

ZIRNSTEIN, Dr. rer. nat. GOTTFRIED

(Das nicht begutachtete Manuskript wird noch bearbeitet, durchgesehen, verändert und verbessert. Hervorgegangen auch aus Lehrveranstaltungen)

Evolutionstheorie, Evolutionbiologie für die Organismen im Werden

Zur Entwicklung der Abstammungslehre – Historisches und Essayistisches – bis zur beginnenden Molekulargenetik

”Keine Tendenz wird je rein triumphieren, kein Gedanke sich je zu Ende denken lassen: kein Mensch wird je völlig recht haben”. GOLO MANN,

in anderem Zusammenhang als der Evolution

Vorbemerkung: Es geht hier nicht um den vollen Anschluß an die neueste Forschung. Bei aller Auswertung vieler Literatur: Nicht alles in vorliegendem Manuskript muß mehr gültig sein.

Inhalt

1. Einige Grundfragen, "Ursachen" bei den Lebewesen, Wesen der Evolution
2. Grundlegende Auffassungen über die Lebewesen bis in das 17. und das frühe 18. Jahrhundert - besonders solche mit Beziehung zur späteren Evolutions-Auffassung
3. Neues Denken im Abendland im 17. und 18. Jahrhundert: Die Historiker entdecken die Geschichte der Gesellschaft und die Naturforscher die Geschichte der Natur und stellen Fragen mit Zweifel an der Religion
4. Herkunft der Lebewesen und ihre gemeinsamen Merkmale 1809 bis 1858 - wenig Evolution, Urzeugung, Transformation
5. DARWIN und die Abstammungslehre und die Anregung von WALLACE
6. Evolutionstheorie zwischen 1860 und etwa 1900/1920. (Mit zusammenfassenden umfangreichen Kapiteln über Anpassungen und die 'Vererbung erworbener Eigenschaften')
7. Die weitere Erforschung der Evolutionsfaktoren unter der Genetik - Hin zur 'Synthetischen Theorie der Evolution'
8. Ablehnung und Kritik an der auf Genetik begründeten Evolutionstheorie zwischen 1930 und etwa 1945
9. Morphologie, Physiologie und andere Problemfelder in der Evolutionsforschung bis etwa 1940
10. Ausbau der 'Synthetischen Theorie der Evolution' - namentlich ab etwa 1935
11. Der Weg in die Molekulargenetik und Molekularbiologie
12. Überall Evolution - Weiteres im Lichte der Biologie der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts

1. Einige Grundfragen, "Ursachen" bei den Lebewesen, Wesen der Evolution

Unveränderliches und Veränderliches in der Natur

Die Naturforscher hatten sich im 16. und 17. Jh. aber vor allem jenen Erscheinungen der Welt zugewandt, bei denen eine zu Neuem führende, also eine "irreversible" Entwicklung, eine unumkehrbare Umbildung nicht erkennbar war. Man kann, wie im 20. Jh G. G. SIMPSON (1960, 1961, S. 117) formulierte, **im Kosmos** durchaus **zwei Aspekte** unterscheiden:

1. Das **immer Existierende**, die "immanent characteristics, qualities that are inherent in the very nature of matter - energy. As far as our knowledge extends, they are the same everywhere and at all times". Mit der Entwicklung, der Veränderung der Himmelskörper und anderer Systeme ändert sich zwar die Stärke der Gravitation oder beim Zerfall der radioaktiven chemischen Elemente die Art der Strahlung, aber das Wesen dieser Phänomene wird davon nicht berührt.

2. **Das sich Entwickelnde**, für die also der Terminus "Evolution" zuträfe. 'Kraft und Stoff', galten noch im 19. Jh. als stabil. **Atome** können aber verschiedenste Verknüpfungen eingehen, können Moleküle und so Verbindungen hervorbringen. Auf der Erde und anderen Himmelskörpern entstanden mit den sich wandelnden Bedingungen immer einmal **neue Verbindungen** und man kann bei sich abkühlenden Temperaturen so etwas wie eine Reihe, fast eine evolutionäre Folge konstatieren. Aber diese Verbindungen sind bei denselben Bedingungen jederzeit an jedem Ort auch herstellbar. Bei der Abfolge organischer Verbindungen auf der Erdoberfläche bis zu denen, welche Leben ermöglichen, wurde von '**Chemischer Evolution**' gesprochen. Mit der Erkenntnis von den Atome zusammensetzenden Elementarteilchen wurde auch die Evolution chemischer Elemente spruchreif. Bei dem gesetzmäßigen Zerfall radioaktiver Elemente gilt eine festgelegte Abfolge, eine Entwicklungsreihe meist der Vereinfachung, sowieso. Für Himmelskörper diskutierte eine Entwicklung KANT. In der vielleicht irreversiblen und im 20. Jh. in dieser Weise gesehene Entwicklung im Weltall, von einem 'Urknall' aus, fielen schon viel eher innerhalb dieser möglichen Gesamtentwicklung zwei Entwicklungen besonders auf, die der Erdkruste und die der Lebewesen. Die **Umbildungen der Erdkruste** erforschten die Geologen, fanden die '**Erdgeschichte**', schufen die '**Historische Geologie**'. Und ebenso deutlich ist die **Umbildung der Organismen**. Hier erscheinen in großem Maße Entwicklungs-Trends. Für die Organismen-Umbildung wurde zuerst der Begriff 'Evolution' angewandt. Hinter und vor der klar erkennbaren Geschichte der Erdkruste und der Lebewesen und in manchem nun

darüberhinaus kann man dann an unbekannte Ewigkeiten oder eine solche nach dem Urknall denken. **Erdgeschichte und Evolution der Organismen**, beide oft verbunden, sind dann **Ausschnitte aus der großen Gesamtentwicklung im Weltall**. Vom Weltall aus gesehen mag dann die biologische Evolution auf der Erde als etwas ziemlich Eigenwilliges erscheinen und ist auf anderen, der Erde ähnlichen Himmelskörpern nur als Möglichkeit gegeben. Der Zoologe B. KLATT hat dann einmal salopp formuliert (1954, S. 1, daß gegenüber dem mit "Lichtjahren" rechnenden Weltall "schrumpft die gesamte Entwicklung des Lebens auf der Erde zusammen zu einem kurzen Moment. Sie könnte verglichen werden einem vorübergehend auftretenden Schimmelüberzug auf einem Riesenkürbis." Erdgeschichte wie Organismen-Evolution zeichnen sich durch ihre **Deutlichkeit** aus. Bei ihnen kommt man ohne Evolution nicht aus. Bei Umbildungen der Erdkruste, auch Gebirgsbildungen, Bodenbildungen kann man kaum davon sprechen, daß es eine nicht vom Menschen zu seinem Nutzen beurteilte Höherentwicklung gibt (M. STÖTZNER et al. 1994). Viele Aufklärer im 18. Jh. und selbst aufgeklärte Christen hielten seit dem 18. Jh. die **Bibelgeschichten** über die Entstehung der Dinge und die Sintflut für **absurd**. Es fehlte aber die Alternative, um die nun auftretende **Leerstelle** zu füllen. Das boten **Erdgeschichte und biologische Evolutionstheorie**. So wurde an Aufklärung zurückgeholt, was die Epoche der Restauration auszulöschen strebte. Das Problem des Anfangs besteht zwar für alle Dinge der Welt, und für die Welt insgesamt, aber für die Erdkruste und gerade für die Lebewesen wurde die Ursprungsfrage sinnvoll, weil in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. erkannt wurde, daß **in der Erdgeschichte immer wieder neue Gesteine und dabei deutlich Straten und dazu Formen von Lebewesen** auftraten, und darüberhinaus die tiefe Vergangenheit die Erde wohl lebensleer war.

Gerade für die Lebewesen gab es eine besonders deutliche **historische Komponente**. Wie RICHARD HERTWIG 1906 bemerkte, sind Gegebenheiten wie der "blinde Fleck" im Auge, das bei höheren Tieren kompliziertere Nervensystem als bei niederen und vieles andere nicht wie das Zustandekommen einer chemischen Verbindung zu erklären. Wie R.HERTWIG schrieb (1906, S. 16): Die Erscheinungen, von denen hier die Rede ist, "tragen... die Merkmale historischen Geschehens. Wenn man sie causal erklären will, kann es nur auf dem Wege geschichtlicher, d. h. phylogenetischer Forschung geschehen". Dabei will R. HERTWIG die aktuelle Vorgänge mit exakten Methoden erforschende Biologie nicht gegen die historisch betrachtende ausspielen, sondern meinte, daß beide sich ergänzen. Man (E. VOLAND 2009, S. 12) spricht nunmehr auch von dem **ultimaten Zweckerklärungen**, dem Nutzen, dem Zweck einer Struktur in einem Organismus und der **proximalen Wirkerklärung**, also was geschieht physiologisch beispielsweise in der zum Zwecke des Gasaustausch in der Evolution entstandenen Lunge. Im 18. Jh. aber wurde zunächst das Statische im Leben betrachtet.

Vielleicht immer Existierendes der Veränderung Unterliegendes

Gravitation, Strahlung usw. an sich Himmelskörper ,Organismen

”Ursache”, Kausalität im Lebensgeschehen

”Ursache”, ”Grund” für die Dinge, wurde in der ”Biologie” zweierlei:

1. die **physiologische Voraussetzung**, die **dem Funktionieren zugrundeliegenden physikalischen oder chemischen Vorgänge**. Da wird beispielsweise erklärt, auf Grund welcher physikalisch oder chemischen verstehbaren Vorgänge oder auf Grund auch unverstandener organismeneigener Kräfte die Niere bestimmte Substanzen ausscheidet und andere zurückhält, wieso in der Lunge Gasaustausch abläuft, im Darm Substanzen verdaut werden. Alles wirkt wie ’designed’ und wurde lange vor der Begründung der Evolutionstheorie erforscht, ja wurde auch Voraussetzung für deren Schaffung. Bei allem Verständnis, daß mit den physiologischen Vorgängen etwas für den Organismus Nützliches geschieht: Das läßt sich untersuchen auch ohne jede Bezugnahme auf Evolution oder Zustandekommen. HARVEY (veröffentlicht 1628) fand den **Blutkreislauf** ohne Evolutionstheorie, betrieb wie andere Forscher seiner Zeit ’**Funktionsbiologie**’ (E. MAYR 1984, S. 27). Aber sah auch auf den Blutkreislauf anderer Tiere und vor allem von Wirbeltieren und untersuchte ihn bei Hunden und bei durch ein langgestrecktes Herz gut untersuchbaren Schlangen. Und er sah nicht nur das Funktionieren isoliert, sondern fragte auch nach dem Nutzen der Blutverteilung für den Organismus. Die vergleichende Untersuchung des Blutkreislaufs der verschiedenen Wirbeltierklassen im 19. Jh. erbrachte dann ein sehr beeindruckendes Beispiel von der Umbildung eines komplizierten Organsystems, das für Evolution sprach. Aber auch die **blütenbestäubende Funktion der Insekten** wurde ohne Evolutionsvorstellung gefunden, veröffentlicht durch KONRAD SPRENGEL 1793, und ohne den die Insekten-Blüten-Beziehung einrichtenden ’lieben’ Gott kam der Entdecker nicht aus.

Noch in neuerer Zeit sahen manche Biologen in der **rein physikalisch-chemischen Darstellung** von Vorgängen im Organismus das Ziel aller biologischen Forschung. JACQUES LOEB, als eher krasser Materialist keineswegs religiös, wird 1899 (S. 130) schreiben: ”Lebende Wesen aber sind Maschinen und müssen als solche analysiert werden, sobald wir ein Verständnis ihrer Reactionen erlangen wollen. In den erkenntnistheoretischen Irrrthum ”historischer” Erklärungsmethoden nur dadurch gerathen, dass dem genialen Wiedererwecker des Evolutionsgedankens, Darwin, die energetischen Naturwissenschaften (Physik, Chemie und Physiologie) weniger nahe lagen.” Mit anderen Worten: Lebewesen in ihrem erdgeschichtlichen Werden

untersuchen zu wollen, brachte wenig.

2. Gefragt werden muß bei den Organismen auch nach dem **Sinn**, dem **Zweck**, der **Nutzen** eines Teils oder einer Eigenschaft **für** das Lebewesen. **Wofür** haben die grünen Pflanzen den grünen Blattfarbstoff ausgebildet, und nicht nur, wie wird er biosynthetisch aufgebaut. Wofür dient der Rote Blutfarbstoff. Weshalb haben die Fische eine Schwimmblase ausgebildet und wird diese bei manchen Formen zur Lunge. Mit der Frage nach dem "Zweck" verknüpfte sich die **nach der Herkunft**.

Aus diesen Bezügen erhebt sich die "Autonomie der Biologie" (E. MAYR 2002) namentlich gegenüber der Physik.

Als Beispiel auch die **Sexualität**: Sie hat den Vorteil, Individuen mit etwas neuen Kombinationen von Merkmalen, innerhalb des Rahmens einer Art, zu erzeugen. Das ist der Zweck, der "Sinn" der Sexualität. Physiologisch mag Sexualität dann auf dem Wirken geschlechtsbestimmender Erbanlagen und im Zusammenhang mit ihnen mit der Bildung bestimmter Geschlechtshormone zusammenhängen. Für anorganische Gebilde, für den Blitz, für die Bildung von Gebirgen wird die Frage nach einem "Sinn", einem "Zweck", einer "Anpassung", deplaziert, wenigstens für den Naturwissenschaftler. Die Organismen mußten sich den Gegebenheiten in der Umwelt aber "anpassen", eben durch "sinnvolle" Eigenschaften.

Die Frage nach dem Zweck, dem "Sinn", der Eigenschaften und Vorgänge wurde auch schon vor der Begründung der Evolutionstheorie gestellt. Etwa bei LEUCKART. Er schrieb 1851 (S- 184) etwa: "wo aus irgend welchen Gründen bei einem Thiere die Zahl der geschlechtlich erzeugten Nachkommen ... den Bedürfnissen des Naturhaushaltes nicht entspricht, da tritt die ungeschlechtliche Vermehrung, als suppletorische Veranstaltung, in ihr Recht ein-" Ja aber würde man heute im Lichte der Evolution fragen: Was ist denn dieser "Naturhaushalt, denn LEUCKART denkt nicht in romantisch-idelleen Vorstellungen. Aber "Die Natur" schafft - das ersetzt gewissermaßen die Evolution. Aber chemische Elemente und ihre unterschiedlichen Reaktionsfähigkeiten und die Eigenschaften der Verbindungen - alles mußte man erst einmal **hinnehmen, als eben vorhanden** und wissenschaftlich, szientistisch, war es, wenn man wenigstens Bibel und göttliche Schöpfung draußen ließ und in Zoologie-, Chemielehrbüchern wurde da im allgemeinen jede religiöse Anspielung vermieden. Denn auch 'Gott' konnte nur ein unerklärtes Phänomen sein, dessen Herkunft ebenso rätselhaft war. Warum sollte dann nicht die Materie ebenso unerklärlich ewig sein?

”Evolution” - der vieldeutige Begriff, nicht der immer verwendete Terminus

Der Terminus 'Evolution' wird nun verwendet, um alle möglichen Umbildungsvorgänge in Natur und Menschengesellschaften zu fassen. Von der "Evolution" der chemischen Elemente oder der Gestirne wird ebenso gesprochen wie von der "kulturellen Evolution" bei den Menschen. Kaum benutzt wird der Terminus für die Umbildung der Erdkruste, was die historische Geologie erforscht. Die Evolution der Organismen hebt sich heraus, weil sie ebenso wie die Herausbildung der Erdoberfläche nach der Erd-Abkühlung besonders relativ gut erforschbar ist und ihre Ergebnisse überzeugen.

Für die mögliche Umbildung der Lebewesen wurde der Terminus 'Evolution' keineswegs immer und schon gar von Anfang an verwendet. Die Rede war einst von "Transformation" oder "Deszendenz". Bei DARWIN findet sich der Terminus "Evolution" nicht. Gegen HAECKELs Begriff "Abstammungslehre" erhob sich der Einwand jener, die in der "Evolution der Organismen" nur eine Theorie oder gar nur eine "Hypothese" sahen.

Daß der Mensch und die anderen Wesen völlig fertig aus der Hand von Göttern oder durch unerklärliche Naturereignisse zustandekamen, wurde von intellektuellen Menschen schon im Altertum bezweifelt.

In der alten Sage von Prometheus bringt dieser den Menschen das Feuer. Das Feuer ist also eine neue Errungenschaft. War vorher für den Menschen nicht vorhanden. Die ferner **zurückliegenden Zeiten der Menschheit** wurden etwa bei VITRUV (s. 1865) nicht religiös-mythisch, sondern im Sinne der viel späteren Ur- und Frühgeschichte gesehen. In der Urzeit sollten die Menschen wie die wilden Tiere in Wäldern und Höhlen geboren und gelebt haben. Durch Zufall kamen sie zu Feuer. Durch Benennung der Dinge entstand die Sprache. Im Wettstreit gelangen Erfindungen. Die Menschen im Römischen Imperium befanden sich demgegenüber also auf einem viel weiter fortgeschrittenen Zustand der Zivilisation, hatten nach der Ausdruckweise des 20. Jh wenigstens eine kulturelle Evolution hinter sich.

Bei einigen griechischen Philosophen war auch nach der Entstehung der menschlichen Gesellschaft, der Gemeinwesen, also des Staates, ja nach der 'Erfindung' der Götter gefragt worden.

2. Grundlegende Auffassungen über die Lebewesen bis in das 17. und das frühe 18. Jahrhundert - besonders solche mit Beziehung zur späteren Evolutions-Auffassung

Das Primat des Lebendigen in der Weltanschauung einst - Wer determiniert wen in der Natur? -

Nach einstiger Weltauffassung waren die Dinge zugunsten des Menschen gemacht, und als das aufgegeben wurde, dann wenigstens für **die Bedürfnisse der Lebewesen. Vorgänge der anorganischen Natur sollten so ablaufen, daß sie dem Leben nützten. das Leben also das Primat gegenüber der leblosen Natur besitzt.**

Selbst LINNÉs äußerte einmal, daß der Wind vor allem in den Wochen weht, **wenn** die Pflanzen blühen und ihr Blütenstaub auf andere Blüten geweht werden müßte und dann wenn die Früchte reif sind und ihre Verbreitung zu geschehen hatte, also im Dienste von Lebewesen gab es häufigere Wind im Frühjahr und im Herbst. Das Lebewesen mußte zwar Anpassungen an das anorganische Geschehen besitzen, aber das anorganische Geschehen lief primär so ab, daß es Lebewesen mit ihren Anpassungen zupafß kam. Wenn LAMARCK die Welt der Stoffe mit den organischen Verbindungen beginnen ließ, war das vielleicht eine Nachwirkung dieser Ansicht und machte ihn in dieser Sache in der Chemiewelt LAVOISIERS lächerlich.

Mannigfaltigkeit in der Welt der Lebewesen

Eine Voraussetzung, die Evolution in der lebenden Natur zu erkennen, war die Erfassung wenigstens von einem Teil der **Mannigfaltigkeit, in der Lebewesen** auftreten. Im Altertum war durch Gelehrte wie ARISTOTELES, THEOPHRAST, DIOSKORIDES ein gewisser Grund dafür gelegt worden. Auch im Mittelalter gab es Gelehrte, so ALBERTUS MAGNUS oder KONRAD VON MEGENBERG, die mit dem Formereichtum in der Organismenwelt vertraut waren. Die großen geographischen Entdeckungen im 16. Jahrhundert brachten dann bisher unbekannte Formen in das Gesicht der Europäer. Bedeutende Gelehrte des 16. und 17. Jh, so die Verfasser der "Kräuterbücher" oder der Züricher Universalgelehrte KONRAD GESNER beteiligten sich an der Zusammenstellung der Pflanzen und Tiere.

Vergleich der Formen - Erfassung der Ähnlichkeiten

Lebewesen wurden miteinander verglichen, nicht allein und nicht nur erstrangig im äußeren Bau, sondern in den **inneren Organen und Strukturen**. Besonders geeignet war das Skelett, wegen seiner möglichen Unvergänglichkeit. Es entstanden die Grundlagen der **vergleichenden Anatomie**.

Ähnlichkeiten wurden deutlich. Nach den Ursachen wurde gefragt. Im religiösen Denken der Zeit wurde an einen göttlichen Grundbauplan gedacht.

Wie weit gingen nicht nur äußere Ähnlichkeiten, sondern im Wesen bestehende? **Gemeinsamkeiten** wurden schon im 17. Jahrhundert auch **zwischen Pflanzen und Tieren** behauptet, also auf Gemeinsamkeiten der verschiedenen Organismen verwiesen, sogar in übertriebener Weise. RED I meinte (s. A. VALLISNERI 1739, S. 48), keine "philosophische Sünde" zu begehen, wenn er auch Pflanzen eine empfindende Seele zuschrieb. Wie auch VALLISNERI weiter vermerkte, daß Pflanzen ihre Wurzeln in die Erde werfen wie "wir" in die Gebärmutter.

"Entwicklung" in der Natur? - Eher nicht!

Im 17. Jahrhundert entwickelten die Naturforscher und Philosophen das Bild von der "Weltenuhr", die einmal aufgezogen nach den ihr eingegebenen Gesetzen unveränderlich abläuft. Es gab die periodischen Bewegungen, wie die der Planeten und die von Ebbe und Flut, aber keine Entwicklung im Sinne irreversibler Veränderung.

Das sollte nicht nur für die Organismenwelt im Ganzen gelten, sondern auch für das Individuum. Ein einfacher Anfang jedes Individuums, vom Ei an etwa, wurde allgemein bewußt. Über die vom Ei zum fertigen Organismus sich abspielenden Vorgänge bestanden unterschiedliche, auch sich ablösende Ansichten.

Zur Keimesgeschichte, also der individuellen Entwicklungsgeschichte der Lebewesen - Lebewesen bilden wie anderes in der Natur nichts Neues, sind vorgebildet, "präformiert"

Die im 17. Jahrhundert und auch in großen Teilen des 18. Jahrhundert vorherrschende **Präformationstheorie** (A. VALLISNERI 1739) lehnte eine Entwicklung im Sinne von Neubildungen ab. Sie konnte auch nicht mit dem vereinbar sein, was im 19. Jahrhundert als Evolutionstheorie bezeichnet wurde. Gemäß der Präformationstheorie waren alle Lebewesen **vorgebildet**, eben präformiert,

möglicherweise vom Anfang der Welt her. Keimesentwicklung war dann "Entfaltung", "Vergrößerung" dieser präformierten Keime, diese "Auswicklung" mit dem Terminus "**evolutio**", "Evolution", bezeichnet. Der heute so bekannte Ausdruck "Evolution" hatte also einst eine andere Bedeutung, der Annahme einer "offenen" Entwicklung wie bei DARWIN geradezu entgegengesetzt.

Die einen, die **Animalkulisten**, sahen in den namentlich von LEEUWENHOEK hervorgehobenen "**Samentierchen**" das künftige Tier, auch den künftigen Menschen, vorgebildet. Gemäß der Auffassung der **Ovulisten** lag das präformierte Lebewesen im **Ei**.

Waren die Samentierchen präformierte, nur noch sehr kleine Tiere, dann bot das Weib nur den Nährboden, auf dem sich die Keime entwickelten. Daß die Tierchen im Samen nicht den parasitischen Würmern gleichartig sind, wurde von VALLISNERI etwa damit begründet, daß die parasitischen Würmer größtenteils in heftigen Fiebern erzeugt würden, die Samentierchen in diesen aber starben. Bei ausschweifendem Geschlechtsleben stellte er auch eine Abnahme der Samentierchen fest. War das Ei das präformierte Tier, dann hatte der Mann nur die Aufgabe, durch seine Spermien Eier zur Entwicklung anzuregen. Waren Spermien neue kleine Wesen, dann bot die Frau nur den Nährboden. Um es mit VALLISNERI auszudrücken (1739, S. 36 / 37): "Vielmehr komme alles von ihm her, und was die Mutter dabey thue, solches bestehe darinne, daß sie ihn beherberge, eine Wohnung einräume, ihn verwahre und ernähre...Der Vater hat nichts mehr dabey zu thun, als die Frucht der Mutter zu übergeben, gleichwie ein Ackermann nur den Saamen der Erde übergiebet." Über Entwicklung bei Pflanzen wurde ähnlich gedacht, der Pflanzensame sollte dem Ei entsprechen. Wenn die Mutter der Säugetiere säugt, dann setze sie die in der Gebärmutter begonnene Ernährungstätigkeit fort.

Daß Keimesentwicklung, ob aus Samen"tierchen" oder Eiern, aus einer "Auswicklung" besteht, machte sie dem mechanischen Denken verständlich. Die Keimesentwicklung benötigte dann keinen unbekanntem Faktor, der einen komplizierten Prozeß, die Organbildung, steuern mußte. Ja, die Annahme wurde noch einfacher, wenn angenommen wurde, daß in den Organismen in noch kleinerer Gestalt auch alle kommenden Generationen schon vorgebildet, **ingeschachtelt**, sind. Um es in der Auffassung der Ovulisten mit VALLISNERI (in dessen deutscher Übersetzung 1739, S. 442) zu sagen: "in den Eyer - Stöcken eines jeden Weibleins alle und jede Junge verborgen seyn, die nach einander an des Tages Licht kommen, indem sie sämtlich von der allmächtigen und allerweisesten Hand GOTTes, in der ersten Mutter auf einmahl erschaffen sind; ..." Bei Anerkennung dieser "**Einschachtelungstheorie**" ist keine Umbildung der Lebewesen in der Abfolge der Generationen anzunehmen, also keinerlei Deszendenztheorie ersichtlich. Alles war von Anfang an vorhanden, in einem - allerdings rätselhaften - Schöpfungsakt

wenigstens in der Anlage in Existenz gesetzt worden. Gemäß den eingegebenen Gesetzen traten die Dinge nun ohne prinzipielle Umbildung, nur unter Vergrößerung, "Auswicklung", in Erscheinung. Der große Uhrmacher hatte die Weltenuhr aufgezogen und diese lief nun gemäß verständlichen, erforschbaren Prinzipien bis an das Ende der Tage. Es war bei den Lebewesen wie im Kosmos, wo auch die Planeten gemäß den ihnen eingegebenen Gesetzen ihre Bahnen zogen. Um hinsichtlich der Lebewesen noch einmal VALLISNERI das Wort zu geben (S. 442): "Dahero ist das Geboren werden der Menschen, der Thiere und der Pflantzen, und alles was auf Erden ist, nichts anderes als ein zum Vorschein kommen desjenigen, was vorher eingewickelt verborgen, und in einem überaus engen Raum eingeschlossen war; ..." Mit Blick auf die Bibel ließe "von der Eva sich sagen, daß in ihren Eyer-Stöcken die gantze Nachkommenschaft gantz klein und eingewickelt sich befunden habe" (S. 443).

Bis weit in das 18. Jahrhundert hinein haben bedeutende Forscher, auch experimentell forschende, die Präformation vertreten, CHARLES BONNET wie SPALLANZANI.

Urzeugung, "Generation spontanea" - damals abgelehnt, aber nicht für immer

Gerdae im Zusammenhang mit der Präformationstheorie wurde die alte Auffassung der **Urzeugung** abgelehnt. Urzeugung, **Generatio spontanea**, Generatio aequivoca, war die Entstehung von Lebewesen oder wenigstens ihrer entwicklungsfähigen Keime aus nichtlebender Materie. Sie sollte auch für höhere Lebewesen stattfinden, auch neben der Vermehrung durch Eier. Die Auffassung wurde einst wohl ohne tiefere theoretische Reflektion akzeptiert, obwohl sie nicht der biblischen Schöpfungslehre entsprach. Konnten Lebewesen, und nicht nur die allerniedrigsten, stets durch Urzeugung, generation spontanea, entstehen, war die Evolution im DARWINschen und unserem Sinne, also die Deszendenz, unnötig. Viele Lebewesen entstanden jederzeit.

Die Zweifel an der Urzeugung kamen. Aber nicht nur durch Befunde, sondern auch und wohl gerade wegen der Theorie, der Präformationstheorie, die mit der Urzeugung-Auffassung nicht in Einklang zu bringen war:

1. Waren die **Keime vorgebildet**, und zwar auch die der folgenden Generationen, waren keine neuen Organismen durch Urzeugung zu erwarten.
2. Diffizile Untersuchung auch **kleiner und kleinster Tiere** mit Vergrößerungsinstrumenten, etwa von Insekten wie Biene oder der Larve von Eintagsfliegen durch JAN SWAM-

MERDAM brachte den **komplizierten Feinbau** auch solcher kleinen Lebewesen vor Augen. Es war wenig vorstellbar, daß solche bisher als "Gewürm" bezeichneten Organismen durch Urzeugung entstehen, zumal sie entwickelte Geschlechtsorgane besitzen, wie sie SWAMMERDAM von der Biene zeichnete.

3. Für etliche Organismen, die nach bisheriger Ansicht durch "Urzeugung" entstehen konnten, wurde das **experimentell widerlegt**. FRANCESCO REDI, führender florentinischer Gelehrter, gelang der Nachweis (1668), daß Fliegenmaden (Larven) nur aus von Fliegenweibchen abgelegten Eiern in Fleisch geraten. War Fleisch durch Gaze vor anfliegenden Fliegenweibchen geschützt, bildeten sich in dem Fleisch spontan keine Maden. Damit hatte REDI auch das Prinzip des "Fliegenschranke" erfunden. REDIs Landsmann ANTONIO VALLISNERI wies nach, daß auch die Insektenlarven in Pflanzengallen nur aus abgelegten Eiern entstehen. VALLISNERI klärte auch den Ursprung des sogenannten "Kuckucksspeichels", einem Schaum an manchen Pflanzen im Frühling, als Erzeugnis eines dorthin seine Eier legenden Insekts, das so den Nachwuchs in einer Schutzhülle aufwachsen läßt. Er erforschte fernerhin die Herkunft der Parasiten an Weiden und fand, daß Wildbienen aus Eiern entstehen.

Diese mit dem mechanistischen Weltbild harmonisierende Präformationstheorie und die mit ihr verbundene Ablehnung von Lebenskraft ("Entelechie"), Epigenesis und Urzeugung waren weiter von den einstmalig so anerkannten Auffassungen des ARISTOTELES entfernt als wohl jemals biologische Auffassungen vorher und im wesentlichen auch später davon fern standen.

Weder die Präformationstheorie noch die Ablehnung der Urzeugung blieben jedoch angesichts der Auffindung neuer Phänomene im **späten 18. Jh.** bestehen. Es gab eine **Rückkehr zur Epigenesis-Auffassung**, wonach der Anfang eines Lebewesens ein unstrukturierter Keim ist. Was aber bringt dann die Bildungen zustande? Welche "Kräfte"? Wenn nichts "präformiert" ist? Unberührt blieb zunächst die religiöse Auffassung von der Herkunft des Lebens auf der Erde überhaupt. Und auch die Annahme der Generatio spontanea kehrte, anerkannt bis tief ins 19. Jh. (s. d.).

Vergleich im Körperbau - Vergleichende Anatomie

"Vergleichende Anatomie" wurde fast eine weitere Modewissenschaft im 18. Jahrhundert. Die Organe und Strukturen, so die Skelette verschiedenster Wirbeltiere, wurden miteinander verglichen. Schädel etwa wurden auf großen Tischen ausgebreitet und dann etwa nach ihrer Ähnlichkeit oder zunehmenden Komplexität

geschoben und angeordnet. Aus den Vergleichen ergaben sich einige Strukturprinzipien.

Hinter den Dingen bestehender 'Plan', idelle Ordnung

Nach der auf PLATON und bis zu einem gewissen Grade auf PYTHAGORAS zurückgehenden und von den Neo-Platonisten gepflegten Auffassung sollte hinter der Welt der beobachtbaren Erscheinungen die **"reale" Welt der Begriffe**, die **"Essenz der Dinge"**, stehen, und diese sollten **das Primäre** sein. Der Begriff 'real' war also ganz anders definiert als heute üblich. Die Wirklichkeit der beobachtbaren Dinge war sekundäres Ergebnis der hinter den materiellen Dingen liegenden immateriellen Ideen, der hinter den Dingen stehenden **Planhaftigkeit**, ob nun auf Gott, Göttliches den hinter allem Geschichtsverlauf stehen 'Weltgeist' HEGELs oder noch Unbestimmteres zurückgeführt. Wegen dieser Welt der allgemeinen Begriffe gab es als ewig gültig anzusehende **mathematische Beziehungen** und konnte man ihnen vertrauen. Das war also anders als die Annahme, daß die Atome und kleinere Bestandteile gewisse Eigenschaften tragen und daraus alle Welt zustandekam, auch die Entstehung der Lebewesen mit ihrer biochemischen Grundlage. Ergebnis dieses Denkens von hinter den Dingen liegender Ideenwelt, ob nun immer klar so formuliert oder nicht, war etwa das Konzept von der Beziehung zwischen **'Makrokosmos' und 'Mikrokosmos'**. also Universum und Mensch, höchstmöglicher Zahl von unterhalb des Fixsternhimmels bestehenden Himmelskörpern und Metallen auf der Erde. Es war das Konzept von überall bestehenden **'Polaritäten'**. Wegen der Planhaftigkeit hinter der realen Welt sollte es möglich sein, die Naturkörper einschließlich der Lebewesen in eine **'Ordnung'** zu bringen, eine 'natürliche' gar, so in eine 'Stufenleiter', Arten, **'Spezies'** sollten einst, wie MAYR hervorhob, wegen des verbreiteten Platonismus **feststehende Typen** sein und nur begrenzt innerhalb ihres Typus variieren können. Bis in neuere Zeit wurde von manchen Gelehrten hinter 'Leben' und seinen Eigenschaften solche Ideenhaftigkeit behauptet. Und auch die frühen Hypothesen mit Veränderung und **Evolution** von Lebewesen wurden als Entfaltung eines Planes gesehen, wie noch bei LAMARCK 1809.

Stufenleitern

Nach ihrer Komplexität wurden die Lebewesen und auch andere Naturkörper in eine **"Stufenleiter"** vom Einfachen zum immer Komplexeren geordnet, was schon auf die Antike, auf ARISTOTELES, zurückging und nicht auf Evolution zurückgeführt wurde. Solche Stufenleiter, seine **"Echelle des etres naturelles"**

stellte etwa BONNET (dtsch. 1772, 1774) auf, von den Mineralien, den 'Fossilien', bis zu den höchsten Säugetieren, zu dem als höchstes Wesen betrachteten Menschen. Die Entdeckung des Süßwasserpolyphen, 1744, habe gemäß BONNET (s. 1772) zur Vollendung der Stufenleiter viel beigetragen, nach unten hin. Die Sprossen, welche die Glieder der Stufenleiter verbinden, waren recht eigenwillig, wirken in späterer Betrachtung willkürlich eingepaßt. Die Trüffelpilze waren von den Mineralien erst zu den Pflanzen hinführende, noch ungeformte Gebilde. Die Süßwasserpolyphen sollten vom Pflanzen- zum Tierreich vermitteln, ebenso unter den Pflanzen die Mimose mit ihren bei Berührungsreiz zusammenklappenden, also die Tieren zukommende Bewegung aufweisenden Fiederblättchen. Der Fliegende Fisch sollte die Fische mit den Vögeln verbinden, der Strauß die Vögel mit den vierfüßigen Säugern. Auch der Rassismus war in BONNETs Stufenleiter vorhanden. Zwar standen alle Menschen oben, aber doch auf unterschiedlich hohen oberen Sprossen. Denn "stellet den dummen Huron gegen den tiefsinnigen Engländer. Steiget vom schottischen Bauer zum großen Newton herauf ..." (S. 69) Auf seinem Landgut konnte sich BONNET selbst hochwohl geborgen fühlen. Der englische Anatom EDWARD TYSON stellte (s. 1751, 2. posthume Auflage von: *The Anatomy of Pygmy ... The Second Edition*. London) den seinerzeitigen britischen Lordkanzler und ähnlich Hochgestellte sogar auf eine eigene höhere Sprosse als die anderen Briten, näher zu himmlischen Wesen, "approaching nearest to that Kind of Beings which is next above us; Connect the Visible, and Invisible World." Wenn das nicht Anerkennung verdiente - vom Lordkanzler! Der englische Anatom CHARLES WHITE meinte in den Erläuterungen zu seiner Stufenleiter von 1795 (S. 430), daß der "Neger" in verschiedenen Merkmalen "differed from the European, and approached to the ape." Mit simplen Messungen einiger Parameter suchte WHITE die Überlegenheit seiner eigenen "Rasse" über andere zu begründen, etwas, was noch im 20. Jahrhundert auch in menschenfeindlicher Weise benutzt wurde.

Da die 1-linearen Stufenleitern zu gezwungen erschienen, wurde sie schließlich, wie bei PALLAS, ab einer gewissen Höhe **verzweigt**.

Typen, die Typus-Auffassung

Andererseits suchte man in der Vielfalt der Formen den "Typus", die Grundgestalt, von der sich die realen Formen wenigstens ideell ableiten ließen. J. W. von GOETHE hatte den Grundtypus des Schädels abzuleiten versucht, aus einem umgebildeten Wirbel. Da alle Säugetiere einen **Zwischenkiefer-Knochen** aufwiesen suchte er ihn, wegen der Gleichheit des Typus, so lange beim Menschen, bis er ihn neben einigen anderen um 1787 in Jena an einem Embryonen-Schädel fand.

J. W. VON GOETHE, der auch den Terminus "**Morphologie**" für "Formen-

lehre" prägte, suchte nach einer "Urpflanze", dem **Grundtyp aller höheren Gewächse**, deren Einzelausbildungen durch Vergrößerung oder Verkleinerung, Teilung und Verwachsung der Grundorgane der Urpflanze, oberirdisch der Blätter, durch "**Metamorphosen**", gedacht werden konnten. Im botanischen Garten in Padua vor der dortigen blühenden Fächerpalme habe er darüber nachgedacht, wie statt Laubblätter um und in den Blüten Kelchblätter, Blütenblätter, Staubgefäße = Staubblätter) und Stempel erschienen, als umgebildete Blätter. Manchmal sind sogar Blätter unterhalb der Kelchblätter in die Gestaltung eines Blütenstandes einbezogen. Gefüllte Blüten können als Blüten mit zu Blütenblättern umgewandelten Staubblättern" / Staubgefäße gedacht werden, wobei solche .gefüllten Blüten plötzlich auftreten konnten. Verdickte Wurzeln erscheinen als Rüben, Speicherorgane. Eine reale Urpflanze fand sich nicht. Der "Typus" war keine real existierende Form, auch nicht etwa als Ursprungsform im Sinne von Deszendenz des 19. Jh., als Primitivform im Vergleich zu den abgeleiteten Formen, überhaupt nicht in einer Entstehung zu sehen und zu begreifen, sondern war bei Mißbildungen plötzlich da. Diese Art der Betrachtung der Pflanzen fast nur rein morphologisch wurde später bezeichnet als "**idealistische Morphologie**", weiterentwickelt in der Beschreibung der Formveränderungen auch als "formale Morphologie" (K. GOEBEL 1893). Was man bei seltenem Auftreten als Mißbildung ansehen konnte, war eben auch Metamorphose, und "das Abnorme ist nicht gleich als krank oder pathologisch zu betrachten", so wenig wie die geteilten Blätter. Es heißt denn auch einmal bei GOETHE: "... wo Familien von Familien sich sondern: denn auch da berührt sich Bildung und Mißbildung schon. Wer könnte uns versagen, wenn wir die Orchideen monströse Liliaceen nennen wollten?" (Ausgabe 1954, S. 118). Was GOETHE als "Metamorphose" bezeichnete sind fertige Bildungen, vom Urtypus abweichend, an der erwachsenen Pflanze, was nicht den Entwicklungsumwegen etwa der Kaulquappe zum Frosch entspricht, die auch als Metamorphose bezeichnet werden.

Der in Frankreich führende Vertreter der Vergleichenden Anatomie FELIX VICQ D'AZYR (P. HUARD et al 1976), der gerade bei Knochen die Abweichungen von der gemeinsamen Grundform betrachtete, wurde Leibarzt bei der Königin MARIE ANTOINETTE. Nachdem diese 1793 von den Revolutionären guillotiniert wurde fürchtete VICQ D'AZYR auch um seine Existenz, nahm daher am antichristlichen Fest des Höchsten Wesens teil, starb aber sofort danach am 20. Juli 1794.

Wurden die 'Metamorphosen' im Sinne GOETHEs und beschrieben bei Pflanzen eher als ideelle Umbildungen gesehen – den **starren Art-Begriff lockerten sie** auf jeden Fall, und das lange vor DARWIN.

Wie viele "**Typen**" gibt es **im Tierreich**? CUVIER - s. unten- unterschied 4.

Nutzen der Merkmale - Das Problem der Zweckmäßigkeit, der Anpassungen

Daß die Merkmale, die Eigenschaften der Lebewesen jedenfalls in vielen Fällen dem Träger dienen, sein Leben ermöglichen, wurde früh bewußt. Die Zweckmäßigkeit der Teile, der dem Leben dienende Bau der Organe, regte zu manchen Überlegungen an und diente einst bevorzugt zur Anerkennung der Güte Gottes, dem großen Weltenkonstrukteur, dem großen "Uhrmacher", bei allen Mängeln und gar dem Tod. Die bestehende Welt wäre, gemäß LEIBNIZ, immerhin die beste aller möglichen Welten. Von irgendwelchen Evolutions-Vorstellungen war man weit entfernt. Die Dinge waren wie sie sind, in dem statischen Weltbild, weil sie **irgendwann in ihrer Art fertig entstanden waren**, ja geschaffen wurden.

Schon GALEN schrieb, um 200 n. Chr., vom Nutzen der Teile. Kein Teil der Organismen sollte nutzlos sein. Bei CONRAD VON MEGENBERG (s. H. SCHULZ 1897, S. 7), dessen "Buch der Natur" von der Mitte des 14. Jahrhunderts die erste Naturgeschichte in deutscher Sprache ist, wird etwa von den Augenbrauen, deren Zweck vielleicht so ohne weiteres nicht einsehbar ist, geschrieben: "Die Augenbrauen sind für die Augen nothwendig, damit während des Schlafes von ausserhalb Nichts in's Auge gerathe. Desshalb behaupten auch die Gelehrten, dass die Augenbrauen denselben Zweck haben, wie der Zaun um einen Garten. Ich bin aber der Ansicht, dass die Augenbrauen von der Natur zur Zierde des menschlichen Auges geschaffen sind." Der Entdecker des Blutkreislaufs, WILLIAM HARVEY, fragte nach dem Nutzen dieses Kreislaufs.

Noch bis in das 18. Jahrhundert wurde oft gemeint, daß **alles** auf der Erde und womöglich auch im Himmel **für den Menschen** "gemacht" sei. Im Jahre 1746 (S. 196) heißt es noch bei LINNÉ: "Sieht man aber aus des großen Schöpfers Einrichtung des Erdbodens, wie alle zu des Menschen Wohlstande, eben wie in einem Königreiche alles zu des Königes Macht, abzielet, so wird man mit Ehrerbietung den Schöpfer aus diesen seinen Werken erkennen." Schriftsteller, die nicht selbst viel forschende Gelehrte waren, drückten ihre Gedanken über das Zustandekommen der Dinge oft noch naiver aus. N. A. PLUCHE (1760, S. 20) meinte: "Der Endzweck der Blumen ist ganz allein, die Erde mit ihrer holden Farbe auszuzieren, so gar, daß die meisten, um die Anmuth noch grösser zu machen, einen lieblichen Geruch ausdämpfen, welcher die Luft rings herum erfüllet. Sie ersparen ihn insonderheit für die Morgen - und Abend - Zeit, weil wir sodann am liebsten spatzieren gehen: ..."

Es war wohl ein Fortschritt in der Beachtung der Dinge, als nicht nur alles für den Menschen gemacht sein sollte, sondern wie, eigentlich schon bei GALEN, die **Einrichtungen der Lebewesen diesen selbst** dienen, ihrem "Wohl". Ihrem

Leben dienen den Stubenfliegen die Flügel.

Eine ebenfalls merkwürdige Auffassung war: Das Organische, **das Leben ist das Primäre**. Die anorganische, die **leblose Welt, war so** eingerichtet, daß sie **den Lebewesen diene**, wenn eben auch nicht nur den Menschen. Nach LINNÉs einmal geäußelter Meinung wehte der Wind dann, wenn die Früchte reif waren und verbreitet werden mußten oder Pflanzen blühten und ihr Blütenstaub zu verwehen war.

Die Frage nach dem "Sinn", dem "**Zweck**" irgendwelcher Teile und Eigenschaften wurde immer wieder gestellt und auch **bis in Einzelheiten zu beantworten gesucht**, bei den **allerverschiedensten Lebewesen**.

Bei Teilen, deren Nutzen noch unbekannt war, wurde **versucht, den Nutzen aufzufinden**. Der schwedisch "Ingenieur" ADOLPH MODEER stellte 1769 den später im Deutschen als "Tauchender Drehkäfer", *Gyrinus mergus*, beschriebenen, etwa stecknadelkopfgroßen schwarzglänzenden Käfer vor, der meist in größerer Zahl in raschen Bögen auf der Oberfläche von stehenden oder schwach fließenden Gewässern kreist. Es heißt (1769, S. 332): "Die Absicht bey oben beschriebenen schnellen und besondern Bewegungen, kann keine andere seyn, als, daß der Schöpfer sie verordnet hat in Gesellschaft zu leben, daß sie damit ihre Verfolger stören und denselben entfliehen sollen, durch welche sonst viel Familien, die jetzo beysammen wohnen, würden zerstört werden. Eben deßwegen retten sie sich mit Untertauchen, und wenn sie plötzlich beunruhigt werden, trennen sie sich und fahren gerade jeder nach einer andern Seite, ..." Wie aber stand es mit dem "Lebensrecht" der "Verfolger", die Beute benötigten? Außerdem waren die Drehkäfer auch auf Beute aus.

Vielleicht auch zur Rechtfertigung von Forschung an kleinen Organismen wurde sogar betont, daß man

Gerade bei den kleinen, ja auch kleinsten Tieren war man auch die Feststellung der Anpassungen aus, sollte womöglich am besten die **Größe des Schöpfers** erkennbar sein. Vielleicht diene diese Auffassung auch zur Rechtfertigung etwa bei Pfarrern, ihren geliebten Forschungen mit den zwar noch begrenzten, aber immerhin vorhandenen Vergrößerungsinstrumenten nachzugehen. Daß der große Insektenforscher der LINNÉ-Zeit DE GEER (1743) die rasch springenden Poduren, viel später zu den Urinsekten gerechnete Bewohner etwa von feuchten Holz beschrieb, rechtfertigte er damit, daß er anderen "Anlaß" gab, "wie sie die Werke des Schöpfers erkennen sollen, die öfters in Dingen, die man für die kleinsten hält, am größten sind." Als der LINNÉ-Schüler FRIEDRICH HASSELQUIST zu seiner Überraschung Insekten noch im heißen Wüstensand Ägyptens sah, die augenscheinlich neu für die Wissenschaft waren und die er in einem Briefe an LINNÉ

1750 sogar als die "größte Frucht" seiner Reise ansah, meinte er "auch in den dürresten Sandwüsten einen Beweis der Wahrheit" (S. 110) zu finden, "daß der Schöpfer nichts vergeblich gemacht habe, daß kein Ort auf dem Erdboden sey, den die Natur nicht einem Thiere zum Aufenthalt bequem gemacht hätte."

Auch **Verhalten** wurde schon auf den Nutzen beachtet. PETER OSBECK (1755), ebenfalls LINNÉ-Schüler und China-Reisender, lernte einen Fisch kennen, der als Wegweiser für andere große Fische, für Wale oder Haie, beschrieben wurde. Gewiß war sich OSBECK über die Ursache des Vorangehens des Lotsenfisches vor großen Haien auch nicht ganz klar, zweifelte, "ob ihre Absicht ist, ihrem Herrn zu zeigen, wo er seine Nahrung finden solle, und ihn vor unsichern Wegen zu warnen, oder ob sie nur bey ihm Beschirmung finden, ohne ihm selbst Dienste zu leisten, das läßt sich wol schwer ausmachen, aber daß es nicht ohne Ursache geschieht, davon wird die ganze Welt überzeugt seyn" (S. 73). Und daraus zog OSBECK die Schlußfolgerung (S. 72): "Wohin wir nur unsere Augen wenden, da zeigen sich unzählige Beweise der göttlichen Regierung und unaufhörlichen Fürsorge einer Allmacht. Sie hat jedem ihre unzähligen Geschöpfe weislich alle nothwendige Mittel zum Unterhalte seines Lebens ertheilet; wir sehen nicht allein, daß eines dem andern zur Nahrung leben muß, und alle Dinge, in ihrer Ordnung, des Menschen wegen, vorhanden sind, sondern auch, daß eines dem andern zu seinem Nutzen, Vergnügen und Unterhalte dienen muß."

Wirkten Dinge in der Natur zu schrecklich, konnte allerdings auch mit Gottes "Zorn" argumentiert werden. Jedenfalls hat LINNÉ im Zusammenhang mit dem "Gebrauch" von Wein, Tee, Kaffee und Tabak einmal (1740, S. 194) gemeint, daß er "nicht zu sagen weiß, ob er die Menschen von Gott in Gnaden, oder im Zorne gelehret worden?"

Problematisch war, daß Parasiten auch ihre ihnen nützlichen Anpassungen haben, aber diese damit ihren Wirtsorganismen schädigen. Als der 25 - jährige LINNÉ (1739 / 1740, S. 148 ff.) in Lappland 1732 die den **Rentieren** schädliche **Bremse** untruscht hatte, meinte er (S. 152): "Wie Gott für dieser elenden Thierchen, Winterlager auf eine ihnen überaus bequeme Weise gesorget, da er sie zwischen Haut und Fleisch auf einen Körper, das ist, auf eine laue Stelle, da weder zu starke Wärme noch Kälte ist, gesetzt. Wie Gott des Rennthiers Rücken, und nicht desselben Seiten, oder Bauch, dazu ersehen, daß dasselbe, wenn es sich niederleget, sie nicht zerdrücken könne." Daß Parasiten sich oft in fast phantastischer Weise an ihre Wirtstiere angepaßt haben, war richtig beobachtet - leider zur Qual der betroffenen Kreaturen, denn dieser Bremse wegen mußten die Lappen ihre Rentiere im Sommer in die "Schneegebirge" führen, waren die Häute wegen der Bremsenbeulen durchlöchert, und starb nach LINNÉs Feststellung ein Drittel der Rentiere an dem Befall mit Bremsen. Trotz des Lobes für die nach LINNÉs An-

sicht von Gott gegebene Anpassung der Bremsen an ihr Leben rief er aus (S. 155): "was den Lappländern für Nutzen daraus erwachsen würde, wenn jemand ein gutes und bequemes Mittel dafür erfinden könnte ...", die Bremsen in Schach zu halten. Wie oft eben werden Widersprüche, die nicht in das vorhandene Weltbild passen, verwischt.

Ein früher bedeutender Vertreter botanischer Anpassungsforschung war CHRISTIAN KONRAD SPRENGEL (O. KIRCHNER 1893, R. MITTMANN 1893), seinem Berufe nach Lehrer, ja Rektor der "Grauen Schule" in Spandau bei Berlin. Er wird als oft jähzorniger und eigensinniger Lehrer geschildert. Die Wiese mit blühenden Blumen mochte ihn mehr locken als der lärmerfüllte Klassenraum. Im Jahre 1794 wurde SPRENGEL, dessen Bruder wohlbestallter Botanikprofessor in Halle war, aus dem Lehramt entlassen und pensioniert. Er suchte, nunmehr in Berlin lebend, durch Privatstunden und Exkursionsführungen sich zusätzliche Einnahmen zu erschließen.

Der dann eher in den Hintergrund gerückte und dann von DARWIN wieder hochgeschätzte SPRENGEL entdeckte, daß die Strukturen und sonstigen Eigenschaften der **Blüten** im Dienste der **Anlockung von bestäubenden Insekten** stehen und Insekten Anpassungen für den Blütenbesuch besitzen. Anpassungen also bei allen. Seine Ergebnisse veröffentlichte SPRENGEL **1793** in dem Buche "Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen". Nach eigener Aussage war er zu dieser Forschung veranlaßt worden, als er im Sommer 1787 die feinen Härchen in der Blüte des Waldstorchnabels ("Geranium. sylvaticum" nach SPRENGELs Darstellung) betrachtete und sich dabei von der Überzeugung leiten ließ, daß "der weise Urheber der Natur auch nicht ein einziges Härchen ohne Absicht hervorgebracht hat." An anderer Stelle schrieb er allerdings statt vom "weisen Urheber" ganz neutral von der "Natur", die alles hervorbrachte. Auf jeden Fall sollten Haare, Saftmale und andere Blüteneigenschaften im Dienste der Bestäubung durch Insekten stehen und waren damit sinnvolle Anpassungen an eine Funktion. Hinsichtlich der Härchen des Waldstorchnabels meinte SPRENGEL, daß ihm "bald" einfiel, "dass, wenn man voraussetzte, dass die fünf Safttröpfchen, welche von eben so vielen Drüsen abgesondert werden, gewissen Insekten zur Nahrung bestimmt seyen, man es zugleich nicht unahrscheinlich finden müsste, dass dafür gesorgt sey, dass dieser Saft nicht vom Regen verdorben werden, und dass zur Erreichung dieser Absicht diese Haare hier angebracht seyen" (CHR. K. SPRENGEL 1793, S. 8 in der Ausgabe von KNUTH). Die Funktion der Härchen wird spekulativ ermittelt. SPRENGEL beschrieb in seinem Buche die Blüteneinrichtungen von 461 Arten und erläuterte das auf 26 Kupfertafeln mit 1117 Figuren. Erst andere Forscher, besonders dann auch CHARLES DARWIN, erweisen experimentell, daß die Fremdbefruchtung bei vielen Blütenpflanzen bes-

sere Nachkommen als die Selbstbefruchtung zuwegebracht, wobei die genetischen Grundlagen dafür erst im 20. Jh. untersucht wurden.

Über manche Blüteneigenschaften war schon vor SPRENGEL spekuliert worden. Der Nektar, so wurde beispielsweise gedacht, sollte die Ausbildung der Frucht behindern. Wurde er von Insekten weggeholt, konnte die Frucht reifen.

Im 19. Jh. gab es für lange Zeit nur wenig biologische Feldforschung, die der Aufklärung der Anpassungen weitergeholfen hätte. Die Anpassungen wurden nicht vergessen, aber auch nicht vordergründig erwähnt, zumal sie eben einer rationalen Erklärung ihrer Herkunft zu spotten schienen.

Der Physiologe PFLÜGER hat viel später auch einmal darauf hingewiesen, daß nur, weil es die Zweckmäßigkeit gibt, sie auch von denkenden Wesen, den Menschen, wahrgenommen werden kann, denn nur wegen der Zweckmäßigkeit kann der Mensch leben. Ohne biologische Anpassungen an das Leben gäbe es keine Menschen.

Im **Dienste der Apologetik**, als Zeugnis für die Existenz Gottes, standen Anpassungen der Organismen noch in der Theologenausbildung in England im frühen 19. Jahrhundert. Der in Edinburgh gescheiterte Medizinstudent CHARLES DARWIN hatte nach Überwechselung zum Theologiestudium in Cambridge als Lektüre sich mit dem 1802 erstmals erschienenem Buche "Naturtheologie" des hohen englischen Geistlichen WILLIAM PALEY zu befassen. Das Buch bietet Text und Holzschnitte, die eher in einem Buche zu vergleichender Anatomie oder Biologie zu erwarten sind, nämlich zu den Anpassungen der Tiere, so den der Nahrungssuche unter der Baumrinde angepaßten Schädel und die Zunge des Spechtes samt zugehöriger Muskeln. Die Natur auch in ihrer Schönheit bezeuge Gottes Güte.

Für seine Ausbildung der Theorie über die Evolution der Organismen war für DARWIN diese Lektüre wichtig. PALEYS Physikotheologie stand ihm nicht im Wege, daß er mit seiner Kirche recht unzufrieden war und bezweifelte in der Politik etwa die übernatürliche Rechtfertigung der Souveräns und des bestehenden Staates, was auch DARWIN erfuhr (A. DESMOMD et al. 1994, S. 105). Gerade aus der Lektüre des Buches von PALEY wurde DARWIN bewußt, daß **eine natürliche, rationale Erklärung der Organismenherkunft auch eine Erklärung bieten muß für das Zustandekommen der Anpassungen**. Die Annahme der Selektion bot sie. Ohne den Hinweis auf die Großartigkeit der Anpassungen während seiner Studienzeit hätte DARWIN sie vielleicht weniger in den Mittelpunkt gerückt, zumindestens weniger schnell. DARWIN mußte den ihm nicht unangenehmen PALEY überwinden, mehr als mancher Schüler seinen Lehrer übertrifft.

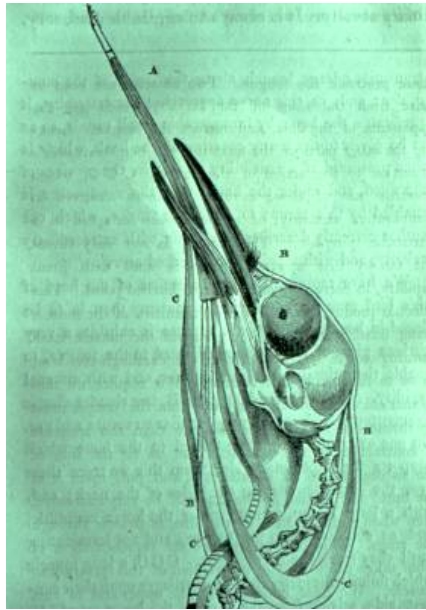


Abbildung 1: PALEY: Anpassung Spechtkopf.

Biogeographische Überlegungen - Eigenständige "Schöpfungszentren"

Die Verbreitung von Organismen auf der Erdoberfläche, auf den einzelnen Kontinenten, gab Fragen, die mit dem einen einzigen Schöpfungsparadies nicht in Einklang zu bringen waren.

Endemisch wird die Verbreitung von Arten mit einem begrenzten Verbreitungsgebiet genannt, die etwa nur auf einer Insel oder einer Inselgruppe vorkommen. Jedoch kann man die auf Australien oder Südamerika beschränkten Tier- und Pflanzenarten oder die auf eine Wüste oder ein Gebirge in einem Binnenland auch als Endemismen bezeichnen. Nur weltweit verbreitete Arten, ubiquitäre, wären letztlich keine Endemismen. Daß es nur auf Südamerika oder das 1770 erst durch COOK an der Ostküste etwas näher erkundete Australien beschränkte Arten und auch umfassendere Tier- und Pflanzengruppen, so die Eucalyptus-Arten, gibt, regte zum Nachdenken über die Herkunft dieser der Alten Welt unbekannteren Formen an.

Im 18. Jh. war von JOSEPH PITTON DE TOURNEFORT (1717, dtsh 1777) sowie in der Schule von CARL von LINNE (s. 1776) die Ansicht vertreten worden, daß alle Lebewesen auf einem großen, meerumgebenen Berg mit klimatisch unterschiedlichen Höhenstufen geschaffen wurden, jede Art in einer bestimmten Höhe des Berges die ihr zusagenden Umweltbedingungen fand und von da aus in ihre

verschiedenen heutigen Areale auf der Erdoberfläche wanderte. TOURNEFORT hatte mit einigen Begleitern 1700 - 1702 eine Reise bis zum Berge Ararat im Nordosten der Türkei unternommen und hier als einer der ersten Botaniker und mit der Noah-Legende vor Augen die Höhenstufenbegrenzung vieler Pflanzenarten untersucht. Auf einem solchen Berge fanden in der Tat die verschiedensten Arten einen Lebensraum.

Waren alle Arten einmal von einer einzigen Region der Erde hergekommen, so wie es LINNÉ von einem Berg einmal geschrieben hatte, dann war aber kaum erklärbar, wie denn etwa von Eurasien aus die an Urwaldbäume gebundenen Faultiere den Atlantik oder gar die australischen Arten das Meer überwandten. Spekulationen über einst andere Meer- und Landverteilung wirkten nicht beweisbar.

Schon im 16. Jh. wurde von Männern wie JOSE D'ACOSTA und WALTER RALEIGH, im 17. Jh., 1667 gefragt, ob die Tiere des Neuen Welt wirklich von einem Paradies im Nahen Osten nach dorthin kamen. Diese Frage stellte sich auch VAN DER MILJE (MYLIUS), ein reformierter niederländischer Geistlicher. Er betonte gewiß zum einen seine Bibelgläubigkeit, meinte aber auch 1670 in seiner Schrift „Merckwürdiger Discurs Von dem Ursprung der der Thier/ und Außzug der Völcker“, daß die nur Amerika eigenen Tiere auf diesem Kontinent geschaffen wurden.

Das bedeutete zwar noch keine Evolutionstheorie, aber doch einen Bruch mit einer bestehenden Vorstellung von dem einheitlichen Entstehungszentrum für **alle**, auch die höheren Lebewesen. Diese Formen mußten dann wohl nicht der Arche Noah entstiegen sein.

Nach den Kenntnissen über Südamerika war es dann die Landung von COOK an der **Ostküste von Australien**, damals 'Neu-Holland' genannt, wo eine in den Arten wie auch Ordnungen völlig **andersartige Tier- und Pflanzenwelt** entdeckt wurde. Die Einordnung in die großen Gruppen, in die Säugetiere oder Vögel und der höheren Gewächse in die Blütenpflanzen war allerdings gegeben. Je weiter dann auch einiges etwas küstenferner bekannt wurde, umso mehr wurden weitere neuartige Pflanzen-Arten vor allem aufgefunden.

Vor allem unter dem Eindruck dieser Befunde fand im letzten Viertel des 18. Jh. die **Idee verschiedener Schöpfungszentren** Beachtung und Befürwortung namentlich durch EBERHARD AUGUST WILHELM ZIMMERMANN, der als Professor des Collegium Carolinum in Braunschweig hohes Ansehen genoß. In seinem für die Biogeographie bedeutsamen Buch „Geographische Geschichte des Menschen und der allgemein verbreiteten Vierfüßigen Thiere..“ von 1778 meinte er: „Es ist merkwürdig, und jedem gutdenkenden Leser gewiß nicht unangenehm, daß verschiedene hier vorkommende, aus vielen gültigen Thatsachen gefolgerte Sätze mit



Abbildung 2: Neuhollands überraschend andere Tiere.



Abbildung 3: Andersartige Flora: Grevillea.

unserer ältesten Religionsgeschichte zutreffen ... auf der andern Seite verlange man aber nicht ... die Bibel als ein Buch anzusehen ..., woraus sich das System der Naturlehre erklären müßte."

Naturhaushalt - einst total unhistorisch gesehen

Auch ohne vordergründige Sintflut- und überhaupt Bibel-Darstellung gab es bei zahlreichen Naturforschern, auch den größten, kein Verständnis für die Herausbildung der Dinge in der Natur. LINNE´ sah 1777 nicht nur alle Tiere auf einem großen Berg mit seinen verschiedenen Klimazonen entstanden. Auch ihr Verhalten, ihre **ökologische Einpassung** sollte **unverändert** geblieben sein. Raubtiere und ihnen als Nahrung dienende Pflanzenfresser sollten von vornherein in einem beide erhaltenden, bleibenden "Verhältniss" (1777, S. 51), in einem stabilen, einem Ganzen vorhanden gewesen sein. Und dieses Verhältnis sollte sich durch die Zeiten fortsetzen. Die grasfressende Grasraupe war geschaffen worden, dem Gras und anderen Pflanzen Raum zu erhalten - und das immerdar und weiter. Dieser statischen Vorstellung entgegen stehen allerdings etliche wohl in ihrer Widersprüchlichkeit bei LINNE´ nicht recht wahrgenommene Äußerungen: Flechten sah LINNE´ als Erstbesiedler auf Felsen, was auf Entwicklung hinwies. Samen der Pflanzen wurden vom Schöpfungsort in andere Erdregionen geweht werden, wobei kaum jedem Samen nun die Richtung vorgegeben sein könnte, was also Neubesiedlungen in bisher von diesen Arten freiem Raum mit einem offenbar sich neu einstellendem Verhältnis gebracht hätte. Nach der Vorstellung des Thüringer Naturforschers und Forstwissenschaftlers JOHANN MATTHÄUS BECHSTEIN etwa im Jahre 1800 sollte immerhin der Mensch das vorgegebene natürliche "Gleichgewicht" erschüttern können und so Schädlingskalamitäten hervorrufen, also Dynamik in den Natuaushalt bringen.

Stoff- und namentlich Gasaustausch in der belebten Natur

Als eine der großen Entdeckungen des 18. Jahrhunderts muß die der Gasaustausches zwischen Pflanzen und Tieren, von Sauerstoff-Abgabe der Pflanzen und Sauerstoff-Aufnahme und Kohlendioxid-Abgabe der Tiere gelten. Gefunden hat das erste dazu JOSEPH PRIESTLEY ab 1774 und es dann namentlich JAN INGENHOUSZ, Wien, ausgebaut, welcher die Sauerstoff-Abgabe der grünen Pflanzen **nur** im Sonnenlicht nachwies. Dieser Zusammenhang, der Kreislauf des Sauerstoffs, wurde seinerzeit ebenfalls als von Anfang an und für immer gegeben, für immer konstant angesehen, eine allmähliche Herausbildung der Atmosphäre stand nicht zur Debatte. Der Chemiker CARL WILHELM SCHEELE schrieb 1782 (S. 218): "... wer findet nicht in dem Dunstkreise, der die Erdkugel, die wir bewohnen, umgibt, die redendsten Beweise von einem eben so gütigen als höchstweisen

Werkmeister der Natur, der in langsam glühende Vulkane, in stehende Wasser und in athmende Thiere die Kraft legte, den Dunstkreis mit solchen Theilen anzu füllen, durch welche die Pflanzen erquickt werden, und hinwiederum den schnell dahin brennenden Vulkanen, und den mit Licht umflossenen Pflanzen die Macht gab, die Luft zum Besten der Thiere zu reinigen?" Ähnlich äußerte sich INGENHOUSZ 1783 (S. 438): "... that infinite wisdom, who has employed such hidden, such wonderful, and at the time such beneficial means to preserve from destruction th living beings which inhabit the earth; ...". Noch nichts vom Werden der irdischen Atmosphäre und der damit verbundenen frühen Evolution der Pflanzen und Tiere.

Biologische Naturnähe des Menschen

Durch die Mediziner ist nie bestritten worden, daß der **Körper des Menschen dem von Tieren**, namentlich den Säugetieren und hier vor allem den Affen recht ähnlich ist, **dieselben Organe mit wohl gleichartigen Funktionen** aufweist. An Affen hat GALEN die Anatomie auch des Menschen abgeleitet, den die Sektion menschlicher Leichen war verboten. An Tieren hat HARVEY den Blutkreislauf nachgewiesen und auf den Menschen, auch mit Leichen-Untersuchungen, übertragen. Aber der Mensch sollte eben auch die unsterbliche Seele haben. Die Seele, die, wie DESCARTES nahelegte, den maschinenähnlich funktionierenden Körper dirigiert. Tiernähe des Menschen bedeutete noch nicht reale Abkunft von Tieren. Wenn manche diese Tiernähe auch ziemlich betonten und der Schritt zur Annahme einer Herkunft des Menschen aus dem Tierreich nicht so fern stand. In jenem Zeitalter, da manche dem "Wilden" oft eher schmeichelte als ihn als "wild" zu sehen wurden auch die Affen als recht hochstehend eingeschätzt.

Der englische Anatom EDWARD TYSON untersuchte (1751) den Kehlkopf eines von ihm "Orang-Outang or Pygmie" genannten Menschenaffen aus Westafrika, bei dem es sich nach der Abbildung um einen Schimpansen handelte, und fragte, ob der Menschenaffe nicht sprechen kann oder nicht sprechen will. Der manchmal so bibelnah erscheinende LINNE vereinte nicht ohne die Kritik mancher Leute die Affen und Menschen in der gemeinsamen Ordnung "Primates". In seiner Abhandlung "Vom Thiermenschen" (s. 1776) sitzen auf einer Abbildung gemeinsam auf einer Sitzbank Mensch und Affen. LINNE schrieb auch von Affen in Indien, die dort "ihre eigenen Republiken" haben. Auch der materialistische französische Philosoph JULIEN OFFRAY DE LA METTRIE meinte (1751neu: 1909), daß die Affen sprechen könnten, wenn sie das Bedürfnis zur Nachahmung ihres Lehrers nur hätten. "Was war", fragte LA METTRIE, "der Mensch vor der Erfindung der Worte und der Kenntnis der Sprachen?" Zynisch weit ging PIETRO MOSCATI,

zuerst Professor der Anatomie und Chirurgie in Pavia, ab 1772 Professor der Geburtshilfe in Mailand. Er hatte 1770 in dem von J. BECKMANN ins Deutsche übersetzten und hier mit Titel 'Von dem körperlichen wesentlichen Unterscheide zwischen der Structur der Thiere und der Menschen' veröffentlichtem Werk '(S. 98 / 99) gemeint MOSCATI

, daß der Mensch "von der verachteten Natur der übrigen Thier bey weitem nicht so weit entfernt ist, als es der eingebildete menschliche Stolz zu behaupten pflegt." Er fragte sogar, ob dem Menschen der aufrechte Gang überhaupt zuträglich ist und nicht vielmehr Probleme an der Wirbelsäule hervorruft. MOSCATI's Darlegungen wurden noch längere Zeit von etlichen Autoren zitiert, waren also nicht ohne Einfluß geblieben. Auch der in Königsberg wirkende Philosoph IMMANUEL KANT hat das Büchlein von MOSCATI interessiert wohlwollend rezensiert. MOSCATI nahm nach der Eingliederung Italiens in den Machtbereich NAPOLEON's hohe Ämter ein, war 1798/1799 Mitdirektor und Präsident der von NAPOLEON eingerichteten Cisalpinischen Republik.

Wurde der Mensch wenigstens körperlich nicht aus dem Tierreich ausgegliedert, so, wie schon berichtet, auch **in die Stufenleiter eingegliedert**, natürlich an der Spitze, aber die verschiedenen Menschenrassen auf hintereinanderliegenden Stufen.

3. Neues Denken im Abendland im 17. und 18. Jahrhundert: Die Historiker entdecken die Geschichte der Gesellschaft und die Naturforscher die Geschichte der Natur und stellen Fragen mit Zweifel an der Religion

Geschichte in Natur und Gesellschaft - 'Aufklärung'

Die **Natur als Gewordenes**, sich Wandelndes zu sehen gehört zu den ganz großen Entdeckungen in der Geschichte der Menschheit. Das, wenn man den Unterschied zu den statischen Auffassungen vorher betrachtet.

Zunächst wurde eher für die Gesellschaft eine Entwicklung erörtert. Ab dem Ende des 15. Jh. waren neue Länder und gar Kontinente als vorher in Europa unbekannt festgestellt worden. Gerade diese geographischen Entdeckungen machten deutlich, daß sich die Kenntnisse gegenüber der Antike beträchtlich erweitert hat-

ten. Den Gelehrten des 16. Jahrhundert wurde bewußt, daß sie in einer neuen, von den vorherigen abgesetzten historischen Epoche lebten. Auch neue Pflanzen und Tiere wurden nicht nur bekannt, sondern auch über die Kontinente überführt. Aus dem Streit der religiösen Konfessionen erwuchs der Zweifel am unbedingten Recht einer bestimmten Konfession und folgten Skeptizismus, Kritik, schließlich Säkularisation, Kritik an jeder Religion, die Zweifel an der Richtigkeit der 'heiligen' Schriften. Hier in der **Aufklärung**, in der allgemeinen Säkularisierung, liegt wohl der größte Umbruch im europäischen Denken seit der Spätantike, weit tiefer gehend und umfassender als die in neue Religionsformen mündenden geistigen Protestaktionen des 16. Jahrhunderts. Das ist der geistige Boden, aus dem schließlich auch die Evolutionstheorie erwuchs.

Vor allem im Gefolge der französischen Aufklärung und dann in der deutschen klassischen Philosophie entstanden teilweise große Geschichtsentwürfe, die auch die Anfänge der Menschheit zu erfassen suchten und sogar die vermeintlich vorangegangene Entwicklung in der Natur einbezog. Gewiß: mehr als allgemeine Überlegung und Spekulation war nicht möglich. Noch hatte keines Forschers Spaten einen vorzeitlichen Menschenschädel zutage gebracht. Aber diese Geschichtsentwürfe weckten das Verständnis für ein umfassendes Geschichtsbild. Auch **allgemeine Kategorien** wurden entwickelt und einbezogen, so die von "**Fortschritt**" und "**Vervollkommnung**", Ideen, die später auch die Evolutionstheorie bestimmten. Solche nicht immer unbedenklichen Kategorien brachten immerhin auch großzügiges Denken, auch die Suche nach Zusammenhängen in die geschichtlichen Entwürfe.

Der englische Philosoph THOMAS HOBBS war der erste bedeutende neuzeitliche Denker, der das **Wesen des Menschen ohne Bezugnahme auf die Religion** zu bestimmen suchte. Nach Meinung von HOBBS war der Mensch seiner Natur nach ein Chaote, der mit seinesgleichen fortlaufend im Streit lag. Nur der absolutistische Herrscher, von HOBBS in seinem Tun gerechtfertigt, konnte einigermaßen Ordnung in das menschliche Verhalten bringen, auch um den Preis der Strafe für Bösewichte durch Galgen oder Richtschwert.

Das **Kreislaufdenken**, die Annahme wiederkehrender Zyklen in der Menschheitsentwicklung, daß auch in Anlehnung an antike Historiker sogar der als Begründer einer modernen Geschichtstheorie geltende GIOVANNI BATTISTA VICO noch als gegeben annahm, wurde schließlich vom Gedanken einer irreversiblen Entwicklung, einer Progression, abgelöst.

Entwicklungsdenken für die menschlichen Gesellschaft

Es war selbstverständlich offenkundig, daß sich in der menschlichen Geschichte ständig irgendwelche Ereignisse vollzogen, aber etwa im Mittelalter blieb ungeachtet aller Schlachten und Herrschaftswechsel die Gesellschaft insgesamt ziemlich gleichartig, und auf den Gedanken eines irreversiblen Wandels konnte höchstens derjenige kommen, der weit in die Geschichte zurückblickte und einen Untergang des Römischen Reiches sah, während im Mittelalter eher eine Kontinuität von den römischen Kaisern zum mittelalterlichen Kaisertum gesehen wurde.

Daß gänzlich **neue Ereignisse** die Welt verändern können und neue Zustände schaffen, ergab sich allerdings aus der **christliche Religion**. Ein Ziel, ein letzter Tag, das Jüngste Gericht mit dem Ende der bestehenden sündigen Welt, dieses Denken auf ein Ziel hin, das eschatologische Denken des ins Christentum übernommenen jüdischen Messianismus (F. WAGNER 1964) stand im Gegensatz zum östlichen und antiken Kreislaufdenken. Außerdem war in der Sintflut fast die gesamte Menschheit vernichtet worden und mußte von den Nachkommen der Familie Noah neu besiedelt werden. Ein noch weltumwälzenderes Ereignis waren die Geburt und der Kreuzestod von Jesus, der das Heil in die Welt brachte und die Erlösung von den Sünden. Den nach Christus geborenen Menschen wurden eine vorher nicht gegebene Gnade zuteil. Rebelle Christen verwiesen im 16. Jahrhundert durchaus auf die Gemeinschaften der frühen Christen und fragten, als "Adam pflug und Eva spann, wo war denn da der Edelmann?" - sahen also in der Gesellschaft eine ihnen nachteilige Umbildung.

Der Gedanke einer "Entwicklung" entstand zuerst bei Überlegungen über die Umbildung von Zuständen in der menschlichen Gesellschaft. Es ging etwa um die Bewertung **kultureller Leistungen** verschiedener Epochen der Menschheitsgeschichte, um eine eventuelle Entwicklung dieser Errungenschaften.

Denker in Frankreich stritten am Ende des 17. Jh. darüber, ob in der Kunst, in der Literatur, die Maßstäbe der "Alten" durch die Leistungen der "Modernen",

das heißt der zeitgenössischen Künstler, übertroffen werden können. Waren die "Modernen" besser, dann war zumindestens für die Kunst ein Fortschritt, eine Entwicklung anerkannt. Ausgelöst wurde diese "Querelle des Anciens et des Modernes" durch ein am 27. Januar 1687 vor der Academie Francaise vorgetragenes Gedicht "Le siecle de Louis-le-Grand" von CHARLES PERRAULT (H. KORTUM 1966, F. WAGNER 1979). Ein Jahr später ließ PERRAULT seine "Parallele des Anciens et des Modernes en ce qui concerne les Arts et les Sciences" folgen. Als Belege für die Überlegenheit der neueren Naturwissenschaft und Technik konnte PERRAULT nicht nur auf neue Theorien, sondern auch auf Fernrohr, Mikro-

skop und die Auffindung des Blutkreislaufs verweisen, aber es ging vor allem um die Frage nach einer Höherbildung in den Künsten, in der geistigen Kultur. Der französische König LUDWIG XIV., der "Sonnenkönig", war schon im Interesse der Selbstbeweihräucherung geneigt, die eigene Zeit als die höhere, bisher höchste Geschichtsepoche anzusehen.

In der französische Aufklärung wurde dann die Utopie weiter vertreten, daß eine bessere Zukunft möglich ist, eine Zeit der Vorherrschaft von Vernunft und Humanität, die sich von all der dunklen Vergangenheit wohltuend abheben sollte.

Bereits im 17. Jh. war die Idee von der Bibel unbekannt, ja älteren Völkern als den Stämmen Israel debattiert worden, namentlich in dem anonym erschienenen Buch "Systema theologicum ex Praeadamitarum hypothese" von 1655, das bald verbrannt wurde und ISAAC LA PEYRERE zum Verfasser hatte (F. WAGNER 1979). Jesuiten in China bekamen eine ungefähre Vorstellung von einem augenscheinlich hohen Alter der Chinesen. Mit der wissenschaftlichen Zuwendung zu fremden, vor allem überseeischen Völkern mit anderer, oft einfacher erscheinender Kultur und Technik, entstand die Vorstellung von **Stufen menschlicher Entwicklung**, auf welchen die verschiedenen Völker unterschiedlich weit vorangeschritten wären. Heute bestand also nebeneinander, was einmal in der Zeit **sich zu unterschiedlicher Höhe erhoben** hatte. Es galt jedoch nicht als sicher, ob in der Menschheit des 18. Jahrhundert die Europäer wirklich die höchste Stufe erreicht hätten. Es gab große Bewunderung für Ostasien, vor allem für China. "Chinoiserien" waren zeitweise große Mode. Im gesamten 18. Jh. erzielte chinesisches Porzellan hohe Schätzung und gehörten im späteren 18. Jh. nachgeahmte Pagoden und chinesische Tempelchen zu den Zierden der Landschaftsparks.

"Adam und Eva" als frühe Ackerbauern – das war die alte Lehre, und ihre Söhne Kain und Abel waren beim Opfern als Schafzüchter aneinandergeraten. Mit Interesse verfolgten die Aufklärer, wie Reisende ähnlich JAMES COOK Südsee - Völker, wie die Polynesier auf Tahiti, oder auch die Indianer in Nord-Amerika besuchten und beschrieben. Die Europäer erschienen als Glied in einer Stufenfolge der Völkerentwicklung, von der anderswo frühere Stufen noch bestehen sollten. Irgendwelche menschliche Fossilfunde waren damals völlig unbekannt. Es wurden also nebeneinander bestehende Dinge in eine Reihenfolge gebracht, die eine historische Abfolge darstellen sollten. Die von fremden Völkern stammenden Anregungen, über frühere Stufen der Menschheit nachzudenken, wurden durch manche Spekulationen ergänzt, so durch JEAN JACQUES ROUSSEAU 1754 (1756) in der "Abhandlung von dem Ursprunge der Ungleichheit unter den Menschen". Wenn die heutige "Ungleichheit" nicht stets in der Menschheitsgeschichte bestanden hat, dann mußten ihr also Stufen größerer Gleichheit vorangegangen sein und hatte gar eine frühe Stufe der "Gleichheit" bestanden, gab also eine Entwicklung von der

”Gleichheit” zur ”Ungleichheit”, bei ROUSSEAU eher als Rückschritt gesehen. Über den spekulativen Charakter dieser Annahmen, war sich ROUSSEAU im klaren, denn er schrieb (1756, S. 46): ”Man muß die Untersuchungen, die dazu nöthig sind, nicht als historische Wahrheiten, sondern, wie es die Naturkündiger zu machen pflegen, wenn sie von dem Ursprunge der Welt handeln wollen, als bedingte und hypothetische Vernunftschlüsse betrachten, die mehr die Natur der Dinge beleuchten, als ihren wahren Ursprung zeigen.” Die Stufen der menschlichen Zivilisation, Jäger, Hirten, Ackerbauer, erkennbar aus den heutigen unterschiedlichen sozialen Verhältnissen der verschiedenen Völker stellte dann dar auch JACQUES TURGOT (R. NISBET 1975), der in hohen Regierungsämtern auch in dunkler werdenden Zeiten in Frankreich vieles zum Besseren wenden wollte. HOLBACH (1770 / 1960, S. 68) sah zwar keinen Beweis dafür, wie der Mensch entstand, aber er schien ihm nicht älter sein zu können als der Erdball. Er (S. 12) sah im ursprünglichen Menschen das Primitive: ”Die Natur schickt den Menschen nackt und ohne Hilfe in diese Welt, die ihm als Aufenthaltsort bestimmt ist; ...”, aber der Mensch lernte, daß er sich bald mit Fell bekleidete. Die Entwicklung **in der menschlichen Geschichte, neben Aufstieg auch Verfall**, sah der englische Historiker EDWARD GIBBON in ”History of the Decline and Fall of the Roman Empire”.

Entstehung von ”Neuen”, von ”Fortschritt” wurde dann vor allem in Wissenschaft und Technik gesehen. Der französische Aufklärer MARIE JEAN ANTOINE NICOLAS CARITAT Marquis de CONDORCET (G. GRANGER 1971) listete 1794 die Fortschritte des menschlichen Geistes auf (s. 1963), verborgen in einem Versteck wegen seiner Verfolgung als Anhänger der Girondisten durch den Konvent in Paris. So debattierte er über den Anfang der Sprache, die den politischen Institutionen vorangegangen sein mußte. Es gab einst ein geringeres Wissen gegenüber dem heutigen höheren Wissen. Auf ein unbekanntes frühes Genie führte er zurück, daß der Bogen erfunden wurde. Als folgenschwer betrachtete der Marquis de CONDORCET die Aufspaltung der Menschheit in die Wissenden, die lehrten und ihr Wissen nur nach eigenem Willen preisgaben und in jene Menschen, die zu glauben hatten und geistig von den Wissenden abhängig wurden. So entstand infolge der Leichtgläubigkeit der ersten Betrogenen eine Klasse herrschender ”Priester”, von der die Priester ”am Ende des achtzehnten Jahrhunderts noch Überreste sind,...” (1963, S. 53). Die Idee der das Wissen verfälschenden und nach Herrschaft strebenden Priester sollte in den späteren Debatten um die Abstammungslehre wiederkehren, so bei ERNST HAECKEL.

Entwicklungsdenken für die Natur - Grundvorstellungen zur Entwicklung der Dinge

Für die **Natur** wurde eine Entwicklung zuerst für **Himmelskörper**, dann für die **Erde und die Erdkruste** und dann erst für die Lebewesen postuliert. Die biologische Evolution, später im Mittelpunkt aller Evolutionsbetrachtungen, war am Anfang nur Teil der Überlegungen zur Entwicklung in der Natur überhaupt. Die Erforschung der Erdgeschichte, die Geognosie, **Geologie**, schuf **auch für die biologische Evolution gewisse Rahmenvorstellungen**, grundlegende Konzepte.

Für die Himmelskörper lieferte Entwicklungsgedanken IMMANUEL KANT in seiner frühen Arbeit über die "Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels ..." von 1755. Für die Organismen einte KANT, daß die Erzeugung eines einzigen Krautes oder einer Raupe nicht mechanisch erklärt werden kann.

Mit den Überlegungen zur Umbildung und gar Entwicklung der Erdkruste wurden grundlegende konzeptionelle Gedanken über Umbildungen ausgebildet, die in verschiedener Kombination immer wiederkehrten, auch für die Lebewesen.

Hinsichtlich der **Richtung der Umbildungen** wurden unterschieden:

1. **wiederkehrende Veränderungen**,
2. **irreversible** (unumkehrbare) Veränderungen - **Irreversibilität**. Nur in diesem Falle könnte man streng von einer "Entwicklung" sprechen.

Nach **Art und Weise der Umbildungen** wurden debattiert:

1. **Plötzliche, katastrophentartige Vorgänge, Saltationen**,
2. **allmähliche Umbildungen, Umbildung in kleinen Schritten**, gleitend und nahezu ohne "Sprünge".

Nach den möglichen Vorgaben wurden diskutiert:

1. Umbildung gemäß einem den Dingen **ingegebenem Programm**, gar einem vorgegebenen Ziel,
2. "**offene**", jederzeit Alternativen zulassende Entwicklung.

Die seit DARWIN dominierende Kombination von Irreversibilität und Allmählichkeit der Umbildungen war nur eine der einstigen Kombinationen, Entwicklung in der Natur zu sehen. Die "Katastrophisten" wie CUVIER, D'ORBIGNY und deren zahlreiche Anhänger kombinierten katastrophistische Ereignisse und Irreversibilität. Die Geologen JAMES HUTTON und CHARLES LYELL, die hauptsächlich

Begründer des "Uniformitarismus" / "Aktualismus", dachten für die Erdkruste an allmähliche, kleine Veränderungen, aber auch an mögliche Wiederkehr dessen, was einmal dagewesen war, sowohl für Gesteinsbildung, Klima, Land-Meer-Verteilung wie auch für Lebewesen.

Von der Sintflut-Auffassung zu den ersten großen "Systemen" der Erdgeschichtsforschung - Die Entwicklung der Erdkruste als der Rahmen der biologischen Evolution

Die ersten Untersuchungen der Erdkruste, der Gesteinsschichten und der Gesteine überhaupt, standen im Banne der von der Bibel herrührenden Annahme einer die Erde einst kurzzeitig umbildenden Sintflut. Diese Auffassung kann den katastrophistischen Auffassungen zugerechnet werden, auch, wenn der Katastrophismus späterer Zeit die Sintflut ausklammerte.

Da die Erdkruste offenbar die Zeugnisse der Sintflut aufwies, war die Erforschung ihrer Hinterlassenschaften, der Gesteine wie der Fossilien, etwas der Theologie Dienendes, war Teil der Apologetik, war Teil der **Physikotheologie**, jener die Bibel oder wenigstens Gott durch Natur zu bestätigen suchende Forschungsrichtung. LEIBNIZ etwa berichtet, daß NICOLAUS STENO, der Begründer der Erdgeschichtsforschung im 17. Jh. "sich darüber freute, den Glauben an die heilige Schrift und an die allgemeine Sintflut mit natürlichen Argumenten, nicht ohne Nutzen für die Frömmigkeit zu befestigen" (LEIBNIZ in der Ausgabe von ENGELHARDT 1949, S. 31).

Bei ihrer Suche nach den Zeugnissen der biblischen Sintflut erweiterten die Anhänger der 'Sintflutgeologie', des "**Diluvianismus**", die Kenntnis von Erdkruste und namentlich der Fossilien teilweise erheblich. Der "Diluvianer" JOHANN JAKOB SCHEUCHZER, Arzt, Bibliotheks- und Kunstkammerdirektor in Zürich, wurde auch einer der Begründer der Paläobotanik (Phytopaläontologie).

Für die Sintflut, also eine relativ kurzzeitige, aber die Erdkruste stark umbildende 'Katastrophe' schienen zu sprechen:

1. In Mitteleuropa liegen vielerorts **Sedimentgesteine mit Fossilien auf Massengesteinen** wie Granit, Gneis und anderen. Die Massengesteine, vor allem der Granit, wurden als die "uranfängliche", die **primäre Erdkruste** gedeutet, auf welche die Sintflut die **sekundären Sedimente** aufschüttete.

Da sich in manchen Hochgebirgen, den Dolomiten in den Alpen und an Orten in der Pyrenäen, hoch oben in den Bergen Fossilien in den Kalken finden lassen, wurde vermutet, daß die Sintflut bis über die höchsten Hochgebirgsgipfel gereicht hat.

2. Die **Fossilien** wurde allesamt als **Sintflutopfer** gedeutet. Meerestiere wie die Fische konnten sich zwar zeitweilig stark vermehren, beklagten jedoch dann bei SCHEUCHZER ihren anschließend wieder zurückgehenden Lebensraum, waren also auch gewisse Opfer.

3. Störungen (**Verwerfungen**) in den Sedimenten.

4. Die **erratischen Blöcke** aus ortsfremden Gestein sowie die **”Blockmeere”** aus anstehendem Gestein in manchen Mittelgebirgen.

Dem aufkommenden rationalen Denken im 17. und 18. Jh. entsprach es, wenn die Sintflut zwar nicht abgestritten, aber auf erklärbare, eben von Gott benutzte **natürliche Ursachen** zurückgeführt wurde. HALLEY und WHISTON dachten an die Auslösung der Sintflut wegen der Annäherung eines Kometen und dessen Gravitation, JOHN WOODWARD rechnete mit einem zeitweiligen Wegfall der Gravitation, GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ erörterte eine Verschiebung des Erdmittelpunktes.

Erdgeschichte aus natürlichen Ursachen

Mit dem Fortgang der ”Aufklärung” wurde die Sintflut im biblischen Sinne überhaupt bezweifelt. Das Sintflut-Denken stand sicherlich im Hintergrund, wenn aber immer noch mit großen Katastrophen bei der Erdkrustengestaltung gerechnet wurde. Aber mit einer oder dann mehreren großen Fluten, nur eben natürlicher Ursache, wurde weiterhin oft gerechnet. Der italienische Naturforscher ANTONIO-LAZZARO MORO meinte, daß auf der Erde zwar die Wirkungen einer Flut nachweisbar sind, aber auf der Erde nur auf natürliche Weise zustandegekommene Dinge beobachtet werden könnten. Die biblische Sintflut gehöre dazu nicht. Naturforschung und Bibel waren damit als zwei getrennte Bereiche auch für die Erdgeschichtsforschung erklärt. JOHANN SAMUEL SCHRÖTER, zuletzt Stiftsprediger und Leiter des Naturalienkabinetts in Weimar, fand, daß sich in den auf die Sintflut zurückzuführenden Sedimenten keine menschlichen Hausgeräte und Kunstgegenstände finden ließen, was also Menschen als Sintflutzeugen ausschloß. Der preußische Bergrat JOHANN GOTTLÖB LEHMANN beschrieb in seinem ”Versuch einer Geschichte von Flötz-Gebirgen ...” von 1756 als einer der ersten die Abfolge der Sedimentschichten zwischen Thüringer Wald und Harz, führte jedoch die Ablagerung des gesamten Sedimentpaketes auf eine einmalige Flut zurück, ohne ausdrücklich an die Bibel zu erinnern. Die Schichtung sollte das Ergebnis einer Sonderung des in der Flut aufgewirbelten Materials nach der Schwere sein. Eine genauere Betrachtung hätte gezeigt, daß sich das gröbere Material keineswegs nur in den untersten Schichten befindet. Da für die Sintflut angeführt wurde, daß diese

Lebewesen bis über die höchsten Alpengipfel brachte und diese dort versteinerten, vertrat der bibelkritische VOLTAIRE einmal, nicht fortlaufend, die Auffassung, daß aus Italien nach dem Norden zurückkehrende Pilger als Souvenir mitgebrachte Muschelschalen erschöpft JOHANN WOLFGANG von GOETHE erinnerte sich bei der Abfassung seiner Autobiographie noch im Alter an die Diskussion über diese Meinung während seiner Straßburger Studienzeit.

Von naturwissenschaftlich begründeten Konzepten der Entwicklung der Erdoberfläche brachte um 1780 BUFFON (s. a. 1837, 1841) das von der **irreversiblen Entwicklung**. Die Erde war ihm wie bei KANT einst glutflüssig. Sie kühlte sich gegenüber der Weltraum ab. Ging man von der Temperatur glühenden Basalts als mögliche Anfangstemperatur der Erdoberfläche aus, so ließ sich nach der NEWTONschen Abkühlungsformel sogar möglicherweise etwas zur Zeitdauer der Abkühlung sagen. Die Zeitdauer wurde als recht kurz angesehen. Das Alter der Erde wurde angegeben mit 74.047 Jahren. Mit der Abkühlung konnten Tiere zuerst nur in der Nähe der Pole leben. Deshalb fand man fossile Elefanten, schon damals bekannt, in Sibirien. Mit der Vereisung der Pole, der Abkühlung der arktischen Räume, wanderten die Großtiere nach Süden, und es gibt nunmehr Elefanten etwa nur noch in Indien oder Afrika, also in wärmeren Gebieten. DE LA MATHERIE verwies darauf, daß Island im Mittelalter Wälder trug. Diese wären seither wegen der Erdabkühlung verschwunden. Gewiß gab im 14. Jh. eine Abkühlung gegenüber dem offensichtlich klimatisch erträglicheren Hochmittelalter, jedoch die Vernichtung der isländischen Wälder muß heute als Werk der Menschen gesehen werden.

Entscheidend bei BUFFON war die Irreversibilität der Ereignisse, die einlineare Entwicklung. Es gab allmähliche irreversible Umbildung, ohne Brüche. Bei BUFFON konnte man also "**Epochen der Natur**" unterscheiden. Und BUFFON dehnte das Entwicklungsdenken auf die lebende Natur aus.

Ruhig, langsam, in nahezu unendlichen Zeiträumen ging die Erdentwicklung bei HUTTON vor sich, und es gab Veränderungen, Wechsel der Kontinente und Meeresgebiete, aber nichts eigentlich Andersartiges. Es war das Konzept des **Uniformitarismus oder Aktualismus**. Die Festlands Oberfläche immerfort abgetragen, verwiterte. HUTTON kann somit regelrecht als der hauptsächliche Entdecker der Verwitterung gelten. Das abgetragene Material wurde in die Meere geführt. Dort häufte sich das Material am Meeresboden an. Hitze sollte es verändern. Langsam stiegen die Meeresböden empor und bildeten anstelle der zerstörten Festländer neues, frisches Festland. Mit der Hebung von Erdkrustenteilen wurde bisher kaum Erklärbares erklärt. Meeresfossilien auf Alpengipfeln waren zu erklären, weil die heutigen Hochgebirge langsam und Schritt für Schritt aus dem Meere aufgestiegen sind und daher aus Gesteinen bestehen, sie sich am Meeresgrunde bildeten.

Die erdkrustengestaltenden Vorgänge sollten sehr langsam erfolgen, weshalb HUTTON von Ewigkeiten in der Erdgeschichte sprach, also mit langen Zeiträumen rechnete. Von religiöser Seite wurde ihm das übel genommen wurde, ungeachtet er hinter den Ereignissen der Erdgeschichte göttliches Wirken sah und in der Bereitstellung immer einmal neuen Festlandes die Güte Gottes erblickte. Wie sehr auch bei den "Ewigkeiten" HUTTONs noch Grenzen herrschten, bezeugt seine Ansicht, daß noch erhaltene Römerstraßen von der Langsamkeit der Verwitterung zeugen.

Die Ereignisse auf der Erde hörten bei HUTTON nicht auf, waren immerfort am Werk, es gab also keine irreversible Entwicklung, jedenfalls nicht in den von der Erdgeschichtsforschung erfaßbaren Zeiträumen. Es gab keine Zuordnung bestimmter Gesteine und von Fossilien zu nur bestimmten Perioden in der Erdgeschichte. Indem HUTTON die heutigen Zustände auf der Erde zum Maßstab auch der Vergangenheit nahm und für alle Epochen den heutigen ähnliche Verhältnisse annahm, begründete er die später als "**Uniformitarismus**" oder "**Aktualismus**" bezeichnete Auffassung als ein Grundprinzip der historischen Geologie. Vergangenheit und Gegenwart der Erde sollten sich demnach grundsätzlich gleichen. Aus der Gegenwart, dem "aktuellen" Zustand, waren die Zustände der Vergangenheit zu deuten. Dieser Auffassung gegenüber stand der "**Exzeptionalismus**", wonach auf der Erde in früheren Epochen vieles ganz anders war, und der vor allem mit dem "**Katastrophismus**" in Erscheinung trat.

Langsame, **allmähliche Umbildung**, aber **irreversible**, bestimmt das Bild von der Erdkrustenentwicklung bei ABRAHAM GOTTLIEB WERNER an der Bergakademie Freiberg. In einem Urmeer der Erde sollten in seiner als "**Neptunismus**" bezeichneten Lehre nacheinander die verschiedenen Gesteine, die "Gebirgsarten", entstanden sein. Die Art der gebildeten Gesteine änderte sich mit den Bedingungen in dem Meere, so mit seiner Tiefe. Die Bildung eines bestimmten Gesteins, stets im Meer, war aber zeitbedingt. Jedes Gestein war ein Produkt einer bestimmten Periode.

Zuerst bildeten sich die "**uranfänglichen**" Gebirgsarten (= Gesteine). Urgrund, wie es auch GOETHE annahm und poetisch beschrieb, war der Granit. Da es Granitgebirge und -berge gibt, etwa den Harz, sollte der Granit sich nicht in einer einfachen parallelen Schicht, sondern schon im Urmeer sich Bergform gebildet haben und lagerten sich die folgenden Gesteine an diese an. Die 'Bankung' beim Granit verglich er noch der Schichtung verglich. Es folgten Gneis, Glimmerschiefer, Tonschiefer, Porphyrschiefer, Porphyr, Basalt. Lokale Abweichungen und Besonderheiten erkannte WERNER an (A. OSPOVAT 1976). Auf die uranfänglichen "Gebirgsarten" folgten die im Unterschied zur ersten Gruppe durch Fossilien ausgezeichneten "**Flötz-Gebirgsarten**", also die Sedimentgesteine späterer Bezeich-

nung. Die "**vulkanischen**" Gebirgsarten sollten teilweise Feuer in größerer Erdtiefe ihre Entstehung verdanken, aber hauptsächlich wegen des Brandes von Steinkohlenflözen zustande gekommen sein. Als jüngste Gesteine erschienen ganz oben die "**aufgeschwemmten** Gebirgsarten". Gesteine, die später eindeutig als aus Schmelzflüssen entstanden erkannt wurden, so Basalt, waren nach der Ansicht von WERNER also auf "nassem Wege" zustande gekommen..

Bei WERNER gab es also "Geschichte", unumkehrbare Abfolge, Stratigraphie von unterschiedlichen Gesteinsarten.

Vorherrschend wurde nach 1800 die **Kombination von Irreversibilität und plötzlichem Ereignis**, die **Katastrophentheorie**, wie sie CUVIER und seine Anhänger ausbildeten. Mehrere Katastrophen sollten die Erde in ihrer Geschichte heimgesucht haben. Nach jeder Katastrophe wurde die feste Erde von einer höheren Tier- und Pflanzenwelt besiedelt, einer "Neuschöpfung", die nicht einmal auf Gottes Eingreifen zurückgeführt wurde.

Die Unterschiede in den Auffassungen sind wenigstens wohl auch darauf zurückzuführen, daß die einzelnen Geologen sich mit unterschiedlichen Erscheinungen in unterschiedlichen Regionen und lokal begrenzt befaßten. Bei

HUTTON, der auch mit Landwirtschaft zu tun hatte, gab es eben die Beachtung von Verwitterung. Bei WERNER erschien die Sicht auf die Aufeinanderlagerung der Gesteine im Raum Freiberg und im sächsischen Erzgebirge, dort, wo der Bergbau in die Erdkruste eindrang. CUVIER fand seine Ansichten bestätigt in den Steinbrüchen bei Paris mit plötzlichem Faunenwechseln bei Betrachtung der Schichten.

HUTTON WERNER

Auf der Erdkruste wirken stets dieselben Faktoren und können sich jederzeit dieselben Gesteine bilden. Es gibt **keine** prinzipiell voneinander unterschiedenen **Erdzeitalter** In den verschiedenen Zeitabschnitten bilden sich nur spezifische Gesteine, es gibt also eine **irreversible** Entwicklung, eine **Erdgeschichte**

Irreversible Entwicklung auf der Erdkruste:

WERNER Katastrophentheorie

allmählich, ruhig, langsam

Wechsel in der Art der Gesteine mit plötzlichen Veränderungen, Katastrophen zwischen längeren Ruhezeiten,

Progression der Fauna und Flora

Es gab also **verschiedenste Kombinationen** in den **Überlegungen**, den Hypothesen, zu **Entwicklung in der Natur**. Von der Erdgeschichtsforschung zuerst ausgebildet, kehrten sie für die Ansichten über die Organismengeschichte wieder, und zwar immer einmal erneut. Allmähliche Formen-Neubildung - plötzliche Formen-Neubildung, immer höhere Formen - Anerkennung von "nieder" - "höher" ist anthropomorph.

Umbildungen in der Natur - Auffassungen um und nach der Mitte des 18. Jahrhunderts

Daß sich Lebewesen wenigstens begrenzt umbilden vertrat GEOGRES-LOUIS LECCLERC, Comte DE BUFFON. Seit 1739 war er Intendant des Königlichen Gartens in Paris. Seine auch ins Deutsche übersetzte mehrteilige "Allgemeine Historie der Natur", ein im Geiste der Aufklärung und den großen enzyklopädischen Werken vergleichbares Unternehmen (J. BROWNE 1988), wurde auch von anderen Forschern, so DAUBENTON, mitgestaltet. Für die Haustiere sah er auf jeden Fall Entstehung durch Umbildung aus wilden und über unvollkommene "Geschlechter", also Arten, in edlere. Umwelteinwirkung, und zwar ziemlich direkt, sollten gewirekt haben, Der Esel war ihm kein ausgeartetes Pferd, sondern umgekehrt das Pferd ein zur Vollkommenheit gebrachter Esel. Hunde bildeten in unterschiedlichen 'Himmelsstrichen' unterschiedliche Rassen. Klima, Nahrung, Halten in Gefangenschaft, "Sklaverei", haben die Abänderungen hervorgerufen und sie könnten vielleicht nie in den ursprünglichen Zustand zurückversetzt werden (7. Theil, 2. Band). Auch die Menschenrassen haben sich so gebildet. Kamele erhielten die Knieschwielen durch dauernde Knieverletzung, Höcker durch das Lastentragen. Alle mit Geweih versehenen Tiere mochten eines Ursprungs sein. Tiere der Neuen Welt könnte man als Ausartungen solcher der Alten Welt ansehen. Aber zahlreiche Formen Südamerikas müßten, weil ohne altweltliche Verwandte, dort entstanden sein. Infolge der Abänderungen lehnte BUFFON das strenge Arten-Konzept LINNE's ab.

BUFFON hatte wegen seiner Ansichten eine Auseinandersetzung mit kirchlichen Stellen. Aber er bezog sich immer wieder auch auf Gott, Aber die für BUFFON unschöne wilde Natur hat der Mensch gestaltet.

4. Herkunft der Lebewesen und ihrer gemeinsamen Merkmale 1809 bis 1858 - wenig Evolution, mehr Urzeugung, Transformation

JEAN BAPTISTE DE LAMARCK

Als bedeutendster Vorläufer von DARWIN gilt JEAN-BAPTISTE Chevalier de LAMARCK (L. J. BURLINGAME 1973, A. LANG 1889, vor allem S. TSCHULOK 1937). Die "Biologie" verdankt LAMARCK nach Vorläufern und neben einigen anderen Forschern seiner Zeit, 1800, den Namen ihrer Wissenschaft, eben 'Biologie'.

LAMARCK wuchs nicht von vornherein auf in dem gelehrten Milieu von Paris, mit seinen Apothekern und Botanikern. Er kam mehr auf eigenem Weg in die Naturwissenschaft. LAMARCK entstammte verarmten Adel in der Picardie, geboren am 1. August 1744 in dem Ort Bazentin-le-Petit, als jüngstes von 11 Geschwistern. Der Vater war Militäroffizier. Der 11-jährige JEAN BAPTISTE wurde auf die Jesuitenschule in Amiens gesandt, aber dem geistlichen Beruf abhold zog er den Beruf des Vaters und einiger Brüder vor und ging ebenfalls zum Militär. Im Siebenjährigen Krieg zwischen dem Preußenkönig FRIEDRICH II., dem 'Großen', und den Habsburgern unter MARIA THERESIA stand Frankreich wider alle Tradition an der Seite von Habsburg und LAMARCK war auch an Gefechten gegen die Preußen beteiligt. Nach dem Krieg diente er bis 1768 in verschiedene Grenzfürsten, am Mittelmeer und an der französischen Ostgrenze, begann zu botanisieren und das also in verschiedenen Regionen. Krank verließ LAMARCK 1768 das Militär, arbeitete bei einer Pariser Bank und studierte dann 4 Jahre Medizin. Er interessierte sich dann auch für verschiedene Naturwissenschaften, Meteorologie und Chemie und sammelte Molluskenschalen. Sein Privatleben war durch viel Mißliches gezeichnet. Drei- oder viermal mit nach etlichen Jahren verstorbenen Frauen verheiratet war er Vater von 8 Kindern. 1809 begann bei LAMARCK an den Augen zu leiden und 1818 war er völlig erblindet. Eine Tochter pflegte ihn und ihr diktierte er auch seine Schriften. Gestorben am 28. Dezember 1829 mußte die verarmte Familie wegen des Begräbnisses an die Akademie der Wissenschaften appellieren, wo LAMARCKs Ideen nicht mehr gefragt waren.

LAMARCK strebte nach einem umfassenden Weltbild, das die verschiedensten Bereiche der Materie erklären sollte, also eine "Philosophie" (CH. C. GILLESPIE 1956).. Es war ein Entwurf wie in manchem vergleichbar vielleicht Entwürfen in der klassischen deutschen Philosophie. In Frankreich überhaupt und auch bei LAMARCK wurde aber wohl mehr als bei den deutschen Philosophen auf Fakten

aufgebaut, wenn teilweise jedoch auch phantasievoll verwendet. Es war aber nicht unbedingt anders als bei GOETHEs Farbenlehre. LAMARCK war kein Mann der Mathematik.

In der Naturwissenschaft begann LAMARCK als erfolgreicher Botaniker. In seiner dreibändigen "Flora Française" von 1778 benutzte LAMARCK nicht nur die LINNEsche Nomenklatur, sondern als seine Erfindung erstmals den noch heute gebräuchlichen dichtotomen Bestimmungsschlüssel, um durch immer zwei Möglichkeiten in den Merkmalen der Pflanzen sich den Arten zu nähern. Das Werk fand Beachtung und Anerkennung und wurde schon 1780 und nochmals 1795 wiedergedruckt. LAMARCK wurde aber Professor für die wirbellosen Tiere an dem am 10. Juni 1793 gegründeten Muséum d' Histoire Naturelle in Paris. damit einer der schließlich 10 Professoren an der aus dem königlichen Jardin des Plantes hervorgegangenen, neugeschaffenen Einrichtungen der Revolutionszeit. Von LAMARCK stammt auch die Bezeichnung "Animaux sans Verte'bres", 'Wirbellose Tiere', eine Bezeichnung für alle Tiere ohne das Innenskelett der Wirbeltiere und umgriff ganz verschiedene Gruppen. LAMARCK hat aber hohe Verdienste bei der Gliederung der Wirbellosen Tiere.

Die Umbildung der Lebewesen im angenäherten Sinn an das, was heute 'Evolution' heißt, äußerte er im November 1800 in einer Einleitungsvorlesung über die wirbellosen Tiere (CH. C. GILLISPIE 1956). Ausführlicher behandelte er diese Umbildung der Organismen In seiner "Philosophie zoologique" von 1809. Aber diese Evolutionshteorie, obwohl manchmal unter LAMARCKs Gedanken allein hervorgehoben, bildet nur einen Teil seiner 'philosophischen'.sprich vielleicht 'allgemeinen' Zoologie. Es folgen Physiologie und Psychologie.

Weltanschaulich äußerte sich LAMARCK gegen religiöse Ansichten, die nur zur Unwissenheit des Menschengeschlechtes führen (J. B. LAMARCK 1805, S 123) und stand damit auf dem Boden der Ansicht vieler Aufklärer. Andererseits sprach er von dem 'erhabenen Urheber', der alle Dinge in die Welt setzte. In der "Zoologischen Philosophie" heißt es unter anderem (s. dtsh. 1876, S. 56): "Es besteht also für die Thiere wie für die Pflanzen eine natürliche Ordnung, welche vom erhabenen Urheber aller Dinge eingesetzt worden ist." " An anderer Stelle (s. 1876, S. 267) meinte LAMARCK ähnlich: "Die Organisation und das Leben sind Produkte der Natur und zu gleicher Zeit Resultate der Mittel, welche sie vom erhabenen Urheber aller Dinge erhalten hat und der Gesetze, welche dieselbe ausmachen, dazu kann man gegenwärtig nicht zweifeln."

LAMARCK stand gegen die Katastrophentheorie, die "Erdrevolutionen", damit gegen CUVIER. In seiner Schrift "Hydrogeologie" von 1805 legte LAMARCK dar, daß vor allem das Wasser die Formen der Erdoberfläche gestaltete, nie jedoch in

der Weise einer Sintflut. Gegen die Sintflut sollten die Küstenfossilien zeugen, die während einer Sintflut keine Lebensmöglichkeit besessen hätten. Bei allmählichem Rückzug des Meeres wäre aber jeder Teil des Meeresareals einmal Küstenzone gewesen und habe entsprechende Fossilien beherbergt. Das Wasser soll die nicht-vulkanischen Berge aus einer Ebene herausgeschnitten haben, die Alpen beispielsweise aus einer alpenhohen Ebene. Wie HUTTON dachte LAMARCK an lange Zeiträume der Erdgeschichte, sah auch die Verwitterung, namentlich die infolge Erosion durch Wasser.

Die mögliche Umbildung der Lebewesen leitete LAMARCK aus der Existenz von einfacheren und stufenweise aufsteigend komplizierteren Lebensformen ab, der 'abgestuften Ähnlichkeit', also aus der bei ihm verzweigten Stufenleiter. Die Stufenleiter, so künstlich sie manchmal erschien, war bei ihm nicht nur ein Ordnungsprinzip in der Natur, das man nicht erklären konnte, ja vielen auf Gott verwies. Er deutete die Stufenleiter realphylogenetisch. Auch er hat aber nur rezente, also heute lebende Tiere, in die Stufenleiter geordnet. Es war LAMARCKs schottischer Anhänger ROBERT EDMOND GRANT (A. J. DESMOND 1979), der auch fossile Formen einbezog.

Neue Formen sollten bei LAMARCK durch 3 verschiedene Vorgänge entstehen können: 1. die Urzeugung, 2. die Höherentwicklung von innen her, 3. die Spezialisierung von Organismen auf gleichem Niveau. Im einzelnen:

1. **Urzeugung** sollte für niedere Organismen **bis in die Gegenwart** fort dauern. Die so entstehenden Formen bildeten sich im Laufe der vielen weiteren Generationen im Sinne der Deszendenz um. Immer wieder jedoch sollten die niedersten Formen durch Urzeugung neu entstehen und wiederholten, zeitgleich mit der Existenz schon höher entwickelten Formen, diese Deszendenz. Durch Urzeugung neu entstehende Würmer müßten nach langen Zeiträumen und vielen Generationen ihrer Nachkommen also das Niveau der Wirbeltiere erreichen, das andere schon lange vor ihnen erreicht hatten. Gab es einen allerersten Anfang, bei dem die höheren Formen erstmals erschienen?

2. Die **Höherentwicklung**, um den Ausdruck hier zu gebrauchen, oder jedenfalls die Umbildung im Laufe der Generationen zu einer **neuen, höheren Organisation**, ganz wie in der Stufenfolge einer "Stufenleiter", bei den immer wieder auftretenden niederen Formen, sollte von innen her geschehen. Der Terminus "Evolution" war zwar damals nicht gebräuchlich, aber der Begriff wäre hier angebracht gewesen. "Evolutio", "Evolution" war ein Begriff der Präformationstheorie, zur Beschreibung der Embryonalentwicklung, war die Entfaltung, die Vergrößerung, die "Auswicklung" des angeblich vorgebildeten ("präformierten") Keimes, der in der Embryonalentwicklung keine neuen Strukturen ausbilden mußte, da winzig alle

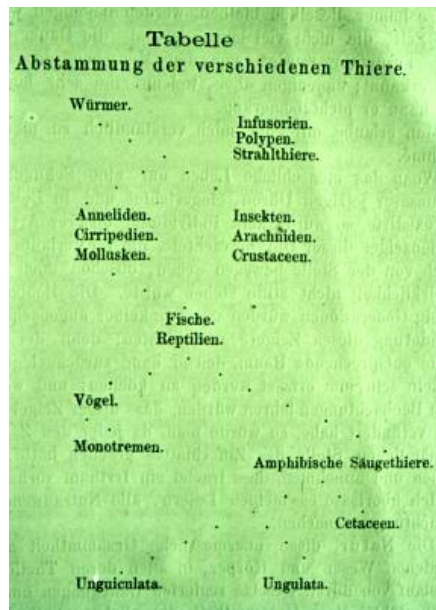


Abbildung 4: LAMARCKs versuchter Stammbaum.

angelegt waren. So wie die Entfaltung des Keimes von innen her bestimmt wurde, sollten sich auch die Organismen gemäß einem in ihnen vorgegebenen Plan, man könnte sagen einem in ihnen enthaltenen Programm, entfalten, auf höhere Niveaus der Organisation. Diese vorgegebene Entfaltung hätte man wohl eher als "evolutio" bezeichnen können als DARWINs 'offene Deszendenz', die also nicht vorherbestimmt ablief, sondern von Zufallsvariationen und wechselnden Auslese stattfand..

Ein **Aussterben** von Formen gab es bei LAMARCK **nicht**, sondern eben ihre Umbildung.

3. Auf einer gegebenen Ebene der Organisation der Organismen sollten nun **Abwandlungen auf etwa gleichem Niveau** auftreten, eine **Spezialisierung** stattfinden, sich miteinander 'verwandte' Arten ausbilden, wobei hierbei keine Höherentwicklung mehr stattfand. Bei LAMARCK hieß das (in deutscher Übersetzung s. 1876, S. 53 / 54), "dass die ausserordentliche Mannigfaltigkeit der Verhältnisse, in welchen sich die verschiedenen Thier-und Pflanzenarten befinden, nicht im Verhältnisse steht zu der wachsenden Ausbildung ihrer Organisation und dass sie in der Gestalt und in den äusseren Charakteren verschiedene Unregelmässigkeiten und Abweichungen hervorruft, welche die wachsende Ausbildung der Organisation allein nicht hat veranlassen können."

Für diese Abwandlungen auf gleichem Organisationsniveau nahm LAMARCK

einen großen Einfluß der Umweltfaktoren an, bei Pflanzen durch Wirkung von Klima und Boden, bei den Tieren durch die erzwungenen Änderungen ihrer Bedürfnisse. Diese Abänderungen sollten erblich werden. Die Annahme der Veränderung infolge Änderung der Bedürfnisse unterschied sich von der Ansicht BUFFONs über direktere Einwirkung von Umweltfaktoren, wie Klima, Nahrung, auch Druck auf bestimmte Körperstellen wie beim Kamel.

Für diese Abwandlungen auf gleichem Niveau nahm LAMARCK also die "**Vererbung erworbener Eigenschaften**", also die Vererbung von im Individualleben am Körper oder in der Psyche **neu aufgetretenen Abänderungen** an. Namentlich auch die weniger lebenswichtigen Organe sollten unter dem Einfluß äußerer Faktoren stehen. Diese "Vererbung erworbener Eigenschaften", die nicht nur auf LAMARCK zurückgeht, wurde noch lange noch vielen Forschern angenommen und sollte wesentlich die Evolution erklären.

Wenn später, im späten 19. Jh. und im 20. Jh. die dann meistens bezweifelte "Vererbung erworbener Eigenschaften" auch als "**Lamarckismus**" bezeichnet wurde, dann wurde dabei meistens verkannt, daß diese Auffassung nur einen Teil der Ansicht LAMARCKs über die Umbildung der Organismen betraf. Sich auf LAMARCK berufen bedeutete eben nicht, LAMARCK auch gelesen zu haben. Was vielleicht auch nicht unbedingt nötig ist. LAMARCK rechnete mit verschiedenen Prozessen, mit **2 Phasen der Organismenumbildung**. Der Aufstieg zu einem höheren Organisationsniveau war also ein anderer Vorgang als die Aufsplitterung einer Spezies in verschiedene Spezies. Das sah DARWIN anders. Im 20. Jh. wurde die Zwei-Phasigkeit der Evolution der Organismen immer wieder debattiert, wurden von manchen Biologen "Makroevolution" und "Mikroevolution" (s. dort) unterschieden.

LAMARCKs Hypothese hat durchaus Beachtung und viel Diskussion gefunden. Abgelehnt, ja den Urheber lächerlich gemacht, hat sie CUVIER. Die elege nach LAMARCKs Tod wurde damals nicht gedruckt. Aber die 'Philosophie zoologique' erlebte 1830 2 Jahre vor CUVIERs Tod immerhin eine 2. Auflage.

1909 gab es die 100. Wiederkehr von DARWINs Geburtstag und die 50. Wiederkehr des Jahres der Veröffentlichung seines Hauptwerkes "On the Origin ...". Paris gedachte in diesem Jahr auch der 100 Jahre der "Philosophie zoologique" und des 80 Todestages von LAMARCK. Paris ehrte den als Vorläufer DARWINs Gefeierten mit einem schönen Denkmal im Jardin des Plantes.

Neben vorwärtsweisenden Arbeiten und Gedanken hat LAMARCK jedoch auch abstrusere Ideen vertreten. Diese sollte man aber sehen in seinem gesamten, oft phantaseivollen Bild von der materiellen Welt (CH. C. GILLISPIE 1956). Die Evolutionshypothese war nur ein Teil davon war. LAMARCK lehnte die neue, zu-

nehmend anerkannte Chemie LAVOISIERS ab. Er meinte, daß **alle** chemischen Verbindungen, also **nicht nur organische**, von Lebewesen herkämen. Auch anorganische Verbindungen sollten eben in der leblosen Natur nur zerfallen, in immer einfachere. Damit ging aus dem Zerfall der abgestorbenen Lebewesen jene Materie hervor, in der die Urzeugung stattfinden öne. Aus Urzeugung - Umwandlung der Lebewesen - Zerfall war so etwas wie ein Kreislauf der materiellen Welt gegeben.

Der biologische Deszendenz-Gedanke zwischen LAMARCK und 1859

Der Deszendenzgedanke geriet nicht mehr in Vergessenheit. Direkte Anhänger gab es nicht viele.

In Edinburgh war es der bis 1827 in dieser Stadt lehrende ROBERT EDMOND GRANT (A. DESMOND 2004). GRANT lehrte und forschte in Edinburgh also auch in jenen Monaten, als der junge DARWIN ab Oktober 1825 dort sein 1827 abgebrochenes Medizinstudium absolvierte. DARWIN berichtet in seiner Autobiographie, wie er ihn GRANT auf einem Spaziergang über die LAMARCKsche Hypothese unterrichtete. Aber DARWIN erhielt von GRANT auch eine kleine Forschungsaufgabe, war mit ihm also öfters zusammen, hat sicherlich auch öfters über LAMARCK gehört. GRANT, der weiterhin die von ihm "Transformation" genannte Umbildung im Sinne LAMARCKs vertrat, war ab 1827 Professor der Zoologie in London. Er geriet auch in Konflikt mit zahlreichen anderen Wissenschaftlern und galt trotz Anhängerschaft an DARWINs Theorie wegen seiner Annahme von vornherein getrennter Stammbäume nicht als recht geeigneter Vertreter von DARWINs und HUXLEYs Auffassung. Mit der Welt teilweise verfallen starb der Unverheiratete 1874.

Jedoch die überwiegende Zahl der Naturforscher lehnte vor 1860 wenigstens die allumfassende, alle Organismengruppen einbeziehende Evolution ab. Argumentiert wurde in den Naturforscherkreisen jedenfalls in Deutschland selten damit, daß man die Religion schützen müßte, sondern mit wissenschaftlichen Fakten und Überlegungen. Der manchmal später betonte hemmende Einfluß der Kirche war für viele Naturforscher hier wohl kaum gegeben. Für Lehrer stand es gewiß anders.

Bei Ablehnung der die gesamte Organismenwelt einbeziehenden Evolution wurde die Entstehung neuer Formen innerhalb der Arten, die intraspezifische Evolution, schon in Bezugnahme auf Haustiere und Kulturpflanzen, und den Menschen, anerkannt.

Erdgeschichtsforschung - im Zusammenhang mit der Neuentstehung von Organismengruppen

Die Entdeckung des Aussterbens von Tieren

Fossilien waren schon viel gesammelt worden, jedoch, wie ARAGO (1855, S. 463) in seiner Gedenkrede auf den toten CUVIER hervorhob, daß das "scharfe Auge Cuvier's bemerkte beim ersten Blick alle die neuen Wahrheiten, welche das Studium derselben enthüllen würde, ..." Ob es nun beim ersten Blick war oder danach, auf jeden Fall wurde bei CUVIERs Erforschung der fossilen Säugetiere im Pariser Becken in den dortigen später als Tertiär bezeichneten Schichten, daß **manche Tiere wohl total verschwunden** sind. Das galt für Elefanten-Arten (CUVIER 1806). Genaue Skelett-Kenntnis war notwendig, die fossilen von den ihnen ja doch recht ähnlichen lebenden Elefanten zu unterscheiden. Bekannt waren außerdem im Permafrost Sibiriens schon seit längerem Mammutreste. Es gab die Frage, ob nicht die als ausgestorben geltenden Lebewesen nicht eines Tages auf der noch immer nicht ausreichend bekannten Erde aufgefunden würden. Für Meeresorganismen waren die Meerestiefen so gut wie gar nicht erschlossen. Mit dem Aussterben von Tieren berührte man für religiös denkende Menschen die Frage, ob Gott denn wieder vernichten konnte, was er einmal geschaffen hatte. Ging es eines Tages auch über den Menschen hinaus?

Die Beschäftigung mit den fossilen Knochen erweiterte und vertiefte die Vergleichende Anatomie. Die **fossilen Knochen** wurden **in das anatomische Vergleichen** einbezogen. Das waren jene Knochen, "Überreste der fossilen Thiere, die sich "selten zu einem Ganzen vereinigt fanden" (ARAGO 1855, S. 163). Und CUVIER erkannte, was als fast wunderbare Leistung eingeschätzt wurde, daß **zwischen den verschiedenen Skelett-Teilen ein Zusammenhang** besteht. Pflanzenfresser haben keine Reißzähne. Ein Reißzahn mußte einem Raubtier gehören. Und auch die Füße mußten die Lebensweise anzeigen, etwa durch zum Packen von Beute geeignete Klauen. Zwischen den verschiedenen Strukturen, ja Organen, besteht eine **Korrelation**. CUVIER machte es möglich, "nach der Gestalt irgend eines Knochens, z.B. eines Fußknochens zu entscheiden, ob das Thier, dem jener Knochen angehörte, ein fleischfressendes war, oder ob sich dasselbe von Pflanzen ernährte" (F. ARAGO 1855, S. 463). Diese Einsicht in die Korrelation der Teile erlaubte die Versuche einer Rekonstruktion eines fossilen Wirbeltieres

Die Katastrophen-Theorien

Die Geologie, die Erforschung der Erdgeschichte wurde in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. bestimmt von verschiedenen Varianten der **Katastrophentheorie**. Erschlossen wurden sie bei CUVIER, der vor allem der Begründer der Katastrophentheorie war, aus Faunensprüngen, dem scheinbar **plötzlichem Verschwinden ganzer Tierwelten** in den Schichten der Erde. CUVIER wies das nach an den Schichten im Pariser Becken. Daß die Schichten nicht hintereinander abgelagert wurden, daß Diskontinuität nur durch Unterbrechung in der Ablagerung vorgetäuscht sein könnten, war dabei übersehen. Mit einer großen Katastrophe, der biblischen Sintflut, war seit alters gerechnet worden. Nun aber sollten mehrere Katastrophen nachgewiesen sein. Die in der Bibel beschriebene Katastrophe war vielleicht mit der letzten paläontologisch-geologisch erfaßbaren Katastrophe zu identifizieren Und **nach jeder dieser Katastrophen**, auch nach der letzten, erschien - auf nicht näher erläuterte Weise - eine **neue Lebewelt**, wenigstens auf dem Festland. Es gab also eine Progression in der Organismenwelt, jedenfalls der festländischen. Es war der Meeresspiegel, der sich bei der Katastrophe hob, jedenfalls für die letzte "dieser Katastrophen" sollte es leicht zu "beweisen sein ...", denn sie "hinterließ in den Nordländern die Leichen grosser Vierfüsse, welche vom Eise eingehüllt, sich bis auf unsere Tage mit Haut und Haaren und unversehrten Fleische erhalten haben, ..." (CUVIER 1830, S. 15). Bei der heutigen Temperatur in Sibirien hätten sie dort nicht leben können. Man mußte also einen bleibenden Temperatursturz annehmen. Außerdem finden sie sich überdeckt, "müssen auf der Oberfläche gelebt haben ..., ehe sie in eine solche Tiefe vergraben wurden" (S. 53 / 54). Insgesamt nicht a-religiös, wurde immerhin gemeint (S. 41), "... dass die Naturforscher, obgleich sie sich strenge in der von der Genesis vorgezeichneten Grenze hielten, sich doch noch einen ausgedehnten Spielraum verstatteten." Nach der letzten Katastrophe haben sich Tiere nicht verändert. Das sollten beweisen die im alten Ägypten mumifiziert in Gefäßen aufbewahrten Ibis, die als heilig galten. ETIENNE GEOFFROY ST. HILAIRE, der mit NAPOLEON in Ägypten war, hatte solche Tiermumien dort gesammelt, "überall um sie bemüht in Anbetracht der Wichtigkeit der Sache" (CUVIER / J. NÖGGERATH 1830, S. 114). Wichtig, das war die Feststellung oder Widerlegung von Veränderungen in historischer Zeit. Die mumifizierten Ibis glichen dem heute lebenden Ibis (CUVIER 1804). Lebten vor der letzten Katastrophe Menschen auf der Erde? Wohl kaum! Und bekannt wurde CUVIERs Ausspruch, daß es den fossilen Menschen nicht gibt, Gemeint war der Mensch vor der letzten Katastrophe. Es gab also keine toten Menschen in der letzten Katastrophe, die dann nicht die Sintflut sein konnte? Und fossile Menschenknochen hatte man noch nicht gefunden. Aber es hieß dann auch (1830, S. 125): "Allein ich will daraus nicht folgern, dass vor dieser Epoche die Menschen

noch gar nicht vorhanden gewesen seyen. Sie können einige beschränkte Gegenden bewohnt haben, wo wo aus sie die Erde nach jenen furchtbaren Ereignissen wieder bevölkerten.“

Was CUVIER für die höheren Tiere fand, stützte vor allem BRONGNIART für die Pflanzenwelt. Der französische Paläontologe und Geologe ALCIDE D'ORBIGNY rechnete, sich also einen "Spielraum" gestattend, schließlich mit 27 Katastrophen und ordnete sie Sedimente in 28 Epochen (etages). Manche ihrer Namen wie Callovian, Cenomanian und andere blieben.

Es gab durchaus **Phänomene**, die für die **Katastrophen** zu sprechen schienen. Der Katastrophismus war damit nicht nur ein hohles Phantasieprodukt, sondern eine wissenschaftliche Hypothese, deren Verifizierung oder Falsifizierung möglich war, auch dann, wenn die Katastrophen als unerklärte Gegebenheit hingenommen werden mußten.

Als Zeugnisse **für Katastrophen** wurden, um zusammenzufassen, angeführt:

1. Die oft zu beobachtenden **scharfen Schichtgrenzen**. Noch wurde gemeint, daß die Erdgeschichte in den Ablagerungen ziemlich lückenlos dokumentiert ist. Noch übersah man die zu Lücken führenden langen Unterbrechungen in der Sedimentablagerung und die langen Zeiten der Abtragung. Da grenzen eben Sedimente scharf an darüberliegende weiße, kalkige.
2. Neben den scharfen Grenzen zwischen Sedimentfolgen fanden sich ihnen parallel oder auch gesondert scharfe **Faunen- und Floren-Sprünge**.
3. **Gebirge** wurden, als man sie überhaupt einigermaßen deutete, als Ergebnis **kurzzeitiger Hebungsakte** gesehen.
4. Durch gewaltige Fluten, offenbar verbunden mit einer Katastrophe, sollten die **erratischen Blöcke**, die ortsfremden Gesteinsblöcke etwa in Norddeutschland oder im Alpenvorland über oft beträchtliche Entfernung transportiert worden sein. Im nördlichen Mitteleuropa lagen viel mehr als heute solche ortsfremden, gern als Baumaterial verwendeten Blöcke, aus Gestein aus Skandinavien und dem Ostseegebiet. Ebenso regten zum Nachdenken an die Blöcke aus Alpengesteine im Alpenvorland aus Gestein. Der einmal führende Geologe LEOPOLD VON BUCH sagte etwa am 1. März 1827 bei einer Vorlesung in der Berliner Akademie der Wissenschaften: "Es ist von der Mitte der Alpen her durch die Alpenthäler eine ungeheure Fluth ausgebrochen, welche die Trümmer der Alpengipfel weit über entgegenstehende Berge und über sehr entlegene Flächen verbreitet hat" (S. 663/664), bis weit hinauf auf die den Alpen gegenüberliegenden Höhen des Schweizer Jura-Gebirges.

Wegen der Vernichtung der Festlandsorganismen bei jeder Katastrophe war an eine einheitliche, die gesamte Erdgeschichte durchziehende Evolution nicht denkbar, und dem widersprach auch, daß nach jeder Katastrophe eine höher, der Gegenwart näher erscheinende Tier- und Pflanzenwelt auftrat. Richtige Beobachtungen in problematischer Deutung.

Die Gliederung der Erdgeschichte in Perioden: Die Formations- oder "System"- Tabelle

Von den Diskussionen über die Grundfragen der Erdgeschichte nicht unberührt, aber auch nicht in jedem Falle abhängig, war die Unterteilung der Erdgeschichte in Perioden, ermittelt aus der Abfolge der Sedimentgesteine und dann vor allem ihres Fossil-Inhalts, unter der nicht immer leichten Berücksichtigung ihrer Störungen. Das schuf einen **Rahmen, in dem die** Neuentstehung von Organismen, ja ganzen Organismengruppen, oder gar die **mögliche Evolution abgelaufen** war. Das ließ die Tabelle der **Formationen** oder - wie sie im englischen Sprachraum hießen - **'Systeme'** erstellen.

Entgegen der Auffassung WERNERs von der Zeitgebundenheit der Gesteine wurde im beginnenden 19. Jahrhundert deutlich, daß sich einund**dasselbe Gestein** in **verschiedenen Zeitaltern** der Erdgeschichte gebildet haben konnte, also nicht Alterszeugnis und damit Zeugnis für eine bestimmte Periode sein konnte. Rote Sandsteine finden sich in Großbritannien bereits unter der Steinkohle und manche später danach, in Mitteleuropa aber zu verschiedenen Zeiten nur darüber, so im Rotliegenden und dann im Buntsandstein. Wurde irgendwo im Gelände roter Sandstein angetroffen, war nicht festzustellen, welches Alter er aufweist.

Sowohl durch die ‚Katastrophisten‘ wie auch besonders durch WILLIAM SMITH in England wurde jedoch erkannt, daß viele Fossilien ausschließlich in ganz bestimmten Schichten vorkommen und nur in ganz bestimmten, oft relativ kurzen Zeiten der Erdgeschichte lebten. Solche schicht- und zeitgebundenen Fossilien wurden als **"Leitfossilien"** bezeichnet, konnten als Zeugnisse für eine bestimmte Periode oder gar nur einen kurzen Zeitraum in der Erdgeschichte dienen. Der immer wieder einmal vorgebrachte **Einwand** gegen diese **"Leitfossil-Methode"** war, daß die Arten in den einzelnen Gebieten der Erdoberfläche nicht gleichzeitig in Existenz getreten sein müssen und ebensowenig vielleicht auch annähernd gleichzeitig verschwanden (E. MOJSISOVICS von MOJSVAR 1879). Australien beherbergt in der erdgeschichtlichen Gegenwart schließlich Formen, die vor vielen Millionen Jahren auch anderswo vorkommenden ähnlich sind. Außerdem sind die wenigsten Formen weltweit verbreitet. Wegen der langen Dauer der Erdgeschich-

te schien der Einwand nicht so gravierend zu sein, da eine weite Verbreitung für viele Organismen wenigstens im Meer denkbar war. War die Alterststellung einer fossilen Spezies bekannt, dann konnte ein untersuchtes Sedimentgestein, sofern es Fossilien enthielt, altersmäßig in die Erdgeschichte eingeordnet werden. Es wurde auch ein wichtiges Anliegen führender Geologen, gerade mit Hilfe der Fossilien eine Parallelisierung der Sedimente, auch wenn ganz unterschiedlicher Art, über weite Teile der Erdoberfläche durchzuführen. So eine zeitliche gegenseitige Zuordnung, Parallelisierung, der so ganz unterschiedlichen Sedimente in Mittel- und Nordwest-Europa, in Mitteleuropa und den Alpen und Südeuropa, gar in Europas und dem östlichen Nordamerika, wurde eine hoch geschätzte Leistung von Geologen, Innerhalb der Formationen und damit der Perioden ließen sich wenigstens für die einzelnen Regionen getrennt weitere Zeitabschnitte mit eigenem Gehalt an Leitfossilien, von Abteilungen bis hinab zu "Zonen", ausgliedern.

Aber immer deutlicher wurde auch, daß in den Schichten von unten nach oben, von den älteren zu den jüngeren Zeiten, sich der Gegenwart annähernde Organismen auftraten. Es fand statt, was mit dem manchmal bestrittenen Begriff "Höherentwicklung" bezeichnet wird. Es war auf jeden Fall **irreversible Abfolge**, eine **Progression**. Nicht nur sehr viele Arten, auch ganze Gruppen verschwanden, "**starben aus**". Nur weniger Meerestiere durchleben alle Zeiten. Landpflanzen zumindestens nach dem Forschungsstand der ersten Hälfte des 19. Jh. erschienen im wesentlichen erst seit der Steinkohlenbildung. Es gab Gymnospermen / Nacktsamer ebenfalls in wenigen Formen in der Steinkohlenzeit und folgte ihre Entfaltung danach. Bedecktsamige Blütenpflanzen / Angiospermen erscheinen erstmals in der Kreidezeit. Bei den Tieren gibt es an Wirbeltieren zuerst nur fischähnliche, und zwar seit der Zeit, die als Silur bezeichnet wurde. In der Steinkohlenzeit erscheinen erste Landwirbeltiere, und zwar Amphibien und dann Reptilien. Reptilien, auch große, beherrschen das Erdmittelalter. Rattengroße Säugetiere gibt es seit dem frühen Erdmittelalter. Ihre großartige Entfaltung geschah im Tertiär.

Indem für die Erdgeschichte die Fossilien die Hauptrolle bei der Ausgliederung der Zeitabschnitte übernahmen, wurde die alte **Gesteins-Geologie**, "**rock-geology**" abgelöst durch die "**fossil-geology**". Die **Erdgeschichte** wurde **mit den Lebewesen verknüpft**..

Die Formations-oder „System“-Tabelle behielt in ihren wesentlichen Zügen seit der Mitte des 19. Jh. Gültigkeit. Ihre Bezeichnungen gingen infolge des weithin geweckten Interesses an der Vergangenheit der Erde in den allgemeinen Sprachschatz ein. Die "Dinosaurier" auch der Kinderbücher und Erwachsenenunterhaltung gehören eben in die Jura-Zeit oder die der Kreide-Zeit .

Der Aktualismus resp. Uniformitarismus als allgemein akzeptiertes Konzept der Erdgeschichtsforschung

Seit 1830 wurde die Katastrophentheorie zunehmend aufgegeben. Das geschah nach manchen Vorarbeiten anderer namentlich durch CHARLES LYELLS (G. ZIRNSTEIN 1980) umfangreiches Werk "Principles of geology. being an attempt to explain the former changes of the earth's surface by reference to causes now in operation". Der 1. Band erschien 1830. Der 2. Band folgte 1832, der 3. 1834. In weiteren Auflagen wurden die Bände auch teilweise vereint, oder auch wieder in Erweiterungen getrennt.

Die nunmehr die Geologie beherrschende Auffassung, der man sich nach etlicher Zeit in Fachkreisen nicht mehr zu widersetzen traute, wurde schon bei HUTTON um 1790 vertreten. Sie hieß Aktualismus oder Uniformitarismus. Demnach wurde die Erdkruste auch in der Vergangenheit, jedenfalls bis in ein doch recht früher Stadium zurück, nur von solchen Faktoren geprägt, die auch heute auf ihr wirken. Es gab einst auf der Erdoberfläche nur dieselben Vorgänge, welche auch heute auf ihr ablaufen. So wie die Faktoren und Vorgänge heute erforscht werden können, erschließt sich der rationalen Erforschung auch die Vergangenheit. Auch heute gibt es schwere Erdbeben. Solche in der Vergangenheit waren kaum heftiger anzunehmen. Schritt für Schritt stiegen Gebirge empor. So wie heute bei Erdbeben sich Regionen heben. Es gab keine erdweiten Katastrophen! Langsam sanken und stiegen Festländer. Sehr lange Zeiten, Millionen von Jahren, sollten dafür nötig, aber auch gegeben sein. LYELL sah einen Beleg der Bodenhebung und des Absenkens in den Säulen eines Tempels bei Pozzuoli, unweit Neapel. Die kaum noch von Wasser bedeckten Säulen weisen in gewisser Höhe Bohrmuschelspuren auf. Diese Bohrmuscheln müssen den Kalk zersetzt haben, als die Säulen für etliche Zeit im Wasser standen. Nicht der Meerspiegel sollte sich gehoben haben, sondern der Tempel sank für einige Zeit mit dem Baugrund, und zwar, wie konnte es bei einem antiken Tempel anders sein, in historischen Zeiten. Da die Säulen stehen, muß dieses Absenken und Emporsteigen langsam, nicht 'katastrophisitsch' abgelaufen sein, wozu für diese wenigen Meter nur eine in Vergleich zur Erdgeschichte kurze Zeit ausreichte. Später nahm man an, daß hier, bei Pozzuoli, in einem vulkanisch aktiven Gebiet, ein örtlich unruhiger Untergrund vorliegt. Es mußten also die Säulen des Tempels von Pozzuoli nicht ein Modell des Hebens und Senkens ganzer Festländer sein.

Der junge DARWIN war an LYELLS Auffassung sehr interessiert, ja LYELL war der Wissenschaftler, der DARWIN mit am meisten beeinflusste und mit dem schon der junge DARWIN in Gedankenaustausch stand (E. MANIER 1978, S. 23 ff.) . DARWIN sollte und wollte auf der Reise mit der "Beagle" auch Belege für LYELLS

Aktualismus finden. Den 1. Band von LYELLS "Principles ..." nahm DARWIN noch von England mit. Den 2. Band ließ sich DARWIN nach Montevideo nachsenden. Und an der Küste von Chile sah DARWIN nach einem schweren Erdbeben, wie ein Küstenbezirk höher gestiegen war. Die offensichtlich langsam nach oben wachsenden Korallenbauten im Pazifik bezeugten ihm auf das langsame Absinken der Inseln und auch Australiens, jedenfalls seiner Ostküste.

Da die Vergangenheit der Erde der Gegenwart gleichen sollte, war nach LYELLS früher Auffassung auch die Tier- und Pflanzenwelt im Prinzip immer gleich. Wie das, wenn eindeutig ausgestorbene Saurier gerade um 1830 an der Südküste Englands, wo LYELL Teile seiner Jugend verbracht hatte, aufgefunden worden waren? Saurier sollten heute zwar der Erde fehlen. Aber würden infolge neuer Verteilung von Land und Meer größere feucht-tropische Regionen entstehen, erschienen auch wieder die Saurier. Wie? Dauernde Neuentstehung von Lebensformen in der Erdgeschichte wurde angenommen. Warum mußte das wie bei CUVIER im Sinne der Progression, der Höherausbildung neuer Formen geschehen? Gerade an dieser Auffassung LYELLS setzte nicht nur Kritik, sondern auch beißender Spott an. An eine an sich richtige, sinnvolle Theorie, wie es der Aktualismus zweifellos war, hatte ihre Übertreibungen und Einseitigkeiten zu überwinden.

Für DARWINs Evolutionstheorie, der Arten-Umbildung in kleinen Schritten annahm, bildete der Aktualismus eine entscheidende Auffassung:

1. Gegeben waren **lange Zeiträume**, Millionen von Jahren oder noch mehr,
2. Heute **beobachtbare, reale Umbildungen** mußten die Evolution erklären können. Um es vorwegzunehmen: beobachtbare Variabilität und Selektion sollten dafür in Frage kommen.

Nur in Anerkennung dieser Prämissen sollte die Evolutionstheorie im Sinne DARWINs akzeptabel sein, aber auch sein müssen, So sollte eine von Willkürannahmen freie Evolutionstheorie zustandekommen. DARWIN erkannte den großen Einfluß von LYELL auf ihn an. 1875 schrieb DARWIN einmal: "ich vergesse niemals, daß ich beinahe Alles, was ich in der Wissenschaft geleistet habe, dem Studium seiner großen Werke verdanke."

Allerdings, wenn es Evolution gab, dann waren auch ausgestorbene Formen und immer wieder auch völlig neue anzunehmen. Für die Organismen mußte es eine irreversible Entwicklung geben. Was man in der Gegenwart sah, war nicht mit der Vergangenheit identisch.

Vergleichende Anatomie und Morphologie - die Weiterführung im 19. Jahrhundert

Die **Vergleichenden Anatomie** für nur die Wirbeltiere oder erstreckt auf das ganze Tierreich wurde fast Modewissenschaft. Ein führendes Lehrbuch lieferte CUVIER mit 'Lecons d'anatomie compare'e' 1799 - 1805, und ihm als gleichwertig eingeschätzt wurde 1821 - 1833 des Hallensers J. F. MECKELs 'Ein System der vergleichenden Anatomie' (s. a. M. NOWIKOFF 1930, S. 2 ff.). Zunächst wurden die Organe und Strukturen vorwiegend erwachsener Organismen miteinander verglichen, schließlich auch bei Pflanzen. Bei Wirbeltieren ließen sich Schädel und Skelette oder deren Teile relativ gut und trocken aufbewahren und ließen sich zu Vergleichen immer wieder heranziehen.

Noch immer, wie im 18. Jh., sah man

1. **Typen.** die realen Organismen auf eine ideelle "Urform" oder einige wenige "Urformen" zurückgeführt.
2. **Stufenleitern** der Organismen. ,

Die in **Typen** oder in den **Stufenleitern** zum Ausdruck kommenden Gemeinsamkeiten von Organismen galten jedoch vor 1860 den meisten Forschern nicht als Ergebnis der Deszendenz, so sehr sie später von den Evolutionsbiologen dafür in Anspruch genommen wurden und auch in Schulbüchern vordergründig behandelt werden. Diese 'Beweise' für die Richtigkeit der Evolutionstheorie nach 1860 wurden vorher nicht als solche interpretiert.

Typen - welche sollte es geben

Für die Typen hatte CUVIER für die Tiere 4 unterschieden: **Weichtiere, Strahl-tiere, Gliedertiere, Wirbeltiere.** Innerhalb dieser Typen ordnete CUVIER die Formen aber gemäß ihrer vermuteten Stellung nach höheren und niederen Formen an, Dabei betrachtete er vor allem das Nervensystem. **Innerhalb jeder der 4 Typen gab es also je eine Stufenleiter.** CUVIER verknüpfte also **Typenlehre und Stufenleiter.** Würde man die niederen Wurzeln der 4 Typen miteinander verknüpft denken, käme man zum dem heutigen, eher als "Stammbusch" denn als ein-linear zu betrachtenden "Stammbaum". Damit wird die Erkenntnis ausgedrückt, daß die großen Gruppen des Tierreichs, die **Stämme**, sich bereits frühzeitig in der Phylogenese trennten und getrennt voneinander entwickelten. CUVIER stand also den späteren Evolutionsbiologen mit ihrem früh sich spaltendem Stammbaum

näher als die Vertreter einlinearer, ja selbst verzweigter (G: S: PALLAS) Stufenleitern.

In den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts wurde die Existenz getrennter Typen im Sinne CUVIERS in Paris diskutiert. ETIENNE GEOFFROY SAINT-HILAIRE nahm dem entgegen einen einzigen grundlegenden Bauplan für alle Tiere an, der Wirbeltieren wie Insekten und Tintenfischen und allen anderen Tieren zugrundelag. Segmentierung im Körper gab es schließlich bei den 'Gliedertieren', aber auch in der Muskulatur des Wirbeltiere. GOETHE nahm in Weimar an der seit 1818 geführten, aber 1830 als "Pariser Akademiestreit" (W. LUBOSCH 1918) seinen Höhepunkt erreichenden Auseinandersetzung interessiert Anteil. Da ECKERMANN von seinem Meister GOETHE berichtet, daß der Weimarer Dichter sich für den Akademiestreit 1830 mehr interessierte als für die damaligen revolutionären Ereignisse in Frankreich blieb der "Akademiestreit" auch in Erinnerung des deutschen Bildungsbürgertums. Dieses Heraushalten geistiger Größen aus der aktuellen Politik wurde manchmal gelobt.

Eindrucksvolle Gemeinsamkeiten fanden sich in den **Mundwerkzeugen** der **Insekten**, die sich bei allen Besonderheiten im einzelnen auf einen Typus zurückführen ließen, eingehend untersucht und beschrieben 1816 von MARIE-JULES-CÉSAR LELORGNE DE SAVIGNY (M. P. WINSOR 1975) Auch er war einst Teilnehmer der Ägyptenexpedition NAPOLEONS 1798 gewesen. . In den verschiedenen Insekten-Ordnungen durchaus unterschiedlich ausgebildet, ließen sich deren Mundwerkzeuge auf die Grundbestandteile **Labrum**, **Mandibeln** (mandibles), **Maxillen** (maxillae) und **Labium** zurückführen. Bei den Schmetterlingen sind die typischen Insektenmundwerkzeuge zwar stark verändert, äußerlich kaum denen anderer Insekten ähnlich, aber es konnten die dem Saugen dienenden Tuben (Röhren) als verwachsene Maxillen gedeutet werden. Die vergleichende Betrachtung dehnte SAVIGNY auch auf die Mundwerkzeuge und Gliedmaßen der Krebstiere auf.

Auf einen Höhepunkt brachte die Typen-Auffassung RICHARD OWEN mit seiner Lehre vom "**Archetypus**" (N. A. RUPKE 1993, 2009). OWEN, 1804 geborener Sohn eines Kaufmanns im Westindien-Handel, studierte Medizin. Er konnte dann unter jedenfalls zunächst nicht gerade finanziell großartigen Bedingungen 1827 in das Hunter-Museum des Royal College of Surgeons in London und katalogisierte hier die Knochen-Sammlung. OWEN wurde also mit den Skeletten der verschiedensten Wirbeltiere vertraut. Er leitete, und zwar sehr ins einzelnen gehend, einen von den Fischen bis zum Menschen reichenden allgemeinen Typus des Wirbeltierskeletts ab. Er berücksichtigte da auch die Einzeileile, hat etwa den Typus eines Wirbels vorgestellt. Einander entsprechende Organe oder Strukturen nannte OWEN "homolog". In ähnlicher Funktion tätige und andersartig gebaute Organe

anderer Tierklassen waren "analog". Etwa die Flügel der Vögel und Fledermäuse waren ihm homolog, waren bei aller Reduzierung auf dieseleben Skelettelemente zurückzuführen. Die Flügel der Vögel und die der Insekten sind analog. Der "Archetypus", ausgearbeitet für das Skelett der Wirbeltiere, war auch OWEN letztlich Ausdruck einer "Idee" hinter der Natur. Die Ideen der naturphilosophisch geprägten deutschen Gelehrten, ob GOETHE, OKEN oder CARUS waren ihm vertraut, hatten ihn beeinflusst, ja OKEN und CARUS war er auch persönlich begegnet. Als Zoologe hat OWEN unabhängig von 'Idee' auch große Verdienste durch die eingehende Beschreibung von bisher kaum beschriebenen seltenen Arten, ja auch neuentdeckten. So beschrieb er einst den *Nautilus*, der ihm und zwar endlich mit den Weichteilen und nicht nur als Schale aus einem Tropenmeer zugegangen war. OWEN beschrieb auch die Trichine. Und er beschrieb die Menschenaffen, auch den neu entdeckten Gorilla, das zu den Halbaffen Madagaskars gehörende Fingertier Aye-Aye, die nur noch als Skelett vorhandenen, in historischen Zeiten ausgestorbenen, wohl weil von den Maori überjagten Riesenstrauß-Vögel von Neuseeland, Zur Vorstellung einer realen Evolution stand er unterschiedlich und unbestimmt, zuletzt doch ablehnend, auch indigniert wohl auch durch DARWINs Ruhm. Als gestandener und geschätzter Gelehrter wurde OWEN Direktor der 1881 eröffneten Naturwissenschaftlichen Abteilung des British Museum in South Kensington. Bei seinem altersbedingten Ausscheiden 1883 hoch geehrt, fühlte er sich doch durch die Anhänger der Evolutionstheorie zurückgesetzt und war oft verbittert gewesen. OWEN starb 88-jährig 1892, 20 Jahre nach DARWIN, dem er 5 Jahre in der Geburt vorausgegangen war.

Stufenleiter-Vorstellungen

Die Organismen suchten auch im 19. Jh. verschiedene Forscher von einfachen zu "höheren" Formen weiterhin in einer Stufenleiter anzuordnen. Eine reale stammesgeschichtliche Abfolge sollten die Stufenleitern nicht widerspiegeln, Die Stufenleiter galt als eine ideelle Konstruktion, die sich bei der Betrachtung von Organismen nicht ohne weiteres, sondern nach vielem Vergleichen ergibt. Die "Stufenleiter" war, um EDDINGTONs Ausdruck zu gebrauchen, so etwas wie ein "geistiges Netz", das der Natur übergeworfen wurde, um die Dinge gemäß dieser Vorgabe zu erfassen, zu ordnen. Heutigen Biologen fällt es gewiß schwer, diese Ideen voll zu verstehen. Gewiß war andererseits die "ideell" gesehene Stufenleiter ein Vorbild für die späteren Stammbäume, die also nahelegen sollten, wie die Gruppen des Tier- und Pflanzenreichs auseinander hervorgingen, voneinander "abstammten".

Auf Gott zurückführen wollte diese in der Stufenleiter, der se´rie, sich ausdrückende Ordnung HENRI MARIE DUCROTAY DE BLAINVILLE (W. COLEMAN 1970),

der 1832 des gestorbenen CUVIERS Lehrstuhl der Vergleichenden Anatomie am Muséum in Paris übernahm. BLAINVILLE verachtete ansonsten das ihm gleichmacherische bürgerliche Frankreich, sah aber mit Wohlwollen auf utopische sozialistische Bestrebungen.

Wie nach 1869 das Periodensystem der chemischen Elemente Anlaß gab, bei offensichtlich großen Lücken nach noch unentdeckten Elementen zu suchen, hatte man manchmal auch erwartet, **Lücken** in der Stufenleiter durch Neuentdeckungen zu **füllen**. GRANT fand bei der Rippenqualle Beroe einen Nervenring, damit Nerven, einfache, auch bei recht weit unten stehenden Tieren.

Stufenleiter-Gedanken bei HEINRICH GEORG BRONN

Der Wunsch nach Anordnung der Lebewesen in einer Stufenleiter veranlaßte zur Suche nach den **Kriterien für "niedriger" oder "höher"** bei den einzelnen Lebewesen resp. den größeren Gruppen, um ihnen die geeignete Sprosse auf der Stufenleiter zu geben.

Hierzu äußerte sich, der 1800 geboren, nach dem Medizinstudium in Heidelberg dort ab 1822 Professor der Naturgeschichte war. Er wirkte als Geologe wie als Paläontologe und so auch als Biologe. Stufenleitern oder Typen waren Einblick in den "Schöpfungs-Plan", um einen Buchtitel von H. G. BRONN (1858 b) zu gebrauchen, ob nun von einem Schöpfer, einer abstrakten Weltweisheit oder von der "Natur" allgemein gesprochen wurde. Schließlich gab es Gemeinsamkeiten auch bei den chemischen Elementen, die man in Gruppen ordnen konnte, oder bei den Kristallsystemen der Minerale. BRONN stand also in seinen Kenntnissen dort, wo bald die Evolutionstheorie andockte, aber er stand unschlüssig und zweifelnd, bis DARWIN ihm die Augen mehr öffnete.

Nicht für die Deszendenz, aber für einen **Naturplan, eine 'Ordnung' in der Natur**, schien weiterhin für BRONN zu sprechen die **dreifache Parallele von Stufenleiter - Stadienfolge in der Embryonalentwicklung - Progression der Fossilien in der Erdgeschichte**. Wie in der Stufenleiter eine Anordnung von Formen von 'niederen' zu 'höheren' möglich war oder jedenfalls schien, so gab es in der Embryonalentwicklung höherer Formen Anfangsstadien, die niedrigeren Formen der Stufenleiter entsprachen. Und die Progression der Gruppen in der Geschichte der Erde begann mit den einfacheren Formen der Stufenleiter und näherte sich, jedenfalls in den großen Klassen, schrittweise den Formen der Gegenwart. Für die Forscher des 19. Jh., sicherlich auch noch unter dem Eindruck der philosophischen Bestrebungen vom Anfang des 19. Jh., schien diese Parallelität die Natur, jedenfalls die 3 ersten, ein Geheimnis ihres Wirkens preiszugeben.

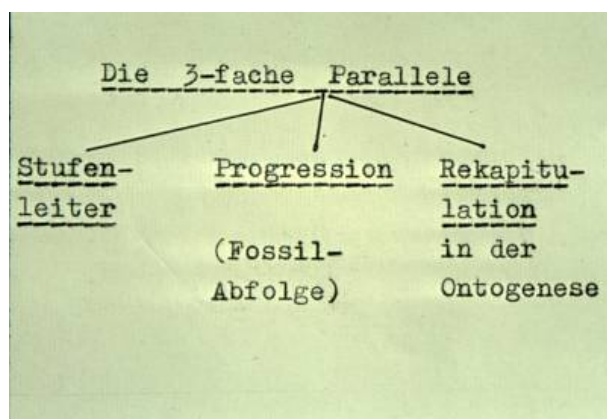


Abbildung 5: BRONNs 3-fache Parallele.

BRONN behauptete sogar, daß es **von den Festländern hin zu den ihnen vorgelagerten Inseln eine Abfolge von den komplizierteren Formen zu einfacheren**, denen auf den Inseln, gibt. Damit gab es dann 4 Parallelen, also auch eine biogeographische. Aber diese Äußerungen von BRONN fielen bereits in eine Zeit, da solche Spekulationen an Ansehen verloren und nunmehr eher der Gedanke einer realen Umbildung der Formen in der Zeit wieder erörtert wurde.

CARL VOGT schrieb 1851 (S. 19): "Die Erkenntniß dieser dreifachen Richtung in der Ausbildung der Thierorganismen nämlich der historischen Entfaltung durch die verschiedenen Geschichtsperioden der Erde hindurch, der Flächenausbildung durch die mannigfaltigen Formen ausgebildeter Thiere, welche jetzt den Erdball bevölkern, und der genetischen Entwicklung in der Ausbildung der Embryonen, die Verfolgung dieser dreifachen Richtung bis in ihre letzte Einzelheit ist es, welche der heutigen Wissenschaft die zu lösenden Aufgaben stellt."

Der jüngere Zeitgenosse PERTY (1879, S. 339) erlebte den Heidelberger Paläontologen BRONN 1858 auf der Naturforscherversammlung in Karlsruhe und schildert ihn nicht anerkennend: als "Bronn ..., welcher nicht gerade lieblich aussah, fast taub ist und in der allgemeinen Sitzung einen Vortrag, Auszug aus seinem Werke: die chronologische Entwicklung der organischen Wesen, mit schwacher Stimme hielt, daher nur unvollkommen verstanden wurde. Man begegnete ihm unartig und rief fortwährend nach Schluß, so daß Bronn aus Verdruß alsbald abreiste." Ein erhaltenes Bild zeigt keinen solchen verschlissenen Mann. BRONN war auch noch der erste Übersetzer von DARWINs 'Origin of Species ...' von 1859 ins Deutsche und versah das Buch mit eigenen Anmerkungen. BRONN starb 62-jährig 1862. BRONN wurde seinerzeit hochgeschätzt, und GÜMBEL schrieb in der Biographie BRONNs in der 'Allgemeinen Deutschen Biographie' (1876): "Mit ihm erlosch einer der hellsten Sterne am Himmel deutscher Wissenschaft" (S. 360).

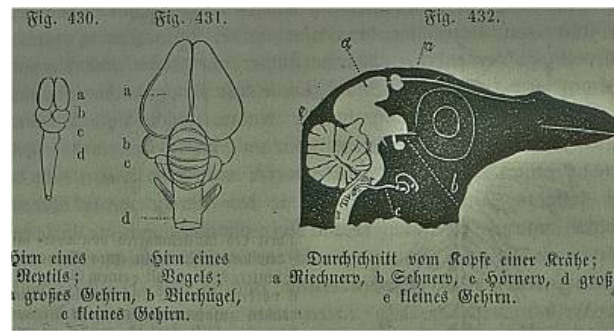


Abbildung 6: BRONN 1858: Stufen Gehirn Wirbeltiere.

Für "Vervollkommnung" sollten nach Ansicht von BRONN sprechen (1858a, 1858 b):

1. **Zunehmende Arbeitsteilung, Differenzierung** zwischen den Strukturen in den Lebewesen.
2. **Reduktion (Verminderung) der Zahl homologer Organe und Strukturen**, beispielsweise also 'Verminderung' der gleichartigen "Körper-Ringe" (Segmente), welche die Ringelwürmer auszeichnen und die bei den übrigen Arthropoda, namentlich den Krebstieren und Insekten, nur in geringerer Zahl vorhanden sind.
3. **Konzentrierung** der wichtigen Körperfunktionen, so des Gehirn bei den höheren Lebewesen im Vergleich zu einfachen Tieren mit diffusem Nervensystem.
- 4 **Zentralisation** der homonymen Organe.
5. **Internierung**, d.h. Nach-Innen-Verlagerung, hinein ins Körperinnere, anfangs oberflächlich verteilter Organe und Funktionen.

Diese Kriterien wurden durchaus später noch herangezogen, um die Stellung einer Sippe im Stammbaum festzulegen. BRONN lehnte seinerzeit eine reale, 'säkulare' Umbildung ab und die 'Vervollkommnung' waren ihm nur Ausdruck der in der Natur liegenden Ordnung.

Auf große Zusammenhänge verwiesen auch die allen Organismen zukommenden **Zellen** als die Elementar"organe", Elementar"einheiten" aller Organismen, wie es die "Zellenlehre" SCHLEIDENS 1838 für die Pflanzen aussprach und die SCHWANN 1839 auf die Tiere ausdehnte.

Für die höheren Pflanzen fand HOFMEISTER **Gemeinsamkeiten in der Embryonalentwicklung**, den Generationswechsel, der mit zunehmender Höhe der Pflanzen rückgebildet erscheint.

Embryologie, vergleichende Embryologie

Das 19. Jh. wurde auch die wichtigste Periode für die **deskriptive Embryologie**. Vor allem wurden dabei **Gemeinsamkeiten** in den Entwicklungsvorgängen aller vielzelligen Tiere deutlich.

Während schon CASPAR FRIEDRICH WOLF im 18. Jh. die Bildung von "Blättern", das sind Schichten bei sich entwickelnden Keimen, etwa beim Huhn beschrieben hatte, wurde im 19. Jh. die **Furchung** in allerdings nicht gleichartiger Weise als Grundvorgang der sich entwickelnden Keime der verschiedensten Tiergruppen beschrieben. Nach wenigen vorangegangenen Beobachtungen anderer haben um 1824 in Genf PRÉVOST und der später als bedeutender Chemiker berühmt gewordene JEAN BAPTISTE ANDRÉ DUMAS bei Frosch-Eiern die Furchung gesehen und bekanntgegeben. Der italienische Anatom und Embryologe MAURO RUSCONI beobachtete 1836 die Furchung bei Fisch-Eiern, die sich allerdings nicht vollständig durchschnürten, also, was erstmals beobachtet war, partielle Furchung aufweisen. KARL THEODOR ERNST VON SIEBOLD (1839) beobachtete ab 1837 die Durchfurchung des Eies bei der Ohrenqualle *Aurelia* (damals: Medusa) *aurita* und bei Nematoden. Andere verfolgten die Furchung bei der Flußmuschel. Die ersten Vorgänge des sich entwickelnden Keimes weisen also gewisse Gemeinsamkeiten auf.

Bedeutsam war die Entdeckung, daß in der Embryonalentwicklung höherer Tiere **Stadien** auftreten, die **erwachsenen Tiere auf niederen Sprossen der** angenommenen **Stufenleiter** gleichen. Kaulquappen, die Larven der Frösche und die Larven anderer Amphibien besitzen Kiemen, wie lebenslang die auf der Stufenleiter unterhalb der Amphibien eingeordneten Fische. Von einer "Rekapitulation" im späteren Sinne des "Biogenetischen Grundgesetzes" von HAECKEL konnte insofern nicht gesprochen werden, weil die Stufenleiter für die allermeisten Forscher nur ein Ordnungsschema, nicht aber eine reale Umbildungsfolge der Organismen in der Zeit darstellte, also in den einstigen Vorstellungen keine Phylogenese rekapituliert wurde. Während die einen Forscher bei primitiven Merkmalen in der Embryonalentwicklung höherer Tiere an ein Durchlaufen niederer Stadien der Stufenleiter dachten, meinte KARL ERNST von BAER, daß die allgemeinsten Merkmale zuerst angelegt werden und dann erst die spezifischeren und dadurch das Bild entsteht, **als ob niedere Stadien durchlaufen** werden.

Besonderes Aufsehen rief zu Recht die Entdeckung von MARTIN HEINRICH RATHKE (H. MENZ 2000), Professor in Königsberg, hervor, daß auf frühen Embryonenstufen von Vögeln, Reptilien, Säugetieren an den Seiten etwas unterhalb des Kopfes Spalten auftreten, die als **Kiemenspalten** gedeutet werden konnten. Namentlich wurde beachtet, als RATHKE 1825 an einem 3 Wochen alten Embryo

eines Schweines unterhalb des Kopfes 4 Spalten fand. Sie erinnerten ihn an jene Kiemenspalten, die er zuvor bei Haien gesehen hatte. Allerdings wiesen die Spalten am Säugetier gegenüber denen an den Haien doch Vereinfachungen auf, waren ohne die Leisten an den Spalten. Somit blieb das Ausmaß der Identität zwischen dem Aussehen bestimmter Stadien in der Embryonalentwicklung und den realen, auf niederen Sprossen stehenden Formen umstritten, obwohl eine verblüffende Ähnlichkeit nicht in Abrede gestellt werden konnte. Statt von "Kiemen" durfte doch nur von "Kiemspalten" oder besser nur von "Spalten" gesprochen werden. Ebenfalls 1825 fand RATHKE am 4. und 5. Bebrütungstag beim Hühnchen 3 Kiemenspalten, wobei er offenbar die erste Spalte übersehen hatte. Er sprach nun lediglich von "Durchgangsbildungen", bei denen nicht wie bei Kiemen ein Gasaustausch stattfindet. Er verglich auch die Embryonalbildungen mit frühen ontogenetischen Stadien niederer Vertebraten und nicht mit dem atmungsaktiven Kiemen erwachsener Fische. Etwa CARL VOGT (1851, S. 17) erkannte zwar die Ähnlichkeit an, aber lehnte es ab, von einer Identität der frühen Stufen in der Embryonalentwicklung eines Säugetieres mit niederen Tiergruppen zu sprechen.

Bis um 1860 war klar, daß alle **Eier und Spermien**, also jeder Anfang eines Lebewesens, einzelne **Zellen** sind, die wiederum aus Zellen herkommen. Jedes Lebewesen hat also einen gleichen Anfang, wenn davon abgesehen wird, daß die Eier bei den verschiedenen Tiergruppen wegen ihres unterschiedlichen Dotter-Gehaltes unterschiedlich aussehen, unterschiedliche Größe besitzen und auch die Furchung unterschiedlich abläuft. Als letztes hat CARL GENGENBAUR 1861, damals ordentlicher Professor in Jena, auch für die noch umstrittenen Vogel-Eier nachgewiesen, daß ein Ei einer Zelle entspricht: "sie sind nichts Anderes als zu besonderen Zwecken eigenthümlich umgewandelte kolossale Zellen, die aber nie diesen Charakter aufgeben. - Dadurch wird der Gegensatz, den man zwischen den Eiern der Säugethiere und Amphibien einerseits und jenen der Vögel und Reptilien andererseits erhob ... vollständig aufgehoben" (S. 527).

Ebenso zu Überlegungen regte an, als sich fand, daß es keine Neubildung von Zellkernen und Chromatophoren gibt, sondern diese schon dem Ei mitgegeben werden.

Paläontologie - Die Abfolge der Fossilien in der Erdgeschichte: Der "Fossil Record"

Geologie und damit Erdgeschichtsforschung samt Fossilekenntnis waren einst gewöhnlich in Personalunion vereint, Als die Sedimente auf Grund ihres Fossilgehaltes in die Zeitskala eingeordnet wurden, mußte der Geologe und namentlich der Erdge-

schichtsforscher die Fossilien, wenigstens die Leitfossilien, kennen. Sie waren ihm die "Denkmünzen" der Erdgeschichte. Die Fossilien erlaubten eine untersuchte Schicht in die Zeitskala einzuordnen. Die biologische Seite der Fossilien als einstige Lebewesen mochten dabei manchmal zu kurz kommen. Beachtet wurde auch sie.

Die vergleichende Anatomie wurde erweitert durch die Einbeziehung der **fossilen Formen**, wie sie die **Paläontologie**, nach alter Bezeichnung **Petrefaktenkunde**, zunehmend zur Verfügung stellte. Die fossilen Organismen schienen zuerst ebensowenig für eine Deszendenz der Lebewesen zu sprechen wie die Ähnlichkeiten in Anatomie und Embryonalentwicklung. Bei einer Erörterung einer möglichen Bedeutung gerade der Paläontologie für die Anerkennung der Evolutionsidee muß berücksichtigt werden, daß viele wichtige fossile Formen erst nach 1800 überhaupt entdeckt wurden. Am Ende des 18. Jh. gefundene Knochen bei Maastricht fanden nicht die allgemeine Anerkennung als fossile Reptilien und erst die großen Funde der "saurier-hunters" in den 20-er Jahren des 19. Jh. in England gaben ein Bild von der großen Welt der ausgestorbenen Reptilien. Es war vor allem CUVIER um 1800, der an Hand von fossilen Säugetieren, Elefanten, das **Aussterben** von manchen Tieren in erdgeschichtlicher Vergangenheit klar aussprach. Für den religiösen Menschen mochte es kaum verstehbar sein: Da waren also Lebewesen hervorgebracht worden, die lange vor dem Ende der Welt wieder verschwanden.

Je mehr aber Fossilien bekannt wurden und auch ihre Zeitgebundenheit, das Neuauftreten von Formen zu irgendwelchen Zeiten in der Erdgeschichte und ihr teilweise völliges Verschwinden in einer anderen Zeit, desto mehr wurde danach gefragt, wodurch dieser Wechsel zustandekommt. **Wodurch** kommt **Neuauftreten vorher nicht vorhandener Formen** zustande.

Nur durch Kenntnis der **Fossilien** der verschiedenen Erdzeitalter ist ein **Gesamtbild der Evolution** zu erhalten, über die oft angenommene generelle Höherentwicklung oder diese nur eine widerlegbare Annahme.

Namentlich durch den in Berlin wirkenden CHRISTIAN GOTTFRIED EHRENBURG wurde vor der Mitte des 19. Jh. (1839, 1840) auch auf die mikroskopisch kleinen Fossilien verwiesen, die allerdings oft heute lebenden Organismen glichen. Für die Auffassungen von der Entwicklung des Lebens spielten sie zunächst keine große Rolle.

Für die **Beurteilung der fossilen Funde** waren 2 Dinge, 2 Prämissen für weitere Theorien wichtig:

1. die **richtige taxonomische Einordnung** der Fossilien
2. die Anerkennung oder Nichtanerkennung der **Vollständigkeit** oder Unvoll-

ständigkeit der **Fossilüberlieferung** (fossil record),

Richtige oder fehlerhafte taxonomische Einordnung der Fossilien

Wenn bandförmige Pflanzenreste aus dem Erdaltertum (Paläozoikum) als "Schilf" betrachtet wurden und nicht als Algen, dann mußte ein anderes Bild von der Abfolge der Lebewesen in der Zeit zustandekommen als bei richtiger taxonomischer Einordnung. Dann mußte Schilf, eine Blütenpflanze, also schon im Erdaltertum angenommen werden. Die richtige taxonomische Einordnung vieler Fossilien dauerte etliche Zeit.

Der "Kupferschiefer" gehört in das jüngere Paläozoikum, als es noch keine Säugetiere und keine Bedecktsmaigen Blütenpflanzen gab. In der Beschreibung des "Kupferschiefergebirges" von J. C. FREIESLEBEN wurden 1815 später als von Reptilien stammende Fußabdrücke im Richelsdorfer Kupferschieferflöz bei Eisenach als menschliche "Kinderhand" betrachtet und war von angeblichen Seehundstücken und andererseits von Trilobiten darin die Rede. Pflanzenfossilien, die manche als bereits als Bärlapp- und Farn-Abdrücke erkannten, rechnete FREIESLEBEN zu Kornähren, ja wollte in manchen Formen sogar ganz genau "Euphrasis Odontites", einen kleinen Rachenblütler, erblicken.

Auch bei den Saurierknochen gab es anfangs Probleme mit der Einordnung, ob sie nicht vielleicht von Säugetieren herrühren.

Hatte FREIESLEBEN erst späteren Perioden angehörende Formen vorverlegt, so mußte die Erkenntnis der Organismenabfolge ebenso falsch werden, wenn gewisse entwickeltere Formen in früheren Zeiten verleugnet wurden. GRANT (A. DESMOND 2004) wollte nicht anerkennen, daß Knochen aus dem Jura von Stonesfield einem kleinen Säugetier, einem fossilen "Opossum", angehören. Er stellte sie entgegen dem Augenschein zu einem Reptil. Damit glaubte er, der Vorstellung von der 'Progression', der Höherentwicklung, besser zu entsprechen, die Säugetiere allein als Gipfel der Wirbeltier-Entwicklung sehen wollte. Es war für das Verständnis der Wirbeltier-Entwicklung aber gewiß wichtig zu wissen, daß kleine, wohl stark im Verborgenen lebende Säugetiere schon früh im Mesozoikum erschienen und damit die Frage aufgeworfen wurde, warum gewisse Gruppen lange schwach bleiben und sich dann, die Säugetiere nach der Kreidezeit, prächtig entfalten. Das konnte als Folge der Konkurrenz, der größeren Saurier, angenommen werden, die nach der Kreide verschwanden, aber auch als Folge einer Veränderung des Nahrungsspektrums durch die Entfaltung der Blütenpflanzen. Hier lagen doch recht entscheidende Fragen für die Lebensentwicklung vor.

Verbindung von richtiger taxonomischer und zeitlicher Einordnung

Ein isolierter Knochen von vielleicht einem Saurier oder eine isolierte versteinerte Muschel mochte für anatomische Dinge, selbst für eventuelle Deszendenz, Auskunft erteilen. Aber für die Erforschung der Erdgeschichte und schließlich der Evolution konnte ein Fossil nur wirklich wertvoll sein, wenn es auch der richtigen Schicht zugeordnet war.

Die Frage der Vollständigkeit der Fossilüberlieferung:

Es mußte einigermaßen deutlich sein, ob die bekannten und beschriebenen Fossilien nur eine willkürliche, zufällige und ganz lückenhafte Auswahl aus einer sehr viel größeren Fülle von einst vorhandenen Arten sind oder ob, bei vieler Lückenhaftigkeit im einzelnen, ein einigermaßen repräsentatives Bild der Fossilabfolge in der Erdgeschichte wenigstens der großen Gruppen und damit ein Bild von der "Entwicklung" des Lebens vorliegt. Viele Paläontologen waren schon in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. bereit, in den damals bekannten Fossilien einen repräsentativen Ausschnitt der ehemaligen Organismenwelten zu sehen. Wenige Geologen, so CHARLES LYELL, rechneten mit einer gewaltigen, aber natürlich nicht bestimmaren Lückenhaftigkeit der Fossil-Überlieferung. Es konnte dann nicht erwartet werden, daß aus den Fossilien ein zu Schlußfolgerungen geeignetes Bild über die Abfolge der Lebensformen auf der Erde gewonnen wurde. Die Progression konnte dann eine Täuschung sein, weil eben lediglich verschwunden, aber durchaus existent gewesen war, was an vollkommeneren Formen von jeher existiert haben soll. Dann konnte es möglich sein, wie LYELL anfangs annahm, daß es kein völliges Verschwinden ganzer Gruppen und Arten gab, sondern nur ein zeitweilig nur sporadisches Vorkommen. LYELL meinte sogar, daß bei einem erneuten tropisch-warmen Klima erdweit die Saurier wiedererscheinen, auf irgendeine Weise. Dann konnte auch in der Welt der Lebewesen die Vergangenheit weitgehend der Gegenwart gleichen. Das wurde von einigen Zeitgenossen verspottet, schien LYELLS Aktualismus als recht willkürlich erscheinen.

Es wurden auch Experimente durchgeführt, um die **Chancen der Fossilierung** in den einzelnen Gruppen zu **prüfen** und so die mögliche Lückenhaftigkeit zu beurteilen. Bei den relativ beständigen Überresten der Schnecken und Muscheln war zu erwarten, daß es in der Fossilüberlieferung keine allzu großen, ganze Epochen umspannende Lücken gibt, sondern stets doch eine genügend große Zahl von solchen Schalen fossil verblieb.

”Höherentwicklung” = ”Progression” im Verlaufe der Erdgeschichte

Mit der Anerkennung der einigermaßen vollständigen Fossilüberlieferung und der richtigen taxonomischen Einordnung wurde deutlich, daß von den ältesten fossilführenden Schichten und damit von den alten Zeiten heran an die Gegenwart für die Organismenwelt insgesamt eine ”Höherentwicklung” stattfand, seinerzeit als ”**Progression**” bezeichnet. Es wurde also anerkannt, daß im Kambrium, an der Wurzel des Paläozoikums, noch keine Wirbeltiere gab. Solche wurden in kambrischen Schichten nicht nachgewiesen. Erst im Silur erschienen die Fische, aber fehlten noch Landwirbeltiere. Im Carbon - nach Ansicht im 19. Jh. - erschienen Amphibien und dann Reptilien. Erst in der Trias gab es frühe und noch kleine Säugetiere. Zu der großen Entfaltung der Säugetiere kam es erst im Tertiär, nachdem während des Mesozoikum die Reptilien, mit vielen kleineren und etlichen größeren Arten das Bild der Tierwelt auf dem Festland und teilweise im Meere prägten. Vögel, so wurde erst mit dem Fund der Archäopteryx deutlich, erschienen im Jura und entfalteteten sich in der Kreide-Zeit. Bei den **Pflanzen** gab es zuerst nur Algen. In der Steinkohlenzeit geschah die großartige Entfaltung der Gefäßkryptogamen, mit Farnen, Schachtelhalmen (Equisiten), Bärlapp-Gewächsen, so bei letzteren *Lepidodendron*. Das Mesozoikum war zunächst die Zeit der Gymnospermen / Nacktsamer. Ab der Kreide- Zeit, also der Entfaltung der Säugetiere zeitlich vorangehend, erschienen die Angiospermen, die Bedecktsamige Blütenpflanzen).

Durch zahlreiche Funde, sogar die Entdeckung vorher völlig unbekannter Gruppen, wurde das vor und in der Mitte des 19. Jh. bestehende Bild von der Entfaltung der Organismenwelt in der Erdgeschichte noch entscheidend revidiert. Aber Grundzüge lagen fest, und die Höherentwicklung, die Progression, wurde schon in der ersten Hälfte des 19. Jh. von vielen Naturforschern akzeptiert. GRANT (A. DESMOND 2004), der die Schwämme erforscht hatte, stellte diese an die Basis. GRANT verwies nicht nur auf die morphologisch-anatomische Höherentwicklung, sondern auch darauf, daß etwa mit der fortschreitenden Zeit die in vielen Großformen ohnehin verschwindenden Kaltblütler durch Warmblütler ergänzt wurden, also auch in den Körperfunktionen eine Höherausbildung erschien. Das Erscheinen von warmblütigen Wirbeltieren sollte zusammenhängen mit der Abkühlung der Erde.

Diese „Progression“ der Fossilien in der Erdgeschichte wurde für lange Zeit nicht als Ergebnis einer Evolution angesehen.

Von CARL VOGT wurde 1851 (S. 18) gemeint, daß die heute noch vorhandenen Grundtypen schon am Anfang alles Auftretens von Lebewesen mit vorhanden

waren, aber diese Typen einfacher als später waren. Innerhalb der Typen fand somit die Progression statt, beispielsweise eben innerhalb der Wirbeltiere. Aber das berührt wieder die Vollständigkeit der Fossilüberlieferung.

Retrogression in der Progression?

Innerhalb der Tier - und auch Pflanzenklassen, die in der Erdgeschichte nacheinander auftraten, erschienen in etlichen Fällen die zuerst auftretenden Spezies als höherentwickelt als spätere. Die großen Gruppen, die Klassen selbst, erscheinen dabei durchaus in der Reihenfolge zunehmender Komplexität, in Annäherung an gegenwärtige Formen.

Aber an der Durchgängigkeit einer zunehmenden Komplexität, einer **Höherentwicklung**, sind Abstriche nötig. In der Frühzeit der Lebensentwicklung, im **Paäozoikum**, gab es etliche sehr **hochentwickelte Gruppen**, etwa bei den Fischartigen, die auch als eigenständige Klassen geführt werden können. Etwa die ältesten Fischförmigen, die Panzerfische des Silur, erschienen manchen als 'höher' ausgebildet als spätere Fische, etwa Haie oder gar die demgegenüber in manchem harmlos wirkenden Knochenfische. Auch die **Dinosaurier** waren wohl eine hochentwickelte Welt, die der Vielfalt der ihnen im Tertiär folgenden Säugetiere in der Komplexität und Vielfalt nicht nachstand, trotzdem die Dinosaurier Reptilien blieben, aber vielleicht auch homiotherme Arten aufwiesen. Auch die heutigen **Bärlappe und Schachtelhalme**, ja selbst Farne, sind Zwerge gegen manche der Vertreter dieser Klassen in den Steinkohlenzeit. Oder gab es mehr CO₂? Viel größere **Libellen** als die heutigen schwirrten in diesem Steinkohlenwald. Das spräche für Sauerstoff?

Manche sahen in diesen Phänomenen ein Zeichen von Degeneration.

Die **allgemeine Höherentwicklung**, bis hin **zum Gipfelpunkt im Menschen**, war lange Zeit eine Annahme vieler Evolutionsanhänger. Diese These **gilt so nicht mehr**. Auch "der Mensch" ist eher ein Sonderfall, der keiner biologischen Notwendigkeit entsprang, ein in seinen Fähigkeiten nicht vollendetes Wesen einsam in dem von ihm so großartige erforschten Weltall ungeachtet vielleicht anderer von höheren Wesen bewohnter Himmelskörper. Die Menschen sind keine Notwendigkeit für die Erde, und MONOD formulierte in seiner Abhandlung "Zufall und Notwendigkeit": "... der Mensch hat seinen Platz wie ein Zigeuner am Rande des Universums, das für seine Musik taub ist und gleichgültig gegen seine Hoffnungen, Leiden oder Verbrechen." Selbst den atheistischen Kommunisten war die Formulierung zu viel, aber worin besteht MONODs Irrtum?

Statt Faunen- und Floren-Sprüngen kontinuierliche Entwicklung

Die namentlich von CUVIER hervorgehobenen Sprünge in der Fossilabfolge konnten als Zeugnis für die Katastrophentheorie gelten. Gab es die Sprünge nicht, dann konnte eine weitgehend kontinuierliche Umbildung der Organismen angenommen werden - wie immer man diese erklärte.

Die **Überwindung der Katastrophentheorie** in der Paläontologie kam zu einem Zustande, weil die Fossilabfolge sehr viel genauer bekannt wurde und sich ein **keineswegs immer abrupter Übergang** von einem Erdzeitalter zum nächsten fand. Der junge LYELL stellte 1824 (1829) bei Fossilien in auch etliche Zeit zurückliegenden Süßwasserablagerungen in Schottland fest, daß es keinen Bruch zwischen Vergangenheit und Gegenwart gibt. L. von BUCH hatte festgestellt, daß manche Terebrateln, allerdings eben Meerestier, durch die Erdzeitalter hindurch vorkommen (nach CHR. G. EHRENBERG 1840). AGASSIZ schrieb von fossilen Seeigel-Arten, also auch Meerestiere, die auch lebend gefunden werden. CHRISTIAN GOTTFRIED EHRENBERG fand (1840), daß manche mikroskopisch kleinen Fossilien der Kreide von Rügen und anderswo mit rezenten Formen im Meere identisch sind. Das übertraf immerhin die Feststellung von DESHAYES und LYELL von tertiären Formen, die auch in der Gegenwart vorhanden sind. Durch **möglichst umfassende Auflistung aller fossilen Arten und ihres Vorkommens** in den erdgeschichtlichen Formationen wie an verschiedenen Orte versuchte der führende Paläontologe BRONN in der "Lethaea Geognostica" von 1835 bis 1837 die Progression der Tiere und die Feinheiten des Wandels in der Erdgeschichte zu erfassen. Innerhalb der Säugetiere, so stellte BRONN fest, traten am Anfang fast nur Pachydermen auf. Erst später erschienen auch Wiederkäuer. BRONN setzte diese Auflistungen fort in seinem "Handbuch einer Geschichte der Natur" von 1841. Von dem Werk sagte sein Verfasser BRONN (1841, S. VI): "Es ist das erste Mal, daß der Versuch gemacht wird, eine Geschichte der gesamten Natur durch systematisches Ordnen und wissenschaftliche Beleuchtung rein thatsächlicher Beobachtungen ohne vorgefaßte Theorie zu entwerfen". "Progression" gab es zweifellos. Aber wegen Formen, welche Formationsgrenzen überschritten, konnte auf die Annahme von Katastrophen verzichtet werden. Die "Progression" wurde entgegen LYELLS frühen Vorstellungen zwar auch nach dem Übergang zum Aktualismus weiterhin anerkannt, aber Zweifel kamen an der plötzlichen Formenumbildung. Eine Interpretation der Fossilabfolge im Sinne der Deszendenz wurde denkmöglich.

Daß Faunen- und Florensprünge mit LYELL nicht mehr aktuell schienen, bedeutete nicht, wie später deutlich wurde, daß es keinerlei Diskontinuitäten in der

Organismenentwicklung gab. In manchen Faunen- und Florensprüngen erhielten die alten Katstrophisten und 'Progressionisten' doch recht, und im 20. Jh. wurde diese etwa zwischen Perm und Trias und zwischen Kreide und Tertiär besonders eingehend untersucht, wenn beide Faunensprünge auch schon einst bekannt waren.

Gegen die Katastrophen konnte auch das **Zusammenlaufen von Merkmalen später getrennter Gruppen** nach den älteren Zeiten hin sprechen. Der Zoologe BURMEISTER (s. 1855) verwies auf die Trilobiten, die sämtliche Krebsformen der "primären Epoche" unter einem "Haupttypus" vereinen, während die Gegenwart eine viel größere Differenzierung von Familien und Ordnungen bei den Krebsen kennt. Es gab also offensichtlich einen Zusammenhang zwischen den frühen Formen und jenen, die man als Ergebnis einer Vervielfältigkeit sehen muß.

Fossilabfolge gegen allmähliche Evolution: Keine Zwischenformen

Was es nicht zu geben schien, waren unangreifbare **Zwischenformen**, also Formen, die zwischen aufeinanderfolgenden Gruppen von Tieren und Pflanzen vermittelten. Die Progression der fossilen Lebewesen. in der Zeit, während der Erdgeschichte, ließ also noch lange nicht Umbildung in kleinen Schritten ableiten. Wollte man Zwischenformen nicht sehen, um der allmählichen Transformation der Formen auszuweichen?

Taxonomie

Mit der morphologischen Forschung gelang eine immer bessere Fassung der **Einheiten des Tier-und Pflanzenreiches**. Es war deutlich geworden, daß zur Aufstellung der taxonomischen Einheiten nicht nur einzelne Merkmale berücksichtigt werden sollten. An Einzelmerkmalen hatte LINNE seine taxonomischen Einheiten gefaßt, so bei der Aufstellung seines Pflanzensystems mit 24 Klassen. Der Zuordnung der Pflanzen zu diesen Klassen lag die Zahl der Stempel und der Staubgefäße in den Blüten zugrunde. Das war aber ein 'künstliches Syste'. Schon LINNE meinte, daß es ein 'natürliches' System geben müsse. es konnte zunächst nicht gesagt werden. wieso das möglich sein muß. Es sollte auf jeden Fall möglichst viele Merkmale berücksichtigen.

Im Tierreich hat LAMARCK die wirbellosen Tiere weiter aufgegliedert. Im Pflanzenreich hatte für die **Angiospermen** namentlich JOSEF GÄRTNER (1732 -

1791) die **Monokotyledonen** und die **Dikotyledonen** als zwei nicht nur durch das Merkmal der Keimblattzahl getrennte Gruppen unterschieden.

Die Variabilität, die Veränderlichkeit der Lebewesen

Begrenztere Variabilität im Art-Rahmen

Für die Evolution zumindestens in begrenztem Rahmen sprach die durchaus oft beachtete, wenn auch selten in den Mittelpunkt gerückte Lebenserscheinung der **Variabilität** (G. ZIRNSTEIN 1981). **Anatomen** des 16. und 17. Jh. hatten bei Organen und Strukturen Abweichungen beschrieben, die nicht als krankhaft gelten konnten, weil sie mit dem Leben vereinbar erschienen. Im 16. Jh. verwiesen BARTOLOMEO EUSTACHIO (s. CH. SINGER 1925) und REALDO COLOMBO (R. J. MOES et al. 1960) auf individuelle Besonderheiten beim Verlauf von Blutgefäßen. JAN DE WALE beschrieb 1640 Abweichungen am Herzen (B. J. GOTTLIEB 1942), ALBRECHT von HALLER als erfahrener Anatom verwies im Vorwort zur der Übersetzung von BUFFON ins Deutsche darauf, daß jede Leichensektion Besonderheiten der Schlagadern, Nerven usw. enthüllt.

Verschiedene Haustierarten, **Pferde** und **Hunde** vor allem, wurden schon früh **zu verschiedenen Rassen** ausgebildet, **gezüchtet**. Hier war wohl eindeutig, daß **unter dem Handeln von Menschen neue Formen** entstanden. Auch, wenn sie noch Rassen innerhalb von Arten und miteinander fruchtbar waren. Welcher Gott hätte ausgerechnet für den Kaiser von China die für den Kaiser auserlesene Hunderrasse 'Mops' schaffen sollen, jene Möpse, welche später auch dem holländischen Königshaus geschenkt wurden, oder im 19. Jh. die Engländer aus China stahlen? Ausgangsart für die Hunde war wohl nur der Wolf (R. DAWKINS 2016, S. 18), wobei sich wohl nicht so fürchterliche Wölfe an menschliche Abfallhaufen heranzwagten und mit solchen Individuen beziehungsweise ihren Jungen Kontakt mit Menschen zustandekam.

Kulturpflanzen bildeten Varietäten aus, auch in den verschiedenen Regionen ihres Anbaues **Landsorten**. Musterbeispiel für Varietätenbildung ist der **Kohl**. Die **Stammform** des im Mittelmeergebiet heimischen **Kohls**, *Brassica oleracea* L., bildete Unterarten, **Varietäten**, var. , und auch **Subvarietäten**, subvar., aus, die ganz verschieden aussehen und bei denen jeweils bestimmte Pflanzenteile stärker ausgebildet sind und der Ernährung dienen, teilweise genutzt schon in weiten vorchristlichen Zeiten.



Abbildung 7: Einer vieler intraspezifischer Taxa.



Abbildung 8: Varietät Blumenkohl.

Die Blätter werden genutzt bei dem **Blattkohl** var. *acephala*, die noch knospenartig zusammengezogenen Blätter bei der var. *capitata*, also **Weiß-und Rot'kraut'**, auch beim **Wirsingkohl**, dem **Chinakohl**, dem mit welligen Blättern ausgestatteten **Broccoli**, var. *italica*, Der **Blumenkohl**, var. *botrytis*, ist eine sehr vergrößerte werdende Knospe. Kleinere Knospen an der Sproßachse, entstehend zunächst in dann abfallenden Blattachsen, sind auch die genutzten Teile beim **Rosenkohl**, var. *bullata* DC. subvar. *gemmifera* DC. Der **Kohlrabi**, var. *gongylodes*, ist eine Verdickung am Stengelunterende. Alle diese Varietäten sind notfalls noch miteinander kreuzbar.

Verwandte, aber eigene Art sind der **Raps** *Brassica napus* L., und der Schwarze Senf *Brassica nigra* (L.) KOCH, Als Unterart, Subspecies, der *Brassica napus*



Abbildung 9: Varietät Kohlrabi.



Abbildung 10: Varietät Broccoli.



Abbildung 11: Zuchterfolg: dicke Wurzeln.



Abbildung 12: Zuchterfolg: ssp. *Beta vulgaris*.



Abbildung 13: Zucchini-Pflanze.

gilt die **Kohl-oder Steckrübe**, subsp. *rapifera*, die im Ersten Weltkrieg vom Schweinefutter zur gehaßten Menschennahrung avancierte. In eine eigene Gattung stellt man den **Senf**/*Sinapis*, mit der Kultur-Senfpflanze *Sinapis alba* L. Zahlreiche Variationen weisen die schon seit langem in verschiedenen Regionen und auch in Amerika in Kultur genommenen Kürbisgewächse/Cucurbitaceae auf. Eine Variation einer Unterart des Garten-Kürbis/*Cucurbita pepo* L. ist die 1-häusige **Zucchini**/*Cucurbita pepo* subsp. *pepo*, convar. *giromontina*, die im 17. Jh. in Italien auf den Markt kam.

Nur bei gezüchteter **Sellerie**/*Apium graveolens* L. erhielt man weiße dicke Wurzeln.

Arten der Gattung **Salat**/*Lactuca* sind nicht genießbar bis giftig und der Kultursalat wurde auf genießbar gezüchtet.

Und mit **Zierblumen**, ob aus dem Mittelmeerraum mit dem Nahen Osten und dann von Süd- und Nord-Amerika und schließlich Südafrika erhielt man bei zahlreiche Arten Varietäten, erblich durchaus. Bei den Tulpen wurde der Besitz von Varianten in den Niederlanden zeitweise eine Manie, wurde für Neuheiten viel bezahlt und ging schließlich der Rummel unter Verlusten zu einem Ende.

Für eine Umbildung innerhalb der Arten, für intraspezifischer Taxa, eine Entstehung dauerhafter neuer Formen, konnten nur erbliche, an die Nachkommen weitergegebene Abänderungen Bedeutung besitzen. "Vererbung", "Erblichkeit" wurde zunächst relativ wenig erörtert, obwohl selbst GOETHE darüber reflektierte, vom welchem Elternteil er die Statur und von welchem psychische Eigenschaften



Abbildung 14: Sellerie *Apium L. graveolens* Wurzelknolle.

hatte.

Abänderungen galten in der Biologie der ersten Hälfte des 19. Jh. manchen als das Anormale, ja als den Naturgesetzen Widersprechendes, eine unauflösbare Aporie. Man sprach auch in den Kreisen der Gärtner und Landwirte wie in denen der Botaniker von "Ausartungen", "Abarten", "Spielarten". Aus diesen Termini kann man Abwertung, Pejorisierung der Variabilität ablesen, obwohl mancher mit neuen Zierpflanzenformen reich wurde. Andererseits war es für den Fortgang der Wissenschaft richtig gewesen, wenigstens die Spezies als im wesentlichen konstant zu beschreiben. **Nur von klar erfaßten und gefaßten Spezies aus konnten Häufigkeit und Weite von Abänderungen deutlich werden.** Und es blieb auch in der späteren Evolutionstheorie ein Problem, daß die Arten doch im wesentlichen unterscheidbar waren, daß Unterarten usw. als ebenfalls beständig einer Art zugeordnet werden konnten, jener **Diskontinuität**, von welcher der Hallenser Biogeograph F. A. SCHILDER (1952, S. 7) bei allen evolutionsbiologischen Studien meinte, daß "sie dem Biologen angesichts der unermeßlichen Mannigfaltigkeit der organischen Substanz viel mehr erstaunlich sein sollte, als es zumeist ist." Nur so waren Pflanzen- und Tierbestimmungsbücher möglich. Hätte man von vornherein wegen Abänderungen auf eine möglichst genaue Beschreibung der Merkmale der Spezies verzichtet, wäre man möglicherweise in einem allgemeinen Formenbrei steckengeblieben, der keinem Gärtner oder Floristen die Erfassung der Pflanzenwelt nahegelegt hätte. Waren Abänderungen von den Eltern zu den Nachkommen einst eher als eine **Ausnahme**, fast ein Krankheitssymptom gesehen worden, wurden dann immerhin die Grundlage aller Kultur- und Zierpflanzen-Veränderung, so konnte erst mit der Erkenntnis der Variabilität als Allgemeinerscheinung deutlich werden, daß auf ihr alle Umgestaltung der Organismenwelt in der Erdgeschichte beruht, eine alle Organismen umfassende Evolution beruht. 'Abänderung', Varia-

tion: "no individual case may be convincing but the weight of them all is hard to resist" gewesen für DARWINs Theorie (D. KNIGHT 1986, S. 35).

Nach allgemeiner Ansicht sollten zwar neue intraspezifische Taxa, nicht aber neue Spezies oder gar Gattungen entstehen können. Und anderes als solche Abänderungen schien man nicht zu finden. Wo die Artgrenze bei einer Abänderung überschritten schien, wurde diese eben weitergesteckt. Ob das an einem essentiellen Denken gemäß PLATON lag, wie MAYR meinte, kann vielleicht auch bezweifeln. Auch die abweichendste Taube blieb Taube, der abweichendste Hund blieb seiner Fortpflanzung nach Hund. Das war Tatsache. Mit den innerartlichen Abänderungen war also bewußt, war anerkannt, was im 20. Jh. als intraspezifische Evolution oder Mikroevolution bezeichnet werden sollte. BRONN beispielsweise meinte 1841 (S. 187) jedoch, daß niemand zu sagen vermag, wie weit sich solche Abänderungen ausdehnen. Die Erfahrung würde besagen, daß Abweichungen nur bis zu einer geringen Entfernung von der Spezies wegführen. Ähnlich äußerte sich BRONN 1843 (S. VII), hob jedoch noch einmal auch seine Auffassung von der "Nichtigkeit der Lamarck'schen und Geoffroy'schen Theorie'n" hervor, womit die Anerkennung weiter Abänderung wieder aufgehoben war. Auch die **Beständigkeit** von Abänderungen war umstritten, zumal wenn Außenfaktoren Abänderung hervorbringen sollten. Nach BRONN (1841, S. 180) führt der Wegfall auslösender Faktoren zur Rückkehr zum ursprünglichen Typ.

Umfassende Transformationen - grundsätzliche Unbeständigkeit der Arten Namentlich bei den niederen Organismen, aber nach etlichen Autoren auch bei höheren, sollten sich Arten resp. Individuen dieser fortlaufend in andere umwandeln, sollten Nachkommen anderer Arten hervorbringen, sollten vielfach keine beständigen Formen bestehen, ja noch während der Entwicklung eines Individuums eine Umbildung stattfinden. Es gab also umfassende Pleomorphismus-Vorstellungen, Auffassungen von "Transformation". Der Terminus "Transformation" wurde auch unterschiedlich angewandt, denn wurde das als 'Transformaiton' bezeichnet, was später "Evolution" im modernen Sinne hieß. Evolution beruht natürlich auf Abänderung, auf Variabilität, aber nicht auf einem wilden Chaos, das keine Artzugehörigkeit kennt.

Die "Transformationsvorstellungen" wie bei manchen in der Mitte des 19. Jh. widerprachen den Auffassungen von LINNE'und jener Botaniker, die in seinem Sinne die Pflanzen- und Tierwelt der Erde zu erfassen suchten. Durch die Entdeckung umwegiger Entwicklungen, von umwegigen Metamorphosen bei niederen Tieren, entdeckt um die Mitte des 19. Jh. etwa bei Stachelhäutern, mochten die Transformations-Vorstellungen eine neue Grundlage erhalten.

Aber für **Pflanzen, besonders für niedere**, aber auch höhere, wurden solche

Transformations-Vorstellungen auf unzureichender Beobachtung aufgebaut.

Sehr weit ging CHRISTIAN FRIEDRICH HORNSCHUCH in Greifswald. "In den Algen des süßen Wassers", meinte er 1822 (S. 710), "ist der Vegetationstrieb noch nicht fixirt, sondern dem ewigen Wechsel hingegeben, und ihre Verschiedenheit wird nur durch äussere Einwirkungen bedingt." Also diese Süßwasser-Algen bilden je nach Umwelt verschiedenartige Nachkommen aus. "Erst die Algen und Tange des Meeres verkündigen den ersten Ruhepunkt des vegetabilischen Bildungstriebes." Gestützt auf Beobachtungen eines Landbesitzers sollten nach HORNSCHUCHs Ansicht von 1848 auch Blütenpflanzen ineinander übergehen, also aus Samen von bestimmten Kulturpflanzen bestimmte Unkräuter entstehen und auch diese als Nachkommen andere Arten hervorbringen. HORNSCHUCH beklagt allerdings auch, daß diese Ansichten von den meisten anderen Botanikern nicht gestützt würden, also sie nicht Allgemeinansicht sind. So brachte jedenfalls 'mutmaßlich' der Winterraps das Pfennigkraut/*Thlaspi arvense* hervor, dieses den Leindotter/*Camelina sativa* und das Täschelkraut/*Capsella Bursa pastoris* (1848, Flora, Nr. 4, S. 58).

Offen blieb, inwieweit durch solche Transformation nur schon bekannte Arten gebildet werden oder auch einmal ganz neue, noch nie dagewesene Arten in Existenz treten konnten. Letzteres hätte Formen-Neu-Entstehung bedeutet. Auftreten neuer Arten wäre jedenfalls für viele Fälle gelöst gewesen. Auch das nahm HORNSCHUCH an, für die Entstehung von verwandten Arten in nahebeieinander liegenden unterschiedlichen Regionen, etwa für die sich ablösenden Arten beim Aufstieg im Gebirge. HORNSCHUCH hat dann wie DARWIN aus Beobachtungen in der Landwirtschaft auf Vorgänge in der Natur geschlossen, aber doch aus zweifelhafteren Beobachtungen als dann DARWIN.

Mit vielfachen Umwandlungen bei Algen rechnete auch der in Nordhausen wirkende Algenforscher FRIEDRICH TRAUGOTT KÜTZING. Das war ihm kein Grund, die Arten der Algen, auch wenn in Umwandlung entstanden, nicht möglichst genau zu unterscheiden und zu beschreiben. So sollte (1844, S. 20) "Chlamydomonas Pulvisculus gar vielfacher Veränderung fähig" sein, sich aus ihre "eine entschiedene Algenspecies Stygeoclanium stellare" entwickeln, aber aus ihr "auch noch andere Bildungen ... hervorgehen, welche ebenfalls einen entschiedenen Algencharakter an sich tragen, obgleich sie zum Theil der äusseren Form nach auch für ruhende Infusorienformen in Anspruch genommen werden können." Die niederen Formen von Pflanzen wie Tieren gehen ineinander über, "an den Grenzen der beiden organischen Reiche" kann "keine scharfe Trennungslinie gezogen werden ..."

Mit der Annahme zahlreicher Transformationen wurde die Vorstellung von festen Arten jedoch weiter erschüttert. Arten-Konstanz in der Fortpflanzung war nicht

unbedingt üblich. Wandelten sich durch möglicherweise Urzeugung gebildete Formen in andere um, erhöhte das die Vielfalt an niederen Lebewesen (OKEN 1805), also konnte es geben zuerst Neuentstehung, dann noch Umwandlung in andere Formen. Was brauchte man dann eine andere Erklärung zur Entstehung der Arten? Ausgangsmaterial für "Transformationen" sollte namentlich auch die "Priestley'sche grüne Materie" sein. Der vom Dresdener Medizinprofessor und Maler CARL GUSTAV CARUS beschriebene "Schimmel", offenbar der als Saprolegnia bezeichnete Pilz auf geschwächten Wassertieren, sollte sich auf der Salamanderhaut zuerst Urschleim bilden, der wie jener Schleim gestaltet wäre, aus dem in fernen Zeiten die ersten Organismen überhaupt entstanden.

Bewegliche Fortpflanzungszellen hatte man mehrfach beobachtet. Merkwürdig war die einmal von dem österreichischen Botaniker FRANZ UNGER geäußerte Ansicht, daß die von ihm schon als Student bei Algen beobachtete Bildung beweglicher "Sporen", also nach späterer Auffassung beweglicher Spermatozoen, so etwas wie "Die Pflanze im Moment der Thierwerdung" (1843) wäre. Diese beweglichen "Sporen" setzten sich nach einiger Zeit wieder fest, kehrten nach UNGERs zur "Pflanzennatur" (S. 95) zurück, was jedenfalls für den Moment Neuentstehung etwa von Tieren ausschloß. UNGER sah auch ganz nüchtern, daß eben etwa Torfmoos bewegliche Spermatozoen bildet, konnte sich aber auch nicht der Meinung enthalten (S. 96): "was hindert mich zu vermuthen, dass endlich ganze Thierreich und selbst der Mensch eine Ausgeburt der Pflanzenwelt sey?" UNGERs Angaben erscheinen aber doch mehr als vage Idee und waren wohl nicht auf die Annahme einer realen Umbildung gerichtet. Immerhin ging es auch hier um Überlegungen zur Entwicklung der Lebewesen auseinander. Die Tiere, wie UNGER betonte, sind immer noch auf die Pflanzen als Grundlage angewiesen.

Eine dauernde Transformation, ein dauernder **Pleomorphismus**, wurde auch nach dem Erscheinen von DARWINs Buch über Deszendenztheorie 1859 für **Mikroben** angenommen. Das verzögerte die Annahme von spezifischen Erregern für spezifische Krankheiten. ROBERT KOCH und seine Schule brach mit diesem "Pleomorphismus" entschieden, wies durch ihre Reinkultur-Versuche die Existenz deutlicher Arten auch bei Bakterien nach. Verkannt wurde dabei wenigstens zunächst die Variabilität von krankmachenden Mikroben, jedoch war die Annahme fester Arten erst einmal für die weitere Forschung eine sichere Grundlage.

Urzeugung - Vorläufer-Alternative zur Evolution

Urzeugung in Zusammenhang mit materiell-naturwissenschaftlichen, philosophischen und religiösen Ansichten

In der Präformationstheorie waren alle Individuen aller Organismen vorgebildet, 'präformiert'. Eine Entstehung der Organismen war dann höchstens insofern ein Problem, ob man den angenommenen Schöpfergott als Urheber anerkennen wollte.

Spontanerzeugung, Urzeugung, 'generatio aequivoca' bedeutete, daß die Materie zur unmittelbaren Hervorbringung der verschiedensten, ja aller unterschiedenen Lebewesen befähigt ist, **Urzeugung** wäre eine **der Materie "inhärente" Eigenschaft** ist, vergleichbar vielleicht wie der Entstehung von Kristallen in übersättigten Salzlösungen. Der **Materie** war es gegeben, **sich zu "organisieren"**, das heißt "Lebenseigenschaften" anzunehmen, schließlich Lebewesen hervorzubringen. Die Urzeugungs-Auffassung wurde angenommen gerade auch von **materialistischen und atheistischen** Naturforschern, denn sie machte einen Schöpfergott, die Schöpfungserzählung der Bibel wie ein weiteres göttliches Eingreifen überflüssig. Überflüssig war allerdings auch die Evolution, die Umbildung der Lebewesen von Generation zu Generation, jedenfalls die alles umfassende Evolution. Anhänger der Urzeugungslehre waren bis um 1860 gerade die "materialistischen" Naturforscher und Philosophen, so KARL VOGT und LUDWIG BÜCHNER. **Die Urzeugungs-Auffassung war eine Alternative der Evolutionsauffassung** zur Herkunft der Organismen. Vielen erschien sie seinerzeit vom naturwissenschaftlichen Standpunkt aus als alternativlos, gemäß dem "Ausschließungsprinzip", wonach es für die Organismenherkunft eben diese Erklärung von der Urzeugung gab oder keine. Die Auffassung von der Urzeugung, für uns die **Urzeugungs"hypothese"**, war **falsifizierbar**, und sie wurde falsifiziert! Es sollte zu denken geben, daß eine solche von vielen als naturwissenschaftlich-materialistisch gesehene Auffassung zur Organismenentstehung bestanden hat, in Deutschland wohl mehr als anderswo. An säkularen deutschen Universitäten wie an dem Paris Naturkundemuseum, wie es auch N. RUPKE sieht, und auch für Geologen in dem ansonsten katholischen Portugal gab es **klerikal-freie Zonen**, gab es säkulares Denken, unterstützt schon durch Premierminister POMBAL, und das viel mehr als in England und den USA. wo eine natürliche Herkunft der Lebewesen, ob nun richtig oder falsch, noch in der Mitte des 19. Jh. kaum allzu vordergründig vorgestellt werden konnte (A. CARNEIRO et al. 2013) Gewiß, noch HAECKELs fortlaufende Beschwörung für die Anerkennung der 'Abstammungslehre' zeugen von viel Orthodoxie auch in Deutschland. Aber HAECKEL hat nie anonym veröffentlichen müssen. Wer in den alten klas-

sischen englischen Unuversitäten Cambridge und Oxford studieren wollte, mußte nicht nur der anglikanischen Kirche angehören, sondern mußte auch 39 Artikel unterschreiben, um seinen Glauben zu dokumentieren. Nicht war das der Fall bei dem 18828 gegründeten University College in London und nicht in Edinburgh (M. T. LARSEN 2010, S. 214). O immerhin glückliches Großbritannien, wo es Ausweichmöglichkeiten aus einer alles umfassenden geistigen Diktatur gab und gesellschaftliche Ächtung durch bestimmte Kreise bedeutete kein Todesurteil! In England fanden sich erst um die Zeit kurz nach der Veröffentlichung von DARWINs bedeutendem Buch 1859 im Spätjahr 1864 8 bedeutende Intellektuelle zur Diskussion, in einem im sich zwischen Oktober bis Juni jeden ersten Donnerstag treffenden Club, dem X-Club, einem dining Club, um das Verhältnis zwischen neuer Wissenschaft und anglikanischer Religion zu entkrampfen (J. F. M. CLARK 2014, S. 74). Die Opponenten hatten gemeint, daß dies ein unangenehmer Import aus Deutschland wäre. Hier, wo D. F. STRAUß das 'Leben Jesu' 1835/1836 schon entkrampfthistorisch dargestellt hatte. 1846 wurde das Werk von STRAUß in Englische übersetzt (M. T. LARSEN 2010, S. 219). Als DARWIN 1882 in der Westminster Abbey begraben wurde, hatten sich die geistigen Trends in England schon gewaltig geändert.

Wurde bis in die Mitte des 19. Jh. in Deutschland auf die Urzeugung gesetzt, so begann **eine naturwissenschaftliche Erklärung der Organismenentstehung** aber nicht mit einer Deszendenztheorie, jedenfalls nicht mit einer durchgehenden, und **begann also nicht mit** Ansichten wie etwa bei **DARWIN**. Der erste weitverbreitete Versuch einer natürlichen Erklärung der Organismenentstehung war also eine **Fehlleistung**. Und religiös orientierte Forscher konnten mit der Widerlegung der Urzeugung etwa bei Pilzen erst einmal gewinnen. Damit wurde die Religion um nichts wahrer. Die biblische Schöpfungslehre wurde mit der Zurückweisung der Urzeugungslehre von den kritischen Naturforschern nun keineswegs wieder anerkannt. Aber viele **Auseinandersetzungen in Deutschland** oder auch dann bei **DARWIN** in England über die mögliche **Organismenherkunft** waren **nicht solche mit der Kirche**, sondern **mit der Urzeugungslehre** und einigen anderen Auffassungen, der Transmutationsauffassung etwa. Die Anhänger der Entstehung von Organismen, auch höherer, durch Urzeugung, **verkannten völlig die Vererbung**, ihre Notwendigkeit, verkannten die durch Vererbung bestehende **Kette aller Lebewesen**, in die nicht von außen etwas eindringen konnte.

Die Äußerungen etlicher Forscher legen nahe: **Urzeugung sollte ein der Keimeentwicklung vergleichbarer und möglicherweise durch dieselben Faktoren bestimmter Vorgang sein**, der sich nur eben in der leblosen Materie vollzieht. G. R. TREVIRANUS hatte 1803 (S. 378) geschrieben: "Wir dürfen nicht mehr zweifeln, dass eben jenes thätige Princip, welches in Aufgüssen von verwes-

lichen Substanzen eine microscopische Thier-und Pflanzenwelt bildet, nicht auch grössere und mehr zusammengesetzte Organismen sollte hervorbringen können." Durch "Erzeugung" mußten ja nicht adulte Formen entstehen, sondern zunächst Eier, wie sie jedes Reptil ablegt. Diese Eier entwickeln sich in den meisten Fällen ohne Elternpflege.

Zur Zeit der "**romantischen Naturphilosophie**" wurde Urzeugung auch mit angeblich in der Natur wirkenden, die Welt durchziehenden Prinzipien verknüpft. Nach Meinung von G. R. TREVIRANUS (1803, S. VI) manifestierten sich in der Urzeugung "Ideen" oder Prinzipien der Natur oder des Weltgeistes. J. F. KRÜGER spekulierte 1823 unter anderem, daß Kräfte aus dem großen "Weltraum" auf die Erdstoffe wirken, "welche mit der Elektrizität nahe verwandt oder wenigstens mit ihr aufs Innigste verbunden sind" (S. 15) und alles bewirken. Auch andere Autoren vermuteten in der Natur eine erzeugende, hervorbringende und bildende Kraft, und gerade "Entstehung" von Leben weise auf eine höhere Macht, eine Intelligenz, so bei C. A. AGARDH (1829, S. 292), C. G. CARUS (1823). Bei F. W. BENEKE war "Urzeugung" ein Mittel Gottes zur Erzeugung des Lebens und der Dinge (1858, S. 182/183). K. F. BURDACH führte 1810 (S. 757) die Urzeugung auf das in der Natur wirkende Prinzip zurück, daß "überall auf Steigerung der Dinge, auf Entwicklung der Natur hingearbeitet wird."

Der englische Geologe CHARLES LYELL hatte in seinem Buch "Principles of Geology ..." von 1833 zwar erwähnt, daß in der Erdgeschichte zu verschiedensten Zeiten neue Arten erschienen, immer wieder auch einmal dieselben, hatte aber offengelassen, auf welche Weise das stattfand, und diese Unbestimmtheit verärgerte den Rezensenten im deutschen Fachorgan "Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde", denn Urzeugung galt ihm als gesicherter Vorgang.

Gründe für die Wiederanerkennung der Urzeugung ab dem Ende des 18. Jahrhunderts

Im 17. Jh. schein die Annahme von Urzeugung durch REDI, VALLISNERI und andere für alle Zeiten widerlegt zu sein. Die Wiederanerkennung der Urzeugungshypothese war verbunden mit der Neubegründung der Epigenesistheorie, und beides stand in Zusammenhang mit dem Wirken von Gelehrten wie JOHN TUBERVILLE NEEDHAM, GEORGES-LOUIS LECLERC DE BUFFON, HEINRICH AUGUST WRISBERG (s. u. a. ESCHRICHT 1841). Dieser Wechsel in den theoretischen Ansichten am **Ende des 18. Jh.** kann als **Paradigmenwechsel** in der Biologie beschrieben werden. Die Ablehnung der Präformationstheorie und **Wie-**

derbegründung der Epigenesistheorie, in verschiedenen Varianten, war verknüpft mit der **Auffindung einiger vorher unbekannter oder unzureichend beachteter Lebenserscheinungen**, die für die Präformationstheorie nur schwer akzeptable "Anomalien" im Sinne von TH. S. KUHN waren. Diese Lebenserscheinungen waren:

1. Die **Regeneration**, der Ersatz von verloren gegangenen Strukturen am erwachsenen Lebewesen, Das fand zuerst, beschrieben 1744, ABRAHAM TREMBLEY am Süßwasserpolyphen (Hydra). TREMBLEY zerschnitt die vom ihm gefundenen Süßwasserpolyphen und fand, daß sie die zugefügten, auch beträchtlichen Schäden ausgleichen, sich "regenerieren". CHARLES BONNET fand bald die Regeneration von Gliedmaßen bei Teichmolchen und die Regeneration ganzer Körperabschnitte bei Ringelwürmern. Um das Phänomen der "Regeneration" in Harmonie zur Präformationstheorie zu bringen, erdachte BONNET die "Hilfshypothese", daß regenerierende Lebewesen präformierte "Reservekeimchen" enthalten, die bei Exstirpation bestimmter Strukturen aus ihrem Ruhezustand in Aktion treten.

2. **Bastardierung** wurde zur Erzeugung von Maultieren und Mauleseln durch der Kreuzung von Pferden und Eseln schon lange ausgeführt. Die bewußte **künstliche** Kreuzung von verschiedenen Pflanzenarten gelang zuerst JOSEPH GOTTLIEB KÖLREUTER (1761), wobei vor allem seine Bastarde von 2 verschiedenen Tabak (Nicotiana)-Arten Aufsehen erregten. Bastarde, so wurde ihm deutlich, vereinen in fast gleichem Ausmaß die Merkmale von beiden Elternpflanzen, also der pollenliefernden wie der samentragenden. Das widersprach der Ansicht, daß entweder nur im Ei oder in den Spermatozoen bzw. den Pollen der Keim in Miniaturform vorlag. Bastarde legten nahe, daß beim Zeugungsvorgang sich Entitäten beider Eltern vereinten, etwas wirklich Neues entstand. Auch für die Bastardierung wurde versucht, die Präformationstheorie zu retten, indem der eine Elternteil angeblich nur gewisse Modifikationen hinzufügte.

3. **Mißgeburten** boten ebenso Schwierigkeiten für die Präformation wie Regenerate, auch, wenn mechanische Deformationen präformierter Keime immerhin denkbar schienen.

4. Vor allem CASPAR FRIEDRICH WOLFF meinte, so 1774, daß die angeblich präformiert vorliegenden Keime auch bei noch so großer Kleinheit irgendwie **sichtbar** werden müßten. Aber davon konnte **keine** Rede sein.

Somit plädierten Forscher wie C. F. WOLFF und dann besonders JOHANN FRIEDRICH BLUMENBACH (1789) in Göttingen wieder für die **Epigenesistheorie**, wonach die Keime sich aus einer zunächst strukturlosen Masse entwickeln. Keimesentwicklung war demnach Strukturierung einer amorphen Substanz. So etwa hatten auch ARISTOTELES und WILLIAM HARVEY die Keimesentwick-

lung gesehen. Das große Problem der Epigenesistheorie(n) war, welche Faktoren oder "Kräfte" diese Strukturierung zustandebringen. WOLFF erdachte zur Erklärung die "vis essentialis" ('wesentliche Kraft'), BLUMENBACH 'erfand' den "**Bildungstrieb**" (1789). Man müsse den "Bildungstrieb" akzeptieren, auch wenn sein Wesen unbekannt sei, und auch ISAAC NEWTON postulierte die Gravitation, die "Schwerkraft" nur aus ihrer Wirkung, während ihr Wesen ihm unbekannt blieben. Wenn irgendwelche "Kräfte" die Keimesentwicklung bestimmen sollten, so war es offenbar nicht schwer, auch die Idee zu akzeptieren, daß Außenfaktoren die Keimesentwicklung mitbestimmen und damit außerhalb eines mütterlichen Organismus neue Lebewesen aus unstrukturierter Materie, eben durch "Urzeugung", entstehen können.

Alltägliche Urzeugung in der Gegenwart - jedenfalls für niedere Organismen

Auch in der Gegenwart sollte es für vor allem niedere Formen, jedoch auch für höhere Pflanzen ständig Urzeugung geben. Dabei entstanden **immer wieder dieselben Arten**, wie gewissermaßen von der Natur vorgegeben. Eine mehrfache, ja vielfache unabhängigen Entstehung derselben Species war dann anzunehmen.

OKEN vermißte 1805 (S. 9) in der Luft Keime, die abgestorbene Organismen bald nach dem Tod befallen und dann zersetzen. Schimmelpilze waren für OKEN daher nicht Ursache, sondern Ergebnis von Fäulnis. Ebenso argumentierte BAER, als ihm auf Nowaja Semlja, fern der Zivilisation, die Milch in einem Gefäß schimmelte und er annahm, daß kein Keim von außen hineingekommen ist. Gab es bestimmte Substrate, also bei BAER Milch, sollte alsbald Urzeugung eintreten und fern den sonstigen Verbreitungsgebiete dieser Keime diese hervorbringen. BAER (1838, S. 177) fragte auch, ob für einen Pilz, der auf Pferdehufen lebt, genügend Keime in der Luft umherschwirren, um jede Infektion eines Pferdehufes zu erklären. Pferdehufe waren für diesen Pilz so etwas wie disjunkte Areale. Beschrieben wurden auch angeblich gleichartige niedere Kryptogamen in Bergwerken der Alten und der Neuen Welt. Ein Austausch dieser niederen Gewächse über den Ozean schien unmöglich zu sein, und unabhängige Urzeugung in jedem Teile der Welt sollte sie hervorgebracht haben. Der Jenaer Botaniker FRIEDRICH SIEGMUND VOIGT beschrieb 1817, wie bei einer neerbauten Wassermühle bei Jena auf dem vom Wasser bespritzten Dach sich alsbald Flechten ansiedelten. Da Flechten nach damaliger Ansicht keine Fortpflanzungskörper besitzen sollten, galten auch sie als Ergebnis einer Urzeugung, stattgefunden auf dem nassen Dach. Auch für Pilze sollte Urzeugung gelten.



Abbildung 15: Porling am Baum. Woher?.

Auch wenn an neu gebildeten spezifischen Standorten bestimmte **höhere Pflanzen** auftraten, wurde das nicht auf Samenanflug zurückgeführt, sondern sollten sie durch Urzeugung ins Leben getreten sein. Es wurde beschrieben, wie an neu erschlossenen **Salzquellen** im Binnenland bald salzliebende Pflanzen, Halophyten, vor allem der Queller (*Salicornia europaea*), auftraten. Von irgendwelchen weiter entfernten Vorkommen des Quellers sollten Samen nicht herbeikommen können. Es gab fernerhin Arten, die regelmäßig nach Waldbränden auf den aschereichen **Brandflächen** erschienen (G: R. TREVIRANUS 1803, S. 363 ff., F. S. VOIGT 1817). Zu diesen Gewächsen gehörten Morcheln, aber auch einige Kreuz- und Korbblütler / *Senecio*. Der Mannheimer Arzt und Botaniker FRIEDRICH KASIMIR MEDICUS (1803) war dabei der Überzeugung gewesen, daß Waldbrand alle Pflanzensamen auch im Erdboden abgetötet hatte und an Samenanflug zu den frischen Brandflächen auch nicht zu denken war (auch K. F. BURDACH 1826). So schien auf Brandflächen nur Urzeugung neue Pflanzen hervorzubringen. G. R. TREVIRANUS erörterte 1803(S. 363) dazu, daß in dem Ruinen der 1666 größtenteils abgebrannten englischen Hauptstadt London "plötzlich massenweise "Erysimum latifolium majus glabrum Bauhine" wuchs, ein später *Erysimum cheiranthoides* L. genannter Kreuzblütler. Und diese Pflanzen erschien ab 1945 massenweise auf den Trümmern von Dresden und ließ die Schuttberge zusammen mit *Oenothera* in Gelb leuchten.

Unter den Tieren schienen vor allem **Innenparasiten** durch Spontanzeugung in

den befallenen Wirtstieren zu sprechen. Das galt etwa für die **Eingeweidewürmer**. Argumente für das Eindringen von außen, die es schon im späten 18. Jh. gab, konnten nur indirekte Argumente sein solange nicht der Entwicklungszyklus eines solchen Wurmes geklärt war. Die bedeutenden Erforscher der Eingeweidewürmer in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh., welche die Vielfalt der Arten erkundeten, so in Wien JOHANN FRIEDRICH BREMSER (V. STAGL et al. 2012, S. 139 ff.), führten sie auf Urzeugung zurück, ja man sah in diesen Würmern besonders beweisende Zeugnisse für Sponatnzeugung. Gegen die Annahme, daß die Eingeweidewürmer von außen eingedrungene sonst freilebende Würmer sind, sprach die Spezifität der Eingeweidewürmer und BREMSER kannte sich in der Art-Unterscheidung aus. Daß Fleischfresser öfter als Pflanzenfresser von Eingeweidewürmern befallen sind, sollte mit den andersartigen Säften im feischfressenden Tier verbunden sein (S. 145). Die einmal in einem Wirtstier entstandenen Eingeweidewürmer sollten sich dann innerhalb des Wirtes auch geschlechtlich vermehren können und damit waren die Fortpflanzungsgorgane erklärt. Es wurde angeführt, daß sie sogar in jungen, noch ungeborenen Tieren auftreten, aber nicht von der Mutter stammen sollten (vgl. ESCHRICHT 1841). Noch bis fast in die Mitte des 19. Jh. hielt man die Spermien in der Samenflüssigkeit für parasitische Würmer.

Selbst **Fische** in länger ausgetrockneten und dann wieder mit Wasser gefüllten Tümpeln wurden auf Urzeugung zurückgeführt. K. F. BURDACH (1826) hielt jedenfalls die Zufuhr von Eiern für unwahrscheinlich.

Die "Priestleysche grüne Materie - Urzeugung überall und immerfort

Viel erörtert wurde die "**Priestleysche grüne Materie**" (G. F. MÄRKLIN 1823), jene grüne Algenwatte, vorzüglich aus Jochalgen (Conjugata), die in den ersten warmen Frühlingstagen an der Oberfläche von stehenden Gewässern, vor allem auch kleinen Tümpeln, erscheint oder auch in Brunnen auftaucht. Der lange in Wien tätige Mediziner und Naturforscher JAN INGENHOUSZ (s. 1784) widmete der "Priestleyschen grünen Materie" eine wichtige Abhandlung, konnte er doch gerade an ihr die Bildung von "dephlogistierten Luft", dem Sauerstoff der LAVOISIERschen Chemie, im Sonnenschein nachweisen. Der nach einer Erdumseglung als Gast auf einem englischen Schiff an der Universität Berlin angestellte FRANZ JULIUS FERDINAND MEYEN schrieb 1827 (S. 389) über die "Priestleysche grüne Materie": "Nicht leicht kennt man einen andern Gegenstand in dem grossen Reiche der Naturwissenschaften, dessen genaue Kenntnisse für die Physiologie von so hoher Wichtigkeit wäre, als die der sogenannten Priestleyschen grünen Materie."



Abbildung 16: 'Priestleysche Grüne Materie', Jochalgen.

K. F. BURDACH nannte die Priestleysche grüne Materie ein "kryptorganisches Wesen" und betrachtete sie als die zuerst entstandene und noch immer wieder entstehende Pflanzenmaterie, von noch unvollendeter "Individualität" (1810, S. 797). Leben an sich und individualisiertes Leben waren bei BURDACH also zweierlei. Auch der Botaniker CHRISTIAN GOTTFRIED NEES von ESENBECK sah in der "Priestleyschen grünen Materie" das Urprinzip der Pflanzenbildung (1814, S. 1), das eventuell sogar aus Brunnenwasser entsteht.

Urzeugung und Epidemiologie

In der Humanmedizin hielten sich Urzeugungsdeutungen namentlich im Zusammenhang mit Parasiten und Epidemien. Daß Epidemien mit lebenden winzigen Erregern verbunden sind, war in der Mitte des 19. Jh. nur eine der Erklärungen für das Zustandekommen von Epidemien und manche Mediziner rechneten mit "Miasmen", unbestimmten Dämpfen, die mit Sumpf und Verwesung in Zusammenhang standen.

Wurden **Erreger** ins Spiel gebracht, so betrachtete man sie, gerade auch bei Pflanzenkrankheiten (B. WEHNELT 1943), als "**Afterorganismen**", die nicht Ursache von Krankheit waren, sondern deren Folge, weil auf oder in einem erkrankten Organismus Urzeugung stattfinden sollte.

Für Menschen erörterte 1846 der damals noch junge dänische Mediziner LUDWIG PANUM anlässlich einer Masern - Epidemie auf den Faröer - Inseln eine eventuelle Selbstentstehung der Seuche. Aber er glaubte dann auch, durch Isolierung der



Abbildung 17: Jochalgen im Brunnen. Woher?.

Betroffenen "der Krankheit die Thür verschließen" zu können. Er erörterte, ob durch zeitweilige Wetterbedingungen oder Lebensumstände vielleicht nur bei wenigen Menschen die Keime von selbst entstanden und dann auf andere übertragen wurden. Eine Isolierung schützte immerhin jene, in denen die Keime nicht entstanden.

Urzeugung als Erklärung für das Auftreten immer neuer Formen in der Erdgeschichte - Urzeugung in der Paläontologie

Daß im Verlaufe der Erdgeschichte immer wieder neue Formen auftraten, war um 1830 offensichtlich. Nur weniger Geologen wie LYELL mit seinem Uniformitaismus bezweifelten das. Eine natürliche Erklärung für das Auftreten neuer Formen in der Erdgeschichte und hier auch höchster Formen schien durch "**Urzeugung**" / **generatio spontanea** (s. a. J. FARLEY 1974) möglich zu sein. Es wurde nicht unbedingt gemeint, daß etwa ein erwachsener fertiger Saurier "spontan" entstanden aus Schlamm emporstieg. Spontan, elternlos, sollten entstehen können die Eier der verschiedenen Formen. Viele Reptilien, Krokodile oder Schildkröten, legen ihre Eier sowieso in Schlamm. Warum sollte der Schlamm nicht auch Eier ausbrüten, die nicht von einem Elterntier abgelegt worden waren. Wenn R. TOELLNER darlegte, daß im 18. Jh. LAZZARO SPALLANZANI eher durch "Vernunftgründe" als durch experimentelle Belege sich veranlaßt sah, an der zunehmend bezweifelten Präformationstheorie festzuhalten, so wurde in der Zeit danach die Urzeugung

ebenso stark durch Vernunft - und Erklärungsgründe gestützt. Mit der Erwartung, daß es Urzeugung gibt, war es beim seinerzeitigen Stand der Experimentiertechnik nicht schwierig, angebliche experimentelle Belege für Urzeugung beizubringen.

Für Urzeugung in der Erdgeschichte gab es manches, was besondere Erklärung und, man kann sagen in Gestalt von Hilfhypothesen, auch bekam. Dabei wurde übersehen: In der Vergangenheit andere "Kräfte" (Faktoren) als in der Gegenwart anzunehmen, war allerdings "anaktualistisch", war "exzeptionell", entsprach nicht dem sich immer mehr durchsetzenden Aktualismus (Uniformitarismus) LYELLS in der Paläontologie.

1. Urzeugung sollte **nicht in jeder Periode** der Erdgeschichte **in gleichem Ausmaß** stattgefunden haben. Es sollte Perioden mit verstärkter Urzeugung gegeben haben, was die offensichtlichen Sprünge in der Organismenfolge erklärte, ja sogar mit der "Katastrophentheorie" vereinbar war, wenn man an rasche Urzeugung nach einer Katastrophe dachte. Der führende österreichische Botaniker und Phytopaläontologe FRANZ UNGER meinte 1841 (S. VII), daß gerade die erdgeschichtliche Gegenwart eine Periode der Ruhe ist und zur Zeit nur ganz niedere Organismen auf dem Wege der "generatio aequivoca" entstehen, was fehlende gegenwärtige Beobachtungen der Urzeugung verständlich machte. Der Pathologe RUDOLF VIRCHOW schrieb 1856 (S. 25): "Es ist damit keineswegs gesagt, dass die Perioden der Schöpfung geschlossen sind oder dass es der Forschung der mechanischen Wissenschaften niemals gelingen werde, diese ungewöhnlichen Bedingungen im kleinen Masstabe willkürlich zu setzen, wirklich einmal produktiv zu werden und Eiweiss, Stärke oder Fett zu "machen" - wobei des letztere nun allerdings keine Organismenentstehung war und der Chemie gelang (s. a. R. VIRCHOW 1856 b). Die Möglichkeit von mehr Urzeugung sollte also wiederkehren können.

2. Die Natur sollte gerade **in vergangenen Erdperioden** grundsätzlich **befähigter zur Urzeugung** gewesen sein als in der Gegenwart, Neuentstehung von Formen war also eine im wesentlichen abgeschlossene Sache. Einst sollten auch Arten auf dem Wege der Urzeugung entstanden sein, die sich rezent ausschließlich durch Elternzeugung, also sexuell, vermehren (C. A. AGARDH 1837, S. 502; K. E. v. BAER 1827, S. 278, 290; 1876, S. 430; K. F. BURDACH 1837, S. 727; G. R. TREVIRANUS 1803, 2. Band, S. 377; 3. Band, S. 37; F: UNGER 1841). Der Hallenser Botaniker KURT POLYKARP JOACHIM SPRENGEL meinte 1812 gar, daß fossile Farne deshalb im Unterschied zu heutigen niemals "Früchte" aufweisen, weil sie einst immer durch Urzeugung neu entstehen konnten, "Früchte" damit einst überflüssig waren. K. F. BURDACH dachte 1837 (S. 727), daß in der Jugendzeit des Planeten Erde, "bei einer die jetzige weit übersteigenden, aus ihm selbst entwickelten Wärme und bei einem lebendigeren Ineinandergreifen der

Elemente die Erde 'hinreichend Bildungskraft' besaß, um aus dem unorganischen Dasein lebende Wesen aller Ordnungen hervorzurufen." BURDACH schrieb von "überschwenglicher Bildungskraft" jener Zeit, welche die gewaltigen "Saurier" ins Leben treten ließ.

3. Andere Forscher meinten allerdings, daß von den ältesten Zeiten an und mit jeder neuen Periode der Erdgeschichte **die "schaffende Kraft" der Natur an Intensität zulegte**, was die "Progression", den "Fortschritt" in der Organismenwelt von den älteren zu den jüngeren Epochen erklärt (F. UNGER 1841, S. VII).

3. Urzeugung sollte auf jeden Fall auch **heute nicht mehr durch Urzeugung entstehende Formen hervorgebracht** haben

4. Da manche Tiergruppen schon fossil nur in bestimmten Regionen der Erde, etwa nur in Australien oder Südamerika, nachgewiesen werden konnten, wurde **schon für die Vergangenheit eine regional unterschiedliche Fähigkeit zur Urzeugung** angenommen, so von AUGUST FRIEDRICH SCHWEIGGER 1820 (S. 291), also die Paläontologie mit der Biogeographie mit ihren Endemismen verbunden.

Eine offene Frage war, ob in der Gegenwart auch völlig neue, bisher nirgendwo auf der Erde vorhandene oder vorhanden gewesene Arten in Existenz treten (C.A. AGARDH 1829, F.P. GRUITHUISEN 1821, TH: HARTIG 1833, CHR. F. HORN-SCHUCH 1821, F. T. KÜTZING 1844, F. F. MEYEN 1829).

Biogeographie und Urzeugung: Disjunkte Areale

In der Biogeographie durchdrangen sich auf die Vergangenheit und auf die Gegenwart bezogene Argumente zugunsten der Urzeugung. Bestimmend für viele Aussagen aus der Biogeographie in der ersten Hälfte des 19. Jh. war, daß **die gegenwärtige Verteilung der Arten auf der Erde als weitgehend stabil** galt und Möglichkeiten einer **Ausbreitung der Organismen enorm unterschätzt** wurden, eine Prämisse, die manches in dem Theoriengebäude der Biologie bestimmende Prämisse. Für niedere Pflanzen waren teilweise im 18. Jh. etwa durch CARL von LINNE Fortpflanzungskörper angenommen und dann im 19. Jh. dennoch wieder bezweifelt worden, womit auch ihre Verbreitungsmöglichkeiten in Zweifel kamen.

Urzeugung legten vor allem die **disjunkten Areale** nahe, ob solche von Spezies oder Gattungen. Von "disjunkt" wird gesprochen, wenn ein Art oder Gattung oder auch höhere taxonomische Einheit in räumlich weit voneinander getrennten Territorien lebt, also kein einheitliches Areal hat (obwohl der Terminus dann immer

noch benutzt wird). Solche "Areale" können sogar durch Ozeane in "Teilareale" geschieden sein. Gemsen etwa leben in durch weite Flächländer getrennten Hochgebirgen, und ein Austausch zwischen den Teilarealen erfolgt gegenwärtig kaum. Die Art oder Gattung sollte **in ihren** verschiedenen **Teilarealen** jeweils **autochthon**, damit also mehrfach, unabhängig voneinander, entstanden sein. Das sollte der Evolution widersprechen. Denn hätte eine solche stattgefunden, dann hätte für die Art oder Gattung in jedem Teilareal bei dem behaupteten fehlenden Austausch eine völlig parallele Evolution vonstatten gehen müssen, und das aus vielleicht gar gleichen Ausgangsformen und über viele Stadien hinweg, um zu den rezenten gleichartigen Formen zu kommen. Das erschien ziemlich unwahrscheinlich zu sein und die Urzeugung unter ähnlichen Bedingungen überzeugte mehr.

Biogeographie und Urzeugung: Endemismen

Endemismen, endemische Arten, auf beschränkte, oft isolierte Areale, das heißt etwa auf einzelne Inseln wie Madagaskar oder einzelne Kontinente wie Australien oder Süd-Amerika beschränkte Arten, sollten auf regional spezifische Bedingungen für spezifische Urzeugungsvorgänge weisen. Wenn an spezifischen Standorten, so an Salzquellen oder auf Brandflächen, stets dieselben Spezies erschienen, galt das auch als Beweis für die **Entstehung gleicher Organismen unter gleichartigen Bedingungen** in vergangenen Tagen mit dem Hervorbringen der Endemismen.

Umwelt-Unabhängigkeit endemischer Sippen/Taxa

Gab es also eigene Schöpfungszentren, welche zu endemischen Formen führten, so gab es dabei auch das Problem, daß in gleichartig wirkender Umwelt viele gleiche oder sich ähnelnde Lebensformtypen vorkamen, aber sie oft verschiedenen Arten oder gar höheren taxonmischen Kategorien, bis hin zu Ordnungen, angehörten. Dann schuf gleiche Umwelt also nicht gleiche Taxa. Dem zweiten britischen Begründer der Evolutionstheorie A. R. WALLACE war das in den 1850-er-Jahren zum Bewußtsein gekommen, die "many different species over the world in similar climates", so auch beim Vergleich von St. Helena und den Galapagos-Inseln (H. L. Mc KINNEY 1972, S. 36) oder dann auch gesehen für ähnliche Klimaregionen in Australien und in der Alten Welt. Der einst führende und gegenüber DARWIN kritisch gebliebene Pflanzenökologe AUGUST GRISEBACH, Göttingen, formulierte 1872 (S. 3): "Wäre die Entstehung der einzelnen Pflanzen nur von den Bedingungen abhängig gewesen, die gegenwärtig ihre räumliche Anordnung beeinflussen, so müssten wir in entfernten Ländern" – gemeint waren klimatisch ähnliche – "oft

dieselben Organisationen" – gemeint hier offensichtlich Taxa, nicht 'Physiognomie' - wiederfinden." Nur die Geschichte, die geologischen Verbindungen und Trennungen konnten das erklären.

Die Umwelt leistet viel - Außenfaktoren beeinflussen die entstehenden Formen

Was durch Generation spontanea einst entstand oder noch heute entsteht, welche Spezies erscheinen, sollte unter dem Einfluß von Außenfaktoren oder der beteiligten Substanzen zustandekommen, entstand also unter **Determinierung durch exogene Faktoren**. Ihre Verschiedenheit in unterschiedlichen Erdperioden oder in verschiedenen Erdregionen wurde, wie schon mehrfach dargelegt, die Unterschiede in den Ergebnissen der Urzeugung zu erklären.

GOTTFRIED REINHOLD TREVIRANUS (1803, 1805), Professor am Bremer Lyzeum und einer der ersten Naturforscher, die den Terminus "Biologie" benutzten, äußerte sich 1803 und 1805 detailliert dazu. Im 2. Band seines Werkes "Biologie oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforscher und Ärzte" (1803, S. 403) meinte TREVIRANUS, "dass in der ganzen Natur eine stets wirksame, absolut indecomposable und unzerstörbare Materie vorhanden ist, wodurch alles Lebende von der Byssus bis zu den Meerungeheuern Leben besitzt, und welche, obgleich unveränderlich ihrem Wesen, doch veränderlich ihrer Gestalt nach, unaufhörlich ihre Formen wechselt." Er meinte weiterhin, daß "diese Materie an sich formlos und jeder Form des Lebens fähig ist, dass sie nur durch den Einfluß äusserer Ursachen eine bestimmte Gestalt erhält, nur bey der fortdauernden Einwirkung jener Ursachen in dieser verharret, und eine andere Form annimmt, so bald andere Kräfte auf sie wirken."

Zahlreich waren die Äußerungen über die Rolle **beteiligter Stoffe** (F. G. GRUITHUISEN 1809, A. KOELLE 1827). Nach A. F. SCHWEIGGER sollte sich der "Bildungstrieb" in verschiedenartigen Substanzen unterschiedlich äußern (1820, S. 289). Der mögliche **Einfluß "physikalischer" Kräfte** auf die Urzeugung wurde von C. G. CARUS 1823, F. P. GRUITHUISEN 1809, FRIEDRICH MECKEL 1821, L. OKEN 1805, G. R. TREVIRANUS 1803 angenommen. BAER beschrieb 1827 (S. 644 ff.) die Infusorienbildung im Wasser, wenn dieses angeblich unter dem Einfluß der allgemeinen tellurischen Kräfte steht. Die Infusorienbildung begänne dann mit einem dünnen Schleim und würde durch organische Stoffe im Wasser beschleunigt werden. G. R. TREVIRANUS hatte es schließlich sogar für möglich gehalten (1803, S. 435), die spezifischen Bedingungen für die Urzeugung jeder durch generatio aequivoca entstehenden Spezies zu ermitteln. Er meinte: "Entspricht je-

dem dieser verschiedenen Verhältnisse bey gleichen materiellen Bedingungen ein eigenes lebendes Gebilde, was bedarf es denn weiter noch, als blos dieser materiellen Bedingungen, um alle ursprüngliche Mannichfaltigkeit der lebenden Natur zu erklären.“

Sogar Einzelheiten von Urzeugung vermeinte der phantasievolle Begründer einer frühen Deszendenztheorie LAMARCK zu kennen. 1809 meinte er (S. 276), daß "ein feines, durchdringendes, mehr oder weniger ausdehnendes Fluidum", in den Eigenschaften ähnlich dem nach seiner Ansicht die befruchtenden Dämpfe bildendem Fluidum auf der Erde verbreitet ist und Urzeugung bewirkt. F. UNGER schrieb 1833 (S. 78(79): "Ist die Lebensquelle bereits versiegt und die Pflanze den Reproduktionsprozessen hingegeben, so können es nur die allgemeinen, jeder Materie innewohnenden oder in diese sich fortsetzenden kosmischen Kräfte seyn, welche aus den Elementen des zerfallenden Organismus neues Leben, neue Gestaltungen hervorrufen.“

Auch als die Urzeugungs-Auffassung aufgegeben war, haben manche Biologen **noch mit viel Wirkung durch die Umwelt** gerechnet. Das war wohl wenigstens teilweise ein Erbe der Urzeugungszeit. Selbst 1883 erörterte der Bonner Physiologe EDUARD PFLÜGER, vielleicht nicht mehr ganz ernsthaft, ob nicht Außenfaktoren darüber entscheiden, welche Spezies aus einem Ei hervorgeht. Die weitgehende "Autonomie" des Lebens, die Formgestaltung unter Einfluß der Erbfaktoren, des "Keimplasma", mußte also noch entdeckt werden. Direkte Umweltwirkung spielte denn auch in den begründeteren Evolutionsvorstellungen nach 1859 noch eine beträchtliche Rolle.

Für die Urzeugung geeignete Substanzen: nur organische oder auch anorganische?

Verbreitet war auch die Ansicht, daß **nur** die aus **absterbenden oder abgestorbenen Organismen** stammende Materie Grundlage für Urzeugung sein kann.

Eine originelle Ansicht vertrat 1805 LORENZ OKEN. "Infusorien" waren für OKEN so etwas wie "Elementarkörper" aller Lebewesen. Höhere Organismen, also die "Vielzeller" späterer Ansicht, sollten aus zahlreichen "Infusorien" bestehen. Zerfielen höhere Organismen, vor allem nach dem Tode, wurden die "Infusorien" freigesetzt. Spermienbildung während des Lebens war beginnende Infusorien - Freisetzung in einem noch prächtig lebenden, aber schon in der Reife seines Daseins angekommenen und damit sich seiner Zersetzung näherndem Lebewesen (kritisch s. A. F. SCHWEIGGER 1820, S. 272 ff.). Die aus absterbenden oder abgestorbenen Lebewesen freigesetzten Infusorien sollten in neue Kombinationen eintreten

und somit, in Urzeugung, neue Formen, niedrige meistens, hervorbringen. Bei K. F. BURDACH ist 1837 (S. 726, & 628) zu lesen: "Wenn man eine abgestorbene organische Substanz mit Wasser übergießt, so entsteht beim Zutritt von Luft und bei hinreichender Wärme eine zähe, formlose Masse, aus welcher dann mikroskopische Thierchen oder Pflanzen sich entwickeln, und die man Urschleim nennt: der Keim aller Thiere, wie auch des Menschen, erscheint als eine ähnliche Masse."

Eine heutige Urzeugung aus **anorganischen Stoffen** hielten nur wenige Naturforscher in der ersten Hälfte des 19. Jh. für möglich. Aber die ältesten Gesteine der Erdrinde zeigten keine Lebensspuren. Wurde eine natürliche Entstehung des Lebens auf der Erde angenommen, mußte Leben nach damaliger Vorstellung also von anorganischer Substanz ausgegangen sei

Der Münchener Zoologe JOHANN BAPTIST von SPIX nannte 1811 die Urzeugung aus anorganischen Stoffen "**Generatio spontanea**", die aus organischer Materie "**Generatio aequivoca**". BAER meinte jedoch etwa 1838 (S. 228), daß der Übergang von unorganischer in "organisierte" (also lebende) Materie wohl noch langsamer erfolgte als der von organischer Substanz aus, "wenn ein solcher Übergang irgend stattfindet!" Am Anfang des Lebens habe dieser Übergang aber wohl stattgefunden., wie auch SCHWEIGGER (1820, S. 272 / 273) und der Heidelberger Anatom FRIEDRICH TIEDEMANN (1830, S.101) begründeten. Entstehung von Lebewesen aus anorganischer Substanz auch in der Gegenwart vermuteten der Algenforscher FRIEDRICH TRAUGOTT KÜTZING (1844, S. 358) sowie der Hallenser Botaniker K. SPRENGEL (1812, S. 43). Nach Ansicht von K. P. J. SPRENGEL ging an Felsen herabfließendes geschmolzenes Schneewasser in pflanzliche Byssus-Fäden über. Nach TREVIRANUS sollten Farne aus anorganischem Material entstehen, weil sie in Steinritzen ohne Erde wachsen würden.

FRIEDRICH WÖHLERS vielzitiertes Experiment von 1829, Harnstoff aus einfacheren Kohlenstoff-Verbindungen zu erzeugen, hatte viele Forscher nicht davon überzeugt, die Entstehung organischer Stoffe aus anorganischen als Allgemeinerscheinung anzusehen, mit Recht. Aber der Physiologe ARNOLD ADOLPH BERTHOLD (1. Theil, S. 93) führte das Experiment WÖHLERS 1837 als Beispiel dafür an, wie die Neuentstehung von Lebewesen aus anorganischen Stoffen auch verständlich wird. Der Mediziner FRIEDRICH WILHELM BENEKE rechnete 1858 schon mit etwas ähnlichen wie einer - modern ausgedrückt - "chemischen Evolution", denn je nach Temperatur-und Druck-Verhältnissen sollten auf der Erde verschiedene anorganische Verbindungen entstanden sein und aus ihnen je nach Umständen auch organische.

Die Ablehnung einer Urzeugung aus anorganischen Substanzen hing auch zusammen mit dem am Anfang des 19. Jh. verbreiteten Konzept, daß **anorganische**

und organische Materie scharf getrennt sind und sich nicht ineinander umwandeln (vgl. L. OKEN 1805, K. A. RUDOLPHI 1821, F. TIEDEMANN 1808, G. R. TREVIRANUS 1803, 1805). Die beiden als wesensverschieden betrachteten Arten von Materie sollten jede für sich in ihrer Masse konstant sein. Es galt demnach sowohl für die anorganische wie für die organische Materie unabhängig voneinander das Gesetz von der Erhaltung der Masse. Lebensentstehung auch durch "Urzeugung" war dann an organische Substanz gebunden. Für nicht in der lebenden Natur vorkommende Kohlenstoff-Verbindungen wurde der Terminus "organisch" übrigens erst nach der Mitte des 19. Jh. benutzt und entstand erst damit die "organische Chemie" im modernen Sinne.

Urzeugung experimentell

Als wichtiger Beweis für rezente Urzeugung galten **Experimente**. Daß Gefäße für Urzeugungs - Versuche sicher verschlossen sein müssen, um den Zutritt von bereits existierenden Keimen zu verhindern, wurde wohl bedacht (A. A. BERTHOLD 1837, 1. Theil, S. 551; F. P. v. GRUITHUISEN 1809). Aber die Winzigkeit und Allgegenwart der Keime wurde, wie man später erkannte, enorm unterschätzt, und es gab immer wieder Verunreinigung.

Widerlegung der Urzeugungsauffassung vor allem in der Mitte des 19. Jahrhunderts

Skepsis an der Urzeugung aus offenbar weltanschaulich-religiösen Motiven

Einige jener Forscher, die im 19. Jh. entscheidende, gerade experimentelle und damit überzeugende Beweise erbrachten, um die "Urzeugung" zu **widerlegen**, waren wohl nicht ohne Grund solche, die sich zu christlichen Religion bekannten. Es mußte im "erkenntnisleitenden Interesse" eines religiösen Menschen liegen, der Materie abzusprechen, daß sie von sich aus, durch "Urzeugung" allein, Lebewesen hervorbringt. Damit wurde "Schöpfung" nicht bewiesen, aber die Frage der Neuentstehung von Lebewesen war wieder offen. eher diskutabel. Gewiß ist die Zahl der Fälle zu klein, um die Beziehung von religiöser Überzeugung und der Abneigung gegen Urzeugung statistisch abzusichern, aber bedeutende Namen legen hierfür eine Beziehung nahe, so der gute Katholik THEODOR SCHWANN, der Protozoenforscher CHRISTIAN GOTTFRIED EHRENBERG, der Mikrobiologe LOUIS PASTEUR. Der Katholik L. PASTEUR meinte 1864 (s. 1964, S. 1479 in einem

Vortrag über seine Befunde gegen die Urzeugung: "Welchen Triumph könnte der Materialismus davontragen, wenn bewiesen würde, daß die Materie - deren Kräfte schon gut bekannt sind - sich organisieren könnte und wenn sie Leben erzeugen könnte. ...Warum sollte man die Vorstellung über die Schöpfung der Welt noch aufrechterhalten?" Aber es gab eben keine Selbsterzeugung, selbst nicht für Mikroben. Als nicht experimentell über Urzeugung arbeitende Gelehrte äußerten sich ähnlich 1842 GEORG FRIEDRICH MÜLLER in dem Buche "Die Entstehung des Menschengeschlechts" und 1855 KARL CÄSAR VON LEONHARD. Nach LEONHARD sprach 1855 die immer deutlicher werdende Nichtexistenz der Urzeugung sogar für die Richtigkeit der Schöpfungslehre (S. 269 ff.).

Mit Zweifeln durchmischte Diskussion über die Urzeugung in der Mitte des 19. Jahrhunderts

Auch als in der Mitte in der Mitte des 19. Jh. die Skepsis gegenüber der Urzeugung stieg, gab es etliche Befunde, die allerdings selbst die Gegner der generatio aequivoca noch einmal an diese denken ließ. Der führende Physiologe JOHANNES MÜLLER (1852) von der Universität Berlin fand zu Anfang der 50er Jahre des 19. Jh. bei Triest an der Adria in einer Holothurie, der *Synapta digitata*, neben den arteigenen Holothurien-Eiern Schnecken und Schneckenlaich, dessen Zutritt von außen er bezweifelte. Noch einmal blitzte ihm der Gedanke an Urzeugung, hier einer Art auf einer ganz anderen Art, auf, aber er bemerkte schließlich (1852, S. 24): "Wir kennen bis jetzt keine einzige haltbare Beobachtung von primitiver Zeugung in der actualen Welt, weder ausser den organischen Körpern noch in ihnen." Für die erdgeschichtliche Vergangenheit, außerhalb der "actualen Welt" gelegen, wurde Urzeugung auch von J. MÜLLER nicht bezweifelt.

Ebenso erörterte der Breslauer Botaniker FERDINAND COHN 1855 noch einmal Urzeugung, als er der Ursache des Todes vieler Stubenfliegen im Herbst nachging. Die wie bepudert erscheinenden Fliegen starben, wie COHN erkannte, an einer Infektion mit dem zu den Entomophthoraceae gehörenden niederen Pilz *Empusa muscae*. Es gelang dem erfahrenen Kryptogamenforscher COHN jedoch damals nicht, Fliegen mit *Empusa muscae* zu infizieren. Stach COHN mit einer feinen Nadel *Empusa*-Sporen in den Thorax oder in die Bauchhöhle von Fliegen, dann erkrankten sie ebensowenig wie 10 zumindestens äußerlich gesunde Fliegen, die COHN Mitte Dezember in eine Schachtel mit 100 an der *Empusa*-Infektion gestorbenen Fliegen einsperrte. COHN schrieb 1855 (S. 334): "Die absoluten Gegner der Generatio aequivoca - und ich gestehe, dass ich selbst bisher zu diesen gehört habe - werden es a priori für unmöglich erklären, dass ein Pilz nicht aus Sporen, sondern aus einer thierischen Flüssigkeit durch freie Zellbildung entstehe." Das letztere schi-

en hier stattzufinden. Später erkannte COHN, daß die Infektiosität der Fliegen mit Empusa von der Jahreszeit abhängt und nicht jederzeit gelingt. Die Untersuchungen aber zeigen, wie schwierig es sein konnte, Urzeugung jederzeit mit Sicherheit zu widerlegen (Vgl. B. HOPPE 1993).

Abwendung von den bisherigen Vorstellungen über Urzeugung

Die **Ablehnung der Urzeugung** geschah **nicht für alle Organismengruppen gleichzeitig**, sondern die Widerlegung der Urzeugung für eine bestimmte Gruppe wurde oft nicht als generelle Widerlegung für alle anderen Lebewesen betrachtet. Das war logisch berechtigt, denn die Allgemeingültigkeit der Phänomene des Lebens mußte induktiv erschlossen werden, konnte nicht Ergebnis deduktiver Schlußfolgerung sein. Am längsten hielt sich die Annahme einer Urzeugung für Mikroorganismen. Im einzelnen bezweifelte FRANZ PAULA von SCHRANK 1823 die Urzeugung - und die Transformation - für die meisten Algen, meinte jedoch weiterhin, daß manche Grünalgen-Flocken spontan entstehen. Bewies EHRENBURG auch die Vermehrung mancher Pilze durch Sporen, wollte er das nicht unbedingt schon für alle Pilze gelten lassen, erwartete 1820 nur: "Mein Bestreben war seit einiger Zeit: die Grenze der Generatio aequivoca oder die Erzeugung organischer Körper aus anorganischen oder erstorbenen Stoffen zur eigenen Belehrung zu beobachten." Also: Nicht alle Urzeugung, nur die mögliche "Grenze" stand zur Debatte. Auch, wenn EHRENBURG feststellte, daß ihm noch "nie ... ein Pilz vorgekommen, dessen Entstehung" er "hätte nothwendig der Einwirkung einer Generatio aequivoca zuschreiben müssen...", so war ihm bewußt, daß sich aus dieser Erfahrung kein Schluß auf alle Fälle ziehen ließ.

Etliche Einsichten und **Argumente** wurden **gegen** die Urzeugungs-Auffassung entwickelt.

1. Mit verbesserten Mikroskopen wurde der **strukturierte Feinbau** auch der kleinsten Lebewesen deutlich, etwa durch EHRENBURG. womit Urzeugung etwa der Protozoen unwahrscheinlich erschien (C. G. EHRENBURG 1830). Allerdings wurde auch eingewandt, daß ein komplizierterer Bau eines Lebewesens nicht a priori gegen Urzeugung angeführt werden kann, da sich die Natur die Grenzen ihrer Möglichkeiten auch für die Urzeugung nicht "vorschreiben" läßt. EHRENBURG hat die Protozoen ansonsten nicht als "Einzeller" anerkannt und sah in ihren Vakuolen Verdauungs- und Ausscheidungsorgane, die er mit denen höherer Lebewesen verglich.

2. Nachgewiesen wurde eine viel **stärkere Ausbreitungsmöglichkeiten** vieler



Abbildung 18: Keine Urzeugung für Pilze: EHRENBURG. Delitzsch.

Organismen als lange angenommen wurde, höherer wie vor allem auch der niederen. Das machte Mehrfachentstehung einer Spezies an verschiedenen Orten unnötig, denn eine Art konnte sich von einem Ort aus weiter ausbreiten, viel weiter sogar, als bisher gedacht. Für das scheinbar plötzliche unvermittelte Auftreten von bestimmten Pflanzenarten auf Waldlichtungen sprachen schon die Beobachtungen von oft in der Natur gewesenen Botanikern. OTTO SENDTNER, München, schrieb 1854 (S. 572): "Es ist auch nicht nöthig zur Annahme einer Urzeugung unsere Zuflucht zu nehmen, wenn man die Mittel zur Verbreitung des Samens in Erwägung bringt ... " Etwa "Winde, welche die beflügelten Pappusfrüchte der Compositen ... die Nabelschöpfe der Weidenrösleinsamen leicht hundert Meter weit über Berg und Thal tragen kann ::" Das erkläre dann auch die Gleichartigkeit der Pflanzenwelt einer Lichtung wie die nunmehrige weite Verbreitung des "früher in Europa" nicht beobachteten *Erigeron canadensis*, des Kanadischen Berufskrautes.

Die Ausbreitung **niederer Organismen** sollte geklärt werden durch die Untersuchung von **Staub** auf Türmen, Bergen, ja auf Schiffen fern der Küste unter dem Mikroskop. Da wurde denn manches in dem Staub gesehen oder konnte aus ihm herangezüchtet werden. CH. DARWIN sammelte im Januar 1832 (1846/1878) auf dem Schiffe "Beagle" in der Luft schwebenden Staub, als das Schiff auf Sao Thiago, der Hauptinsel des Kapverden-Archipels, angelegt hatte. Er fand in dem Staub die zarten Kieselpanzer kleinster Lebewesen. Im Jahre 1849 berichtete EHRENBURG vor der Berliner Akademie der Wissenschaften "Über weitere atmo-

sphärische Verhältnisse während der Berliner Cholerazeit von 1848 und über schalenlose Infusorien der Atmosphäre". EHRENBERG hatte unter anderem Staub von der Orgel der Berliner Marienkirche untersucht und in ihm 18 mikroskopische Spezies nachgewiesen. EHRENBERG (1872) setzte die Untersuchungen fort. Gebirgsluft aber erwies sich, wie vor allem PASTEUR feststellte, als wohl weitgehend keimfrei.

3. Zunehmend wurde die **Sexualität auch niederer Organismen** sicher nachgewiesen und wurde damit die Entstehung von Ausbreitungskörpern auch bei Flechten und niederen Algen verständlich. Am 5. März 1855 berichtete der Berliner Botaniker ALEXANDER BRAUN vor der Berliner Akademie der Wissenschaften über NATHANAEL PRINGSHEIMS Entdeckung, daß bei der Alge *Vaucheria terrestris* bzw. *sessilis* in einem bestimmten Entwicklungsstadium Spermatozoen in eine Eizelle eindringen. Dasselbe entdeckte PRINGSHEIM bei dem niederen Pilz *Saprolegnia* und anderen Arten. Der Breslauer FERDINAND COHN sah Befruchtung bei der Alge *Sphaeroplea annulina* 1855 und bei *Volvox globator* 1856 (F. COHN 1895, F. ROSEN 1899). Vor allem ANTON DE BARY (1861, 1863) beschrieb nicht nur die bei Pflanzenkrankheiten vorhandenen Pilze, sondern wies ihr Entstehen aus Sporen nach. Selbst bei noch so günstigen Bedingungen für den Ausbruch etwa der Kartoffelfäule, die vor allem an viel Feuchtigkeit gebunden ist, erwiesen sich Sporen als unerlässlich und entfiel die Urzeugung.

4. **Angebliche Umwandlung niederer Kryptogamen in andere Spezies** wurde nicht bestätigt, sondern **widerlegt**. Zoosporen aus Algen erwiesen sich nicht als entstehende Tiere, wie das F. UNGER 1843 deutete. Sie wurden als für die Algen artspezifische Sexualzellen erkannt. Speziell die "Animalität" der Zoosporen von Algen wurde 1847 von GEORG FRESENIUS, Botaniker am Senckenberg-Institut in Frankfurt a. M bezweifelt. Er meinte (1847, S. III, IV), daß mit der Annahme, "dass die Pflanzenwelt die Gebärmutter der Thierwelt sei..." , wieder "das trostlose Kapitel vom Urmeer" aufkäme, "wie es, keimesschwanger, zuletzt selbst Menschenembryonen ans Gestade setzt."

5. Eine **allgemeine Überlegungen gegen die Urzeugung** war, daß Urzeugung gerade bei jenen Lebewesen stattfinden sollte, die wenig erforscht waren, bei denen also die Entwicklung im Dunkeln lag - und bei denen sich dann am ehesten Spekulationen aufbauen ließen.

6. Zunehmend wurden sich sichere **Experimente unter keimfreien Bedingungen** durchgeführt, und bei denen trat Urzeugung nicht auf. SCHWANN war einer der ersten Biologen, die Gärung auf Lebewesen zurückführten (1837). Christlich war auch der Berliner Naturforscher EHRENBERG, der zu beweisen suchte, daß wohl alle Pilze sich nur durch Sporen fortpflanzen und nicht de novo entste-



Abbildung 19: Von Sporen statt Urzeugung.

hen.

Allerdings mußte dem Argument entgegengetreten werden, daß fehlender **Luftzutritt** bei den Experimenten Urzeugung ausschließt, jedoch zutretende Luft Urzeugung ermöglicht. Deshalb wurden von L. PASTEUR und dem Karlsruher Chemiker HEINRICH SCHRÖDER (1836, 1854, 1859, 1861) Vorrichtungen ersonnen, die zwar Luft den Zutritt zu abgekochter Fleischbrühe und anderen gekochten Substanzen gewährte, nicht aber in der Luft eventuelle mitgeführten Keime. Dazu wurde die Luft in schlangenförmig gebogenen Glasröhren zum Abfangen der Keime in den Biegungen oder durch keimtötende Substanzen wie Kaliumhydrat und Schwefelsäure an die auf Urzeugung zu überprüfenden Materialien herangeleitet.

Urzeugung und Zellenbildung

Die beiden wichtigsten ersten Begründer der Zellenlehre, MATTHIAS SCHLEIDEN und SCHWANN (1839) nahmen noch an, daß Zellen im Organismus immer wieder neu aus nicht-zellulärer Substanz entstehen. Erst R. VIRCHOW machte wahrscheinlich, daß **Zellen nur aus Zellen** entstehen und somit für Zellen die Entstehung de novo so wenig gilt wie für ganze Lebewesen. VIRCHOW formulierte 1858 (S. 25); "daß überhaupt keine Entwicklung de novo beginnt, dass wir also auch in der Entwicklungsgeschichte der einzelnen Theile gerade wie in der Entwicklung ganzer Organismen die Generatio aequivoca zurückweisen." VIRCHOW hatte die Urzeugung von Organismen, ihrer Eier, in vergangenen Erdperioden für möglich gehalten, und nur in den einmal entstandenen Organismen sollte als alle Neuentstehung von Zellen aus nicht-zellulärem Material und keine Neuentstehung

von Kernen stattfinden. Im 19. Jh. hatte man schon seine Not, die Rätsel der Welt zu erklären und DARWIN bot da in vielem doch eine Erlösung.

Noch weiter kam man mit der eingehenden Untersuchung der Zellteilung, nach 1859, als etwa durch den Botaniker EDUARD STRASBURGER (1880) zunächst mit Einschränkungen begründet wurde, daß **auch der Zellkern**, damit also ein einzelner Zellbestandteil und nicht nur die Zelle insgesamt, nur **aus ihresgleichen** zustandenkommen.

Das Rätsel der Organismen-Herkunft – Erörterungen in der Mitte des 19. Jahrhunderts bis 1859, von Annahme bis Agnostizismus

Die Umwelt-Faktoren in ihrer Bedeutung und ihrer Wirkung für die Lebewesen

Daß Umweltfaktoren wie Temperatur, Licht, Niederschläge und andere und im einzelnen weiter aufzugliedern das Vorkommen, die Verbreitung der Pflanzen- und Tier-Arten bestimmen wurde allgemein akzeptierte und wurden die Umwelt-Faktoren in ihrer Wirkung im einzelnen zu erfassen gesucht. Das Vorkommen von bestimmten Tier-Arten etwa in den verschiedenen Höhenlagen der Alpen oder in subarktischen oder arktischen Regionen sollte etwa ihr Wärmebedürfnis anzeigen, wie es LUDWIG K. SCHMARDA 1853 in seinem Werk 'Die geographische Verbreitung der Thiere' an vielen Beispielen ausführte. Er hatte für die Feststellung der Umwelt-Bedürfnisse der verschiedenen Tier-Arten auch Reiseberichte ausgewertet, die dort mitgeteilten Einzelbeobachtungen herangezogen. DARWINs in Deutschland bekannter Bericht von der 'Beagle'-Reise war von SCHMARDA öfters herangezogen worden. SCHMARDA, damals außerordentliche Professor in Graz, sollte noch 1853 eine eigene Weltreise bis 1857 antreten.

Nach SCHMARDAs Auffassung von 1853 sollten Merkmale der Tiere und Pflanzen unter Umwelteinfluß rasch verändert werden, am Individuum mit Rückbildung oder wohl auch bleibend. SCHMARDA führt das auf den 'Bildungstrieb' zurück. So heißt es (1853, S. 4): "Der Bildungstrieb erzeugt beim Eintritt einer niedrigen Temperatur bei den behaarten Thieren ein dichteres Haarkleid und wie die glatten und nackten Pflanzen der warmen Gegenden in kalten und windigen rau und haarig werden, so erscheint bei den behaarten Thieren beim Eintritt der Kälte eine eigenthümliche Bildung, das Winterhaar ..."

Und nach dem zitierten Autor EICHWALD "erhält der Auerochs sein fein dichtes langes Winterhaar wenige Tage nach dem ersten Schnee und verliert es nach eingetretenem Thauwetter eben so schnell wieder." Evolution war das natürlich nicht. Und wo erforschte man damals den "Auerochs"? In Afrika würden die eingeführten Schafe in Guinea "halb nackt" (S. 5) und die Haushunde sind schon haarlos. Wenn die Korallen unbedingt eine höhere Meerestemperatur brauchen, dann wäre das also festgelegt - und überhaupt wird ohne Klarheit der im 20. Jh. erkannte Unterschied zwischen Genotyp und Phänotyp vielleicht erahnt, aber eben nicht erkannt.

Zustimmung zu den Grundgedanken von LAMARCKs Deszendenzhypothese bis etwa 1860

In vorsichtiger, nicht allzu wirksamer Art hat sich mancher Forscher nach LAMARCK über mögliche Umbildung der Organismen von Generation zu Generation geäußert, jedenfalls dies als einen Vorgang für die Neuentstehung von Formen erörtert. Es ist stets zu beachten, bis zu welcher Weite die Umbildung angenommen wurde. Die Entstehung von Formen innerhalb des Art-Rahmens war von den meisten Biologen anerkannt, weniger die Überschreitung des Art- oder gar des Gattungsrahmens. Wird das nicht berücksichtigt, sind zahlreiche "Vorläufer" DARWINs zu finden, die oft nur sehr eingeschränkt als solche "Vorläufer" bezeichnet werden dürften. Daß man von den Hunderassen zur Vorstellung einer großen Formenbildung kommen konnte, sofern auch noch eine Fortpflanzungsbarriere zwischen den Rassen einträte, erscheint fast zwangsläufig. Aber gerade die Entstehung solcher Fortpflanzungsbarrieren zwischen den Rassen, Unterarten usw. einer Art wurden meistens nicht anerkannt.

Unter den Zeitgenossen LAMARCKs hat wenigstens andeutungsweise über Umbildungen sich in Deutschland ERNST FRIEDRICH Baron VON SCHLOTHEIM, im Beruf höherer Staatsbeamter in Gotha, geäußert. Durch seine Aufsammlung von Fossilien, namentlich von Gefäßpflanzenresten, kam er schon 1804 (S. 66), also vor LAMARCKs "Philosophie zoologique" von 1809, zum Zweifel am plötzlichen Aussterben aller Formen in Katastrophen und erörterte, daß eben Formen "nach so vielen Jahrtausenden so ausgeartet sind, dass es uns schwer fällt, mehrere der jetzt vorhandenen Geschöpfe für die Nachkommen jener fossilen Stammväter zu halten." Auch 1816 / 1817 (S. 35) meinte VON SCHLOTHEIM wieder, daß sich in den wiederholten Revolutions-Epochen "doch ein grosser Theil der Geschöpfe erhalten" hat, ausartete und modifiziert wurde, und zwar "durch Clima und mannigfaltig einwirkende Ursachen ..." Die Mannigfaltigkeit unter den zahlreichen Individuen "der Individuen der nämlichen Arten unter mehrern Muschelgeschlechtern" zeige die "mögliche Ausartung", greift also auf heutige Variabilität als Zeugnis für überhaupt mögliche Variabilität zurück. VON SCHLOTHEIM hatte manche richti-

ge bedeutsame Einsicht, jedoch verhielt sich, auf Grund des Kenntnisstandes sogar berechtigterweise, vorsichtig in seinen Aussagen und wo wurden LAMARCK der große Vorläufer DARWINs, SMITH der Begründer der Leitfossilien-Methode, der Gothaer Kollege VON HOFF und dann LYELL jene, die den Katastrophismus widerlegten und den Aktualismus begründeten. EHRENBERG, der nach 1859 eher zu den Gegnern der DARWINschen Lehre gehörte, schrieb 1840 (S. 9), daß in den verschiedenen Perioden der Erde sehr verschiedene Temperaturverhältnisse, verschiedene 'Mischungsverhältnisse' der Atmosphäre und der Gewässer herrschten und "nach denen dann sich die organischen Bewohner modificirt und von denen ihr Aussterben oder ihre gänzliche Umänderung in der Art abhängig gewesen sei, ...". Der kritische BURMEISTER schrieb 1855 (S. 166): "in den fossilen Resten der Geschöpfe nur Bruchstücke und Trümmer einer gewaltsam zerstörten älteren Schöpfung" zu sehen, wäre falsch, denn sie sind die "langsam und allmählig abgestorbenen unreifen Glieder einer fortschreitenden Entwicklungsreihe ..., deren damaliger Bildungsprozeß theils durch innere, theils durch äußere Umstände bestimmt oder gehindert wurde; ..."

Wurden von einer Art **zahlreiche Individuen** gesammelt und untersucht, mündete das fast zwangsläufig zu Vorstellungen über Formenumbildung. EMIL ADOLF ROßMÄßLER, 1830 bis 1849 Professor an der Kgl. Akademie für Forst- und Landwirte in Tharandt in Sachsen, Spezialist für die Land- und Süßwasser-Mollusken, fand bei der in der um 1840 offenbar noch ziemlich sauberen Elbe gesammelten Teichmuscheln, genannt werden *Unio pictorum* und *Unio tumidus*, Unterschiede der Individuen, je nachdem, ob sie im Strombett oder am Ufer aufgesammelt wurden. Wasserschnecken und Muscheln demonstrierten ROßMÄßLER, daß sie noch mehr als Landschnecken zu "Wandelformen geneigt und lokalen Einflüssen noch mehr unterworfen sind ..." (S. 2) und zog daraus die Schlußfolgerung, "dass die Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen anders als durch die Wechselwirkung von äusseren Einflüssen einerseits und von einem gewissen Beharrungsstreben der lebenden Wesen andererseits entstanden seien" und meinte damit vorsichtig eine durchgehende Umbildung. Bei niederen Arten wären feste Arten nicht zu finden.

Manche Naturforscher rechneten wie letztlich LAMARCK **sowohl mit Urzeugung zahlreicher Formen als auch**, also zusätzlich, mit deren **langsamen Umbildung** von Generation zu Generation. G. R. TREVIRANUS bemerkte 1803 (S. 499): "Jede Form des Lebens kann durch physische Kräfte auf eine doppelte Art hervorgebracht seyn: entweder aus formloser Materie, oder durch Abänderung der Form..." **Misch-Hypothesen** vertraten außerdem ERASMUS DARWIN, JOHANN FRIEDRICH MECKEL, K. E. v. BAER erörterte ea 1834.

Ablehnung der LAMARCKsche Evolutionshypothese und Anerkennung des Nichtwissens und das mögliche Bleiben des Nichtwissens über die Entstehung der Lebewesen

Es schien etliche ausreichende Gründe zu geben, vor allem auf LAMARCK zurückgeführten Evolutionshypothese abzulehnen:

1. Die **Begrenztheit der Variabilität**,
2. die angeblich **fehlenden Zwischenformen** in der Fossilüberlieferung,
3. die **disjunkten Areale**,
4. die **Katastrophen in der Erdgeschichte**, welche kontinuierliche Entwicklung immer wieder unterbrachen.
5. Die Erklärung für Neuentstehung gab die **Urzeugung**.

Wurden sowohl die Evolution wie die Urzeugung abgelehnt, dann war die Frage nicht allein nach der **Herkunft der Organismen offen**, sondern gab es auch keine natürlichen Gründe für die vielen Gemeinsamkeiten der Organismen und die Ähnlichkeiten in den Gruppen, also **”warum es überhaupt im Organismenreich Gemeinsames gibt”** (K. GUENTHER 1905, S. 104). Offen blieben für Gläubige Gottes ’unerforschliche Wege’, aber das war nicht Wissenschaft. Das war in vielem die Situation nach der Mitte des 19. Jh. Das ständige Hinzukommen von Formen in der Erdgeschichte war zwar offensichtlich, aber es kam in der Biologie eine regelrecht dramatische Situation: Neuentstehung und doch keine Erklärung! Es wurde dann öfter gemeint, daß die Wissenschaft eben nicht alles lösen kann, daß es Probleme gibt, vor denen der menschliche Verstand versagt. Die Frage nach der Herkunft der Organismen mochte zu diesen unlösbaren Problemen gehören! Die Wissenschaft davor zu bewahren, an anscheinend unlösbare Probleme unergiebigen Nachdenken zu verschwenden, konnte sogar als nützlich bewertet werden, um das Ansehen der Wissenschaft zu wahren. Der ab 1852 in Rostock als Anatomieprofessor wirkende CARL BERGMANN wie der 1850 als ao. Professor in Gießen tätige Zoologe RUDOLF LEUCKART meinten 1852 (S. 547): ”Man beruft sich darauf, daß doch alle lebenden Wesen unserer Erde einst aus solchen Bedingungen hervorgegangen seyn müssen, welche in der irdischen Natur lagen und daß man ein solches der Natur eigenes Vermögen zur Hervorbringung organischer Gechöpfe ohne Aeltern doch nicht als verloren betrachten könne ...”, aber wir ”müssen eingestehen, über die Bedingungen“ unter denen ”unsere Thier-und Pflanzenformen haben entstehen können, gar keine der Erfahrung entnommenen Begriffe zu besitzen und lehnen es wohl richtiger ganz ab, über diese Bedingungen etwas Weiteres zu sagen, als daß sie vorhanden gewesen sein müssen, daß wir aber für ein noch heute fort-

dauerndes Wirken derselben den Beweis der Erfahrung verlangen.“ Der Zoologe HERMANN BURMEISTER (F. RATZEL 1903), der zwar seit 1837 Ordinarius an der Universität Halle war, sich aber mehr in Südamerika aufhielt und nach 1861 für dauernd nach dorthin umzog, schrieb 1856, als er nach Süd-Amerika ging (S. 289), über die Organismenherkunft: ”Der Hergang ihrer Bildung ist übrigens das eigentliche Räthsel, welches wohl für immer unlöslich bleiben wird, ...“ Oder er schrieb (1856, S. 290): ”Sei also wie du sein muß, erster ältester Tag des Lebens; wir haben kein Auge mehr, dich zu erkennen, keinen Sinn, dich zu begreifen, und darum auch keine Feder, dich deiner Natur nach zu beschreiben.“

Gab es keine überzeugende Auffassung zur Herkunft der Lebewesen, so wurde wenigstens auch betont, daß **keine mythische Ursache** neue Lebewesen hervorbrachte. BURMEISTER schrieb dann 1856 (S. 289) an anderer Stelle: ”Ohne Zweifel muß auch in diesem Falle diejenige Ansicht die größte Wahrscheinlichkeit für sich haben, welche am meisten an die gegenwärtigen Verhältnisse sich anschließt, und das Eingreifen aller außergewöhnlichen Mächte verwirft.“ Als Hypothese bringt dann allerdings sogar BURMEISTER: ”Die ersten Geschöpfe entstanden wohl ”in normaler Weise“ als jugendliche, unvollkommene Individuen. BRONN dachte 1856 (S. 77), daß hinsichtlich der Organismenentstehung mit einer zwar noch unbekannt, aber natürlichen Kraft zu rechnen sei, die verbunden ist mit den die Erdrinde umbildenden Kräften. Im Jahre 1858 (a, S. 77) äußerte sich BRONN in dem Sinne, daß trotz aller Unkenntnis über die Organismenentstehung, auf Grund der Erfahrungen in der Erdgeschichtsforschung anzunehmen ist, daß in der Natur nichts durch den Schöpfer bewirkt wird, sondern Alles durch allgemeine Kräfte geordnet und gebildet“ wird, ”welche mit der Materie verbunden sind.“ Bei einem bibelkritischen Schriftsteller wie LUDWIG BÜCHNER wird geradezu der Wunsch deutlich, daß man endlich eine natürliche Weise der Organismenentstehung finden möge, wobei hier aus seinem als materialistisch viel angeprangerten Werke ”Kraft und Stoff“ sogar noch in der Auflage von 1864 (S. XXI / XXII) zitiert werden kann: ”Der Naturforscher weist nur - und dieses zur Evidenz - nach, daß es außer den physikalischen, chemischen und mechanischen Kräften keine anderen Kräfte in der Natur gibt und folgert daraus den unumstößlichen Schluß, daß auch die Organismen durch jene Kräfte erzeugt und gebildet sein müssen. Wie diese Bildung jedesmal im Einzelnen vor sich gegangen ist oder vor sich geht, begreift die Wissenschaft zur Zeit nur zu einem kleinen Theile und wird es seinem ganzen Umfange nach vielleicht niemals begreifen; aber daß es so ist, darüber hegt sie gar keinen Zweifel.“

Die Annahme einer die Artgrenzen überschreitenden Abänderung der Formen von einer Generation zur nächsten, also die Annahme der ”Deszendenz“ oder ”Evolution“, wurde auch von Forschern abgelehnt, die durchaus eine Erklärung für den

Organismenwandel in der Erdgeschichte wünschten, weil die allmähliche Umbildung zu unwahrscheinlich zu sein schien.

Da sich aber keine faßbare Kraft zeigte, hat beispielsweise im September 1858 auf der 34. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Karlsruhe BAUMGÄRTNER aus Freiburg in seinem Vortrag "Ueber die Bedeutung des Menschengeschlechtes in den Werken der Schöpfung" noch einmal mit der Entstehung selbst höherer Lebewesen durch Urzeugung befaßt Er lehnte zwar ab, daß sich die "Henne" und überhaupt erwachsene Tiere unmittelbar aus den Elementen formen können, ließ aber offen, ob nicht Keime spontan entstanden und diese Keime sich außerhalb von Ei oder Mutterkörper entwickelten.

In Vorlesungen an Universitäten wurde in der Mitte des 19. Jh. auf das Problem der Organismenentstehung offenbar kaum eingegangen. Jedenfalls erinnerte sich der 75-jährige AUGUST WEISMANN in Freiburg, der 1852 bis 1856 an der Universität Göttingen Medizin studiert hatte, daß er als Student niemals etwas über Möglichkeiten der Organismenentstehung gehört hatte (1909). Auch ERNST HAECKEL hat nach eigener Darstellung 1866 als Student nie etwas von Artenentstehung gehört. In normalen Vorlesungen für Medizinstudenten wurde die Erörterung solcher strittigen Fragen wie die nach der Organismenherkunft offenbar nicht behandelt.

Den umfassendsten Versuch einer Wiederbelebung der Deszendenztheorie LAMARCKs, und des Dszendenzgedankens überhaupt und das in England, unternahm **anonym** ROBERT CHAMBERS in seinem Buch "Vestiges of the Natural History of Creation" von **1844**. ROBERT CHAMBERS stammte nicht aus reichen Verhältnissen, aber mit seinem Bruder WILLIAM wurde er ein bedeutender Verlagsgründer. ROBERT CHAMBERS (1910, in The Encyclopaedia Britannica Volume V) selbst hat während seines 69-jährigen Lebens von 1802 bis 1871 über mehr Themen besonders über Geschichte und Literatur sowie auch seitenmäßig mehr geschrieben als die meisten seiner Zeitgenossen. Wegen seiner geologischen Interessen hatte er Skandinavien, Canada, Island, die Faröer-Inseln besucht. Das gegen die Bibel geschriebene Buch "Vestiges ..." veröffentlichte er anonym aus Furcht vor Mißkredit gegen seinen Verlag. Das Buch fand große Aufmerksamkeit. Zwischen 1844 und 1860 gab es 11 Auflagen, wurden in den ersten 10 Jahren nach 1844 26.000 Exemplare gedruckt. Das Buch übertraf damit die Buchausgaben von LYELL und DARWIN (E. MAYR 1984, S. 104) Erst 13 Jahre nach seinem Tod wurde 1884 die Autorschaft an dem LYELL wie DARWIN bekanntem Buch bekanntgegeben. So sehr das Buch auf Gegnerschaft, ja Haß stieß, gelesen wurde es eben doch.

Der besonders gegen die 'Vestuges ...' eingestellte, ja sie hassende (E. MAYR 1984,

S. 304) britische Geologe ADAM SEDGWICK, der neben seiner Naturforschung sich gläubig nennender Geistlicher der anglikanischen Hochkirche war, rezensierte in einer langen Besprechung das anonym veröffentlichte Buch. Er meinte (1850 S. CIV), daß es nicht Aufgabe der "philosophy" sein könnte, den Anfang der Dinge zu erforschen Er meinte (S. CCIII): "Human philosophy leads us not to any real conception of the beginning of things, or the commencement of phenomena. Her province is to interpret laws ready established by a power superior to all things whether animate or inanimate..." Traten zu verschiedenen Zeiten der Erdgeschichte neue Spezies in Existenz, so die großen Reptilien im Mesozoikum, dann wirkte nach SEDGWICKs Meinung "creative addition" (S. CCIII).

Die Forschung, meinte auch BRONN 1858 (a, S. 77) "lässt uns gänzlich über die Kraft im Dunkeln, welche diese ... hervorgebracht hat."

Einige Gedanken, die zur Evolution hinführen konnten, gab es etwa in einem Vortrag von LYELL vor der Geological Society, wenn er darlegte, daß die von OWEN nun sicher als fossiles Riesenfaultier/*Megatherium*, Riesengürteltier/*Glyptodon* oder gigantische Lama/*Macrauchenia* bestimmten Formen den Gruppen angehören, die rezent ebenfalls typisch südamerikanische Formen sind, also in einer Art 'Nachfolgegesetz' werden **verschwindende Säugetiere durch 'eigene Verwandte'** ersetzt (b. A. DESMOND et al. 1994, S. 241/242). 'Evolution' war aber nicht gemeint.

Von der Philosophie, **von allgemeinen Überlegungen** her, hat in England HERBERT SPENCER die Entwicklungshypothese im Sinne von Deszendenz vertreten, wobei er manchmal mit DARWIN in einem Zuge genannt wurde. Im Jahre **1852** veröffentlichte SPENCER (s. 1905, S. 243) ein entsprechendes Essay im "Leader". Während Urzeugung noch niemals beobachtet worden sei, gäbe es Beispiele, wo eine neue Art durch stufenweise Veränderung zustandekam. Auslöser für Artenveränderung solle Änderung der Bedingungen sein. Aber nicht nur die Artenveränderung hat SPENCER behauptet, sondern auch die Selektion. In seiner Autobiographie (dtsch. 1905, S. 246) zitiert er rückschauend, was er 1847 in einem Essay "Eine Bevölkerungstheorie, abgeleitet aus dem allgemeinen Gesetz der animalischen Fruchtbarkeit" geschrieben habe: "Denn da jene frühzeitig hinweggerafften Menschen im Durchschnitt aller Fälle diejenigen sind, in denen das Selbsterhaltungsvermögen das geringste war, so folgt hieraus unumgänglich, daß die zur Fortpflanzung der Gattung Ueberlebenden diejenigen sind, in denen das Selbsterhaltungsvermögen am mächtigsten ist, - daß sie die Auserlesenen ihres Geschlechtes sind." SPENCER bedauert seine Blindheit, nicht auf andere Organismen sofort übertragen zu haben, was er hier für den Menschen sah. Gilt SPENCERs Ansicht aber? Statt des DARWINschen Ausdrucks 'Natürliche Auslese' bevorzugte SPENCER (R. DAWKINS 2016, S. 80) den Ausdruck '**Überleben**

der Geeigneten', der manchen klarer erschien. Aber wer von den Menschen ist geeignet?

Biogeographie in den Erörterungen über die Herkunft der Organismen - eine Zusammenfassung

Die Verbreitung der Arten auf der Erde war, wie schon mehrfach ausgeführt, in der Erörterung über die Herkunft der Organismen wichtig (ZIRNSTEIN 1978), aber gerade die Biogeographie führte zu **unterschiedlichen Schlußfolgerungen**.

Vor 1860 war verbreitet die Auffassung, als regelrechte Prämisse, daß die **Ausbreitungsfähigkeit der Lebewesen**, etwa durch Samen und Früchte, durch Eier, gering ist. **Distribution** wurde **enorm unterschätzt**. Es gab auch nur unzureichende Kenntnis über die Veränderung der Kontinente in früheren Perioden der Erdgeschichte und damit über mögliche frühere Zusammenhänge später getrennter Festländer.

Die **biogeographischen Phänomene** sprachen in unterschiedlicher Weise für oder auch gegen die Evolution im späteren, im DARWINschen Sinne oder es blieb eben alles offen.

Eher gegen Evolution gesehen

1. Gegen eine erdumfassende Evolution schienen die **Endemismen** zu sprechen, also Arten oder überhaupt Taxa, welche auf ein begrenztes abgeschlossenes Gebiet beschränkt sind, auf eine Insel, eine Inselgruppe, ein Gebirge, gar einen Berg. Auch bei auf einen isolierten Kontinent wie Australien oder das erst in jüngerer Zeit in Anschluß gekommene Südamerika konnte man von Endemismen sprechen. Woher kamen die auf dort beschränkten Formen? Wenn Einwanderung nicht möglich sein sollte? wiesen auf einen bestimmten Raum beschränkte Taxa, also Endemismen, auf eigenständige Formenentstehung in ihrem Raum. Wodurch? Eigenständige Urzeugung unter spezifischen Bedingungen erschien als Lösung.

2. Am problematischsten stand es um die Deszendenztheorie, wenn die weltweite Ausbreitung einer irgendwo entstandenen Spezies nicht möglich sein sollte, mit den **disjunkten Arealen** (s. Kapitel Urzeugung), dem durch große, unüberbrückbar erscheinende Zwischenräume getrennte Arealen einer Sippe. Zweimal entstanden - mit Evolution schien das nicht erklärbar zu sein.

Vikarianzen - Entstehung benachbarter verwandter Taxa, auch Arten auch schon durch Evolution angenommen

Als **vikariierend** (vicinus = nachbarlich) werden verwandte Arten oder intraspezifische Taxa einer Art bezeichnet, die in **benachbarten**, in aneinander grenzenden Lebensräumen vorkommen, sich in ihrer Verbreitung aber kaum überlappen. So gibt es verwandte Arten, die sich im Gebirge mit zunehmender Höhe ablösen oder durch eine geographische Barriere, einen breiteren Fluß oder eine Bergkette voneinander getrennt sind. Für verwandte Arten in benachbarten Territorien war am ehesten die Herkunft von einer gemeinsamen Stammform, die sich nach der Ausbreitung in die verschiedenen Räume differenzierte, denkbar. Hier wurde für die Entstehung neuer Arten oder Taxa unterhalb der Art allmähliche oder auch plötzlichere Umbildung anerkannt. **Vikariierende Arten legten Evolution nahe**, ließen sich durch die Annahme erklären, daß die vikariierenden Arten auseinander hervorgegangen sind. Allerdings war das nur Evolution in engem Rahmen, bestenfalls für verwandte Gattungen. Aber man konnte verwandte Arten oft auch als Unterarten betrachten und dann war eine Art-Entstehung offen, und die Entstehung von Unterarten oder Rassen wurde bei Kulturpflanzen und Haustieren nicht bezweifelt.

Von der Vielgestaltigkeit und gleichzeitig Ähnlichkeit der Arten in derselben Gattung erhält man etwa eine Vorstellung, wenn man im Frühsommer-Wald Kanadas botanisiert, bei Vancouver etwa, und hier auf Formen trifft, die eindeutig den in Europa bekannten Gattungen *Asarum*, *Majanthemum*, *Streptopus* u. a. zugeordnet werden können und doch in ihren Merkmalen auch als eigene Arten zu erkennen sind, etwas, das schon KALM im 18. Jh. auffiel. KALM (1754) schrieb von Nordamerika, daß sich anderen Weltgegenden Arten von Pflanzen wie von Insekten befinden, die "gewissermaßen" den "schwedischen **ähnlich** sind, aber sich **doch in etwas von ihnen unterscheiden**." PALLAS vermerkte solche Artenähnlichkeit und doch begrenzte Verschiedenheit zwischen "europäischen und sibirischen Faunen" (E. MAYR 1984, S. 128). Mit Evolution wurde das damals nicht erklärt.

Der ansonsten namentlich als Geologe hervorgetretene LEOPOLD VON BUCH beschrieb 1825 von den **Kanarischen Inseln** die Sonderung von nahe verwandten Formen von Pflanzen durch Berge oder andere Barrieren. Und diese verschiedenen Formen sah VON BUCH als Arten. Es heißt etwa (Ausgabe 1877, S. 346): "welche Verschiedenheit in dem Pyrethrum, und dabei doch solche Aehnlichkeit, dass man sehr leicht geneigt wird, alle Arten dieser Gattung aus einem gemeinschaftlichen Stamme entsprungen zu glauben!" Von *Sempervivum*, also 'Fette Henne', habe fast jedes Tal seine eigene Species. Solche aus einem 'gemeinschaftlichen Stamme entsprungenen Arten sollten sich bei einem Wiederzusammentreffen nicht mitein-

ander kreuzen (s. E. MAYR 1984, S. 128). **Artbildung durch Evolution** war hier klar **ausgesprochen**, etwa 20 Jahre vor DARWIN.

Der in den **Alpen** forschende Botaniker UNGER hatte gefunden, 1836, daß einerseits auf Kalkboden und andererseits auf "Schieferunterlage" auch in Nachbarschaft verschiedene, aber verwandte Arten vorkommen und erörterte, daß "viele unserer neueren Pflanzenarten im Grunde nichts weiter, als durch sehr differente Bodenunterschiede hervorgerufene Modificationen anderer, und zwar schon früher bekannten Species sind, ..." (S. 191) (s. auch bei H. C. WATSON 1837, S. 248). Arten - Modificationen - ganz klar ist UNGER nicht.

Ein Pfarrer in einem ost-thüringischen Dorfe, CHRISTIAN LUDWIG BREHM (H.-D. HAEMMERLEIN 1985) in Renthendorf, der sich neben seinem Beruf vor allem als Ornithologe betätigte, sammelte **von** möglichst vielen **Vogelarten** nicht nur Einzelexemplare, sondern neben den verschiedenen Altersstadien **Herkünfte aus verschiedenen Teilen ihres Verbreitungsgebietes**, ganze 'Suiten'. Sein Sohn ALFRED EDMUND BREHM versorgte ihn von seinem Forschungsaufenthalt in Ägypten einschließlich dem Sudan 1847 - 1852 und später etwa auch aus Norwegen mit zahlreichen weiteren Bälgen. Dieselbe Vogelart zeigte sich in den verschiedenen Regionen ihres Verbreitungsgebietes mit unterschiedlichen Merkmalen, ja ging in andere Arten über. CHRISTIAN LUDWIG BREHM führte für die intraspezifischen Formen einer Art in geographisch benachbarten oder getrennten Regionen sogar eine ternäre Nomenklatur ein, was auch später wieder aufkam, Beim Uhu etwa gibt es die Unterart *Bubo bubo bubo* noch heute.

Der Begriff der 'Vikarianz' wurde auch erweitert angewandt, nicht nur für benachbarte 'verwandte' Formen, sondern bei SCHMARDA (1853, S. 92) auch für ähnliche, sich in ähnlicher Umwelt vertretenden Arten auf verschiedenen Kontinenten. Da sollten dann die Geier der Alten Welt und der Neuen Welt "vikarieren" oder gar (S. 273) der Schimpanse in Afrika "der Stellvertreter" des südost-asiatischen Orang sein. Hier lag durchaus ein Evolutionsproblem vor, aber eines, das nicht zur 'Vikarianz' im üblichen Gebrauch gehörte.

Die bedeutenden Begründer der Evolutionstheorie, DARWIN wie ALFRED RUSSEL WALLACE waren zuerst gerade durch vikariierende Arten, solche im üblichen Sinne, zu ihren Evolutionsauffassungen angeregt worden.



Abbildung 20: Renthendorfs Pfarrer CHR. L. BREHM.

Die Menschen-Herkunft - das umstrittene Rätsel

Frühe Befunde zum Alter des Menschen"geschlechts"

Im 19. Jahrhundert wurde ganz offensichtlich, daß Menschen zuerst nicht wie die aus dem Paradies vertriebenen Adam und Eva Landwirtschaft betrieben, sondern offenbar jagten, und zwar auch längst ausgestorbene Tiere. **In Höhlen** fanden sich **Reste ausgestorbener Säugetiere** zusammen mit **Menschen-Hinterlassenschaften**. Systematisch hatte sich, unterstützt vom daran interessierten englischen Banker HENRY CHRISTY, in Frankreich E´DOUARD ARMAND ISIDORE HIPPPOLYTE LARTRET der Erschließung von Höhlen zugewandt und dieses Zusammenkommen Mensch und ausgestorbene Tiere 1852 in Aurignac gefunden. Gefunden wurde sogar ein Mammut-Knochen, auf dem sich die Ritzzeichnung von ausgestorbenem Getier fand.

Wie kam es zur Herausbildung der verschiedenen Menschen-Rassen/Ethnien

Die Menschen in verschiedenen Regionen der Erde unterscheiden sich im äußeren Aussehen, in der Hautpigmentierung, der Gestalt der Haare, der Augenfarbe. Die-

se Merkmale werden bei der Fortpflanzung vererbt. So wurden Menschenrassen unterschieden.

Im Zusammenhang mit Urzeugung und Variabilität stand die Erörterung über die **Entstehung der Menschenrassen**. Seit der zweiten Hälfte des 18. Jahrhundert gab es zwei grundlegende Ansichten:

1. die von einer **gemeinsamen Wurzel aller Menschen**, möglichst von einem Stammpaar,
2. die einer **unabhängige Entstehung** der verschiedenen Rassen, die **Autochthonen-Auffassung**

Beide Auffassungen besaßen Beziehung zu "Weltanschauung" und Religion, zur Einschätzung und Bewertung von "Rassen".

Die Auffassung vieler und auch die Kirchenlehre: Alle Menschenformen haben sich auseinander herausgebildet

Die Bibel lehrte, daß alle Menschen von **einem einzigen Stammpaar oder einer Stammfamilie** herkommen, nach der Sintflut von der Familie Noah. Deren Nachkommen hatten sich über weite Teile der Erde verbreitet und in klimatisch unterschiedliche Gebieten im Aussehen gewandelt. Das wurde bevorzugt auf "Vererbung erworbener Eigenschaften" zurückgeführt. Aber ihrer gemeinsamen Herkunft nach blieben "alle Menschen Brüder". Diese Auffassung von einer gemeinsamen Herkunft aller Menschen, wie auch immer, wurde vertreten von christlich gesonnene Autoren und Naturforschern, aber nicht nur solchen, Damit vertrat die Kirchenlehre so absurd das klingen mag Evolution, wenn auch unter Annahme einer begrenzten Umbildung, innerhalb einer Art von miteinander völlig fruchtbaren Individuen. Die Kirche, die christliche Religion, vertrat die **Mikroevolution**, jedenfalls für den Menschen. Abgelehnt wurde Art-Umbildung, also Veränderung über Artgrenzen hinaus, aber das war für den Menschen nach der Kirchenlehre nicht gegeben, wobei der Mensch Gottesschöpfung war. Wegen der gleichen Herkunft und vieler gemeinsamer Eigenschaften lag auch die Möglichkeit einer Missionierung zum christliche Glauben für alle nahe. Gelehrte, die mit der Bibel nichts im Sinne hatten, die Atheisten waren, so CARL VOGT, traten dann für die getrennte, die unabhängige Entstehung der verschiedenen Menschenrassen ein.

Auch für Gelehrte ohne strenge religiöse Bindung war die gemeinsame Herkunft anzunehmen. Um im 18. Jh. anzufangen: vertreten wurde das von PETER CAMPER (s. 1782), dem Göttinger Naturforscher BLUMENBACH (1790. 1798), dem Mathematiker und Astronomen GELPKE (1820), dem Rostocker Anatom WILHELM

JOSEPHI, dem demokratisch gesonnenen und späteren Anhänger der Jakobiner GEORG FORSTER. Die Umbildung der Menschen bei Klimawechsel sollte heute noch fortgehen. Bei GEORG FRIEDRICH MÜLLER meinte 1842 in seinem Buche "Die Entstehung des Menschengeschlechts. Ist der Mensch Geschöpf eines persönlichen Gottes oder Erzeugniß der Natur, und stammen die Menschen von einem oder mehreren Paaren ab", daß sich die Portugiesen in ihren Kolonien, in "Guinea" und in "Neuholland" noch heute klimaverursacht allmählich umbilden. Der Philosoph THEODOR WAITZ hielt 1859 die Einheit des Menschengeschlechts für wahrscheinlicher als die strenge Trennung, aber sah auch als Problem, daß die Weite möglicher Variabilität und damit die Möglichkeit natürlicher Rassenbildung unzureichend bekannt waren.

Mensch als Ergebnis von Urzeugung

Auch der **Mensch** sollte nach manchmal geäußelter Ansicht ein Produkt von Urzeugung sein. Im Jahre 1875 schrieb der 83-jährige Zoologe KARL ERNST von BAER an ALEKSANDER ANDREJEWITSCH KEYSERLING (in: R. STÖLZLE 1897, S. 671): „wenn ich mich erinnere, dass man in meiner Jugendzeit der Primitiverzeugung ohne Scheu sehr viel zumutete und im stillsten Herzenswinkel, ohne es öffentlich zu sagen, wenn man nicht so ungeniert war wie Oken, sie bis an den Menschen reichen liess: ...“ Aber auch KARL FRIEDRICH BURDACH, seit 1814 Professor der Anatomie an der Universität Königsberg, erklärte die Herkunft der Menschen 1837 ziemlich bestimmt als Werk der Urzeugung. AUGUST ZEUNER hielt es dann 1846 auf der 24. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Kiel für gegeben, darauf hinzuweisen, daß die Menschheit nicht aus selbständiger Eibildung entstanden sein kann, da niemand dieses Ei und das daraus entstandene Kind hätte großziehen können. Die Bemerkung weist darauf hin, daß selbständige Eibildung, also Urzeugung von Menscheneiern auch damals noch erörtert wurde, wenn auch hier nicht gebilligt.

Historiker wie MARX und ENGELS stellten zwar schon in den 40-er-Jahren des 19. Jh. die von ihnen aufgestellten "Geellschaftsformationen" vor und begannen mit der "Urgesellschaft". Die Urgesellschaft war damals im wesentlichen nur von heutigen Völkern auf "niederer ökonomischer" Stufe bekannt oder konnte aus den Beschreibungen römischer Historiker über die Germanen abgeleitet werden.

Getrennte Entstehung, also Autochthonie der Menschenrassen, vielleicht durch Urzeugung

Schon im später 18. Jh. wurde auch gemeint, daß die verschiedenen Menschenformen, Menschenrassen, unabhängiger, also autochthoner Entstehung sind, möglicherweise

durch Urzeugung. Früher Vertreter dieser Auffassung war CHRISTOPH MEINERS in Göttingen, so besonders 1811. Nach seiner eigenen Darstellung wurde er zur Zeit der Französischen Revolution von einem großen Teil der Jugend, von Journalisten und "modischen" Schriftstellern angegriffen. Die Autochthonen-Auffassung findet sich auch bei L. OKEN, dem französischen Forschungsreisenden und Politiker Baron BORY DE SAINT-VINCENT (1837), dem in die USA ausgewanderten LOUIS AGASSIZ, bei SAMUEL GEORG MORTON (vgl. W. J. BELL jr. 1974). Mit der von vornherein gegebenen und womöglich unveränderlichen unterschiedlichen Herkunft der Menschenrassen mochte die Unterdrückung der einen durch die anderen weniger bedenklich sein. Und 'großzügig' meinte BORY DE SAINT-VINCENT (1837), daß der Philanthrop schließlich auch die Tiere achtet.

Die zum Absurden getriebene Autochthonie-Auffassung und die Auseinandersetzung darüber - 1855 - 1857

Der Göttinger Physiologe RUDOLF WAGNER hatte auf der 31. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Göttingen einen Vortrag "Menschenschöpfung und Seelensubstanz" gehalten. Er betonte die gemeinsame Herkunft aller Menschen und meinte, damit "steht oder fällt das ganze historische Christentum." WAGNER, tuberkulös und deshalb wohl öfters mit dem Tod vor Augen, sah sich als Christ, war aber auch hart zupackender Forscher. Er sezierte die Gehirne einiger seiner großen Göttinger Kollegen, die des mathematischen Genies GAUß und des Mineralogen HAUSMANN. Gegen den Vortrag von WAGNER schleuderte CARL VOGT 1855 seine Schrift "Köhlerglaube und Wissenschaft". Darin wird unter anderem behauptet, daß die einzelnen von VOGT als 'Arten' bezeichnen Menschenrassen unabhängig voneinander entstanden. Damit schien die Bibel widerlegt. Und "Alle historischen wie naturgeschichtlichen Forschungen liefern den positiven Beweis von den vielfältigen Ursprung der Menschenarten. Die Lehren der Schrift über Adam und Noah und die zweimalige der Menschen von einem Paare sind wissenschaftlich durchaus unhaltbare Märchen" (S. 83; Unterstreichung im Original). Die Indianer Amerikas hätten niemals vom nordöstlichen Asien über die Beringstraße nach der Neuen Welt kommen können. Selbst Wölfe könnten nach vorliegenden Berichten im Bereich der Beringstraße kaum Nahrung finden. Den Theologen konnte man vorwerfen, bei der Sintflut nicht anwesend gewesen zu sein, aber VOGT konnte der ebenso berechtigte Vorwurf treffen, niemals in Nordost-Sibirien gewesen zu sein, offenbar kaum geographische Kenntnisse über die Region zu haben. So machte sich also auch Wissenschaft lächerlich! Konnten also die Menschen nicht durch Variabilität sich in die verschiedenen Rassen aufgespalten haben, so wurde von VOGT auch Variabilität bei Tieren in Abrede

gestellt, Der materialistische Naturforscher VOGT stand also wenige Jahre vor dem Erscheinen von DARWINs Buch über die Entstehung der Arten ferner denn viele andere. Der Demokrat VOGT wollte seine Ansicht nicht als Argument für Rassenabwertung benutzt wissen, aber das konnte er kaum verhindern.

Als eine Antwort auch auf VOGT sprach 1857 der führende deutsche Anthropologe HERMANN SCHAAFFHAUSEN auf der 33. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Bonn über die "Entwicklung des Menschengeschlechts und die Bildungsfähigkeit seiner Rassen". SCHAAFFHAUSEN hielt alle Menschen für bildungsfähig, hielt Rassentypen nicht für unveränderlich, hatte gegen Völkermischung keine prinzipiellen Einwände. Er betonte aber die Notwendigkeit der "Erziehung" und löste sich nicht völlig vom Stufendenken. Den deutschen Naturforschern und Ärzten rief SCHAAFFHAUSEN (S.76/77) zu: "Wie das Christentum die Gleichheit aller Menschen lehrt, so musste die Wissenschaft es anerkennen, dass bei aller Verschiedenheit der Bildungsstufe die gleiche Anlage und Natur allen Menschenstämmen innewohnt und eine jede Rasse das Recht zu leben und die Fähigkeit sich zu entwickeln hat ..."

Sehr weit in der Hervorhebung des endemischen Charakters der Arten und größeren Einheiten einschließlich des Menschen ging nach der Mitte des 19. Jh. ebensowies VOGT der allerdings zur Zeit seiner diesbezüglichen Veröffentlichung 1858 noch nicht 30-jährige britische Zoologe PHILIP LUTLEY SCLATER. Seine Kenntnis der Verbreitung zahlreicher Vogel-Arten und größeren Vogel-Gruppen hatten ihm gezeigt, daß viele Vogel-Arten und auch Familien und Ordnungen auf begrenzte Gebiete beschränkt sind. Und das, obwohl die Vögel fliegen können. Auch schlechte Flieger hätten sich doch wenigstens mehr ausbreiten können als geschehen war. Paradiesvögel gab es eben nur auf Neuguinea. Und Kolibris leben in Amerika. Zugvögel mit weiten Reisen kehrten in ihre Brutgebiete zurück. So sollten diese Wesen dort verblieben sein, wo sie entstanden waren, es wäre "a general rule, every species of animal must have been created within and over the geographic area which it now occupies" (S. 131). Und auch für die verschiedenen Formen des Menschen sollte das gelten: "... an inevitable deduction, that these varieties of Man had their origin in the different parts of the world where they are now found, and the awkward necessity of supposing the introduction of the red man into America by Behr by Behring's Straite and of colonizing Polynesia by stray pairs of Malays floating over the water like cocos-nuts, and all similar hypotheses would be avoided" (S. 131). Und wie waren die Menschen entstanden, überhaupt entstanden?

VOGT wurde nach 1859 ein Anhänger der Auffassung von DARWIN.

5, DARWIN und die Abstammunslehre und die Anregung von WALLACE

Als Geburtsjahr der modernen Evolutionstheorie gilt zu Recht das Jahr **1859** mit dem Buch "On the Origin of Species by means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life" von CHARLES DARWIN. Über CHARLES DARWIN und seinen persönlichen Weg zu der mit seinem Namen verknüpften Deszendenztheorie wurde viel geschrieben, existieren zahlreiche Bücher, wurden alle erhaltenen Briefe, Notebooks, Randbemerkungen DARWINs in seinen erhaltenen Sonderdrucken und Büchern herangezogen, Das Zustandekommen einer Erkenntnis wurde kaum bei irgendeinem anderen Forscher so bis ins Detail untersucht wie bei DARWIN.

Geboren wurde CHARLES DARWIN (u. a. G. ZIRNSTEIN 1982) am 12. Februar 1809 in der westenglischen Stadt Shrewbury. Der Vater ROBERT WARING DARWIN war wohlhabender Arzt, der eine ebenso wohlhabende Frau aus der Familie des berühmten Keramikunternehmens und der Keramikschöpfung WEDGWOOD geheiratet hatte. Das Wedgwood-Steingut, erzeugt in dem Industrieort Etruria nahe Stoke on Trent war weithin bekannt und geschätzt. Ein großes Haus war sein eigen, gelegen außerhalb der älteren Stadt jenseits des Flusses Severn. Die Mutter SUSANNAH geborene WEDGWOOD starb, als CHARLES DARWIN 8 Jahre alt war. Es gab 4 ältere Geschwister und eine jüngere Schwester, CATHERINE. Der Großvater väterlicherseits war der ebenfalls berühmte Arzt und auch Naturforscher ERASMUS DARWIN, dessen Wirken vor allem mit Birmingham verbunden ist. Dieser Großvater ERASMUS hatte sich mit der Theorie von LAMARCK befaßt und selbst über Evolution geschrieben, in einem Lehrgedicht. Nach dem Tode der Mutter 1817 hat sich vor allem die 8 Jahre ältere, im Jahre 1800 geborene Schwester CAROLINE um ihren um etliches jüngeren Bruder CHARLES gekümmert, während CHARLES im gleichen Jahr auch eine öffentliche Schule besuchte. Ein Jahr später, 1818, ging CHARLES DARWIN in Dr. BUTLERs große Schule in Shrewsburg und lebte bis 1825 im Internat dieser Einrichtung, oft auch zu Besuch im etwa 'eine Meile' entfernten väterlichen Haus. Nach DARWINs eigenen Erinnerungen hat er sich als Schüler mit Naturobjekten beschäftigt und sammelte sie. Auch wurde seine besondere Vorliebe dann die Jagd. Die Unterrichtsfächer in der Schule, ausschließlich klassische Sprachen sowie wenig Geographie und Geschichte, begeisterten ihn weniger. In seiner Autobiographie (s. etwa 1959) meinte DARWIN später, daß es ihm "einfach unbegreiflich" war, daß die Schule ein Mittel der Erziehung wäre. Allerdings übertreibt er vielleicht in seiner Selbstdarstellung als schlechter Schüler, der sich nur für Dinge außerhalb des Unterrichtskanon interessierte. Vor der noch wohlerhaltenen Schule des Dr. BUTLER stünde damit das



Abbildung 21: Shrewsbury, Zentrum.

Denkmal eines besonders schlechten Schülers, eben das von DARWIN. Entzücken über Schönheit einer Landschaft empfand er nach seiner Erinnerung erstmals 1822 während einer Pferdetour an der Grenze von Wales.

Immerhin ging DARWIN im Oktober 1825 zum Medizinstudium nach Edinburgh. Der Vater hatte gemeint, daß der Sohn CHARLES auf der Schule ohnehin nichts Rechtes mehr zuwege bringe. In Edinburgh studierte damals auch noch ein Bruder DARWINs. In Edinburgh begeisterte den Medizinstudenten CHARLES DARWIN dann auch vor allem Naturwissenschaft. Bei einem Afrikaner lernte er die Herstellung von Vogelbälgen. Das vermittelte ihm vor allem die Bekanntschaft mit dem Zoologen ROBERT GRANT. In einer eigenen Untersuchung entdeckte DARWIN an den sogenannten Eiern von "Flustra" Wimepern und identifizierte sie somit als Larven. In der an der Universität bestehenden naturwissenschaftlichen Studentengesellschaft, der 'Plinian Society', hielt er darüber einen kurzen Vortrag. Aber mit der Medizin ging es schlecht. Der Arztsohn CHARLES DARWIN konnte den Anblick blutiger, und damals ohne Narkose durchgeführter Operationen und überhaupt den deprimierenden Anblick von manchen Kranken nicht ertragen. Und nun welcher Beruf? Entschieden wurde für die Theologie, in Cambridge. Noch einmal waren dafür aber die klassischen Sprachen zu pauken bevor in das 1448 und respektiv noch einmal 1505 gegründete (Wikipedia 2013) Christ's College eingezogen werden konnte. Zwei Dinge führten jedenfalls mit dazu, daß DARWIN der nunmehr geläufige Evolutionsbiologe wurde. Das eine war die für den Theologie-



Abbildung 22: Schönes Shrewsbury 1991.



Abbildung 23: DARWIN-Geburtshaus Shrewsbury.



Abbildung 24: Shrewsbury, Schule Dr. BUTLERs.



Abbildung 25: DARWIN-Denkmal Shrewsbury.

Studenten verbindliche Lektüre des schon erwähnten Buches "Natural Theology, or Evidences of the Existence and Attributes of the Deity Collected from the Appearances of Nature", was DARWIN später die Notwendigkeit einer Erklärung der Entstehung der zweckmäßigen Anpassungen nahelegte.

Das zweite war nicht nur eine wissenschaftliche, sondern auch eine menschliche Bekanntschaft, die mit dem vielseitigen Naturforscher, Mathematiker und Geistlichen JOHN STEVEN HENSLOW (Proceedings of the Linnean Society of London 1861), der zur Zeit von DARWINs Aufenthalt in Cambridge von 1825 bis 1837 für die Botanik zuständig war. Daß DARWIN die Freundschaft dieses Mannes gewann läßt daran zweifeln, daß DARWIN nach seiner Selbstdarstellung an der Universität genau so ein Tunichtgut gewesen sein will wie an der Schule in Shrewsbury. Er mag kein fleißiger und erst vor den Prüfungen sich vorbereitende Theologie-Student gewesen sein, aber die Tätigkeit eines Geistlichen erschien ihm nicht so sehr als schreckende Aussicht mit dem Gedanken, dann wohl ausreichend Zeit als Freizeit-Naturforscher zu finden. Noch immer bewunderte das literarische und gebildete England das 1789 erstmals erschienene und immer einmal wieder aufgelegte Buch eines Pfarrers in Südengland, GILBERT WHITE (P. FOSTER 2004), 'Natural History and Antiquities of Selborne' mit der Schilderung der 'Natur', der Pflanzen, der Vögel, dem Wechsel der Jahreszeiten, frühhistorischen und historischen Zeugnissen und anderem im Umkreis eines einzigen Ortes. eben **Selborne**, in Hampshire, mit 2017 etwa 533 Einwohnern (Internet). Hier kam schriftstellerischer Ruhm durch Heimatforschung. Der Ertrag war nicht eine Theorie von solchem Ausmaß wie manche Weltreise ergab, aber es wurden in Selborne beispielsweise erstmals die drei britischen Laubsänger unterschieden. DARWIN hat auch später das Werk wieder gelesen und bewundert (A. DESMOND et al. 1994, S, 351). In Deutschland wurde der Pfarrer CHRISTIAN LUDWIG BREHM in einem kleinen Orte, Renthendorf in Ost-Thüringen, als Ornithologe weltbekannt. Und HENSLOW war es aber dann, der den so sehr an der Naturbeobachtung und im Sammeln von Tieren hervorgetretenen jungen DARWIN vorschlug, auf einer Weltumseglung mit dem zur königlichen Marine gehörenden Schiff "Beagle" als Naturforscher auf eigene Kosten mitzureisen. Der Vater hatte Bedenken. So fürchtete er, daß man nach einer solchen Reise sich nicht mehr ins normale bürgerliche Leben einfinden könne. Ein Onkel war dafür, die vielleicht einmalige Gelegenheit zu ergreifen. Und so reiste der 22-jährige CHARLES DARWIN unter dem Kapitän ROBERT FITZ-ROY als finanziell auf sich selbst gestellter werdender Naturforscher auf der "Beagle" fast 5 Jahre um die Erde. Da die Kapitäne sich von den Mannschaften und Untergebenen in persönlicher Beziehung fernhalten sollten, war dem jungen schon wissensreichen DARWIN (Intenet 2018) auch die Aufgabe zgedacht, ein Gesprächspartner für den manchmal psychisch labilen Kapitän FITZ-Roy zu sein. Die Disziplin auf dem Schiff, das genaue Führen des Logbuches, die Wetterbe-

obachtungen und Wetteraufzeichnungen, das Nichtnachlassen bei der Erfüllung der Aufgaben sollen sich auch auf DARWIN selbstdisziplinierend ausgewirkt haben und haben seine Tagebuchführung und seine Beobachtungsprotokolle zum Guten gelenkt. DARWIN wollte und sollte notieren und sammeln, was ihm auffiel und wissenschaftliche Ergebnisse zu versprechen schien. Bei einer solchen **Erkundungsreise** wird neben Beobachtungen im eigenen Fachgebiet zunächst auch festgehalten, was sich als Auffälligkeit bietet, noch ohne andere **theoretische Vorgabe** als die, **auf alles Auffällige zu achten**. Das verlangt den sehr aufgeschlossenen Beobachter. Fakten sind vielleicht Grundlage für Theorien. Bei DARWIN gab es manchen Weg von beachteten Tatsachen zu Theorien (F. J. AYALA 2009), so aus der Feststellung des Korallenwachstum an Atollen auf die Entstehung der Atolle. Auf der Reise war eine Auswertung vieler der gesammelten Objekte kaum möglich und es bedurfte bei vielen Dingen der Spezialisten, die sich erst in England nach der Rückkehr der Dinge annehmen konnten. Vogelbälge wie fossile Knochen, eine Masse von Spirituspräparaten und herbarisierte Pflanzen kamen so zunehmend an Bord, mußten hier ihren Platz finden. DARWIN berücksichtigte die unterschiedlichsten Tiergruppen, für die er ja nicht Spezialist war. Von Montevideo schreibt DARWIN am 15. August 1832 (P. H. BARRETT 1977 I, S. 4), daß er in Rio "Arachnidae" und viele kleine Bienen sammelte, aufbewahrt in "pill-boxes", und von niederen Tieren 2 Arten schön gefärbter Planarien im Trockenwald fand. Seefest im Magen war DARWIN nicht. Aber seine Überlandreisen auch in die Anden kontrastieren sehr mit seinem schlechten Gesundheitszustand im fortgeschrittenen Alter. Das Schiff hat auf der ganzen Reise nie einen ernsthaften Schaden erlitten, auch wenn es trockengelegt am Flusse Santa Cruz in Argentinien einmal überholt wurde. Brasiliens Urwald nahe der Küste, die Pampa in Argentinien mit ihren Knochen fossiler, auf der Reise nur angenähert bestimmbarer Säugetieren, der Winteraufenthalt 1833 in Meldonado am River La Plata, Feuerland mit zwei aus England in ihre Heimat zurückgebrachten Feuerländern, Chile mit den Anden und einem verheerenden Erdbeben. in Chile die Entdeckung des nur fingernagelgroßen Nasenfrosches/*Rhinoderma darwini* (Biologie in unserer Zeit 2017), die Galapagos-Inseln mit ihren Echsen und endemischen Vögeln und auch hier gesammelten Pflanzen, Sydney und seine Umgebung, Atolle wie die Kokos-Inseln und Mauritius waren wichtige Stationen auf der Reise mit längerem Aufenthalt. Von ihnen allen nahm DARWIN entscheidende Anregungen mit. Zuerst namentlich auch für die Geologie. Auf dem noch nicht als britische Kolonie bestehendem Neuseeland und in Australien sah er, wie aus Europa gekommene Pflanzen die einheimische Flora bedrängten, also ein offensichtlicher 'Kampf ums Dasein' stattfand, wie es später genannt wurde. Die fossilen Knochen Südamerikas sandte er schon von Südamerika aus an HENSLOW in England. In Briefen an HENSLOW hatte DARWIN auch über die Fossilien und seine Beobachtungen zur Landhebung

in Chile und der Insel Chiloe und die auf einer Andendurchquerung von Valparaiso nach Mendoza gemachten Beobachtungen berichtet. Während DARWIN noch fern auf dem Ozean war, wurden am 18. November 1835 unter SEDGWICKs Leitung in der Geological Society von London über die von DARWIN nach England gesandten, die Geologie betreffenden Mitteilungen vorgetragen (edt. P. H. BARRETT 1977, S. 16 ff.), also ein knappes Jahr **vor** der Rückkehr DARWINs am 2. Oktober **1836**. Der Geologie widmete sich DARWIN nach der Rückkehr bevorzugt, einige Zeit in Cambridge, dann in London. Der immer noch junge Weltreisende wurde in den wissenschaftlichen Zirkeln gern gesehen. Namentlich in der abgehobenen Geological Society und auch in der Zoological Society mit dem Zoologischen Garten fand er Anerkennung, durfte reden und publizieren, Der kaum 30-jährige junge Mann handhabte nach im wesentlichen autodidaktischen Studien und schon vor der 'Beagle'-Reise stattgefundenen Gesprächen und Exkursionen die geologische Terminologie einschließlich mineralogischer Dinge sicher und korrekt wie die die anderen Geologen. Namentlich LYELL hatte DARWIN mit Beobachtungen zur Landhebung erwartet. Die fossilen Knochen aus der Pampa bekam und bestimmte OWEN, die Vogelbälge GOULD, die Pflanzen nutzte, nach 1843, J. D. HOOKER. Seine Theorie der Entstehung der **Korallenriffe** machte DARWIN besonders bekannt. Sein Reisebericht fand viele Leser und wurde zur klassischen Reiseliteratur. DARWIN trug sehr zum Werden der modernen Geologie, zum Verständnis der Gebirgshebungen bei. Es gehört zu den Kuriositäten der Wissenschaftsgeschichte, daß ausgerechnet der allerdings immer religiös gewesene 'Beagle'-Kapitän FITZ-ROY zur Sintflut-Auffassung zurückkehrte und die Schotter der Pampas wie die gehobenen Muschelbänke aus der vermeintlichen erdweit alles bedeckenden Riesenflut ableitete (s. a. A. DESMOND et al. 1994, S. 325).

Im Jahr 1837 begann DARWIN mit seinen Notebooks, um alle Gedanken zur Veränderung der Arten einzutragen, "On Transmutation of Species" und 1838 mit "expression" oder "Metaphysics on Morals on Morals and Speculation on Expression" (E. MANIER 1978, S. 2), die er dann auch unter dem Gesichtspunkt der Transmutation" betrachtete. DARWIN las damals viele zeitgenössische Werke (E. MANIER 1978), auch wissenschaftsphilosophische Werke, so von JOHN HERSCHEL und WHEWELL, und machte sich bekannt mit der Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse, der Rolle der Hypothesen, der Theorien, der Naturgesetze, der Analogien, der Absicherung wissenschaftlicher Erkenntnisse, der wissenschaftlichen Sprache und solchen Dingen. In England bedeutete die Religion noch viel und so auch die Teleologie. WHEWELL verbot später DARWINs Buch über die Entstehung der Arten in die Bibliothek der Trinity College aufzunehmen (Anmerkung S. 83 in Für J. HERSCHEL "empfand" DARWIN (1982, S. 127) "ein tiefe Ehrfurcht" und war "erfreut ... in seinem reizenden Haus am Kap der Guten Hoffnung und später auch in seinem Hause in London zu Mittag gespeist

zu haben.” Zu Überlegungen brachte DARWIN auch die vom Französischen ins Englische übersetzte Geschichtsphilosophie von COMTE (s. u.) und in das letzte, das **positivistische, von Wissenschaft geprägte Stadium** sah auch DARWIN sich eintreten.

Moral - verbunden mit dem Zusammenleben der Menschen überhaupt ermöglichenden Verhalten - war eine in der Zeit viel diskutierte Angelegenheit und hierbei die Frage, wie sie ohne den sicheren Glauben an Gottes nach dem Tode stattfindendes Strafgericht zustandekam. Für einen Evolutionsbiologen immer eine wichtige Sache, bis hin zu KONRAD LORENZ. hat DARWIN früh in seinen Notebooks viele Dinge zu diesen Fragen, wie das Gelingen des Zusammenlebens von Menschen miteinander miteinander, der Weg von den Tieren zum Menschen im Denken, Ausdrucksbewegungen, Kommunikation und damit anders artikulierte Sprache bei Tieren usw. zusammengetragen, die er in eigenständigen Werken erst nach 1859 veröffentlichte. 'Verhalten'/behavior war DARWIN schon früh ein Produkt der Evolution wie eine Knochenstruktur (E. MANIER 1978, S. 146), nützlich im Überleben und deshalb entstanden. Vernunft und Sprache sollten sich in Kongruenz ausgebildet haben (S. 161).

Aber DARWIN verzichtete schon wegen Kränklichkeit auf das unruhige, vielerorts schmutzige und lärmvolle Londoner Leben und zog am 14. September 1842 in das Dorf **Down** in Kent, heute offiziell geschrieben "Downe". Down hatte damals 300 bis 400 Einwohner, liegt in einer parkähnlichen Landschaft. Auch andere Begüterte ließen sich hier nieder, so die LUBBOCKs. Und der Sohn JOHN LUBBOCK (F. SOMKIN 1973) kam nicht nur 1842 im Alter von 8 Jahren zur Bekanntschaft mit dem damals 25 Jahre älteren großen Naturforscher DARWIN, er wurde lange auch ein bleibender Mitarbeiter und Unterstützer. Der junge LUBBOCK besaß auch Zeichentalent und hat für DARWIN Seepocken, Cirripedia, gezeichnet. Später auch Banker und Politiker blieb LUBBOCK auch Naturforscher im Geiste DARWINs. Geheiratet hatte DARWIN eine Cousine, EMMA geborene WEDGWOOD. 10 Kinder wurden geboren. 5 Knaben und 2 Töchter wuchsen zu Erwachsenen heran, Schwangerschaften, der DARWIN stark mitnehmende Tod der geliebten Tochter ANNE mit 10 Jahren Ostern 1851 (A. DESMOND et al. 1994, Abb. 18), Krankheit von DARWIN selbst und auch der Angehörigen und zu besuchenden fernen Verwandten beherrschten also immer wieder das Leben, das oft nicht geruhsam war. Finanziell herrschte dennoch kein Mangel, gab es Kutscher, Kinderbetreuung und anderes nicht übermäßig bezahltes Dienstpersonal und wurde öfters umgebaut und angebaut. DARWIN war also Bourgeois. Es war in dem geräumigen Haus mit viel Auslauf im Freien und war trotz der Kinderschar auch ein geräumiges Arbeitszimmer für den Vater möglich. Der 1843 ebenfalls von einer Weltreise, der von der Südpolarexpedition mit Sir JAMES CLARKE ROSS



Abbildung 26: Parklandschaft bei Down/Kent.



Abbildung 27: DARWIN-Haus Gartenfront.

zurückgekommene Botaniker JOSEPH DALTON HOOKER wirkte dann in Kew. Mit ihm hielt DARWIN besonders enge Verbindung, vertraute ihm mehr an als anderen und es war DARWIN gar nicht so recht als HOOKER zur Florenerforschung auch noch nach Indien reiste (A. DESMOND et. al. 1994, S. 398). Aufenthalte in London strengten DARWIN sehr an. Zur finanziellen Sicherheit erwarb DARWIN auch ein Gut an der Küste, für das ein Verwalter sorgte, auf dem Parzellen an Pächter vermietet wurden und DARWIN war also auch ein von seinem Landgut so gut wie immer abwesender Gutsbesitzer (A. DESMOND et al. 1994, S. 373, 379).

In Down schrieb DARWIN auch noch die viel Zeit kostende taxonomische Arbeit über die Krebs-Unterklasse der **Rankenfüßer/Cirripedia**. DARWIN wollte den Kollegen damit wohl beweisen, daß er auch zu Detailarbeit fähig war, selbst Arten

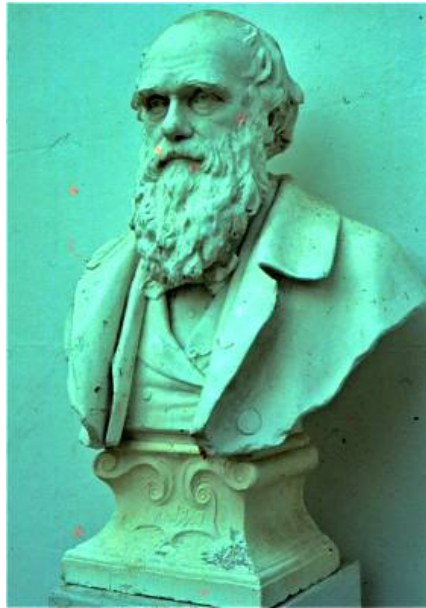


Abbildung 28: DARWIN. Down, Außenfront.



Abbildung 29: Wo DARWIN spazierte.

beschreiben konnte, aber hat aus diesen Untersuchungen auch manches für seine Theorie entnommen. Und hier in Down erfuhr DARWIN nach 1855 auch von kurzen Arbeiten eines anderen gereisten Naturforschers mit den seinen ähnlichen, ja gleichartigen Ideen, denen von WALLACE von 1855 und 1858. Ja WALLACE hatte die Arbeit von 1858 direkt an DARWIN geschickt mit der Bitte um Weiterleitung an den damals bekannteren LYELL. DARWINs Freunde, so der Botaniker JOSEPH DALTON HOOKER und LYELL, ermahnten den immer noch mit einer Veröffentlichung zögernden DARWIN die Bekanntgabe seiner Ideen zur Selektion nicht länger hinauszuzögern und am 1. Juli 1858 wurden in einer Sitzung der Linnean Society (Journal ... 1859, S. 46 - 53) unter dem damaligen vor allem der Zoologie verbundenem Präsidenten THOMAS BELL ein Auszug aus einer Niederschrift von DARWIN von 1844 und ein Brief DARWINs von 1857 an den nordamerikanischen Botaniker ASA GRAY vorgelegt als auch, an zweiter Stelle, die Arbeit von WALLACE. Für WALLACE, den Fernen, aber, als Naturforscher Großartigen, gab es keine Zurückweisung nach dem Motto 'Hole erst einmal eine an einer Hochschule überprüfte Bildung nach'. DARWIN konnte sich mit den Zeugnissen von 1844 und 1857 wenigstens teilweise Priorität zur Artumbildung und Selektion sichern. DARWIN wie WALLACE waren beide stark beeindruckt gewesen von MALTHUS Theorie der Übervermehrung, bei MALTHUS der Menschen, aber natürlich übertragbar auf Tiere. Das sollte auch auf die sich langsam vermehrenden Elefanten für etwas längere Zeiträume zutreffen, Von Marxisten wurde MALTHUS beschuldigt, die Armut in England als Folge der Übervermehrung entschuldigt zu haben anstatt sie kapitalistischen Ordnung generell zuzuschreiben, Darin ist sicherlich auch etwa dran, aber rasche Bevölkerungszunahme bestand und Kriege hat MALTHUS zur Problemlösung nicht gewünscht. Linke waren auch noch im 20. Jh. enttäuscht, daß ihr in der Religionskritik geschätzter DARWIN von MALTHUS etwas übernommen haben sollte. DARWIN mit 10 Kindern und viele britische Intellektuelle waren an reicher Vermehrung durchaus beteiligt. Orthodoxe, Christen wie Juden, wollen noch im 21. Jh. an hoher Geburtenzahl festhalten. was sich gewiß nicht zu viele leisten sollten, wenn nicht die Übervermehrungsprobleme eines Tages nicht mehr beherrschbar sein sollen.

Es wird immer einmal gestritten (W. KÖPPELLE 2013), in weit DARWIN entscheidende Ideen aus den kurzen Artikeln von WALLACE entnahm. WALLACE war außer den DARWIN angehenden Artikeln auch ansonsten in dem Journal of the Proceedings of the Linnean Society auch mit anderen Beiträgen reichlich vertreten, denn bearbeitende Spezialisten in England stellten die Diagnosen der von WALLACE von Celebes geschickten Hymenopteren/Hautflügler (S. 4 - 37) und die der Dipteren/Zweiflügler von den Aru-Inseln (S. 77 - 178) vor. Auch in anderen Bänden des Journal of the Proceedings of the Linnean Society jener Zeit tritt WALLACE mit den von ihm auch in Singapur und in Sarawak gesammelten und

von Spezialisten bearbeiteten Insekten auf.

DARWIN steuerte nun 1857 auf eine ihm viel zu kurz dünkende Veröffentlichung seiner Ansichten zu, zu dem berühmt werdenden Buch über die Entstehung der Arten von 1859. Die Freunde, die führenden britischen Wissenschaftler, wußten aus Gesprächen mit DARWIN manches, aber durften nun hoffen seine Ansichten in ihrer Gesamtheit zu erfahren, wie HUXLEY am 5. September 1858 an HOOKER schrieb (zit. b. TH. H. HUXLEY 1903, I, S. 230): "Wallace's impetus seems to have set Darwin going in earnest, and I am rejoiced to hear we shall learn his views in full at least." Wegen seiner erträglichen Länge wurde das Buch von 1859 wohl leichter aufgenommen als ein mehrbändiges Werk hätte erwarten können. Die erträgliche Knappheit war sicherlich ein Glück. WALLACE wirkte unbewußt wie ein auf knappen Ausdruck bedachter Schullehrer.

Es gibt **Meinungen, die einmal in die Welt gesetzt, nicht wieder beseitigt werden können**. Die Inquisition hat immer versucht, der katholischen Auffassung entgegenstehende Ansichten rechtzeitig zu beseitigen, notfalls unter Auslöschung ihrer Träger. Mit der antikirchlichen 'ratio' in der Aufklärung war das nicht mehr möglich. Und durch DARWINs **Buch von 1859** war auch die **Evolutionstheorie** nicht mehr nur ein vages Gemurmel, sondern **nicht mehr** auszulöschende, **ins Vergessen versenkbare Ansicht**. Das war so trotz aller Antimodernisteneide der katholischen Kirche. Man konnte sich, wenn man ernst genommen sein wollte, nur noch in sachlicher Argumentation gegen die Evolutionstheorie wenden oder sie verändern.

Von Down aus trat DARWIN als Person kaum noch irgendwie auf, war selten auf Tagungen und in Gesellschaften. Er überließ Auseinandersetzungen in England HUXLEY. In Deutschland wirkte ähnlich HAECKEL: In seinem Leben in Down kam DARWIN gut mit dem anglikanischen Pfarrer aus. Auch an der Kirche erinnert eine Gedenktafel an den großen Gelehrten des Ortes. Die Ehefrau liegt auf dem Friedhof begraben. Schwächeanfälle, Ohnmachten, manchmal Besserung, DARWIN starb am Mittwoch, dem 19. April um vier Uhr nachmittags (A. DESMOND et al. 1994, S. 744). DARWINs Leichnam wurde nach der Westminster-Abtei, der Begräbnisstätte berühmter Engländer, dem Pariser Pantheon vergleichbar, überführt.

#bildGrab EMMA DARWIN

Über DARWIN in Down berichtet HAECKEL von einem Besuch dort im Oktober 1866, daß ihm DARWIN seinen Kutschwagen an die Eisenbahnstation , Bromley, geschickt hatte und HAECKEL nun fuhr "durch die anmutige Hügellandschaft von Kent ..." Und am Landhaus trat ihm DARWIN entgegen, "eine hohe ehrwürdige Gestalt ... eine Jupiterstirn wie bei Goethe, hoch und breit gewölbt, vom Pfluge der



Abbildung 30: Kirche in Downe 1991.



Abbildung 31: Westminster-Abtei. London.



Abbildung 32: Downe: Darwin-Bar 1991.

Gedankenarbeit tief durchfurcht ... glaubte einen hehren Weltweisen hellenischen Altertums, einen Sokrates oder Aristoteles lebendig vor mir zu sehen.“ 1876 hat während einer Englandreise auch der Breslauer Botanik-Ordinarius COHN DARWIN besucht und 1877 war bei DARWIN der russische Botaniker TIMIRJASEW (Wikipedia).

Nach der Veröffentlichung des Buches 1859 hat DARWIN neben seinen umfangreichen weiteren Büchern zur Evolution, die über die **Sexuelle Zuchtwahl und die Menschwerdung** und **das Variieren** im Zustand der Kultur, fast seinen Beruf noch einmal gewechselt oder jedenfalls eine, auch wenn man an die Zoologie mit der Cirripedenarbeit denkt, lange in den Hintergrund getretene Sache wieder aufgenommen: DARWIN wurde bedeutender **experimentierender Botaniker**. Einst hatte er auch in der 'Gardeners' Chronicle and Agricultural Gazette' kurze botanische Beiträge veröffentlicht und tat das jetzt öfter. Er suchte herauszufinden, ob **Fremdbefruchtung** bei Blütenpflanzen generell für die Fruchtbildung vorteilhafter ist, noch ohne genetische Überlegungen. DARWIN untersuchte die **Anpassungen** der Orchideen an die Befruchtung, Bewegungen der Pflanzen, die Anpassungen der **Kletterpflanzen**, die "fleischfressenden Pflanzen". Etwa beim Hopfen wurde die Drehbewegung des Endes der Sproßachse zum Suchen einer Stütze untersucht und solche Drehbewegung als weit verbreitet und nur bei Hopfen als stärker festgestellt, aber eben nicht völlig der Reihe von Pflanzeigenschaften fallend. Gern nahm DARWIN dann auch Beobachtungen über Blattbewegungen im grellen Sonnenlicht von Brasilien von FRITZ MÜLLER zur Kenntnis (P. H. BARRET 1977 II, S. 228 ff.). 600 Seiten stark wurde DARWINs Werk '**Movements in Plants**' und 196 Holzschnitte illustrierten den Text (A. DESMOND et al. 1994, S. 723). Einheimische **Orchideen**-Arten zog er im Garten in Downe heran und überprüfte ihre Pollenabgabe (CH. DARWIN 1860 in 1977, S. 32 ff., S. 38



Abbildung 33: DARWIN als Botaniker, Down.



Abbildung 34: Versuchspflanze *Linaria vulgaris*.

ff.). Aber auch das Verhalten von **Säugetieren**, ihr mögliches **intellektuelles Vermögen**, vor allem bei Affen, wollte er klären. Und ein Stein im Garten, der "worm stone" sollte zeigen, ob **Regenwürmer** durch ihr Tätigkeit im Boden ihn zum Versinken bringen wie es oft bei gepflasterten Gartenwegen zu beobachten wäre. Bei einem Besuch an der prähistorischen Kultstätte von Stonehenge grub DARWIN dort, um eventuelles Absinken durch Regenwürmer zu überprüfen (A. DESMOND et. al. 1994, S. 706). Zu Recht kann man über DARWIN sagen, daß er, forschend unterschiedliche Themen und dennoch immer exakt, "einer der größten und vielseitigsten Naturforscher aller Zeiten war", wie LUDWIG PLATE 1909 (S. 44) vor den Monisten in Berlin sagte.



Abbildung 35: Regenwürmer versenken den Stone?.

Politische und geistige Lage in England nach 1830, 1836, als DARWIN Forscher wurde

Vom geistigen Klima her war die obere Gelehrtenwelt in Deutschland wohl wesentlich freier als in England. In England gab es Atheismus in den Unterklassen, welche in der Wirtschaftskrise nach 1830 schwer mitgenommen wurde und in der **Chartistenbewegung**, deren viele oft verelendete Anhänger auch in gewaltsamen Aktionen ihre Mitsprache und Teilnahme an der Gesellschaft forderten. CHARLES DARWINs 5 Jahre älterer Bruder ERASMUS unterhielt eine jahrelange Liebesbeziehung mit der in der Richtung der Chartisten sehr gut schreibenden allbekannten aufsässigen Schriftstellerin HARRIET MARTINEAU (Wikipedia engl. 2017), die gegen Sklaverei, für Frauenrecht und ihrem eigenen Bruder gegenüber gleichwertige Frauenbildung, die gegen den korrupten Klerus, populär über Volkswirtschaft schrieb, den Arbeitern nahestand, MALTHUS Bevölkerungslehre propagierte und im philosophischen Agnostizismus oder Atheismus die weltanschauliche Zukunft sah, sie, die Diskussionen und Denken im frühviktorianischen England stark mitbestimmte. Wie sollte man der Bewegung begegnen, wenn nicht, und bis heute, durch Neuverteilung? DARWINs Schwestern hatten den Bruder CHARLES schon in Briefen nach Südamerika auf die Schriftstellerin verwiesen (A. DESMOND et al. 1994, so S. 178). "... Wissenschaft" hatte in dieser Zeit der Gärung "eine moralische Dimension" (S. 366). CHARLES DARWIN wie auch LYELL wollten ihre Zugehörigkeit zu der oberen wissenschaftlichen Elite und selbst zur Geistlichkeit, wie sie sogar der Geologe SEDGWICK vertrat, nicht gefährden. Der Begriff 'Materialismus' war in diesen Kreisen nicht angesehen (A. DESMOND et al. 1994, S. 339 u. a.). Von da her und in Sorge um die sorgenvolle religiöse Ehefrau stammen die Bedenken DARWINs vor der Veröffentlichung seines Manuskripts über die Evolution mit ihrer Ablehnung eines gütigen Gottes. Immer wieder waren es etwa

die Schlupfwespen, deren Larven aus in lebende Schmetterlingsraupen abgelegten Eiern ihre Wirte von innen her allmählich auffressen, die DARWIN an einer wenigstens nicht allzu grausamen Gottheit zweifeln ließ (s. a. R. DAWKINS 2016, S. 447 u. a.). Fast konnte einer denken: Wenn die Lebewesen schon zum wechselseitigen Gefressenwerden geschaffen werden, dann um Gottes willen wenigstens nicht so? Deutsche Materialisten und vor allem die Übersetzer von DARWINs Buch von 1859 hatten kaum religiöse Hemmungen, wenn auch die eher philosophischen Atheisten FEUERBACH und STRAUß keine Karriere machen konnten. DARWIN lehnte später eine Widmung seines Werkes an MARX wie eine nähere Bekanntschaft mit dem Schwiegersohn von MARX, AVELING, ab und eine Einfeldung des zum Kongreß der Internationalen Freidenkerverbände gekommenen LUDWIG BÜCHNER zu einem Lunch, zusammen mit AVELING, war DARWIN wohl eine unangenehme Sache (A. DESMOND et al 1994, S. 736 ff.). Atheismus, aber bei DARWIN nicht militant. AVELING bedauerte, daß DARWIN sich einem solchen den sozialen Problemen fernen Thema wie den Regenwürmern zugewandt hatte und DARWIN soll erwidert haben, daß sich am Kleinen das Große ablesen ließ (A. DESMOND et al. 1994, S. 737). DARWIN, der groß und anerkannt wurde, weil er gerade das 'Kleine', etwa die Blütenbestäubung im einzelnen untersuchte und nicht allgemeine große Töne schwang.

Von DARWIN zu lösende Probleme zur Deszendenz

Die Deszendenztheorie DARWINs, die erst viel später Evolutionstheorie hieß, umschloß nicht nur die Entstehung der Arten, sondern Evolution galt auch für die taxonomische Kategorien oberhalb der Species, also der Familien, Ordnungen, Klassen, schließlich der Stämme. Aber die **Betonung auf die Entstehung der Arten** zu legen war völlig **richtig**. Für die innerhalb der Species bestehenden Unterschiede, und zwar auch die beständigen, sich vererbenden, für die Varianten, Spielarten, Unterarten, bei jeder in Kultur genommen Zierpflanzenart bald bekannt geworden, wurde wie oben schon erörtert die natürliche Herausbildung schon lange nicht mehr bezweifelt. Tier- und Pflanzenzüchter spielten hier längst eine Schöpferrolle. Aber die Umbildungen sollten die Grenzen der Art nicht überschreiten. Und wenn das so schien, als geschähe dies, dann wurden notfalls Arten auf das Niveau von Varianten herabgestuft und das Problem schien wenigstens für zahlreiche Fälle gelöst zu sein. Ein Schöpfergott mußte für dessen Anhänger dann glücklicherweise etwas weniger bemüht werden, Daß **eindeutige**, durch Fortpflanzungsschranken voneinander **getrennte Arten** auch **auseinander hervorgehen**, das galt es zu beweisen. Die Grundfinken von den Galapagos-inseln, die Darwin-Finken durften dann nicht nur Varianten einer Art sein, sondern mußten als getrennte Arten gelten können, wenn sie als Zeugnis für Artbildung gelten

sollten!

Der Anerkennung der allgemeinen Evolutionstheorie für die ganze Organismenwelt standen nicht nur die Kirchenlehren entgegen, sondern eben auch von zahlreichen Biologen vertretene Auffassungen. Wie weit manche vielleicht froh waren, die Evolution nicht nur mit der Bibel, sondern auch aus logisch-wissenschaftlichen Gründen zurückzuweisen, ist eine weitgehend offene Frage.

Die Weltreise und DARWINs auf der "Beagle" und die auf ihr angestellten Beobachtungen namentlich über ähnliche, aber doch sich unterscheidende und meist dann räumlich getrennt lebende Formen, also **Endemismen** wie in Betrachtung der Nähe, in der sie vorkamen auch **Vikarianzen**, waren bedeutungsvoll. Immer wieder genannt wird der Besuch auf 4 der Galapagos-Inseln. Der **Galapagos-Archipel**, etwa 950 km westlich von Ecuador und fast auf Äquatorbreite, als im Meer entstandene Vulkaninseln nie mit dem Festland verbunden, weist 18 größere und etliche kleinere Inseln auf. In dem Reisebericht werden zwar Darwin-Finken abgebildet, aber diese, spielten nicht die ihnen immer wieder, auch in Schulbüchern, zugewiesene Rolle, sondern 3 Arten der Spottdrossel/**Mimus**, die er mit 3 von anderswo her bekannten Arten der Spottdrosseln verglich (F. D. STEINHEIMER et al. 2006). Bei den von DARWIN präparierten Exemplaren der "Darwinfinken"/*Geospizinae*, Ammern/Emberizidae, hatte DARWIN in der Beschriftung geschlüsselt, nicht einmal die Herkunftsinsel angegeben, und versuchte in England das nachzuholen (A. DESMOND et al. 1994, S. 261). Auch andere Leute auf der 'Beagle' hatten Vögel geschossen und präpariert und hatten diese Bälge wie der sie dem Britischen Museum schenkende FITZ-ROY besser dokumentiert. DARWIN suchte von seinen ehemaligen Mitreisenden, auch Matrosen, solche Bälge zu erwerben. Die ganze Bedeutung dieser Befunde hatte DARWIN auch auf der Heimreise noch nicht erkannt, sah in den verschiedenen Formen Varietäten, und an Hand seiner Tagebuchnotizen, vor allem auch der in England angefertigten, wurde nun, im 20. Jh, der Werdegang von DARWINs Weg zur Evolutionsvorstellung mehr und mehr zu entschlüsseln versucht. Englands bedeutender Ornithologe GOULD (G. C. SAUER 2004), den DARWIN im März 1837 traf (E. MAYR 1984, S. 326), erkannte aus den Bälgen der Galapagosfinken/Geopizinae, das es Arten sein mußten, die sich auf den verschiedenen Inseln herausgebildet hatten, und dann hatte es bei ihnen **Artenbildung** gegeben. Die Ausbildung unterschiedlicher Arten auf voneinander isolierten, aber nahen Inseln mochte wegen der infolge Standorttreue fehlenden Vermischung verstehbar sein, obwohl auch diese kleinen Vögel von der Flugfähigkeit her sich von Insel zu Insel hätten immerfort ausbreiten können. Aber es fliegen derartige Vögel kaum auch nur 50 km über ein Meer und bleiben ihrem Brutgebiet treu. Gab es im Galapagos-Archipel getrennte Inseln, so war vorher im Inneren der Pampa Argentinien nicht nur der bekannte **Nandu**/*Rhea americana*

na gefunden worden, sondern auch eine etwas andere, "kleinere und flaumigere" Art, die als eigene Art von DARWIN erkannt wurde, als ein erlegtes Exemplar am Lagerfeuer schon fast verspeist war. Rief DARWIN den Essenden plötzlich zu: 'Stop!'. Die mitgenommenen Überreste vom Essen und wohl auch dann weitere Zeugnisse erkannte später in England GOULD als eigene Spezies, genannt *Rhea Darwinii* (A. DESMOND et al. 1994, S. 258). Diese Art lebte mehr im Süden als der Nandu, südlich des Rio Negro, aber die Verbreitungsgebiete waren nicht wie bei den Galapagos-Vögeln durch Meer getrennt. Wie war hier die Artentrennung zu erklärbar? Weil aus Nandu-Eiern sich einmal eine Mutation erhob und als solche weitervermehrte? Und sich dann in ihrer Region durchsetzte? Es gab manchmal auch bei DARWIN die Vorstellung, daß nur auf von Meer getrennten Inseln Bildung eigenständiger Arten stattfinden könne und sich auch auf dem Festland "Ausbreitungsschranken vorzustellen" (E. MAYR 1984, S. 327). Die geographisch getrennten Arten waren **gleichzeitig vorhandene Arten** und aus ihrem gegenwärtigen Zustand wurde ihre Entstehung durch Umbildung in der Zeit in den getrennten Arealen anzunehmen. Ebenso wichtig war die wirklich **zeitliche Abfolge** von Umbildungen zu ermitteln wie sie Fossilien lieferten (s. E. MAYR 1984, S. 328). In DARWINs Denken nahm dann die Frage der Auslese einen zunehmend wichtigeren Raum ein.

DARWIN hatte sich bei der Begründung seiner Evolutionstheorie mit den Ansichten **auseinanderzusetzen**, die, wie die Urzeugungshypothese und die sie besonders begründenden disjunkten Areale seiner Auffassung entgegenstanden. Um möglich erscheinen zu lassen, daß heute disjunkt verbreitete Arten nicht mehrfach entstanden sein mußten, sondern sich von ihrem einzigen Entstehungsgebiet aus weit verbreitet haben konnten, bemühte er sich die bisher so unterschätzte **Ausbreitung von Organismen**, und zwar gerade auch sehr ortsgebunden erscheinender, **nachzuweisen**. DARWIN ermittelte, ob und wie lange Pflanzensamen und mit Gehäuse sowie Kalkdeckel ausgestattete Landschnecken in Meerwasser oder im Magen lebender oder kurz nach der Nahrungsaufnahme verstorbener Vögel überleben, wie lange als Überträger von Pflanzensamen in Frage kommende tote Vögel auf dem Meere schwimmen, wie stark an Vogelbeinen Pflanzensamen oder die Eier wirbelloser Tiere, etwa von Schnecken, haften. DARWIN wusch Enten regelrecht die Füße, um die anhaftenden Pflanzensamen abzukratzen und in einer Schale keimen zu lassen. In Glasgefäßen ließ DARWIN verschiedenste Samen in Salzwasser, von Meereskonzentration, und zum Vergleich in normalem Wasser keimen und sah zahlreiche Keimungen im Salzwasser, bei Rhabarber und Sellerie das Keimen sogar beschleunigt (P. H. BARRETT 1977 I, S. 257). Angesichts der Notwendigkeit, die, wie DARWIN an HOOKER am 5. Juli 1856 schrieb, "multiple creationists", die "double creationists or continental extensionists" (in F. DARWIN und A. C. SEWARD 1903, I, S. 93: zitiert auch bei G. ZIRNSTEIN 1978) zu widerlegen, wer-

den DARWINs Bemühungen um den Nachweis von weiter Verbreitungsmöglichkeit vieler Lebewesen verständlich. Freudig sind dann Ausrufe in einigen seiner Briefe. An den Freund J. D. HOOKER schrieb DARWIN am 18. November 1856 (s. F. S. DARWIN 1903, S. 400/401): "Hurrah! a seed has just germinated after 2 1/2 hours in owl's stomach. This, according to ornithologist's calculation would carry it God knows how many miles: but I think an owl really might go in storm in this time 400 or 500 miles". Pflanzensamen konnten durch Vögel, hier also eine Eule, also offensichtlich weit verbreitet werden. Am 10. Dezember 1856 schrieb DARWIN ebenfalls an HOOKER (... S. 441/442): "I have for the last fifteen monthes been tormented and haunted by land-mollusca, which occur on every oceanic island: and I thought that the double creationists or continental extensionists had have a complete victory". DARWIN konnte aber experimentell ermitteln, daß die Eier von Landmollusken etliche Zeit auch in Salzwasser überleben. Landmollusken konnten sich also nach einmaligerem Ursprung einer Art möglicherweise von Insel zu Insel ausgebreitet haben. DARWIN meinte an HOOKER am 10. 12. 1856, (ebenda, S. 441): "I feel as if a thousand-pound weight was taken off my back".

DARWIN (P. H. BARRET 1977 II, S. 214) behielt das Interesse an der **Ausbreitung von Lebewesen** auch später. So, wenn ein Brief an die Zeitschrift 'Nature' 1878 von einer an einer geschossenen Ente am Fuß angehefteten lebenden Muschel der Gattung *Unio* berichtet, die sicherlich auch hätte zu entfernten Teichen oder Flüsse transportiert werden können, was gemäß DARWIN verstehbar macht, daß die Süßgewässer auch entfernter Kontinente und Inseln oft die gleichen Arten beherbergen.

Von DARWINs Buch 'On the Origins ... ' von 1859

Das Buch von 1859, "On the Origins ...", wurde nach den verschiedensten Seiten und von zahlreichen Kommentatoren bis zur Gegenwart analysiert- Es wurde wohl etwas rasch abgefaßt und DARWIN gelang nicht, die verschiedenen Probleme klar zu trennen. In der Disposition wurde dem Werk "On the Origins ..." von TSCHULOK (s. J. W. HARMS 1939) nicht unberechtigt vorgeworfen, es sei ein "logisches Monstrum". Als erstes hätte nach dem lehrbuchmäßigen und dem in den Schulen üblichen Vorgehen späterer Zeit DARWIN zuerst die Grundfrage des Vorhandenseins der Deszendenz erörtern müssen, und dabei die Beweise aus Morphologie, Embryologie, Chorologie, Paläontologie anführen sollen. Aber DARWIN behandelt in den Anfangskapiteln die Faktoren der Deszendenz, also die Variabilität und die neben WALLACE geradezu als Neuentdeckung gesehene Selektion. Man wird später sagen, daß die Evolution anerkannt werden konnte aus Anatomie, Paläontologie und anderem auch ohne vollen Beweis für die anzunehmenden

bewirkenden Faktoren. Jedoch muß aus den vorangehenden Ansichten abgeleitet werden, daß zwar die bald als Sachverhalte der Evolution geltenden Phänomene aus Morphologie, Embryologie, Chorologie, Paläontologie schon länger bekannt waren und von vielen **nicht** als Zeugnisse für die Evolution der Organismen interpretiert wurden. Aus gutem Grund hat DARWIN wohl gemeint, daß **zuerst die Veränderlichkeit der Organismen** und die sie bedingenden Faktoren anerkannt werden müssen, und dann die anderen Zeugnisse aus der Anatomie, Embryologie und weiterem hinzukommen sollen. Veränderlichkeit und Entstehung neuer Formen bis hin möglicherweise zu Arten, bei Tauben, bot vor allem die **Züchtung von Haustieren**. WALLACE sah darin kein Modell für die Evolution (J. ROSS-IBARRA et al. 2007, S. 8641).

Vor, neben und nach DARWIN: ALFRED RUSSEL WALLACE

WALLACE, DARWINs Konkurrent und doch großartiger Mitstreiter und vielseitiger und gewandter Autor war 14 Jahre jünger als CHARLES DARWIN und war am 8. Januar 1823 in Usk in Monmouthshire in Wales geboren worden. Der Vater war vom Beruf her durchaus Mittelstand, nämlich Advokat, aber die Familie glitt ab. ALFRED RUSSELL (U. KUTSCHERA 2013), also unser WALLACE, war deren 8. Kind. Die Kindheit soll durchaus glücklich gewesen sein. Aber mit 14 Jahren mußte er wegen Finanzknappheit in der Familie die Schule verlassen. Vieles von seiner Bildung verdankte er nun sich selbst, und großartige Tropenerfahrungen glichen auch bei ihm die formalen Bildungsmängel aus. DARWIN aus reicherer Familie wurde also bei eher selbst verschuldeten Bildungsmängeln im Unterschied zu WALLACE aufgefangen. WALLACE unter seinem Bruder arbeitete als Landvermesser, war kurzzeitig 1844/1845 Grundschullehrer in Leicester. Beeindruckt haben ihn die Reisebeschreibungen von ALEXANDER VON HUMBOLDT und CHARLES DARWIN und auch die Lektüre von LYELL. Auch LAMARCKs Ideen wurden ihm offensichtlich über CHAMBERs Buch bekannt. Mit 25 Jahren reiste er 1848 zusammen mit dem Insektenforscher HENRY WALTER BATES **zum Amazonas**. DARWIN war da von seiner Weltreise schon 12 Jahre zurück. BATES (1862) war Sohn eines Strumpfwaren-Fabrikanten (L. MC KINNEY 1970). Aus dem gesammelten und nach England geschickten Material galt es für BATES und WALLACE die weitere Existenzgrundlage zu schaffen, 1852 blieb BATES noch am Amazonas zu weiteren Forschungen zurück, während WALLACE auf dem Zweimatscher 'Helen' (U. KUTSCHERA 2013, S. 307) zurückreiste oder besser das wollte. Das Schiff geriet am 6. August 1852 in Brand. WALLACE konnte sein Leben und wenige Aufzeichnungen in einem Rettungsboot und dann übernommen

von einem rettenden Schiff bewahren, jedoch sein reiches Sammlungsmaterial war verloren. BATES hatte 14712 Insekten-Arten gesammelt, davon etwa 8000 vorher unbekannt. WALLACE gab nicht auf. 1854 startete er mit der Unterstützung der Geographischen Gesellschaft zu dem weniger als Südamerika bekannten Südost-Asien und blieb dort an verschiedenen Stationen 8 Jahre lang, bis 1862. Gestorben ist WALLACE nach etlichen Umzügen mit fast 90 Jahren am 7. November 1913 in Broadstone in Dorset, damals viel beachtet und auch geehrt. Als einer der letzten Gelehrten der DARWIN-Generation konnte er noch den 100. Jahrestag von DARWINs Geburtstag 1809 mitbegehen. Der gegenüber DARWIN 14 Jahre jüngere WALLACE hatte ungeachtet auch ihn heimsuchender Tropenkrankheiten DARWIN um 31 Jahre überlebt. Mit 22 Büchern und über 700 kleineren Publikationen hatte WALLACE ein reiches Werk hinterlassen. Längst waren 1913 viele seiner Veröffentlichungen auch ins Deutsche übersetzt. Seine auch in Büchern geäußerte Unterstützung des Spiritismus fand nicht nur bei DARWIN kein Verständnis. Dabei war er nicht religiös. Seine Beiträge zur Tiergeographie waren entscheidende Beiträge zur Begründung der Biogeographie. Einen verschiedene Tierformen trennenden, von WALLACE gefundenen begrenzten Bereich im Malayischen Archipel, zu dem auch das heutige Indonesien gerechnet wurde, in nannte TH. H. HUXLEY später 'Wallace-Linie'. Unter den führenden Evolutionsbiologen Englands stand WALLACE finanziell ziemlich erbärmlich da (A. DESMOND et al. 1994, S. 725/726), erhielt auch durch DARWINs Empfehlung zu seinem 58. Geburtstag eine bescheidene Pension von 200 Pfund, während DARWIN zur gleichen Zeit einen Kapitalertrag von 8000 Pfunde an seine Kinder verteilen konnte (S-727).

Als erstes seiner die Evolutionstheorie beeinflussenden Beiträge erschien 1855 in England im 'Annals and Magazine of Natural History' das später ins Deutsche übersetzte 'Über das Gesetz, das das Entstehen neuer Arten reguliert hat'. (neu bei G. HEBERER 1959). Verfaßt war das Papier in Sarawak. Die vorgeführte Veränderung der Lebewelt in der Erdgeschichte war allgemein bekannt und WALLACE hofft in der Entwicklung der Organismenwelt und der Erdoberfläche eine Erklärung der geographischen Verbreitung der Formen zu finden und will beitragen, allgemeine Prinzipien des Auftretens von Arten in der Erdgeschichte zu finden. Er betont, daß die gleichen Arten und verwandte Gattungen nicht in voneinander entfernten Räumen und Zeiten auftreten, also nicht zweimal entstanden, und auch Familien nächstverwandten Zeiten angehören (S. 38). An Arealgrenzen gibt es oftmals 'nächstverwandte' Arten (S. 38), also die auch anderen bekannten Vikarianzen. Als 'Gesetz' wird formuliert, daß jede Art sowohl dem Raum wie der Zeit nach zugleich mit einer vorher existierenden nahe verwandten Art in Erscheinung trat (S. 51). Man (ZIRNSTEIN) möchte ergänzen: Sehen ließ sich das eigentlich nur der Zeit nach, wo eine Fossilabfolge beobachtbar war, während die Verbreitung im Raum nur gedeutet werden konnte. WALLACE sieht die Möglichkeit einer ge-

meinsamen Stammform von 2 oder 3 verschiedenen Arten - und das wäre also der Gedanke der Evolution, wie in anderen Dingen auch. In ihrer Verzweigung sind die Arten anzuordnen, nicht - und das bezieht sich wohl auf SWAINSON - in Kreisen, und es gibt auch keine bestimmte Zahl für jede Gruppe a priori. Das erscheint als der Stammbaum-Gedanke. An LYELL läßt denken, wenn WALLACE an Inselbildung oder Trennung eines einheitlichen Gebietes durch Gebirgsaufstieg erinnert und dazu meint, daß Isolierung einer Region ergab eigenständige, also in moderner Terminologie endemische Formen. WALLACE verweist auf die ihm nicht unmittelbar bekannten Galapagos-Inseln. Junge Inseln weisen noch kaum veränderte Formen auf. Der Artikel ist mehr Geologie als Evolution, ist LYELL ergänzt.

Die DARWIN erschreckende Arbeit von 1858, deutsch übersetzt (in G. HEBERER 1959) "Über die Tendenz der Varietäten, unbegrenzt von dem Originaltypus abzuweichen" hatte WALLACE fiebernd auf der Molukkeninsel Ternate geschrieben. Hier lag also in knapper Formulierung vor, was DARWIN bald mit seinem Buchtitel vom 'Origin of **Species** ...', also dem Überschreiten der Artengrenzen bei Veränderungen betont. Bei Haustieren hatte man die Bildung permanenter und damit echter Varietäten erreicht, wobei oft nicht mehr festzustellen ist, wer die Hauptrasse und wer die abgewichene Varietät ist (S. 24). Ungeachtet, daß bei Wildtieren die Entstehung von Varietäten kaum zu beobachten ist, kommt WALLACE zu den Einsicht, daß immer weitere Abweichung vom Original möglich ist, also die Artgrenzen beim Abändern überschritten werden, was bei Haustieren eben nicht geschieht. Und ohne lange Einleitung kommt er dann auf den 'Kampf ums Dasein' sprechen, den Vorgang, den DARWIN als seine besondere Leistung sah, die Selektion (S. 26). Abgeleitet hat WALLACE das aus der Beobachtung der Vermehrung der Tiere und der Annahme des Überhandnehmens selbst der am wenigsten fruchtbaren Tiere (S. 25) bei fehlender Einschränkung, dem verfügbaren Nahrungsangebot, (S. 27/28), dem Gefressenwerden in der Natur und andererseits den Schutzmaßnahmen gegen die drohenden Feinde (S. 33). Es sind Überlebende "nur die aus Gesundheit und Kraft vollkommensten ..." (S. 28). Die Individuenzahl der Arten bleibe dabei weitgehend stabil, "stationär" (S. 29). In der Natur kann keine Form ohne Schutz oder Mittel zur Nahrungsergreifung bestehen, was möglich ist bei Haustier-Varietäten in Menschenschutz. Als Beispiel bringt WALLACE auch solche aus seiner englischen Heimat. Es wäre wohl durch die Nahrung bedingt, daß in England die Haussperlinge häufiger sind als die Rotkehlchen und die Spechte in England viel seltener als in den Tropen (S. 27). Nur mit ihren scharfen Krallen können Falken und Katzen überleben, und mit dem langen Hals holen sich Giraffen die Nahrung. Diese Dinge entstanden nicht wie bei LAMARCK aus dem Willen der Tiere. Wie DARWIN diese Seite LAMARCKs zurückweist, so WALLACE. Die dauernde Auslese ist der Ersatz für die so zurückgewiesene eigenwillige Auffassung von LAMARCK und damit kann also die Evolutionsvorstellung bestehen. Die Se-

lektion zeige, "daß ähnliche Resultate", wie bei LAMARCK, "durch die Tätigkeit von Prinzipien, die in der Natur beständig an der Arbeit sind, hervorgerufen werden müssen" (S. 33). WALLACE sieht namentlich die Endprodukte der Auslese, nicht so sehr wie DARWIN den Prozeß. Vor allem sucht er Eigenschaften zu aus der Selektion zu erklären (S. 34). So sieht er als ihr Ergebnis die Proportion zwischen Pflanzen- und Fleischfressern und die Zahl der Jungen bei den Arten (S. 26). Wer immer Nahrung im Überfluß findet, zieht weniger Junge auf. Erklärt sieht WALLACE die Kompensation zwischen schwächer und stärker ausgebildeten Organen bei derselben Art, etwa der Ausgleich zwischen mächtigen Flügeln und schwachen Füßen (S. 34), die Persistent auch mancher unwichtig erscheinenden Teile wie Federn, Haare, die von einem zentralen Typus ausgehenden divergierenden Reihen. Verbesserte Formen können oft nicht zum Ursprung zurückgehen, da sie eben der Ursprungsform überlegen sind (S. 30), wenn nicht die Bedingungen wiederkehren, welche die Ursprungsform wieder zur Bestangepaßen macht (S. 31).

Im Jahre 1860 reagiert DARWIN (s. P. H. BARRETT 1977 II, S. 32) erstaunt in der von ihm viel benutzten 'Gardeners Chronicle and Agriculture Gazette' no. 16, 21. April, auf einen Artikel in dieser Zeitschrift no. 14, 7. April von PATRICK MATTHEW, einem Landbesitzer und auch an Forsten Beteiligten, daß er 1831 in einem Appendix zu seinem vor allem Holz für Schiffsplanken behandelnden Buch 'Natural Timber and Arboriculture' die 'Natürliche Selektion' als ein zu neuen Formen führenden Vorgang dargestellt habe. DARWIN beteuert, daß er davon nichts gewußt habe und will ihn nun gern als Vorläufer anerkennen. Über DARWINs eventuelle vor 1859 anzusetzende Bekanntheit mit den Gedanken MATTHEW's wird seitdem (s. Wikipedia 2017) viel spekuliert, ohne daß DARWIN des Plagiats überführt werden konnte. Noch früher war von dem 1817 gestorbenen, in Amerika lebenden schottischen Mediziner WILLIAM CHARLES WELLS (Wikipedia 2017) im Jahre 1818 ein 1813 vor der Royal Society gelesener Beitrag in Druck erschienen, der schon die 'Natürliche Selektion' behandelt und zwar für die Herausbildung der Hautfarben.

DARWINs Vererbungshypothese, die Pangenesis-Hypothese, Evolution in den Keimzellen - viel einflußreicher als zunächst angenommen

Unter DARWINs weiteren Theorien soll schon hier behandelt werden seine Ansicht über die in den Keimzellen gelegenen Vorgänge zu Veränderung und Vererbung, den Grunderscheinungen der Evolution. Evolution, so mußte gesehen werden, mußte aber auch eine mikroskopische Ebene haben, denn in den Zellen, die bei der

Bildung eines neuen Individuums zusammentreten, also den Keimzellen, liegen die Grundlagen für Vererbung der Elternmerkmale und ihnen mußte auch die Anlagen für jene Abänderungen vorhanden sein, die dann bei reifenden und erwachsenen Individuen auftreten. Und DARWIN (G. ZIRNSTEIN 1982) selbst hat das gesehen, und hat eine Vererbungshypothese konstruiert, welche das Zustandekommen auch von Variabilität erklären sollte. Auch das ein Zeugnis für DARWINs weitausgreifenden Blick. Molekularbiologie in Hypothese. Was DARWIN konstruierte war seine manchmal schon als Theorie bezeichnete **Pangeneses-Hypothese**. veröffentlicht in einem Schlußkapitel des Buches "Das Variieren der Tiere und Pflanzen ..." 1868. Aus **dem Körper** sollten kleine Partikeln, die **Pangene** oder **Gemmulae**, 'Keimchen', **in die Keimzellen** zusammenströmen, und so sollten in den Keimzellen alle Merkmale des Körpers vereint sein, auch die, welche während des Lebens durch Außeneinflüsse in einzelnen Körperregionen verändert worden waren. Es war damit auch eine 'Vererbung erworbener Eigenschaften' erklärbar Gemmulae konnten auch einmal 'latent' bleiben und die von ihnen übertragenen Merkmale fielen in einem Individuum weg, konnten aber in weiteren Generationen auch wieder aktiv werden und schon verloren geglaubte Eigenschaften erschienen wieder. DARWIN versuchte also manches zu erklären. Immerhin sollten also alle Merkmale durch unterschiedliche Erbeinheiten vertreten werden, was auch das Konzept der MENDEL-Genetik war. Die spekulativ, ja willkürlich erscheinende Vererbungshypothese DARWINs fand eher Ablehnung als Zustimmung. HUXLEY habe lachend zu DARWIN gesagt, daß die biblische Schöpfungsgeschichte schon schwierig zu verstehen wäre, die Pangeneses jedoch noch um einiges schwieriger zu begreifen ist. An LYELL schrieb DARWIN 1867: "Ich bin aber der Ansicht, daß wenn sie als eine wahrscheinliche Hypothese angenommen wird, ein einigermaßen bedeutsamer Schritt in der Biologie gethan sein wird." DARWINs Vetter GALTON erkannte an (1870/1871, S. 393): "Darwin's provisional theory of Pangeneses claims our belief on the ground that it is the only theory which explains, by a single law, the numerous phenomena allied to simple reproduction, such as reversion, growth, an repair of injuries." Trotzdem die 'Pangeneses-Theorie' nicht gehalten werden konnte, erwies sich die **Pangeneses-Hypothese** auch wenn man die Vererbungshypothesen anderer in den letzten Dezennien des 19. Jahrhunderts betrachtet als **anregend**. Vor allem regte die Pangeneses-Hypothese auch zu Experimenten an. GALTON (s. 1870/1871), das gelesen vor der Royal Society am 30. März 1871 (P. H. BARRETT 1977, S. 165) ließ Blut von bestimmten Kaninchenrassen in den Körper, in das Blut von lebenden Individuen einer bestimmten 'reinen' Rasse. 'Silvergrey' (nötig im vivisektionsfeindlichen England: "of course, under the influence of anaesthetics") übertragen. An Blutkomplikationen wurde kaum gedacht. Die Nachkommen der Rasse, welche Fremdblut, Blut einer anderen Rassen empfangen hatte, wiesen keinerlei Merkmale der Blutspenderrasse aufwiesen. Ebenso gab es keine Resultate

bei der Übertragung von Blut der Rasse 'Silvergrey' in andere Rassen. Teilweise Sterilität wurde auf die Verwendung von 'defibriertem' Blut zurückgeführt und man konnte an Zurückhaltung der Gemmulae denken, aber das galt wohl kaum. Hoffnungen auf Benutzung dieser Methode für Züchtungen waren damit obsolet. Es waren also keine Gemmulae übertragen worden. Aber die Gemmulae-Auffassung wurde damit nicht völlig aufgegeben, sondern an ihre Existenz in soliden Strukturen gedacht (S. 404). DARWIN verteidigte seine Pangenesis-Hypothese alsbald, 1871, (P. H. BARRETT 1977, S. 166) gegenüber seinem Vetter noch einmal mit dem Hinweis, daß er nicht die Gemmulae unbedingt im Blut behauptet habe, sondern sie auch auf anderem Wege von Zelle zu Zelle, "... through the tissues", würden wandern können, also die 'Pangenesis-Theorie' noch nicht ihren "death blow" erhalten habe (S. 166). Aber mit großer Wahrscheinlichkeit mußte schließlich doch angenommen werden: **die Gemmulae gibt es gar nicht**. Die Keimzellen nahmen gar nicht irgendetwas für Vererbung aus dem ganzen Körper. Die Keimzellen bildeten sich souverän. Was in ihnen angelegt war, hatte außer Ernährung aus dem übrigen Körper nichts zu tun. Das war dann die Auffassung von WEISMANN mit der Ablehnung der 'Vererbung erworbener Eigenschaften' (s. d.) und den Keimzellen die unmittelbar nur aus den Keimzellen der Eltern entstehen, ohne Zwischenschaltung von Körpergeweben. So entschieden DARWINs Pangenesis-Hypothese **abgelehnt** werden mußte, sie war eine jener Hypothesen oder Theorien in der Wissenschaft, die ungeachtet ihrer Unrichtigkeit mannigfaltige **Anregungen geben**. DARWINs Begriff 'Pangen' blieb, verkürzt, in 'Gen' erhalten. Nicht nur durch seine Evolutionsvorstellungen und seine botanischen und weitere Forschungen, auch durch seine Vererbungshypothese hat DARWIN der Biologie also einen bedeutenden Impuls gegeben. Namentlich bei DE VRIES, wird deutlich, daß **DARWINs Gedanken** weiter wirkten, wenn er den Gedanken an Pangene als Vererbungsträger aufgriff.

Zunächst aber waren die Wege der Erforschung der Vererbung in Großbritannien und der entscheidenden Forscher auf dem Kontinent unterschiedliche Wege gegangen: mehr Massenbetrachtung in Großbritannien und Konzentration auf Einzelmerkmale auf dem Kontinent.

6. Zur Evolutionstheorie zwischen 1860 und etwa 1900/1920

Anhänger und Gegner

Engländer und Deutsche in der Ausbildung der Evolutionstheorie und der Vererbungsforschung

Englische und bald auch deutsche Forscher führten in der weiteren Ausbildung der Evolutionstheorie und dann auch der Erforschung der Vererbung. Es sollte hervorgehoben werden, daß die großen **Biologen beider Nationen sich wechselseitig hochschätzten**, wechselseitig zu neuen Ideen animierten, in Korrespondenz standen, ihre Arbeiten wechselseitig übersetzten. DARWIN war allen stets die integre, hochgeachtete Person, die man möglichst einmal selbsts besuchte. Und als der deutsche Biologe WEISMANN 1914 starb, wurde ihm zugebilligt, daß der 'Mantel DARWINs' auf ihn gefallen sei. Das war also anders als bei dem öfteren Konkurrenzdenken zwischen den französischen und deutschen Chemikern. 1914 kam leider auch in den deutsch-englischen Wissenschaftsbeziehungen ein Bruch.

BRONN - DARWINs Übersetzer ins Deutsche und noch immer kritisch

DARWINs Theorie fand bald Beachtung. Das Buch "On the Origin of Species ..." erschien bereits **1860 in deutscher Sprache**, und zwar 2 Jahre vor seinem Tode am 5. Juli 1862 übersetzt von jenem H. G. BRONN in Heidelberg, der als Paläontologe genau wußte, daß immer wieder neue Lebensformen in Existenz getreten waren und andere ausstarben, der sich aber dennoch nicht zu einer Anerkennung der Umbildung im Sinne der Evolution fest durchgerungen hatte. DARWINs Werk hatte ihn nun doch bewegt, wenn auch nicht ohne weitere kritische Betrachtung, aber der Übersetzung wert. Für BRONN war DARWINs Auffassung lediglich eine Hypothese, eine weitere Möglichkeit, die Art-Herkunft zu erklären. Das von BRONN seiner Übersetzung beigegebene "Schlusswort des Übersetzers" (S. 495 ff.) faßt in klarer Weise BRONNs nunmehrige Auffassung zusammen, wobei ihm manches wohl wie Schuppen von den Augen fällt, was er selbst trotz aller seiner Kenntnis der Organismenwelt nicht gefunden hatte. Auffassungen, die dann HAECKEL bringt, erscheinen auch bei BRONN. Aber noch einmal faßt BRONN auch die wichtigsten jener Einwände zusammen, die vor 1859 die Deszendenztheorie, damals im Sinne LAMARCKs, als unwahrscheinlich erscheinen ließen. Dabei wird DARWINs durchaus auch alles Lob zuteil: "Und nun, lieber Leser, der Du mit Aufmerksamkeit dem Gedankengange dieses wunderbaren Buches bis zum Ende gefolgt bist, ...", denn (S. 496), die bisherigen Versuche zur Lösung der Organismenherkunft "waren Einfälle ohne alle Begründung und nicht fähig eine Prüfung nach dem heutigen Stand der Wissenschaft auszuhalten, ... Gleichwohl hat jeder Naturforscher gefühlt, dem die Annahme einer jedesmaligen persönlichen Thätigkeit des Schöpfers, um die unzähligen Pflanzen- und Thier-Arten in's Design zu rufen und ihren Existenz-Bedingungen anzupassen, in Wi-

derspruch ist mit allen Erscheinungen in der unorganischen Natur, welche durch einige wenige unabänderliche Gesetze geregelt werden ... durch Kräfte, die der Materie selbst eingeprägt sind." Die generatio aequivoca, jedenfalls gemeint wohl in der häufig gebrauchten Form (vgl. S. 513/514) habe BRONN nie anerkannt (S. 497). Und nun würde ihm klar, daß "es liegt keine natürliche Ursache und kein logischer Grund vor anzunehmen, dass das Maass der langsamen Abänderungen irgendwo eine Grenze finde." Die Vielfalt muß mit der Zeit zunehmen, denn (S. 499): "Je mehr Lebensformen entstehen, desto mannichfaltiger werden mithin wieder die Lebens-Bedingungen. Daher auch eine fortwährende Veränderung, Vervollkommnung und Vervielfältigung eines Theiles der Lebensformen (obwohl andere verschwinden) nicht als Zufall, sondern als nothwendige gesetzliche Erscheinung!" Die erblichen Abänderungen, hebt BRONN hervor, erscheinen oft erst in höherem Lebensalter und das ist bei den Nachkommen ebenso und die Embryonen sind logisch deshalb ähnlich. BRONN kennt also, was HAECKEL bald als 'Biogenetisches Grundgesetz' formuliert. Hervorgehoben wird auch 'erbliche Abänderungen' (S. 500), also gibt es auch nicht-erbliche. Die Verwandtschaftsverhältnisse wären in **Stammbäumen** darstellbar, womit BRONN in der Erörterung dieser Möglichkeit auch hier 1860 HAECKEL vorangeht. Erklärt wäre vor allem auch die Verbreitung der Organismen (S. 500/501).

DARWIN stelle die Tatsachen aber oft so dar, daß man vergißt, daß es sich um eine **Hypothese** handelt, eine unwiderlegliche (S. 502).

ERNST HAECKEL in Jena - fast unkritisch zur Evolution

Für DARWIN oder wenigstens in wesentlichen Zügen für ihn trat in den Jahren nach 1859 in **Deutschland** ERNST HAECKEL ein, der zum wichtigsten 'Vorkämpfer' der Evolutionstheorie in Deutschland wurde. In der Deszendenztheorie sah HAECKEL bald eine nicht mehr zu bestreitende Wahrheit und sprach daher von der "Abstammungslehre", nicht einer Hypothese oder Theorie,

HAECKEL (G. ZIRNSTEIN 1984) war am 16. Februar 1834 in Potsdam als Sohn eines höheren Beamten geboren worden. Bald wurde der Vater nach Merseburg versetzt. Hier besuchte HAECKEL die Bürgerschule und das Dom-Gymnasium. Unter anderen im Saaletal zwischen Weißenfels und Naumburg hat der Gymnasiast botanisirt. Obwohl er sich nach dem Schulabschluß am liebsten sofort den Naturwissenschaften zugewandt hätte, studierte er auf Wunsch des Vaters Medizin, im Frühjahr 1852 zuerst in Berlin und ab dem Herbstsemester 1852 in Würzburg (s. bes. E. HAECKEL 1921). Hier lehrte der in Berlin mißliebig ge-



Abbildung 36: Merseburg, ehem. Domgymnasium.

wordende VIRCHOW und zog Berlin verlorengelungene Studenten an und wirkte der Anatom, Histologe und Zoologe KÖLLIKER.

Sein anfängliches Unbehagen gegenüber kranken Menschen (1921, S. 6) hat HAECKEL im Unterschied zu DARWIN überwunden und wurde VIRCHOWs Assistent. Hat die Selbstüberwindung zu Härte den jungen HAECKEL auch in manch unangenehmer Weise geprägt, so wenn er 1856 (1921, S. 181) den Eltern schrieb, daß ihm noch keiner seiner schwerkranken Patienten gestorben sei und er dadurch keine Gelegenheit zum Sezieren habe? Auch an Heldentaten in einem Krieg habe er gedacht (1921, S. 194), ein damals wohl weit verbreiteter Wahn, noch vor BERTHA VON SUTTNER. Sport hat HAECKEL durchaus betrieben. In Würzburg erlebte HAECKEL auch die Welt des Katholizismus, die ihn, erzogen im Luthertum, abstieß. Bekannt geworden mit den materialistischen Ansichten von CARL VOGT und nach Diskussionen mit Freunden verlor er seinen Glauben und suchte darüber seine Eltern zu trösten, Mit der Abkehr von der Religion kam die Frage nach der Herkunft der Lebewesen. Wieder Student in Berlin, fragte er hier seinen verehrten Lehrer JOHANNES MÜLLER, führender Anatom und vor allem Physiologe, beim Abzeichnen von Schädeln verschiedener Wirbeltiere nach einer möglichen gemeinsamen Urform. GOETHE hat das immerhin im Sinne einer eher idealistischen Morphologie bejaht. Zur Herkunft der Ähnlichkeit der Schädel soll MÜLLER das 'Haupt gewiegt' und gesagt haben: "Ja, wenn wir das wüßten! Wenn Sie dieses Rätsel einmal lösen könnten, dann würden Sie das Höchste erreichen!"



Abbildung 37: HAECKEL-Erinnerung. Merseburg.



Abbildung 38: Alte Anatomie Würzburg.

Nach kurzer medizinischer Praxistätigkeit reiste HAECKEL im Winter 1859/1860 nach Messina am Mittelmeer, erschloß mit dem Mikroskop die hier artenreiche Protozoen-Ordnung der Radiolaria. HAECKEL wurde ihr Spezialist wie dann auch für Schwämme und Medusen. Bei seinen Zeichnungen vor allem der Schwämme muß HAECKEL allerdings manchmal die Phantasie durchgegangen sein. Wieder in Berlin las HAECKEL das Buch von DARWIN. Im Jahre 1862 veröffentlichte HAECKEL seine Monographie der Radiolarien, erwähnte hierin mit einigen wissenschaftlichen Bedenken auch DARWIN, aber sah viele Übergangsformen bei den Radiolarien (1862, S. 231). 1862 wurde HAECKEL ao. Professor an der Universität Jena. Noch 1862/1863 hielt er ein Kolleg über DARWIN. HAECKEL sprach in einem ausführlichen Vortrag über die DARWINsche Theorie am Sonnabend den 19. September 1863 in der ersten allgemeinen "Versammlung" auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Stettin und diese Ausführungen gelten als die erste bedeutende viele Naturforscher und auch Ärzte ansprechende Ausführung über DARWIN. Diskussion folgte in der "öffentlichen "Schluss-Sitzung" am folgenden Donnerstag, den 24. September. Dr. OTTO VOLGER aus Frankfurt a. M. bezweifelte die von vielen Geologen und Paläontologen angenommene 'Höherentwicklung' der Lebewesen in der Erdgeschichte und wollte DARWINs Hypothese daher nur als Hypothese sehen. HAECKEL ergriff nochmals das Wort, verwies auf die Fortschritte in der Organismenfolge in der Erdgeschichte und es soll etliche "Bravo"-Rufe gegeben haben. Also keine allgemeine Ablehnung von HAECKEL und nur ein mit wissenschaftlicher Diskussion geführter 'Kampf um die Abstammungslehre'. Im Wintersemester 1865/1866 hielt HAECKEL an der Universität Jena auch die ersten öffentlichen Vorträge über die Deszendenztheorie. Es wurde HAECKEL etwa von kirchlicher Seite verübelt, daß er seine Lektionen zur Abstammungstheorie schließlich auch im Buch für den normalen Leser zugänglich machte, zuerst unter dem provozierenden Titel "Natürliche Schöpfungsgeschichte" 1868 Viele angehende Biologen und auch andere standen bald im "Banne Ernst Haeckels" und studierten wenigstens 1 oder 2 Semester in Jena.

Während andere Biologen sich auf wissenschaftliche Darlegungen beschränkten, suchte HAECKEL namentlich mit der Abstammungslehre die Religion im Volke zu unterminieren und suchte gar eine in Naturverehrung gipfelnde und auf SPINOZAs Pantheismus zurückgreifende Art von Naturreligion zu begründen, den **Monismus**. 'Mono' sollte seine die Einheit von Geist/Seele und Körper. Seele war materieverbunden. Die '**Welträtsel**' erschienen ihm nahezu **gelöst**. Unkritisch gegenüber seinen Ansichten zu fremden Völkern, die er abwertete, hat HAECKEL auch ansonsten oft apodiktisch argumentiert und seine Kritiker lächerlich zu machen versucht. Wenn im Sozialismus der DDR HAECKEL trotz seiner rassistischen Äußerungen verehrt wurde, so stimmt das mit der apodiktischen Art der Philosophie des 'Dialektischen Materialismus' der kommunistischen Parteien überein, auch



Abbildung 39: HAECKEL konfrontiert die Bibel.

wenn der Begriff Monismus nicht übernommen wurde. Sein Lebenswerk krönte HAECKEL für Jena in dem 1908 eröffneten Phyletischen Museum. Sein Wohnhaus wurde 1920 Memorialmuseum.

Der andere große Evolutionsbiologe in Deutschland: AUGUST WEISMANN

Teilweise ganz andere, abgewogenere Gedanken als HAECKEL lieferte sein manchmal fast Gegenspieler AUGUST WEISMANN (H. RISLER 1968), der mit Freiburg i. Br. so verbunden war wie HAECKEL in Jena. Auch zu WEISMANN kamen zahlreiche Studenten und manche wurden bedeutende Zoologen. WEISMANN wurde wie HAECKEL 1834 geboren, in Frankfurt am Main als Sohn eines Gymnasialprofessors. Früh zu künstlerischer Ausbildung in Klavier und Zeichnen gebracht, hat er als Gymnasiast doch vor allem im Sammeln von Schmetterlingen und Pflanzen sein Hobby gefunden. Wie HAECKEL hätte WEISMANN sich nach Abschluß des Gymnasiums sofort den Naturwissenschaften zugewandt. Aber in Betrachtung eines späteren Brotberufs studierte auch er Medizin, in Göttingen. Wie HAECKEL in Würzburg erlebte WEISMANN in Göttingen hervorragende Lehrer, den Chemiker WÖHLER, den Mediziner HENLE, den Physiologen WAGNER. Nach einem Einstieg als Chemiker in Rostock, nach kurzer ärztlicher Praxis erstand im das



Abbildung 40: Phyletisches Museum Jena.



Abbildung 41: HAECKEL-Büste Jena.



Abbildung 42: HAECKEL-Haus Jena.



Abbildung 43: Phyletisches Museum um 2015.

Glück, bei einem habsburgischen Erzherzog auf dessen weit etnfernt von Österreich gelegenen Schloß Schaumburg Leibarzt zu werden und die dazu gehörenden Dorfbewohner mit zu betreuen. Aber ihm blieb, was der aufstrebende Forscher am meisten benötigt: genügend freie Zeit. Und so konnte er hier erste wichtige Arbeiten zustandebringen, welche ihm den Weg ebneten zur Professur in Freiburg.

Über WEISMANN soll noch manches an den geeigneten Stellen mitgeteilt werden. Aber hier soll eine Zusammenfassung seiner grundlegenden Auffassungen den Zusammenhang erleichtern: WEISMANN ging es vor allem um die **Kausalität der Evolution**, um anzunehmende Erbsubstanz, wenn sie über die Keimzellen nicht nur Bisheriges weitergibt, sondern erbliche Veränderungen zustandebringt. Von GALTON vorgenommene Blutübertragung von einer Kaninchen-Rasse auf eine andere hatte auf deren Nachwuchs keinerlei Auswirkung. Von DARWIN angenommene im Blut kreisende Gemmulae schien es nicht zu geben. Die Erbsubstanz schien trotz der Ernährung durch den Körper nicht durch den Körper in ihrer Struktur beeinflußt zu werden. Dem in manchem durch die Umwelt beeinflußbaren Körper, dem **Soma**, stand die weitgehend stabile Keimsubstanz, das **Keimplasma**, gegenüber. **Alle erblichen Abänderungen** konnten **nur** durch Abänderungen **im Keimplasma** selbst ihren Ursprung haben. Es gab keine 'Vererbung erworbener Eigenschaften', also erworben vom Soma. Das Soma war sterblich, verging. Das Keimplasma wurde als solches an die Nachkommen übertragen. Das Keimplasma konnte potentiell unsterblich sein. Der Nachweis einer frühen, ganz **frühen Sonderung des Keimplasmas vom Soma** in einer Keimesentwicklung wurde nicht ohne Erfolg vielfach nachgewiesen. Die im Keimplasma stattfindenden, vom Soma unabhängigen spontanen Abänderungen sollten ungerichtet sein. Daß eine Evolution stattfand, in Richtung auf Verbesserungen, sollten allein auf



Abbildung 44: Die Schaumburg, Lahn-Tal.

der 'kanalisierenden Selektion', der 'Natürlichen Auslese' beruhen. WEISMANN schrieb 1893 von der '**Allmacht der Naturzuchtung**', obwohl sie ohne die Spontanänderungen des Keimplasmas ohnmächtig gewesen wäre. Evolution in Richtung auf Verbesserungen kam zustande, weil ein Keimplasma, welches ein vorteilhafteres Soma hervorbrachte, sich dabei durchsetzte. Und das bis hin zu all der Formenvielfalt im Tier- und Pflanzenreich. Das vergängliche **Soma**, also auch der von vielen als schön empfundene menschliche Körper, diente nur der Weitergabe seines Keimplasmas und nur insofern besaß das Soma etwa Anlockung für ein artgleiches anderes Soma, Geschlechtsanlockung, für Keimplasma-Verschmelzung, Amphimixis. WEISMANNs Auffassung wurde oft als "**Neo-Darwinismus**", auch als "**Ultra-Darwinismus**" bezeichnet. WEISMANNs Evolutionstheorie gewann eine beherrschende Stellung. Die Mutationstheorie mit ihren ungerichteten erblichen Abänderungen, den Mutationen, war mit WEISMANNs Theorie vereinbar und sie bildete auch die Grundlage der "Synthetischen Theorie der Evolution" im 20. Jh.

RICHARD DAWKINS '**egoistisches Gen**', publiziert **1976**, das ebenso die Körper im Sinne seiner Durchsetzung in der Evolution bildet, war die Übertragung des noch nicht klar durchschauten Keimplasma auf die dann erfaßten Gene in den Chromosomen. Warum wird bei dem hoch zu schätzenden DAWKINS zu Recht immer wieder DARWIN als schon im Besitz auch später wichtiger, anerkannter und bei DARWIN nur unterschiedlich formulierter Ansichten zitiert, nicht aber

WEISMANN, völlig fehlend etwa im Personenregister 2008, 2016. WEISMANN war doch in England wohlbekannt, wichtige seiner Werke wurden ins Englische übersetzt, ja es sollte 'Darwins Mantel', auf WEISMANN auf seinen damit bedeutendsten Nachfolger 'gefallen sein'. Gewiß war DAWKINS von anderen Beobachtungen, denen über die Verwandtschaftsbevorzugung bis hin zum Selbstopfer für diese, bei HAMILTON, zum 'egoistischen Gen' angeregt worden. Aber kannte der WEISMANN gar nicht? Der Schritt vom 'Keimplasma' zum 'Gen' war wohl denkmöglich? Außerdem: Was heißt 'egoistisches Gen'. Damit ein Kuckuck sich durchsetzen konnte, sind wohl verschiedene Gene nötig. für die Färbung, die Stimme, das Brutverhalten und anderes, also mußte im Einzelfall ein gesamtes Genom wirken, wobei das einzelne Gen natürlich in immer neue Genome kam und ihm also eine besonders wirkungsvolle Rolle zukam.

Es gehört hierher auch die Unterscheidung von Genotyp und Phänotyp durch JOHANNSEN, wobei der **Phänotyp** als WEISMANNs realisiertes **Soma** gesehen werden kann.

Auf WEISMANN hätte auch verwiesen werden müssen im Zusammenhang mit dem Augenverlust bei Tieren, die in Dunkelheit leben.

Die Evolutionstheorie ist in der Welt und nun gibt andauernde Debatten um die Evolution

Gefühlsmäßige Ablehnung

Reliöse Kreise lehnen teilweise bis heute die Evolutionstheorie in jeder Form ab und sehen sie als nicht bewiesen. Aber auch nicht vordergründig religiöse Naturliebhaber wollten sich nicht unbedingt damit abfinden, daß in der von vielen Dichtern bereimten Natur nicht eitel Harmonie besteht, daß der liebenswerte Frühlingwald mit Vogelsang und Blütenduft als Kampfareal gelten muß und nur wegen des Kampfes ums Dasein funktioniert. Etwa, daß der singende Vogel gegen Konkurrenten um Weibchen buhlt und wie man im 20. Jh. feststellte sein Territorium sichert. Der den Menschen angenehme Kuckucksruf lockt ein Weibchen, das bei seiner Eiablage zum Brutschmarotzer wird. A. J. CAIN (1979, S. 601) meinte ganz richtig: "Ever since natural selection appeared on the scene, there have been these who voiced an a priori and dogmatic dislike of it."

KARL MARX zweifelt an der Objektivität der Selektionstheorie

KARL MARX kam die Annahme einer Evolution der Lebewesen für sein Weltbild sehr gelegen. Nicht begründet erschien ihm die Selektion in der Natur. Das hatte zu viel mit dem von ihm gehaßten MALTHUS zu tun. Dabei war es MARX, der in der menschlichen Gesellschaft "Klassenkampf" sah. Mit der Meinung von MARX war ein vom Marxismus aufgeworfenes, nachdenkenswertes Problem aufgeworfen: Sind **naturwissenschaftliche Theorien Willkürannahmen im Dienste der herrschenden Klasse**, hier des Bürgertums, das dem allseitigen Konkurrenzkampf, dem Wirtschaftsliberalismus, huldigte und nun DARWINs Theorie akzeptierte. Die Annahme von der gesellschaftlichen Bedingtheit biologischer Theorien wurde später wieder aufgegriffen von dem niederländischen Astronom und Sozialist ANTON PANNEKOEK, der die um 1900 auch bei manchen Biologen wieder aufgekommene Minderung der Rolle der Selektion in der Evolution mit dem Übergang des Wirtschaftsliberalismus zum Wettbewerb vermeidenden Monopolkapitalismus in Zusammenhang zu bringen suchte. Solche Auseinandersetzungen werden sich fortsetzen bei der Debatte um die 'Vererbung erworbener Eigenschaften'. Was MARX betrifft, so hat sein Freund FRIEDRICH ENGELS ihn aufgefordert, sich in einem Wald im Frühling die Masse von keimenden Samen anzusehen, um zu begreifen, daß nicht jeder Keimling zu einem Baum werden kann. Die Selektionstheorie zu sehen als "a British upper middle class activity" wurde auch noch im 20. Jh. vertreten, etwa bei LEWONTIN (bei A. J. CAIN 1979, S. 601). Objektivität wissenschaftlicher Theorien: Sollte vor jeder Akzeptanz einer solchen geprüft werden müssen, ob sie soziologische Interessen vertritt und berücksichtigt und dann zunächst einmal bezweifelt werden muß?

Die in England im 19. Jh. herrschende wirtschaftsliberale Auffassung mag DARWIN aber die 'Brille' gegeben haben, **den objektiv vorhandenen 'Kampf ums Dasein' in der Natur überhaupt zu sehen**. Insofern spielte eine in der Gesellschaft vorherrschende Auffassung wohl in eine naturwissenschaftliche Theorie, eben DARWINs Selektionstheorie, hinein. Und das sahen nicht nur Vollmarxisten so. Dazu wurde der Konkurrenzkampf zwischen Nationen unverkennbar.

Selektion und Ingenieurtätigkeit

Auch im Konstruieren von Geräten und Maschinen und in der Erarbeitung chemischer Produktionsprozesse werden viele Versuche unternommen und wird das am besten Geeignete ausgewählt, also besteht das '**Trial and Error**'-Prinzip. Aber es wird doch im allgemeinen von einem Konstrukteur oder Ingenieur von vornher-

ein ausgewählt, was auf Grund von anerkannten Naturgesetzen oder wenigstens Erfahrungen wahrscheinlich funktionieren mag. Auch in der Variabilität der Lebewesen ist sicherlich nicht alles möglich. Aber vielleicht kann man doch auch sagen (L. PLATE 1909, S. 34/35): "Die Natur arbeitet nach einer im menschlichen Sinne sehr unpraktischen Methode. Sie erzeugt außerordentlich viele Variationen, um nur die günstigsten leben zu lassen, während alle übrigen zu Grunde gehen. Sie erkämpft also jeden Fortschritt durch ein Schlachtfeld von Leichen." Nur eingeschränkt kann man wohl PLATE recht geben mit: "Der Mensch probiert, das heißt, er versucht, bald auf diese, bald auf jene Weise zum Ziele zu kommen, und wenn er dann das rechte Mittel zufällig entdeckt hat, so hält er es fest und verwirft alle früheren Versuche." Frühere "Versuche" können durchaus auch einmal wieder aufgenommen werden, vielleicht mit neuen Werkstoffen. Verstand ist eben vielleicht doch mehr als blinde Natur. Daß die Natur mit ganz anderen Zeiträumen von Jahrmillionen, ja Jahrmilliarden wirken konnte, mag vieles an der insgesamt bestehenden Vollkommenheit vieler Eigenschaften der Lebewesen erklären.

War alles einfach und klar? - Auch eher wissenschaftliche Einwände gegen DARWIN und gegen die Annahme einer Deszendenz der Lebewesen

Manchmal wurde gemeint, daß DARWINs Lehre so einfach und klar wäre, daß sie nahezu jedermann mit einigermaßen Verstand in kurzer Zeit begreife. Es wäre nur a priori gegebene Weltanschauung, religiöse zumal, welche das nicht wahrhaben will.

Wissenschaftler argumentierten mit sachlichen Argumenten. Gegen das von manchen Anhängern der Deszendenztheorie vorgebrachte **Ausschließungsargument**, daß es keine andere Erklärung für die Entstehung von Formen in der Erdgeschichte gibt als die Evolution, daß diese Theorie im Neudeutsch "alternativlos" ist, wenn nicht zum Wunder gegriffen werden soll, meinte der Botaniker GRISEBACH (1864, S. 68): "aber Wege, die wir nicht kennen, sind deshalb nicht wunderbarer als die, von denen wir Kunde haben", das heißt die Art der Herausbildung von Lebewesen kann auch auf eine noch unbekannte Weise geschehen sein. Zusammenhang von verwandten Arten muß keinen Aufschluß darüber geben (A. GRISEBACH 1884, S. 7), "auf welche Weise die Umbildung erfolgt sei, und ob die Variation, welche nur Formen von bestimmter Empfänglichkeit fortbestehen lässt, das ausreichende Mittel dazu geboten habe."

Erörtert wurde, ob man mit oberflächlicher Betrachtung zahlreicher Formen mehr an Argument für die Evolutionstheorie zustandebringt als mit der eingehenden

Beschäftigung mit einer einzigen oder wenigen Formen unter dem Gesichtspunkt der Evolution. Sicherlich mußte sich beides ergänzen. TH. EIMER hat selbstverständlich recht, wenn er 1888 meinte, daß ein einziger widersprechender Fall eine Hypothese in eine Krisenlage bringt.

Etliche weitere Einwände stammen vom ersten Übersetzer der "On the Origin ..." ins Deutsche, von dem schon oben vorgestellten BRONN.

Das Problem der anscheinend feststehenden Arten und anderer Taxa

Schon vor dem November 1859, als DARWINs Buch "On the Origin ..." erschien, hat HUXLEY mit Kenntnis der Auffassung von DARWIN mit LYELL über das Problem diskutiert, wie trotz der kleinen angenommen Abänderungen fix erscheinende Arten und andere Taxa bestehen können und **nicht** ein von keinem Systematiker gliederbares 'Formengewirr' existiert. HUXLEY nimmt ein sprungweises Abändern an, also fast das, was DARWIN einmal als die seltenen 'sports' bezeichnen wird und viel später die Mutationstheorie annimmt. Am 25. Juni 1859 schrieb HUXLEY (in: TH. H. HUXLEY 1903, I, S. 249/250) an LYELL: "The fixity and definite limitation of species, genera, and larger groups appear to me to be perfectly consistent with the theory of transmutation. In other words I think *transmutation* may take place without transition." 'Transmutation' ist hier die Artumbildung, also die Evolution, 'transition' die in ganz kleinen Schritten vor sich gehende Veränderung. Die Begriffe sind noch nicht allzu fest gefaßt und sind aus dem Zusammenhang heraus zu verstehen. HUXLEY vergleicht diese in Sprüngen erfolgende Art-Abänderung mit den Substanzen der organischen Chemie, die "a precise and definite composition" haben, und die andere Verbindungen ausbilden "by substituting an atom of one element for an atom of another element." Und jede dieser Verbindungen, jede solche "modification is definite in its composition", es gibt keine "intermediate steps". Die "Nature fecit saltum." Man möchte anhängen: Organische Substanzen haben aber keine in eine Richtung vorschreitende Evolution, können auch oft auch wieder in Ausgangssubstanzen zurückverwandelt werden. DARWIN, stellte HUXLEY nach der Lektüre von DARWINs Buch fest, habe sich durch sein 'Natura non facit saltum' unnötige Schwierigkeit bereitet (S. 254). HUXLEY weiß bescheid über das in Nordamerika geborene kurzbeinige Schaf, das Ancon-Schaf (S. 250, 267), das als solches von seinen Eltern übergangslos erzeugt wurde, "the new form appeared at once in full perfection" (S. 250), und durch rigide Selektion erhalten werden konnte.

Auch BRONN trug den Einwand vor, wie bei der dauernden Umbildung der Arten

es überhaupt unterscheidbare Arten gibt (S. 503/504). Selbst unter den Fossilien **fehlen** die wirklichen **Zwischenformen** (S. 506). Mittelformen müßten nach BRONNs Überlegung lebensfähiger sein als die meist nur bekannten Ausgangs- und Endformen (S. 505). Selbst die 'Abarten' heutiger Arten wären von der Stammmart deutlich unterschieden (S. 506), also nicht durch zahlreiche Zwischenstufen verbunden.

Hier liegt auch ein weiterhin erörtertes **Problem** zutage und als Erkenntnis erscheinen, daß **Arten**, angepaßt an eine bestimmte Umwelt, eben lebensfähiger und **von der Auslese begünstiger** sind als immer neue Zwischenformen. Aber zunächst auch: ziemliche **Artenkonstanz statt Formenwirrwarr**. Nur deshalb kann man mit dem Pflanzen- oder Tierbestimmungsbuch überhaupt etwas anfangen. Aber das schließt die Rolle von Abänderungen für den Artenwandel nicht aus und auch die Populationen (s. d., z.B. Apollofalter) innerhalb der Arten bilden Verschiedenheiten aus, bis hin zu gleitenden Formen.

Spätere Überlegungen anderer sprachen für die **Begünstigung einigermaßen fester Arten**, da diese angepaßt an bestimmte Bedingungen ausgelesen worden waren und selbst die Sexualität auch zur Artbefestigung zustande gekommen sei. Die Evolution selbst, die natürliche Auslese, führte also zu den einigermaßen feststehenden Arten und auch intraspezifischen Taxa, die man etwa mit dem Bestimmungsbuch mit dem Bestimmungsschlüssel unterscheiden konnte. Dabei waren bei sexueller Fortpflanzung kaum zwei Individuen einer Art in allen ihren Erbfaktoren gleich. Bei **Pfropfungen** behielten Pfropfreis wie Unterlage ungeachtet der Versorgung der Pfropfpflanze durch die Wurzeln der Unterlage ihre Artmerkmale. Um 1952 (A. R. CLAPHAM et al. 1979, S. 352) wurde erkannt, daß bei reziproken Pfropfungen der durch spezifische Alkaloide ausgezeichneten Solanaceen-Arten die Wurzeln des auch im Pfropfreis auftretenden Alkaloids bestimmen, Tollkirsche/*Atropa* als Reis auf einer Tomaten-Unterlage weist nicht das Tollkirschen-Alkaloid auf, wohl aber ein Tomatenreis auf einer Tollkirschen-Unterlage.

Weitere Einwände von BRONN

Unbekannt wäre der **Nutzen vieler Merkmale**, die sich augenscheinlich durchsetzten (S. 509). Es wäre nicht einzusehen, welchen Vorteil es für eine Pflanze hätte, ob sie ovale oder lanzettliche Blätter besitzt. Oder es wäre nicht zu erklären, warum bestimmte auf Neuseeland eingeführte Pflanzen neuseeländische verdrängen. Die Umwelt wirke etwa auf den Pelz von manchen Tieren, aber warum geschieht das nicht durch natürliche Zuchtwahl (S. 511). BRONN hat also noch nicht die Vorstellung von ererbter 'Reaktionsnorm'. Weniger wichtig, aber doch angebracht, erscheint BRONN das **Weiterbestehen** so vieler **primitiver Formen**, für die

eine 'gewisse ' Urzeugung vielleicht eine bessere Erklärung wäre. BRONN verkennt hier die Vielfalt bestehender Biotope mit Lebensmöglichkeit auch primitiverer Formen. Das große Rätsel bei DARWIN wie bei BRONN war der allererste Anfang des Lebens (S. 514). Wenn BRONN zum Leben schrieb 'Der Materie ... eingepägt ...' kann abgeleitet werden, daß wie bei DARWIN (S. 498) selbst wenigstens in der ersten Auflage seines Buches der **allererste Anfang der Dinge eine Schöpfung nicht ausschließt**, also nicht von allem Anfang Selbstorganisation war. Aber BRONN sieht auch die '**Inkonsequenz**' (S. 516) in dieser Frage. Wenn Gott einmal Schöpfer war, dann gibt es ihn und er konnte immer wieder als Schöpfer auftreten. Die einzelne Embryonalentwicklung wäre ansonsten ebenso so wunderbar oder nicht wunderbarer als die ganze Evolution (S. 517). Die ganze 'Ewigkeit' habe für die Evolution Zeit genug gegeben (S. 517). BRONN fällt endlich zu DARWIN keine eigene endgültige Entscheidung, aber meint zur 'Schöpfungs-Theorie' (S. 520) - also immerhin geschrieben 'Theorie' - "Sie kennt nur Wunder! Daher scheint es uns wenigstens konsequenter auf dem alten naturwissenschaftlichen Standpunkte zu verharren in der Erwartung, das eben in Folge des Streites der Meinungen sich eine haltbare Theorie entwickle, kläre und reife, ..." Also auch abwarten, was sich noch finden wird!

Die Variabilität galt immer noch manchen als unzureichend, um die größeren Wandlungen in der Organismengeschichte zu erklären, so dem Botaniker AUGUST GRISEBACH (1864) in Göttingen. Jedes Individuum schien ihm in seiner Gestalt vollkommen. Übergänge zwischen den Arten fehlten ihm und auch die im tertiären Bernstein eingeschlossenen Insekten ließen solche vermessen. VIRCHOW forderte experimentelle Nachweise konkreter Artumbildung anstatt nur Deutung von Fossilfunden, schloß 1887 seine Rede (S. 561): "Wer uns lehrt, aus einem Spaltpilz einen Schimmelpilz zu züchten, der wird mehr gethan haben, als alle Heraldiker des Stammbaums der Menschen."

Es gab Debatten um **zahlreiche Einzelheiten**, Einzelheiten, welche die Evolution insgesamt nicht in Frage stellten. Von DARWIN selbst kann man sagen, daß es bei noch so viel Literaturstudium keine endgültig verbindliche Aussage über vieles in der Variabilität gab. Erfahrung auf Erfahrung aus der Literatur zusammengetragen, spöttisch als 'anekdotische Methode' bezeichnet, und vieles offen. Es blieb ungeklärt, ob **Bastarde** schlechter gestellt sind als vermeintlich reine Formen. Immerhin waren die Bastarde zwischen Pferd und Esel unfruchtbar, wenn auch vielen Menschen sehr nützlich und wurden deswegen immer wieder erzeugt. Oder gab es gar **keine zu verallgemeinernden Regeln**? Die Hybridisierung/Bastardierung in der Pflanzenzüchtung stand in DARWINs Tagen und auch noch danach am Anfang.

Bald mancher Weitere für DARWIN

Für DARWIN stand GUSTAV JÄGER, Professor der vergleichenden Zoologie und Anthropologie am Polytechnikum in Stuttgart und an der Land-und Forstwirtschaftlichen Akademie Hohenheim. Für DARWIN schrieb OSCAR SCHMIDT. In **Norwegen** wurde der Befürworter der Lehre DARWINs der Arzt und Entdecker des Leprabazillus ARMAUER HANSEN (T. M. VOGELSAANG 1972).

Was sprach für die durchgängige Evolution in der Welt der Lebewesen - Probleme der Evolutionsforschung in ihrer klassischen Zeit

Direktbeobachtungen von Umwandlungen von Eltern zu Nachkommen, das **Auftreten abgeänderter Nachkommen**, Umwandlungsbeobachtung also so ziemlich in statu nascendi, das **erschien DARWIN wichtig** und das behandelt das im ersten Teil seines zusammenfassenden Werke "On the Origin ..." und dann in einem eigenen Buch über die Variationen unter Kulturbedingungen. DARWIN betrieb also das, was später als Mikroevolution bezeichnet wurde, während manche der frühen Evolutionsbiologen die großen Linien bevorzugten, die Herkunft der großen Gruppen, und also die später als **Makroevolution** bezeichnete Richtung in der Evolutionsbiologie vertraten, Fossilien schloß DARWIN nicht aus, aber die stammbaumartige Darstellung am Ende des 'Origin'-Buches bezieht sich nur auf Artenbildung, nicht ein das ganze Tierreich umfassender Stammbaum wie bei HARCKEL. Den Art- oder Gattungsrahmen überschreitende Neuheiten waren aber andererseits kaum erkennbar. Vielleicht konnte man das bei gezüchteten Tauben so deuten. Aber trotzdem schien genügend dafür zu sprechen, daß es **einen durch Evolution bedingten Zusammenhang in der gesamten Organismenwelt gab**.

In diesen nun über die Erörterungen über die Neuentstehung von Arten überschreitenden Erörterungen kamen folgende Dinge zur Sprache::

1. Die Merkmale der Organismen, die **Lebenserscheinungen** als Gewordenes, als Ergebnis **ihrer Geschichte** zu sehen, ein im wesentliches neues Konzept in der Biologie.
2. Die Feststellung der zu vermutenden realen Herkunft der Arten und anderen **Taxa**, also der Klassen, Stämme usw. auseinander, aber auch der **Merkmale** allein aus Vorstufen: **Phylogenie**.
3. Die **Modi**, die allgemeinen Prinzipien der Evolution.
4. Die **Kausalität** der Evolution, also der Faktoren.

Um der Sicherung der Evolutionstheorie zu dienen oder ihre Einzelvoränge auf-

zuklären wurde schon in den letzten Jahrzehnten des 19. Jh. und dem folgenden 20. Jh. eine **Fülle von Einzeluntersuchungen** durchgeführt. DARWIN und sein Sohn FRANCIS waren namentlich als Botaniker schon vorangegangen. Zahlreiche Würmer etwa und andere Organismen wurden auf ihre Keimesentwicklung hin untersucht (s. A, LANG 1903). Die Zoologische Station Neapel war dabei fast unverzichtbar. Es ist bewundernswert, welche Fülle, welche Menge an Daten zur **Vergleichenden Anatomie, zur Ontogenese** oder an **biologischen Beobachtungen in der Natur, an den Organismen von verschiedenster Stellung im System**, gewonnen wurden. Inhaber von Lehrstühlen für Anatomie an medizinischen Fakultäten wie später HANS BÖKER (s. 1937) in Jena waren daran beteiligt. Großartig auch, welche **Menge an fossilen Resten** schon in den ersten Jahrzehnten des 20. Jh. zur Verfügung stand und in großen Sammlungen etwa in London, Paris oder Wien (O. ABEL 1929) aufbewahrt wurde. Der Münchener Botanikordinarius KARL GOEBEL untersuchte die "Entfaltungsbewegungen" (1924) und auch anderes im Lebensgeschehen an zahlreichen einheimischen und auch fremdländischen, im botanischen Garten herangezogenen Gefäßpflanzen und entwickelte eigene Deutungen. **Viele dieser Befunde** warfen **neue Probleme** auf. Den Weltkrieg hätte niemand von ihnen benötigt!

Die begrenzte Evolution in der Welt der Haustiere und Kulturpflanzen - aber der große Beweis für Evolution

Was an vielfältigen **Abänderungen in gut datierbarer Zeit** unter der Hand von Menschen hervorgebracht werden kann zeigen **zahlreiche Züchtungen**. Und diese Züchtungen zeigen ein **Ausmaß an Veränderlichkeit**, auch Diese Anfänge der Umbildung beginnen mit dem Neolithikum. Gewiß, all die oft in Vereinen organisierten **Kaninchenzüchter** haben bei allen gern prämierten Auffälligkeiten nur Kaninchen, zahlreiche Varianten, hervorgebracht. Warum konnten sie nicht die den Kaninchen gegebenen Grenzen überschreiten, die dann mehr für die Evolution gezeugt hätten? Aber die Variabilität ist immerhin beachtlich.

Noch eindrucksvoller sind die **Rassen beim Haushund**, angenommen 343 Rassen (Wikipedia 2018). Daß manche wolfsähnlich sind, verwundert auf Grund der Herkunft des Haushundes nicht. Aber es gibt Rassen, die sind im Äußeren Säugetieren anderer Familien ähnlich, wirken wie Konvergenzen, etwa Hunde, welche aussehen wie Löwen, andere wie Eisbären. Windhunde wirken jedenfalls im Lauf wie Geparden. Und dann gibt es den Jagdhund, den prächtigen Dalmatiner, Hütehunde, den Pudel, den Spitz, den Mops und sich nur langsam fast kriechend fortbewegende Schoßhündchen, eine enorm kleine Rasse der um 1850 in Mexico auch für den Westen entdeckte in Fell und Farbe variantenreiche Chihuahua, der Handtaschenhund,

und nun auch die in eine Teetasse passenden Zwergpudel mit maximal 23 cm und etwa 1,5 kg (Presse , so Die Rheinpfalz 9.6.2020) und - alle sind lebensfähig und ihren äußeren Merkmalen haben sich Muskeln und Nerven eingefügt, alles **Coadaptation**, sonst 'funktionierten' sie ja nicht. Noch kleiner durch weitere Auslese der kleinsten Individuen wird nicht weitergezüchtet und schon gegen die jetzigen Kleinrassen gibt es auch den Vorwurf der **Qualzucht**, Hunde, bei denen man Leiden wegen ihres 'süßen' Habitus in Kauf nimmt und das unter Verbot gehört. Und die Hunde-Rassen unterscheiden sich auch in den Verhaltensweisen. Ja nach dem Verhalten, etwa geeignet für die Jagd, wurde vielfach und schon im Mittelalter ausgelesen. Viele Rassen entstanden erst im 19. Jahrhundert. Manche Rassen, entstanden in England, haben ihren Ursprung in wenigen Individuen. Daß manche Rassen im Freiland nicht überleben würden, steht auf einem anderen Blatt. Obwohl es genügend verwilderte Hunde gibt. Hund bleibt bisher Hund, gewiß, aber die Größe der Unterschiede spricht für **große Möglichkeiten** von Veränderung, **von Variabilität**, bei Säugetieren. Es ist bei Hunden viel entstanden in historischen Zeiten, wo Eingriffe von einem Schöpfergott oder Kreator auszuschließen sind. Und die Fortpflanzungsbarriere als Art-Kriterium: könnte ein Bernhardiner einen Dackel decken oder umgekehrt? Irgendwie stellen sich auch solche Barrieren ein. Die **Dackel**, die Dachshunde, sind mit ihrer die Kurzbeinigkeit bedingenden Chondrodysplasie eine, wenn man es so sieht, mit Erbkrankheit gezüchtete und erhaltene Rasse, die wegen ihrer Fähigkeit des Eindringens in Fuchs- und Dachsbauten auch eine besondere Anpassung besitzt. Bei entsprechender Lebensweise, nämlich etwa, hätten Dackel vielleicht auch in der Natur überleben können. Die Hunderasse der Borzois ist ausgezeichnet durch ihre langen Schnauzen, und Züchtung auf weitere Schnauzenverlängerung hätte den Welpen das Saugen unmöglich gemacht (R. DAWKINS 2016, S. 48).

Auch **Katzen** haben manche Rassen, schon in der Fellfarbe. Extrem **kurzbeinig**, wie Dackel, sind die für kleine Wohnungen geeigneten, schmusesüchtigen **Munchkin-Katzen** (Internet), also eine auch auf einer Erbkrankheit beruhenden Rasse. Homozygot ist sie nicht zu verpaaren, aber bei Kreuzung mit einer normalbeinigen Rasse setzt sich die Kurzbeinigkeit dominant durch. Die Vorderbeine können auch kürzer sein als die Hinterbeine. Kommt so eine kämгурuh-artiges Aussehen? Bei den Munchkin-Katzen gibt es auch eine Halblanghaar - und eine Kurzhaar-Variante.

Und da gibt es **Rinder** mit alle ihre Verwandten in der Natur weit übertreffenden Wachstumsraten und Milch-Leistungen. Oder mit gewaltigen langen gebogenen und mit Luft gefüllten Hörnern wie das schon vor 6000 Jahren in Ost-Afrika herangezüchtete **Watussi-Rind** der Tutsi. Ohne bewußte Auslesen auf die Hörner wäre das nicht zustande gekommen. Was wurde aus den noch fast Wildschweine

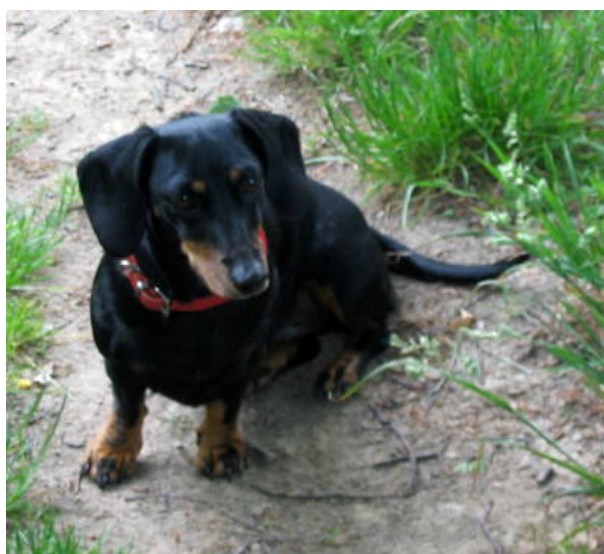


Abbildung 45: Dackel, nicht ganz Rasse.

aussehenden **Schweinen** des Mittelalters oder den Zeichnungen DÜRERS in der kurzen Zeit der im 18. Jh. beginnenden bewußten Schweinezüchtung, vor allem in England. **Schafe und Ziegen**, auch sie erlebten ihre Veränderungen. Zahlreiche Rassen etwa der Schafe und Ziegen wurden auch anderswo als in Europa herangebildet. So die schon vor Jahrtausenden entstandenen **Fettschwanzschafe** Nord-Afrikas und Asiens, aus denen auch die den heute kaum mehr getragenen Persianerpelz liefernden Karakulschafe kamen. Die Anfänge der Umbildung beginnen mit dem Neolithikum. **Pferde** züchtende Völker gab es schon im Altertum und Pferdezüchtung wurde sehr gepflegt bei den Arabern. Gezüchtete Pferd wurden in Nordamerika wieder so etwas wie Wildpferde, völlig überlebensfähig und dann das Reittier der reitenden Indianervölker. Die Anfänge der Umbildung beginnen mit dem Neolithikum.

Und beachtliche Veränderungen betreffen ebenso die **Kulturpflanzen**, die Entstehung der **Getreide** mit fester Ährenspindel, im Unterschied zu den leicht herausfallenden Samen von Wildgräsern.

Von **Hühner-Rassen** gibt es mehrere Hundert und das Bankiva-Huhn/*Gallus gallus* ist wohl der wichtigste Vorfahre aller. Allein die unterschiedlichen Farben vor allem der Hähne bekunden eine reiche Variabilität, die erst nach der Domestikation auftrat und die Züchter bis heute beschäftigt. Und vor allem in Ostasien wurden schon seit langem außer den Schoßhündchen tierische Wesen herangezogen, die absurd sind **bis zur Monstrosität**. In Japan wurde herangezüchtet das **Phönixhuhn** (L. HEIN 1961, S. 69) mit beim Hahn bis zu 3 m langen

Schwanzfedern, und dieser Hahn muß in hohen Spezialkäfigen auf einer hoch angebrachten Stange leben und nur selten wird er ausgeführt, mit Hochhalten des Schwanzes wie bei einer Frau mit Schleppe. Auch als angenehme Speise gelten die **Nackthalshühner**. Von den Unterschieden bei Tauben, auch Haushühnern, war schon DARWIN beeindruckt. Kaum lebensfähig, aber existent sind beim Flug sich überstürzende **Purzeltauben**. Zuchtformen sind **Goldfische** und **Schleierschwänze**, wobei solche Goldfärbung in der Natur bei verschiedenen Fischarten auftritt. Goldfische können auch in natürlichen Gewässern überleben. Zuchtergebnis sind viele Sorten der **Zierpflanzen**-Arten.

Und all die Unterschiede der Hunde und die Neubildungen bei anderen Arten und Gattungen entstanden nicht in Jahrmillionen, sondern in Jahrhunderten, viele im 19. Jahrhundert, also geschehen in historischen Zeiten, **in Zeiten,, in denen keine Schöpfung**, in der **kein 'Kreator' nachweisbar ist Ein außernatürlicher 'Kreator'**, eine annehmbare Figur für den **'Kreationismus' - wo sollte er hier sein?** Um die in etlichen Exemplaren für die Zucht in England von den Engländern geklauten Möpfe und die Schoßhündchen speziell für den chinesischen Kaiser ruckartig zu erschaffen? "Wenn sich ein dermaßen großer, evolutionärer Wandel in wenigen Jahrhunderten oder sogar Jahrzehnten abspielt, kann man sich leicht ausmalen, was in zehn oder hundert Millionen Jahren zu erreichen ist" (R. DAWKINS 2016, S. 48), möglich ist an Veränderung und - vielleicht irgendwann auch mit Paarungssperre zwischen den abgeänderten Formen. Daß diese Veränderungen wie bei den Hunden nur unter vom Menschen geschaffenen Bedingungen sich überhaupt bilden konnten und niemals in der Natur auftreten könnten ist nicht anzunehmen! **Von der Variabilität her ist Evolution voll verstehbar**, sie wird durch all diese unter der Hand des Menschen entstandenen Neubildungen **regelrecht bewiesen**. Und auf diese Dinge sollte noch viel mehr eingegangen werden. Trotz aller Galapagosvögel und *Drosophila* sollten in Öffentlichkeit und Schule diese naheliegenden Fakten eine große Rolle spielen und wenigstens hinsichtlich der Variabilität kann die Evolutionsauffassung wohl voll bestehen.

Wie kamen sie **zustande**, die für gute Sinnesempfindung ausgestatteten Barteln nur mancher Fischarten, die Rasseln mancher Schlangen, der jahrzeitliche Fellwechsel bei manchen Tieren in wechselvollem Klima, die besonderen Sinnesleistungen der Luchse, der Füchse, die artspezifische Netze der Radspinnen mit Artunterschieden selbst bei der durchschnittliche Höhe der Netze über dem Erdboden usw, usw.? Bei den Radnetzspinnen mußte das programmiert sein in dem winzigen Nervensystem oder Gehirn. Die Variabilität in der Natur ist eben größer als die alten Züchter ahnten.

Gegenüber dem **züchtenden Geschick vieler Völker** der Erde, aufgebaut vor allen auf viel Empirie, schufen dann Europäer auch **weiteres**, 'wissenschaftlich

begründetes Wissen, so über Vererbung, etwa über Vererbungsgesetze, die Vererbungssubstanz, Das ist erst **jüngste**, allerjüngste **Neuzeit**, und solches Wissen gab es noch nicht einmal ansatzweise für die englische Tierzucht im 18. Jh..

Die in der Erdgeschichte durchgehende Evolution aller, auch der größten Taxa, der Stämme, auseinander

Die Frage nach den Ursachen, nach den Faktoren der Evolution, ist bei allen Erörterungen zur Evolution nie ganz auszuklammern. Aber es ging **zuerst** auch darum, **unabhängig von der Anerkennung der verschiedenen Evolutionsfaktoren** und deren quantitativem Wirken den **Nachweis** zu erbringen, daß es eine **Evolution** und zwar eine **durchgängige** von den einfachsten Lebensformen zu den 'höchsten' tatsächlich **gegeben hat** und nicht lediglich nur eine Umbildung innerhalb kleiner Gruppen stattfand. Die **Tatsache der Evolution** war **von der Kausalitätsfrage**, den Faktoren der Evolution, **getrennt** zu betrachten. Noch 1949 sah sich LUDWIG VON BERTALANFFY (S. 83) veranlaßt zu betonen: "... wenn wir - was ... keineswegs zutrifft - über die Ursachen der stammesgeschichtlichen Entwicklung gar keine Kenntnisse hätten, so bliebe diese dennoch eine aus ihren Wirkungen beweisende Tatsache, genau so, wie wir mit voller Sicherheit aus dem Vorhandensein von Gletscherschliffen und Moränen die Tatsache der Eiszeit erschließen, obwohl deren Ursachen noch sehr problematisch sind."

Die zur Feststellung der Durchgängigkeit der **Evolution** über die **gesamte Organismenwelt** nun verwerteten Sachverhalte, Phänomene, waren teilweise schon lange bekannt, waren jedoch **nicht im Sinne der Evolution gesehen** worden. Sie sind also doch recht vieldeutig, es sei denn man geht von der Evolutionsvorstellung aus. Sie widersprechen der Evolution nicht, ja erst in ihrem Lichte werden sie verständlich. Recht einfach in der zusammenfassenden Darstellung wie bei PLATE (1925) oder im modernen Schulbuch werden sie als **Belege für** den Wandel der Organismenwelt **durch Evolution** vorgetragen.

Selbst der anfangs kritische VIRCHOW bekannte 1887 (S. 555) auf der 60. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wiesbaden aber an: "So sehr es aber auch an Thatsachen fehlt, welche die Fortführung der individuellen Variation zur generischen Variation experimentell oder im Wege der unmittelbaren Beobachtung darthun, so vortrefflich vertragen sich die Erfahrungen der Embryologie, der Zoologie und der Pathologie mit der Descendenz-Hypothese. Ja, es ist ersichtlich, dass alle diese Disziplinen unter der Herrschaft der Descendenz-Hypothese bedeutungsvolle Fortschritte in der Kenntnis der thatsächlichen Vorgänge, zum Theil in ganz vernachlässigten Richtungen gemacht haben. Der Darwinismus hat sich als ein höchst befruchtender Gedanke erwiesen, und er wird sicher noch lange Zeit wie ein energisches Ferment fortwirken." VIRCHOW (1887, S. 560) ergänzte

aber, daß der Transformismus nicht nur für den Menschen, sondern auch für die anderen Organismen "ist und bleibt eine Möglichkeit, sagen wir sogar eine Wahrscheinlichkeit, aber es gibt keine Thatsache, welche ihn über jeden Zweifel sicher stellt."

Als Ergebnis wurde von den meisten Biologen bald festgestellt, daß sich **keine Lebenserscheinung**, kein Merkmal von Organismen fand, die prinzipiell mit der Evolutionstheorie **unvereinbar** erschienen. Kein Argument gegen die Evolution konnte nicht irgendwie widerlegt werden. Die mögliche Deutung der verschiedensten Lebenserscheinungen im Lichte der Evolutionstheorie konnte gleichzeitig als Beweis für die Richtigkeit der Evolutionstheorie gesehen werden. Nunmehr wurden auch Dinge im Lichte der Evolution gesehen, bei denen das vorher nicht möglich schien, so die Ähnlichkeit im Körperbau aller Wirbeltiere, die einst mit einem allgemeinen Bauplan erklärt wurde.

Gemeinsamkeiten und Ähnlichkeiten im Organismenreich

Gab es eine gemeinsame Herkunft aller Lebewesen, konnte erwartet werden, daß es noch gemeinsame Züge aller gibt, wenn nicht die Abänderungen alle ehemaligen Gemeinsamkeiten überwuchert haben sollten. Der Aufbau der Organismen aus Zellen und gemeinsame Bestandteile in den Zellen, so der Zellkern, sprachen für die große Gemeinsamkeit. Im Laufe der Zeit wurden immer weitere Merkmale, nicht nur morphologische, in die Verwandtschaftsforschung, die Feststellung möglicher gemeinsamer Herkunft durch Evolution, einbezogen, Merkmale aus der Physiologie, Biochemie, Parasitologie, aber auch Tatsachen aus der Verbreitung, der Biogeographie. Daß alle Lebewesen aus Keimzellen herkommen war bekannt und in ihnen mußten die Grundlagen aller Merkmale eines Individuums liegen, und DARWIN selbst wie auch NÄGELI zogen die **Keimzellen** in ihre Überlegungen zur Evolution heran. **Aber der erwachsene Organismus**, der Vergleich der Erwachsenenstadien, bildete zunächst die hervorstechende **Grundlage**, um Aussagen **über** den Prozeß **der Evolution**, um Modi und Gesetzmäßigkeiten im Evolutionsverlauf zu finden. Der Paläontologe hatte noch lange im wesentlichen nur reife oder fast reife Stadien der fossilen Organismen zur Verfügung und Molekularbiologie bei Fossilien, Klärung von untersuchbaren Überresten ihrer Vererbungssubstanz, ihrer DNA, gibt es auch am Anfang des 21. Jh. nur in Ansätzen. Man betrieb also Adult-Evolutionsbiologie.

Anatomie und Morphologie - neutral - und für die Evolutionstheorie

Immer wieder, ob unter phylogenetischem oder auch nur allgemein-biologischem

Gesichtspunkt, wurden die **großen Unterschiede** sowie die großen **Gemeinsamkeiten in der Anatomie** und damit in den Funktionen im Tierreich untersucht. **Verschieden** sind die Strukturen im Tierreich, damit durch dünne Membranen der Gasaustausch, der von Luft mit ihrem Sauerstoff und dem Kohlendioxid in der Körperflüssigkeit stattfinden kann. Das erscheint als möglich an der dünnen Haut vieler niederer Feuchtlufttiere, an den ausgestülpten Kiemen von Meereswürmern, in den Tracheen der Gliedertiere, im Enddarm und auch Schlund mancher Fische, den Kiemen der Fische, der Mundhöhle von Lurchen, den Lungen der Landwirbeltiere. Es erschien die Grenze zwischen dem Wasser- und dem Landleben, damit zwischen der Kiemen- und der Lungen-Atmung als wichtiger Bereich der vergleichenden Anatomie. **Einander entsprechend**, ja voneinander ableitbar erschienen die Schwimmblase der Fische und die Lungen der Landwirbeltiere, ja auch die der Lungenfische.

Die vergleichende Anatomie erhielt unter dem Einfluß der Evolutionsbiologie noch einmal großen Auftrieb, weil die **Gemeinsamkeiten** in den großen Stammeslinien nunmehr als Zeugnis für die Entwicklung der Formen auseinander galten. Die vorwiegend anatomisch-morphologische Ausbildung vorangegangener Zeit, wie sie HAECKEL, GEGENBAUR und andere genossen hatten, ließ sich in die auf Grundlage der Evolutionstheorie betriebene vergleichende Anatomie überführen. In der Methodik der vergleichenden Anatomie erschien keine grundsätzliche Änderung nötig und LUBOSCH schrieb: "... Das, was man bis dahin als Urformen (oder als Typus) bezeichnet hatte, nannte man nun Stammformen. Aus der Stufenfolge wurde der Stammbaum der Tiere; die Metamorphose wurde zur realen Transformation ... Aus der Homologie der Lage wurde die Homologie aus gemeinsamem Ursprung; ..." (zit. bei W. THIEL in 1999, S. 89).

Das System der Organismen mit seiner abgestuften Verwandtschaft und vor allem Teile der Stufenleitern ließen sich in die Stammbäume übersetzen.

Gemeinsamkeiten wurden als Zeugnis für **gemeinsame phylogenetische Herkunft** gesehen.

Die **vergleichende anatomische und mikroanatomische Forschung** ging in **immer weitere Einzelheiten**. Es gab an jeder medizinischen Fakultät eine der Anatomie und dabei auch der Vergleichenden Anatomie dienende Einrichtung und an jeder konnte und wurde neues Wissen erschlossen. Um ein Beispiel aus der Erforschung des Nervensystems zu bieten: So ergaben die publiziert etwa 1889 von M. VON LENHOSSEK "angestellten Untersuchungen an der Maus, dem Meerschweinchen, dem Kaninchen und der Katze ... folgendes: die Pyramidenbahnen sind hier von viel schwächerer Entwicklung als beim Menschen: bei letzteren erreichen sie den höchsten Grad ihrer Entwicklung" (zit. aus R. WIEDERSHEIM

1908, S. 158).

Bis in die **Feinanatomie** bei Pflanzen geht es, wenn die Anatomie **des Holzes bei Koniferen** noch im kleinsten Holzsplitter "an der mit den großen, charakteristischen Hoftüpfeln versehenen Tracheide" die Zugehörigkeit zu den Nadelhölzern erkennen läßt (H. MOLISCH 1933, S. 2). Für die monophyletische Herkunft der Angiospermen-Blütenpflanzen spricht die 1898 von S. G. NAWASCHIN und unabhängig 1899 von GUIGNARD gefundene und bei immer mehr Formen nachgewiesene **doppelte Befruchtung**,

Eine Frage war, ob **heute lebende Formen** noch so gut wie vollständig **Vorfahren gewisser Gruppen** gleichen und die vergleichende Anatomie bei der Aufstellung von Stammbäumen deshalb ein gewichtiges Wort hierzu, zur Phylogenese, mitsprechen kann. ARNOLD LANG (1887) etwa hob es hervor, daß immer **nur** manche Formen durch Abwandlung aus der Masse herausbrachen und sich veränderten, während es auch, was auch DARWIN sah, **Persistenz** gab, die Zeiten **überdauernde Formen**, Der seinerzeit führende Vergleichende Anatom ARNOLD LANG (E. KUHN-SCHNYDER 1982), ein Schweizer, war 1859 geboren worden, studierte Biologie in Genf und Jena, promovierte 1876 bei HAECKEL, war 1878 - 1885 Assistent an der Zoologischen Station Neapel. In den Jahren 1886 - 1889 war LANG Inhaber der von dem reichen Privatmann PAUL VON RITTER unterhaltenen, für die Förderung der Evolutionstheorie gedachten Stiftungsprofessur, der Ritter-Professur, in Jena. LANG folgte dann dem Ruf nach Zürich und war Ordinarius für Anatomie an den Züricher Hochschulen. Mit nur 59 Jahren starb LANG 1914. **Persistenz** mochte **beruhen auf mangelnder Variabilität**, eine nicht unbedingt vorteilhafte Eigenschaft, oder auf **kaum vorhandener Selektion**, weil eine gleichbleibende Umwelt und fehlende neue Feinde keine Selektion für neue Anforderungen notwendig machte (F. J. AYALA 2007). Für DARWIN gilt Evolution nicht unbedingt als Progression, wie es für WALLACE war (F. J. AYALA 2007, S. 8570). Gemäß LANG 1887 (S. 48): "Die Umänderung jeder Art ist in der That keine absolute Naturnothwendigkeit, und wir sind vollständig berechtigt, die Möglichkeit anzuerkennen, dass heute lebende niedere Thiere wenig veränderte Ueberbleibsel alter Gruppen sind." Deutlich erschien das beim Brachiopoden *Lingula* und, vielleicht nicht so klar, bei *Nautilus*. Wie sehr war Nautilus einer der ansonsten ausgestorbenen Ammoniten? Manche Tiere in abgelegeneren Regionen wie Schnabeltier und Brückenechse schienen recht alte, lange nicht veränderte Formen zu sein. Man sprach von '**lebenden Fossilien**', was aber vielleicht doch manche Veränderungen bei diesen Formen zunächst allzu wenig untersuchen ließ. Für die mit Tracheen ausgestatteten Arthropoda, die Tracheaten, also die Tausendfüßler, Spinnen und Insekten und nicht für die Krebse erschien der Peripatus, ein tausendfüßler-ähnliches Tier in Waldungen der Südkontinente wurde *Peripatus* als

überlebende gemeinsame Stammform gesehen (so A. LANG 1887, S. 49). Es ist "ein gleichmässig segmentirtes", also homonon segmentiertes "Thier mit je einem Paar gegliederter Anhänge an jedem Segment". Zumindestens sollte es "eine den gemeiusamen Vorfahren der Tracheaten ziemlich nahestehende Form" sein, "an die sich dann die Tausendfüssler am nächsten anschliessen" (A. LANG 1887, S. 49). Solche überdauernden Formen mußten bedeuten, daß für die phylogenetische Forschung "der hohe Werth der vergleichenden Anatomie gegenüber den übertriebenen Ansprüchen eines Theils der modernen Embryologen vollständig gewahrt" (A. LANG 1887, S. 48) blieb.

Die Libellen erscheinen im Carbon in Riesenformen, aber **mit demselben Bauplan** wie Libellen heute, dem großartigen Flugvermögen der unabhängig voneinander bewegbaren 2 Flügelpaare. Es blieb also vieles Grundsätzliche an den Libellen erhalten, über die Verkleinerung hinweg, gab also keine völlige Persistenz, aber in vielem doch.

Im 20. Jh. formulierte man: Gab es eine **gemeinsame Herkunft von Gruppen**, so waren gemeinsame Merkmale zu erwarten, die auf Homologie beruhten, weil in der Evolution "Grundstrukturen erhalten" (U. KULL 1983) blieben, obwohl auch hier starke Abänderungen das hätten verwischen können. Letzteres konnte wohl nicht völlig stattfinden, jedenfalls kaum immer, und bei einer Gruppe mit Herkunft aus einer Wurzel, gar einer Stammart, waren bei allen bestimmte abgeleitete Merkmale, im 20. Jahrhundert genannt **apomorphe** Merkmale, anzunehmen. Andere Merkmale mußten sich nicht verändert haben, blieben auf dem Stadium der Wurzelformen, die **plesiomorphen** Merkmale, die auch anderen Gruppen noch zukommen konnten. Das war das Problem der **Spezialisationskreuzung**.

Offen blieb für zahlreiche Fälle, einst und oft bis in die Gegenwart, **ob "primitive" Formen wirklich Vorläufer sind oder** Rückbildungen, Stehenbleiben auf einem Jugendstadium, Anpassungen an die einfachere Merkmale bei Parasitismus (s. a. H. W. SMITH 1959). Die Zurückbildung in vielen Merkmalen macht es oft schwierig, das Einfache, das Vorgegangene **von dem sekundär Vereinfachten** zu unterscheiden. **Gliedmaßenlos** und Eidechse sein, **flugunfähig** und Vogel sein, **schuppen- und haarlos** - immer wieder mußte da interpretiert werden. In jedem Fall war zu prüfen, ob Bleiben auf einem Vorfahrenstadium oder Rückbildung vorlag. Wobei Neuanpassungen Verluste meist kompensierten. Der flugunfähige Strauß ist ein recht schneller Läufer. Andere flugunfähige Vögel, die Moas auf Neuseeland oder die Dronte auf Mauritius überlebten da die Ankunft von Menschen nicht lange. Besonders bei Parasiten, namentlich auch Innenparasiten/Endoparasiten war die Vereinfachung weit gegangen, bis etwa zur Mundlosigkeit. Waren die Viren oder andere einfache Tiere nur sekundäre Formen, aus einmal entwickelteren hervorgegangen?

Auch manche Pflanzen wiesen als **altertümlich interpretierte Merkmale** auf, deren Existenz auf Vorfahren verweisen sollte. Die japanischen Botaniker HIRASE und IKENO von der Universität Tokio fanden bei einigen Gymnospermen, beim **Gingko** wie auch bei den **Cycadeen** anstelle der unbeweglichen Pollenkörner aller übrigen höheren Pflanzen **bewegliche Spermatozoen** (R. LANKESTER 1907), wie sie von etwa Algen bekannt waren. Altertümliche Formen galten gar als **”lebende Fossilien”**. Aber das Überleben dieser sogenannten lebenden Fossilien war, wie neuere Untersuchungen immer mehr zeigen, auch nur möglich, weil sie etliche spezielle Anpassungen bekommen hatten. Der lebend nur noch in menschlicher Pflege gefundene und auch als lebendes Fossil angesprochene Gingko erwies sich andererseits als sehr resistent gegen Umweltabgase.

Es blieben aber auch nach 1860 Anatomen, die in den Ähnlichkeiten zwischen den Formen nicht unbedingt nur eine evolutionsbiologische Erklärung ableiten wollten. Der Anatom und Embryologe WILHELM HIS, Professor in Basel und ab 1872 in Leipzig, sah es etwa 1868 (S. 223) weiterhin als **nicht** gegeben an, ”daß die Aufstellung eines historischen Verbandes zwischen den ähnlichen Formen notwendig wird”, also die Gemeinsamkeiten etwa aller Wirbeltiere in der gemeinsamen Abstammung ihrern Grund haben müssen. Immer wieder gab es das Bestreben, die Morphologie auch unabhängig von einer Theorie, damit auch unabhängig von der Evolutionstheorie, zu betreiben: **”Idealistische Morphologie”**. Es ging nicht nur um die Ablehnung der Evolutionstheorie, sondern auch um die - von manchen allerdings als nicht möglich bestrittene - Trennung von ”Tatsachen”, Fakten, und ihrer theoretischen Interpretation.

Rudimentierung und Erhaltenbleiben als nicht mehr nötig gesehener Strukturen - Rudimentäre Bildungen

Organismen schleppen Strukturen, schleppen Gebilde mit, die nicht voll ausgebildet werden, die ihnen bei streng rationaler Gestaltung wohl auch fehlen könnten. Solche Strukturen verweisen auf ihre Herkunft von den Vorfahren, immer wieder angelegt wegen der ”Macht der Vererbung”, wie man einst formulierte (K. GUENTHER 1905, S. 157) und auf Vererbung beruhen sie sicherlich. Gesprochen wurde von ’Rückentwicklung’, wenn offenbar nicht mehr benötigte oder wenigstens in ihrer Funktion eingeschränkte oder veränderte Strukturen, oft ganze Organe und Lebensleistungen, gegenüber den Vorfahren sich zurückgebildet haben, **rudimentär wurden**. Das Erhaltenbleiben von **Rudimenten** von offensichtlichen Vorfahren-Strukturen wurde als ein ganz **wichtiger Beweis für die Evolution** betrachtet, da ein ”Schöpfer” darauf hätte intelligenterweise verzichten können und es auch DARWIN (A. DESMOND et al. 1994 S. 311) ablehnte, anzunehmen, der Schöpfer’

haben auch hier einen Strukturplan für seine Organismen irgendwie spielen lassen, also Augenanlagen statt völligem Wegfall. Waren bei Arten **auf Vorfahren verweisende**, aber nun nutzlose Organe oder Merkmale vorhanden, so konnte das als **besonders aussagekräftig für die anzunehmende Herkunft einer Art** oder Gruppe gelten, mehr als neue funktionsfähige Strukturen. Denn **nur Herkunft konnte die Rudimente erklären**. Zuerst hat vor allem A. WEISMANN dargelegt, daß "Rückentwicklung" eintritt, wenn die Selektion für bestimmte Organismen oder wenigstens für bestimmte Merkmale abnahm oder gar aufhörte. Dann gelangten für solche Organe auch erbliche "Minus"-Abweichungen zur Fortpflanzung. Allgemeine Vermischung, **Panmixie**, führte zum Verlust von Anpassungen. O. ABEL (1929, S. 268 ff.) sah ein Nachlassen von Auslese, wenn eine Art an der Spitze einer Nahrungskette und somit fast ohne auslesende Feinde steht und beschrieb Degeneration beim Höhlenbären in der 1920 - 1923 durchgeführten Ausgrabung in der Drachenhöhle bei Mixnitz in der Steiermark. Es ließen sich an den Knochen zahlreiche kranke Tiere feststellen, auch "schwer" degenerierte Zwerge (S. 369). Das die Außenauslese einschränkende Höhlenleben mag mit dazu beigetragen haben. ABEL (1926, S. 340/341) machte Degeneration auch für das rasche Aussterben der wie die Nashörner zu den Unpaarhufern/Perissodactyla in Blüte stehenden **Titanotherien** in Nordamerika verantwortlich, "Begleiterscheinungen des Existenzoptimums und der dadurch bedingten Blütezeit eines Stammes," - hier eher nur einer Gruppe - "die auch kranken, schwachen, mit einem Worte inferioren Individuen ermöglicht, neben vollwertigen Individuen zu bestehen und sogar das Alter der Geschlechtsreife zu erreichen", sich auch mit gesunden Exemplaren kreuzt und das "Blut des Stammes" "fortgesetzt" verschlechtert, "bis der Zustand einer allgemeinen Degeneration erreicht ist." Als Warnung wurde so etwas auch gern auf den Menschen übertragen (s. a. K. LORENZ). 'Degeneration' - ein immer schweres Thema, das mancher ungern hört!

Ganze Gruppen sind durch rückgebildete Strukturen, '**regressive Merkmale**', ausgezeichnet. Vereinfachung, Verluste, Abbau - auch die kennzeichnen jedoch ein Vorwärts in der Evolution. Jede Rückbildung ist in dem Sinne auch eine "Vorwärtsentwicklung", weil eben Neues zustandekommt. Bei "Verlusten" von Strukturen beim Herausbilden einer Lebensweise als Parasiten, mußten auch neue Spezialanpassungen aufkommen.

Als rudimentäre Bildungen erscheinen die verkleinerten Augen von **Höhlentieren**. Höhlen sind Biotope und Ökosysteme, deren Organismen besondere Anpassungen zeigen und es ist wohl kaum anzunehmen, daß hier ein 'Kreator' extra schöpferisch tätig war, um auch unterirdisch Lebewesen zu schaffen.

Bei **Höhlentieren** wurden die für das Leben in der Dunkelheit nicht mehr nötigen **Augen rudimentär**. Das gilt auch für den Ganges-Delphin (O. ABEL 1929, S.

61), der nicht in Höhlen lebt oder lebte, aber in den völlig trüben Wasser des Ganges aushält. Bei Höhlentieren mit zurückgebildeten Augen wurden eingehende Untersuchungen ausgeführt und etwa festgestellt, daß bei etlichen Knochenfischen in den Augen Glaskörper und Linse verschwinden, bei anderen Muskeln und Sclerotica unter Erhalt von Glaskörper und Linse, das untersucht von EIGENMANN 1899, 1900, 1902 (zit. b. M. SCHIMKEWITSCH 1906, S. 42). Auch das ist ein Beispiel der für die Evolutionsbiologie stets nötigen Einzelforschungen. Bei einer kleinen Krabbe, *Cyclodorippe uncifera* fand DOFLEIN (so zit. b. O. ABEL 1929, S. 311), daß dessen Larven noch Facettenaugen besitzen, diese aber beim erwachsenen Tier fehlen. Ließen sich also die Augen auch für das Erwachsenenstadium wieder reaktivieren? Der Prozeß der Rudimentierung hat also manche Vorgänge. Bei zahlreichen Tiefseetieren gibt es allerdings gerade stark ausgebildete Augen, wohl geeignet für Kommunikation von relativ starkem selbsterzeugten Licht. Diese Augenreduktion spielte in der Diskussion um die Evolutionsfaktoren eine bedeutende Rolle. Zu der Augenrudimentierung tritt viel Pigmentlosigkeit.

Ein viel beachtetes Phänomen der Rudimentierung sind **Knochenreste** von Gliedmaßen innerhalb des Körpers von Wirbeltieren, die etwa **beinlos** geworden sind. Kleine Knochenfragmente sind verborgen in den Fleischmassen im Beckenbereich von **Walen**, etwa bei **Blauwal**/*Balaenoptera musculus* und **Pottwal**/*Physeter catodon* (I. KRUMBIEGEL 1961, S. 62). Und kleine Knochenreste vom Schulter- und Beckengürtel gibt es bei der zu den Eidechsen/Lacertilia zu stellenden **Blindschleiche**/*Anguis fragilis* L. Beinlos wurden Schlangen. Diese Knochenreste im Körper von Walen und der Beinschleiche sind offenbar funktionslos. Schlangen kommen ohne sie aus. Sie sind kaum von einem göttlichen Spaßmacher hineingelegt worden, um Evolution als akzeptabel erscheinen zu lassen. Wem die Umwandlung auch von höheren Tieren, von Landtieren zu Wassertieren wie Wale, zu unglaublich erscheint, der müßte wenigstens in Abstraktion eine einstige Umwandlung akzeptieren, wegen der Knochenfragmente.

Als durch regressive Merkmale ausgezeichnete Gruppe wurden die heutigen **Neunaugen, die Petromyzonten**, gesehen, nach STENSIÖ (zit. bei O. KUHN 1938, S. 11). Gegenüber den Ausgangsformen die rezenten ohne Brustflossen, ohne den Schultergürtel und vor allem nun, 'sekundär', mit Knorpel- statt Knochenskelett, wurden die Petromyzonten bezeichnet als "ein Ergebnis abnehmenden Verknöcherungsgrades" (S. 10). Das als primitiver angesehenes Skelett aus Knorpel erschien nun als hergeleitet von einem Knochenskelett. Ursprünglich und mit den anzunehmenden Vorfahren gemeinsam erschien die Kieferlosigkeit, die Agnathie. War das alle so?

Die Insektenordnung der **Diptera**/Zweiflügler besitzt **nur das vordere Flügelpaar**, das hintere wurde zu den für Flug aber nicht ganz funktionslosen **Schwingkölbchen**/Halteren.



Abbildung 46: Beinlos: Blindschleiche.

Von hohem Interesse auch wegen möglicher Lokalität von Krankheiten erschienen offensichtliche oder vermeintliche rudimentäre Strukturen im Körper des Menschen. Fast erschien dann der menschliche Körper als Gehäuse für manchen nutzlosen alten Müll.

Für den Menschenkörper hat der Freiburger Anatom ROBERT WIEDERSHEIM in seiner seit der Erstauflage 1887 noch 3 weitere Male und zuletzt 1908 aufgelegten und immer mehr erweiterten und präzisierten Schrift "Der **Bau des Menschen als Zeugnis seiner Vergangenheit**" zusammengestellt, was an rudimentären Strukturen besteht. Mehr als 90 rückgebildete Eigenschaften, als Rudimente zu sehende Merkmale, hat WIEDERSHEIM aufgelistet (s. a. I. KRUMBIEGEL 1961, S. 9), Es wurden aber nicht nur die rudimentären Strukturen am ausgebildeten Körper genannt, sondern auch ihre Ausbildung, ihre im Prozeß stattfindende Veränderung in der Keimesgeschichte festgestellt. Manches, was im Embryo angelegt wird, verschwand in der weiteren Embryonalentwicklung wieder, war also nur zeitweiliges Rudiment. Manchmal, bei einigen davon betroffenen Menschen, wurden nur in der Keimesentwicklung wegen der von den Vorfahren mitbestimmten Keimesentwicklung bestehende Gebilde wegen offensichtlich unterbliebener Einschmelzung ins Erwachsenenleben übernommen. Das bedeutete **Verbindung** der Anatomie **zur** Ontogenie und **zur Teratologie**/Mißbildungslehre, machte anatomische Besonderheiten verstehbar. Die **Mehrzahl** der als rudimentär eingestuft Strukturen waren solche normalerweise wieder eingeschmolzenen embryonalen Strukturen. Das galt für **das embryonale Haarkleid**, **das Lanugo**, bestehend

etwa im 5. Monat. Ziemlich nackt kommt ein Mensch normalerweise zur Welt. Aber immer wieder einmal gab es Menschen, die am ganzen Körper und dabei auch im Gesicht starke Behaarung haben, auch Frauen unter ihnen. Das bedeutete nicht, daß Körperfunktionen oder auch nur Gehirnleistungen gestört waren. Frage wurde, wie sehr solche ungewöhnliche Körperbehaarung Zeugnis gestörter Embryonalentwicklung, also bleibender Lanugo, oder Neubildung war. Haarfollikel bleiben sowieso überall. Kopfhaar und Bart der Menschen sollten als progressiv ausgebildete Merkmale gesehen werden. Die Haare des menschlichen Bartes mußten ohnehin bei den in der Säugetierwelt wenig verbreiteten stärkeren Lang- oder Dauer-Haaren, denen der Mähne und des Schweifes (1902, S. 5) zugeordnet werden. Grund für die weitgehende Nacktheit des menschlichen Körpers sollte mit einer den erotischen Ansprüchen der fernen menschlichen Vorfahren entsprechenden Sexuellen Zuchtwahl zusammenhängen: Nacktheit habe einen Menschen bei der Gewinnung eines Geschlechtspartners begünstigt. Am Skelett erschienen die **Rückbildungen im untersten Teil der Wirbelsäule** auffällig. Geschah hier die Rückbildung in der Embryonalentwicklung nicht ausreichend, konnte ein anormales kleines rudimentäres Schwänzchen verbleiben (1887, S.6/7). **Ausgebliebene Wanderung der Hoden** des Menschen-Mannes in den außen liegenden Hodensack, also der ausgebliebende Descensus testis, ließ die Hoden wie bei den meisten Säugetieren im Körperinneren verbleiben, ergab also '**Kryptorchismus**' (1887, S. 100). Dann erhalten die Hoden nicht die für die Samenreifung geeignete, gegenüber dem Körperinneren verminderte Temperatur für den Hodensack außen. Große **Verminderungen** im Vergleich zu vielen Säugetieren zeigten die **Geruchsleistungen**, mit Einschränkungen in der Nasenausstattung (S. 1908, S. 179 ff.), mit völliger Rudimentierung des Jakobson'schen Organs (S. 181 ff.). Ob **überzählige Milchdrüsen** der Menschen-Frau gar auf ein Marsupialier-Stadium (1887, S. 112), also ein Beuteltier-Stadium der Menschen-Vorfahren verweisen, war wohl mehr offen.

In der Physiologie galten manche Organe im 19. Jh. nicht nur als in ihrer Funktion unerkannt, sondern wurden auch **voreilig als funktionslos**, man kann auch sagen 'rudimentär', eingestuft. Als VIRCHOW einen Studenten nach der Funktion der Milz gefragt haben soll und der ihm schüchtern antwortete, daß er das leider vergessen habe, konnte VIRCHOW nur sagen, daß dieses Vergessen sehr bedauerlich sei, denn der Student wäre der einzige Mensch gewesen, der die Funktion der Milz gekannt habe. Hatte die Milz eine Funktion? Erst die immunologische Forschung des 20. Jh. brachte da Klarheit - und nach etwa 1960 hätte VIRCHOW von seinem Studenten eine positive Antwort erwarten dürfen. Hatte der Chirurg THEODOR KOCHER bei seinen erstmaligen Eingriffen in die Kröpfe die Schilddrüse vollständig beseitigt, so offenbarten etliche Zeit danach auftretende Probleme bei den Operierten, die Cachexia strumipriva, daß die Schilddrüse eine wichtige

Funktion besitzt. Man durfte also auch nicht ein Organ für rudimentär betrachten, wenn es unzureichend geprüft war. Für ein Rudiment wie den Wurmfortsatz des menschlichen Blinddarms wurde die völlige Nutzlosigkeit auch immer wieder einmal bezweifelt.

Viel "Rückentwicklung", ohne ein völliges "Zurück" auf Vorfahrenstadien, bieten **Parasiten**, etwa Eingeweidewürmer. Sowohl Mobilität wie Sinnesleitungen sind oft kaum vorhanden, sind bei parasitischer Lebensweise in hohem Grade unnötig. Da Parasiten erst nach ihren Wirtstieren aufkommen konnten, auf die sie spezialisiert sind, ist ihre "Primitivität" als sekundär anzusehen. Neue Spezialanpassungen sind bei den Eingeweidewürmern etwa der Schutz vor den Verdauungssäften im Darm des Wirtes.

Von wohl größeren Vorfahren leiten sich die zu Spinnentieren gehörenden, winzig kleinen **Milben**/Acari ab, welche die anderen Spinnentieren zukommenden Strukturen noch aufweisen, aber reduziert (F. DAHL 1913, S. 68), eine als **Reduzierung** anzusprechende Form der Rudimentierung. Ein Herz und einen vollkommenen Verdauungstrakt mit einmündenden Malpighischen Gefäßen haben unter den Milben unter anderen nur die Zecken/Ixodidae, oft fehlen bei Milben die Augen, das "Zentralnervensystem ist so stark konzentriert, daß sich oft kaum eine Grenze zwischen dem oberen und unteren Schlundganglion erkennen läßt" (S. 68). Nicht ganz so weit ging die Reduzierung bei den Pseudoskorpionen (S. 67), denn immerhin die "4 Beinpaare sind trotz der geringen Größe und der Konzentration des Körpers alle erhalten geblieben."

Bei **Pflanzen** verwies G. HABERLANDT (1918) auf rückgebildete **Spaltöffnungsapparate** an der Kapsel von *Sphagnum*/Torfmoos, bei denen die für normale Spaltöffnungsapparate charakteristischen Schließzellen noch angelegt werden, jedoch kein Spalt, was mit dem Verlust des grünen Assimilationsgewebes erklärbar wäre. Verwiesen sei auch auf ein **funktionsunfähiges 5. Staubgefäß bei der Braunwurz/Scrophularia**, etwa bei der Art *nodosa* L.. **Parasitische** Blütenpflanzen haben mehr oder weniger **Chlorophyll-Verlust**.

In der amerikanischen Literatur wurde der Begriff 'Rudiment' auch für noch als im Kommen betrachtete Strukturen verwendet, so bei OSBORN (O. ABEL 1929, S. 256). So etwas wollte ABEL (1929, S. 257), als 'Oriment' bezeichnen. Wie steht es mit den bei vielen Arten von Heuschrecken nur für kurze Flüge etwa zur Sprungunterstützung geeigneten Flügeln?



Abbildung 47: Chlorophyllverlust: Parasit Hopfenseide.



Abbildung 48: Flügel nur für Kurzstrecke.

Atavismen

”**Atavismen**” nannte man Merkmale, die bei einem Individuum ohne Vorhandensein bei den Eltern auftraten und die wenigstens vermeintlich Vorfahren-Merkmalen ähnlich oder gar gleich sein sollten und die generationenlang schon verschwunden waren, also als ”Rückfall” auf ein Vorfahrenstadium gelten konnten. So interpretiert wurden mehr als 5 Finger oder Zehen, Polydaktylie, bei einzelnen Menschen oder anderen Säugetieren. Wie C. GEGENBAUR (1880,1888) sah, war der Beweiswert dieses Merkmals für Evolution vage, denn es konnte einfach eine Störung in der Keimesentwicklung vorliegen. Eine Erbanlage (Gen) für Polydaktylie konnte auch eben sehr selten in der Bevölkerung vorhanden sein und war vielleicht älter als andere Erbanlagen, aber als eine Wiederkehr eines Vorfahrenstadiums mußte das nicht gesehen werden. R. VIRCHOW warnte 1887, in einer fehlenden oder durchlöcherten Herzscheidewand eine Rückbildung zu sehen, denn sie konnte auch neu erworben sein und mit der Erweckung alter schlummernder Erbanlagen nichts zu tun haben. Dasselbe galt für die angeblichen Schwänze mancher Menschenkinder, die auch einfach eine Verlängerung des Wirbelsäulenendes waren. Mit der Vererbungslehre waren die ”Atavismen” mit ihren Erkenntnissen zu verknüpfen.

Chemische Gemeinsamkeiten bei verschiedenen Organismen

Die Hoffnung, daß verwandte Organismen auch durch den Besitz von gleichen oder ähnlichen Stoffen ausgezeichnet sind, trog angesichts der häufigen fehlenden Parallelität mit den morphologischen Gemeinsamkeiten, auf denen die Verwandtschaftsaufstellung basierte.

Schon in den letzten Dezennien des 19. Jh. wurde aber deutlich, daß bei weit verbreiteten Substanzen, etwa dem **Blutfarbstoff** und dem **Chlorophyll**, wenigstens der höheren Lebewesen zahlreiche Gemeinsamkeiten in der chemischen Konstitution bestehen (M. H. BICKEL 1972, M. HAHN 1902). Beim Abbau beider, Hämoglobin und Chlorophyll, fand sich etwa bei MARCELI NENCKI Pyrrol. Aus dem ”Chlorophyll” erhielt um 1880 HOPPE-SEYLER durch Erhitzen mit Alkali einen roten Farbstoff, der in seinen optischen Eigenschaften an die Haem-Derivate aus dem roten Blutfarbstoff erinnerte und Phylloporphyrin genannt wurde. Stammverwandtschaft in fernster Vergangenheit wurde vermutet (M. HAHN 1902). HOPPE-SEYLER betonte etwa 1881 (S. 4 / 5), daß der Chemismus der Organismen mit seinen Ähnlichkeiten die DARWINSche Hypothese stützt.

Während die Morphologie auch fossiler Organismen festgestellt werden konnte, waren originale chemische Substanzen ferner Vergangenheit zunächst nicht und

später nur in Spuren nachweisbar. Aus dem Vorkommen bestimmter, nicht bei allen Lebewesen oder allen Pflanzen vorkommende, sondern an bestimmte Gruppen gebundene Substanzen suchte man wie bei morphologischen Gemeinsamkeiten auf gemeinsame Phylogenese und damit phylogenetisch begründete 'natürliche' Verwandtschaft zu schließen. Versucht hat das HANS MOLISCH 1933 und recht ausführlich in Rußland A. W. BLAGOWESTSCHENSKI seit etwa 1919, deutsch ausführlicher 1955. Außer der Endsubstanz gab es die Stoffwechselwege zu ihr und diese konnten für das Verwandtschaftsverhältnis wichtiger sein. Am Ende eines Biosyntheseweges sind manche Abspaltungen möglich. Aber die Endsubstanzen waren das zuerst bekannte. **Alkaloide** etwa gibt es in den verschiedensten Gruppen, meistens immer andere und das Vorkommen von Alkaloiden überhaupt sagte über die phylogenetische Verwandtschaft wenig aus. Je höher eine Pflanze steht, desto komplizierter sollten aber laut E. A. SCHAZKI 1889 (zit. aus A. W. BLAGOWESTSCHENSKI 1955, S. 16) ihre Alkaloide sein. Als weit verbreitet erschien auch das de Waldmeistergeruch bestimmende **Cumarin** (H. MOLISCH 1933, S. 44). **Zellulose** erschien überall ab der Moose aufwärts, bei Thallophyten nur sporadisch (H. MOLISCH 1933, S. 34). Das **Lignin** in der Zellwand fand sich von den Farnen aufwärts bis zu den höchsten Pflanzen, aber fehlt bei Thallophyten und Moosen (H. MOLISCH 1933, S. 11), verwies also auf die monophyletische Grundlage aller höheren Pflanzen. Nur auf bestimmte Familien beschränkt fand sich das Juglon der Juglandaceen/Walnußgewächse (H. MOLISCH 1933, S. 25). Für **niedere Pflanzen** wurde festgestellt Paramylum bei Euglenaceen und Verwandten, das ansonsten im Tierreich allgemein verbreitete Glykogen bei den Pilzen, auch hier also ein Reservestoff wie Stärke (S. 30, 31). Eingeschränkter im Vorkommen ist das Kohlehydrat **Inulin** und sein Vorkommen nicht nur bei den Korbblütlern/Compositen, Asteraceae, sondern auch bei den Campulaceae/Glockenblumengewächsen und Lobeliaceae konnte neben morphologischen Merkmalen für Verwandtschaft sprechen (H. MOLISCH 1933, S. 32). Die durch ihre äußeren Merkmale recht einheitliche Familie der Kreuzblütler/Cruciferae, Brassicaceae besitzt als bei ihr weit verbreitetes chemisches Merkmal das **Enzym Myrosin** (H. MOLISCH 1933, S. 69). Bestimmte **Farbstoffe** ließen die großen **Algen-Stämme** unterscheiden, so das Phykoerythrin die Rotalgen, die Florideen (S. 72). Schwefel- oder Eisen-Ablagerungen lassen große Bakterien-Gruppen unterscheiden.

Fassung der Taxa, so der Arten

Veränderten sich die Arten und auch intraspezifische Taxa in kleinen Schritten, dann mußte es zwischen den Arten zahlreiche Übergänge geben, war eine sichere Abgrenzung von Arten kaum noch zu erwarten. Mit der Untersuchung von Exemplaren derselben Art aus einem größeren Gebiet ergab sich das durchaus.

GEORG KLEBS hat 1879 in seiner Inaugural-Dissertation über einige Gattungen der Desmidiaceen/Zieralgen, Ostpreußens, gerade die Variabilität beachtet und von anderen getrennte Arten verknüpft.

Embryologie - Ontogenese/Ontogenie - "Biogenetisches Grundgesetz"

Haustierrassen wie bei den Hunden zeigten auch ohne neue Artildung, wie **variabel die Organismenwelt** sein kann und Fossilien zeigten Variabilität in der Zeit. Embryogenesen geschehen bei den Arten im allgemeinen nach einem immer wiederkehrenden Verlauf, aber sie bieten doch wohl auch eine Vorstellung davon, was an Änderungen im Lebensgeschehen erfolgen kann. Und bitte kein Mißverständnis, eine Frosch-Metamorphose ist noch lange keine Artbildung, aber ein erstaunlicher **Wandel** doch. Schon der begabte DARWIN-Freund BALFOUR, der 31-jährig am Montblanc abtürzte, einst führender Embryologe hob hervor, daß im Erwachsenenalter ähnliche Arten sehr ähnliche, aber in anderen Fällen recht unterschiedliche Larven aufweisen können (F. RYAN 2011), was die Variabilitätsvorstellungen bereichern mußte. Wie weit waren solche Larven dann spätere Einfügungen? Entstanden gar, nach neuerer Hypothese, durch Hybridisierung? (F. RYAN 2011, S. 159).

Daß **in der Keimesentwicklung** vieler Tiere einschließlich des Menschen **Merkmale** erscheinen, welche **einfacheren Organismen entsprachen**, war lange bekannt. Es wurde gedeutet als Durchlaufen niederer Stadien der Stufenleiter, deren Existenz einem Plan der Natur entsprach und nicht auf Evolution zurückgeführt wurde. Und eine Zelle war der Anfang von allen.

Bei Krebstieren in der **Keimesentwicklung** auftretende Stadien sah als **Vorfahrenstadien** einer Evolution zu den entwickelteren Formen der in Brasilien wirkende Naturforscher FRITZ MÜLLER (S. SCHNECKENBURGER 2010), der darüber 1863, also noch vor HAECKELs Bekanntgabe seines "Biogenetischen Grundgesetzes", die Schrift "Für Darwin" erscheinen ließ. Die Vorfahrenstadien in der Keimesentwicklung, bei Krebstieren die Larvenformen **Zoea und Nauplius**, sollten allerdings die Larvenstadien der Vorfahren sein. Und FRITZ MÜLLER verweist nicht nur auf die Wiederholung von Vorfahrenstadien, sondern betont ebenso die starken Abänderungen in der Keimesentwicklung, die vielen Besonderheiten. MÜLLER verweist also auf das, was HAECKEL etwas später **Caenogenese** nennen wird. Damit will MÜLLER der vorgegebenen Planhaftigkeit der Baupläne, ihrer Unveränderlichkeit auch in der Keimesentwicklung entgegengetreten. Wie auch im Erwachsenenstadium träten **auch auf den Keim- und Jugendstadien im-**

mer wieder Variationen auf und die auf frühen Stadien vorteilhaften werden auch da ausgelesen. Also: Variabilität und Selektion auf **allen Stadien** eines Organismenlebens, bei MÜLLER speziell eines Crustaceenlebens. Wenn nützlich, und oft nur dann, gab es auch Vorfahrenstadien. Bei Arten in Süßwasser und auf dem Lande fiel Metamorphose meistens aus. Bei parasitischen oder sessilen Krebstieren sind die Jungtiere freischwimmende Larven, Larven wie die anderer Krebstiere, und als schwimmende Larven verbreiten sich die Arten. Und alle diese als ausgelesene Anpassungen gesehene Vielgestaltigkeit in der Keimesentwicklung und nicht so sehr die Wiederholungen - das sollte jedenfalls bei FRITZ MÜLLER "Für Darwin" sprechen,.

HAECKEL betonte 1866 die an Erwachsenenstadien erinnernden Merkmale der anzunehmenden Vorfahren und nennt sie **Palingenesen**. Besonderheiten, so Ausfälle von Stadien, nennt er **Caenogenesen**. Viele Krebstiere bilden Larven. Beim Flußkrebis fehlt ein Larvenstadium. Beim Leben in fließendem Wasser hätte er sich mit kleinen schwimmenden Larven nicht halten können. Bei HAECKEL blieb ungeklärt, warum irgendwelche ferne, lange zurückliegende Vorfahrenstadien noch solche Macht über eine rezente Embryogenese besitzen, welche Vermittlung dabei wirksam ist.

Es gibt auch ganze Organismengruppen, in denen die Embryonalentwicklung **auf einem Frühstadium endet**, und zwar mit deren Geschlechtsreife, also Neotenie eintritt (s. d.).

HAECKELs 'Biogenetischen Grundgesetz' wurde auch skeptisch gesehen, zumindestens korrigiert. W. HIS (1872) hat an der Berechtigung der HAECKELschen Erklärung Zweifel angemeldet, da Ähnlichkeiten in der Keimesentwicklung und in der Anatomie auch auf ähnlicher mathematischer Form der Wachstumsgesetze und nicht auf gemeinsamer Abstammung beruhen (1870) könnten. Fernerhin: Wie sollte eine Behauptung über die Wirkung der Phylogenese auf die Ontogenese möglich sein, wenn der Mechanismus der erblichen Übertragung nicht bekannt wären (W. HIS 1872). Im 20. und 21. Jh. mit der Aufklärung der Vererbungssubstanz ist klar, daß die 'Gene' lebenslang wirken, immer wieder einmal auch andere, bis hin zum Ende (s. a. R. DAWKINS 2016, S. 18).

Die Frage der **Caenogenesen**, der nicht Vorfahrenstadien entsprechenden Züge in der Embryonalentwicklung, hat A. LANG in einer 'Rede' am 27. Mai 1887 in der Aula der Jenaer Universität, der Universität HAECKELs, eingehend behandelt. LANG hatte als Inhaber der Ritter-Professur einen öffentlichen Vortrag zu halten und nutzte die Gelegenheit darzulegen, daß, wie MÜLLER auch gemeint hatte, **in allen Stadien einer Embryonalentwicklung Abänderungen, Umbildungen**, anzunehmen waren und ohne klares Herausfinden dieser Abwandlun-

gen, eben der Caenogenesen, das 'Biogenetische Grundgesetz' nur mit Zweifeln dafür genutzt werden konnte, Vorfahren heutiger Lebewesen zu rekonstruieren. In LANGs (1887, S. 10) Formulierung (wobei er Ontogenie statt Ontogenese schreibt) : "Nur dann könnte die Ontogenie der Organismen die ganze Reihe der Stammformen recapitulieren, wenn sich die Organismenwelt immer von den Endstadien aus fortschreitend weiter entwickelt hätte, wenn auch nach den verschiedensten Richtungen hin; ..." Bei den 'Rekapitulationen' in der Keimesentwicklung konnten auch nicht Endstadien von phylogenetischen Vorfahren (A: NAEF 1917, S. 74) erwartet werden, sondern Teile der Vorfahrenontogenese. LANG (1887, S. 21/22) verweist auf Schmetterlingsarten, welche sich als Falter nur durch Anordnung und Farbe weniger Schuppen unterscheiden, aber viel unterschiedlichere Larven, also Raupen haben und so "zeigen auf das Schlagendste, dass die Ontogenie mehr oder weniger bedeutend modifiziert sein kann, ohne dass durch eine solche Abänderung das Endstadium in demselben Masse betroffen wird." Man (ZIRNSTEIN) kann hinzufügen, daß die Raupen der so ähnlichen Bläulinge meistens auch recht unterschiedliche Futterpflanzen nutzen.

Weiter ausgebaut hat das ADOLF NAEF (1917) (Wikipedia 2015), ein Schweizer aus einfachen Verhältnissen, der bei A. LANG promovierte, in Zürich Privatdozent war und nach einem Zwischenaufenthalt 1922 - 1927 als Assistenzprofessor in Zagreb 1927 Professor der Zoologie in Kairo wurde. 56-jährig starb NAEF an Bauchspeicheldrüsenkrebs in Zürich. Seine Ansichten gewann er in Neapel an Cephalopoden und anderen Mollusken, deren Keimesentwicklung NAEF (1917, S. 59) untersuchte. In der auf seine Promotion zurückgehende Arbeit von 1917 legte NAEF nach langer Rede in zusammengefaßtem Sinn dar, daß, wie man längst annehmen mußte, die Vererbung nicht nur die Endstadien einer Keimesentwicklung/Ontogenese betrifft, sondern die gesamte Ontogenese von den Eltern und Vorfahren ererbt wurde. **In verschiedenen Stadien einer solchen Ontogenese** konnten **Abänderungen** auftreten. **Am meisten** betroffen von Abänderungen mochten die **Endstadien** sein, oft diese allein. Dann lief der größte Teil der Ontogenese wie bei den Vorfahren ab, oft geschützt in Eihüllen. Die Endstadien waren dann in besonderem Maße der Selektion ausgesetzt und hier waren Abänderungen am meisten zu erwarten (A. NAEF 1917, S. 53). Es war nicht eine ferne Phylogeneese, welche die heutigen Ontogenesen diktierte, sondern die **Veränderungen in der Ontogenese brachten Phylogeneese**, also abgeänderte Organismen. Die gemäß dem 'Biogenetischen Grundgesetz' in der Ontogenese gesehene Vorfahrenstadien gibt es, aber das Verhältnis von Ontogenese und Phylogeneese mußte umgekehrt gesehen werden wie bei HAECKEL. Auch in früheren Stadien einer Ontogenese konnte es Abänderungen geben. Das waren dann die 'Caenogenesen'. Veränderungen mochten oft Zeitverschiebungen, **Heterochronien**, in der Ausbildung der verschiedenen, sich unabhängig voneinander, in nebeneinander herlau-

fenden Morphogenesen ausbildenden Organe und Organsysteme sein. Bei Insekten war manches dazwischengeschoben worden. Man denke an das Puppen-Stadium. Was NAEF hier eröffnet hatte, wurde später weiter ausgebaut, so von SEWERTZOFF (s. d.).

Bei **Pflanzen** wurde das 'Biogenetische Grundgesetz' weniger deutlich. Keim- und Primärblätter waren nicht deutlich auf Vorfahrenstadien zurückzuführen. Für höhere Pflanzen fand OTTO PORSCHE (1905, S. 94) die "weitgehende anatomische Übereinstimmung im Bau der Spaltöffnungen der Keimblätter verschiedener Verwandtschaftskreise."

Paläontologie - für die Evolution und auch in manchem für Zweifel

Von den fossilen Formen wurde am ehesten erwartet, ein **Bild vom Wandel** der Organismenwelt zu bieten, **der großen und auch vieler engerer Umwandlungen in der Zeit**, in der Erdgeschichte, wenn auch unvollständig wegen Überlieferungslücken und in der Beurteilung der Merkmale stark gebunden an die vergleichende Untersuchung von Anatomie und Morphologie bei rezenten Formen. Um A. LANG (1887, S. 57) anzuführen: "Ist doch die Palaeontologie die einzige Wissenschaft, welche sichere, authentische Aufschlüsse über die Organismen liefert, welche in vergangenen, geologischen Epochen unsere Erde bevölkert haben." - Aber dieser "Vorthail ... wird tausendfach eingebüsst durch die Unvollständigkeit des Materials." Das aber wurde doch zunehmend behoben, wenn auch nicht lückenlos. Wenn manche nunmehr meinen, daß Herkunft auch ohne Fossilien geklärt werden kann, so wird die Paläontologie ihre Bedeutung behalten, und sei es zur Veranschaulichung. Es ist und bleibt: Die **Fossilabfolge in der** als sichere Prämisse zu sehenden **Erdgeschichte**, das Kommen und Vergehen der großen Gruppen, ist **der einzig sichere Beweis** für die **durchgehenden Evolution** und nur deshalb ist man berechtigt aus den bestehenden morphologischen Ähnlichkeiten großer Gruppen von heute wirklich auf Evolution zu schließen. All die kleinen Veränderungen von heute geben eine Vorstellung davon, wie es zu Variationen kommt und wohl kam und sich heute heute kleinere Sippen bilden, aber das Großbild der über 500 Millionen Jahre Evolution der großen Gruppen der Tiere und Pflanzen kann von ihnen nicht abgeleitet werden. Neben der Abfolge von Organismen mit Entwicklung erschloß die Paläontologie auch **Persistenz**, Verbleiben im Äußeren über Jahrmillionen (F. J. AYALA 2007).

Paläontologie wurde bezeichnet als ein **additives Feld**, in dem **neue Funde** das jeweilige **Bild vor allem ergänzen**, jeder neue Fund das Bild von der vergange-

nen Organismenentwicklung verschärft. Das Interesse an vergangenem Leben war so groß, daß einige Staaten, auch Deutschland und vor allem die USA und später auch die Sowjetunion **spezielle Expedition** an ertragreiche Fundorte aussandten. 1909 - 1913 wurde am Hügel Tendaguru im damaligen Deutsch-Ostafrika vom Naturkundemuseum Berlin die noch immer mit reichste Dinosaurierfundstätte ergraben und zeugt davon der größte, in Berlin ausgestellte Dinosaurier der Welt, ein Brachiosaurus. Wenn man an die 1920-er-Jahre erinnert, an O. ABEL (1929) und die USA. Paläontologen etwa, dann war damals eine gewalige Fülle an Material bereits vorhanden. Und immer war **wichtig**, daß es Fossilien **aus den verschiedenen Epochen** gab. Für die Säugetiere etwa aus dem Unter-Pliozän von Pikermi in Attika und aus dem Eozän in der 1859 als Raseneisenerzgrube eröffneten und dann der Ölschiefergewinnung dienenden Grube Messel und dem Geiseltal bei Halle.

Boten die Fossilien, der 'fossil record', auch das Bild der Abfolge der Lebewesen über die gesamte Erdgeschichte, lieferte also den Ablauf eines Prozesses, so gab es begründet unterschiedliche Interpretationen. Die vermeintlichen, oft angenommenen Faktoren hinter diesem Wandel, waren kritischer zu betrachten als **Aussagen über** die aus rezenten Beobachtungen etwa bei Züchtern abgeleiteten **Faktoren** der Evolution (so F. HILGENDORF 1879). Gewiß gab es auch zahlreiche Anregungen zur Kausalität der Evolution von der Paläontologie. Immerhin kannten die Paläontologen in Zusammenarbeit mit Geologen, die sie oft selbst auch waren, die **parallel** zur Evolution stattfindenden **Veränderungen auf der Erdoberfläche**, die Meerestransgressionen und -regressionen oder die Gebirgsbildungen und Vulkantätigkeit. Wichtig war die hauptsächlich von Paläontologen festzustellende Parallelität oder zeitversetzte Umbildung in der Evolution verschiedener, gerade großer Organismengruppen, so der Pflanzenwelt in Bezugnahme auf die Tierwelt und auch umgekehrt. Mancher Distanz von Evolutionsbiologen zur Paläontologie, gerade im 20. Jahrhundert, möchte man wohl doch zurufen: Verachtet mir die Paläontologen nicht!

Gerade unter den Paläontologen gab es bis in das 20. Jh. auch Ablehnung der Evolutionstheorie. Unter den Paläontologen akzeptierten die Abstammungslehre zuerst generell EDMUND MOJSISOVICS von MOJSVAR (z. B. 1879), MELCHIOR NEUMAYR (V. UHLIG 1890). NEUMAYR war einer der ersten Paläontologen, **die von der Fossilgeschichte**, ihrer gesamten, **ein Gesamtbild der Organismenentwicklung der Erdgeschichte** zu entwerfen suchten, niedergelegt in dem unvollendeten gebliebenen Werke "Die Stämme des Thierreiches" (1. Band 1889). In Wien lehnte TH. FUCHS die Abstammungslehre ab, weil Lokalfaunen der Vergangenheit an "Vollständigkeit" nicht hinter gegenwärtig existierenden Formen zurückbleiben, also doch Lücken nicht vorhanden sind.. NEUMAYR (1880)

meinte demgegenüber, daß die Gesamtzahl der Formen in der Vorzeit zu jedem Zeitabschnitt aber doch geringer war.

Nur die Paläontologie konnte zeigen, ob die Evolution in allen Gruppen überhaupt und dann ungleichmäßig oder gleichmäßig ablief. In Gruppen mit reichlicher Fossilmaterial über die Zeiten wurde auch noch vor den Möglichkeiten der radioaktiven genaueren Altersbestimmung versucht Aussagen über gleichbleibende oder zeitweilige beschleunigte Evolution zu finden, etwa bei den Pferden mit lange stetiger und dann schnellerer, 'geradezu stürmischer' (O. ABEL 1929, S. 286).

Zwischenformen – Entwicklungsreihen - Wurzelgruppen

Besondere Aufmerksamkeit fanden zu Recht fossile Formen, die es also heute nicht mehr gibt, die aber in längst vergangenen Tagen existierten und in ihren Merkmalen solche vereinen, die in einer bestimmten Gruppe typisch sind und solche, die schon in ihrer augenscheinliche Nachfolgegruppe in der Evolution als deren eigene Merkmale erscheinen. Solche Zwischenformen lassen sich noch einer bestimmten Gruppe mehr oder weniger einordnen, aber doch nicht mehr ganz.

Archaeopteryx

Unter stark zugunsten Evolutionstheorie sprechenden **Einzelfunden** fand völlig richtig besondere Aufmerksamkeit der **1861** bei Solnhofen an der Altmühl gefundene "Urvogel", die **Archaeopteryx** (H. STEINER 1962), die schon im bloßen im äußeren Aussehen in etlichen Merkmalen **zwischen Reptilien und Vögeln** vermittelte. DARWIN kannte 1859, als er sein Werk "On the Origin ..." veröffentlichte, eine solche recht überzeugende **Zwischenformen**, "missing link", noch nicht. 1861 war in den Solnhofener 'Schiefern' eine einzelne Feder gefunden worden und von H. VON MEYER beschrieben und *Archaeopteryx lithographica* genannt worden, also offensichtlich ein Vogel. Noch **1861** wurde ein vollständigeres Exemplar gefunden. Es wurde verkauft an das Londoner Museum für Naturgeschichte. JOHANN ANDREAS WAGNER (Wikipedia 2014), Adjunkt in der Zoologischen Staatssammlung München, war bibel-gläubig und sah in der *Archaeopteryx* nur ein Reptil mit Federn als Zierat und nannte es Gripposaurus = Rätselechse. Wegen dieser Unterschätzung der möglichen Zwischenstellung der *Archaeopteryx* soll die Erwerbung für London möglich gewesen sein. Also: Heraus aus München mit der *Archaeopteryx*, welche die Frommen stören konnte! Da die Feder bei VON MEYER kleiner war als dem nun viel vollständigeren Fund zuzukommen schien, beschrieb sie RICHARD OWEN als *Archaeopteryx macrura*. Der Fund der vollständigeren *Ar-*

chaopterx kam in die nach 1860 eingesetzte Diskussion um DARWIN gerade recht, wobei OWEN allerdings kein DARWIN-Anhänger war. Ein noch besser erhaltenes Exemplar kam 1877 zutage und kam mit finanzieller Auslage von SIEMENS in das Berliner Museum für Naturkunde. Beschrieben wurden Platte und Gegenplatte dieses Exemplars zuerst von dem Professor für Geologie und Paläontologie an der Universität Berlin WILHELM BARNIM DAMES. Wegen seiner größeren Graziilität sah DAMES in dem neuen Fund eine eigene Art und nannte sie *Archaeopteryx siemensii*. Andere wollten in ihre gar eine eigene Gattung sehen. Wie es heißt (K. LAMBRECHT 1933, S. 78) wurde erst durch die *Archaeopteryx* DAMES zur Abstammungslehre bekehrt. Alle Zwischenformen stehen selbstverständlich nie genau in der Mitte zwischen zwei Gruppen. Sie sind schließlich auch nur Einzelfundstücke aus möglicherweise Hunderttausenden Exemplaren, welche in einer vielleicht auch Millionen Jahre umfassenden begrenzten Erdperiode existierten. Das unter wenigen 'Urvögeln' gerade die interessantesten an der Solnhofener Küste umkamen und mehr oder weniger erhalten blieben war kaum anzunehmen. Die *Archaeopteryx*-Exemplare blieben in ihren Tresoren nicht unberührt, sondern wurden immer wieder untersucht. Der am Zoologischen Museum in Berlin tätige GUSTAV TORNIER, ein Reptilien-Kenner, sah in der *Archaeopteryx* keinen Vogel-Vorfahren, sondern nur ein im Drachenflug in den Bäumen gleitendes Reptil, wie es auch heute andere gibt. Den Vögeln des Luftmeeres habe die *Archaeopteryx* doch zu fern gestanden. W. BRANCA, gleichfalls in Berlin, sah in ihnen aber schon "voll und ganz" einen "Federflieger", zu Neunzehntel ein Vogel (K. LAMBRECHT 1933, S. 79). Ein serbischer Philosoph und offenbar nicht nur dies, BRONISLAV PETRONIEVICS, durfte am Londoner und Berliner Exemplar **weiterpräparieren** und konnte etliche Knochen freilegen. Auch er sah in den beiden Stücken einen Gattungs-Unterschied (K. LAMBRECHT 1933, S. 79).

Federn wiesen auf die Vögeln, Krallen an den vorderen Gliedmaßenenden und der Schwanz auf Reptilien. Die taxonomische Stellung der *Archaeopteryx* wurde auch nach weiteren neueren Einzelfunden stark präzisiert, aber daß die *Archaeopteryx* jedenfalls in etwa der Richtung von den Reptilien zu Vögeln entspricht und so die anzunehmende **Zwischenstellung** zwischen großen Gruppen wie Reptilien und Vögeln anzeigt blieb auch nach weiteren Funden im 20. Jahrhundert wohl deutlich. Eine wirklich in allen Merkmale genaue Zwischenstellung ist von keinem Lebewesen zu erwarten.

Bei Wirbeltieren könnte man witzigerweise hinzufügen, daß die katholische Kirche jahrhundertlang die Gläubigen mit ihren vermeintlichen Reliquien-Knochen zu überzeugen suchte und nun wurden Knochen, überprüft, um die Evolutionstheorie befestigten. Und von solchen Knochen wollten manche Gläubigen nun gar nichts wissen.

Immerhin noch nicht rezente Vögel, wenn auch nicht mehr Zwischenform wie Archaeopteryx: Zahnvögel

Bei den **Vögeln** gab es keine so vollständigen Entwicklungsreihen wie in einigen Säugetier-Gruppen, aber deutliche **Vorfahren heutiger Vögel** und offensichtlich irgendwie Nachfahren der Archaeopteryx gab es doch, und ebenfalls gefunden in Nordamerika. Nachdem schon Knochen von Vögeln in Nordamerika bekannt geworden waren, wurden **ab 1873** untersucht und beschrieben von MARSH als dessen erster ganz großer Beitrag zur Evolutionstheorie (CH. SCHUCHERT 1938, S. 19, 43) die Schädel und Kiefer von Vögeln aus der Kreidezeit gefunden, die Zähne trugen, die "**Zahnvögel**", damals genannt *Odontornithes*, mit den hauptsächlichen Gattungen *Hesperornis* und *Ichthyornis*, Es gab also auf dem Weg von noch reptilienartigen Tieren ähnlich Archaeopteryx zu den späteren Vögeln mit zahnlosem Schnabel eine Stufe, die ebenfalls auf die Herkunft von Reptilien verwies, auch wenn die Zahnvögel nicht Vorfahren der späteren Vögel sind. Die Entdeckung der Zahnvögel war eine der aufsehenerregenden Fossilfunde der Zeit. DARWIN schätzte MARSH' paläontologische Forschungen, ob Zahnvögel oder andere, hoch und schrieb 1880 an MARSH: "Your work on these old birds and on the many fossil animals of N. America had afforded the best support to the theory of evolution which has appeared within the last 20 years" (zit. aus CH. SCHUCHERT 1938, S. 22).

Bei manchen fossilen Lebewesen so viele Funde, daß ihre Umbildung über längere der Zeiträume deutlich wird: Entwicklungsreihen

Während manche Organismengruppen nur einzelne fossile Vertreter lieferten, fanden sich von anderen fossilen Gruppen Tausende, sogar Hunderttausende, ja Millionen Exemplare über ganze Schichtfolgen konnten so von unten nach oben – oder auch umgekehrt – in ihrer zeitlichen Umbildung verfolgt werden, ob nun mit nur nichterblicher oder erblicher Umbildung. Solches gab es innerhalb einer Formation wie dem Tertiär oder auch dem Quartär oder etwa bei Mollusken und besonders den Ammoniten über Formationsgrenzen hinweg. In fossilen Gruppen wie den Säugetieren war die Zahl gefundener Exemplare natürlich um vieles, vieles geringer und bis auf Winzlinge seit dem Jura auf das Tertiär beschränkt. Aber Gruppen, räumlich begrenzt, wurden auch gefunden, bei Pferden etwa.

Im Zusammenhang mit seinen Untersuchungen zu den Formen von *Ammonites subradiatus*/*Oppelia subradiata* (O. ABEL 1929, S. 43) im Jura führte WAA-

GEN (1869) den Begriff der "**Formenreihe**" ein. Gesprochen wurde später auch von "**Entwicklungsreihen**". WILHELM HEINRICH WAAGEN, der -ungeachtet seiner Religiosität - als "einer der ersten ... die Deszendenzlehre der Palaeontologie nutzbar" machte (V. UHLIG 1900), war 1841 als Sohn eines k. preußischen Geheimen Hofrates in München geboren worden, bestand nach einer Kindheit voll Krankheit die Maturitätsprüfung und studierte in München, wo ihm besonders OPPEL Lehrer war. Sowohl Doktorarbeit wie Habilitationsschrift gelten dem Jura. Für die **Abänderungen in der Zeit**, also die in der Schichtenabfolge feststellbaren Abänderungen einer Art resp. der infolge Umbildung miteinander zusammenhängender Arten, führt WAAGEN den Terminus "**Mutation**" ein. Im 20. Jahrhundert wird der Terminus in eingegrenztem Sinn benutzt, nur für die bei WAAGEN noch nicht klar unterschiedenen erbliche Abänderungen. Gleichzeitige unterschiedliche Formen einer Art nennt WAAGEN "Varietät". Zur Bezeichnung der nahestehenden Formen, in etwas komplizierter Weise, verwendet er: Gattung, Stammart, Mutation. In der Darwinsche Theorie fließen sie "zusammen" zu einem "unentwirrbaren Chaos in einander verschwimmender Formen" (1869, S. 186). Da er keine ihm zusagende Stellung erhielt, nahm WAAGEN 1870 eine Assistentenstelle beim Geological Survey of India an. Er bearbeitete hier als erstes die Cephalopoden des Jura in Kachh. Er fand dieselben Horizonte wie in Europa, also die weite Verbreitung derselben Ammoniten. Immer wieder krank, zeitweise in Europa, heiratete er eine Freien, kehrte mit ihr nach Kalkutta zurück. 1879 wurde WAAGEN ordentlicher Professor für Mineralogie und Geologie der Deutschen Technischen Hochschule in Prag, 1890 als Nachfolger des mit 55 Jahren gestorbenen NEUMAYR Professor der Paläontologie an der Universität Wien. Den Zusammenhang aller großen Gruppen bezweifelte der religiös empfindende WAAGEN und dachte an verschiedene "neue Acte schöpferischer Thätigkeit" "nach der ersten urzeugenden Erschaffung." Er brachte nicht mehr Formen in eine Stammesreihe als bisher in den Kreis einer sogenannten "guten Art" einbezogen waren. Innere Entwicklungstendenz ließ die Formen, aber eben sehr begrenzt, sich umformen. Bildete sich die Schale bei Ammoniten um, sollte das außerdem nicht unbedingt die Weichteile, die innere Organisation, auch betreffen. WAAGENS Ansicht erinnert an Auffassungen des Pfarrers und Ornithologen KLEINSCHMIDT im 20. Jahrhundert, unverkennbare Umbildungen in begrenztem Umfang anzuerkennen, aber die schwieriger direkt nachweisbare Großumbildung wenigstens in Frage zu stellen. 1900 starb WAAGEN, oft kränklich, mit 59 Jahren.

Noch bevor WAAGEN den Terminus "Formenreihe" einführte, **ab 1862**, noch vor und in den ersten Auseinandersetzungen um die Theorie DARWINs, hat die Umbildung der **Gehäuse** der in manchen Schichtfolgen etwa des Tertiär in ungeheuren Mengen vorhandenen Schneckenschalen Untersuchungen gefunden. Schon 1856 fand MORIZ HOERNES bei der Untersuchung der Mollusken im Miozän des

Wiener Beckens, daß die Schnecke *Cancellaris cancellate* vom Miozän über das Pliozän und bis zur Gegenwart "eine deutliches Veränderung der Gehäuse" aufweist (O. ABEL 1929, S. 3). Die Schalen-Verschiedenheiten der winzigen Schnecke *Planorbis multiformis* in aufeinanderfolgenden Miozän-Schichten im Steinheimer Becken bei Heidenheim in Württemberg FRANZ HILGENDORF (K. D. ADAM 1980) untersucht, für den diese Forschungen sein Lebenswerk wurden. Im Herbst 1862 hatte HILGENDORF an einer von dem Tübinger Geologie-Ordinarius QUENSTEDT geführten Exkursion teilgenommen, auf der jener die Schnecken massenweise enthaltenden Grube, der "Gemeindegrube am Nordwesthang des Steinhirts", teilgenommen. Die noch lange als vorrätig angesehenen "Schneckensande" wurden auch als Sand zum Reinigen von "Stuben" verkauft. HILGENDORF promovierte im April 1863 in Tübingen, ging nach Berlin, setzte aber mit Unterstützung durch die Königliche Preußische Akademie der Wissenschaften seine Untersuchungen an den Planorbis-Schnecken bei Steinheim fort, so etliche Wochen um Pfingsten 1865. Schicht für Schicht, sorgfältig getrennt, wurden die winzigen Gehäuse aufgesammelt, auch Querschliffe angefertigt, eine "Stammesreihe" für die Gehäuseumbildung aufgestellt. Der Geologe BEYRICH verlas in der Sitzung der Akademie am 19. Juli 1866 einen ersten von HILGENDORF eingereichten Bericht "Über *Planorbis multiformis* im Steinheimer Süßwasserkalk." Andere Paläontologen suchten bald die berühmt gewordene Grube auf. So ALPHEUS HYATT, der einen im einzelnen abweichenden Stammbaum aufstellte. Es gab an den Untersuchungen auch Zweifel, an der linearen Abfolge der Schnecken, die HILGENDORF (1877a, b, 1879) zu immer neuen Darlegungen zwangen. Hatte HILGENDORF früher 1/4 Jahr dort gewesen, so laut Bericht 1877 b zum sechsten Male, diesmal 9 Wochen, während andere Besucher, an denen auch zur Zeit von HILGENDORFs Grabungen auch an bedeutenden Leuten manche erschienen, oft nur Stunden sich dort aufgehalten hatten. HILGENDORF hatte gerade den offen erscheinenden Fragen seine nunmehrige Aufmerksamkeit zugewandt und etwa festgestellt, daß einer Formenreihe entsprechend die Varietäten oben nicht auch in den unteren Schichten vorkamen, daß einmal verschwundene Formen nicht wiederauftauchten, daß es andererseits Übergangsformen von unten nach oben gab, daß die reiche Nachkommenschaft auch oben gegen Veränderung durch krankhafte Entartung spricht. HILGENDORF war sich im Klaren, daß solche paläontologische Forschung nichts über die Ursachen, die Faktoren, der Umbildung bringt, also ob 'Vererbung erworbener Eigenschaften' oder über die Rolle der Selektion. Wiederum wie bei HILGENDORF die Schalenumbildung bei Mollusken erforschte MELCHIOR NEUMAYR mit Mitarbeitern in der Abfolge der "**Congerien- und Paludinen-Schichten**" in Slavonien (V. UHLIG 1890). Es bot sich aufeinanderfolgende Umbildung, aber 1889 stellte NEUMAYR auch fest, daß die Lückenhaftigkeit noch gewaltig ist und "die grosse Mehrzahl der Typen wird stets scheinbar durchaus un-

vermittelt dastehen" (1889, S. 54).

Als ein viel diskutierter Einwand und schließlich angenommener Einwand wurde, vorgetragen etwa durch FRANZ GOTTSCHICK, daß die Schalenumbildungen keine wirklich evolutionären Umbildungen gar von Art zu Art sind, sondern es sich bei allen Schalen um dieselbe Art handelt, die sich wegen wechselnder, aber nicht klar ausgemachter Umweltfaktoren, eventuell den Chemismus des Wassers, veränderte, damit jederzeit auch wieder zurückbilden könne. Die Verschiedenheit der Schalen waren dann nur, um den erst nach 1900 klar formulierten Ausdruck zu verwenden, **Modifikationen**, nicht erbliche Umbildungen. Es gab also keine Entstehung von Arten, mit erblich festen Merkmalen. Weite der Modifikabilität, wie sie der Botaniker KLEBS im Experiment bei einigen Pflanzen wie *Glechoma hederacea* und anderen nachgewiesen wurde, war bei den fossilen Schnecken paläontologisch deutlich geworden. Aber später wurde doch wieder 'gleitende Artabänderung' anerkannt.

Bei weitem in viel weniger Exemplaren als bei den Molluskenschalen, aber erstreckt über weitaus längere Zeiträume und aufeinanderfolgende, deutlich unterschiedene Formen umfassend, also anders als bei WAAGEN, sind die aufeinanderfolgenden Knochenfunde in Gruppen einiger **Säugetiere**, bei denen man auch von **Entwicklungsreihen**, '**Stammesreihen**' sprach. Die aus Fossilfunden historisch nachweisbaren Stammesreihen besitzen für die Phylogenie natürlich einen viel höheren Wert als jene, die man aus noch lebenden Formen unterschiedlicher Ausbildung konstruiert (O. ABEL 1929, S. 254). Bei durch längere Zeiträume getrennten Funden war auch bei offensichtlicher Umbildung in neue Arten nicht auszumachen, ob die lange Umbildung im selben Gebiet geschehen war oder immer einmal Einwanderung von anderswo durch Umbildung entstandenen Arten geschah. War nur ab und zu eine Einwanderung/**Migration** erfolgt, dann entstand im Einwanderungsgebiet das Bild diskontinuierlicher Umbildung, aber im Gebiet der Umbildung konnte eine viel allmählichere Evolution stattgefunden haben, also, was der Paläobotaniker SCOTT (1924) zu Bedenken gab, durch Lücken getrennte Aufeinanderfolge konnte auf Migration aus einem noch nicht bekannten Gebiet der Evolution geschehen sein. Das und vor allem die Lückenhaftigkeit des "fossil record" waren zu beachten, wenn Paläontologen über die Faktoren der Evolution mitsprachen. Aber mit der zunehmenden paläontologischen Erforschung der Erde verlor sicherlich SCOTTs (S. 221) Warnung an Bedeutung: "... discontinuity proves nothing except our ignorance."

Zu einer eindurcksvollen frühen Stütze für die Evolutionstheorie wurde die Erschließung der **fossilen Wirbeltiere** in Nordamerika und hier namentlich im Westen durch OTHNIEL CHARLES MARSH (CH: SCHUCHERT 1938), Der 1831 geborene MARSH war unter anderem auf einer Farm aufgewachsen und so an rau-

hes Naturleben gewöhnt. Ein reicher Onkel in England, GEORGE PEABODY, Bankier, ermöglichte ihm Studium, Auslandsaufenthalt, ließ an der Yale University, wo MARSH später wirkte, ein Museum errichten. MARSH konnte auf einem Trip 1868 und ab 1874 auf Exkursionen mit anderen Teilnehmern, so Studenten, und unter Militärschutz in dem durch eine erste Transkontinentalbahn zugänglich gewordenen Osten der Rocky Mountains, in Tertiär-Schichten, als See-Ablagerungen gedeutet, aufsehenerregende Fossilfunde tätigen. Teilweise in Massen kamen die Funde in New Haven an der Yale University an. Die Indianer suchten bei Knochenfunden in ihrer Region ein Wort mitzusprechen. MARSH hatte mehrfach England besucht und DARWINs Werk von 1859 über den 'Origin of Species ...' bekehrten ihn so zur Evolutionstheorie, daß er etwa 1877 bekannte: " ... to doubt evolution is to doubt science, and science is only another name for truth" (zit. bei CH. SCHUCHERT 1938, S. 19). Im Jahre 1865 hatte MARSH auch den Landsitz von DARWIN in Down besucht (S. 19). DARWIN Theorie der Evolution, jene mit der Natürlichen Selektion der immer wieder auftretenden Abänderungen schloß MARSH sich an: "Darwin spoke the magic word - 'Natural Selection', and a new epoch in science began" (zit. bei CH. SCHUCHERT 1938, S. 19). In den fossilen Funden, in der Paläontologie, sah MARSH den wichtigsten Schlüssel zur Erforschung der Evolution. Die Paläontologie mache die Evolutionstheorie zur Wahrheit. Für die Begründung seiner Theorie hatte sie für DARWIN aber eher nur eine Nebenrolle gespielt, auch wenn seine Funde fossiler Säugetiere in Argentinien ihn mit beeindruckt hatte.

Für einige Gruppen auch der **Säugetiere** ließen sich aus den Funden in erdgeschichtlich aufeinanderfolgenden Abteilungen des Tertiär **Entwicklungsreihen** aufstellen, welche für eine Artumbildung in der Zeit zeugten. Bei solchen Entwicklungsreihen verschwimmt die Spezies-Abgrenzung, wie sie bei den gleichzeitig lebenden rezenten Formen möglich ist. Es ist offen, **wo bei aufeinanderfolgenden Stufen eine Spezies-Grenze** verliert (O. ABEL 1929, S. 102 ff.), was die Paläontologen nicht hinderte mit benannten Spezies Ordnung zu schaffen oder mit Sammelarten zu hantieren. Die einzelnen Stufen einer solchen Entwicklungsreihe zumal bei den Wirbeltieren waren natürlich nicht direkt aufeinanderfolgende Arten, sondern waren **einzelne aus wohl Millionen nicht überlieferten Exemplaren** erhalten geblieben. Die wenigen erhaltenen zeugten aber deutlich für die Gesamttendenz, die großen Linien, in einer Entwicklungsreihe.

Zur eindrucksvollsten Entwicklungsreihe unter den Säugetieren wurde die der "**Entwicklungsreihe der Pferde**", das regelrechte Paradebeispiel, nachgewiesen vor allem an den Skeletten und Skelettresten verfolgbaren **Umbildung der Gliedmaßen**, der Unterschenkel und **Zehen** und der **Zähne** (s. etwa O. ABEL 1929, S. 173). Die Entwicklung der Pferde hatte sich offensichtlich in **Nordamerika** vollzogen oder

auch in Nordost-Asien (O. ABEL 1929) mit Wanderung nach Amerika, und von dort her waren immer welche auch nach Europe gewechselt. Als im 16. Jahrhundert Europäer nach Nordamerika kamen, gab es dort keine Pferde mehr. Die Europäer führten Pferde dort neu ein, lieferten also dem reitenden Sioux späterer Zeit das Reittier. Der vielseitige Biologe und Mediziner JOSEPH LEIDY (G. P. M. 1961), Philadelphia, beschrieb 1847 das fossile Pferd in Nordamerika, das aber eben hier später verschwand. In den 60-er-Jahren des 19. Jahrhunderts hat OTHNIEL CHARLES MARSH (H. B. GEINITZ 1899, CH. SCHUCHERT 1938) neben zahlreichen anderen fossilen Wirbeltieren und darunter zahlreichen Säugetieren die Reste zahlreicher verschiedener fossiler Pferde gewonnen und **ab 1868** darüber publiziert. TH. H. HUXLEY, der in Europa ebenfalls die Evolution der Pferde beschrieben hatte hielt sich bei einem Nordamerika-Besuch 1876 eine Woche bei MARSH in New Haven auf und beide prüften die Pferde-Fossilien bei MARSH. MARSH erinnerte sich später (b. TH. H. HUXLEY 1903, II, S. 202/203): "... he" HUXLEY "spent nearly two days going over my specimens with me, and testing each point I made." HUXLEY gab MARSH mit dessen Ansicht von der Pferde-Evolution in Nordamerika recht. Bekannt war zur Zeit von HUXLEYs Besuch bei MARSH als ältestes zu den Pferden zu rechnendes Wesen eines mit 4 Zehen am Vorderbein und 3 am hinteren und das wies auf die Herkunft von einem noch nicht stark spezialisiertem Typ eines "quadruped", also 4-füßigen Säugetieres. HUXLEY wagte die Prophezeiung: "while, in still older forms, the series of digits will be more and more complete, until we come to the five-toed animals, in which the doctrine of evolution is well founded, the whole series must have taken the origin." Zwei Monate später besaß MARSH ein solches an den Anfang der Pferde-reihe gehörendes Fossil aus dem niedersten Eozän des Westen von Nordamerika, den noch kleinen *Eohippus* = *Hyracotherium*. Und HUXLEY sah also die Evolutionstheorie bestätigt, "upon exactly as secure a foundation as the Copernican theory of the motion of the heavenly bodies did at the time of its promulgation" (S. 213). Vielleicht könnte man ergänzend sagen: wie die Voraussage unbekannter chemischer Elemente aus dem Periodensystem von MENDELEJEV. Die Alte Welt erhielt offensichtlich einst immer wieder Formen von der Neuen Welt, und eine wohl lückenlosere Abfolge gab es in Nord-Amerika (S. 21). Nach der Feststellung von MARSH' Feststellung führten etwa 215 verschiedene Formen zum Pferd von heute, Pferde, dem *Equus*. Nicht jeder der Funde war der ganz direkte Nachfahre eines Vorfahren, aber die leicht abweichenden Seitenlinien konnten das Gesamtbild nicht beeinträchtigen. Das letzte einheimische nordamerikanische Pferd, das *Equus fraternus* LEIDY unterschied sich etwas von dem die gezähmten Pferde der Alten Welt liefernden *Equus caballus* L. (S. 20). In der Alten Welt waren also auch kleine eigene Schritte in der Pferde-Evolution gegangen worden. Warum verschwanden die verschiedenen Pferde-Formen, die 3-zehigen und spätere fortlaufend und konn-

ten nicht neben den neuen in eigenen Nischen fortleben? Gab es diese Nischen nicht mehr, den vielleicht sumpfigen lockeren Wald, in dem man nur mehrzählig umherstreifen konnte? Eine zunehmende Trockenheit wird für das fortschreitende Tertiär angenommen.

Paläontologie der **Huftiere** war auch das Lebenswerk von WLADIMIR ONUFRIEWITSCH KOWALEWSKY (A. BORISSIAK 1930). Geboren 1842 als Sohn eines Gutsbesitzers bei Dünaburg im späteren Lettland, hielt sich, verheiratet mit der Mathematikerin SOPHIE (SONJA) KOWALEWSKAJA geborene KORWIN-KRUKOWSKY, viel im Ausland auf, wo er und auch sie studierten und wissenschaftlich arbeiteten. Ab 1881 lehrte W. O. KOWALEWSKY an der Universität Moskau. Mißerfolge in geschäftlichen Unternehmen und wohl auch schon früh schwelende Eheprobleme legten den Grund für KOWALEWSKYs Selbstmord 1883 mit Chloroform. MARSH war im Unterschied zu dem nur Sammlungen ausnutzenden KOWALEWSKY selbst Ausgräber oder Ausgrabungsleiter in der Wildnis gewesen. In Paris etwa hatte KOWALEWSKY bei Huftieren auch die Feinheiten der Knochenreste untersucht, auch die Herausbildung der Einzehigkeit bei Pferden aus mehr- und dreizehigen Vorfahren im einzelnen zu verfolgen und davon ausgehend ebenfalls angenommen, daß gemäß DARWINs Evolution in kleinsten Schritten auch kleine Abänderungen durch Selektion begünstigt sich anhäufen. Dazu mußten sich verschiedenste Skelettteile, voneinander funktionell abhängig, umbilden. Umgebildet wurden auch die Zähne. Hierbei war der Übergang zur Gras-Nahrung, die KOWALEWSKY nach der Konsultation mit Paläobotanikern auf den Beginn des Miozän ansetzte, die etwa in Steppen oft mit Steinchen vermischt aufgenommen wurde, entscheidend. Auch die Herausbildung anderer Huftiere aus andersartigen Vorfahren hat KOWALEWSKY untersucht.

Für die **Elefanten**-Reihe (s. für 1929 O. ABEL 1929, S. 141) wurde wichtig die Oase von **Fayum**, westlich von Kairo in Ägypten. Hier haben H. J. L. BEADNELL vom Geologischen Museum in Kairo und dann CHARLES WILLIAM ANDREWS (1906) vom British Natural History Museum in London ab 1901 aus von einem seinerzeitigen Küstenbereich stammenden Schichten des Eozän ein vollständigeres Bild von der Evolution der bisher fossil nur von Europa und Nordamerika aus dem Miozän bekannten **Elefanten** (H. F. OSBORN 1922) gewonnen und vervollständigsten das Bild einer Entwicklungsreihe der Elefanten. Als am frühesten zu den Elefanten vermittelnd erschien das *Moeritherium*, das bis zum oberen Eozän nachgewiesen wurde, tapirgroß, wohl amphibisch lebend. Den Elefanten ähnlicher war das *Palaeomastodon*, das aber einen längeren Hals als die späteren Elefanten hatte, zudem lange, kräftige Kiefer. Von HENRY FAIRFIELD OSBORN stammt, 1936, posthum, die große Monographie über die *Proboscidea*, die "Elefanten", die sich in verschiedenen Linien nebeneinander herausbildeten. Der 1857 in einer wohl-

habenden Familie geborene OSBORN (W. K. GREGORY 1937) hatte in Princeton studierte. Bei einem Aufenthalt in England begegnete er bei einer Führung HUXLEYs auch DARWIN persönlich. 1891 wurde OSBORN an die Columbia University in New York berufen, dort ein department der Biologie einzurichten und ein department für Wirbeltier-Paläontologie, bald begrenzt auf Säugetier-Paläontologie, am American Museum of Natural History. Schon in seiner Jugend war OSBORN gelehrt worden, Evolution und Religion zu vereinen, in der Evolution Gottes Modus der Kreation zu sehen, eine von ihm weiter vertretene Ansicht. Im Alter von 78 Jahren starb OSBORN 1935.

Andere fossile Funde in Ägypten wurden den möglichen Vorläufern der **Schweine** zugeordnet. In Fayum fand sich auch das große merkwürdige, zu den Subungulaten gehörige *Arsinoitherium*, das 4 Hörner aufweist (R. LANKESTER 1907), und eher isoliert steht. Vor allem nahe Kairo in den Mokattam Hills wurden frühe **Sirenen**, Meerkühe, gefunden, in Fayum **frühe Wale**. Afrika war namentlich mit Fayum auch anderswo als nur in Südafrikas in den Kreis der aufsehenerregende Funde liefernden Kontinente getreten.

Wale (O. ABEL 1929, S. 105 ff., 292 ff.) waren ebenso eine Gruppe, von der mit der Evolution gut vereinbare sich **aufeinanderfolgende Formen** gefunden wurden, und zwar auch in Europa, im **oberen Miozän**, im Bolde´rien, von **Antwerpen**. Auch diese Funde kamen in das Naturkundemuseum in Brüssel. Wie das Gebiß der Vorfahren der Zahnwale zeigt waren diese einst Fleischfresser und dann kam mit geändertem Gebiß die Fischnahrung (O. ABEL 1929, S. 292).

Zu jenen Tier-Gruppen, die sehr viele und ziemlich lückenlos aufeinanderfolgende Fossilien lieferten gehören die **Ammoniten**, deren Schalen für Untersuchungen zur Umbildung immer wieder bis weit ins 20. Jahrhundert herangezogen wurden.

Für die Evolution sprachen auch Gruppen, auf die sich später spezialisierte, viel artenreichere Gruppen zurückführen ließen, die also auf einen Anfang von sich **aufzweigenden Gruppen** verwiesen. Zu finden waren solche Wurzelgruppen, oder nach ABELs (1929, S. 129) Terminologie '**Stammgruppen**' von den allerersten mesozoischen Säugern abgesehen, im frühen Tertiär, im Eozän, das die Paläontologen besonders beachtetten. Späteren Gruppen, Familien oder gar Ordnungen, liefen nach unten zu also auf eine zu ihnen gehörende Stammgruppe zu. Eine Stammgruppe waren etwa die von EDWARD DRINKER COPE (H. F. OSBORN 1929) näher untersuchten *Creodonta*, die an der **Wurzel** namentlich **der Raubtierfamilien** stehen. Der 1840 in Philadelphia geborene COPE unternahm ebenfalls zahlreiche Sammeltrips. Seit 1880 war er Professor für Geologie und Mineralogie an der Universität von Pennsylvania, 1895 bis zu seinem mit nur 57 Jahren erfolgten frühen Tod 1897 Professor der Zoologie und vergleichenden Ana-

tomie. Als Stammgruppe der verschiedenen Gruppen der **Huftiere** erschienen die **Protungulata**, in denen nach unten zu die verschiedenen späteren und auch heutigen Huftier-Gruppen zulaufen. Schon TH. H. HUXLEY sah in den **Insectivora** den Anfängen der plazentalen Säuger wenigstens nahekommende Säuger. Hinab ins Erdmittelalter, in die Jura-Zeit, ja in die obere Trias, gingen jene, die wie OSBORN 1886 in England im British Museum die allerdings recht spärlichen Reste, zerbrochene Kiefer und Zähne, der **kleinen frühen Säugetiere** untersuchten (W. K. GREGORY 1937). Zu den weiteren, vielleicht nicht so aufsehenerregenden Funden gehörten die von DOLLO in Brüssel bearbeiteten fossilen Reste eines baumlebenden Känguruhs aus Patagonien, die man als **Känguruh-Vorfahren** sah, auch einst dort, wo heute diese Tiere längst verschwunden sind.

Die Fossilgeschichte der **Insekten**, zuständig dafür ist die **Paläoentomologie**, fand einen entscheidenden Vertreter, ja Begründer, in ANTON HANDLIRSCH (1906/1907; Wikipedia 2015). Bei Insekten findet man nicht so enge stammesgeschichtliche Reihen wie bei den Pferden und Elefanten, aber es bietet sich über die ganze Erdgeschichte hin die nur deszenztheoretisch erklärbare **Reihenfolge von Vorfahrenformen zu abgeleiteten Formen** vom Carbon bis zur Gegenwart, wobei man in den Fossilien, auch bei der das ganze Tertiär hindurchziehenden Pferde-Reihe immer nur **”Etappen”** (A. HANDLIRSCH 1907, S. 1319) nachweisen kann.

Die fossilen **Pflanzen** kamen in ihren frühen Formen, den Psilophyte, erst im 20. Jh. zum Tragen (K. MÄGDEFRAU 1953).

Aus der Paläontologie erwachsene Probleme zur Evolution allgemein

Paläontologie lieferte nicht nur Material für die Herleitung von Gruppen voneinander, also für Stammbäume und Stammeslinien, sondern bot auch Evolutionsprobleme allgemeiner Art.

Das war etwa das **rasche Erscheinen neuer Gruppen** Dem einst auch Geologie betreibenden und Wales durchwandernden DARWIN war 1859 wohl bekannt, daß Tiere mit Außenskelett, und zwar eine ganze Anzahl solcher Gruppen, schalentragende Weichtiere und Trilobiten und andere, scheinbar plötzlich mit dem Kambrium auftreten (s. a. S. C. MORRIS 1987). Von präkambrischen Formen war damals ohnehin so gut wie nichts bekannt. Der von DARWIN angenommenen schrittweisen Evolution widersprach dieses plötzliche Auftreten von höheren Lebensformen.

Ebenso rührte an die Grundfragen **das Verschwinden, das Aussterben von Organismen**, ja ganzen Gruppen. Es gab nicht nur Neubildung, sondern auch nachkommenloses Verschwinden, Aussterben, nicht nur von Arten, sondern von ganzen Gruppen, ja sogar von großen Teilen dessen, was man als 'Fauna' bezeichnet. Schon im 19. Jahrhundert war bekannt das große Aussterben am Ende des Perm, ja Perm und Trias waren nicht durch Gesteinsverschiedenheiten, sondern durch den Hiatus, den Sprung, in der Organismenwelt zu trennen. Von den überlebenden, immerhin manchen auch die bisher erreichte Entwicklungshöhe innehabenden Gruppen begann die Evolution noch einmal oder ging weiter. Aussterben, immerfort Gruppen betreffend, gab es dann nicht nur bei den Riesenreptilien und den Ammoniten am Ende der Kreide, sondern auch bei einst reich entfaltenen Säugetier-Gruppen im Tertiär. Vor allem nach dem Westen der USA nachrückende Paläontologen unter COPE, MARSH, OSBORN fanden viele weniger in die Gegenwart führende Gestalten, aber bezeugten, was für merkwürdige Formen die Evolution hervorbringen konnte. Bei MARSH sind noch zu erwähnen die großen nordamerikanischen Dinosaurier, so der *Brontosaurus* und *Diplodocus*, der mit seinen Rücken- und Schwanzplatten ausgezeichnete und sicherlich überpezialisierte *Stegosaurus*, der *Triceratops* mit einem Nasenhorn, riesige, vom Vogelweg unabhängige Flugsaurier der Gattung *Pteranodon*, die in der Kreidezeit das Meer beherrschenden *Mosasauria*, von den sich in Yale um 1880 die Reste von etwa 1400 Individuen befanden. Der sächsische Geologe und Paläontologe HANNES BRUNO GEINITZ (1899, S. 123) bemerkte zu den Funden von MARSH, daß "man von einer Nummer bis zur andern des American Journal kaum aus dem Staunen gerissen wurde." GEINITZ vermittelte für MARSH den Ankauf eines des merkwürdigsten Jura-Fossilien aus Deutschland, des *Rhamphorhynchus phyllurus* aus dem Jura von Eichstätt von 1873, ausgestattet mit einem langen Schwanz. Im Tertiär, so im frühen Tertiär, dem Eozän, fanden sich später verschwindende Gruppen. Namentlich OSBORN beschrieb näher die *Titanotherien*, eine schon von LEIDY aufgestellte Gattung *Titanotherium*. Ursache des Verschwindens? OSBORN dachte bei den Titanotherien und anderen pflanzenfressenden Säugetieren an die Zähne, die bei den Titanotherien mehr rückgebildet als bei anderen Säugergruppen erschienen, weshalb diese Tiere dann im Wettbewerb mit sich in geeigneter Weise ernährenden Tieren ausgeschaltet wurden. Das immer stärkere Aufkommen der heute bis in die Kreidezeit zurückverfolgten Gräser wurde diskutiert, der Ersatz von weicherer durch härtere Pflanzennahrung, so 1874 bei W. KOWALEWSKI (b. O. ABEL 1929, S. 175). ABEL (1929, S. 358 ff.) dachte auch, daß hoch entwickelte und nicht mehr stark gefährdete Gruppen ihre Angepaßtheit mangels geringerer Auslese verloren und bei geänderten Bedingungen nicht mehr mithalten konnten.

Die Lebensweise der fossilen Tiere und auch Pflanzen

Die **Umweltbeziehungen** und die damit verbundene **Lebensweise der ausgestorbenen Tiere** suchte zuerst neben O. KOWALEWSKI der Belgier LOUIS DOLLO festzustellen und sprach 1909, zuerst in seiner Antrittsvorlesung an der Universität Brüssel am 20. Oktober 1909 von der **Palethologie/Paleóntologie ethologique**. Geboren 1857 in Lille, aber aus alter bretonischer Seefahrer-Familie, studierte DOLLO Zivil- und Bergbau-Ingenieurwesen an der Universität Lille und wurde angeregt besonders von dem Paläontologen ALFRED GIARD. DOLLO heiratete früh und wurde bald nach der Geburt eines Sohnes geschieden. Zunächst Ingenieur bei einer Brüsseler Gasfirma, konnte der an der Paläontologie interessierte DOLLO 1882 in das Brüsseler Nationalmuseum, das Muse 'e Royale d' Histoire Naturelle of Belgium, eintreten und wurde hier 1891 der Kurator der Säugetier-Abteilung. Er führte dann trotz aller Erfolge und Anerkennungen teilweise das Leben eines Sonderlings mit Streit mit Vorgesetzten. Er arbeitete zunächst unter als primitiv bezeichneten Bedingungen in einem ebenerdigen dunmpfen, feuchtkalten Arbeitsraum, hielt aber ab 1909 auch rhetorisch gute Vorlesungen an der Brüsseler Universität und vor anderem Publikum. DOLLO soll an Arteriosklerose gelitten haben, was manches an seinem Verhalten erklären kann, und starb nach langer Krankheit 74-jährig 1931.

CUVIERS Bemühen bestand in der Rekonstruktion des Aussehens, der Morphologie, der Anatomie der fossilen ausgestorbenen Tiere. DOLLO wollte mehr sah also auch die Ökologie der Vergangenheit. Der von DOLLO in der Paläontologie benutzte Ausdruck 'Paleóntologie ethologique', also Stammwort 'Ethologie', ist eigenständig gegenüber dem zoologischen Fachbereich 'Ethologie' als Verhaltensforschung bei rezenten Tieren. DOLLOs Arbeit zur Lebensweise ausgestorbener Tiere widmete er der Erinnerung an den ihn einst anregenden, längst toten russischen Paläontologen WLADIMIR O. KOWALEWSKY. Das Problem der Feststellung der Lebensweise nur fossil bekannter Tiere erstand bei dem Bemühen die 1878 in einem Steinkohlenbergwerk bei Bernissart gefundenen Iguanodon-Skelette aus der untersten Kreide, dem Wealden, so aufzustellen, wie sie dem einst lebenden Tier entsprochen haben mochten, also mit der Frage, ob auf 4 Beinen sich fortbewegend oder auf nur 2, was durch die Untersuchung der Gliedmaßen-Knochen gelöst werden sollte. Der Iguanodon-Saal im Brüsseler Nationalmuseum, mit den Iguanodons auf 2 Beinen in Hüpfstellung, gehört noch heute zu den beeindruckendsten Fossilausstellungen Europas. DOLLO kam zu der Auffassung, daß bei einem Tier, das seine Lebensweise in der Evolution geändert habe, **die Spuren früherer Lebensweise nicht völlig verschwinden** (s. a. O. ABEL 1931, L. K. GABUNA 1971), sondern etwa in der Knochen-Ausbildung bis zu gewissem Grade überdeckt erhalten bleiben. An auf 4 Füßen laufenden Sauriern, auch die

Dinosauriern, ließe sich zeigen, daß sie einst ein bipedes, 2 Füße zum Laufen nutzende Stadium durchlaufen hatten. Das vor etlichen Tausend Jahren ausgestorbene, mit 3,5 m rhinoceros-große australische Beuteltier *Diprotodon* zeigte DOLLOs Untersuchung des Skelettes noch, daß es auf Bäumen lebende Vorfahren hatte. Der US-amerikanische Paläontologe WILLIAM KING GEGORY (E. H. COLERT 1975) unterschied später (s. 1936) in Anlehnung an DOLLO den "habitus", die Summe der für das gegenwärtige Leben nötigen Anpassungscharaktere, und die "heritage", die von früherer Lebensweise kommenden und wenigstens überdeckt erhalten gebliebenen Merkmale, was KING 1947 die "palimpsest theory" nannte. Palimpseste sind ausgekratzte und durch andere Texte überschriebene alte Texte, einst ein Mittel der Ersparnis besonders des Beschreibstoffes Pergament. DOLLO untersuchte noch Mosasaurier, fossile Fische und Brückenechsen wie auch die von der belgischen Antarktis-Expedition mitgebrachten Tiefseefische. Eine zweite große Leistung in der Paläontologie ist DOLLOs **Gesetz der Unumkehrbarkeit** der Umbildungen in der Evolution (s. unten).

Die Lebensweise fossiler Tiere und daraus auch ihre mögliche Stellung in einem Stammbaum herauszufinden war auch das spezielle Forschungsanliegen des kenntnisreichen OTHENIO ABEL (s. z. B. 1929), der als Begründer der Paläobiologie gilt. Nach einer außerordentlichen Professur 1907 hatte ABEL dann 1917 - 1934 den Lehrstuhl für Paläontologie an der Universität Wien innehatte. Der 1875 geborene ABEL war nach dem Studium in Wien 1898 Assistent bei dem führenden Erdgeschichtsforscher EDUARD SUESS. 1912 leitete er eine Expedition zu der bedeutenden Ausgrabungsstätte für fossile Säugetiere in Pikermi in Griechenland. Die führenden Paläontologen der USA waren ihm Bekannte und Freunde und ABEL (1926) reiste 1925 in den USA und auf Cuba. 1929 war ABEL in Südafrika. In den sozialen, ja klassenkämpferischen Auseinandersetzungen im Wien der 1930-er-Jahre äußerte sich ABEL (jedenfalls so Wikipedia 2015), obwohl einst Assistent des teilweise jüdischen SUESS, antisemitisch, wollte Forschungen von linken Leuten unterbinden, legte sich aber auch mit dem Katholischen an. 1934 trat er, Rektor der Wiener Universität, in den vorzeitigen Ruhestand. 1935 - 1940 war ABEL dann Ordinarius in Göttingen. 1944 soll er sich in einem Vortrag gegen die Bewertung der Ostvölker als 'Untermenschen' ausgesprochen haben, wandte sich vielleicht auch in Erinnerung an O. KOWALEWSKI hier von der unsinnigen Nazipropaganda ab, wurde aber wegen seiner einstigen Stellungnahmen in Wien zur Goethe-Medaille der NS vorgeschlagen. Am 4. Juli 1946 starb der 71-jährige in Pichlhof am Mondsee. In der Wissenschaft wurde ABELs Annahme von durch die Umwelt direkt induzierten Abänderungen abgelehnt.

Der **Fundort** von Fossilien muß **keineswegs** deren **Lebensraum** gewesen sein. Die einst fossilisierten Tiere konnten von weither durch Flüsse verfrachtet oder ,

namentlich bei flugfähigen Wesen, durch Stürme herangeweht worden sein. Das gilt, wie JOHANNES WALTHER (O. ABEL 1929, S. 95) 1904 ausführte, gerade auch für die Plattenkalke des Oberjura von Solnhofen, einem Küstensaum, wo sich der Urvogel Archaeopteryx fand, jedoch als eventuelles Bauntier nicht dort gelebt haben muß.

Die Verbreitung, das Vorkommen der Organismen auf der Erde durch Evolution erklärt: Biogeographie

Die Biogeographie blieb für DARWIN und namentlich für WALLACE eine für die Evolutionstheorie wichtige Disziplin, gemäß RÜTIMEYERs Auffassung: "Thierverbreitung sehen wir Hand in Hand gehen mit Thierveränderung" (zitiert nach PAUL und FRITZ SARASIN 1899). Die Verbreitung der Lebewesen verhielt sich so, wie man es bei Isolierung von gewissen Regionen, Inseln oder Kontinenten, beim Fehlen oder der Herstellung von Landbrücken erwarten mußte.

1. Für die Evolution, von Arten und Gattungen auf jeden Fall, sprachen **Isolate**, von anderen Erdregionen **isolierte**, abgesonderte **Gebiete**, ob isolierte **Hochgebirge**, **Inseln** oder **getrennte Meeresregionen** wie an den beiden Küsten, der des Atlantik und der des Pazifik in Panama oder eben voneinander geschiedene ganze Kontinente.

Besonders überzeugend für die Evolutionstheorie wirkte vieles in der Flora und Fauna von **Inseln**. Mit vor allem der Fauna und auch etwas mit der Flora von Inseln hatte DARWIN Erfahrungen gesammelt auf den Falkland-Inseln, den Galapagos-Inseln, auf Korallen-Inseln. WALLACE lebte lange in der Inselwelt Südost-Asiens. Mußte eine Insel oder ein Inselarchipel als von Anfang an im Ozean **isoliert** von einem benachbarten Festland entstanden gelten wie die Galapagos-Inseln oder war schon lange abgetrennt, dann hatten nach solchen Inseln eventuell nur **wenig Zuwanderung** von einem anderen Gebiet, einem benachbarten Festland, stattgefunden und hatten diese isolierten Formen ohne öftere fremde Einkreuzungen dann eine **eigene Umwandlung** erfahren. Diskutiert wurde das für die Galapagos-Inseln sind. Sie sind nicht weiter von Südamerika entfernt wie Madeira von Europa und wegen der Besonderheiten ihrer Organismenwelt nahm WALLACE (1860, S. 181) ihre Entstehung in "mid-ocean" an. Hier hatte sich aus offenbar wenigen Formen eine eigenständige Tier- und Pflanzenwelt ausgebildet. Lange **isolierten** oder seit ihrer Entstehung einsamen **Inseln fehlte so manches**, was nicht nur als Folge des Klimas erklärt werden kann, sondern weil über weiten trennenden Meeresstrecken keine großartige Zuwanderung möglich war Auf der inmitten des Atlantik gelegenen, offensichtlich dort über dem Mittelatlantischen Rücken entstandenen und

bei ihrer Entdeckung 1501 von Menschen unbewohnten Insel **St. Helena** (R. L. A. et al. 1911) gab es außer einer Vogel-Art **keine indigenen Landwirbeltiere**, also auch keine Süßwasserfische und keine Käfer und Schalentiere im Süßwasser. Es gab auf dem Lande lebend Käfer und Schnecken. Auf manchen Pazifik-Inseln vertretene Pflanzenordnungen fehlten ohne sichtbaren Grund aus der heutigen Umwelt auf anderen, auch auf Tahiti, so die Labiaten (nach PICKERING in A. R. WALLACE 1879, S. 283). So fehlen viele Insekten und auch höhere Tiere auf Island, ja Schlangen auf Irland. Je länger eine anzunehmende **Trennung** einer Insel **von** Nachbarinseln oder **einem Kontinent** zurücklag, **desto mehr** hatte eine **eigenständige Wandlung** von dem einst gemeinsamen Artenbestand aus stattgefunden. Südamerika bot das Bild einer einstmaligen Trennung und dann einer Wiedervereinigung mit dem Norden durch die mittelamerikanische Landbrücke. Aus der einstigen Isolierung stammen altertümliche Gruppen mit teilweise fossilen Riesenformen, Faultiere und Gürteltiere. Auch für deren Kenntnis durch Fossilien brach DARWIN Bahn. Die Einwanderung von Formen aus dem Norden brachte dann die Raubtierkatzen wie Jaguar/Onze. Eigenständig sind auch die Affen in Südamerika - Affen gewiß, aber Breitnasenaffen und nicht wie der Alten Welt Schmalnasen.

Auf **Inseln** hatte die Evolution manche **Besonderheiten** in verschiedenster Richtung hervorgebracht, hatte offenbar die Isolierung manches überleben lassen. Als allgemeinere Eigenheiten wurde von F. DAHL (1923, S. 13) verwiesen auf Armut an Arten von Landvögeln auf entfernten Inseln wie dem Galapagos-Archipel, wenn man die weiter fliegenden Seevögel abzieht. Von 76 dort vorkommenden Vogel-Arten galten (S. 19) 36 als endemisch. Von den auf einer Inselgruppe wie dem Galapagos-Archipel bestehenden wenigen Gattungen gibt es andererseits zahlreiche spezifische Arten. Es gab wohl nicht allzu stark durch Konkurrenz anderer Gruppen beeinträchtigte Einpassung in die verschiedensten Lebensbereiche. Die Spottdrossel-Gattung *Nesomimus* besitzt auf dem Galapagos-Archipel 10 Arten und Unterarten, die zu den Finken gehörende Gattung *Geospiza* 32 Arten und Unterarten (S. 16). Von den Seychellen wurden angegeben (F. DAHL 1923, S. 21) 41 Binnenland-Schnecken und ein Fehlen von Süßwasser-Muscheln. Auf zahlreichen Inseln etwa im Mittelmeer, dort auf Sizilien, Malta, Zypern, ja der Ägäis-Insel Tilos, gab es im Pleistozän '**Zwergformen**' von den zu den Elefanten gehörenden Gattungen *Elephas* und auch vom Flußpferd/ *Hippopotamus*. Auf anderen Inseln der Erde entwickelten sich auch **Riesenformen** von Vögeln wie dem ausgerotteten Dodo auf Mauritius oder den Riesenvögeln von Madagaskar. Aber es gibt auch flugunfähige Vögel, Straußenvögel, anderswo. Durch seine Größe zeichnet sich auch der Varan auf Komodo aus.

Oft wurde die **Trennung einer Insel** oder Inselgruppe und die zurückliegende

Zeit der Trennung **aus dem Ausmaß von Besonderheiten** in der Organismenwelt **geschlossen**. Eigentlich war auch ein unabhängiger geologischer Beweis für die Trennung und die seitdem vergangene Zeit erforderlich, um einen Zirkelschluß auszuschließen. Da die Tierwelt und auch die Vegetation der Britischen Inseln mit denen des benachbarten europäischen Festlandes ziemlich identisch erschien, wurde auf eine erst in geologische junger Zeit stattgefundene Sonderung geschlossen.

Endemismen, vielleicht den Rudimenten vergleichbar, können bis hin zu letzten Resten verschwindender Formen gehen, aber auch in einem beschränkten Gebiet aufkommende Formen sein, die sich noch ausbreiten könnten.

2. Sich im Raum ablösende verwandte, **vikariierende Arten** wurden wie bei der Begründung der Evolutionstheorie überhaupt immer wieder zu einem beeindruckenden Beleg für die Artenbildung. PAUL und FRITZ SARASIN fanden bei den Landmollusken auf der großen Sunda-Insel Celebes /Sulawesi **”Formenketten”** (1899) die Aneinanderreihung verwandter Spezies im Raum, zu deren Erklärung die Selektionstheorie allerdings nicht ausreichen sollte.

Tierpsychologie, Ethologie - Tierpsyche in der Evolution

Mit der Evolutionstheorie, allerdings nicht allein durch sie, wurde die Tier”psyche” aufgewertet. Die Einschätzung der Tier”psyche” hatte in der Geschichte großen Wandlungen unterlegen. Bei PLINIUS im 1. Jh. n. Chr. wurde großen Tieren, so den Elefanten, nahezu menschliche Gefühle zugeschrieben. Im Christentum sah man eher eine Kluft zwischen Mensch und Tier - wenn man etwa vom heiligen FRANZ von ASSISSI absieht. Tiere galten eher als Instinktwesen, ja fast als Automaten. RENÉ DESCARTES vertrat diese Auffassung mit Konsequenz Mit der Aufklärung im 18. Jh., mit dem Skeptizismus gegenüber der Religion, wurde auch das Verhalten der Tiere wieder menschenähnlicher gesehen. CHARLES GEORGES LEROY, Holz-und Jagdaufseher in den königlichen Gärten von Marley und Versailles, dessen „Philosophische Briefe über die Verstandes-und Vervollkommnungsfähigkeit der Tiere, samt einigen Briefen über den Menschen“ 1807 unter dem Pseudonym eines „nürnbergischen Gelehrten“ auch in Deutsch erschien, versuchte einen Durchbruch in der Tierbeurteilung einzuleiten. So sollten nach der Ansicht von LEROY viele Handlungen des Fuchses von „einer Menge feiner Ansichten und gemachter, sehr verwickelter Vergleichen“ zeugen. Fast menschenähnlich sahen die höheren Tiere dann der Pfarrer und Ornithologe CHRISTIAN LUDWIG BREHM, der Berner Professor der Zoologie, Psychologie und Anthropologie MAXIMILIAN PERTY und der in St. Gallen als Professor wirkende PETER SCHEITLIN, aber dann auch CH. DARWIN und Anhänger der Evolutionstheorie.

Besaßen bereits die Tiere eine menschenähnliche Psyche, dann, so war offenbar die Ansicht, war eher verstehbar, daß der Mensch sich aus dem Tierreich entwickelt hatte, oder, wie es HEINRICH ERNST ZIEGLER 1901 (1902, S. 28) formulierte: "Von diesem Standpunkt aus erscheint der menschliche Verstand dem thierischen Verstand gegenüber als eine höhere Entwicklungsstufe, nicht als etwas Grundverschiedenes." Der zum DARWIN-Anhänger gewordenen materialistische Philosoph LUDWIG BÜCHNER meinte in seinem Buche "Aus dem Geistesleben der Thiere oder Staaten und Thaten der Kleinen": "Aber jedenfalls ist soviel gewiß, daß in den Seelen der Bienen-Königin selbst Eifersucht und Herrschsucht, namentlich aber der brennende Wunsch nach Alleinherrschaft die treibenden Motive bilden..." In England vertrat die relativ hohe tierische Intelligenz und den allmählichen Übergang zur menschlichen Intelligenz GEORGES JOHN ROMANES, "one of the most brilliant of the second generation of British Darwinists" (J. E. LESCH 1975, S. 517). Der begüterte Mann hatte DARWIN noch persönlich kennengelernt, wirkte wie DARWIN als Privatwissenschaftler und trug auch neue Gedanken zur Evolutionsbiologie bei, bemüht um die Versöhnung von Evolutionsbiologie und Religion. ROMANES erstrebte eine vergleichende Psychologie (comparative psychology).

Dem Anthropomorphismus in der Beurteilung der Tierpsyche trat in Deutschland wieder entgegen der Westfale BERNHARD ALTRUM. Er war bezeichnenderweise Katholik, hatte sogar 1849 die Priesterweihe empfangen. ALTRUM studierte aber noch Zoologie und wurde nach einer Dozentur für Zoologie in Münster 1869 Professor für Zoologie an der Forstakademie in Eberswalde. Nach seiner Ansicht hatte der Schöpfer die Uhr der Tiere gestellt. Tierisches Verhalten sollte einer angeborenen Schablone folgen.

Daß über Gefühle der Tiere nichts ermittelt werden kann, wurde dann einigen US-amerikanischen Psychologen, den "**Behavioristen**", bewußt, zuerst vor allem EDWARD L. THORNDIKE und JOHN BROADUS WATSON. Tierisches Verhalten sollte allein in Messungen etwa bei Reiz-Reaktionen erfaßt werden. Ähnlich gingen die "Reflexologen", etwa in der PAWLOW-Schule, an die Erforschung tierischen Verhaltens. Im 20. Jh. wurden wenigstens für höhere Affen und dann auch für Meeressäuger wieder höhere psychische Leistungen anerkannt. Kombinationsgabe von Schimpansen untersuchte auf Teneriffa WOLFGANG KÖHLER. In den letzten Jahrzehnten des 20. Jh. haben einige tierbegeisterte Forscherinnen sogar für Jahre unter Menschenaffen in der freien Natur gelebt und sie als doch dem Menschen psychisch ähnliche Wesen kennengelernt, in gütigen wie in boshaften Charakterzügen.

Merkmale des **Verhaltens** als **art-oder gattungsspezifisch** zu betrachten und sie bei Aussagen über „Verwandtschaft“ als so wichtig wie morphologische Merkmale anzusehen, wurde trotz DARWINs Forschungen über die Ausdrucksbewe-

gungen der höheren Tiere und des Menschen erst im 20. Jh. üblich. Erst im 20. Jh. wurde das Verhalten von Tieren überhaupt in verwertbarer Weise beschrieben. Eine Pionierarbeit lieferte OSKAR HEINROTH.

Parasitologie

Parasiten sind meistens nur auf eine oder nur wenige Spezies von Wirtsorganismen spezialisiert, und Befall mit ähnlichen Parasiten wurde daher als ein Verwandtschaftskriterium angesehen, das heißt auf gemeinsame Herkunft der Wirte. Gemeinsamkeiten in biochemischen Merkmalen oder die Herkunft aus gemeinsamen geographischen Räumen könnten das erklären. G. OSCHÉ (1963) verwies etwa darauf, daß sowohl Eisbär wie Braunbär ungeachtet ihrer verschiedenen Lebensräume von dem parasitischen Nematoden *Toxascaris transfuga* befallen werden und das für enge gemeinsame Herkunft spricht. Die ebenfalls in ökologisch unterschiedlichen Lebensräumen auftretenden Giraffen und der Okapi beherbergen den Hakenwurm *Monodontella giraffae*. Die verschiedenen Kuckucke sind weltweit von charakteristischen Mallophagen - Arten befallen. Daß die Flamingos/Phoenicopteri sonst nur bei den Entenvögeln vorkommende Federlinge aufweisen, während ihnen typische Storchen - und Reiher - Mallophagen fehlen, wird als ein wichtiges Kriterium ihrer sonst umstrittenen Verwandtschaft zu den Entenvögeln betrachtet.

Vergleichende Physiologie

Fast unentwickelt war im 19., ja noch im 20. Jh. die **vergleichende Physiologie** (E. MAYR 1960/1961). Mit den Fortschritten der physiologischen Chemie beziehungsweise der Biochemie wurden auch Eigenschaften aus diesen Bereichen zur Klärung phylogenetischer Verwandtschaft benutzt.

Immunologie

Dieses neue, um 1900 entstandene Fachgebiet erkundete die Bildung von **Antikörpern** auf in die Blutbahn injizierte fremde Eiweißstoffe, die **Antigene**. Vor allem PAUL UHLENHUTH entwickelte die **Serodiagnostik**. Die **Serodiagnostik** geht davon aus, daß mit zunehmender Verwandtschaft die Ähnlichkeit in den Eiweißen zunimmt und somit verwandte Arten viele gemeinsame Antigene haben, weniger verwandte Arten eine geringere Zahl. Werden also Kaninchen gegen Menschenserum sensibilisiert, das heißt werden mit solchem gespritzt, so erzeugen sie dagegen Antikörper. Wird das mit Menschenserum sensibilisierte Kaninchen-serum mit Seren von verschiedenen Affen-Arten behandelt, so gibt es verschieden starke Fällung und das wird mit dem Verwandtschaftsgrad gegenüber dem

Menschen in Beziehung gesetzt. So wurde der Schimpanse als der dem Menschen nächstverwandte Menschenaffe eingestuft. Der Königsberger Botaniker MEZ versuchte in den 30er Jahren des 20. Jh. mit Hilfe der Serodiagnostik durch Verwendung von Pflanzensäften als Antigene den sehr hypothetischen Stammbaum der Blütenpflanzen aufzuhellen. Auch die Ähnlichkeit in Eiweißen, die ja in einem ganzen Paket als Antigen gespritzt wurden, ist aber nur ein Merkmal, das nicht zum einzigen Kriterium zur Aufklärung der Verwandtschaftsbeziehung erhoben werden darf.

Grundzüge der Phylogenese - Was galt es für die Stammeslinien, die Stammbäume zu beachten

Zu Stammbäumen und zur Merkmalsphylogenie

Die Phylogenie ist die Wissenschaft von den möglicherweise stattgefundenen Umbildungen in der Geschichte des Lebens (W. ZIMMERMANN 1953). Es wurde verfolgt, welche **Organismengruppen** (Sippen) sich möglicherweise in welche anderen verwandelt haben wie auch die Umbildung nur **einzelner Merkmale**, auch unabhängig von ihrer Kombination mit anderen Merkmalen. So ließen sich unterscheiden **Sippen-Phylogenie**, die im Stammbaum gipfelnde Evolution von größeren oder kleineren Organismen-Gruppen, und die **Merkmalsphylogenie**, welche die Stufen einzelner Merkmale auch unabhängig vom Vorkommen bei bestimmten Gruppen untersuchte, etwa die Evolution der Lichtsinnesorgane, der Exkretionsorgane, des Gehirns und andere.

Wer Phylogenie betrieb, ob für einen Stammbaum oder gar für Merkmale, der mußte möglichst einen Überblick über weite Teile des Organismenreiches besitzen, die **Diversität kennen** (P. K. ENDRESS 1992). Namentlich nach 1900 wurde aber auch die eingehende Untersuchung weniger Organismenarten genau wichtig.

Stammbaum-Forschung, Sippenphylogenie

Ein gewichtiges Anliegen der Evolutionsbiologie vor allem in Deutschland wurde der Versuch, festzustellen, welche Organismengruppen aus welchen anderen hervorgingen und das in Stammbäumen festzuhalten. Das war auch eine der wesentlichen Forschungsleistungen von ERNST HAECKEL. "Stammbäume" gab es schon länger außerhalb der Biologie, als Familienstammbäume, namentlich beim Adel. Für die Umwandlungen von Sprachen entwickelte der vergleichende Sprachforscher AUGUST SCHLEICHER Stammbäume der Sprachen. Das wirkte auf HAECKEL.

Eine Grundlage für die Stammbäume der Organismen waren ebenso die "Stufenleitern". Sie wurden umgedeutet im Sinne einer realen Umbildung von Stufe zu Stufe, wie es LAMARCK getan hatte. Und LAMARCK ließ diese Stufenleitern sich auch verzweigen. Was man zur Konstruktion eines Stammbaums in der Organismenwelt kannte, waren "nur die Astspitzen, die noch leben, und spärliche fossile Überreste, deren Position im Baum oft schwer festzustellen ist" (CHR. DE DUVE 1997, S. 280). HAECKELs erste "Stammbäume" sind den Stufenleitern sehr ähnlich. Aber es war deutlich, daß nicht alle Gruppen miteinander in direktem Zusammenhang standen und früh, auf den oft nicht mehr direkt faßbaren Frühstufen, die verschiedensten Verzweigungen eingetreten waren. CUVIERs Stufenleitern der 4 Typen der Tiere, an der Basis, bei den einfachsten Formen, in Verbindung gebracht, entsprachen eher den realen Abstammungsverhältnissen, die eben weniger in einem "Stammbaum", als vielmehr in einem "**Stammbusch**" darzustellen sind. Auch von HAECKEL wurde die "Zeit", die Erdgeschichte, in die Stammbaumdarstellungen einbezogen. Das vermied eine Darstellung, an der etwa die Amphibien allesamt in tieferer Höhe eingeordnet waren, weil sie die frühesten Landwirbeltiere sind. Auch innerhalb der Amphibien hat noch eine Evolution mit Annäherung an die erdgeschichtliche Gegenwart stattgefunden und ist im Stammbaum für die Amphibien eine durchgehende Linie zu zeichnen. **In der Gegenwart lebende Organismen**, so wurde später klar formuliert (W. ZIMMERMANN 1949), konnten **niemals unmittelbare Vorfahren heute lebender Formen** sein. Allein von rezenten Formen aus die Phylogenese zu erschließen wurde im 20. Jh. als "Alluvi-alphylogenie" verspottet (W. ZIMMERMANN 1959). Wegen der sehr unterschiedlichen Evolutionsgeschwindigkeit der einzelnen Gruppen sind heutige Organismen aber teilweise Repräsentanten von Ahnenzuständen, besitzen bei entwickelteren Formen überwundene Merkmale, konnten aber durch Haus in ihren Biotopen, ihren 'Nischen' leben bleiben. Wegen einiger Primitivmerkmale eine Gruppe insgesamt als primitiv einzuordnen, ist nicht unbedingt richtig und wurde HAECKEL bei seinen Stammbäumen vorgeworfen. Vorfahren heutiger Lebewesen können nur fossile Formen sein. Die Aufsplitterung der Linien, der 'Stammbusch', kann nicht nur die großen Linien betreffen. Jede kleinere Gruppe splitterte ebenso auf. Ja fast jede Art hat ihre eigene Linie von einem gemeinsamen Vorfahr mit einer verwandten Art, wobei der Vorfahr auch neben der abgeänderten Form erhalten bleiben konnte (s. a. O. KUHN 1938). Das ist die **Radiation** (s. u.).

Um "ursprünglich" und "abgeleitet" zu unterscheiden, galten durchaus auch weiterhin jene Kriterien, die G. H. BRONN benutzt hatte, um auf der Stufenleiter die einzelnen Organismengruppen an die richtige Stelle zu plazieren. Merkmale mit Anpassungswert, etwa Blüten-Merkmale, galten etwa dem Botaniker ERNST PFITZER (1887) als zu stark immer wieder abgeändert, um bei ihm innerhalb der Orchideen über die Verwandtschaftsbeziehungen Auskunft zu geben. Als ursprünglicher und damit evolutionsbiologisch verwertbarer erschien PFITZER etwa die Knospenlage der Blätter, "nach oben zusammengeschlagen" oder "aufwärts eingerollt" (S. 42), was, "soweit wir irgend wissen", für die Ernährung ohne jede Bedeutung ist (S. 7).

Für die Evolution der **Gefäßkryptogamen** suchte HENRY POTONIE (1901) zu finden, welche Merkmale das Vorangehende, also das Primitivere sind und sich von dem weiter Entwickelten unterscheiden. So sollte es ein ursprüngliches Merkmal sein, wenn Farnblätter sowohl der Assimilation wie der Sporenbildung dienen. Solche Farnblätter wurden 'Trochosporophylle' genannt. Eine Arbeitsteilung in Sporophylle und Trochophylle sollte für eine höhere Entwicklungsstufe zeugen. Allerdings konnte in anderen seiner Merkmale ein Farn zurückgeblieben oder auch weiterentwickelt sein.

Die Aufklärung der "realen" Abstammungsbeziehungen wurde erschwert durch **Konvergenzen**, die 'Spezialisationskreuzung' oder '**Heterobathmie**' und die **Neotenie**. Diese Begriffe können als feststehende Erscheinung benutzt werden oder als Beschreibung von Vorgängen, im Sinne etwa von Vorgang der Spezialisationskreuzung oder Vorgang der Neotenie. Sollten in der klassischen Zeit der Evolutionsbiologie die realen, also phylogenetisch begründeten Verwandtschaftsverhältnisse vor allem auf die Anatomie/Morphologie und Embryologie begründet werden und das unter Einbeziehung der Fossilien, so übernahm am **Ende des 20. Jh.** in vielem **die Genom-Analyse** diese Funktion.

Konvergenzen: Ähnliche Merkmale von unabhängiger phylogenetischer Herkunft

Konvergenzen heißen die in verschiedenen, nicht phylogenetisch zusammengehörenden Gruppen **unabhängig voneinander entstandenen** ähnlichen bis **fast gleichartigen Merkmale**. Solche konvergenten Merkmale sind also nicht homolog, sind nicht Homologien, also nicht direkt aufeinander zurückführbare Merkmale, sondern sind **Analogien**, auch wenn sie an homologen Strukturen auftreten, Begriffe, die OWEN einst noch ohne Bezugnahme auf die Evolution prägte. Homologe Merkmale müssen nicht ähnlich sein, wie die auf Kiemenbögen zurückführbaren Gehörknöchelchen. Analoge, konvergente Merkmale sind solche, die **ähnlich** sind (O. RIEPPEL 1983, S. 136 ff.). Die analogen Merkmale haben oft gleichartige

oder ähnliche Funktion und gelten wegen dieser gleichartigen Funktion im Prozeß der Evolution durch Selektion entstanden, O. ABEL (1929, S. 228) sprach von "**homodyname Funktion heterogener Organe**" (gesperrt im Original). Die phylogenetische Herkunft und damit nähere und fehlende Verwandtschaft von Gruppen mit Konvergenzen kann natürlich sehr unterschiedlich fern sein. Jedoch Gruppen verschiedener phylogenetischer Herkunft haben **nie** alle oder auch nur **einen Großteil der Merkmale gemeinsam**, sondern sind sich gewöhnlich nur einem Teil der Merkmale ähnlich. Konvergenzen konnten oft erst mit voranschreitender Forschung als solche erkannt werden, und: "So sind der Reihe nach immer weitere Gruppen, die nicht als enger geschlossen erkannt wurden, aufgelöst und an ihre engere Verwandtschaft angereiht worden" (O. ABEL 1929, S. 189). Da Konvergenzen der erwünschten Feststellung von phylogenetisch zusammengehörigen Gruppen und damit der Aufstellung von Stammbäumen Schwierigkeiten bereiten, wurden sie von manchen Forschern regelrecht gehaßt (s. M. NOWIKOFF 1930, S. 9)).

Konvergenzen sind auch Typen von gleichen oder sehr ähnlichen **Lebensformen**. Im Tierreich wurden öfters ausgebildet die "**Schlangengestalt**", die **Fischform**. In mehreren Ordnungen und Familien der Säugetiere entstand ganz augenscheinlich unabhängig voneinander der **auf den Hinterbeinen sich fortbewegende Springer** (Känguruh, Springmaus u. a.), der **Gleitflieger**, der **Wühler in der Erde** (Maulwurf, Goldmull u. a.). Es **'vertreten' sich** manche konvergente Formen unterschiedlicher taxonomischer Einordnung und damit Herkunft in getrennten Erdräumen. Was in Europa Biber und die allerdings eingeführte Bisamratte sind, das wird in Südamerika durch die auch zu den Nagern gehörenden Coypu/*Myopotamus* und Capybara/*Hydrochoerus* vertreten, was schon DARWIN sah (so in R. DAWKINS 2016, S. 308), und dem Hasen Europas ähnlich ist der Pampashase/*Dolichotis patagonum*. Verblüffende äußerliche Ähnlichkeiten, "Konvergenzen", weisen manche Beuteltiere/Marsupialia) Australiens und höhere Säugetiere/Placentalia) in anderen Erdteilen auf. Seekühe und Wale, die RICHARD HERTWIG 1897 noch als Unterordnungen in der Ordnung "Cetomorphe", also "Walthiere, Meeressäugethiere" zusammenstellte (zit. b. O. ABEL 1929, S. 188/189) zusammenstellte, mußten viel weiter getrennt werden. Aufgelöst wurde die Säugetierordnung der Edentata, da das Erdferkel/*Orycteropus capensis* Südafrikas und die Schuppentiere doch nicht wirklich Verwandte wären (O. ABEL 1929, S- 189). Nicht eng miteinander verwandte **Blütenbestäuber** unter den **Vögeln** sind in der Neuen Welt die **Kolibris**, in der Alten Welt die Nektarvögel, wobei die Kolibris sich besser in der Luft halten können als die **Nektarvögel** (R. DAWKINS 2016, S. 64) Wenn sie in gürteltier-artiger Weise eingerollt sind, unterscheiden sich die besonders auf Kalkboden vorkommenden **Rollasseln** und die **Roll-Tausendfüßler**/Glomeridae nicht, und erst die beim Aufrollen erkennbare Beinzahl macht den Unterschied,

der 2 verschiedenen Arthropodenklassen angehörenden Tierchen deutlich. Für die **Schwebbeeinrichtungen** mariner pelagischer Lebewesen wurde bei irgendwem fast jeder Körperteil herangezogen (E. MAYR 1959) wurde also in den Dienst der gleichen 'konvergenten' Funktion gestellt. Wie weit gehen Konvergenzen auch bei körperinneren Merkmalen. Es wurde diskutiert (E. PENNISI 2013), bei CASEY DUNN von der Brown University, daß das **Nervensystem** 2-mal entstand, neben dem bei der Coelenterata **unabhängig bei den Ctenophora**/Rippenquallen, weil ihrem Genom Gene fehlen, die als unersetzlich/"essentiell" für das Nervensystem gelten. LEONID MOROZ, an der Universität von Florida fand, daß in den Ctenophora der Neurotransmitter Serotonin fehlt.

Das Problem von nicht zusammengehörigen Ähnlichkeiten wurde schon vor einer von einer Evolutionstheorie bestimmten Systematik gesehen. Das Problem stand etwa vor LINNE´ bei den **im äußeren Bau so ähnlichen Fischen und Walen** und es gilt als eine von LINNE´s taxonomischen Leistungen, erkannt zu haben, daß Fische, auch große, und Wale ganz verschiedenen Tierklassen angehören. Wale sind eindeutig Säugetiere, schon durch ihre Lebendiggebären. Aber auch durch ihre Lungenatmung. Fische bewegen ihren Schwanz von einer Seite zur anderen, aber etwa Delphine bewegen den Schwanz auf und ab, und das zeugt von ihrer Säugetierherkunft. Echsen und Schlangen haben dagegen seitliche Wellenbewegung, Zeugnis ihrer anderen Herkunft, und "man könnte fast sagen" sie "schwimmen" an Land" (R. DAWKINS 2016, S. 334).

Der Privatdozent in Heidelberg und ab 1832 Professor in Freiburg i. Br. FRIEDRICH SIGISMUND LEUCKART hatte 1827 (S. 76) gefragt, ob nicht "die Zoologen ... zu tadeln" sind, die alle Beuteltiere in eine eigene Ordnung brachten, denn dann könne man auch alle fliegenden Säugetiere in einer einzigen Ordnung unterbringen. Aber der Besitz eines Beutels für die Jungen wurde namentlich für die Evolutionsbiologen als ein doch auf eine gemeinsame Herkunft verweisendes Merkmal angesehen, während der Bau der "Flügel" bei den verschiedenen Flügeltieren nicht gleich ist und somit konvergent sein kann. Aber diese Überlegung des älteren LEUCKART zeigt, wie um die **Einschätzung** und Anerkennung der **für die Taxonomie wichtigen Merkmale gerungen** wurde. Beuteltiere waren aber einst auch weiter verbreitet, nicht nur in Australien entstanden.

Die Konvergenz etwa der Beuteltiere und der Säugetiere anderwo zeigt, daß **ähnliche Umwelt mit ähnlichen Nischen** in der Evolution **ähnliche Formen** hervorbrachte, die eben diesen Nischen angepaßt sind und sich deshalb durchsetzten. Das zeugt auch von der vielfältigen Umbildung, die in der Evolution möglich war.

Auch in der **Pflanzenwelt** wurde deutlich, daß viele Konvergenzen etwa in der



Abbildung 50: Blattsukkulenter Korbblütler. Bot. Garten.

'Physiognomie', in der äußeren Gestalt, eine sehr verschiedene Einordnung verlangen. Alle **Sukkulente**n wirken ähnlich, aber wenn Kakteen, sukkulente Korbblütler/Asteraceae oder sukkulente Wolfsmilchgewächse/Euphorbiaceae blühen, dann können sie in die auf dem Blütenbau aufbauenden Pflanzenfamilien eingeordnet werden, sind am Stammbaum an sehr verschiedenen Stellen einzuordnen.

Unterschiedlich abweichend von ihren Ursprungsorganen sind die **Klettereinrichtungen** bei kletternden Pflanzen, bei denen etwa bei den Blättern nur Teile wie etwa einzelne Fiederchen betroffen sein können oder ganze im Dienste der Befestigung stehende Blätter sind umgebildet. Andere Kletterpflanzen winden sich mit der Sprossachse empor oder haben Haftorgane. Kletterpflanzen gibt es in **voneinander völlig entfernt stehenden Pflanzen-Familien** und in diesen mit zahlreichen nicht-kletternden Arten: u. a. bei den Ranunculaceae/Hahnenfußgewächse mit Arten der Gattung *Clematis*/Waldrebe, bei den Fabaceae/Papilionaceae/Schmetterlingsblütler mit einigen Arten der Gattung *Vicia*/Wicke, bei den Rubiaceae mit *Galium aparine* L./Kletten-Laubkraut, bei den Convolvulaceae/Windengewächse vor allem mit *Calystegia sepium*/Zaunwinde, bei den Polygonaceae/Knöterichgewächse mit *Polygonum dumetorum* L./Hecken-Knöterich, bei den Cannabaceae/Hanfgewächse mit *Humulus lupulus* L./Hopfen. FRITZ MÜLLER mit seiner Kenntnis der Kletterpflanzen in Süd-Brasilien stellte 1867 (S. 348) eine merkmalsphylogenetische Reihe auf.

In verschiedenen Pflanzenfamilien gibt es auch an Samen oder Früchten **Haft Einrichtungen zur Verbreitung** durch behaarte Tiere, aber auch hier besitzen nur einzelne Vertreter solche Merkmale im Unterschied zu jenen der gleichen Familie, die mit Beeren oder Flugstrukturen für ihre Verbreitung sorgen.

Blattranken gingen antürlich immer aus Blättern hervor, aber unabhängig in ver-



Abbildung 51: *Vicia cracca* L./Vogel-Wicke.



Abbildung 52: *Polygonum dumetorum* L./Hecken-Knöterich.

schiedenen Gruppen. Ob die **Konvergenzen auf gleicher oder immer wieder anderer erblicher Grundlage** entstünden, erörterte etwa FRANZ DOFLEIN (1900) für die bei verschiedenen niederen Tiergruppen auftretenden Nesselkapseln. Es wurde gefragt, ob in der 'ganzen Tierreihe' Determinanten, also "Erbanlagen" für Nesselkapseln im Keimplasma mitgeführt wurden und diese eben nur an wenigen Stellen des Stammbaums zum 'Leben erwachen'. Ähnliche Merkmale, also Konvergenzen, konnten **unabhängig voneinander**, auch in **derselben Tiergruppe**, aus derselben Wurzel, entstanden sein, die einst vielleicht gar in gemeinsamen Vorfahren bestanden, also nach unten konvergierten. Was 'polyphyletisch' war, konnte es dann nur bis einem gewissen Grade sein. Bei verschiedenen Unterordnungen der Krebse gibt es der Aufrechterhaltung der Körperlage dienende Statocysten, Hohlräume am Kopf, in denen kleine Steinchen auf Sinneshaare drücken und so die Lage anzeigen. Solche Statocysten sind etwa bei Krabben unterschiedlich verteilt. Sie waren nach Ansicht von LUDWIG PLATE (1924, S. 12) wohl unabhängig voneinander entstanden, aber hatten jedesmal dieselbe Wurzel, waren als jedes homolog aus einer allen zugekommenen Struktur entstanden. PLATE schlug für dieses Phänomen den Begriff '**Homoiologie**' (s. 1928, S. 781 ff.) vor. Der Paläontologe WILLIAM K. GREGORY (1936) unterschied "**convergence**", die Ähnlichkeit bei Lebewesen ungleicher Herkunft, und den "**parallelismus**", die Ähnlichkeit bei Gliedern verschiedener Familien von gleicher evolutionärer und damit erblicher Herkunft. Gesprochen wird (O. RIEPPPEL 1983, S. 138) auch von 'Rahmenhomologie', daß etwa die Flügel der Vögel und der Fledermäuse beide 'Tetrapodenextremitäten' sind, also in dieser Hinsicht homolog, aber "auf der Ebene der Spezialhomologie" 'Wirbeltierflügel' ", weil unabhängiger Entstehung "aber konvergent."

Im einzelnen wurde über viele mögliche Konvergenzen unterschiedlich debattiert. Bei den Meeresmuscheln gelten gleiche Anpassungstypen als mehrfach entstanden, etwa der sich anheftende Patellatyp (O. ABEL 1929, S. 307). Bei den Haien/Selachii sollten nach DOLLO und JAEKEL (so b. O. KUHN 1938, S. 18) die gestreckten Haie und die flächigen Rochen mehrfach unabhängig voneinander entstanden sein. Die heutigen Knochenfische, die Teleostei, wurden auf polyphyletische Herkunft von den Holostei zurückgeführt (O. KUHN 1938, S. 28). **Flugunfähige Vögel** wurden manchmal als einheitliche, vielleicht sogar alte Gruppe betrachtet, gar als Subklasse, die Ratiten, Dann sah man sie eher polyphytisch, zurückführbar auf verschiedene flugfähige, 'arbikole' Vögeln (S. 55) und der Flugverlust ist eben an verschiedenen Stellen im Vogelsystem möglich gewesen. Für die in ihren fossilen von R. KELLOGG erforschten **Wale** wurde erörtert eine Entstehung möglicherweise in Radiation lange vor dem als Ausgangswal angesehenen *Protocetus*, und dennoch in ziemlicher äußerer Parallelität. Die ältesten Wale, die Archaeoceti, wurden bis 1936 bekannt aus dem Mittel-Eozän von Nordafrika und

Texas (O. KUHN 1938, S. 72). Etwa der Prager Professor M. NOWIKOFF (1930) ging in der Annahme von Gemeinsamkeiten in den Analogien noch weiter, führte aus, daß Analogien in verschiedenen Gruppen auch eine dem gesamten Tierreich oder auch dem Pflanzenreich zukoimmende **Grundlage** haben können, also sehr weite **gemeinsamen Beziehungen bei den Analogien** bestehen, sie also der näheren Erforschung auch für die Phylogenese so wichtig sein müssen wie die Homologien. Eine gemeinsame biochemische Grundlage hat wohl dazu geführt, daß sowohl Arthropoden wie Pilze Chitin ausgebildet haben und Pflanzen wie Tunicata/Manteltiere Zellulose (S. 179).

Nach PLATE (1924, S. 2) sollten alle "zur Reizaufnahme dienenden Einrichtungen der Lebewesen ... der einzelligen und der vielzelligen Geschöpfe" als "Sensorien" bezeichnet werden. Aber als '**Sinnesorgane**' sollten **nur** jene Einrichtungen bezeichnet werden, die mit einem Nervensystem in Verbindung stehen, "als periphere Teile desselben angesehen" werden müssen, die durch ihre '**Rezeptoren**' die in den Nerven weitergeleitete Reize aufnehmen. Weder beim lichtempfindlichen Pigmentfleck einer *Euglena* geschweige denn bei Pflanzen sollte von 'Sinnesorgan' gesprochen werden. NOWIKOFF (1930) betonte die Gemeinsamkeiten für die in verschiedenen Tiergruppen unabhängig voneinander entstandenen Schalen, aber vor allem auch die der **Sehorgane** (S. 103 ff.) **In den verschiedenen Tierstämmen**, so Coelenterata, Annelida, Arthropoda, Mollusca, randlich auch Echinodermata, gibt es Vertreter, welche bei unabhängiger Evolution dieser Stämme die verschieden komplizierten Sehorgane besitzen: flaches Sehorgan aus nebeneinanderliegenden Sehzellen, sackförmige und dann blasenförmige Einstülpung, diese dann mit Ausfüllung einer gallertartige Masse und so der Weg zu Glaskörper und Linse. Damit lassen sich bei allen diesen Stämmen ziemlich gleichartige anatomisch-biologische Reihen aufstellen. Gab es für diese parallelen Umbildungen in den verschiedenen Stämmen eine gemeinsame Grundlage, in lichtempfindlichen Zellen, wenigstens auch in den Sehstoffen? Namentlich bei den Arthropoda gibt es die Reihe Einzelaugen - Komplexauge, und bei Insekten die Komplexaugen mit den vielen Einzelaugen/Ommatidien. Konvergenzen aus gleicher Erbgrundlage sollten auch erklären lassen, warum manche **Konvergenzen nicht** oder kaum Beziehungen **zu einer bestimmten Umwelt** (E. BÜNNING 1949, S. 29) nahelegen, so bei Bäumen vielleicht für bei verschiedenen Arten als Variante aufgetretene Schlitzblättrigkeit und mehr noch für die 'pedunculata', die Trauerform. Die spätere Evolutionsforschung kam zur Annahme von Parallelmutationen.

Wenn um das Jahr 2000 die Arten verschiedener Herkunft im molekularen Aufbau ihrer Erbsubstanz verglichen werden, dann zeigen sich Ähnlichkeiten und Unterschiede, die oft vom äußeren Aussehen der Formen stark abweichen, also die äußere Form deutlicher durch Unterschiede in der Erbsubstanz mit Konvergenz

erklären.

Fortgeschrittene und primitivere Merkmale bei demselben Organismus: Spezialisationskreuzung, Heterobathmie

Es gibt kaum Formen, die in ihrer Gesamtheit als unspezialisierte, primitive Formen als Vorfahren bestimmter weiterentwickelter in Frage kommen. Auch "Höherentwicklung" war eine oft zu subjektive Auffassung, um sicheres Kriterium für die Stammbaumaufstellung zu sein. Bei den einzelnen Gruppen **bildeten sich nicht alle Merkmale gleichmäßig in Richtung auf höhere Vollendung um**. Merkmale verschiedener Entwicklungshöhe - eine Aussage darüber vorausgesetzt - können also in demselben größeren Gruppe in verschiedener Weise miteinander gekoppelt sein. Formen, bei denen ein Merkmal oder einige Merkmale einem offensichtlich primitiven Stand blieben, etwa bei den **Lichtsinnorganen**, können bei anderen Merkmalen höher entwickelte Stadien ausgebildet haben. Und andersherum: in vielen Merkmalen und auch der äußeren Gestalt als einfach bis primitiv einzuschätzende Organismen können etwa komplizierte Augen haben. Solches in zahlreichen Merkmalen weit verbreitete **Nebeneinander** primitiver und fortgeschrittener Merkmale wurde bezeichnet als "**Spezialisationskreuzung**". Im 20. Jahrhundert wurde bei A. TAKHTAJAN (1959) im Zusammenhang mit der Erörterung der Evolution der Angiospermen dafür auch der Begriff "**Heterobathmie**" ((1959) benutzt. 'Spezialisationskreuzung' bzw. Heterobathmie hat wie die Konvergenz die **Stammbaumaufstellung erschwert**. Man kann also "in derselben Klasse" des Tierreichs "ein bestimmtes Sinnesorgan, z. B. ein Auge, von ganz einfachen Zuständen bis zur äußersten Kompliziertheit verfolgen" (L. PLATE 1924, S. 1), unabhängig von dem weiterentwickelt wirkenden Zustand anderer Strukturen. Das gilt etwa für die Ringelwürmer und Mollusken. "Es gibt weniger Tiergruppen, bei denen die Augen sowohl nach Zahl und Verteilung am Körper als auch nach histologischem Bau eine solche Verschiedenartigkeit bekunden wie die polychäten Ringelwürmer" (L. PLATE 1924, S. 441), von gänzlich augenlosen Tieren, und dann bei den Annelida in der Mehrzahl Kopfaugen in Gestalt von "epithelialen Becher- und Blasenaugen" (S. 446 ff.). Der Regenwurm *Lumbricus* hat einfache Sehzellen, andere Gattungen der Würmer, *Branchiomma* und *Sabella*, besitzen "Fazettenaugen" (M. NOWIKOFF 1930, S. 106). Aber auch unter den Scyphomedusen gibt bei einigen einfache Sehorgane und bei etlichen anderen "so kompliziert gebaute Augen, daß sie kaum mit der verhältnismäßig primitiven Organisation dieser Tiere harmonieren" (M. NOWIKOFF 1930, S. 104). Es ergibt sich also "daß die bis auf die kleinsten Details sich erstreckende Analogie des Baues von Sehorganen oft mit dem Grade der phylogenetischen Verwandtschaft der Tiere nicht zusammenfällt"

(S. 112). Ein Nebeneinander von einfachen Sehorganen und komplizierteren gibt es manchmal sogar bei einunddemselben "Tierart" (BÜTSCHLI 1921 zit. b. M. NOWIKOFF 1930, S. 122), ja demselben Individuum. Manche **Leuchtorgane**, nicht alle, haben den Augen ähnliche Strukturen (M. NOWIKOFF 1930, S. 135).

Zu Lebzeiten DARWINs war es 1873 ST. GEORGE MIVART in seinem Buch "Man and Apes" der bei seiner kritischen Einstellung zur Abstammungstheorie wohl gern feststellte, daß sich bei einem Vergleich der verschiedensten Affen und Halbaffen keine Linie, keine Art von Stufenleiter, von primitiven Formen zum Menschen, ermitteln ließ. Jede Affenart erschien eine Wesenheit für sich. In die Untersuchung einbezogen waren Skelett-Merkmale, Zähne, Gehirn und auch innere Organe wie die Leber (S. 175, 179). Beim Vergleich des Schädelbaus stellte MIVART fest (S. 103): "The Gibbons are more human than the Orang, Chimapanzee, or Gorilla as to the preponderance of the brain-case of the skull over the bony face. But the smaller American monkeys exceed the Gibbons in this respect, while the Squirrel Monkey exceeds even man himself." Oder (S. 105): "While the Gibbons and Spider Monkeys have relatively longer legs than we have, the Gorilla and Chimpanzees have much shorter ones." Im Gehirnbau erschien keine Kongruenz mit psychischen Leistungen. Schlußfolgerung war etwa (S. 173/174): "The human structural characters are shared by so many and such diverse forms, that it is impossible to arrange even groups of genera in a single ascending series from the Aye-Aye to man ... " Es gibt viele ähnliche Strukturen und "each of which must be deemed to have been independently evolved in more than one instance" (S. 174).

Da viele Merkmale sich nicht aus dem 'Kampf ums Dasein' ableiten ließen, **lehnte** MIVART zusätzlich die **Selektionstheorie ab** (u.a. S. 176). Und HUXLEY (A. DESMOND et al 1994, S. 720) folgte ihm wenigstens teilweise, sah Evolution und Selektion nicht als unbedingt zusammengehörig. Evolution, das zu wahrende Faktum, war auch ohne dauernden Ausfall ungeeigneter Individuen möglich, Evolution erschien '**multikausal**', und auch die Wirkungen von 'Gebrauch und Nichtgebrauch' wurden nicht mehr ausgeschlossen (S. 725).

In anderer Formulierung sprach den Sachverhalt der unterschiedlich starken Umbildung der verschiedenen Organe und Strukturen bei denselben Organismen nach Studien bei Schmetterlingen TH. EIMER (1897) aus im **Gesetz der verschiedenstufigen Entwicklung oder der "Heteropistase"**, genannt auch **Gesetz der unabhängigen Entwicklungsgleichheit oder Homoeogenesis**,

Daß die verschiedenen Eigenschaften in **denselben** Organismem in verschiedenem Grade und nach verschiedenen Richtungen entwickeln können spricht dafür, daß sich die einzelnen Merkmale also unabhängig voneinander umbilden.

A. HANDLIRSCH (1907, S. 1232) gelang es nicht, heutige Insekten-Ordnungsn

aufeinander zurückzuführen und konnte nur unter Einbeziehung fossilen Insekten Lösungen bieten. So meinte HANDLIRSCH von den Mantoidea, den Fangheuschrecken, die ihre "Vorderbeine zu Fangbeinen ungewandelt" haben, daß diese "im Vergleiche mit den Blattoidea", zu denen die Schaben gehören, "eine höhere Stufe" erreicht haben. Jedoch: "Dafür sind sie aber in bezug auf die Cerci und auf die Flügel - sie haben die Subcosta normal erhalten und auch das übrige Geäder nicht so stark vom Urtypus abgeändert." Cerci sind paarige Anhänge am letzten Hinterleibsegment. Es konnte nicht angenommen werden, daß bei den Blattoiden eine Rückbildung der Fangbeine erfolgte. Es fand sich eine gemeinsame Vorfahrengruppe im Paläozoikum, die 'Protoblattoidea'. Manche dieser "erinnern in ihrem Geäder lebhaft an Mantoiden, hatten aber noch keine Fangbeine und einen freien Kopf." In anderen Fällen wurde ebenfalls eine verbindende Vorfahrengruppe ausgemacht, von der die Entwicklung in unterschiedlich starker Abänderung stattfand (S. 1250, 1280).

Im 20. Jh. wurde die getrennte Weiterentwicklung der einzelnen Organe verfolgt von DE BEER, als **Mosaik-Entwicklung** bezeichnet (s. u.).

Einwände gegen die allzu scharf gesehene Trennung der Merkmale blieben nicht aus. Trotz der unabhängigen Umbildung der einzelnen Merkmale mußte im **Gesamtbau soviel Harmonie, soviel Zusammenwirken** bestehen, daß ein Organismus **lebensfähig** war, **mußte Koadaption** sein (K. GUENTHER 1905, S. 194). War das alles so leicht zu verstehen? Einzelmutationen und dennoch durch Einfügung in das Ganze erhalten geblieben?

Der mögliche 'reale' Ablauf der Phylognese - Hypothesen über die Herkunft der verschiedenen Gruppen – Unsinn oder Sinn

Eine volle Einigung über den Stammbaum oder auch nur Teile davon kam nicht zustande, wenn auch Anerkennung vieler Grundzüge. Über die Herkunft vieler Gruppen blieben jedoch stark divergierende Ansichten bestehen, und teilweise bis heute. Etlichen Biologen wurde so die gesamte Stammbaum-Forschung suspekt, ja wertlos zu sein. Statt solcher Spekulationen sollte sich biologische Forschung mit den aktuellen Lebenserscheinungen befassen und dabei ebenso exakte und jederzeit reproduzierbare Ergebnisse, womöglich in „Gesetzes“-Form, zustandebringen, wie die Physik und die Chemie.

Die Stammbaumforschung war aber Anlaß, nach den schon vielen eingehenden Untersuchungen um etwa 1850 von Anatomie und Ontogenese auch zahlreicher wirbelloser Tierarten das noch einmal aufzunehmen und es wurden viele neue Erkennt-

nisse gewonnen. Aber es blieben doch oft einander fast widersprechend **Theorien und noch mehr Hypothesen über die Herkunft einzelner Gruppen.**

Wie unterschiedlich man die Phylogenese sehen konnte wird etwa deutlich, wenn man gegenüberstellt die Auffassung, daß ursprüngliche Meeresorganismen die Vorläufer der **Landorganismen** und auch der sekundären Meeresorganismen sind und die Meinung von HEINRICH SIMROTH (P. EHRMANN 1916 / 1917) in Leipzig, daß **Meeresorganismen** wie die Fische einschließlich der Haie und Rochen und die Krebse **von Landtieren** herkommen, weil unter den Bedingungen des Landes Differenzierung stattfand und durch Vielgestaltigkeit ausgezeichnete Gruppen von Meerestieren vom Lande nach dem Meere einwandern mußten.

Besonders umstritten waren **Parasiten**: viele mochten eine Vereinfachung einstmals viel stärker differenzierter Organismen sein.

Die Entstehung ersten Lebens auf der Erde - fortdauernde Diskussion um die Urzeugung

Mit der Akzeptierung der allmählichen Umbildung der "Arten" war Urzeugung allenfalls an der Basis aller Lebensformen erforderlich, um die Herausbildung der vielgestaltigen Organismenwelt auf der Erde zu erklären. Vor allem durch die Experimente von LOUIS PASTEUR am Ende der 50-er Jahre des 19. Jh., wonach selbst für Mikroben keine Urzeugung möglich schien, geriet Urzeugung generell in den Verruf, mit exakter Wissenschaft nicht vereinbar zu sein und wurde ein dunkles Kapitel. DARWIN bot zuerst keine Meinung über den allerersten Anfang des Lebens auf der Erde und schrieb in der zweiten Auflage des Buches "Origin ..." ganz zum Schluß für den allerersten Lebensanfang sogar von einem imaginären Schöpfer. Mag sein, daß dies mehr ein Zugeständnis an seine christliche Umgebung war, aber "Urzeugung" war eine offensichtlich dunkle Angelegenheit und DARWIN mochte seine Theorie nicht damit belasten.

Gegen die Schöpfung eines allerersten Anfang des Lebens erhob sich aber bald, namentlich in Deutschland, der Einwand, daß dann, wenn eine Schöpfer das allererste Leben schuf, er dann auch bei der nun angeblich ohne ihn erfolgenden Evolution der Organismen hätte immer einmal eingreifen können. Wenn die Herausbildung aller Lebewesen auf natürliche Weise erfolgt war, dann mußte das auch für den Lebensanfang gelten, was etwa HAECKEL betonte. Selbst der gegenüber der Deszendenztheorie kritische RUDOLF VIRCHOW meinte 1887 auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wiesbaden, daß die Urzeugung zwar noch nicht nachgewiesen sei, aber derjenige sie erwarten muß, der an die Schöpfung nicht glauben kann.

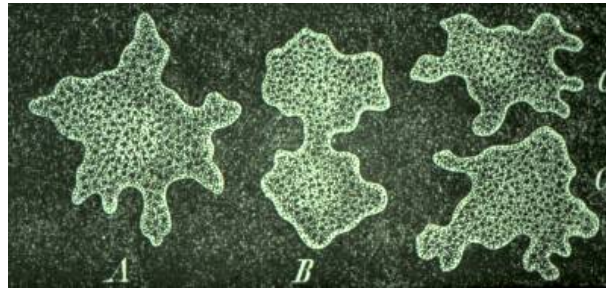


Abbildung 53: HAECKEL: Kernlose Moneren.

War das erste Leben einst durch einen natürlichen Vorgang entstanden, so sollte nach HAECKEL, auch nach HERMANN SCHAAFFHAUSEN, ALBERT KÖLLIKER, CARL WILHELM NÄGELI Selbstentstehung einfachster Lebensformen noch **gegenwärtig** möglich sein. Lebensentstehung aus nichtlebender Materie sollte nicht nur gebunden sein an nicht mehr vorhandene ferne geologische Bedingungen. So viel war von der Urzeugungslehre vieler Jahrzehnte des 19. Jh. auch bei HAECKEL und etlichen anderen noch vorhanden geblieben. Sowohl im Meereswasser bei Nizza, 1866 /18 67 auf der Kanaren-Insel Lanzarote, aber auch in Tümpeln bei Jena glaubte HAECKEL "homogene, strukturlose Organismen" ohne Zellkern als Beleg für ständig neu entstehendes Leben gefunden zu haben. Er nannte diese Formen "**Moneren**". Auch andere Forscher beschrieben dann solche Moneren, die ständig aus lebloser Substanz zustandekämen.

Vor allem aber sollte lebende Substanz ständig am Grunde der Ozeane entstehen, in Gestalt einer schleimigen Masse, des "**Bathybius haeckeli**". Auf der ersten weltumspannenden ozeanographischen Expedition mit dem britischen Schiffe "Challenger" wurde das Gebilde emporgeholt. Der "Bathybius haeckeli" wurde aber bei näherer Untersuchung als leblose Masse festgestellt. Der Zoologe KARL MÖBIUS stellte sie 1876 auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Hamburg künstlich her. Dieser Erkenntnisfortschritt wurde von manchem Evolutionsbiologen nicht so gern aufgenommen, da die Entstehung von Leben aus lebloser Masse nun wieder völlig offen war. HAECKEL verlor einen wichtigen scheinbaren Organismus, der seinen Namen trug.

Da auf der Erde wenigstens unter gegenwärtigen Bedingungen offenbar neues Leben nicht entsteht, suchten manche Forscher eine Lösung für die Lebensentstehung im Weltall. Hier, unter ganz anderen Umständen, wäre Leben entstanden und aus dem Kosmos etwa mit Meteoriten auf die Erde gekommen, was als "**Kosmozoentheorie**" bezeichnet wurde. Einer der Begründer und Anhänger dieser Kosmozoentheorie war der schwedische Physikochemiker SVANTE ARRHENIUS. Gab es Leben im Weltall, dann war Leben vielleicht "ewig", "unerschaffen".

Meteorite wurden auf Spuren von organischen Substanzen oder gar Lebensspuren abgesehen und sie bergen durchaus Kohlenstoff-Verbindungen.

Für die weiterhin ebenfalls erörterte erste Entstehung von **Leben** auf der Erde unter wenigstens in Urzeiten vorhandenen irdischen Bedingungen wurde zunächst mit einem **plötzlichen**, gar **zufälligem Akt** der Lebensentstehung gerechnet. Tatsächlich besitzen alle Lebensformen etwa im Stoffwechsel so viele Gemeinsamkeiten, daß eine einmalige Entstehung wahrscheinlich zu sein schien. Gemeinsam ist allen Lebewesen etwa, daß ihre optisch aktiven Verbindungen l-Isomere (die Polarisationssebene linksdrehend) sind. Dennoch setzte sich im 20. Jh. als viel begründetere Ansicht durch, daß frühes Leben **Ergebnis einer langen Reihe von Reaktionen chemischer Substanzen** auf einer Urerde sein muß, also Ergebnis eines **langen Prozesses**. Es entstanden schließlich Eiweißkörpern, die irgendwann in Gebilde mündeten, die Lebensseigenschaften aufwiesen. Der Entwicklungsphysiologe WILHELM ROUX meinte 1915 (S. 186), daß der künstlichen Herstellung von Leben die "sukzessive" Herstellung und Häufung der einzelnen elementaren Lebensleistungen vorangehen muß. Die Lebensentstehung als einen langen Prozeß mit vorhergehenden zahlreichen Umsetzungen organischer Substanzen erfaßte dann der russische Biochemiker A. I. OPARIN (s. u).

Fossil nicht erfaßbar - die einfachsten Lebensstufen, vom Einzeller zum Mehrzeller

Schalentragende Einzeller wie Foraminiferen und Radiolarien sind fossil durchaus erhalten. Aber wie kam es zu ersten Vielzellern? Über einfache Zellkolonien? Hier versagt die Paläontologie. HAECKEL leitete gemäß seinem Biogenetischen Grundgesetz aus den frühen Entwicklungsstadien der Wirbeltiere, den Morula, Blastula, Gastrula, das mögliche Aussehen der frühesten mehr- und vielzelligen Lebensformen ab, und diese sollten gemäß dem Biogenetischen Grundgesetz wiederholen, was einst in früher Erdperiode, als erste Vielzeller lebte, als im Wasser schwebende Blastula und Gastraea. Die Gastraea ist im Prinzip aufgebaut wie ein einfacher Polyp. Aber keinesfalls in allen Tierstämmen gibt es diese Formen in der Embryonalentwicklung.

Es gibt heute 1-zellige **Grünalgen**, kleine Grünalgen-Kolonien, 4-zellig etwa, gibt kugelige schon vielzellige Kolonien und diese wie *Volvox* mit Differenzierung in vegetative Zellen und solche für die Reproduktion. Man kann diese Grünalgen-Formen **nach aufsteigender Zellenzahl nebeneinander stellen** und daraus eine Entwicklung ableiten. Jedoch bleibt die Realität dieser Stufenfolge offen. Sie ist, wie JOHN TYLER BONNER das 2013 (S. 73) nannte eine "hypothetical des-

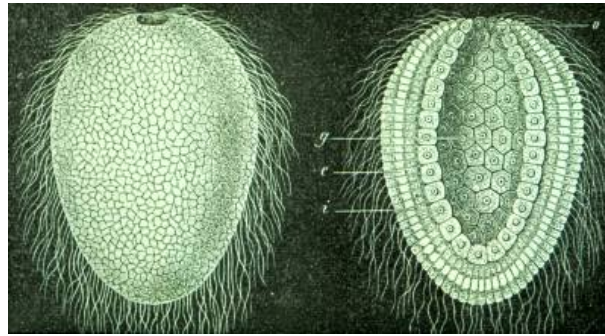


Abbildung 54: HAECKEL: Gastraea.

criptive story". Was hielt Zellen zusammen, was regulierte die Gestalt der durchaus geformten frühern Vielzeller wie *Volvox*?

Die allgemeinen Merkmale aller Organismen und ihre mögliche Phylogenie

Immer wieder und auf der Grundlage neuer Erkenntnisse im 20. Jahrhundert verstärkt wurde gerade **den großen Schritten** in der Evolution und den dabei stattfindenden Abänderungen Aufmerksamkeit zuteil (S. B. CARROLL 2001). Das waren etwa die Entstehung der Autotrophie, der Photosynthese, der Vielzelligkeit, der Zelldifferenzierung, der Bildung von Stützelementen, zunehmende innere Komplexität, der Übergang vom Wasser - zum Landleben und damit von der Wasserumgebung mit gelösten Gasen in eine reine Gasumwelt mit Wasser nur in Dampfform. Möglichst alle Merkmale der Lebewesen sollten aufeinander zurückgeführt werden.

Zunächst waren es einmal eher Unterschiede gewesen, überbrückbare Unterschiede, aufeinander weisende Differenzen, Rassen bei den Arten oder ähnliche aber dennoch klar unterscheidbare Arten, die zu Gedanken über die Evolution führten (McCLUNG 1926), während die Gesamtheit aller Wesen auch mit dem von einem Weltgeist oder dergleichen vorgegebenen Bauplan übereinstimmen mochte. Aber die über die gesamte Organismenwelt oder wenigstens große ihrer Teile bestehenden Gemeinsamkeiten ließen nun auch im Lichte der Evolutionstheorie über sie nachdenken.

Das Streben nach der Zurückführung möglichst vieler Eigenschaften aufeinander beruhte auf dem anerkannten Ziel, daß die Naturwissenschaft möglichst alle **Phänomene auf ein oder wenigstens wenige allgemeine Prinzipien zurückführen** könne und müsse. Es erschien auch als eine Frage der "Denkökonomie".

Der Botaniker und namentlich Zellforscher STRASBURGER sagte in diesem Sinne 1880 (S. 65) auf der 53. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Danzig, daß es "eine hohe Befriedigung für unseren Geist" bietet, "wenn es demselben gelingt, eine Summe von Unbekannten auf nur ein Unbekanntes zurückzuführen, und somit die Zahl der Unbekannten zu verringern" – damals gemeint als die Zurückführung aller Lebenserscheinungen auf das Protoplasma. Der Physiologe MAX VERWORN vertrat 1905 (S. 6) die Ansicht, daß die Naturwissenschaft nur dann eine Weltanschauung betrachten darf, "wenn es gelungen ist, die gesamte Welt der Erfahrungen aus einem einheitlichen Prinzip herzuleiten, das auf allen Einzelgebieten das gleiche ist. Ein Pluralismus oder auch nur ein Dualismus widerstreitender Prinzipien in verschiedenen Erfahrungskreisen ist kein Endpunkt der Erkenntnis. Es liegt im Begriff der Erkenntnis, daß sie reduktiv wirkt, indem sie eine Vielheit der Dinge auf gemeinsame Prinzipien zurückführt." Der Erkenntnisprozeß müsse zu einem Monismus der Prinzipien führen.

Diese Auffassung, wurde später erkannt, hat auch ihre Probleme.

Die Entstehung der bei allen oder den meisten Organismen vorkommenden Merkmale wie **Sexualität, begrenzte Lebensdauer, Regeneration** versuchte namentlich AUGUST WEISMANN zu klären.

STRASBURGER sah ein Stärkerwerden der diploiden Generation im Pflanzenreich, bei den Algen, als evolutionären Fortschritt (s. a. G. TISCHLER 1913).

Speziellere auch große Errungenschaften wurden als Zutat zu bestehenden Eigenschaften zu deuten versucht. PAUL EHRLICH hatte 1901 etwa geäußert (S. 914), daß "Vorgänge, die denen der Antikörperbildung vollkommen analog sind, ... sich im Haushalt des normalen Stoffwechsels fort und fort" abspielen, die **Immunscheinungen** also keine eigenständige Lebenserscheinung darstellen, sondern mit dem Stoffwechsel zu tun haben. Der Botaniker HABERLANDT meinte (1905 b, S. 446), daß die 'Perzeptionsorgane' der Pflanzen für äußere Reize so sehr den **Sinnesorganen** der Tiere vergleichbar wären, daß man auch bei den Pflanzen von 'Sinnesorganen' sprechen könne, wobei man nicht von der histologischen, sondern der physiologischen Vergleichbarkeit ausgehen müsse. Ja, HABERLANDT sagte auch (1905 a, S. 87), daß gerade "dasjenige", was das Tier- und das Pflanzenreich "am tiefgreifendsten zu trennen schien", die Reizaufnahme, zu einer "weitspannenden Brücke geworden" ist, "die beide Reiche verbindet". BÜTSCHLI wies diese Auffassung von HABERLANDT jedoch scharf zurück.

HAECKEL schrieb 1866 von einer "Theorie de Zellseele", meinte später, daß auch die Kristalle "Seelen" besäßen, verband also gar Eigenschaften anorganischer Gebilde direkt mit den Organismen und **von den Kristallen her** sollte die **Beseelung** in aufsteigender Linie bis zum Menschen zugenommen haben. Die

'psychischen Vorgänge' im 'Protistenreich', die VERWORN bestätigt habe, sollten die Brücke bilden, welche die chemischen Prozesse in der 'un'organischen Natur mit dem Seelenleben der höchsten Tiere verbindet (E. HAECKEL 1899 / 1924, S. 55). Allerdings von der 'Konzeption beseelter Atome' distanzierte sich VERWORN (1904).

Selbst grundlegende Eigenschaften in der Organismenwelt wurden etwa für Pflanzen und Tiere wenigstens zunächst auch als **unabhängig voneinander entstandene** Konvergenz-Bildungen gesehen. Die Übereinstimmung der Kern- und Zellteilungs-Vorgänge im Tier- und Pflanzenreich sah STRASBURGER (1880, S. 374), der die Gemeinsamkeit durchaus hervorhob, nicht als eine "Homologie", sondern meinte, "dass es sich hier um in der Natur des Protoplasma selbst begründete Gestaltungsvorgänge handelt, die unzählige Mal, unabhängig voneinander entstanden sind und sich aus den Eigenschaften des Protoplasma gleichsam wie ein Kristallisationsvorgang unmittelbar ergeben." Das erinnerte an SCHWANNs Vorstellung von der Zellbildung als Kristallisationsvorgang.

Die Grundzüge in der Ausbildung der Tier-Körper - Ableitung der Grundstrukturen

Von den Coelenterata über verschiedene 'Würmer' ging die Evolution zu Articulata und Vertebrata. Zahlreiche Zoologen und oft die führenden waren in den letzten Jahrzehnten des 19. Jh. und dann im 20. Jh. daran beteiligt an zahlreichen Untersuchungen von Würmern der verschiedener Stämme zu ermitteln, **wie die Radiärgestalt** der Coelenterata **in die bilaterale** der Würmer überging und zur Trennung von Mund und After aus dem einheitlichen Verdauungskanal der Coelenterate kam, wie sich etwa das Cölom, die Blutgefäße, die Exkretionsorgane und anderes ausbildeten. Es ging um die großen Ableitungen. A. LANGs Werk zur "Trophocöltheorie" von 1903 bietet mit seinen reichen Literaturangaben und Rezensionen ein Bild davon. Vor allem die **Ringelwürmer/Annelida**, von den meerbewohnenden Polychaeta über die Oligochaeta bis zu den Hirudinea wurden auf ihre Anatomie wie ihre Embryonalentwicklung eingehend untersucht. Das Cölom ist die zwischen Verdauungstrakt und Außentrakt gelegene Leibeshöhle, die von 3. Keimblatt, dem Mesoderm, umschlossen wird und in der sich Herz, Lunge, Niere usw. befinden. Der Begriff 'Cölom' stammt von HAECKEL (A. LANG 1903, S. 180).

Stammbaum-Forschung im einzelnen

Viele Zoologen und Botaniker versuchten sich darin, die einzelnen Zusammenhänge in der Phylogenese zu klären, also aufzufinden, wer von wem herkommt, **Stammbäume** für **die einzelnen Gruppen** aufzustellen. Vergleichende Anatomie wie Keimesentwicklung und natürlich Fossilien hatten dem zu dienen.

Selbst ein einziger Fund konnte für eine Hypothese erhalten, denn das 1883 von F. E. SCHULZE an einer Aquarienwand im Grazer Zoologischen Institut gesehene flache, wenige Millimeter große, aus 3 Zell-Schichten bestehende *Trichoplax adhaerens* erschien OTTO BÜTSCHLI 1884 als ähnlich der **möglichen Stammform aller Metazoa**, von ihm "Placula" genannt. Das Tierchen blieb dann erst einmal bis 1971 nicht mehr gesehen, als es KARL GOTTLIEB GRELL in Tübingen wiederfand und es als einzigen Repräsentanten eines ganzen Tierstammes, der Placozoa, ansah.

Schlüsselgruppe blieben die Würmer und dabei besonders die Ringelwürmer/**Annelida**. Einerseits galten die radiären Coelenterata, die Medusen etwa, als ursprünglich und es war zu klären, wie sie in die bilateralen Wurmgruppen übergingen. Andererseits galt es von den Annelida her den Weg **zu den Arthropoda** wie den so anders ausgestatteteten Wirbeltieren und **den Deuterostomia** überhaupt zu ermitteln. Für den umstritten bleibenden **Ursprung der Wirbeltiere** sah etwa ANTON DOHRN (1875) bei jungen Wirbeltieren in den Kiemenbögen eine Metamerie wie bei den Ringelwürmern/Annelida und wollte bei den Ringelwürmern die Wurzel der Vertebrata sehen. Ähnlichkeiten erschienen zwischen den Ctenophora/Rippenquallen und den etlichen Plathelminthes/Plattwürmer, den 'Polycladen' unter den Turbellaria (A. LANG 1887, S. 56). ALEXIS KOROTNEFF (1886) beschrieb einen von ALEXANDER KOWALEWSKY im Roten Meer und von ihm selbst viel später auf einer kleinen Koralleninsel westlich von Sumatra gefundenen Organismus, der im Äußeren wie eine Polyclade, also ein Strudelwurm, aussah, aber "zwei laterale, ctenophorenähnliche, ausstülpbare Tentakel aufwies" und so **zwischen den Strudelwürmern und den Rippenquallen zu vermitteln** schien und der *Ctenoplana Kowaleskii* genannt wurde. Seine Präparation war außerordentlich schwierig. Der aus Moskau stammende KOROTNEFF war 1887 Professor an der Universität Kiew geworden und war auch Direktor am russischen Institut für Meeresbiologie in Villefranche an der französischen Mittelmeerküste (R. B. GOLDSCHMIDT 1959, S. 41). Hinsichtlich der 'Abstammung der Anneliden' und der so wichtigen Entstehung der Metamerie heißt es dann bei EDUARD MEYER, Warschau, 1891 etwa "Meines Erachtens" (S. 299), "Vorfahren der Ringelwürmer stelle sich mir vor ..." (S. 299), "können wir uns ... denken" (S. 300), "meiner Meinung nach" (S. 301), "geführt haben müsse" (S. 301). "habe ich mir

nun folgende, bis jetzt allerdings durchaus hypothetische Ansicht gebildet" (S-302), "wir annehmen müssen" (S. 302) und das alles wohl ehrlicher und angenehmer als manche rechthaberische Polemik.

Nach den vielen vielen Diskussionen auch im 20. Jh. haben sich mit der Molekulargenetik die Möglichkeiten zur Auffindung der wahren Verwandtschaften gewaltig erhöht.

Die biologische und die kulturelle Menschwerdung in den Debatten vor und um 1900

Erste Bekenntnisse zur Evolution der Menschen

DARWIN berührte in seinem Buche "On the Origin ..." von 1859 die Herkunft des Menschen nicht. Es war jedoch unausbleiblich, daß bei Anerkennung der Deszendenztheorie der Mensch nicht ausgespart bleiben konnte.

Bis um 1900 und auch darüber hinaus waren **Zeugnisse primitiver Menschen** oder gar von Übergangsgliedern zu den höheren Primaten nur in geringer Zahl bekannt.

Im Jahre 1856 war der weltberühmt gewordene Schädel aus dem Neandertal gefunden und durch CARL FUHLROTT vorgestellt worden, jedoch sein hohes Alter namentlich von RUDOLF VIRCHOW wurde das hohe Alter des "Neandertaler" bezweifelt, der Schädel einem in die Höhle verschlagenen Irren zugeschrieben und für manche Forscher noch keine Beweis für die Existenz von vorzeitlichen Menschen gesehen. Häufiger als Skelettreste waren andere Hinterlassenschaften früher Menschen bekannt geworden. In Höhlen und Flußschottern waren urtümliche Werkzeuge gemeinsam mit Resten von in Europa längst ausgestorbenen Säugetieren gefunden worden.

Auseinandersetzungen um die natürliche Herkunft begannen zwischen 1863 und 1865. Im Jahre 1863 veröffentlichte THOMAS HENRY HUXLEY das Buch "Man's Place in Nature", das im gleichen Jahre auch in deutscher Übersetzung unter dem Titel "Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur" erschien. Der vielseitige Wissenschaftler HUXLEY, manchmal als "DARWIN's Bulldogge" bezeichnet, verglich in diesem Buche körperlich bis in Einzelheiten den Menschen mit den Affen, vor allem den höheren. Zuletzt von RICHARD OWEN behauptete Unterschiede im Bau einiger Gehirnteile bei Affen und Menschen hatte HUXLEY nicht bestätigen können., womit nach seiner Meinung die scharfe psychische Trennung des Menschen gegenüber dem Tierreich aufzugeben war.

Im gleichen Jahre 1863 veröffentlichte CH. LYELLS sein Buch "The Geological Evidence of the Antiquity of Man ...", von dem 1864 eine deutsche Übersetzung erschien. In dem Buche werden die bis dahin bekannten Nachweise vorzeitlicher Menschen und deren zeitliche Einordnung zusammengestellt, aber die Herkunftsfrage wird kaum berührt. In Deutschland hat ERNST HAECKEL im Oktober 1865 in einem "Privat-kreise" in Jena "Ueber die Entstehung des Menschengeschlechts" gesprochen.

Bald wurden philosophische, "weltanschauliche" Probleme berührt, die Menschenherkunft mit religiösen Ansichten und rassistischen Gedanken konfrontiert.

Für TH. H. HUXLEY - und für andere Forscher - war die Herkunft des Menschen aus dem Tierreich keine Schande, sondern ließ im Sinne des Fortschrittsdenkens im 19. Jh. hoffen, daß der Mensch, wenn aus einfachen Verhältnissen stammend und dennoch schon weit vorangekommen, noch weiterschreiten wird. Bei HAECKEL liest sich das 1865 (1878, S. 57) mit: "Weit entfernt, eine Verschlechterung und Erniedrigung des Menschen herbeizuführen, wird die Erkenntnis seiner Abstammung im Grossen und Ganzen nur zu seiner Verbesserung und Veredelung dienen, und den Fortschritt seiner geistigen Entwicklung und Befreiung in ungewöhnlichen Maasse beschleunigen." Gegen die Logik dieser Gedanken kann es gewiß Einwände geben. In seinem Vortrag von 1865 klagte HAECKEL ohne Namensnennung auch angebliche "herrschaftsüchtige Priester" an (S. 33), die durch DARWINs Theorie ihre Herrschaft gefährdet sahen (S. 37), während "die Wissenschaft die erlösungsbedürftige Menschheit von den tyrannischen Fesseln des Aberglaubens und der Autoritätsherrschaft befreit" (S. 38). Manchmal wurde nur diese Seite von HAECKELs Weltbild betont.

EMIL SELENKA stellte auch die **große Ähnlichkeit der Embryonen des Menschen** und denen etlicher von ihm untersuchter Affen, Gibbon, *Semnopithecus*, *Macacus*, fest (G. SCHWALBE 1904, S. 22). Nur durch die gemeinsame Wurzel war das zu erklären. EMIL SELENKA war mit 26 Jahren 1868 Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie geworden. 1874 ging er an die Universität Erlangen. Zusammen seiner Ehefrau M. LEONORE SELENKA reiste er in südostasiatische Affenregionen. Die auch in der Frauenbewegung sehr tätige Frau setzte das nach Erkrankung und Tod ihres Mannes fort. Wegen der **Unspezialisiertheit des Menschen** gegenüber den für spezifische Habitate wie etwa Bäume spezifisch ausgerüsteten Affen, wurde für die Menschen eine frühe Abzweigung von gemeinsamen Vorfahren zugebilligt. Ja es wurde gar gemeint, daß, etwa nach Ansicht von KLAATSCH, der Mensch an die frühesten Säugetiere anknüpft, gar an Vorläufer der Halbaffen, der eozänen 'Pseudolemuriden'. Damit erfreute man vielleicht jene, welche nicht Menschenaffen zu gar zu nahen Verwandten haben wollten, aber der Mensch schied damit aus dem Tierreich nicht aus. Die Evolution geht aben von

wenigen Vorfahren-Formen aus in dem als Radiation bezeichneten Prozeß. Und wie viele Gruppen oder gar Individuen standen an der Wiege jener Wesen, die zum Urmenschen hinführten?

Angebliche ungleiche Höherentwicklung zu den jetzigen Menschen

Schon bald wurde die Ansicht von der **Herkunft der Menschen aus dem Tierreich** aber auch benutzt, um die **Ungleichheit der Menschenrassen** zu begründen. Nach DARWINs und auch HAECKELs Auffassung ging die Evolution in kleinen Schritten vor sich. Der Weg von höheren Affen zum Menschen sollte über zahlreiche Zwischenstufen abgelaufen sein. Manche heutige Rassen und Völker sollten auf solchen Zwischenstufen stehen geblieben sein und nur einige sind bis zu den höchst heutigen Menschen weitergeschritten. Manche heute lebenden Völker galten HAECKEL als überlebendes Bindeglied zwischen Menschenaffen und dem angeblich an der Spitze der Menschenevolution stehenden weißhäutigen Europäer. Manche Völker waren also so etwas wie "lebende Fossilien". HAECKEL meinte zwar großzügig, daß selbst die Europäer "durchaus nicht beanspruchen" dürften, der Affenverwandtschaft "vollständig fremd zu sein" (Ausgabe 1924, S. 350), aber die "wollhaarigen" Menschen sollten den Affen doch viel näher stehen als die "schlichthaarigen" "Kaukasier". Die "Wollhaarigen" sollten deshalb "einer wahren inneren Kultur und einer höheren geistigen Durchbildung ... unfähig" sein, "auch unter so günstigen Anpassungsbedingungen", wie sie gemäß HAECKELs Ansicht in den USA gegeben sind. HAECKEL schrieb sogar einmal (1869, S. 20) von "manchen Säugetieren", "die sich vielleicht über die niedersten Menschenstufen erheben." Besonders niedrig setzte HAECKEL die Papua, die Hottentoten, die Akka. Auch die den Affen nächststehenden Menschenrassen sollten Entwicklungspotenzen besitzen und bei HAECKELs Glauben an die "Vererbung erworbener Eigenschaften" mußte das erst recht der Fall sein, aber erst in langen Zeiträumen sollten sie aufsteigen können.

HAECKELs unbewiesene Abwertung fremder Völker fand die berechtigte Kritik von Wissenschaftlern, auch solchen, die gern als konservativ und religiös belächelt wurden. R. VIRCHOW entgegnete 1876 HAECKEL wegen der diskriminierten Ureinwohner Neuguineas: "Jede Berührung mit den Papuas zeigt ein relativ entwicklungsfähiges Volk." Der Kieler Botaniker JOHANNES REINKE schrieb 1907 (S. 26): "Die Leichtfertigkeit dieser dreimal wiederholten Behauptung, daß die Seele der Naturmenschen denen der Hunde, Pferde usw. näher stünde als der der Kulturmenschen, halte ich für eine ganz ungeheuerliche. Haeckel hat für sie auch nicht den Schatten eines Beweises zu erbringen gesucht. Ist das etwa wissenschaftlich?"

Ständen solche Völker bei ihrer Entdeckung noch auf einer neolithischen Stufe, o **lernten** sie **sehr schnell** die besseren Eigenschaften der europäischen Stahlläxte kennen und tauschten sie sogar mit überzogenem eigenen Tauschangebot ein.

”Evolution” in den eher geistigen Bereichen der Menschen

Auch unabhängig von der Deszendenztheorie wurde die **geistig-kulturelle Entwicklung** der Menschheit erörtert und dafür ebenfalls oft bis in die Neuzeit der Begriff ”Evolution”, gar ”kulturelle Evolution”, verwendet. Diese geistig-kulturelle ”Evolution” beruhte augenscheinlich nicht auf biologischen Umbildungen im Gehirn, sondern auf der Tradierung, der Weitergabe der kulturellen Errungenschaften vor allem an die folgenden Generationen. Die Gehirne etwa des altgriechischen Philosophen PLATO(N) und eines führenden Gelehrten des 20. Jh. unterschieden sich wohl nicht mehr, als sich eben Gehirne gegenwärtiger Denker unterscheiden. Die geistig-kulturelle Entwicklung vollzog sich sehr viel rascher als die biologische Evolution. In oft kurzen Zeiträumen wechselten Stilformen und Moden, die manchmal wiederkehrten und von denen etliche auch in der Gegenwart Anklang fanden. Von den Anfängen abgesehen, entwickelten sich Wissenschaft und Technik nur in wenigen Jahrtausenden und beschleunigt in wenigen Jahrhunderten .entwickelten sich Wissenschaft und Technik, wenn von den sicherlich

Auch für die geistig-kulturelle Entwicklung wurden Stufenfolgen aufgestellt. Entwicklungsstufen in der Menschheitsgeschichte wurden auch aufgestellt lange vor der Diskussion um die biologische Evolution der Menschen aus dem Tierreich, also unabhängig von der biologischen Evolutionstheorie. SCHLEICHER in Jena leitete Sprachen voneinander ab und sein **Stammbaum von Sprachen** war für HAECKEL Anregung zur Aufstellung von Stammbäumen für Lebewesen.

Stufenfolgen für kulturelle Erscheinungen wurden schon vor der allgemeinen Akzeptierung einer biologischen Evolutionstheorie aufgestellt, auch ohne vordergründige Überlegungen einer Herkunft der Menschen aus dem Tierreich. Sie waren also ein Ergebnis historischer Überlegungen und Forschung.

Der Gedanke von Stufen im Fortschritt fand sich in der Antike bei LUKREZ. Im 19. Jh. benannte seit 1818 Stufen der materiellen Kultur, Stufen der Werkzeugbenutzung, der dänische Vorgeschichtsforscher und Museumsfachmann CHRISTIAN JÜRGENSEN THOMSEN. Schon als noch junger Gelehrter versuchte er die in Dänemark gesammelten prähistorischen Überreste chronologisch zu ordnen und kam zu der noch heute benutzten groben Abfolge von Steinzeit, Bronzezeit und Eisenzeit (N. SPJELDNAES 1976). Diese an Museumsobjekten abgeleitete Stufenfolge bestätigte THOMSENs junger Mitarbeiter JENS JACOB WORSAAE bei

Ausgrabungen im Gelände. Übernommen und ausgebaut wurde diese Stufenfolge von dem Schweden GUSTAV OSCAR MONTELIUS. Die Steinzeit teilte MONTELIUS dann in "Paläolithikum" und "Neolithikum" und unterschied weitere prähistorische Unterabteilungen. Der Franzose GABRIEL DE MORTILLET unterschied 14 prähistorische Epochen, darunter für die Steinzeit Chellean, Acheulean, Mousterian, Solutrean, Magdalenian. COMTE, der Begründer des Positivismus, hat in der geistigen Entwicklung der Menschheit ein religiöses, ein metaphysisches und ein positivistisches Stadium unterschieden. In das dritte, das letzte Stadium sollten derzeit die zivilisierten Europäer eintreten und damit wäre das Ende von Götterglauben und metaphysischer Spekulation zugunsten einer völlig versachlichten Wissenschaft eingeläutet. Auf MARX und ENGELS geht eine auf den Besitz an Produktionsmitteln und damit der Ausbeutungsverhältnisse begründete Folge historischer "Formationen" zurück, wobei zwar vor- und frühgeschichtliche Verhältnisse am Anfang standen, aber bis zum Erscheinen von DARWINs Buch von 1859 keine Überlegungen zur biologischen Herkunft erörtert wurden. Auf die Urgesellschaft mit Gemeinbesitz folgte eventuell die "asiatische Produktionsweise", dann eine angeblich allgemeine Sklaverei, unter Nutzung namentlich zahlreicher gekidnappter Fremdklaven, dann der Feudalismus, der Kapitalismus und ein zukünftiger Sozialismus und Kommunismus sollte die gesellschaftlichen Widersprüche lösen. Der englische Ethnologe Sir EDWARD BURNETT TYLOR, der eine festliegende kulturelle Stufenfolge, eine "Evolution", in besonderem Maße annahm, meinte (s.1873, S. 96): "Die gebildete Welt Europas und Amerikas stellt praktisch einen Masstab auf, wenn sie die eigenen Nationen an das eine Ende der sozialen Reihe und die wilden Stämme an das andere Ende derselben stellt, während die übrige Menschheit innerhalb dieser Grenzen vertheilt wird, je nachdem sie mehr dem wilden oder mehr dem zivilisierten Leben entspricht!" Die Stufen belegte TYLOR mit den Termini wie Wildheit, Barbarei, höhere Zivilisation. TYLOR gab allerdings auch zahlreiche Abweichungen, Unregelmäßigkeiten, ja auch Rückentwicklungen zu bedenken. Auch religiöse Vorstellungen, vom "Animismus" zum "Monotheismus", wurden von TYLOR auf einer Entwicklungsstufen darstellenden Skala plaziert. Der Amerikaner LEWIS HENRY MORGAN 1846 adoptiert vom Indianerstamm der Seneca, lieferte eine Stufenfolge für die Sexual- und Familienbeziehungen. Seiner Meinung nach stand am Anfang eine allgemeine Promiskuität und führte erst später zur Ehe (Seitensprünge abgerechnet). Später wurde gefunden, daß unregelmäßiger Sexualverkehr keineswegs Allgemeines bei allen einfachen Völkern ist, wie ihn fälschlicherweise auch MARGARETE MEAD auf Samoa sehen wollte.

Der Leipziger Historiker KARL LAMPRECHT wollte für eine historische Stufenfolge möglichst zahlreiche sich verändernde Gegebenheiten berücksichtigen. Debatte wurde, ob kulturelle Errungenschaften im Normalfall einmal erlangt wurden

oder unabhängig voneinander zwei- oder mehrfach zustandekamen. Der weitgereiste Völkerkundler ADOLF BASTIAN meinte, daß alle Menschen denselben Geist und damit dieselben in der Menge begrenzten "Elementargedanken" besitzen (vgl. u.a. von den STEINEN 1905). Bei gleichartigen Beobachtungen ihrer Umwelt gelangten die Menschen überall mit Notwendigkeit zu gleichartigen Lösungen. Sie schufen daher überall die gleichen "Urtypen" von Waffen und Werkzeugen. Die unterschiedliche Umwelt förderte und hemmte, variierte in den Einzelheiten. Ebenso gäbe es überall auf der Erde vergleichbare Göttergestalten, die eben im sonnigen Griechenland nur freundlicher und lebenszugewandter als im nebligen Nordeuropa waren. Diese Annahme von "Elementargedanken" ließ sich verbinden mit der Ansicht, daß die verschiedensten Völker in den verschiedensten Regionen der Erde in der Ausbildung von Werkzeugen, benutzten Materialien, in der Familienstruktur, den Sitten und auch den religiösen Vorstellungen dieselben **Stufen**, Stadien, durchliefen. Etliche Ethnographen waren von der Unvermeidlichkeit einer **bei den verschiedensten Völkern durchlaufenen Stufenfolge** überzeugt. Gemäß vorliegender Errungenschaften konnte ein Volk einer bestimmten Entwicklungsstufe zugeordnet werden. Fortgeschrittensein und Rückständigkeit konnten so den Völkern zugeordnet werden - eine teilweise fatale Auffassung, vor allem wenn sie rasche Weiterentwicklung nicht anerkannte. Gerade für die Annahme einer fast zwangsläufigen Stufenfolge in der "kulturellen Entwicklung" wurde der Terminus "Evolution", auch "social evolution" (L. H. MORGAN), verwendet.

Schon im 19. und noch mehr im 20. Jh. wurde die allgemeine Gültigkeit von Stufenfolgen in der Völkerentwicklung bezweifelt, und sie vor allem nicht mehr als gültiges Maß für Fortschritt oder Rückständigkeit angesehen. Der Eigenwert andersartiger Kulturen, auch ohne Metallbenutzung, wurde anerkannt. In Urwaldgebieten in Neuguinea gab es eben keine Metallurgie, ohne daß die dort lebenden Menschen deshalb nun besonders rückständig einzuschätzen waren. Auch in Europa ist die Metallurgie schließlich keine Angelegenheit von jedermann, von vielen nicht, die Anspruch auf kulturelles Renommee erheben. Bereits 1876 (S. 31) meinte R. VIRCHOW, daß zumindestens bei isolierten Völkern nicht gelte, daß derjenige "Menschenstamm" am niedrigsten einzuschätzen sei, "der die geringste Summe von Culturwerbungen gesammelt habe; ..."

Statt allgültiger Evolution plädierten Ethnographen und Anthropologen zunehmend für nur **an einem einzigen Orte entstandene Errungenschaften**, die sich dann von Volk zu Volk zwar **ausbreiten** konnten, aber eben nur ein einziges Mal erdacht worden waren. Einzelne, vielleicht niemals wiederkehrende "Genies" schufen, konsequent weitergedacht, dann möglicherweise die entscheidenden Errungenschaften der Menschheitskultur. Die Zufälle der Ausbreitung und Isolierung, das Ankommen von Errungenschaften von anderswo waren dann für die

Höhe einer Kultur maßgebend. Bei allen mochten sich weiterhin bestimmte Gedanken fortbilden. Eingewandt wurde, daß bei Anerkennung von Ausbreitung einmal gelungener Erfindungen und Errungenschaften leicht der Eindruck entstand, daß schöpferisches Denken namentlich von wenigen Völkern ausgehen konnte. Wenigen erfinderischen Menschen vielleicht nur in wenigen Völkern oder "Rassen" stand die Masse der nur Aufnehmenden, der Passiven, gegenüber.

Die Entstehung mancher oder gar vieler Errungenschaften nur in bestimmten "Kulturkreisen" sprach für die Möglichkeit zahlreicher Eigenwege in der kulturellen Entwicklung. In Deutschland vertraten derartige Gedanken zuerst etwa BERNHARD ANKERMANN und FRITZ GRAEBNER. Der vor allem mit der Südsee vertraute Ethnolog GRAEBNER verwies (1905) auf kulturelle Besonderheiten im östlichen Melanesien, auch auf die polynesishe Seefahrerkultur mit Einauslegerbooten, Dreieckssegel, Drillbohrer, dem Tritonshorn als Signalinstrument, dem Tabu-Wesen, anderswo fehlende Dinge. Der allerdings recht umstrittene Berliner Agrarhistoriker EDUARD HAHN (P. HONIGSHEIM 1929) bemühte sich über Jahre hindurch nachzuweisen (1903,1906) daß die seiner Ansicht nach vom ursprünglichen Hackbau stark unterschiedene Pflugkultur nur ein einziges Mal, an einem einzigen Orte, irgendwo in Vorderasien, entstanden war. Rinder wurden nach HAHNs Ansicht zuerst für kultische Zwecke gehalten, dann erst und irgendwo zuerst zum Ackerpflügen eingesetzt. Bei der Ausbreitung in andere Regionen verlor die Pflugkultur manchmal einige ihrer Bestandteile. Manche Völker in Afrika halten Rinder, pflügen aber keine Äcker. Die Chinesen sind Rinderhalter, aber nutzen viel weniger die Milch.

Manche ernstzunehmenden Biologen, die durchaus insgesamt auf dem Boden der Evolutionstheorie standen, wollten aber den **Menschen** nicht nur auf die für die anderen Lebewesen als gültig angesehenen Evolutionsfaktoren zurückführen, ihm eine **Sonderstellung** auch in der Herkunft einräumen, so. A. R. WALLACE (1870). Die Annahme einer Sonderstellung der Menschwerdung bei Anerkennung der Evolutionstheorie im Grundsätzlichen durchzog die Debatten um die Evolution immer wieder, auch im 20. Jahrhundert.

Die **Entstehung der menschlichen Gesellschaften**, auch des **Staates**, auf die Faktoren der Evolution zurückzuführen, auf Variabilität und Auslese, brachte 1894 (dtsch. 1895) in England BENJAMIN KIDD (D. P. CROOK 2004) in seinem ebenfalls Aufsehen erregenden Buch 'Social Evolution'/'Soziale Evolution'. Stabile Gesellschaften sind verwahrlosten überlegen. Er warnte seine Zeitgenossen, Armut einreißen zu lassen und die Zustände der Französischen Revolution wiederzuerwecken. KIDD war für die Religion, da sich in Völkern mit Religion die Menschen dem Gemeinwohl unterordnen und sah Gefahr von sich erhebender intellektueller Entwicklung. Er meinte (in 1895, S. 261): "Wenn zu einer gegebenen

Zeit die intellektuelle Entwicklung einer bestimmten Gruppe ihre ethische Entwicklung überholt und hinter sich gelassen hat, so scheint die natürliche Selektion sie auszureuten, wie jedes andere unnütze und ungeeignete Gebilde.”

Merkmals-Phylogenie statt Sippen-Phylogenie

Erklärung der Herkunft der grundsätzlichen und speziellen Merkmale durch Evolution

Bei Anerkennung der Evolutionstheorie wurde erwartet, daß es **keine Eigenschaft** gibt, **die nicht ihre Vorstufen hatte**, daß keine Eigenschaft völlig isoliert auftrat, ob als homologe oder auch analoge Merkmale. Die wunderbare Struktur vieler Merkmale konnte dazu führen, an einen übernatürlichen Konstrukteur zu denken. Aber all die noch unvollendeten, ja teilweise simplen Vorstufen, die sich irgendwo bei Tieren oder Pflanzen finden und nicht bei den Trägern der vollendeten Merkmale, lassen die allmähliche Entstehung einleuchtend erscheinen (s. a. B. RENSCH 1991, S. 86). Mit **'Gradienten'** kamen die komplexen Anpassungen zustande, ob für Augen oder Mimikry (R. DAWKINS 2016 b, S. 396). Solche zu beachtenden Vorstufen müssen nicht bei jenen Lebewesen vorkommen, die als Vorfahren weiterentwickelter gelten müssen. Es besteht eben Spezialisationskreuzung, Primitivaugen etwa und 'fortgeschrittenere' andere Merkmale bei derselben Spezies oder . viel besser ausgestattete Augen neben manchen viel einfacheren Strukturen. Merkmal-sphylogenetik erschien etwa dem Botaniker W. ZIMMERMANN (1930, S. (34)) sicherer als Sippenphylogenie. HUBERT MARKL (1983, S. 45), unter anderen hohen Ämtern 1996 - 2002 Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, sagte hundert Jahre nach DARWINs Tod, daß für **”viele überaus komplex erscheinende Merkmale finden sich in der Natur so viele Vor- und Zwischenstufen, daß deren Entstehung durch schrittweise Vervollkommung zwanglos nachvollziehbar erscheint”** (Hervorhebung durch ZIRNSTEIN) und so DARWIN gerechtfertigt ist. 'Vorstufen', die auch sonstwo im System verteilt sein können. Ja **die grundsätzlichen Merkmale** waren **schon bei den einfachsten, den 1-zelligen Lebensformen** zu erwarten. Reizbare Fasern bei Bakterien mochten dann erste Vorstufe kontraktile Elemente bei Mehrzellern sein, wobei vielleicht nicht unbedingt die Flagellen (A. SZENT-GYÖRGYI 1958, S. 701) als die Vorstufe der kontraktile Fasern in Betracht kamen. Viele Merkmale sind bei den verschiedenen Gruppen der Organismen verschieden gut ausgebildet, verschieden funktionsfähig. Aber man kann viele Merkmale, so die Lichtsinnesorgane der Tiere, von einfacher primitiver Ausbildung zu besser ausgebildeten bis zur offensichtlich höchst entwickelten Form anordnen, also von lichtsensiblen Pigmentflecken,

Lochaugen, einfachen Linsenaugen zu Komplexaugen. Es gibt dabei vielfach keine Koordination mit der Ausbildung anderer Merkmalen. Innerhalb derselben größeren Gruppe, etwa bei den Schnecken, waren die verschiedensten Stufen von Lichtsinnesorganen erreicht worden. Aber konnte für ein Merkmal eine Stufenfolge aufgestellt werden und boten auch bewundernswert eigenwillige Eigenschaften bei irgendwelchen Lebewesen Vorstufen, so sprach das für eine Umbildung in evolutionären Prozessen. Wenn man nicht auf alte ideelle Stufenleitern zurückkommen wollte. Aus der Stufenfolge von Merkmalen war aber ohne Beachtung auch anderer Merkmale nicht auf den Stammbaum von Sippen zu schließen, wegen der Spezialisationskreuzung, dem Nebeneinander primitiver und fortgeschrittener Merkmalen in denselben Organismenformen. Es war auch an Rückbildungen zu denken, und konnten dann Formen am Ende einer Stammeslinien wieder eine primitivere Ausbildung bestimmter Merkmale aufweisen als Vorgänger. Das galt namentlich für Parasiten.

Biologen verschiedenster Gebiete legten etwa bei der Darstellung der einzelnen Merkmale nun ihre Herkunft aus einfacheren Formen im Sinne der Evolutionstheorie dar, was etwa in Anatomie und auch Physiologie das Verständnis erhöhen konnte. Der Botaniker EDUARD STRASBURGER betonte bei seiner Antrittsrede als Professor in Jena 1873, daß die "**Metamorphosen**" der Pflanzen, die verschiedenen Blätter, Haare usw., die GOETHE als eher ideelle Ableitungen von den noch einfachen Teilen einer ideellen "Urpflanze" gedeutet hatte, nun im Lichte der Evolution zu sehen waren: "Man ahnte nicht ...", heißt es (S. 59), "dass das Zurückführen aller Theile der höheren Pflanzen auf diese bestimmten Grundformen nur deshalb gelingen konnte, weil alle diese Theile durch langsame Umwandlung, durch Metamorphose, aus diesen Grundformen hervorgegangen waren." "Unsere" Methoden, das heißt die um 1873, wären nun nicht viel anders als bei GOETHE, aber stünden nun auf einem einleuchterndem Grund. STRASBURGER wandte diese Betrachtung dann speziell an auf die Schuppen im Kiefern-Zapfen.

Daß dieselbe Umbildung von Merkmalen in verschiedenen Gruppen von Organismen unabhängig voneinander zu ähnlichem Ergebnis stattfinden kann, was zu Konvergenzen führte, wurde auch durch den "**Trendbegriff**" (s. F. P. JONKER 1977) ausgedrückt. Ohne Bezugnahme auf einzelne Organismengruppen, etwa Tiergruppen, sprach man viel später etwa von "**Organisationsstufen**" (s. U. KNOLL 1983), vom "**level of morphological evolution**" (M. F. GLAESSNER 1984) der erreichten Ausbildung eines Merkmals. Etwa Vögel und Säuger hätten mit ihrer gleichwarmen Körpertemperatur in diesem Merkmal einen solchen "level" erreicht, obwohl sie sich parallel wohl aus unterschiedlichen Vorfahren-Gruppen der Reptilien, entwickelt hätten. Aber manche Reptilien hatten wohl auch schon gegenüber der Umgebung erhöhte Temperatur.

Merkmal's" phylogenie" bei DARWIN

Stufen in der Ausbildung von Merkmalen suchte schon DARWIN herauszufinden. Mit seinem Sohn FRANCIS versuchte er in zahlreichen Experimenten nachzuweisen, daß die kreisenden, dem Auffinden einer Stütze dienenden Bewegungen der Sproßenden von Kletterpflanzen nur die exzessive Ausbildung einer allen höheren Pflanzen zukommenden **Bewegungsfähigkeit der Sproßachsendspitze** sind. Über die Sproßspitze wachsender Pflanze setzte er eine berußte Glasscheibe, auf der die Horizontalbewegungen der Sproßspitzen aufgezeichnet wurden. Für den ausgefallen wirkenden **Brutparasitismus** des Kuckucks/*Cuculus canorus* L. suchte er nach Vorstufen, die auf die allmähliche Herausbildung dieser Eigenart verwiesen. Spätere Forscher haben dazu vieles weitere hinzugetragen (W. MAKATSCH 1949). Brutparasitimus gibt es auch bei den Honigkuckucken/Indicatoridae Afrikas, bei den Stärlingen/Icteridae Nord- und Südamerikas, bei Webervögeln/Ploceidae "in der äthiopischen und orientalischen Region sowie in Australien und bei der in Südamerika lebenden Ente *Heteronette atricapilla* (W. MAKATSCH 1949, S. 5). In Nordamerika brütet der monogam lebende Kuhstar *Agelaioides badius* noch selbst, aber besetzt dafür gewaltsam fremde Nester, betreibt also nur **Nestparasitismus** statt auch Brutparasitimus (S. 40). Bei der in Kolonien brütenden amerikanischen Klippenschwalbe/*Hirundo pyrrhonota* schieben sich Nachbarinnen immer wieder Eier ins benachbarte Nest (zit. b. E. VOLAND 2009, S. 40). Möglicherweise hatten Kuckucke einst Gemeinschaftsnester (S. 41). Jedenfalls steht unser auch in Mitteleuropa im Mai erscheinender Kuckuck nicht so völlig isoliert mit seiner ausgefallenen Weise der Aufzucht des Nachwuchses.

Und über welche Stufen entstanden all die manchmal **ausgefallenen Nestbau- und Brutbesonderheiten** von manchen Vögeln, der auch mitteleuropäischen Beutelmeise, der australischen Laubenvögel, tropisch-amerikanischer Töpfervögel, alles verbunden mit Instinkt- und damit Gehirnänderungen? Oder, daß Spinnen nicht bloß Fäden absondern, sondern auch kunstvolle Netze spinnen, oft in bestimmter Höhenlage über dem Erdboden?

Merkmal's" phylogenie", Merkmal's-Evolution im Tierreich

An **morphologischen Merkmalen** innerhalb der **Wirbeltiere** untersuchte in vorbildlicher Weise bereits in den 60er Jahren des 19. Jh. die Ausbildung von Teilen des **Skeletts** C(K)ARL GEGENBAUR, dessen Untersuchungen auch einen Übergang zur Phylogenetik der Sippen darstellen. GEGENBAUR erkannte den Schädel der Haie als **Priomordial-Cranium** (1872), von dem sich die Schädelmerkmale der übrigen Wirbeltiergruppen ableiten lassen. GEGENBAUR untersuchte dann

auch die Ausbildung von **Schulter- und Beckengürtel** (1865). Er lieferte auch eine Hypothese über die Entstehung der Gliedmaßen der Wirbeltiere, die **Archipterygium-Theorie** (1873). Der strenge GEGENBAUR genoß bei vielen Studenten hohe Verehrung und R. B. GOLDSCHMIDT (1959, S. 43), der 1896 als junger Medizin-Student nach Heidelberg kam, erlebte den schon über 70-jährigen GEGENBAUR, der noch täglich über menschliche Anatomie las und "auch den Sektionskurs noch selber" abhielt (S. 44). Der manchen gegenüber kritisch-spöttische GOLDSCHMIDT (1959, S. 44) erinnert sich: "Gleich, als ich zu ihm kam, um meine Vorlesung testieren zu lassen, war ich von seiner Erscheinung, die man fast majestätisch nennen möchte, sehr beeindruckt. ... Er trug einen weißen Spitzbart und hatte dunkle, durchdringende Augen und eine edel geformte Stirn. Es lag etwas Gebieterisches in seiner Erscheinung. Man kam sich in seiner Gegenwart klein und bescheiden vor."

Das **Nervensystems** der höheren Tiere suchten die Gebrüder RICHARD und OSKAR HERTWIG von den Nervennetzen der Coelenterata herzuleiten. Zur Entstehung der **Sinnesorgane** (L. PLATE 1924, S. 18) wurde einerseits gemeint, daß auf einem frühen Stadium des Lebens die Sinneszellen "plurisensibel", daß sie "Wechselsinnesorgane" (NAGEL) waren, also dieselbe Sinneszelle auf verschiedenste Reize ansprach, und erst im Laufe der Evolution sich auf eine Empfindung beschränkende Sinneszellen zustandekamen. Aber es wurde auch darauf verwiesen, daß es immerhin bei Protisten etwa bei Euglena einen lichtempfindlichen Augenfleck gibt und bei Infusorien Tastborsten, also "plurimodale", auf verschieden Reize verschieden reagierende Sinneszellen gibt. Aus den Schädeln fossiler Reptilien und Säugetiere aus verschiedenen Abteilungen des Tertiär leiteten nach Ansätzen bei LARTRET die Paläontologen MARSH (CH. SCHUCHERT 1938, S. 56) und COPE **Gehirn-Wachstum** und damit **zunehmende Intelligenz** in der Evolution wenigstens dieser Tiergruppen ab. Im Jahre 1906 erörterten BAYLISS und STARLING, daß chemische Signale in der Evolution älter sein müßten als das den niedersten Tieren fehlende Nervensystem, also so etwas wie Hormone den Signalen durch Nerven vorangingen.

Gerade für die Entstehung der komplizierten, so verblüffend angepaßten, auf die für Außenweltwahrnehmung so geeigneten Photonen eingerichteten **Augen** der **Wirbeltiere und der Tintenfische**, aber auch der Insekten, schien die Erklärung durch die Evolutionstheorie und namentlich die DARWINsche schrittweise, allmähliche Evolution nicht möglich zu sein. DARWIN selbst bemerkte (zit. aus R. DAWKINS 2008, S. 160): "Anzunehmen, daß das Auge mit allen seinen un-nachahmlichen Vorkehrungen ... durch die Zuchtwahl entstanden sei, scheint, ich bekenne es offen, im höchsten Grade absurd zu sein." Aber die Skepsis konnte sich lösen, wurden auch die **Vorstufen** der Augen herangezogen, sie, welche doch



Abbildung 55: Labyrinthfisch/Makropode.

viel einfacher sind und die hochentwickelten Lichtsinnesorgane mit nur begrenzt lichtempfindlichen Zellen oder Zellgruppen bei nicht so ausgebildeten Tieren verbinden. Zahlreiche Stufen vom einfachen lichtempfindlichen Pigmentfleck über das Lochkamera-Auge bis zu den Linsenaugen der Tintenfische und Wirbeltiere bieten die **Lichtsinnesorgane** (L. PLATE 1924). R. DAWKINS (2008, S. 160) sieht: "Glaubwürdigen Schätzungen zufolge haben sich Augen im Verlaufe der Evolution nicht weniger als vierzigmal, ja vielleicht sogar über sechzigmal unabhängig in verschiedenen Gruppen des Tierreichs entwickelt." Der lichtempfindliche Fleck von *Euglena* hatte also Zukunft.

Für den **Gaswechsel** im Blut gibt es einfachere und kompliziertere Strukturen. An Leben in sauerstoffarmem Wasser sind manche niederen Tiere angepaßt. Auch manche Wirbeltier. Unter den **Fischen** können dann in sauerstoff-armen Gewässern aushalten der Schlammpeitzker/*Misgurnus fossilien* L. in Europa mit Darmatmung geschluckter Luft und der Makropode/*Macropodus opercularis* in SO- und O-Asien mit einem reich durchbluteten Labyrinth genannten Organ im Kopf. Frösche können mit Haut- und Schlundatmung schon viel erreichen. Die diffuse Hautatmung wurde durch eine "übergeordnete Kiemen- bzw. Lungenatmung" ersetzt, und die Lungenatmung mußte an vor Austrocknung geschützten Körperstellen stattfinden, bei Schnecken in der Mantelhöhle (L: PLATE 1928, S. 751).

Ökologisch in der Entwicklung einer Anpassung A. LANG, der die Vorteile und deshalb die mögliche Entstehung der **feststehenden Lebensweise von Tieren** (1888) überdachte. Die meisten sessilen Tiere mochten freilebende Vorfahren haben und frei waren auch die Larven. Wurde die Bewegung (Lokomotion)

aufgegeben, meinte LANG, konnte offensichtlich Energie gespart werden. Für die Vermehrung waren freilebende, sich ausbreitende Stadien nach wie vor im Vorteil. Die **verschiedenen Stadien im Leben** eines Tieres konnten also ganz **unterschiedliche Anpassungen** aufweisen, wie es auch für die Stadien der Insekten galt.

Ökologisch und physiologisch wie morphologisch waren die Erkenntnisse über den Übergang von Lebewesen **vom Leben im Wasser zum Landleben** und auch **wieder zurück**.

In die Physiologie, in die **Merkmalsphylogenie physiologischer Eigenschaften**, kam man mit dem Leipziger HEINRICH SIMROTH in dessen Überlegungen zur **Evolution der Tierernährung** (1901). SIMROTH (K. GUENTHER 1938, S. 22/23) war an der Universität Leipzig habilitiert, lehrte hier, aber unterrichtete ebenso an einer höheren Schule. SIMROTH war aufgefallen, daß die Gefäßkryptogamen des jüngeren Paläozoikum ebensowenig Fraßspuren zeigten wie viele der heutigen Gefäßkryptogamen und daß selbst Blütenpflanzen selten völlig kahlgefressen werden. Die frische lebende Pflanze setzte dem Tier offenbar ausreichend Abwehrstoffe entgegen. Nahrung der frühen landlebenden Tiere sollten deshalb nach SIMROTH Pilze, Flechten und dann vor allem verfaulende, von Bakterien schon aufgeschlossene Pflanzen gewesen sein. **Faulende Pflanzen** wären schließlich noch die **Nahrung** der Regenwürmer (K. GUENTER 1905, S. 226) wie der Kaulquappen. Von der Modernahrung wäre es dann "nur ein Schritt zum Aasgenuss" gewesen und dann **zur Fleischnahrung** (S. 227). Ernährten sich Tiere von frischen höheren Pflanzen, hätte das spezielle Anpassungen erfordert. Im wesentlichen nur "Spezialisten" für bestimmte Pflanzen hätten das gemeistert, wohingegen "Allesfresser" die Ausnahme sind. G. und H. WAHLERT (1977) rechneten, viel später damit, daß in ungestörten Ökosystemen die Insekten etwa nur 5% der Produktion der Pflanzen fressen, nicht mehr, daß also, für die Vegetation zum Glück, so viele Frischgrün-Fresser gar nicht existieren. Im Herbst sind viele Blätter von Pilzen befallen. Die Insektenschäden lassen die Welt jedoch noch immer grün und gelb erscheinen. Katastrophale Massenvermehrung gibt es auch, aber vor allem bei von Menschen angelegten Monokulturen.

SIMROTH (K. GUENTHER 1938, S. 33) vertrat auch die Auffassung, daß die Ur-ahnen der **Krebse und Fische** nicht vom Wasser auf das Land stiegen, sondern umgekehrt, ihre fernsten **Vorfahren auf dem Lande** lebten, denn zum Herausbilden neuer Formen war das Land "mit seinen starken Gegensätzen geeigneter" als das Wasser. Das bedeutete nicht, daß das Leben grundsätzlich nicht aus dem Wasser gekommen wäre.

Im 20. Jahrhundert hat der USA-Physiologe HOMER W. SMITH (s. 1959) die

”**evolutionary history**” der Niere untersucht und vorgestellt. Bis in die frühe Zeit der Entstehung der Eukaryotenzelle, führt die **Endothermie** (A. CLARKE et a. 2010), die Wärmeerzeugung im Körperinneren, zurück, nämlich möglich durch die Sauerstoff-Verwertung an den **Mitochondrien**. Ausgestattet mit Endothermie konnten neue Nischen besetzt werden, wurde auch nächtliches Leben möglich.

Mit Vorstufen und allmählicher Herausbildung war auch beim **Verhalten**, auch kompliziertem, etwa bei der **Entstehung sozialen Verhaltens**, zu rechnen und zu suchen. Im tropischen Amerika tragen die **Blattschneiderameisen**, etwa die Gattung *Atta*, massenweise Blätter in ihre Bauten und auf ihnen wachsen Pilze, welche den Ameisen zur Nahrung. Man kann es als vorteilhaften Umweg sehen, die Nährstoffe der grünen Pflanzen aufzubereiten. Zur Evolution meinte einer der Erforscher dieser Ameisen, HERMANN VON IHERING (1898, S. 238), daß zunächst unreife Samenkörner in das Nest eingetragen wurden, auf deren auskeimenden Blättern dann Pilze wuchsen. Die ”... Pilze - Anfangs unerwünschte Nebenerscheinung - wurden allmählich zur Hauptsache und je mehr die Specialität der Pilzzüchtung sich ausbildete, um so volkreicher wurden die Staaten ...” mit dem vielleicht etwas kritisch zu sehenden Vergleich: ” - gerade wie auch in der menschlichen Gesellschaft die Seßhaftigkeit, die Zunahme und Arbeitsteilung der Bevölkerung mit der Vervollkommnung der Bodencultur gleichen Schritt hält.”

HUGO-BERNHARD VON BUTTEL-REEPEN (1903) versuchte aus dem Vergleich der solitären Bienen und der zu sozialen Verbänden verschiedener Geschlossenheit gelangten ”Staaten” von Hummeln, Wespen, tropischen Bienen (Meliponinen) bis zu dem ”Staat” der Honigbiene die Stufen zur **Herausbildung des Bienenstaates** wahrscheinlich zu machen, wobei ihm bewußt war, daß die von ihm verglichenen Formen nicht in einer Abstammungslinie lagen (S. 195): ”Die direkten Vorfahren der *Apis*-Arten fehlen uns bis hinab zu den solitären bis jetzt vollständig. Es galt mir nur, an den vorhandenen Staatenausgestaltungen zu zeigen, dass noch Stufen vorhanden sind, über die auch die ausgestorbenen Zwischenformen geschritten sein mögen.” Die solitären Bienen leben zwar in allein in eigenen Neströhren in der Erde, aber legen oft zu Hunderten ihre Röhren nahcbarlich an. BUTTEL-REEPEN war Schüler HAECKELs und vertrat die Abstammungslehre, ohne Lücken und vielleicht niemals schließbare Lücken zu verkennen (H. GOENS 1939, S. 56). Der bedeutende Bienenforscher BUTTEL-REEPEN war bis zum Vermögensverlust in der Inflation Privatgelehrter und dann Direktor des staatlichen naturwissenschaftlichen Museums in Oldenburg.

In der Überzeugung, daß alle **Strukturen ihre Vorläufer** haben, wurde auch bewußt nach diesen bei einfacheren Gruppen **gesucht**, so durch OSBORN nach

dem im Gehirn der Säugetiere vorhandenem corpus callosum, das sich allerdings nicht bei Amphibien und auch bei Säugern nur oberhalb der Monotremata finden ließ (W. K. GREGORY 1937).

Eine Fülle von merkmalsphylogenetischen Stufen bietet BÖKER (1937), sowohl bei Vergleich nahe verwandter Arten als auch unter Berücksichtigung von Merkmalen entfernterer Formen, '**anatomische Reihen**', "die nicht eine Ahnenreihe" sind (1937, S. 19) und von Merkmalen gebildet sind, deren Bedeutung aus der **Beobachtung des Verhaltens** (so 1937, S. 28) wie der **anatomischen Analyse** ermittelt wurden. Unter den Froschlurchen/Anura ließ sich eine 'anatomische' Reihe des **besseren Sehens bei den Augen** aufstellen, von der "extem waserleben *Pipa*" und 'endend' mit den "baumspringenden Laubfröschen" (1937, S. 19), wobei die Laubfrösche nicht etwa als Abkömmlinge der *Pipa* gelten dürfen. Eine anatomische Reihe bilden die Lockorgane der **Anglerfische** (1937, S. 41). Die **Zunge der Lurche** (1937, S. 82) kennt Stufen von dem beweglichen Wulst der Gymnophionen/Blindwühlen über die freien Ränder der Zunge bei *Bombina*/Unke bis zur extremen Freibewegung bei den Laubfröschen und Echten Fröschen mit der zweilappigen Klappzunge etwa bei *Rana temporaria*/Grasfrosch und *Rana esculenta*/Wasserfrosch. Von den Zähnen der nichtgiftigen **Schlangen** bis zu den Giftschlangen mit ihrem Verdauungsekret als **Gift** gibt es eine Reihe (S. 131 ff.). Aufgeführt wird eine Reihe vom breiten, kurzen, tiefgespaltenem **Schnabel** bei Fliegenschnäpper, Schwalben und anderen **Vögeln** /1937, S. 97), so auch bei den Schnäbeln der Kreuzschnäbler/*Loxia* (S. 26). Je nach der Lebensweise ist der für Bewegungssehen dienende **Pekten im Auge der Vögel** unterschiedlich gut ausgebildet, am besten bei den Raubvögeln (1937, S. 21), gibt es also auch hier eine Reihe in Übereinstimmung mit der Lebensweise. Der **hochbeinige** Sekretär/*Sagittarius serpenrarius* zeige ein Vorläufermerkmal beim Schreiadler/*Aquila pomarina* (1937, S. 101). Für den **Elefantenrüssel** (S. 113 ff.) gibt es auch eine fossile Reihe.

Zur Deutung der Merkmalsreihen durch BÖKER s. u.

Merkmalsphylogenie bei den Pflanzen

Der Botaniker und Pflanzenphysiologe WILHELM PFEFFER suchte 1877 die allmähliche Herausbildung der "**Carnivorie**", das heißt der Einrichtungen für den Insektenfang wie die Insektenverdauung bei den "fleischfressenden", den "carnivoren" Pflanzen als exzessive Ausbildung viel weiter verbreiteter Eigenschaften zu erklären. Er verwies auf Pflanzenteile, an denen Insekten ohne verdaut zu werden kleben bleiben, so an Nadeln der Coniferen und an der Sproßachse von *Aristolochia*, und er dachte an die organische Substanzen aufnehmenden Sapro-

phyten, so die Pilze, aber auch einige Blütenpflanzen sowie an die endospermhaltigen Samen, die das Sameneiweiß aufsaugen. Fakultative Aufnahme eiweißhaltiger Stoffe erschien PFEFFER weit verbreitet. Aus der Kombination solcher Eigenschaften und der dazukommenden Verdauungsfermente wäre dann die Entstehung der carnivoren Pflanzen zu denken. PFEFFER meinte (1877, S. 987), "daß die fleischfressenden Pflanzen in prinzipieller Hinsicht nichts bieten, was nicht in analoger Weise auch bei anderen Pflanzen gefunden würde." Es sollte fernerhin eine Reihe bestehen von sich normal ernährenden Pflanzen über **Halbparasiten** bis zu den **Vollparasiten**. Der Innsbrucker Botanik-Ordinarius EMIL HEINRICHER (A. SPERLICH 1934, S. (188)/(189) sah eine mögliche Reihe von den zu den Scrophulariaceae/Braunwurzgewächsen gehörenden Halbschmarotzern mit grünen Blättern wie *Melampyrum*/Wachtelweizen zu der völlig chorophyll-losen, auf Baumwurzeln schmarotzenden *Lathraea*/Schuppenwurz. Wegen der Verwandtschaft der Arten mochte sie sich an eine sippenphylogenetische Reihe nähern. HERMANN MÜLLER, Lehrer in Lippstadt, der auf mehreren Reisen in die Alpen ausdauernd den Besuch von Insekten an Alpenblumen verfolgte, stellte eine Reihe der **Bestäubungsformen** bei Blütenpflanzen auf (1881): Die Windbestäubung sollte die primitivste Bestäubungsform sein, und dann sollten gefolgt sein Blumen mit offen liegendem Honig, Blumen mit teilweiser Bergung des Honigs, mit vollständiger Honigbergung etwa auch zur Vermeidung des Honigraubes durch an der Seite eindringende, blütenzerstörende Räuber und sollte ebenso die Spezialanpassung an bestimmte Bestäuber sich als vorteilhaft herausgebildet haben.

G. HABERLANDT erörterte die steigende Herausbildung der **Reizaufnahme** und Reaktionen bei Blütenpflanzen (1905 a).

An **Morphologischem** wurde für die Gefäßpflanzen die **allgemeine Entwicklung der Blätter** in der Erdgeschichte von KNY, STAHL und dann besonders von HENRY POTONIE (F. KAUNHOWEN 1914) und im 20. Jahrhundert von dem Tübinger Ordinarius für Botanik WALTER ZIMMERMANN erörtert. In älteren erdgeschichtlichen Formationen sah man ein Überwiegen schmalerer, **zerteilter** und kleinfiederiger **Blattreste**. Die große, **ungeteilte Blattspreite** wurde als ziemlich späte Errungenschaft angesehen, entstanden durch Verwachsung der schmalen Blätter beziehungsweise gar deren Vorläufer, verbreiterten sproßachsenanteile. POTONIE entwickelte hierzu die "**Perikaulom**"-Theorie, die im 20. Jh. in die "Telom" - Theorie einmündete. Die ab dem Silur auftretenden **Psilophyta** besitzen noch keine gesonderten Blätter, sondern Grundorgane, **Telome** (Endorgane) und auch Mesome, und als besonders einfach erschienen die Rhyniaceae mit ihren "Urtelomen" (W. ZIMMERMANN 1949, 1959). Wie W. ZIMMERMANN viel später klarlegte, entstanden aus ihnen durch 5 oder 6 überschaubare **Grundvorgänge** die Organe der übrigen Gefäßpflanzen, die Blätter und die sproßachsen-

se.

Als Parallelentwicklungen grundlegender Merkmale, "**Tendenzen**" (F. P. JONKER 1977), 'Trends', bei den Pflanzen, mindestens ab den Algen, erscheinen: 1. **Differenzierung des Pflanzenkörpers** bis hin zu Wurzel, Stengel resp. Sproßachse, Blättern bei den Gefäßpflanzen, aber in gewisser Weise auch bei den Braun- und Rotalgen, z. B. bei diploiden Sporophyt der Laminariaceae. 2. Die **Heterosporie**. 3. Die **Angiospermie** - die Umhüllung der Samen. Als Ursache lassen sich hier nicht nur gleichartige ökologische Zwänge sehen wie bei den ökologisch bedingten Konvergenzen, sondern von innere Umbildungstendenzen.

Evolution der Floren und Faunen der Erde

Hatte DARWIN im Titel seines berühmten Werkes von 1859 nur von dem "Ursprung" der Arten geschrieben., so öffnete er ebenso den Blick für den Wandel ganzer Floren und Faunen. Auf die Veränderung ganzer Floren lenkte der Botaniker ADOLF ENGLER 1870 in seinem Buche "Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt, insbesondere der Florengebiete seit der Tertiärperiode" die Aufmerksamkeit. ENGLER war Botanik-Ordinarius in Kiel und Breslau und wurde 1889 auf die mit Systematik und dem Botanischen Garten verbundene Professor an der Universität Berlin berufen. Die Geschichte der Vegetation Norwegens erforschte schon in der Mitte der 70-er Jahre des 19. Jh. AXEL BLYTT, ausgebaut namentlich durch die Untersuchung größerer Pflanzenreste in Mooren durch RUTGER SERNANDER.

Nachdem die Vergletscherung Mitteleuropas während der Eiszeit mindestens seit 1875 anerkannt war, wurde im 20. Jh. die **Waldgeschichte** nach der letzten Vereisung eingehend untersucht. Das geschah namentlich durch die **Pollenanalyse**. Pollen besitzen art- und gattungsspezifische Unterschiede, können unter dem Mikroskop bestimmten Arten beizugeordnet werden. In Mooren blieben die hineingefallenen Pollen konserviert. Werden in einem Moor von den ältesten untersten Lagen bis zu den obersten die Mengen der Pollen der verschiedenen Arten ermittelt, läßt sich aus dem daraus erstellten "**Pollendiagramm**" der Wechsel der häufigen Blütenpflanzen, vor allem der Bäume und Sträucher, verfolgen, auch, wenn berücksichtigt werden muß, daß die meisten Arten nicht im Moore wuchsen, sondern der Pollen von anderswo her anfliegen.

Die Pollenanalyse begannen der deutsche Moorforscher ALBERT WEBER und der schwedische Botaniker LENART VON POST. In großem Maße betrieb sie der lange an der Deutschen Universität in Prag tätige Botaniker KARL RUDOLPH (F. FIRBAS und A. PASCHER 1937), und dessen Schüler FRANZ FIRBAS, seit

1946 Ordinarius an der Universität Göttingen. Die eingehende Aufklärung der "Waldgeschichte Mitteleuropas" widerlegte die unter anderen von dem Schweizer Geobotaniker HEINRICH BROCKMANN-JEROSCH vertretene Ansicht, daß die Zeiten der vorrückenden Gletscher keine ausgesprochenen Kaltzeiten, sondern vor allem Perioden mit feuchtem Klima waren, in denen wie im heutigen Patagonien mancherorts Gletscher und dichter Wald aneinanderstießen. Mehr Niederschläge hätten die Gletscher wachsen lassen. Die Pollenanalyse und fossile Pflanzenreste vermittelten aber die einstige Existenz einer Tundrenflora mit *Dryas octopetala* und arktischen Weiden/Salix.

Phänomene, Modi, Gesetzmäßigkeiten im Ablauf der Evolution - von DARWINs Zeiten bis weit ins 20. Jahrhundert

Allgemeines zum "Allgemeinen" in der Evolution

Für die Feststellung des äußeren Ablaufs der Phylogenese mußte der reale chronologische Ablauf der Stammesgeschichte im wesentlichen durch die **Fossilien, also durch die Paläontologie**, erfaßt werden. Unter der Annahme, der Prämisse, daß der reale Ablauf der Stammesgeschichte, der Phylogenese, und zwar in den äußeren Erscheinungen wenigstens teilweise richtig erfaßt war, also die Grundzüge in der Umbildung der großen Gruppen und sogar in verschiedenen getrennten Linien, wurde nach wiederkehrenden Phänomenen der Formenumbildung gesucht, damit nach gesetzmäßigen Erscheinungen, "**Gesetzen**" in der **Phylogenese**, in verschiedenen Gruppen unabhängig voneinander bestehendn '**Trends**'. Etwa B. RENSCH (1960) sprach anstatt von "Gesetzen" von "**Regeln**" des Verlaufs der Evolution. Auch von Typen von Umbildungsprozessen, "**Modi**", war die Rede. '**Gesetzmäßigkeiten in geschichtlichen Abläufen** sind am ehesten zu erkennen, wenn es **Parallelabläufe** gibt, in der Menschheitsgeschichte also vor allem Europa, in hohem Grade China, wohl ganz unabhängig das alte Amerika. Von "Gesetzen" und "Modi" der Evolution konnte gesprochen werden, wenn bestimmte Vorgänge sich in derselben Stammesreihe wiederholten oder in verschiedenen, voneinander mehr unabhängigen Stammesreihen auftraten, etwa in der zu den Wirbeltieren und der zu den Arthropoden, also **parallele Entwicklungen** stattgefunden hatten, trotz aller Exzeptionalität im einzelnen (s. a. E. MAYR 1984, S. 59). Auch das Aussterben geschah in verschiedenen Gruppen und ließ nach gemeinsamen oder unterschiedlichen Ursachen fragen Aus einer singulären Ereignisfolge ließen sich kaum "Verallgemeinerungen" ableiten.

Paläontologen haben bei der Erfassung der "Modi" der Evolution wenigstens dann entscheidend mitgesprochen, wenn es sich um die Umbildung in großen Linien handelte.

Umgekehrt konnten die **Regeln, Modi, Trends, Gesetze** auch dazu dienen, um bei der Aufstellung stammesgeschichtlicher Abfolgen mit zu urteilen. Die Gefahr von Zirkelschlüsse mußte beachtet werden. **Für die Kausalität** der Evolution konnten aus den "Gesetzen" und Modi allerdings auch **unterschiedliche Interpretation** abgelesen werden, was ihre Nutzung für derartige Aussagen einschränkte. Aus langdauernden Trends in einer Stammeslinie, ob der Cephalopoden oder Pferde, wurde auf lange gleichartigen Selektionsdruck, aber auch auf die Grenzen der Variabilität durch die Körperkonstitution, auf innere Faktoren der Evolution, auf in den Organismen liegende Notwendigkeit in der Evolution geschlossen.

Manche dieser Gesetze wurden von verschiedenen Forschern unabhängig voneinander, also mehrfach, aufgestellt, mit Unterschieden auch in der Formulierung. Nicht alles, was als regelhaft erfaßbar wäre, wurde in "Gesetze" oder "Regeln" gefaßt oder als solche anerkannt.

Nur bei aus der großen Stammesgeschichte abgeleiteten Regeln und Modi blieb es aber nicht. BERNHARD RENSCH (1960, 1961) dehnte die Aufstellung von Regeln weit über den stammesgeschichtlichen Ablauf aus und sah noch als ausdrücklich zu formulierende Regeln, daß wandernde Tiere wie die Zugvögel weniger zur Rassenbildung neigen als standorttreue Tiere, daß Nachtvögeln oft viele Farben in den Federn fehlen, daß bei Vögeln mit offenem Nest wenigstens der brütende Geschlechtspartner Schutzfarbe aufweist. RENSCH unterschied 1960 unter Anerkennung mancher Übergänge:

1. Gesetze und Regeln, die **durch die innere Struktur und die Funktion des Organismus**, durch dessen Vererbungssubstanz, Physiologie oder Entwicklungsphysiologie, **bestimmt** werden,
2. Gesetze und Regeln, die sich **aus der Interaktion** der sich umbildenden Lebewesen **mit der Umgebung** ableiten.

Ob man alle diese Einzelregeln mit demselben Begriff Gesetze, Modi oder dergleichen belegen sollte, man dahingestellt sein, obwohl die Regeln sicherlich nicht falsch sind.

Die sogenannten "Klimaregeln" beschränken sich größtenteils auf die homoiothermen Tiere.

Einzelne Gesetze, Prinzipien, Modi der Evolution

'Nieder' - 'Höher' - Höherentwicklung - Gibt es das? - seit LAMARCK

Um für die Stufenleiter 'nieder' und 'höher' zu unterscheiden, waren schon im 18./19. Jh. gewisse Kriterien deutlich geworden. Sie stellte etwa BRONN auf. Für die Evolution, die Stammesgeschichte, die Phylogenese, wurde dann ebenso oft im Sinne von 'nieder' und 'höher', 'primitiv' und 'weiterentwickelt' gedacht. Das sollte Stammeslinien erstellen helfen. NÄGELI hatte einst, 1884, wie lange vorher LAMARCK eine innere Vervollkommnungstendenz angenommen und andere dachten ähnlich, Die meisten Evolutionsbiologen lehnten das ab, ohne auf den Begriff der 'Höherentwicklung' unbedingt zu verzichten. Etwa L. PLATE (1928) ADOLF REMANE (1952, S. 217 ff.), B. RENSCH (1960, S. 54) stellten die Nutzung solcher Kriterien als Trends für die Phylogenese, für die Erfassung allgemeiner Trends in der Umbildung der Organismen heraus. Die Rede ist von '**Vervollkommnungsgesetzen**'. Ebenso sah aber REMANE auch ihnen widersprechende Phänomene und verwies auf die Relativität dieser Trends, suchte andererseits ihre im Großen und Ganzen bestehende Gültigkeit auch prozentual zu fassen. Um "höher" und "nieder" ließ sich immer trefflich streiten und am Ende des 20. Jh. sind derartige Vokabeln besonders suspekt geworden. Der Begriff "Höherentwicklung" entstammt ohnehin der vorphylogenetischen Morphologie, den Stufenleitern und der Progressionsidee in der Paläontologie, geprägt also in Zeiten, in den die Hierarchie in der menschlichen Gesellschaft eine viel beachtlichere Rolle spielte als in einer sich als Demokratie verstehenden Gesellschaft. 1940 (S. 26/27) schrieb der 37-jährige K. LORENZ in der Zeit des auch auf manche Gleichmacherei innerhalb der deutschen Gesellschaft bedachten Nationalsozialismus: "Die Ergebnisse des evolutiven Artenwandels werden vom normalen Menschen von vornherein als Werte empfunden. Der Ausdruck vom "niedrigen" oder "höheren" Lebewesen findet sich ja auch bei Autoren, die eine Entwicklung von jenem zu diesem leugnen wollen. Warum wir aber eine Hydra als niedriges, einen Vogel als höheres und einen Beethoven oder Kant als höchstes Lebewesen empfinden, vermögen wir logisch durchaus nicht zu begründen. Vom rein utilitaristischen Standpunkt der Anpassung läßt sich grundsetzlich keine Erklärung des Evolutionsphänomens, des Fortschreitens vom Einfachen zum Differenzierten geben, noch weniger für unsere apriorische Wertung dieses Vorgangs. ... Verlorengehen früher bereits erreichter Differenzierung" wird als "degeneriert" empfunden, "auch wenn ... dies im eigentlichen Sinn des Wortes gar nicht" zutrifft. Die **Anpassungen der Schmarotzer** mit Rückbildungen und Neuerwerbungen sind "an sich etwas so Wunderbares" (S. 27). Die 'deutsche Rasse' soll sich aber möglichste

höherentwickeln. Denselben LORENZ (1940 b) schmerzt nahezu der Verlust mancher Eigenschaften der Haustiere gegenüber den Wildtieren und vor allem die in angeblich zunehmender Trägheit und Verfettung sich äußernde "Haustierwerdung" des zivilisierten Menschen.

Als Kriterium für Höherentwicklung, wenn man das denn so formulieren wollte, galt nicht nur die zunehmende morphologische Komplexität, sondern es wurde auch die physiologische **Leistungssteigerung** L. PLATE (1928, S. 756 ff.) hervorgehoben, **bei Tieren** die **bessere Homöostasis**, also **größere Umweltunabhängigkeit** in wichtigen Eigenschaften (V. C. WYNNE-EDWARDS 1962, S. 9) wie der Pufferung des pH der Körperflüssigkeit oder in der Temperatur. Bei den **Körpersäften** zeigt sich von einfachen Würmern zu schließlich den Wirbeltieren, daß "aus einem System regellos verteilter Lymphspalten ein zuerst offenes, später geschlossenes Blutgefäßsystem mit einem Herzen" wurde (L. PLATE 1928, S. 751) und bei Vögeln und Säugetieren die scharfe Trennung von arteriellem und venösen Blut nochmals die Leistung verbesserte und zu der gleichbleibendem 'warmen' Körpertemperatur führte.

Hochentwickelte Strukturen könnten oft weitere Verbesserungen hervorbringen und der 'Kampf ums Dasein' lese sie aus (L. PLATE 1928, S. 761), also haben für die in der Erdgeschichte abzulesende Höherentwicklung die normalen Evolutionsfaktoren ausgereicht. Amphibien mit ihrer Poikilothermie, also der mit der Außentemperatur wechselnden Körperinnentemperatur, dann mit dem Bau ihres Herzens, ihrer Ausscheidungsorgane, ihrer Keimesentwicklung, ihrer großen Bindung an das Wasser gelten als offensichtlich "primitiver" als die Reptilien, Vögel und Säugetiere mit ihrer augenscheinlich größeren Unabhängigkeit von feuchten Lebensräumen, aber die meisten nicht unabhängig von verfügbarem Wasser überhaupt, wenn auch manche wie das Kamel, der Koala oder einige Reptilien mehr wasserunabhängig sind. In ihren doch auch recht verschiedenen Lebensräumen müssen auch zahlreiche Amphibien andererseits als sehr wohl angepaßte, lebensfähige Formen angesehen werden. Schon der rasche mögliche Sprung ins Wasser schützt manchen Frosch vor einem 'höherstehenden' Räuber auf dem Lande. Der **Mensch** wurde trotz des hochleistungsfähigen Gehirns und anderer Merkmale gemäß etwa L. PLATE (1928, S. 704) irrigerweise als das "in jeder Hinsicht vollkommenste Wesen, die "Krone der Schöpfung" gesehen, denn vieles in ihm ist wie in anderen Säugetieren auch und nur das Gehirn brachte den großen Sprung. Bei **Insekten** von "nieder" gegenüber den Wirbeltieren zu sprechen verbietet fast deren Andersartigkeit, dem instinktbestimmtem Verhalten auch bei sozial-lebenden Arten, ihre andersartigen Lichtsinnesorgane, Körperflüssigkeit, Ausscheidungsorgane, Gliedmaßenpaare. Eine radioaktive oder weitere toxische Verseuchung der Erdoberfläche könnten etliche Insekten wohl besser überstehen als die Wirbeltiere. Manche Bak-

terien sind an Bedingungen angepaßt, an heiße Quellen oder hohen Salzgehalt, die kein "höherer" Organismus überstehen würde.

Im Pflanzenreich lenkte HUBER (1953, S. 10) den Blick auf die **Bäume**, bei denen die **Nadelhölzer** ihr **Wasserleitungssystem** "noch nach dem Prinzip geschlossener Einzelzellen aufbauen", also das Wasser im Leitungssystem **von Zelle zu Zelle** geleitet wird, während die auf die Kreidezeit zurückzuführenden **Laubhölzern** "den ungeheuren Schritt eines durchlaufenden Röhrensystems wagten", also **durchgehende Röhren**, was zu einer 100-fachen "Beschleunigung der Wasserleitung" führte, mit Stundengeschwindigkeiten von 50 und mehr Metern. Die Wasserleitung der Laubbäume ist aber mehr gefährdet.

Evolution, so wurde auch hervorgehoben (L. PLATE 1928, S. 762 u. a.), zeigt sich nicht nur in einer Verbesserung, einer Höherentwicklung, sondern findet auch in einer **ziemlich gleichbleibenden Ebene** statt. Schnecken blieben bei allen neuen Formen Schnecken. Und einfach, ja primitiv gebliebene Formen haben nicht nur in vielen vielen Arten überlebt, sondern weisen oft eine weite Verbreitung auf. Der Artenreichtum einer Gruppe ist nicht unbedingt von der Organisationshöhe bedingt (S. 766), wenn an die zahlreichen Arten der unscheinbar wirkenden kleinen Nagetiere, der Mäuse, gedacht wird. Ein ungeheurer Reichtum an Arten verschiedenster Organisationshöhe belebt die kalten Meere am Rande von Arktis und Antarktis, angepaßt den dortigen Temperaturen. Und wie viele Arten verschiedenster taxonomischer Einordnung beleben die Tiefen der Ozeane.

Es gibt auch den Begriff der '**ökologischen Evolution**' (V. C. WYNNE-EDWARDS 1962, S. 8), die Entwicklung der Vegetation in einem Gebiet zu der dort produktivsten Pflanzengesellschaft, der 'Climax', meistens einer Wald-Vegetation und das wird als Höherentwicklung gesehen.

In der Evolutionstheorie des 21. Jh., so bei ST. J. GOULD oder R. DAWKINS (2016 b, S. 417) sieht man real, daß es **keinen** unbedingten inneren **Grund** in der Tierwelt **gab**, daß die Evolution so etwas wie den Menschen hervorzubringen hatte, ja vielleicht die gesamte vorangegangene Evolution zum Menschen hinsteuerte. Es ist eine irrealer Vorstellung anzunehmen, "die Vergangenheit sei dazu da gewesen, ausgerechnet unsere Gegenwart hervorzubringen ..." (S. 417). Gehirnleistungen mochten in der sich herausbildenden Affenwelt vorteilhaft gewesen sein. Aber die Entwicklung bis zum Menschen konnte mehrmals abgebrochen werden. Es ist natürlich fast ein 'Wunder' der Evolution, das aber als 'Wunder' nicht gesehen werden sollte, daß nicht nur ein Wesen entstand, welches ein leistungsfähiges Gehirn ausbildete, sondern auch einen Körper mit beweglichen Gliedmaßen, welches mit dem Gehirn etwas anfangen konnte, zu sprechen, zu malen und zu schreiben. Noch so 'kluge' Elefanten könnten keine Bibliothek anlegen. Hunderte Millionen Jahre

gab es irdisches Leben ohne 'Verstand' und die Erde bewegte sich in immer gleicher Weise um die Sonne, und ohne den Menschen wäre das auch weitergegangen. Ja, die Lebensentwicklung hätte sogar auf dem Bakterienstadium enden können, ohne Chlorophyll und den dann ohnehin unnötigen Sauerstoff verwertenden Atmungsfermenten. JULIAN HUXLEY (zitiert bei J. HERBIG 1974, S. 22) hat darauf verwiesen, daß die Evolution "aus einer ungeheuren Anzahl von Sackgassen" besteht "und nur selten führt der Weg zur Höhenentwicklung." Die Evolution "ist so etwas wie ein Labyrinth, in welchem fast alle Abzweigungen falsche Abzweigungen sind." Aber die zum Menschen führende Entwicklung ist dennoch gesehen am Endprodukt erfolgreich verlaufen.

Morphologische Trends, verbunden mit höherer physiologischer Leistungsfähigkeit

Ein **morphologischer Trend**, ein solches Gesetz, ist das der '**Zahlenreduktion gleichartiger Strukturen und die Zahlenvermehrung der** voneinander getrennt wirkenden '**Organe**' (A. REMANE 1952, S. 219 ff.), also nicht mehr in jedem Wurmsegmente dieselben Strukturen. Dieser Trend wird deutlich etwa bei den Articulata. Ringelwürmer/Annelida wie der Regenwurm besitzen **zahlreiche gleichartige, homonome Segmente, Metameren**. Schon bei einigen Ringelwürmern und dann bei den von den Ringelwürmern abgeleiteten **Arthropoda** ist nicht nur die **Zahl der Metameren geringer**, sie sind auch differenziert, dienen **unterschiedlichen Funktionen**, wurden **heteronom**. Es ist **Arbeitsteilung** eingetreten. Schon BONNET hatte 1775 (zit. bei A. REMANE 1952, S. 217) noch ohne alle Deszendenztheorie geschrieben: "Die vollkommenste Organisation ist diejenige, welche die meisten Wirkungen durch eine kleine oder kleinere Anzahl ungleichartiger Teile hervorbringt." Die 'Tausendfüßler', vor allem die Diplopoda, haben noch zahlreiche gleichartige Segmente. Anders bei den Krebsen und dann den Insekten mit ihrer bei den meisten Arten wiederkehrenden Körpergliederung mit Kopf/Caput, 3 Brust-/Thorax-Segmenten und dem Abdomen/Hinterteil mit oft 8 Segmenten. Nur an 2 Thorax-Segmenten sitzen Flügel oder wenigstens ihre Überreste bei den Fliegen/Diptera. Aber die Flügel konnten auch wieder verkümmern. Am Abdomen befinden sich segmental angeordnet die der Atmung dienenden Stigmata, die Luft einlassenden Öffnungen. Im Inneren der Insekten besteht etwa beim Darm keine deutliche Segmentierung.

Neben der Zahlreduktion gleichartiger Strukturen gibt es wie die Gliederung des Insekten-Körpers zeigt die **Differenzierung**, formuliert als 'Differenzierungsgesetz' (A. REMANE 1952, S. 233), die Funktions-, die Arbeits-Teilung, die verschiedenen Funktionen verteilt auf spezialisierte Strukturen.



Abbildung 56: Tausendfüßler/Chilopoda: Metamere kaum differenziert.



Abbildung 57: Differenzierte Metamere: Caput, Thorax, Abdomen.

Das ursprünglich gleichartige **Gebiß** bildet bei Säugetieren "Kauzähne, Mahlzähne, Eckzähne, Reißzähne u. dgl." (L: PLATE 1928, S. 752). Bei den Libellen halten die einen ihre Flügel stets gespreizt, andere, allerdings mit fast gleichartigen Vorder- und Hinterflügeln, legen sie in Ruhestellung zusammen, erscheinen also in dieser Hinsicht differenzierter, so etwa bei A. HANDLIRSCH (1907, S. 1250). Im Körper zunächst **verbreitete Funktionen** wurden mit der Evolution **auf spezialisierte Bereiche eingeschränkt** und konnten dadurch oft effizienter ausgeführt werden. Die **Aufnahme von Luft** in den Körper, die äußere Atmung (Respiration), ist bei niederen Tieren noch weit auf der Körperoberfläche verteilt, bis gewisse Teile zunehmend eine Vorzugsposition dabei einnahmen. Die Vorfahren der Tetrapoda besaßen, **Prinzip der Duplikation**, 2 verschiedene Organe der Respiration: die Kiemen (gills) und die wohl aus der Schwimmblase entstandenen primitiven Lungen. Die letzteren wurden bei den Landtieren allmählich zum entscheidenden Respirationsorgan, aber auch nicht bei allen zum einzigen, denn bei Fröschen gibt es auch Mundbodenatmung. Differenzierung der Schädelknochen bei den Wirbeltieren von den niederen zu den höheren betonte S. W. WILLISTON (zit. b. A. REMANE 1952, S. 220).

Bei einfachen Algen vereinigen sich gleichartige Zellen meist verschiedener Individuen, so bei den Jochalgen/Conjugatae, vereinigen sich Iso-Gameten. besteht **Isogamie**. Höhere Formen bilden oft getrennt auf verschiedenen Individuen kleinere bewegliche Gameten, die Spermatozoen oder Spermien, und größere, oft unbewegliche, die Oozyten, die Eier, es besteht also **Heterogamie**. Bei vielen **Farnen** haben die Wedel, die Blätter, zum einen die Assimilations-, die Ernährungs-Funktion und auf der Unterseite bilden sich die sporenbildenden Sporangien. Bei etwa dem Königsfarn/*Osmunda regalis* L. bilden sich Sporenkapseln an besonders gestalteten Blattabschnitten, und beim Rippenfarn/*Blechnum* tragen nur manche, andersgestalteten Blätter die Sporangien, erfolgt Trennung von **Trophophyllen und Sporophyllen**.

Bei den **Blütenpflanzen** gelten, wie auch der viel beachtete Taxonom J. HUTCHINSON (C. E. HUBBARD 1975, S. 350) mehrfach hervorhob, die durch viele Teile ihrer Blüten ausgezeichneten Ranales und Magnoliales als die primiveren Blütenpflanzen, mit ihren oft vielen Staubblättern, Fruchtblättern, auch Blütenblättern, und werden dann Familien mit weniger und reduzierten Blütenteilen, gar mit solchen wie bei den Gräsern, als 'abgeleitet' gesehen. **Differenziertere Blüten** gelten als abgeleitet.



Abbildung 58: Trophophylle - Sporophylle: Osmunda.



Abbildung 59: Differenzierte Blüte Lonicera.

Organismen verschiedenster Stufen existieren nebeneinander und abhängig voneinander in der Natur

Mikroben, Pilze und viele niedere Tiere nehmen eine wichtige Stelle im Haushalt der Natur ein und ihre Entwicklung zu sonst etwas Höherem war ihnen unnötig und hätte dem Naturhaushalt höchstens den Gnadenstoß versetzen können. Mikroben sind auf ihrer Entwicklungshöhe vielfach höchst anpassungsfähig.

Das '**Gesetz der Internation, Konzentration und Zentralisation**' (A. REMANE 1952, S. 244 ff.) besagt hinsichtlich Internation, daß an Oberflächen liegende Organe **ins Innere** versenkt werden. Die Umwelt hat da entscheidend Einfluß auf die Selektion gehabt. Aber Lungen sind tiefer im Körper eingesenkt als Kiemen und müssen dennoch Außenverbindung haben, wohl geschützte. Lungen-Atmung löste die noch bei Fröschen wichtige Hautatmung bei höheren Wirbeltieren völlig ab. Mit Lungen konnte in mehr trockenem Land existiert werden als einem Frosch möglich ist.

Zum Vergleich nochmals **Blütenpflanzen**: Die Gymnospermen mit offenen Samenanlagen erscheinen auch in der Erdgeschichte eher als die Angiospermen/Bedecktsamer mit ihren im Fruchtknoten völlig umhüllten Samenanlagen. Bei den Angiospermen gilt unterständiger Fruchtknoten als abgeleitet gegenüber oberständigem. (S. 245).

Spezialisierung - einseitige Anpassung, Vorteile und Nachteile

Viele Organismen sind einer spezifischen Umwelt, einer 'Nische', gut, ja vollkommen wirkend angepaßt. Aber sie erscheinen als nicht mehr fähig, sich in Anpassung an andere Bedingungen stark umzubilden. Sie können sich in ihrem Rahmen verbessern, aber nicht grundsätzlich umbilden. Und es gilt seit der Herausbildung der frühen Lebensformen (CHR. DE DUVE 1997, S. 131): "Wenn die Evolution in einer bestimmten Richtung voanschreitet, wird das Spektrum der Wahlmöglichkeiten immer enger, die Entwicklung wird immer gezielter und immer weniger umkehrbar." 'Spezialisierung' (O. ABEL 1929, S. 455) wurde definiert als jede Veränderung eines Organs oder einer Gruppe von Organen oder sicher auch Strukturen allgemein gegenüber einem primitiveren Ausgang, auch wenn es Abbau, 'Degeneration' ist. Organismen mit Spezialanpassung erscheinen als **Endglieder** einer Linie, "Endgruppen langer phyletischer Zweige" (L. PLATE 1928, S. 772), fern dem Aussehen der als Stammformen möglichen Lebewesen. Spezialisierungen dürfen phylogenetisch als abgeleitet gelten, sind Vervollkommnung, oft mit Funktionswechsel oder wenigstens Funktionserweiterung. Als Beispiele nannte PLATE (1928, S. 750) unter zahlreichen anderen die offensichtlich aus "einer gewöhnlichen Speicheldrüse" entstandene Giftdrüse der Giftschlangen, die Umbildung von Muskeln bei den elek-

trischen Fischen in elektrische Organe, die Übernahme auch von Jungenschutz bei der Kieme von Muscheln/Unio. Reduzierung von Spezialisierungen sind aber wohl möglich, so die Rückbildung auch hochentwickelter Augen. PLATE (1928, S. 777) verweist auf die Lungenfische, die ja wohl mit ihren "Stützplatten" Anpassung an Schlamm und Sand im Wechselbereich von Wasser und Land waren, und aus denen sich "trotzdem ... die ganze Mannigfaltigkeit der Landextremitäten entwickelt" hat.

Bei komplizierter Ontogenese sind aber vielleicht durch Neotenie größere Umbildungsmöglichkeiten zu denken?

Spezialisierung erschien auch als Bindung an bestimmte Umweltfaktoren beispielsweise in der Keimesentwicklung, in den Stoffwechselfvorgängen, in der Physiologie. Von den morphologisch ausgerichteten Evolutionsbiologen wurde kaum beachtet, was die experimentell arbeitenden Botaniker und auch Zoologen aufwendig untersuchten, daß Pflanzen sich wenigstens auf bestimmten Lebensstadien oft nur unter sehr eingegrenzten Bedingungen entwickelten, also Eier von Algen, von *Fucus*, nur in einem begrenzten Temperaturbereich keimten, es also oft eine **starke physiologische Spezialisierung** gab. Das mußte über die Verbreitung entscheiden.

Entwicklung in verschiedene Richtung - Radiation

OSBORN (1922) erörterte für die Elefanten und andere Wirbeltier-Gruppen das Bild der adaptiven Radiation, das Hervorgehen zahlreicher spezialisierterer Gruppen aus einer noch relativ wenig spezialisierten, dem Anfang der spezialisierteren Gruppen wenigstens nahestehenden Gruppe. Spätere Gruppen laufen also in in früherer Zeit in einer gemeinsamen Wurzel zusammen. Alle, auch kleine Gruppen, ja Gattungen, ja Arten, haben aus einem Ahnen oder wenigen Ahnen sich in weitere Formen aufgesplittert. Es gibt die Frage von wenig wissenden Laien, wie es möglich wäre, daß aus einem Esel ein Kamel oder ein Elefant entstand. Das war überhaupt nicht möglich! **Radiation war überall.** Es gab Ausgangsgruppen, die aufsplitterten. Die bekannten **Primitivformen** wurden allerdings auch oft immer wieder als schon abgeleitet beurteilt. Vielleicht ging man dabei auch gern zu weit. Um vielleicht die Evolution in Frage zu stellen. Wobei die als frühe Formen ihrer Gruppe zu sehenden Lebewesen den ersten Ausgangsformen zumindestens nahestehender sind als aus ihnen als abgeleitet zu sehende Formen, also das dreizehige Pferd des Tertiär gegenüber den Einhufern wie die frühen Elefanten mit noch kurzem Rüssel gegenüber denen mit langem Rüssel. Von einer Ausgangsgruppe konnten die sich trennenden Linien unterschiedlich starke Merkmalsänderungen aufweisen, unterschiedlich stark in ihrer Phylogenese umbilden. Elefanten sind von einer anzunehmenden Ausgangsgruppe früher Säugetiere und

dann wohl von der Nähe der Schweine in ihren Merkmalen wohl weiter abgewichen als von frühen Säugern etwa Primaten, was auch in der Nomenklatur als Taxon zum Ausdruck kommen muß (s. E. MAYR 1984, S. 185 u. a.).

Die Radiation gilt auch für die **Primaten**, die Affen, und deshalb ist kein heutiger und kaum ein vorweltlicher Affe als direktes Bindeglied zum Menschen zu sehen, und MIVART (s. ob.) hat da falsch gesucht. Die Affen der Alten Welt und der Neuen Welt entscheiden sich in vielen Merkmalen, auffallend in der Nasengestalt, die Schmalnasen in der Alten Welt und die Breitnasen in der Neuen Welt und vor langer Zeit sind sie gebildet aus einem gemeinsamen frühen Affenvolk zu denken. Auch die einmal als menschenähnlich gesehene Gibbons/Hylobatidae, waren relativ frühe Absonderung, mit dem *Propliopithecus* im Unter-Oligozän von Ägypten (O. KUHN 1938, S. 94).

Regel oder gar Gesetz der Größenzunahme von DEPERET, COPE u.a.

Innerhalb von phylogenetischen Entwicklungsreihen fand sich teilweise eine ständige Größenzunahme, so in der Reihe der Pferde, auch bei den Elefanten, wenn man einige spät-tertiäre Arten etwa auf Inseln ausklammert. Größenzunahme bedeutete **Auslesevorteile** und später RENSCH (so 1959, 1960) verwies auf die dabei mitvergrößerten und damit leistungsfähigeren Gehirne, mit gewiß Grenzen der Vergrößerung schon wegen der Blutversorgung. Bei den Ammoniten finden sich die größten Formen in der Kreide-Zeit, allerdings keine Riesenformen in allen Reihen, und am Ende der Kreidezeit verschwanden die Ammoniten. **Keine** allgemeine Größenzunahme gibt es ansonsten bei den Mollusken und den planktischen Foraminiferen (S. B. CARROLL 2001). Bei subfossilen Straußenvögeln waren die größten Vertreter auf größeren Inseln beheimatet, so die Moas auf Neuseeland und ein Riesenstrauß auf Madgaskar. Gegen wen hatten sie sich durchsetzen müssen?

Gesetz von der Herkunft der größeren Gruppen mit Spezialanpassungen nur aus unspezialisierten Vorfahren - COPE

Das Gesetz von der Herkunft der größeren Gruppen nur von unspezialisierten Formen, "law of the unspecialized", geht namentlich auf COPE zurück. Es besagt, daß unspezialisierte Formen an der Wurzel der verschiedenen Gruppen standen, weil in bestimmter Richtung ausgebildete Formen sich nicht zurückentwickeln

würden, also nicht offen für viele neue Umbildungen sind. Der Gedanke von Urformen, unspezialisierten Typen der realen, mit zahlreichen Anpassungsmerkmalen ausgestatteten Formen ist auch vor-evolutionär, eine Idee der manchmal als "idealistische Morphologie" bezeichneten Morphologie namentlich des späten 18. Jh. Unabhängig von Evolution hatte einst GOETHE eine idealisierte Urform der Blütenpflanzen, eine "Urpflanze", sogar in der Realität gesucht und führte den Säugetier-Schädel auf die Urform der Wirbel, zurück.

Völlig unspezialisierte "Null"-Typen, die nach den verschiedensten Seiten hin für Umbildung offen sind, wurden aber auch als Fossilien, also als mögliche Vorfahren später spezialisierter Gruppen, im strengen Sinne nicht gefunden, wären wohl wohl kaum lebensfähig gewesen. Sie hätten geradezu Allesfresser sein müssen und unter Unterholz ohne Feinde leben müssen. Es müssen wenigstens geringe Spezialisierungen rückgängig gemacht worden sein. Es gibt allerdings auch heute noch Formen, die zumindestens in vielen Zügen ursprünglich, unspezialisiert erscheinen und so wenigstens ideell als Ausgangsform für spezialisiertere Nachkommen in Frage kommen könnten. Das gilt bis zu einem gewissen Grade für das Opposum/*Didelphis*. Als ziemlich unspezialisiert werden auch das in Südost-Asien beheimateten *Tupaia*/Spitzhörnchen genannt mit vor allem der Art *Tupaia glisis*, deren Verwandte im Eozän GREGORY 1913 beschrieb und das im System zwischen Lemuren und Insectivora hin- und hergeschoben wurde, *Tupaia* ist immerhin ein flinker Baumbewohner. Daß sich als wenig spezialisiert geltende Tiere weit ausbreiten können bewies das Opposum das in vorher von ihm nicht erreichte Regionen eingeführt sich wie in Neuseeland stark vermehrte.

Auch **große Gruppen** waren längst so festgelegt, daß aus ihnen nur Formen innerhalb ihrer Konstruktion hervorgehen konnten. Die **Insekten** mit ihrem recht starren Außenskelett und der Luft- und damit Sauerstoff-Aufnahme durch die Tracheen und mit dem offenen Blutgefäßsystem konnten sich nicht über eine gewisse Größe hinaus entwickeln (B. RENSCH 1960, S. 55). Die Sauerstoff-Versorgung begrenzte das. In warmer Umgebung können manche Insekten, so die Libellen, aber beeindruckende Flugleistungen ausüben. Manche Krebse sind in der Körpergröße weniger gehemmt gewesen.

Das Gesetz, daß nur unspezialisierte Formen die Vorfahren von neuen Stammeslinien sind, brachte die "Konstrukteure" der Stammbäume in manche Schwierigkeiten, eben weil sich unter den fossilen Formen die geforderten völligen "Null-Typen" nicht fanden, ebensowenig wie GOETHE die "Urpflanze" real fand. Wohl alle fossilen Formen wurden dann als Seitenlinien irgendeines Astes am Stammbaum betrachtet, die als veränderte Nachkommen eines einfacheren Vorfahren diesem höchstens nahestehen und nur nicht gefundene einfachere Formen sollten deren unmittelbare Wurzel sein. Diese Einordnung als eher Seitenlinie gilt auch für den

”Urvogel” wie in den Ursprungsformen der Menschheit für den ”Neandertaler”-Frühmenschen. Die anzunehmenden ’Nullformen’, aus denen angepaßte Formen allein herkommen sollten, sind entweder verschwunden oder – und das wäre wohl realer - es mußte eben anerkannt werden, daß auch irgendwie mit Anpassungsmerkmalen ausgestattete Formen sich umbilden konnten. Es muß wohl erwartet werden, daß ”ganz unspezialisierte Geschöpfe wohl überhaupt nicht existieren und auch als hypothetische Arten nicht gut gelebt haben können” (PLATE 1928, S. 774). Von mehrzehigen Pferde-Formen, die in einem bestimmten Habitat lebten, mußten die dann 1-zehigen Pferde entstanden sein.

Das Prinzip des Funktionswechsels, 1875. DOHRN

Daß Strukturen, Organe im Verlauf der Evolution eine neue Funktion übernehmen können, wenigstens zusätzlich zu einer vorhandenen, wurde von etlichen Forschern angedeutet und von ANTON DOHRN (1875) als ”**Prinzip des Funktionswechsels**” klar formuliert. Es war eine Lösung für das Problem, wie neue Organe in Existenz treten können. MIVART hatte DARWIN entgegengehalten, daß bei nur allmählicher, schrittweiser Evolution, Organe aus einfachen Anfangsstadien entstanden sein müssen, jedoch in zu unvollkommener Ausbildung konnte ein Organ kaum funktionierten und unterlag somit nicht der Auslese, verschwand wieder. DARWIN selbst (in: P. H. BARRETT 1977, S. 259) hatte 1855 in der ’Gardeners Chronicle ... geschrieben, daß der von den blütenbesuchenden Insekten gesuchte Nektar eine zunächst nicht dafür entstandene Exkretion war, sondern die ”only incidentally (as is so often done by nature)” zu ihrer Funktion in den Blüten kam. DOHRN war nach eigener Angabe durch MIVARTs Schrift ”Genesis of Species” zum Nachdenken über die Erstentstehung von Organen angeregt worden. Das Prinzip des Funktionswechsels war ihm die Lösung. Nach DOHRN gab es in der seit dem Kambrium erfaßbaren Phylogenese keine Organ-Neu- und Umbildung, sondern nur Erweiterung oder Ersatz in den Funktionen bereits bestehender Organe. Wie DOHRN (1875, S. 60) formulierte: ”Durch Aufeinanderfolge von Functionen, deren Träger ein und dasselbe Organ bleibt, geschieht die Umgestaltung des Organs. Jede Function ist eine Resultante aus mehreren Componenten, deren Eine die Haupt - oder Primärfunktion bildet, während die Andern Neben - oder Secundärfunktionen darstellen. Das Sinken der Hauptfunction und die Steigerung einer Nebenfunction ändert die Gesamtfunktion: die Nebenfunction wird allmählig zur Hauptfunction, die Gesamtfunktion wird eine ganz andre, und die Folge des ganzen Processes ist die Umgestaltung des Organs”. DOHRN erläuterte das an der Herausbildung der Extremitäten bei den Arthropoda, die auf Kiemen zurückgeführt werden, wie sie die Ringelwürmer, auch Krebstiere besitzen. Bewegung der Kiemen führten zu einer anfänglich wenigstens geringen Hilfe bei der Ortsbewegung der Annelida, aber ”je unabhängiger die Eigenbewegung der

Kieme von der Gesamtbewegung des Körpers wurde, um so einflussreicher vor Allem für die Steuerung während des Schwimmens” mußte sie werden (S. 14). Der Gebrauch entwickelte an den stärker bewegten Kiemen zugehörige Muskeln. Durch Spezialisierung auf die vorherige Nebenfunktion, Nahrung zu ergreifen, wandelten sich die Vorderextremitäten der Crustacea zu Freßwerkzeugen um. Einen eindrucksvollen Funktionswechsel sah DOHRN auch bei den **Pinguinen**, deren **Flügel zu Schwimmwerkzeugen** geworden waren. Völlig offen blieb, was sich in einer Vererbungssubstanz abspielen mußte, wenn ein solcher, als erblich anzunehmender Funktionswechsel stattfand. Die DOHRNsche Darlegung war eine nur dem äußeren Phänomen verpflichtete Beschreibung eines an paläontologischen Befunden teilweise feststellbaren und aus vergleichend-anatomischer Untersuchung ableitbaren Sachverhaltes. Für **unterschiedliche Funktion derselben Struktur** gibt es noch manches Beispiel. **Schwanz** bleibt Schwanz, mit homologen Schwanzwirbeln, aber ist beim Känguruh Körperstütze, ist bei manchen Affen Klammerorgan, dient zum Steuern beim springenden Eichhörnchen, ist Wedel zur Insektenabwehr bei Pferd und Rind (F. DAHL 1923, S. 8). Der Funktionswechsel kann sehr verschieden stark ausfallen, eben bis zum Verlust der Ursprungsfunktion. Bei **sekundär ins Wasser** gegangenen **Säugetieren** wurden die Lauforgane wieder völlig Schwimmorgan, bei den Walen ist der Schwanz Bewegungsorgan. Im Unterschied zu den Fischen, welche den Schwanz seitwärts bewegen, wird der Schwanz der Meeressäugetiere nach oben und unten, senkrecht, bewegt. Zur Herausbildung der Meeressäugetiere schrieb F. DAHL (1913, S. 32) schön glatt: ”Die Umwandlung wird in demselben Maße stattgefunden haben, in dem das Tier vom Landtier zum Wassertier wurde, hielt also wahrscheinlich mit einem Wechsel der Lebensweise gleichen Schritt.” Aber wie denn? Ein normales Säugetier ist laufend am Wasser und bildet hier fast rätselhaft für das Wasserleben geeignete und positiv ausgelesene Strukturen aus? Oder schon auf dem Lande erschienen zum Wasserleben dienende Strukturen, im Sinne der Präadaption, und dann ging es hinein ins Wasser? Oder war noch einiges angelegt von ans Wasser gebundenen Vorfahren und ließ sich reaktivieren? Wie auch immer: Die Umbildung, sogar die allmähliche, ist aus Fossilfunden offensichtlich. **Schwimfüße** haben die Ottern unter den Säugetieren, unter den Vögeln die Enten und anderes Wassergeflügel, und ihre Herkunft von für das Landleben angepaßten Tieren erscheint noch deutlicher als bei Walen. Zum Kauen bei Fischen dienende Knochen im Kiemenbereich sind den **Ohrknöchelchen im inneren Ohr** von Landtieren, gerade auch der Säuger, homolog und haben offensichtlich einen besonders starken Funktionswandel erfahren. Eine stark **veränderte Lunge** ist die **Schwimblase** der Knochenfische, welche ein großes Erfolgsorgan ist und Schweben in verschiedenster Wassertiefe erlaubt, während Haie gegen das Absinken auf den Meeresboden ständig schwimmen müssen (R. DAWKINS 2016, S. 413 ff.). Es darf angenommen werden, daß alle Gliedma-



Abbildung 60: Tipula, statt der Hinterflügel Schwingkölbchen.

ßen der **Krebse** ursprünglich Beine waren und aus vorderen Kauwerkzeuge und die Antennen hervorgingen. An der **Nauplius-Larve** von Krebsen findet eine Umwandlung von Beinen statt. Schwanzfüße des Flußkrebse dienen beim Weibchen nur noch zum Eiertragen und stehen auch beim Männchen im Dienst der Fortpflanzung (K. GUENTHER 1905, S. 234 ff.). Ausgewachsene parasitische Krebse haben zum Teil alle ihre an Krebse erinnernden Strukturen verloren, aber besitzen solche noch im schwimmfähigen und für die Ausbreitung dieser Krebse notwendigen Larven-Stadium (K. GUENTHER 1905, S. 235 ff.). Beim Funktionswechsel aktiv tätiger Strukturen konnte man an den zuständigen Teilen im Nervensystem nicht vorbeisehen, wie es später BÖKER (1937 u. a.) betonte. Das zurückgebildete **hintere Flügelpaar** der **Diptera/Zweiflügler** wurde, als Schwingkölbchen/Halteren, zu einer wie ein Gyroskop wirkenden, den **Flug**, mit dem vorderen Flügelpaar, **stabilisierenden** Struktur.

Bei **Pflanzen** gibt es Funktionswechsel oder wenigstens Funktionserweiterung bei den zu **Klettereinrichtungen** (F. MÜLLER 1867) umgebildeten Blättern oder Blattteilen. Das Rudimentieren der **Blätter bei Trockenpflanzen** war **mit Funktionswechsel** verbunden durch die Umwandlung der Blätter in Freßschutz bewirkende **Dornen** und dem Funktionswechsel jener Teile, der Zweige oder der Sproßachse, die, verdickt bei Kakteen und nun reichlich ausgestattet mit Chlorophyll die Blattfunktion der Assimilation übernahmen.

Der französische Botaniker GASTON BONNIER (R. SCHWARTZ-COWAN 1970) sah in den **Nektarien** der Blüten Stoffausscheidungsorgane für überschüssigen Zucker und erst als solche wurden sie auch die nun positiv ausgelesenen Anlockungsmittel für Bestäuber, so die Bienen.



Abbildung 61: Dornen bei Gleditsia.

Funktionserweiterung

Um noch spätere erweiterte Gesichtspunkt einzufügen: eine Struktur oder eine Eigenschaft konnte nicht nur eine neue Funktion erhalten, sondern zusätzliche Funktionen erwerben, also eine '**Funktionserweiterung**' erfahren. Nach einer von STEPHEN JAY GOULD und der Südafrikanerin ELIZABETH VRBA vorgeschlagenen Terminologie wurde die einstige '**Adaptation**' zur '**exaptation**' (R. LEWIS 1982), ex = aus, erweitert. Das konnte auch für die Kakteenstrukturen angeführt werden. Die **Federn der Vögel** waren bei den Vorfahren offensichtlich nur Wärmeschutz und wurden dann erst **auch** Flugorgane.

Hautfalten bei etlichen Reptilien, so dem Flugdrachen/*Draco volans*, und einigen kleinen Säugern lassen kein richtiges Fliegen zu, erlauben aber ein sanftes Herabgleiten, fallschirmartig, aus größerer Höhe, etwa von Bäumen, oder ein Springen von Ast zu Ast (R. DAWKINS 2008, S. 137), und ähnliches konnte zu den Flügeln der Fledermäuse führen. **Insektenflügel** waren zuerst wohl klein und **waren 'Sonnensegel'** zum Aufwärmen der so stark von der Außenwärme abhängigen kleinen Tiere (R. DAWKINS 2008, S. 121). Mit dem Größerwerden der Insekten wurden auch die Sonnensegel größer und wurden bei richtiger Proportion zum Körpergewicht Flugorgane. Als Beispiel aus der Biochemie beeindruckt: Die körpereigene Substanz **Adrenalin** ist **Transmitter** an den Synapsen, also vermittelt zwischen Nervenzellen und von Nervenzellen auf andere Zellen, und ist **ebenso** vom Mark der Nebenniere ausgeschüttetes **Hormon**, welches den Blutdruck steigert. Es vermehren sich Gene, die zunächst gar nicht benötigt werden und dann eine Funktion übernehmen können.

Wenn Strukturen zum Wechsel oder der Erweiterung der Funktion geeignet sind,

kann man sie auch als mehr oder weniger 'prä-adaptiert' für die neue Funktion ansehen.

Gesetz von der Nichtumkehrbarkeit oder Irreversibilität der Evolution, 1890, 1893. DOLLO

Irreversibilität gilt für die Evolution insgesamt und besagt, daß "Gleiches", ungeachtet aller äußeren Ähnlichkeit bei Konvergenzen, nicht wiederkehrt. Es gab, ein grob-vereinfachendes Beispiel zu bringen, keinen zweiten Auftritt der Dinosaurier.

Daß auch in engerem Rahmen, innerhalb begrenzter Taxa, keine Rückentwicklung zum Ausgangstyp stattfindet, stellte der belgische Paläontologe DOLLO ab 1890, so **1893**, heraus in dem von ihm formulierten **Gesetz von der Nichtumkehrbarkeit** oder Irreversibilität heraus. Das "Gesetz" von der Nichtumkehrbarkeit, daß zurückzuführen war auf die Kompliziertheit der meisten Strukturen, die sich nicht noch einmal in derselben Weise bilden konnten. OTHENIO ABEL, seit 1915 Ordinarius in Wien, bezeichnete das viel diskutierte Gesetz 1911 auch als "Dollo'sches Gesetz". Erscheinen in einer Stammesreihe Formen, die äußerlich wie Vorfahrenstadien aussehen, dann treten diese Ähnlichkeiten gemäß DOLLO doch auf anderer anatomischer Grundlage auf. In das Meer gegangene Säugetiere, so die Wale, Nachfahren von Landtieren, haben äußerlich manche Fisch-Ähnlichkeit, aber sind in ihren grundlegenden Merkmalen eben Säugetiere, atmen durch Lungen, haben nicht die den Fischen eigenen Merkmale wiedererhalten.. DOLLO selbst hatte das Gesetzes von der Unumkehrbarkeit der Entwicklung mit der Untersuchung des Panzers fossiler Schildkröten, der Lederschildkröte *Dermodochelys coriacea*, begründet. Schildkröten (O. ABEL 1929, S. 345 ff.) waren zuerst allem Zeugnis nach Festlandsbewohner, entstanden im Perm, und besaßen einen geschlossenen Panzer. Manche Schildkröten gingen dann ins Meer, waren dort im Jura. Der Panzer wurde rudimentär. Nachkommen solcher Hochsee-Schildkröten traten dann, in der Kreidezeit, auch wieder auf dem Festland auf. Erneut erschien bei ihnen ein Panzer, aber über dem rudimentären primären Panzer hatte sich ein neu gebildeter. Es gab also **nicht Reaktivierung einer verlorengegangenen Struktur**. Kein rezenter Vogel hat Zähne auf dem Kiefer wie bei den fossilen Zahnvögeln wiedererhalten, sondern dem Fischfang dienen wie beim Säger/*Mergus/Merganser* ein stark gezackter Schnabel (O. ABEL 1929, S. 350).

Als Gegenbeispiel wurde auf die Behaarung des Mammuts verwiesen (L. PLATE 1928, S. 790), wenn man es denn auf nackte Elefanten zurückzuführen für möglich hielt. Aber Haarwurzeln sind wohl bei den rezenten Elefanten vorhanden, konnten

also manchmal reaktiviert sein und solche Individuen wurden ausgelesen.

Problem erschien seinerzeit das Auftreten von Atavismen, das Auftreten von Vorfahrenmerkmalen (O. ABEL 1929, S. 313)

Orthogenesis. 1897. EIMER

Der Begriff "Orthogenesis" für geradlinigen Ablauf im Evolutionsgeschehen, festgestellt hauptsächlich von Paläontologen, wurde von WILHELM HAACKE in dessen Werk "Gestaltung und Vererbung" eingeführt und dann von THEODOR EIMER im Jahre **1897** im Titel eines Werkes allgemein bekannt gemacht. EIMER hatte Medizin studiert, nach der Promotion fast ein Jahr lang im Laboratorium von AUGUST WEISMANN in Freiburg gearbeitet (C. R. KLUNZINGER 1899, M. v. L. 1898). Er erhielt eine Privatdozentur in Würzburg, war 3 Jahre lang Inspektor am Großherzoglichen Naturalienkabinett in Darmstadt und wurde 1875 Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Tübingen. Seinen ehemaligen Lehrer WEISMANN griff er teilweise in haßerfüllter Weise an, nannte etwa dessen "Methode" "skrupellose Dialektik". Aber EIMER hat auch wichtige Gedanken zur Evolutionstheorie geliefert.

"Orthogenesis" konnte rein **deskriptiv** gemeint sein, als eine Vorgangs-Beschreibung, als Bezeichnung für die Tatsache, daß Gruppen mit vielen Fossilien aus verschiedenen Zeiten eine recht einlineare Umbildung zeigen, ohne daß damit schon eine neue Deutung der Kausalität der Evolution verbunden war, ist eben zunächst "nicht viel mehr als eine Formulierung" (vgl. B. KLATT 1954, S. 11). Aber konnte die eigenartige 'Summation' der oft als richtungslos geltenden erblichen Variationen damit abgetan sein?. Wurde eine Variabilität nach den verschiedensten Richtungen angenommen und sollte die Selektion aus einem vielseitigen Angebot auslesen können, dann, so wurde gemeint, müßte schon bei den Fossilien ein größeres Schwanken der Merkmale erwartet werden als es etwa in der so glatt verlaufenden Pferde-Reihe aufzutreten schien. Aus solchen Überlegungen wurde, so für EIMER, die "Orthogenesis" zu einer Ursache der Evolution, **als** eine regelrecht **kausale Aussage** als einem eigenständigen Faktor in der Evolution benutzt, der auf gerichtete innere Vorgänge in den Organismen verwies. EIMER sprach davon, "daß das Abändern der Lebewesen ganz gesetzmäßig nach wenigen bestimmten Richtungen geschieht, nicht zufällig nach den verschiedensten oder gar allen möglichen Richtungen." Diese "evolutionäre Kanalisation" war gewiß richtig, aber für EIMER sollte die "Orthogenesis" sogar gegen einen entscheidenden Einfluß der Selektion in der Evolution sprechen. Die einer Gruppe innewohnende Entwicklungstendenz solle sich auch gegen Selektion durchsetzen. Mit der nur in bestimmte Richtungen möglichen Variabilität, wie sie sich in der Orthogenesis äußere, sah EIMER "al-

lein vollständig die Grundlage der DARWIN'schen Lehre" "erschüttert" (1897, S. 14).

Andere Forscher sahen Evolution mit Orthogenesis als Folge einer einer lange Zeit konstanten und stabilen Umwelt, in der kaum Abweichungen nötig wurden und eher **neutrale** bis fast überschießend nachteilige **Umbildungen** auftraten, **in bestimmter Richtung** und ohne zu viel Ausmerzung durch Selektion. Wie es B. KLATT (1954, S. 9) formulierte: "Es gibt so viele überaus bizarre Formen und Einzelmerkmale, unverständliche Verhaltensweisen usw., für welche ein Selektionswert jedem, der die Dinge *unvoreingenommen* betrachtet, in höchstem Maße unwahrscheinlich, ja kontra-indiziert (Dysteleologien) erscheinen muß, so daß man die Vorstellung nicht los wird: hier ist ein Uhrwerk angelaufen, das in bestimmter Richtung weiterläuft - sofern es nicht vorzeitig gestoppt wird." Auch bei chemischen Verbindungen gibt er nur "begrenzte Möglichkeiten zu ihrer Umgestaltung ..., die nur bestimmte weitere Konsequenzen gestatten, also auch eine Entwicklung in bestimmter Richtung darstellen ..." (S. 10). Den Vergleich mit der Veränderung bei chemischen Verbindungen müßte aber nicht nur hier angeführt werden, sondern auch bei jeder anderen Variabilität (ZIRNSTEIN).

Im 20. Jh. sahen weiterhin die "**Orthoselektionisten**" die Orthogenesis als Ergebnis der lange Zeit in gleicher Richtung kanalisiertem Selektion die "**Orthogenetiker**" als Ergebnis der Entwicklung von innen (H. HÖLDER 1983).

Vermeintliches Gesetz von der Abnahme der Variabilität in der Evolution, 1905. ROSA

Der italienische Biologe DANIEL ROSA (1905), Professor in Modena, hielt von ihm gesehene Abnahme der Variabilität mit der Höherentwicklung für ein "Gesetz", das nach ihm sogar als **ROSAsches Gesetz** bezeichnet wurde. Einst sollte es in der Organismenwelt viel mehr Abänderungen gegeben haben, was erklären konnte, daß die Evolution in früheren Erdperioden rascher ablief als etwa heute, eine anaktualistische Vorstellung. Mit fortschreitender Umbildung in einer Stammeslinie mochte eine "ideale" Anpassung (O. ABEL 1929, S. 373) erreicht werden und Abänderungen konnten nur Verschlechterungen bedeuten. Paläontologen mochten darin eine Bestätigung für das Ende von Stammeslinien sehen. Wie es bei O. ABEL (1929, S. 374) hieß: "Gerade die persistenten Typen beweisen schlagend, daß die stammesgeschichtliche Entwicklung nicht unbegrenzt, sondern begrenzt ist." ABEL (1929, S. 305) formulierte ein wenig anerkanntes 'biologisches Trägheitsgesetz'. Neues konnten nur Unspezialisierte hervorbringen. Oder wollte man gar Evolution als beendet ansehen? Mit fortschreitender Evolution mochten viele Lebewesen

immer besser (A. NAEF 1917, S. 52) und schließlich fast vollendet **der Umwelt angepaßt** sein. Abänderungen konnten dann nur Nachteile bringen. Die "hochorganisierten Formen" sind "so angepaßt ..., daß die neuen stark abweichenden Variationen nicht konkurrenzfähig sind" und es wurde gemeint, (L. PLATE 1928, S. 788). S. 785),, daß ROSAs Gesetz durch eine neue Fassung ersetzt werden solle: ""Gesetz der fortschreitend verminderten phyletischen Bedeutung der Variation" (Hervorhebung im Original). Selektion war dann '**stabilisierende Selektion**', war Auslese alles Neuen, weil es eben ungünstiger ausgestattet war. Auch die Genetik und Mutationsforschung kamen dann zu der Auffassung, so R. A. FISHER 1930 (zit. bei N. V. TIMOFEEFF-RESSOVSKY et al. 1977, S. 100), daß die nunmehr herausgebildeten genetischen Systeme doch sehr ausbalanciert sind. RENSCH (so 1959, S. 104) spricht von der "seit langem bekannten Regel der sukzessivem Evolutionsverlangsamung", auch als 'Stasigenesis' bezeichnet, wie sie für Sinnesorgane und Nervensystem feststellbar wären (Hervorhebung im Original). Aber wie stabil blieb die Umwelt? Die raschen anthropogenen Veränderungen bringen viele Lebewesen an den Rand der Existenz, auf die 'Roten Listen' der vom Aussterben bedrohten Arten.

WEISMANN hatte die Annahme einer **Erstarrung der Formen** entschieden **abgelehnt** (O. ABEL 1929, S. 309) und andere Autoren (L. PLATE 1928, S. 777) sahen das gleichfalls so. Welche Neuheiten entstehen doch immer noch unter den Hand der Züchter! Und *Drosophila* lieferte immer neue Abweichungen. Aber sie erschienen eben nicht als besser angepaßt, ja wirken teilweise pathologisch. In der Auslese müßten sie untergehen. Es **blieb** also "**die unendliche Mannigfaltigkeit möglicher Neubildungen** nur durch Auslese eingeschränkt" (B. RENSCH 1991, S. 68. Hervorhebung ZIRNSTEIN).

Manche durch die menschliche Wirtschaft bedrohten Arten haben sich überraschend erholt, es wurden offensichtlich den Stress der Umwelt besser angepaßte Individuen ausgelesen, so beim Uhu.

Auftreten nicht mehr benötigter Strukturen und Organe in der Embryonalentwicklung

Während die in der Keimesentwicklung angelegten Kiemenspalten der Wirbeltiere oberhalb der Fische wieder zurückgebildet werden und sich die Kiemerbögen in andere Organ umbilden kann ein nicht mehr benötigtes Organ auch lebenslang erhalten bleiben.

Der Botaniker OTTO PORSCH verwies 1905 auf weitgehend chlorophyll-lose Pflanzenteile und ganze Pflanzen, die kaum noch oder gar nicht mehr assimilieren, aber

die dennoch Spaltöffnungsapparate aufweisen, offenbar weil ihre Ausbildung erblich angelegt ist. Das ist der Fall beispielsweise bei der einheimischen parasitischen Orchidee *Neottia nidus avis* L. O. PORSCH wurde in einer Glückwunschkarte der Biologia Generalis 1935 als 'hervorragender' "Phylogenetiker und Blütenbiologe" genannt. Assistent bei R. VON WETTSTEIN wurde PORSCH 1912 zum ao. Professor nach Czernowitz berufen, wurde hier, nach einem Aufenthalt auf Java, 1914 Ordinarius, kehrte 1920 als Ordinarius nach Wien an die Hochschule für Bodenkultur zurück.

G. HABERLAND bemerkte einmal (1918, S.5), daß es vielleicht keine völlig nutzlosen Organe gibt, "wohl aber ist die in der Einzelausführung aller Formbestandteile zutage tretende Mannigfaltigkeit vielfach nur der Ausdruck eines inneren Gestaltungstriebes", sind "Konstruktionsvariationen".

Neotenie, Fötalisation, "Paedomorphosis"

Neotenie, Fötalisation, Paedomorphosis meinen dasselbe, sind das Geschlechtstreifenwerden von Jugendstadien, was beim Abbruch der dann nicht mehr notwendigen weiteren Ontogenese zu einer fortpflanzungsfähigen Form führt, die zumindestens in wesentlichen Eigenschaften einem Jugendstadium einer als Vorfahren in Frage kommenden Sippe gleicht. Durchgesetzt hat sich einst der Terminus "Neotenie", gebraucht von dem dänischen "Lector" für Zoologie J. E. BOAS 1896, der ihn auch fand bei dem Münchener und dann Baseler Anatomieprofessor LEOPOLD KOLLMANN 1884 resp. 1885 (Wikipedia 2015).

In der Embryonalentwicklung gibt es so viele Veränderungen und unterschiedliches Wachstum verschiedener Teile, daß auch eine nur teilweise vollendete Embryogenese nicht lebensunfähig sein mußte (R. DAWKINS 2016, S. 216). Es gibt wohl Beziehungen zur Rudimentierung, wenn Stadien eben nicht ganz verschwinden, nur eben rückgebildet auftreten. Neuartig mußte eine solche neue neotene Form vor allem erscheinen, wenn **Larvenstadien fortpflanzungsfähig** wurden. Die fortpflanzungsfähige Larve ist dann abgeleitet von einer Form, die weitere Stadien in ihrer Ontogenese aufwies. Was bei der Form mit weiterer Ontogenese als eine die Vorfahren rekapitulierende Stadium erscheint, ist dann bei Neotenie phylogenetisch eine jüngere Form. Die neotene Form gleicht Vorfahren anderer, würde in der 'Stufenleiter' tiefer angesetzt werden als ihre Verwandten und ist doch Ergebnis einer Weiterentwicklung im Sinne der Evolution. Rudimentation betrifft meistens nur ein Organ oder nur etliche Organe, Neotenie erfaßt viel in einem Körper, wenn vielleicht auch nicht alles. Bei Neotenie kann auch **nicht** von **Rückbildung** gesprochen werden, von einem über Generationen hinweg folgendem Abbau von Strukturen, da es eben ein Verbleiben auf einem Jugendstadium ist. Es mochte

eigenartig erscheinen, daß in der Evolution die Strukturen nicht immer nur komplexer wurden, sondern auch ein Abbruch der Zunahme von Bildungen stattfand, wie auch die Zahl der Chromosomen in der Evolution nicht immer nur zunahm. Neotenie läßt sich teilweise verknüpfen mit Abänderungen auf einem Embryonalstadium. Das neoten entstandene Lebewesen kann seinerseits Abänderungen erhalten, die es als ein progressive Umbildung ausweisen,

Daß eine Vorverlegung der Fortpflanzung auf frühere Stadien einer Keimesentwicklung möglich ist, fand WAGNER in Kasan und wurde bestätigt von RUDOLF LEUCKART (1865). LEUCKART fand bei bestimmten Cecidomyien/Gallmücken deren Larven sich "zu vielen Tausenden" in Gießen unter der Rinde eines pilzkranken Apfelbaumes und sah, daß diese aufgesammelt, lebende Junge, neue Larven, gebärten. Der **mexikanische Axolotl**, zunächst genannt: *Siredon psiciformis*, ist ein Schwanzlurch im Normalfall mit Dauerkiemen, ein "Perennibranchiate", und galt oft als primitive Form. Aber der Axolotl läßt sich im Experiment unter bestimmten Bedingungen in seiner Metamorphose weiterführen, wird zu *Amblystoma*. JULIAN HUXLEY erzielte das 1920 durch Gabe von Schilddrüsenhormon von Ochsen. Der fortpflanzungsfähige und noch kiementragende Axolotl muß demnach als stehengebliebene Larvenform betrachtet werden. Endstadien wurden jedenfalls bei den Axolotl in der Natur gekappt. Aber eine Neotenie liegt noch nicht ganz fest, kann überwunden werden, ist also Neotenie in statu nascendi, in rezenter Umbildung. Der Axolotl ist andererseits auch zu großen Regenerationen in der Lage. Auch beim Alpensalamander/*Triton alpestris* können Larven geschlechtsreif werden, was in der oft kurzen wärmeren Zeit in höheren Gebirgslagen als Anpassung erscheinen muß, um die Entwicklung abzuschließen. Neotenie wurde diskutiert für die Gymnophionen, die sich von den Amphibien trennten (M SCHIMKEWITSCH 1906, S. 70/71). Es kann **auch nur in etlichen Merkmalen ein Stehenbleiben** erfolgen und so also nicht die ganze Larvenform als neue Form erscheinen. Nach BOAS ist die Neotenie weit verbreitet. Er sah als solche das Ausbleiben des Descensus testicularum, der Abstieg der Hoden in den Hodensack, der bei den Walen und dem Elefanten unterbleibt und auch bei Menschenkindern bisweilen nicht stattfindet. Hier wird also ein Entwicklungsschritt nicht durchgeführt. Ebenso sah BOAS die doppelte Vagina als Hemmungsbildung, als ausbleibende Verschmelzung. Neotenie wurde schon von E. METSCHNIKOFF (1910) **für den Menschen** angenommen, der Mensch als "Hemmung" des Affen, "Monstrum", "eine mit großer Intelligenz ausgestattete Art Affenmißgeburt, fähig sehr weit zu gehen" (S. 378), "Wunderkind" von Affen, vielleicht Mutation im Sinne von DE VRIES. Auch in ganz einfachen Menschenfamilien würden bisweilen 'Wunderkinder' geboren. Warum sollte so etwas nicht auch in einer Affenfamilie passiert sein - und die Menschheit kam zustande? Jedenfalls entwickelte das Affenbaby, das mehr zum Menschen tendierte, auch neue Merkmale, die es eben zum höheren Menschen

brachten.

Bei **Pflanzen** werden **krautartige** Pflanzen als **fixierte Jugendstadien von Holzwächsen** gesehen (Wikipedia 2015). In vielen Pflanzenfamilien gibt es sowohl Bäume wie Kräuter, und die Bäume oft in den warmen Regionen.

Das "**Biogenetische Grundgesetz**" galt, wenn vor dem Endstadium Embryonalstadien ähnlich denen anzumehmender Vorfahren auftraten. Aber ein Frühstadium, ob nun Vorfahren ähnlich oder nicht, konnte also Dauerstadium werden, die Embryonalentwicklung wurde abgebrochen, kam nicht zum Ende und das Biogenetische Grundgesetz konnte sich nicht auswirken (Weiteres s. u.).

Arten etwa von Würmern, ja **ganze Gruppen** und die als Stamm betrachteten mikroskopisch kleinen Rotatoria/Rotifera/Rädertiere, wurden von manchen Forschern als Stammformen höherer Gruppen eingestuft, von anderen als Ergebnis von Neotenie, die Rotifera als stehengebliebene Trophophora-Larven. **Jede primitivere Form**, gesehen als Vorfahre höherer Formen, **kann auch neoten sein**. Sie ähnelt dann durchaus auch möglichen Vorfahrenstadien, jedoch ist nicht als Vorfahre erhalten geblieben, sondern kehrte in deren Aussehen zurück durch abgebrochene Embryonalentwicklung. Die Diskussionen darüber bildeten einen Teil der phylogenetischen Studien schon vor und um 1900, s. etwa ARNOLD LANG 1903.

..

In der Neotenie wurden auch Formen, gesehen, die zunächst **präadaptiert** sind, also vorhanden sind, bevor sie in einer geeigneten Umwelt ihre Nische finden.

Progressive Strukturen im Menschenkörper

WIEDERSHEIM sah im Menschenkörper nicht nur Überholtes, sondern ebenso Neues. Sah man wie der dänische Zoologe OHAN ERIK VESTI BOLK im Menschen in vielem einen auf Kindesstufe stehengebliebenen Menschenaffen, so sah BOLK auch, daß man das **Menschenhirn** nicht nur als "ein vergrößertes Anthropoidengehirn betrachten" kann, sondern viele **Neuerwerbungen** hinzugetreten wären, "Gebiete, die das Anthropoidengehirn überhaupt noch nicht besitzt (so bei R. WIEDERSHEIM 1908, S. 167).

Präadaptation

Präadaptation kann als Zustand oder auch als Vorgang gesehen werden und Präadaptation, besonders von LUCIEN CUE NOT erörtert, besteht darin, daß eine zufällig entstandene abgeänderte Form dadurch in Harmonie mit ihrer Umwelt kommt, daß sie

eine für sie geeignete Umwelt von findet, vielleicht gar aufsucht. Die **Form ging** also **dem Leben in einer bestimmten Umwelt voran**. Der Maulwurf hatte zuerst Grabschaukeln und wurde dann zum grabenden Bodenbewohner, möglicherweise dann nicht ohne weitere Verbesserungen. So kann man (b. O. ABEL 1929, S. 186) GOETHE zitieren:

”Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Tieres,
Und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten
Mächtig zurück.”

Präadaption konnte gedacht werden als aus einer früheren Anpassung hervorgegangen. Fast wie ein Wunder wirken die **Schädelsuturen**, welche bei der Geburt von Säugetieren wegen ihrer Zusammendrückbarkeit den Schädeldurchtritt durch die enge Gebärröhre erleichtern oder gar erst erlauben. Aber diese Suturen gibt es auch bei Vögeln und Reptilien, welche aus dem Ei schlüpfen, wo sie als keine Bedeutung für das Überleben haben. Präadaption erschien denkbar besonders bei beweglichen Tieren. Wer in der Umwelt direkte Einwirkung auf die Lebewesen, die Tiere sah, konnte Präadaption nicht anerkennen. Gemäß RENSCH (so 1960, S. 59 u. a.) gab es **zuerst die Gehirn-Vergrößerung** und dann konnte damit manches bisher nicht möglich Gewesene angestellt werden. Das hätte auch für den **Menschen** gegolten (s. u.).

Der **Mensch** kann, wie das DARLINGTON ausführlich darlegte, gemäß seinen Anlagen - jedenfalls oft - in eine ihm zusagende Umwelt gehen, mußte also nicht unter ihm widerlichen Bedingungen ausgelesen werden. Und: Weil menschenähnliche Wesen die körperliche und mentale **Ausstattung** dazu **besaßen** konnten sie in Notlagen und auch darüberhinaus **zur Arbeit übergehen**. Känguruhs in Not arbeiten nicht. Weil sie arbeiten konnten, hat die Arbeit dann den Menschen weitergeführt, aber durch primäre Arbeit ohne Voraussetzung kam es nicht zur 'Menschwerdung des Affen'. Nur weil im kleinen MOZART hohe musikalische Begabung angelegt war konnte er nach relativ wenig primitiver Übung zu dem großen Komponisten werden, der im Alter von 12 Jahren Librettos von Liebesopern in Musik brachte.

Evolution als pathologische Erscheinung

Normabweichungen heißen "pathologisch". Da die **Variationen, Grundlage der Evolution, Abweichungen vom bisher Normalen** sind, hat RUDOLF VIRCHOW (1886) alle Variabilität als **pathologisch** bezeichnet. Die Evolution wäre dann etwas "Pathologisches". Der gegenüber DARWINs Theorie skeptische VIRCHOW

hat mit seiner Ansicht vielleicht gegenüber der Deszendenztheorie etwas diskriminierend wirken wollen, jedoch ebenso eine interessante Debatte angestoßen. Das Pathologische, wenn man VIRCHOWs Definition übernehmen will, mußte andererseits nicht das Tödliche, das Mortale sein. Ein großes menschliches Genie, kreativ und manchem als wahnsinnig erscheinend, war in diesen Überlegungen auch unterzubringen. Viele Variationen sind in der Tat Mängelbildungen, sind Ausfälle, sind etwa Stoffwechselstörungen. Letale Abweichungen gibt es ohnehin ausreichend. Manche Tierrassen, gezüchtete, unter den Hunden Mops und Bulldogge, mochte man auch als pathologisch oder als Mißbildung bezeichnen. Aber sie waren lebensfähige, fortpflanzungsfähige Wesen.

Unter den Botanikern meinte 1878 (S. 126) ANTON DE BARY, daß Parasiten, etwa Pilze auf Pflanzen und deren Gestalt verändern, wenn das als pathologisch bezeichnet wird, "denn wo liegt die Grenze zwischen krankhafter und nicht krankhafter Transformation anders als in conventioneller Unterscheidung?" Aber führten durch Parasiten bewirkte Veränderungen der Pflanzengestalt zu bleibender evolutionärer Wandlung?

Über"spezialisierung"

Von ihrem Nutzen her umstritten waren allem Anschein nach über das Ziel hinausgeschossene Merkmale, die auch widersinnig wurden, eher behindern mußten als ein gutes Leben zu ermöglichen. Das sollte gelten für die nach hinten gebogenen Hauer des Hirschebers/*Babyrousa* von Celebes, die Hypertrophie des Geweihes beim Irischen Riesenhirsch/*Megalocerus giganteus*, die Länge der Caninen beim Säbelzahniger *Smilodon*. Man kann diese Dinge nicht als gutartige Tumoren oder gar Krebs bezeichnen, aber eine gewisse Last für ihre Träger waren sie wohl auf jeden Fall. Hierzu wurde gefragt, warum die Selektion nicht ausmerzend eingegriffen hatte. Es wurde gesprochen vom Wirken eines inneren **Trägheitsprinzips**, von einem in Gang gesetzten und nicht mehr zu stoppenden Evolutions"moment", von CUENOT als **Hypertelie** bezeichnet. Körpergröße wie beim Riesenhirsch mochte jedoch gegenüber manchen Umweltfaktoren einen Selektionsvorteil bedeuten und das Riesengeweih dann eine unvermeidliche Zutat sein. E. MAYR (1959) verwies darauf, die Exzessivbildungen oft sekundäre Geschlechtsmerkmale sind, so im Falle der Geweihe oder Zähne, und durch exzessive Ausbildung deren Signalwirkung erhöht werden könnte.

Aussterben von Sippen

Verschwinden von Arten oder größeren systematischen Einheiten bringt als solches zwar nichts Neues hervor und ist als solches kein Modus der Evolution, aber durch das Aussterben wird Platz für neue Formen und gehäuftes Aussterben war oft mit großem Wandel in Fauna und Flora verbunden.

Das Aussterben wurde erklärt durch die Lebensunfähigkeit von Formen in einer neuen Umwelt, neuartige Krankheiten, das Verdrängen durch konkurrenzüberlegene Formen, Überspezialisierung. Die verschiedenen Faktoren konnten sich wechselseitig bedingen oder verstärken (s. a. G. ZIRNSTEIN GeoGe/Internet).

Evolutionstheorie in der Gesellschaft - in der Weltanschauung

Evolutionstheorie/Abstammungslehre und Öffentlichkeit in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts und in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts

In der 'Kulturwelt' gab es ein großes Interesse für die Evolutionstheorie, bei Gegnern wie Befürwortern. Die führenden alten Evolutionsbiologen nahmen aber die mit der Genetik aufkommenden neuen Erkenntnisse nur unzureichend, oft stückweise, als Zusätze an. Der Öffentlichkeit wurde also die Evolutionstheorie auf dem Standpunkt der HAECKEL-Zeit nahegebracht.

Evolutionstheorie und Religion

Da die Evolutionstheorie nicht mehr die Schöpfung anerkannte, fand sie bei religiösen Menschen in allen ihren Facetten, auch noch ohne Bezugnahme auf den Menschen, Ablehnung. Lady ASHLEY, Gattin des Evangelikalen und ansonsten anerkanntswerten Philanthropen wird der Satz zugeschrieben: "Let's hope that it's not true, but if it true, let's hope that it doesn't become widely known" (Internet).

Die Zeit, in der DARWINs Werke erschienen und beachtet wurden, war eine, da die **öffentliche Moral** sich ohnehin **verändert** hatte, etwa, wie in Frankreich, für kleinere Familien geworben wurde (A. M. CARR-SAUNDERS 1936, S. 109). DARWIN als kinderreicher Familienvater war davon wohl unberührt. Wie

CARR-SAUNDERS (1936, S. 110) meinte festzustellen: "There was no dramatic event to which we can trace the impulse to change, but it is now apparent that the sixties of the last century witnessed the end of an epoch, and that thereafter the tone and texture of social life were different." DARWIN ließ in dem berühmten Werk über die Entstehung der Arten von 1859 die Menschenabstammung aus. Aber bereits am 30. Juni **1860**, einem Sonnabend, kam es bei einer von 400 - 700 Menschen besuchten **Debatte** neben der Jahresversammlung der British Association for the Advancement in **Oxford** zu einem rhetorischen Schlagabtausch zwischen dem anglikanischen Bischof von Oxford SAMUEL WILBERFORCE und dem DARWIN-Verteidiger THOMAS HENRY HUXLEY (1903, I, S. 342) über die Affenverwandtschaft und damit die mögliche tierische Herkunft der Menschen. WILBERFORCE hatte die satirische Frage gestellt, ob HUXLEY von Seiten des Großvaters oder der Großmutter vom Affen abstamme. Das erscheint im Angesicht all der politischen und auch wissenschaftlichen Polemik kaum großer Rede wert. Aber das viktorianische England wurde von der hier zur Sprache gekommenen Affenfrage aufgewühlt (J. V. JENSEN 1988). HUXLEY beschuldigte den Bischof wissenschaftlicher Ignoranz, erhielt neben Ablehnung auch Beifall und Gelächter, war nun eine wissenschaftliche Person der Öffentlichkeit, Ein hoher Mann der Kirche, ein Bischof wie WILBERFORCE, galt in England um 1860 noch als solche Respektperson, daß die Gesellschaft durch die Debatte weithin aufgeregt war und das den Zeugen der Sitzung wie anderen Zeitgenossen die auch in der Presse behandelte Auseinandersetzung in lebenslanger Erinnerung blieb. Einer Dame, die angeblich bei dem rhetorischen Schlagabtausch in Ohnmacht fiel, kann aber statt der Auseinandersetzung auch die im gefüllten Saal wohl vorhandene stickige Sommerluft zugesetzt haben. HUXLEY sprach später nicht von seinem Atheismus, sondern von Agnostizismus, einer der Frage nach einem Gott ausweichenden Weltansicht. Die Debatte darf als ein Zeichen dafür gelten, daß die in Großbritannien geltende **stillschweigende Vereinbarung** des Burgfriedens, des sich nicht gegenseitig in die Quere kommenden Wirkens der **anglikanischen Kirche und der Wissenschaft durchbrochen** war. Für HUXLEY bedeutete die Debatte Aufstieg und Bekanntheit, HUXLEY bald bezeichnet als 'Darwins Bulldogge', erschien wie HAECKEL in dem viel mehr schon eine antiklerikale Fraktion besitzenden Deutschland. Um 1860 junge Wissenschaftler in England wie auch der Physiker TYNDALL suchten das 'dominante klerikale und aristokratische Establishment zu brechen und die eigene professionelle Autonomie und Hegemonie zu schaffen' (J. STENHOUSE 1990, S. 428).

Wer wie der frühe energische DARWIN-Anhänger FREDERICK WOLLASTON HUTTON (J. STENHOUSE 1990) auch die Religion behalten wollte, der rettete sich in die Auffassung, daß die **Evolution** gilt, aber Gott dahintersteht, die Evolution sozusagen **Gottes Werkzeug der Schöpfung** war - und dann auch ist?

Der 1866 nach Neuseeland übergesiedelte HUTTON vertrat das dort in öffentlichen Vorträgen an der Otago-Universität in Dunedin auf Neuseeland. Auch unabhängig von HUTTON wurde diese Auffassung immer einmal vorgebracht. RENSCH (1979, S. 188) erlebte sie vorgetragen 1959 von einem Jesuitenpriester zum Darwin-Jahr 1959 in Chicago.

DARWIN wurde 1882 unter Beteiligung von Bischöfen in der Londoner Westminsterabtei, dem Pantheon der großen Engländer, beigesetzt. Aber Kirchenvertreter und Gläubige verschiedenster Länder sahen in der Evolutionstheorie eine Gefahr für die Religion. **Evolutionstheorie gegen religiöse Annahmen** der Welt- und Lebensentwicklung, der Riß traf nicht nur die Christen und er wurde unterschiedlich verarbeitet, in China wohl leichter als bei den Moslems. Manche dachten wohl sogar, daß man auf die Erforschung des Werdens in der Natur hätte am besten verzichten sollen, um des Seelenfriedens vieler. Die Erkenntnis, daß **Religion** und speziell auch die christliche Religion nicht mehr ist als **reines Menschenwerk**, daß keinerlei göttliches Wesen dabei mitgewirkt hat, war wesentlich **älter** als die Evolutionsbiologie. Abgesehen von der antiken Aufklärung hat im 18. Jh. VOLTAIRE ganz entscheidende Argumente dafür geliefert. Und im 19. Jh. waren es protestantische Neutestamentler, welche in der **Bibel ein reines Menschenwerk** sahen und Jesus nur als normalen, wenn auch in vielem wohl edel denkenden Menschen anerkannten. Schriften dazu erschienen auch in der Zeit, als nach 1859 DARWINs Evolutionstheorie bekannt wurde. Die Evolutionstheorie kann nicht den Ruhm beanspruchen, Begründerin des Atheismus zu sein und auch nicht den, ihn zur Zeit DARWINs allein gefördert zu haben. Kirche sollte für manche kritischen Theologen übrigens trotzdem bleiben. Die Evolutionstheorie gab der biblischen **Schöpfungslehre** aber einen **weiteren Gnadenstoß**, bestärkte, was die Historische Geologie schon geliefert hatte. Es müßte für den denkenden Menschen wohl ein Rätsel bleiben, warum das, was ein altes vorwissenschaftliches Buch, die Bibel, über das Werden der Dinge schreibt, von vielen dermaßen Ernst genommen wird gegenüber aller sachlichen neuen Literatur zur Erdgeschichte. Weil auch nach der Bibel eine Stufenfolge in der Schöpfung besteht, soll das nun sogar Übereinstimmung mit der modernen Wissenschaft bedeuten. Es ist doch Irrsinn, irgendwelche allgemeine Überlegungen als frühe Geologie auszugeben. Und namentlich mit der **Selektionstheorie** gab es endlich, endlich eine natürliche **Erklärung für** die Herausbildung der Anpassungen, all der **'Zweckmäßigkeit'** in der Organismenwelt. Bischof PALEYs 'Uhrmacher', den dieser für den großartig erscheinenden Bau der Lebewesen als unabdingbar ansah, war ersetzt durch einen natürlichen Vorgang. Zu der allgemeinen, zu bewundernder Existenz geeigneten Großartigkeit der Welt, die man vielleicht nicht als Zufallsprodukt sehen wollte, kamen alle jene **artspezifischen kleinen Anpassungen**, zu denen DARWIN (hier zit. aus H. PENZLIN 1986, S. 64) am 26. November 1860 brieflich gegenüber ASA

GRAY in Amerika bemerkte: "... doch kann ich nicht jedes einzelne Ding als das Produkt eines schöpferischen Plans ansehen." Spöttisch (ZIRNSTEIN) ergänzt: Hätte ein Gott Millionen Engel einsetzen können, um für jede Blütenpflanze die passenden Bestäuber oder eine andere Vermehrungsart auszuarbeiten? Sicher kann der Gläubige sagen: Gottes Allmacht vermag alles.

Bald Anhänger von DARWINs Abstammungslehre in Deutschland

Unter den deutschen Theologen, welche sich zuletzt auch unter dem Eindruck von DARWIN endgültig von den Bibelberichten abwandten und dabei die Legende um Jesu Geburt, die Wunder, die Auferstehung und Himmelfahrt einschlossen, trat vor allem DAVID FRIEDRICH STRAUß (Ausgabe um 1925) mit dem Buch 'Der alte und der neue Glaube' von 1872 hervor. STRAUß hatte DARWIN zur Kenntnis genommen und sah in der Abstammungslehre bei aller von ihm gesehenen Unvollständigkeit "künftig mögliche Lösungen" (um 1925, S. 131). Anerkannt wird von dem einstigen Theologen auch die Menschenabstammung aus dem Tierreich und "Des Menschen Anfänge sind, wie wir jetzt wissen, so niedrig gewesen, daß die biblische Urgeschichte selbst den aus dem Paradiese gejagten noch zu hoch stellt" (S. 166). Wenn kirchlicherseits versucht wurde unter unvermeidlicher Einbeziehung mancher neuen Wissenschaft einen "neuen Glauben" zu schaffen, so lehnte STRAUß auch das ab.

Wie sich die Theologen und andere an einer Universität wenige Jahre nach DARWINs Buch von 1859 an einer Universität durchsetzten erlebte MATTHIAS SCHLEIDEN an der damals deutschsprachigen Universität Dorpat, wo SCHLEIDEN, der die Professur an der Universität Jena aufgegeben hatte, und 1863 "auf einer russischen Großfürstin" Empfehlung Professor der Anthropologie geworden war (A. STRÜMPELL 1925, S. 49). SCHLEIDEN war früher Anhänger DARWINs. Er machte dessen Deszendenztheorie in Dorpat bekannt. Aber: "Die Theologen eröffneten natürlich sofort einen lebhaften Kampf gegen ihn, das Publikum fing an, sich über ihn lustig zu machen, die Studenten zeichneten einmal des Nachts einen großen Affen an seine Haustür und schrieben darunter "Schleidens Großvater -" (zit. b. A. STRÜMPELL 1925, S. 50) So lächerlich nebensächlich das erscheint, so bekam SCHLEIDEN eben offenbar keinen Kontakt in Dorpat. Der wohl ohnehin unruhige Mann verließ die Stadt wieder 1864.

Fast **Quasireligiös** im antireligiösen Sinne dachte HAECKEL. Mit der 'Abstammungslehre' wollte er eine ganz neue Weltanschauung begründen, den **Monismus**. Es gibt danach keinen von der Materie abgetrennten Geist, keine unsterbliche See-

le. Aber wo Materie war, dort sollte auch Seele sein. Wenn HAECKEL dann gar auch von 'Kristallseelen' schrieb, dann hinderte nur das Ansehen HAECKELs das man diese Schrift nicht zurückwies. Etwa HAECKELs Buch 'Die Welträtsel' fand viele Leser.

Groß war auch die Lesergemeinde für Popularisator WILHELM BÖLSCHKE.

Darwinismus, Gleichheit der Menschen, Sozialdenken, Sozialdemokratie

In sozialistischen Kreise, etwa in der seinerzeitigen deutschen Sozialdemokratie, wurde der Darwinismus sehr wohlwollend aufgenommen. Konnte doch die gleiche Herkunft aller Menschen von gleichen Vorfahren angenommen werden und gab es keine durch Schöpfung bedingte Ungleichheit. Im Sinne an Fortschritt denkender Bewegungen mag DARWINs am Schluß seines Werkes 'Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl (dtsch. Reclam S. 616) geäußelter Gedanke sein: "Es ist verständlich, wenn der Mensch gewissermaßen stolz darauf ist, daß er, obgleich nicht durch eigene Anstrengung, die höchste Sprosse der organischen Stufenleiter erklimmen hat; die Tatsache, daß er bis dahin gelangte, anstatt von Anfang an dahin gestellt worden zu sein, gibt ihm die Hoffnung, daß er in ferner Zukunft noch höher gelangen werde." Von AUGUST BEBEL (s. G. ZIRNSTEIN 1982, S. 85) wird zitiert: "Der Darwinismus ist ... eine eminent demokratische Wissenschaft."

RUDOLF VIRCHOW, der sonst kein reaktionärer Wissenschaftler war, rief 1877 in einer viel zitierten Rede auf der 50. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in München in Hinweis auf die immerhin über 6 Jahre zurückliegende Pariser Kommune: "Nun stellen Sie sich einmal vor, wie sich die Descendenztheorie heute schon im Kopfe eines Sozialisten darstellt!

Ja, meine Herren, das mag Manchem lächerlich erscheinen, aber es ist sehr ernst, und ich will hoffen, dass die Descendenztheorie für uns nicht alle Schrecken bringen möge, die ähnliche Theorien im Nachbarlande angerichtet haben.

Immerhin hat auch diese Theorie, wenn sie consequent durchgeführt wird, eine ungemein bedenkliche Seite, und dass der Sozialismus mit ihr Fühlung genommen hat, wird Ihnen hoffentlich nicht entgangen sein."

Wenn die Descendenztheorie mehr geworden ist als eine Hypothese, könne sie auch im Schulunterricht gelehrt werden, jetzt noch nicht. VIRCHOW wandte sich aber scharf gegen jene, die in heutigen Ethnien auf noch weniger entwickelter technische

Stufe Zwischenglieder zu den eventuellen äffischen Vorfahren zu sehen - wandte sich also gegen solchen Rassismus.

DARWIN schrieb am 26. Dezember 1877 (zit. in Deutsch b. G. ZIRNSTEIN 1982, S. 85): "Was für eine törichte Idee über den Zusammenhang zwischen Socialismus und Entwicklung durch natürliche Zuchtwahl scheint in Deutschland zu herrschen."

Deszendenztheorie in Begründung für den Kampf ums Dasein auch beim Menschen - Sozialdarwinismus

DARWIN ließ in seinem Werk über die Abstammung des Menschen von **1871** keinen Zweifel daran, daß die 'natürliche Zuchtwahl' die Menschwerdung ermöglichte. Gewiß gehört DARWIN nicht zu jenen, die sich immer wieder zu diesen Dingen geäußert haben und so das begründeten, was als Sozialdarwinismus bis heute so viel Verdammnis hervorrief. Daß es inhumane Übertreibungen gab ist offensichtlich. Bei DARWIN heißt es ziemlich am Schluß im Buch 'Die Abstammung des Menschen ...' (dtsh. Reclam S. 615): "Wie alle anderen Tiere, so ist auch der Mensch infolge seiner rapiden Vermehrung durch den Kampf ums Dasein zu seiner gegenwärtigen Stellung gelangt ..." Wenn der Mensch noch höher steigt, würde der Kampf wohl noch härter werden. Und es heißt auch: "Der Fortschritt der menschlichen Wohlfahrt ist ein sehr verwickeltes Problem." Wer zu arm ist, sollte Heiraten lassen. Armut vermehre sich so nur immer mehr. Andererseits gelte ansonsten: "Unser natürliches Vermehrungsverhältnis darf aber nicht durch irgendwelche Mittel erheblich verringert werden, obgleich es zahlreiche Übel herbeiführt. Es muß für alle Menschen einen freien Wettbewerb geben und die Tüchtigsten dürfen weder durch Gesetze noch durch Gebräuche verhindert werden, den größten Erfolg zu erringen und die größte Anzahl von Nachkommen aufzuziehen." Solche Worte bei dem eher scheuen, stillen DARWIN, der sich keinem wirtschaftlichen Alltagskampf stellen mußte, aber eben der große Sieger war? Tröstlich ist DARWIN, daß bei seinem Aufstieg dem Menschen auch die ausgelesenen moralischen Fähigkeiten sehr zugute kamen, und "..., wenn das Höchste der menschlichen Natur auf dem Spiel steht, gibt es noch andere Kräfte, die wichtiger sind" als der harte Kampf: "Denn die moralischen Eigenschaften sind direkt oder indirekt viel mehr durch die Wirkungen der Gewohnheit, durch Verstandeskräfte, Unterweisung, Religion usw. vorgeschritten, als durch die natürliche Zuchtwahl, obwohl wir diese letztere mit gutem Grund den sozialen Instinkten zuzählen können, die die Grundlage der Entwicklung des Moralgefühls bilden." Bei den Feuerländern sah er im Unterschied zu FITZ-ROY nur das Wilde und lobte gegenüber solchen Menschen den Gefährten rettenden Pavian. Alles wird einem wohl nicht so recht klar!

Die den Sozialdarwinismus so stark bestimmende Formel vom "**Survival of the fittest**" hatte **1864** HERBERT SPENCER geprägt (E. VOLAND 2009, S. 26), was zu einem 'Überleben'. einem Siege der 'Besten' stilisiert wurde. Der 'Darwinismus' hatte seinen Weg in die Soziologie begonnen.

Gegen die Ansicht der Sozialdemokratie zur Deszendenztheorie sprach 1878 auf der 51. Versammlung der Deutschen Naturforscher und Ärzte in Kassel der Straßburger Zoologieprofessor OSCAR SCHMIDT (s. a. G. ZIRNSTEIN 1982, S. 86/87). Dieser war einer der frühen Verfechter der Evolutionstheorie in Deutschland gewesen und verfocht auch die natürliche Entstehung des Lebens auf der Erde. Sein Spezialgebiet waren die Schwämme. Gerade gemäß der DARWINschen Anschauung wäre der Daseinskampf auch für die Menschheit unumgänglich und wäre Gleichmacherei ein Illusion. FRIEDRICH ENGELS schrieb gegen O. SCHMIDT. Zahlreiche andere schrieben ebenfalls wie O. SCHMIDT, 1913 wurde bei der Frage der Wiederbesetzung des Zoologie-Lehrstuhls in Rostock bei dem dann nicht berufenen Zoologen HEINRICH ERNST ZIEGLER gelobt (Staatsarchiv Schwerin, MfU): "... scharfe und glückliche Widerlegung der Schlüsse, welche die Sozialdemokratie aus der Descendenzlehre und der Lehre Darwin's gezogen hat." Nach 1918 war die Sozialdemokratie in Deutschland eine zwar innerlich heterogene, aber führende politische Kraft. Jetzt schrieb ihr FRIEDRICH DAHL 1920 in einem wohl schnell hingeworfenen Buch 'Der sozialdemokratische Staat im Lichte der Darwin-Weismannschen Lehre' ins Gewissen und wiederholte, daß sie Utopien nachgehe, mit angestrebter Sozialisierung aller Produktionsmittel und ähnlichem (S. 22). Krieg wurde von DAHL abgelehnt wegen seiner Vernichtung der Besseren, also, wie es etwas eigenwillig formuliert wurde, einer 'Gegenauslese'. Mit dem Darwinismus wurde aber auch begründet, daß es für viele normale Menschen keine Besserstellung und ein etwas sorgloseres Leben geben kann. Bei DAHL 1920 (S. 15) heißt es von der als Naturgesetz bezeichneten Selektion: "... so will es uns fast unglaublich erscheinen, daß es heute noch Menschen geben kann, welche den Kampf ums Dasein in der menschlichen Gesellschaft ausschalten möchten. Und doch gibt es so kurzsichtige Menschen, die aus dem sicher erkannten Naturgesetz, das allem Geschehen in der Organismenwelt zugrunde liegt, nicht die einfachsten notwendigen Konsequenzen auf das Wirtschaftsleben der Menschen zu ziehen vermögen." Gefährlich wird es, wenn DAHL den Lesern einredet, das wohl nicht nur für Tiere gelten mag: "Soll eine Vervollkommnung eintreten, so darf nicht alles fortexistieren, was entsteht" (S. 17). Ein Spinnenforscher hätte sich von einem die Behindertenpflege kritisierenden Satze fernhalten sollen wie "Schon sehr lange sucht man Menschen am Leben zu erhalten, die sich selbst und ihrer Umgebung dauernd nur zur Last sind" (S. 17). Andererseits soll auch dem Minderbegabten und Krüppel mit gutem Willen Gelegenheit gegeben werden "ein brauchbares Glied der Gesellschaft zu werden", sollte die Gesellschaft "in ausgedehntem Maße

für Invalide und Altersschwache, die ihre Schuldigkeit getan haben sorgen. Das ist sogar Pflicht des Staates, ist keine Mildtätigkeit und widerspricht nicht dem Naturgesetz" (S. 20). Diese Dinge werden hier im Zusammenhange mit Evolutionstheorie nur angeführt, weil DAHL die Namen von DARWIN und WEISMANN in diesem Zusammenhang ausdrücklich anführt! Die SPD schon nach 1920 und dann nach 1945 hat sich ohnehin von ihrer szientistischen Ideenwelt wie in vielem von ihren sozialen Vorstellungen ohnehin total entfernt und ihre Politiker betonen entgegen BEBEL, KAUTSKY und anderen sogar ihre Religiosität. DAHL selbst ist recht widersprüchlich und betont dann nicht nur die für den Zusammenhalt der Gesellschaft notwendige Ethik, sondern meint, "Daß etwas unendlich Hohes dem Weltganzen zugrunde liegt, dem letzten Endes auch unser Seelenleben und unsere Ethik entsprungen sind" und dem "beugen wir uns in Verehrung" (S. 24). Das Psychische wäre in der Natur eine eigenes 'Etwas', DAHL wendet sich also gegen HAECKELs Monismus (S. 25).

Gegen den Sozialdarwinismus

Sozialdarwinistische Ideen waren für die Einstellung von Menschen gegenüber Menschen sehr bedenklich. Bis heute wird schon dem Begriff 'Sozialdarwinismus' mit undiskutabler Ablehnung begegnet. Aber die Ablehnung der einen, der reinen Sozialdarwinisten, durch andere, auch Evolutionbiologen, war auch vorher schon da. THOMAS HENRY HUXLEY, der als kämpferischer Anhänger von DARWIN als 'Darwins Bulldogge' bespöttelt wurde, meinte in seiner Romanes Lecture 'Evolution and Ethics' von 1893, daß "human morality did not have the sanction of nature" (zit. aus J. SAPP 1994, S, 21), aber sagte (dtsch. übersetzt 1893, S. 175/176) andererseits: "Wir müssen es als ein für alle mal ausgemacht betrachten, daß der sittliche Fortschritt der Gesellschaft nicht von dem Nachahmen des Naturwaltens. und noch weniger von der Flucht davor zu erwarten ist, sondern von dem Kampf gegen dieses Walten." Wie HUXLEY anderswo (dtsch. 1895) schrieb, müßte der Mensch sittliches Recht annehmen, weil nicht jeder versuchen kann, sich restlos durchzusetzen. Die Menschen müßten einen Teil ihrer Handlungsfreiheit zugunsten einer humanen Gesellschaft aufgeben. Der Biologe OSCAR HERTWIG veröffentlichte die mehrfach und auch 1918 aufgelegte Broschüre '**Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen Darwinismus**'. Wie die Zukunft erwies, hat er nicht grundlos gewarnt: "Man glaube doch nicht, daß die menschliche Gesellschaft ein halbes Jahrhundert lang Redewendungen wie unerbitterlicher Kampf ums Dasein, Auslese der Passenden, des Nützlichen, des Zweckmäßigen, Vervollkommnung durch Zuchtwahl usw. in ihrer Übertragung auf die verschiedensten Gebiete wie tägliches Brot gebrauchen kann, ohne in der ganzen Richtung ihrer Ideebildung tiefer und nachhaltiger beeinflußt zu werden." Der Sozialdarwinismus stünde im

Dienste der intellektuellen Elite, verkenne die Notwendigkeit der Existenz der verschiedensten Tätigkeiten in der arbeitsteiligen menschlichen Gesellschaft und wer wolle über den besten Menschentyp urteilen: "Soll er den germanischen, den romanischen, den slavischen, den semitischen Typus als das Züchtungsideal der Zukunft bevorzugen und ihn zum Salz der Erde machen, zu dem doch eine jede Rasse sich von ihrem Gott berufen fühlt?"

Während die Menschen ihren Verstand auch gegen ihre Triebe anwenden konnten, mußte dann die Evolutionstheorie in ihrer bisherigen Gestalt vielleicht verworfen werden, wie es OSCAR HERTWIG mit der Anerkennung der 'erworbenen Eigenschaften', also einem anderen Modus der Evolution tat, entgegen vielen Ergebnissen anderer? Oder konnte man dem Sozialdarwinismus entgegenwirken, wenn vordergründig '**Gegenseitige Hilfe**' in der Tierwelt wie in der Menschenwelt betont wurde wie durch den russischen Adligen und Anarchisten PJOTR KROPOTKIN? Den sich beistehenden Zebras standen ja wohl immer noch die nach ihnen als Mahl lechzenden Löwen gegenüber. Und andere, die der 'Zuchtwahl' den Rang bestritten wie der Botaniker KARL GOEBEL (s. u.). In neuerer Zeit hat dann ADOLF PORTMANN (s. u.) davor gewarnt, den Menschen nur als "physiologischen Sack" zu sehen.

Aus der Evolution neue Sinnggebung der Medizin: ELIAS METSCHNIKOFF und andere

Die Evolution schuf nichts Vollkommenes. Auch der Menschenkörper ist ein Kompromiß, **neben bewundernswerten Merkmalen** besitzt er auch ausreichend **Disharmonien**. Das stellte dar der russisch-ukrainische Mediziner ELIAS METSCHNIKOFF/ILJA I. MECNIKOV (s. a. H. PENZLIN 2008) in seinem Buch 'Studien über die Natur des Menschen. Eine optimistische Philosophie' dar, deutsch in 2. Auflage 1910. 1873 - 1883 Professor der Zoologie in Odessa, an der heutigen 'Metschnikoff-Universität', war METSCHNIKOFF den Behörden verdächtig, zog sich nach nochmaligem kurzen Zwischenspiel in Odessa endgültig ins Ausland zurück und kam nach Rußland nur noch bei wenigen Besuchen. 1888 ging METSCHNIKOFF an das Institut Pasteur in Paris. In dem Buch 'Studien über die Natur des Menschen' sieht METSCHNIKOFF in der Medizin den Sinn, daß der Mensch, der Mediziner, den Disharmonien aus der Evolution kraft seines Gehirns und damit Geistes entgegenwirkt, sie möglichst korrigiert. METSCHNIKOFF glaubt dabei an die Kraft der Wissenschaft, Disharmonien in Harmonien umzuformen, an die "Orthobiose" (S. 381). Schon länger sah METSCHNIKOFF den Dickdarm als ein nun unnötiges Überbleibsel, das einst das beim Flüchten durch Kot-Speicherung vor dauernd nötiger Entleerung bewahrte, aber nun zum Tum-

melplatz schadender Bakterien wurde. Selbst der Magen wäre nicht unbedingt nötig. Der ganze menschliche Verdauungsapparat trage noch Züge, welche mit der Nahrungsumstellung beim Menschen eher schädlich sind. Den schon bei Affen in Rückbildung begriffenen Blinddarm solle man auf jeden Fall noch vor Beschwerden entfernen. Korrekturbedürftig sind die Zähne, vor allem die Weisheitszähne, die nötig waren, als viel mehr Nahrung zerkaut werden mußte. Eine Neuheit beim Menschen war das **Hymen** der Frau. Neu die schwere, oft entsetzlich schmerzhaftige Geburt. Auch der oft ungleiche Orgasmus von Mann und Frau. Aus der Vergangenheit stammt eine **zu große Fortpflanzung** der Menschen, was der Kultur widerspricht. Herbeiführung künstlicher Aborte, ja Kindestötung, auf Tahiti 2/3 der geborenen Kinder, wurden nicht grundsätzlich verworfen. Mangelhaft sei der **'soziale Instinkt'**, "eine sehr junge Erwerbung der menschlichen Gattung, ... ist noch zu schwach entwickelt, um als treuer und ausreichender Führer der menschlichen Lebensführung zu dienen" (S. 145). Gegen WEISMANN wurde argumentiert, daß der Tod nicht nötig war, um abgenutzte Individuen auszuschneiden, denn Schwächung des alternden Organismus hätte genügt.

Nachdem METSCHNIKOFF/MECNIKOV 1908 zusammen mit P. EHRLICH den Nobelpreis für Physiologie/Meditin erhalten hatte, reist er 1908 noch einmal nach Rußland. Er besuchte Ende Mai 1908 LEO TOLSTOI auf seinem Gut in Jasnaja Poljana. TOLSTOI vertrat die Auffassung vom Leben in Übereinstimmung mit der Natur, also ohne weitgehende Korrektur der Menschen (H. PENZLIN 2008, S. 344). War das nun zu viel 'Biologismus' bei MECNIKOV? Kann man den Menschenkörper anders sehen als unter 'Biologie'? Diskussionen darüber, was 'natürlich' auch für den Menschen ist und in wieweit er sich dem 'Natürlichen' am besten unterwerfen soll und in welchem Maß Korrekturen angebracht sind, gibt es bis in die Gegenwart. Wie schädlich und deshalb abzulehnen sind Alkohol, Drogen, ja Süßigkeiten? Ist das dem Tragen von Affenkindern durch ihre Mütter näherkommende Tragtuch für Babies nun grundsätzlich besser und "natürlicher" als der Kinderwagen, den Affen nun weiß Gott nicht herstellen konnten?!

Die Gültigkeit der Evolution für den Menschen - Anerkennung oder Ablehnung?

Hat ein Großteil der Menschen die Folgerungen aus der Evolutionstheorie akzeptiert? Wenden sich Leidendes nicht immer noch in großer Zahl an 'Gott' anstatt zu **akzeptieren**, daß sie **ein unvollkommenes Produkt der Evolution sind**, jener Evolution, die Abertausende Wesen mit Fehlern, etwa im Enzymsystem, gebären läßt und aus Hekatomben immer wieder die Lebensfähigsten ausliest? Viel intensiver als der Jäger, der zur Erhaltung von Wild mit des Jägers

Trophäenwünschen alles Ungeeignete abschießt. Ja, diese Auffassung ist auch gefährlich, weil sie den Leidenden gegenüber als deren unvermeidlicher Naturfehler gleichgültig machen kann, weil sie Auslese für die Menschen fordert. Und was das eigene Menschenleben betrifft: **Eine Art** oder Subspezies **bleibt** eben **erhalten, wenn lebensfähige Nachkommen herangezogen** werden. Sind die Nachkommen selbständig geworden, dann können die Eltern ohne Gefährdung der Existenz der Art verschwinden. Dann ist das **Schicksal der Eltern gleichgültig**, In WEISMANNs Formulierung (s. D. VON HANSEMANN 1909, S. 395): "Dass für das Soma, nachdem es seine Keimzellen entlassen und seine Pflicht damit gegen die Art erfüllt hat, sein unbegrenztes Weiterleben überflüssig wurde und deswegen in Wegfall kam." Für den Arterhalt ist dann auch belanglos, wenn die Eltern nach vollendeter Jungenaufzucht vor ihrem Tode noch eine lange Leidenszeit durchmachen, an grausamen, erst im Alter auftretenden Leiden allmählich zugrundegehen. In der Frühzeit der Menschheit haben sicherlich junge Leute mit vielleicht 18 Jahren ihren Nachwuchs gezeugt. Mit etwa 40 Jahren konnten die Eltern verschwinden. In der Natur würden gebrechlich gewordene ältere Individuen sowieso rasch ausgemerzt, wären Beute von Fleischfressern oder kommen anderswie um. Es gab keine zu weiterem Nachwuchs führende Auslese der auch im Alter einigermaßen Gesunden. Es fällt manchen Menschen gewiß schwer zu akzeptieren: Ich **bin ein Produkt der gnadenlosen Evolution, sowohl was meine geistigen Fähigkeiten**, die Fähigkeit zur **Wahrnehmung nur bestimmter Außenreize**, die meistens **gegebene Ausbildung zu einem der beiden Geschlechter, wie manche meiner Leiden, meinen Fortpflanzungstrieb** und damit meine Nachkommenzahl und **meine mehr oder weniger vorbestimmte potentielle Lebenszeit betrifft**. Prinzipielle **Intelligenzunterschiede** zwischen Männern und Frauen hat die Evolution beim Menschen nicht hervorgebracht, PIERRE CURIE steht neben MARIE CURIE, LISE MEITNER neben OTTO HAHN und auch allein arbeitende erfolgreiche Frauen gibt es. Innerhalb der Männer wie innerhalb der Frauen gibt es wohl Intelligenzunterschiede der Individuen, die nur eine zu sonnige Sicht übersehen kann. Menschen wie GALILEI, MOZART oder EINSTEIN zeigen, wie unterschiedlich, wie variabel im Unterschied zur Masse anderer Menschen das Menschengehirn war und ist und offensichtlich noch nicht zu einer gleichleibenden Stabilität für alle kam. So wenig man auf langes Leben ausgelesen wurde, so wenig daraufhin, daß man Unendlichkeit begriff, daß man eine Vorstellung hatte über die Sinnesleistungen stark überbietende Kleinheit oder Größe. Viele Lebewesen hat die Evolution zu einem viel unangenehmeren Leben ausgelesen, nur zu einer einzigen Liebesnacht bei den Eintagsfliegen, dem programmierten Gattenmord bei der Gottesanbeterin, dem Aufgefressenwerden der eigenen Jungen durch die Eltern bei manchen Wassertieren. Wesen auf den niederen Stufen der Nahrungskette existieren eigentlich nur, um nach bei entsprechendem Nervensystem vielleicht nur aus Angst bestehendem

kurzen Leben in weniger, mehr oder schrecklicher Weise aufgefressen zu werden. Es gab kein 'Paradies', wo nur Gras und Laub zum Gefressenwerden erhalten mußten. Wenn Elefanten oder Pferde ein fähigeres Gehirn bekämen als sie schon haben, dann fehlten ihnen die Hände der Menschen, mit denen geformt, gemalt und geschrieben wird. Kein Tier in all den Jahrmillionen konnte auch von seiner Ausstattung her mit den höheren Affen gleichziehen. Der Naturforscher sah: "daß die Natur vielfach mit den Einzelwesen recht wenig Umstände macht und vor allem für das Fortbestehen der "Art" oder Gattung sorgt" (K. GOEBEL 1924, S. 6). Auch ohne alle Evolutionstheorie sah die idealistisch denkende Madame DE STAEL um 1810 (s. 1985, S. 549/550) unter dem Einfluß der materialistischen Philosophen der Aufklärung: "Die Gewalt des Schicksals und die Unermeßlichkeit der Natur stehen in einem unendlichen Gegensatze zur jammervollen Abhängigkeit der Kreatur auf Erden." Sie rettete sich in den konsquenten Anhängern der Evolutionsbiologie so nicht möglichen Trost: "Allein ein Funke himmlischen Feuers in unserem Busen triumphiert über das Universum, weil dieser Funke ausreicht zum Widerstand gegen alles, was die Kräfte der Welt von uns fordern können." Wissen statt 'göttlichen Feuers' kann aber die begrenzte Lebenszeit erträglicher gestalten und der 'Mensch' sollte nicht zum Massenwesen der Vielmilliarden werden! Auf ein neues menschliches Wesen wirkt aber nicht nur die weit zurückliegende Evolution, sondern es ist dem Schicksal **mikro-evolutionärer Prozesse**, so von Mutationen, auch **seiner nahen Vorfahren**, ja der Eltern ausgesetzt, und mikro-evolutionäre Veränderungen können auch die einem neuen Menschen zugedachten sich bildenden Gameten, ja die Zygote seines Anfangs betreffen. Ein Ausbleiben einer Chromosomenteilung, eine Non-Disjunction, so von Chromosom 21, und man wird, mit 3mal Chromosom 21, ein Wesen mit Down-Syndrom. Und in der evolutionär bestimmten Zelldifferenzierung nach der Zygotenteilung und weiter kann vieles passieren. Nur wenige Jahrzehnte ist der Mensch das sich selbst bestimmend fühlende Geist- und Kulturwesen. Der Lebenslauf, erstrangig natürlich der biologische, ist vorprogrammiert und kann nur etwas und in einem Teil des Lebens stärker durch Medizin beeinflußt werden. Mit dem durch Evolution Ererbten zu hadern erscheint wenig sinnvoll, wenn eine ganz großartige und auch attraktive kasachische Reiseleiterin in ihrer Heimat zu den Gästen aus Europa meinte, daß 'wir in Zentralsien' nur leider diese Schlitzaugen haben (erlebt ZIRNSTEIN 1989). Was war gegen solche Augen einzuwenden, wenn sonst alles in Ordnung war? Die Reisegruppe, teilweise Beglätzte, redet ihr die modische Auffassung energisch aus. In Europa gibt es manche attraktiv-apart aussehende Frau mit engen Augen und in China mancher Chinese mit großen Augen. Die engen Augen beruhen eben auf einem Gen oder mehreren, welche sich von ihren Entstehungsgebieten weit ausgebreitet haben, und die mit diesen Augen ausgestatteten Menschen haben große Kulturen hervorbrachten und die Augen trugen zu den menschlichen Un-

terschieden bei. Manche Frau sieht mit Brille erst so aus wie sie aussehen sollte. Der atheistische populäre Leipziger Naturforscher EMIL ADOLF ROßMÄBLER soll vor seinem Tode am 8. April 1867 gesagt haben: "Natur, du forderst deine Rechte, hier bin ich, nimm mich hin" (nach K. RUß 1874), also forderte die Anerkennung der Naturgegebenheiten. **Gegenüber** diesem neueren Wissen stehen noch immer die **religiösen Illusionen** von Jahrtausenden. Auch angesichts der Evolutionslehre wurde das von vielen Menschen nicht aufgegeben, ja weiterhin als einzig zureichende Grundlage der Moral betrachtet. Immerhin war der von der vermeintlichen Seele verlassene Menschenkörper dem Stoffkreislauf in der Natur zugeordnet, wenn dem Verstorbenen nachgerufen wurde, daß er wieder zu 'Erde werde', aus der er angeblich geschaffen wurde. DARWIN habe zum Atheismus einmal gesagt, das wäre 'sehr gut für guterzogene, gebildete und denkende Menschen, aber sind die Massen reif dafür?' (G. ZIRNSTEIN 1982, S. 88).

Wie viel vom All ist nicht vorstellbar: Seit die Milliarde übertreffenden Jahren sendet unsere **Sonne** ihre Energie **nach allen Seiten** ins Weltall. Nur **ein winziges, ja ein allerwinzigstes Nadelspitzchen all dieser Energie erleuchtet und erwärmt die Erde**. Nur wenige weitere winzige Nadelspitzchen erreichen die ganz augenscheinlich nicht von irgendwelchen Lebewesen bewohnten anderen Himmelskörper des Sonnensystems. Und **Millionen von Jahren** lebten und entwickelten sich auf der Erde Lebewesen. Und all die Zeit war die Sonne in ihrer eventuelle wechselnden Intensität so, daß das Leben nie völlig unterbrochen wurde. Und **dann erschien der mit Verstand** und manchmal auch mit Vernunft ausgestattete '**Mensch**', von dem ein Teil seiner Exemplare das manches durchschaut. Es gab **keine** in der Natur, keine in der Evolution angelegte **Notwendigkeit, daß der 'Mensch' entstehen mußte**, Gemäß K. GUENTHER (1905, S. 418): "Das Selektionsprinzip ist kein Vervollkommungsprinzip. Es leitet nicht mit Notwendigkeit zum "höchsten Wesen", zum Menschen hin, sondern dieser ist nur durch Zufälligkeiten aus einem Zweige der Organismen hervorgewachsen. Ja, selbst bei den Entwicklungsreihen, deren Ende der Mensch ist, darf man nicht von Fortschritt reden, denn das wäre nicht naturwissenschaftlich, sondern anthropomorphistisch, menschlich gedacht."

In früheren Jahrhunderten erschien gerade manchen Gelehrten die Unbewohntheit anderer Himmelskörper als nicht denkbare Verschwendung, die man 'Gott' nicht zutrauen könne. Jedoch millionenfach wurde und wird Leben verschwendet, bevor unter Zehntausenden von Keimen der eine oder andere bis zur Fortpflanzung kommt! Ganze Gruppen von einstigen Organismen verschwanden. Religionen konnten für dieses Verschwinden von Organismen in der Erdgeschichte oft kein Verständnis bieten. es sei denn, man billigte 'Gott' Eingriffe nach der Schöpfung zu. NICOLAI HARTMANN, einer der führenden deutschen Philosophen des 20.

Jh. sagte (zit. bei K. LORENZ 1978, S. 24: "Der Mensch will die Härte des Realen als das gegen ihn absolut Gleichgültige nicht ins Gesicht sehen." Wie schon HUME im 18. Jh. und WHEWELL (s. D. KNIGHT 1986, S. 79) im 19. Jh. sahen: unser Denken muß mit diesen Dingen der Realität fertigwerden¹ Und unser Verhalten auch, das nicht alles mit 'Härte' bestreiten sollte.

Der Züricher Psychiater AUGUSTE FOREL leitete die **Begrenztheit menschlichen Verstandes** und die Vorgegebenheit des Verhaltens aus der Evolution ab. Beschränkte Erkenntnisfähigkeit des Menschen war natürlich nicht nur eine Domäne evolutionsbiologischer Erklärung, sondern auch von mancher religiöser Gesinnung. Bei dem Botaniker REINKE (1897, S. 614) hieß es: "Es ist eine unberechtigte Anmassung, zu meinen, dass die Natur in allen ihren Tiefen unserem beschränkten Erkenntnisvermögen angepasst ist." Aber klar ist, daß die Evolution **die Menschen nicht** daraufhin **ausgelesen** hat, daß er außer den bekannten 'Sinnen', Sinnesempfindungen, etwa **Ultraschall, Mikrowellen, Radiowellen, Magnetismus, Ultraviolett** direkt wahrnehmen kann. Ultraviolett wird deutlich in der Hautbräunung, aber deren Ursache ist nicht direkt erfaßbar. Aber der Verstand es Menschen reichte aus, **Instrumente** und Apparate zu entwickeln, welche die ihm verschlossenen Außenfaktoren wie Ultrarot, Ultraviolett, Radiowellen, radioaktive Strahlung **zugänglich machen** und **Apparate**, welche solche Dinge wie Ultraschall etwa mit der Galtonpfeife für das Lenken von Hunden oder Ultraviolett in der Quarzlampe **erzeugen** lassen. Manche Menschen müssen schon von Geburt an sogar mit weniger Sinneseindrücken auskommen als die Mehrheit, manche Menschen sind taub und dann zunächst einmal stumm oder sind Rot-Grün-blind. Auch sie können überleben, nur sollte man das nicht zu sehr als auch gut ansehen, Man möchte ergänzen: Jedes Kind zeigt wohl, daß es ein anderes Weltbild hat als der normale Erwachsene und das ist ihm mehr oder weniger eingeprägt..

Sexualität war für FOREL keine Sünde, sondern ist eine natürliche, in der Evolution entstandene Angelegenheit. Was noch lange nicht heißt, ihr verantwortungslos nachzugeben. Den **Alkohol** lehnte FOREL strikt **ab**, auch nicht wegen irgendwelcher damit verbundener Sünde, sondern aus biologischen Gründen, der im menschlichen Stoffwechsel unzureichend ausgebildeten Fähigkeit mit dem Alkohol fertig zu werden: FOREL galt es als "ein schwerer Mißgriff, aus einer rein hygienischen Frage eine religiöse Frage zu machen" (AU. FOREL 1924, S. 114) und der Alkoholabstinenz den Geruch von Asketismus zu geben. Unter FORELs nächsten Bekannten gab es allerdings auch dem Alkohol zugewandte Stimmen.

Die Evolutionsbiologie formte also, sofern er es kennenlernte und akzeptierte, für den einzelnen, vor allem den Gebildeten ein Weltbild, das auch seine Handlungen mitbestimmen mußte. So seine Einstellung zur **Empfängnisverhütung**, zu Abtreibung - ja oder nein. DARWIN (A. DESMOND et al. 1994, S. 705) lehnte

einmal die Geburtenkontrolle ab, weil sie die Frauen leichtsinnig mache und das Familienleben belaste. Noch gab es damals allerdings nicht einmal 2 Milliarden Menschen auf der Erde.

Was im **Verhalten** und Denken **der Menschen** ist aus der Evolution so eingepäht, im Gehirn verankert, daß es von einer Mehrheit der Menschen nicht aufgegeben werden kann und im Falle des versuchten Aufgebens eben nur unglücklich gegen angeborene 'Triebe' lebt? Die Diskussion sollte erst nach Jahrzehnten in weiteres Fahrwasser kommen, durch vor allem KONRAD KORENZ und EIBL-EIBESFELDT (s. dort).

Ist das Wesen der Menschen wirklich nur aus den Faktoren der sonstigen Evolution zu erklären?

Trotzdem sind die Erkenntnisleistungen jedenfalls mancher Menschen wohl erstaunlich. Des Menschen musikalische und bei manchen Individuen hohen mathematischen Fähigkeiten? Waren solche Dinge in der Umwelt der Frühmenschen, als sich das menschliche Gehirn ausbildete, vorteilhaft oder gar nötig für das Überleben? Hier hat sich die Auslese offenbar nicht mit dem Nötigsten begnügt! Und es kamen Fähigkeiten zustande, die noch Jahrtausende brauchten, um nützlich zu werden. Manches an Mathematik fanden Griechen in der Antike. Differentialrechnung - Römer wie europäisches Mittelalter kannten sie nicht und vieles andere ebenfalls nicht. Und dann im 17. und 18. Jh. haben einige Menschen großartige Mathematik hervorgebracht. Angesichts der Musik eines MOZART, WEBER, BEETHOVEN, BERLIOZ, WAGNER, VERDI und vieler anderer und der Fähigkeit, diese Musik ergriffen wahrzunehmen, fragt man sich, ob ein verbessertes Affengehirn dafür ausreichte. mit der Gehirnfähigkeit, "wo eine bestimmte Folge von Tönen eine anschaulich gegebene Verwandtschaft mit bestimmten psychischen Zuständen hat" (E. BÜNNING 1949, S. 90).

Der Mitbegründer der Evolutionstheorie A. R. WALLACE **spekulierte** angesichts solcher dem Menschen eigenen Fähigkeiten 1864, deutsch 1870, englisch wieder in 1891, daß **die Menschheit vielleicht doch anders entstanden sein könnte** als nur auf dem Wege der 'natürlichen Auslese'. Selbst das Gehirn der 'Wilden' wäre viel größer als es in ihrem Daseinkampf sein müßte Und WALLACE schlußfolgert in bezug auf den Intellekt der Menschen (so 1891, S. 185): "I am forced to conclude that it is due to the inherent progressive power of these glorious qualities which raise us so immensurably above our fellow animals, and at the time afford us the surest proof that there are other and higher existences than ourselves, from whom these qualities may have derived and towards whom we may be ever

tending." In zeitgenössischer deutscher Wiedergabe 1870 (S. 387): "Wir empfangende Idee eines Überschusses an Kraft, eines Instrumentes, welches mehr leistet, als die Bedürfnisse seines Besitzers erfordern." Menschenaffen kämen schließlich im Urwald mit einem viel kleineren Gehirn aus. Und (S. 394): "Das Gehirn des prähistorischen und des wilden Menschen scheint mir die Existenz einer Kraft zu beweisen, welche verschieden ist von jener, die die Entwicklung der niederen Thiere durch ihre immer variirenden Lebensformen geführt hat." Auch für das Verschwinden des eher nützlich erscheinenden Haarkleides, die Entstehung einer Gesangsstimme, die Herausbildung eines Sinns für Ewigkeit und Unendlichkeit schien die 'Nützlichkeits-theorie' nicht auszureichen. Und WALLACE meinte, jedenfalls 1864 (S. 412), sogar: "Der Schluss, welchen ich aus diese Classe von Phänomenen ziehen möchte, ist der, dass eine überlegene Intelligenz die Entwicklung des Menschen nach einer bestimmten Richtung hin und zu einem speziellen Zwecke geleitet hat, gerade so wie der Mensch die Entwicklung vieler Thier- und Pflanzenformen leitet." Bei WALLACE (in 1891, S. 188): daß die überlegene Intelligenz war regelrecht "foreseeing the future and preparing for it, just as surely as we do. when we see the breeder set himself to work with the determination to produce a definite improvement in some cultivated plant or domestic animal." WALLACE (auch S. 188) sah in solcher Überlegung keine Abkehr von der strengen Wissenschaft: "I would further remark that this inquiry is as thoroughly scientific and legitimate as that into the origin of species itself. It is an attempt to solve the inverse problem, to deduce the existence of a new power of a definite character." Wer diese 'Kraft', gar Intelligenz wäre, bleibt offen, und WALLACE hoffte wohl, hier eine bisher unbekannte "power", einen unbekanntem Faktor wenigstens erkannt zu haben. es heißt auch, daß dann, wenn man keine den Menschen leitende Intelligenz annimmt, blieben jedoch die 'angegebenen Schwierigkeiten' mit der über das zum Überleben notwendigen Intelligenz bestehen. Wären diese Gedanken, wenn sie sie den Artikel von WALLACE kennen würden, eine Steilvorlage für die Kreationisten des späten 20. Jh.? Vom Gott der Bibel wird jedenfalls bei WALLACE nicht gesprochen! WALLACE war Naturforscher im Lebensraum des Orang-Utan gewesen und hat Orangs auch offenbar ohne Gewissensbiss für Forschungszwecke geschossen. Der Psychologe WOLFGANG KÖHLER (1921/1963) hat in der 1912 - 1920 für ihn von der Preußischen Akademie der Wissenschaften unterhaltenen Anthropoidenstation (S. 3) auf Teneriffa gefunden, daß **Schimpansen** dort auch **Leistungen** vollbrachten, die von ihnen **in ihrem natürlichen Lebensraum nie gefordert** worden wären. Das war die wie 'einsichtige' Verwendung von Stöcken und das Übereinanderstapeln von Kisten zum Erlangen erwünschter Bananen, "was aus reinem Zufall niemals hervorgehen könnte", sondern "Einsicht" verlangt, in einem zu wenigstens zu einigem mehr als nur auf Notwendigkeit ausgelesenem Gehirn. Das war der Anfang von Menschenaffen-Forschungen, bei denen durch an-

dere Forscher noch viel mehr gefunden wurde an Leistungen. Vielleicht ist auch ein Argument des Herzogs von ARGYLL (s. G. ZIRNSTEIN 1982, S. 86) nicht von der Hand zu weisen, daß in den frühen Stadien der menschlichen Geschichte, bei der Zähmung des Feuers und der Ausbildung der Sprache vielleicht mehr an geistiger Leistungsfähigkeit nötig war als viele Menschen im 19. Jh. aufbringen müssen.

Zu den scheinbar einst nicht zum Überleben nötigen Fähigkeiten äußerte sich ähnlich und ohne WALLACEs Schluß WEISMANN und später etwa RENSCH (1960): Es gibt eben auch ein offensichtliches **Luxurieren** von Eigenschaften, welche **über das jeweils unbedingt Nötige hinausgehen**. Etwas später hätte man gesagt: Mutationen, die zunächst nicht viel nützen, aber als unschädlich mitgetragen wurden. Ist die Entstehung eines seine tierischen Verwandten in relativer Größe und vor allem in intellektuellen Leistungen übertreffenden Gehirns dann als exzessives Luxurieren, als das Überleben eher begünstigender **Fall von Hypertrophie** (M. SCHIMKEWITSCH 1906, S. 98), **auf einer Linie** mit dem das Überleben wohl eher störenden **Riesengeweihs** des vor allem von Irland her bekannten **Riesenhirsches**/*Megaloceros giganteus*/*Cervus euryceros* oder den eher nutzlos gebogenen Hauern des Hirschebers/*Babirusa*/*Babyrousa* zu sehen? Im Falle des Menschen war eine solche **Hypertrophie von gewaltiger Auswirkung auf die Existenz der ganzen Natur!** Es muß für den Menschen wohl gelten (L. VON BERTALANFFY 1949, S. 114): "Die Vergrößerung des Gehirns ist nicht etwa bedingt durch eine Anpassung an die Umwelt, vielmehr umgekehrt: aus internen Entwicklungsgesetzen hat sich stammesgeschichtlich das Gehirn vergrößert und erst danach ist eine Ausnützung der nun zur Verfügung stehenden größeren Hirnmasse zu höchsten geistigen Leistungen eingetreten." Später wird ebenfalls RENSCH (so 1960, S. 59) feststellen, daß etwa bei den Säugetieren mit der zunehmenden Körpergröße sich auch Nervensystem und Gehirn vergrößerten und differenzierten und hierbei eine "sekundäre Füllung mit Funktionen" stattfand. War das nun eine Mutation oder eine Folge von Mutationen in einer der von DE VRIES angenommenen mutativen Perioden einer Art oder kam es zustande durch fortgesetzte Auslese kleiner erblicher Variationen? Waren es Einzelindividuen, die mit größerem Gehirn immer einmal wieder aus den Affenvorfahren ausschieden? Hätte der Gehirnvergrößerte vielleicht denken können: "Bin ich nun klüger als alle die Laffen von zurückgebliebenen Affen?" Und welche Partner fanden dann die vielleicht klügeren 'Sie' oder 'Er'? Nur welche, die 'dümmer' waren? Aber die klügere mutative Variante wurde an Nachkommen übertragen, die sich - blöd gefragt - von dümmern Elternteilen oder Partnern abwandten? Hilft der langsame Wandel von Populationen zur Erklärung weiter? Die fossilen Schädel der Vormenschen legen keine plötzliche Großmutation nahe, sondern eine **schrittweise** Vergrößerung des Gehirns. Nur vermuten ließe sich (B. RENSCH 1960, S. 95), daß

der mit der späten Altsteinzeit, dem Aurignacien einsetzende 'Kultursprung' mit einer damaligen Gehirnsvergrößerung wenigstens etlicher Vormenschen einheging. Debattiert wurde auch, **ob** eine **weitere Vergrößerung** des Gehirns von heutigen Menschen **möglich** ist. Dem sollte entgegenstehen die Unmöglichkeit weiterer intensiver Durchblutung des schon oft wegen der Blutversorgung oder wegen der Aderverletzlichkeit gestörten Gehirns und der schon gegenwärtigen Schwierigkeiten beim Gebären von Säuglingen mit dem durch Gehirnsvergrößerung vergrößerten Kopfes durch das Becken der Mutter (so nach F. A. METTLER 1956 zit. bei H. GRIMM 1961, S. 18). Noch höhere Weisheit als vorhanden scheiterte dann nicht an den Mühen der Philosophen, sondern an banalen anatomischen Gegebenheiten? Zum Glück für die vom menschlichen Gehirns ausgehenden Leistungsmöglichkeiten blieb die **Hand** des Menschen, ein auf seine in der kindlichen Entwicklung erfolgte Retardierung (L. VON BERTALANFFY 1949, S. 114), zurückgeführtes, ziemlich unspezialisiertes, mit vieler Bewegungsfreiheit ausgestattetes 5-teiliges Gliedmaßenende, ist kein paariger oder unpaarer Huf, keine Tigerklaue, ist nicht kurz wie beim Känguruh und nicht überlang wie bei in den Bäumen schwingenden Affen. Auch die **einander angenäherte Stellung der Augen** mit ihrer Fähigkeit **zum 3-dimensionalen Sehen** gehören zu den anatomischen Vorteilen des Menschen. Der audrechte Gang bringt dagegen manchem manche Rückenprobleme.

Die Menschheit wenigstens mit den Individuen **mit Verstand**, die das Geschehen in **der Natur** durchschaut und verstanden haben, muß sich dem Geschehen in der Natur **nicht** völlig **unterwerfen**. Wie es **hinsichtlich** der menschlichen **Fortpflanzung** ein so großartiger Geist wie CARL DJERASSi verstand! **Konkurrenz** in der menschlichen Gesellschaft muß für niemanden, der geboren wurde, im Elend enden, Die menschliche Gesellschaft mit ihrer Sozialpolitik könnte auch den Schwächeren vor den Rücksichtslosen schützen. Wobei auf manches rücksichtslose Talent nicht verzichtet werden kann. Aber in Schranken halten sollte man es. Und in vielen Ethnien gibt es hohe Moral zumindestens den eigenen Stammesgenossen gegenüber und oft auch gegenüber Gästen. Auch das ist vorteilhaft. Aus der Evolutionsbiologie und vor allem der Vererbungslehre erstand andererseits schon am Ende des 19. Jh. die Frage, **ob man jeden Menschen zur Fortpflanzung zulassen kann**. Fortpflanzung - sollte man nicht beim Zeugen oder Nichtzeugen auch an das Schicksal von Leiden geplagter Kinder sehen, vielleicht sogar normaler Kinder, die aber das grausame Schicksal dazu verurteilt, daß sie aufgezogen werden müssen von unangenehmen, unfähigen, vielleicht psychiatrisch belasteten Eltern?

Infragestellen der Evolutionstheorie oder wenigstens ihrer Bedeutung - Krise der Evolutionsbiologie um 1900

Biologie ohne mechanistische Auffassungen, Biologie ohne Evolutionstheorie

Manchmal nach 1860 schien es, als ob eine Biologie ohne Bezugnahme auf die Evolution nicht mehr denkbar sei. Jedoch ihre eigenen Wege ging zumeist gegenüber der sonstigen Biologie - wie vorher auch - die Physiologie. Seit 1880 und zunehmend um die Jahrhundertwende gab es eine wachsende skeptische, kritische Haltung auch von Biologen im engeren Sinn gegenüber der Evolutionsbiologie. Einige Forscher sahen die Argumente für die Evolutionstheorie als nicht ausreichend an, ja meinten sogar, daß es Zeugnisse gegen sie gäbe. Andere meinten eher, daß Evolution nicht widerlegt sei, jedoch bei vielen biologischen Fragestellungen außer acht gelassen werden sollte, um im Unterschied zu den oft spekulativen Überlegungen über Evolution zu einer Biologie zu kommen, die an "Exaktheit" nicht hinter den als exakt bewundernden Wissenschaften Physik und Chemie zurückzusteht. Es war namentlich die experimentell und sogar messend vorgehende Entwicklungsphysiologie, bei Tieren oder Pflanzen, die reproduzierbare Phänomene festzustellen suchte und das nur in aktueller Betrachtung. Solche Darlegungen wie die von WILHELM HAACKE 1893 (S. 86) konnten kaum den exakten Biologen gefallen: "Die Oberflächenvergrößerung aber, die bei den im Wasser lebenden Tieren zur Bildung der Kiemen, bei den luftatmenden zur Bildung der Lungen führten, ist auf mancherlei Weise durch die Thätigkeit der betreffenden Haut- und Darmzellen zu erklären,. In beiden Fällen trachtete das Blut danach, mit dem Sauerstoff in möglichst nahe Berührung zu kommen ..." und gab den Anstoß zur Faltenbildung. Ja, wie im einzelnen konnten solche Umbildungen geschehen?

Neben der Skepsis gegenüber der Evolutionstheorie gab es die Ablehnung der mechanistischen Deutung der war Lebensvorgänge, das Zurückführen aller Lebenserscheinungen auf Physik und Chemie. DRIESCH glaubte aus Ergebnissen der Entwicklung beim Seeigel-Ei einen 'Neo-Vitalismus' begründen zu müsse, und HERBST, REINKE und andere schlossen sich dem an. Die Schriften der anti-mechanistischen Biologen sind in vielen Teilen schwer lesbar und verstehbar, D. VON HANSEMANN schrieb 1909 (S. 4) von 'philosophischem Wust' und nahm Textstellen zu Recht spöttisch auseinander. Man sollte aber nicht vergessen, daß DRIESCH, HERBST, REINKE und andere ihrer Linie beachtenswerte Experimentatoren waren. Über die Interpretation ihrer experimentell gewonnenen Daten konnte man gewiß auch anderer Ansicht sein.

Die Skepsis gegen die Evolutionstheorie um 1900 fiel auch in die Zeit des Umbruch

in der Physik Bei aller Unabhängigkeit und sicherlich sogar Verständnislosigkeit der Biologen gegenüber der Physik konnte man so viel entnehmen, daß nichts mehr schien so sicher zu sein, wie es manchmal zu sein schien. Die reine Philosophie erschien mit einem neuen **Positivismus**, Die Naturwissenschaft sollte sich gemäß den Forderungen der **Positivisten** auf die Fakten, die Sinneseindrücke, beschränken und deren ordnungsgemäße Beschreibung betreiben. Der Positivismus brachte eine sicherlich nötige Reinigungaktion in den Wissenschaften. Er trug dazu bei, daß mehr und klarer als bisher darüber nachgedacht wurde, was wirklich gewußt wird, auf welchen Grundlagen die wissenschaftlichen Aussagen beruhen, wie unterschiedlich sicher der Grad des Gewußten ist, was eher als Fakt betrachtet werden kann und was Hypothese ist. Man lernte viel mehr, die Dinge "zu hinterfragen". Man sprach davon, daß man Aussagen "wahrscheinlich macht", anstatt sichere Aussagen auszusprechen. Die HAECKELsche Erkenntniseuphorie konnte dem Positivismus nicht entsprechen. Es wurde vielfach nicht versucht, die Evolutionstheorie zu widerlegen, aber klar zu stellen, daß sie **nicht ausreichend beweisbar** ist und Biologen die aktuellen Lebensvorgänge erforschen sollten. **Öfters** wurde auch **nur die Selektionstheorie abgelehnt**.

Eine **religiöse Weltanschauung** stand **bei vielen der Gegner** und Kritiker der Evolutionstheorie gewiß im Hintergrund. Manche ließen das öffentlich verlauten. Andere versteckten es. Mit Wissenschaft schien Religion eben nicht viel gemein zu haben und wer als Wissenschaftler gelten wollte hielt sich in Religionsdingen zurück. Manche der Gegner standen mit dem 1882 gestorbenen DARWIN in Briefwechsel und DARWIN hat auch geantwortet. Die fachlichen Kenntnisse seiner Gegner hat DARWIN durchaus anerkannt. Aber die Skeptiker waren nicht nur religiöse Menschen. Um es noch einmal wie schon im Zusammenhang mit der 'Urzeugungstheorie' hervorzuheben: **Wenn die Evolutionstheorie nicht überzeugt**, oder in wesentlichen Dingen geändert werden muß, **dann ist die Religion und ist die mosaische Schöpfungsgeschichte** um nichts 'wahrer'! Die Bibel war mit all ihren Geschichten auch schon nicht wahr, als es noch gar keine Evolutionstheorie gab! Eine Alternative zwischen Evolution oder Schöpfungslehre gibt es nicht. Schöpfungslehre müßte aus sich selbst begründet werden und wird nicht 'wahr' wegen noch zu lösender Probleme in der Evolutionsbiologie. Es **gibt nur die suchende und sich immer wieder auch korrigierende Wissenschaft oder die festgelegte, ungläubwürdige Dogmatik**. Man kann es nur immer wieder wiederholen: Statt daß die Menschen ihre Lage auf **religiösen Illusionen** aufbauen, sollte begriffen werden: **Die Menschen sind Geschöpfe der Evolution**, sind voll an die Gesetze der Natur gebunden, und haben andererseits glücklicherweise durch die Evolution auch den Verstand erhalten, die Dinge bis zu einem gewissen Grade zu durchschauen. In dieser Hinsicht sind die Menschen auch "Geschöpfe des Prometheus", des erfindungsreichen, aber eben nicht gottgeschaffenen. Mit Ver-

stand kann man erreichen, daß es keinen alles verschlingenden, allein vom Konkurrenzdenken beherrschten 'Kampf ums Dasein' unter den Menschen geben muß. Hoffentlich begriffen das auch jene sich elitär dünkenden Eliten, die nicht genug an Besitz, Macht, Herrschaft erstreben.

Gegen oder am Rande der Evolutionsbiologie

Es kann nicht darum gehen jeden Dorf- oder Stadtpfarrer mit Ablehnung der Evolutionsbiologie vorzustellen. Es sollen einige auch in ihren Wissenschaften ernst zu nehmende Forscher vorgestellt werden.

Zuletzt nicht mehr gegen die Evolutionstheorie insgesamt, sondern speziell gegen die Umwandlung der Formen durch kleine Abänderungen stand der führende Schweizer Paläobotaniker **OSWALD HEER** (U. B. LEU 2009), über den im einzelnen noch unten zu sprechen ist. HEER, Sohn eines Dorfpfarrers, hatte in Halle Theologie und Naturwissenschaften studiert, befaßte sich dann mit Botanik, Entomologie, Paläontologie, hatte Briefwechsel mit bedeutenden Naturforschern wie LYELL und wurde 1835 a.o. Professor, 1853 Ordinarius an der Universität Zürich. Er blieb religiös und galt vielen als Autorität. Der Schweizer Botaniker ALPHONSE DE CANDOLLE sah in der Darwinschen Lehre eine viele Faktoren aus der Organismenwelt gut vereinigende Theorie, aber er wünschte auch direkte Beweise (S. R. MIKULINSKIJ et al. 1980, S. 96), auch ihm schien die Kreuzung mit den unveränderten Mutterarten der leichten Evolution entgegenzustehen (S. 101). Eine eigenartige Figur unter den deutschen Botanikern war der 1821 geborene Marburger Professor **ALBERT WIGAND** (A. TSCHIRCH 1887). Er, Verfasser einer 'Flora von Kurhessen' hatte sich hoch blamiert als er die vollkommen zutreffende Entdeckung der Sexualität bei Farnen durch den polnischen Grafen LESZYC-SUMINSKI nicht anerkannte. Die Evolutionstheorie beruhte nach ihm auf einem falschen Herangehen an Erkenntnis und er schrieb 10 Jahre lang an dem 1874 - 1877 erschienenem 3-bändigem Werk 'Der Darwinismus und die Naturforschung NEWTONs und CUVIERs'. Er suchte zu widerlegen, was zum Grundbestand der Evolutionstheorie gehörte und hielt an der religiösen Schöpfungslehre fest, indem er behauptete, daß sich die Anerkennung der Evolutionstheorie "über die der Natur gegenüber gegebenen Schranken des Erkenntnisvermögens hinwegsetzt" (2. Band, S. IX). DARWINs Lehre wäre eine zeitbedingte philosophische Lehre, ein 'Glaubensbekenntnis (2. Band, S. 52), widerspreche der Logik und liefere also keine bleibende Erkenntnis. WIGAND hielt an der Konstanz der Arten fest und Variationen "bewegen sich ... innerhalb des Charakters der Species" (A. WIGAND 1874, S. 57). Und (S. 95): Vom Kampf ums Dasein ist in der Natur "im Großen und Ganzen nichts zu sehen", sondern alles in 'Harmonie', auch wenn manche Lebewe-

sen anderen als Nahrung dienen. Die rote Farbe des Stempels der Haselnuß wäre so ohne Zweckmäßigkeit wie die Herbstfärbung. Zwischen Nesthocker und Nestflüchter bei Vögeln wäre keine Mittelform denkbar, und es konnte sich nicht die eine Form aus der anderen herausbilden. Ein Vogel wäre nicht besser angepaßt als ein Regenwurm, also gäbe es keine 'Vervollkommnung'. Selektion könne doch auch zur Nivellierung der Arten führen (2. Band, S. 52). Wenn gemäß ST-HILAIRE die Atmosphäre umbildend wirkt, warum wurden dann nicht alle Reptilien zu Vögeln. Die tiergeographischen Sachverhalte ließen sich auch mit der Schöpfungstheorie erklären.

Gegen die Evolution ebenfalls in religiösem Sinne argumentierte auch der einzigartige französische Tierpsychologe **JEAN-HENRI FABRE**, ein südfranzösischer Bauernsohn, der seinen Lehrerberuf wieder aufgab und wie DARWIN auf dem Lande lebte, seit 1879 in Sérignan bei Orange. Dort in Sérignan untersuchte FABRE im Freien wie unter Glasglocken intensiv das Leben von etlichen Insekten. So hatte FABRE eingehend verfolgt, wie Sandwespen Schmetterlingsraupen lähmen, in diese ein Ei legen, die so behandelten Raupen in eine kleine Grube senken und die ausschlüpfende Larve dann die durch die Lähmung nicht getötete, sondern frischgehaltene Raupe von innen her auffrißt. Von DARWIN für seine Forschungen bewundert, meinte FABRE gegen DARWIN: "Eine solche Ordnung im Lebenslauf soll aus dem Chaos entstehen, ein solches Wissen aus der Tollheit? Je mehr ich sehe, je mehr ich beobachte, um so mehr leuchtet die Intelligenz hinter dem Geheimnis der Dinge." Im Jahre 1910 soll er einmal gesagt haben: "Ich glaube nicht an Gott: Ich sehe ihn." Daß es in der Natur so grausam zugeht wie im Falle der Innenschmarotzer bei Raupen, war für DARWIN aber ein weiteres Phänomen, an einem gütigen Schöpfer zu zweifeln.

Ablehnend namentlich zu HAECKELs Erkenntnisoptimismus und als recht maßgebender Skeptiker zur Evolutionstheorie stand der Kieler Botanik-Ordinarius **JOHANNES REINKE** (W. BENECKE 1932, W. NIENBURG 1928-1933), Sohn eines Pfarrers und selbst religiös geblieben, einer der führenden Botaniker seiner Zeit. Geboren 1849 war er 1873 mit 24 Jahren außerordentlicher Professor der Pflanzenphysiologie in Göttingen geworden und wurde 1879 dort Ordinarius. 1885 übernahm REINKE das Botanik-Ordinariat in Kiel und wurde zum Erforscher der Algen der Ostsee und der Vegetation bei der Dünenbildung. Trotz Kritik an Stammbaumkonstruktionen meinte REINKE 1897 (S. 603) immerhin noch, daß sich die 'Deszendenztheorie an Gewißheit zwar nicht mit NEWTONs Gravitationstheorie und COPERNICUS Theorie des Sonnensystems auf eine Stufe stellen lassen, aber "Doch dürfe man meines Erachtens darauf bestehen, dass die Indicien ausreichen, um es zu rechtfertigen, wenn wir die Deszendenztheorie zur einstweiligen Voraussetzung unserer biologischen Untersuchungen erheben." Das heißt, man

kann die Strukturen und Vorgänge im Pflanzen- und Tierreich nicht beschreiben ohne ihr Werden, ihre Evolution wenigstens hypothetisch anzunehmen, ohne wirklich die reale Evolution zu akzeptieren. Der Leser (ZIRNSTEIN) kann an jene Chemiker denken, welche zwar die chemischen Vorgänge mit der Atom- und Molekül-Theorie beschreiben mußten, aber nicht die Realität der Atome annahmen. Über solche hilfreichen, aber nicht unbedingt der Wirklichkeit entsprechenden Theorien hat etwa WEISMANN (1890/1892, S. 649) nachgedacht, unterschied **”ideale” und ”reale” ”Theorien”**, wobei ”ideale” Theorien ”suchen” nach WEISMANNs Formulierung (S. 650) „die zu erklärenden Erscheinungen durch irgend ein willkürlich angenommenes Princip verständlich zu machen, Abgesehen davon, ob dieses Princip irgend einen Grad von Realität hat.“ Er sagt weiter: ”Die ideale Theorie will nur zeigen, dass es Voraussetzungen gibt, unter welchen die betreffenden Erscheinungen verständlich, d. h. begreiflich werden.” Das sollte gelten für damalige Vererbungstheorien, nicht aber - wie es REINKE meinte - für die Abstammungslehre

Widerlich war REINKE (1925, S. 389) HAECKELs Monismus, die Bindung von Materie und Geist: ”Der Materialismus scheiterte für mich schon am unbezweifelten Dasein des menschlichen Geistes, der in Physik und Chemie nicht untergebracht werden kann.” Mit dem Aufkommen von HAECKELs Monismus scheint REINKEs Kritik, ja Ablehnung, zugenommen zu haben. Er hatte offensichtlich seinen Gegner gefunden, an dem er sich profilieren konnte. REINKE (1905, S. 444) wäre es sicherlich am liebsten gewesen, wenn sich die Biologie in dem Sinne begnügt hätte: ”Für die biologische Forschung genügt es, das Dasein der Organismen als etwas Gegebenes hinzunehmen, wie sie das Dasein der Materie als etwas Gegebenes hinnimmt.” Vor allem war ihm die Selektionslehre unangenehm. Zum Jahrhundertwechsel 1900 hatte er gesagt (S. 17): ”Darwins Lehre hat selbst den Kampf ums Dasein mit der Kritik zu bestehen gehabt. ... übrig geblieben” ist vor ”allem der Deszendenzgedanke. Dagegen hat die Zahl derjenigen, die dem Selektionsprinzip eine solche Bedeutung zuerkennen, wie Darwin, sich immer mehr vermindert. ”Ihrem ”Wesen nach” wäre die Evolutionstheorie eine ”Hypothese”, die aber unberechtigtweise ”in der heutigen Biologie die Rolle eines Axioms” spielt (S. 19). 1905 schrieb REINKE (S. 445), denn niemand habe beobachtet, ”daß eine neue Art oder auch nur ein neues Organ wirklich durch Naturzüchtung entstanden ist.” Um die Grenzen der Behauptungen etwa HAECKELs jungen Menschen nahezubringen, befürwortete REINKE (1925, S. 262) für die preußischen höheren Schulen die Wiedereinführung des abgeschafften - Biologie-Unterrichts. Ausgerechnet das! Er plädierte dafür etwa am 10. Mai 1907 im Preußischen Herrenhaus, dessen Mitglied er, der einfache Pfarrerssohn immerhin geworden war und wiederholte seine Forderung nach Presseangriffen am 1. April 1908 Am 14. Mai 1909 sprach REINKE (1920) in der HAECKEL-Hochburg Jena über den von ihm nicht anerkannten

Ursprung des Lebens vor etwa 2500 Menschen, wozu bemerkt wurde, daß diesen seinen Zuhörern die Scheidung von Wissen und der Spekulation neu zu sein schien - was er auf den bösen HAECKEL-Einfluß zurückführte. Angesichts der nunmehr vorliegenden experimentellen Ergebnisse zu Mutationen und Vererbung, wie sie auch sein ehemaliger begabter Schüler ERWIN BAUR vorlegte, gab REINKE 1920 in einem eigenen neuen Buch 'Krtik der Abstammunslehre' zu (Schlußseite, S. 128): "Die Ergebnisse der exakten, experimentellen Abstammungslehre haben als unbedingte Wahrheit zu gelten, sie sind also gesicherter Besitz der Naturwissenschaft. Die allgemeine Phylogenie kann man nur unter bestimmten Voraussetzungen als richtig anerkennen; der phylogenetische Gedanke selbst kann nur als Axiom, als Voraussetzung der Forschung in der Naturwissenschaft zugelassen werden. ..." Der Abstammungslehre "soll das Bürgerrecht in der Biologie nicht vorenthalten" werden, "wir glauben an sie, wie die Physiker an ihre Elektronen glauben und an die Struktur der Atome in der Form, die Niels Bohr als wahrscheinlich hingestellt hat. Darum dürfen wir die phylogenetische Idee in unseren Beschreibungen der Pflanzen und der Tiere verwenden." REINKE knüpfte damit an sich selbst 1897 (S. 603, s. ob.) an. Das letztere soll wohl heißen: Es kan etwa bei der Beschreibung der Algen auf phylogenetische Ableitungen nicht verzichtet werden und in der Zoologie nicht auf die anzunehmende Umbildung der Kiemenbögen der frühen Fische. Erlaubt die deutsche Normalschule 2015 mehr?

Sehr kritisch zur Evolutionstheorie stand der Erlanger Zoologie-Ordinarius **ALBERT FLEISCHMANN**. In seinem 1901 erschienenem Buche 'Die Deszendenztheorie. Gemeinverständliche Vorlesungen über den Auf- und Niedergang einer naturwissenschaftlichen Hypothese' meinte FLEISCHMANN, daß er keineswegs das Gegenteil der Evolution lehren wolle, aber (S. IV): "Mein Ziel ist kein anderes als festzulegen, dass wir die Frage als jenseits des Gebietes exakter Analyse stehend zu erachten und die Unzulässigkeit der stammesgeschichtlichen Hypothese für jedermann offenkundig zu halten haben." Fälschlicherweise wäre die Evolutionstheorie hineingetragen worden "in den Tageskampf der politischen Parteien und zu einem demagogischen Kampfmittel herabgewürdigt." FLEISCHMANN (Universtitätarchiv Erlangen T. II, Pos. A, Nr. 27), Assistent bei SELENKA in Erlangen, hatte geforscht in der Embryologie über die Embryonalentwicklung der Raubtiere, etwa, 1888, der Katze. Neben nicht so günstigem Urteil anderer urteilte LEUCK-ART bei der Berufungsfrage über FLEISCHMANN am 16. Juli 1895 u. a.: "... tüchtiger Zoologe, der sich durch seine Untersuchungen unter seinen Fachgenossen eine allgemein anerkannte Stellung erworben hat, ..." In einem deszenzkritischen Vortrag in Nürnberg am 15. März 1933 habe FLEISCHMANN gesagt, "daß die Darwinistischen Schlagworte: "Stammbaum und Vererbung" keinen Aufschluss über die Verwandlung der Tierarten in grauer Vorzeit gebracht haben und wurde im antijüdischen Nazi-Hetzblatt 'Stürmer' angegriffen. Schon am 1. Januar 1933

hatte FLEISCHMANN um die Entbindung von seinen Pflichten gebeten und zog sich zurück.

Wurde nicht die Evolution insgesamt **abgelehnt**, so doch öfters die **Selektionstheorie**, die etwa KARL CAMILLO SCHNEIDER "für ganz außerordentlich schlecht fundiert ..." (1911, S. 96) hielt.

Etwa auf der Linie des REINKE von 1920 lag auch der gegenüber REINKE über 25 Jahre jüngere, 1883 geborene schwedische Biologe HERIBERT-NILSSON, der vieles auch an der neuen Genetik bezweifelte.

Sich als rein exakt betrachtende Biologen ließen die Evolution zumindestens randlich liegen. Ohne der Evolutionstheorie nun abzuschwören, haben etwa Physiologen, Entwicklungsphysiologen und Vererbungsforscher versucht, von ihr wenigstens zunächst Abstand zu gewinnen. Evolutionsforschung schien zu unexakt zu sein, stand außerhalb experimenteller Erforschung, schien für viele Forschungsbereiche entbehrlich zu sein. JULIUS SACHS (K. GOEBEL 1897), einer der Begründer der **Pflanzenphysiologie**, suchte gewiß nach Ursachen, Faktoren, die das Pflanzenleben bestimmen, so den Einfluß verschiedener Temperatur oder verschiedenen Lichtes auf Keimung oder Blütenbildung. Das schien ihm die für die Biologie notwendige Kausalitätsforschung zu sein, während ihm "der ganze Darwinismus für die Causalitätsauffassung der Natur durchaus entbehrlich ist" (zitiert bei K. GOEBEL 1897, S. 124). Ähnlich dachten die **Entwicklungsphysiologen**, die nach den derzeit wirkenden Faktoren der Keimesentwicklung suchten, also nach dem Einfluß von Außenbedingungen oder in den Keimen liegenden Faktoren.

Auch Erkenntnisse zur **Vererbung** sollten auf exakten und reproduzierbaren Experimenten beruhen. Die Herkunft dieser einzelnen, im Kreuzungsexperiment getrennt untersuchten Merkmale, deren Evolution, schien dagegen ungesicherte Metaphysik zu sein. Der dänische Genetiker WILHELM JOHANNSEN meinte 1915 (S. 597): "Der Deszendenzgedanke gehört nicht nur geschichtlich, sondern auch inhaltlich zur Philosophie der Natur; er ist eine Frucht spekulativer Betrachtung des Naturganzen - oder jedenfalls größerer Gebiete desselben, wie z.B. der Formtypen des gesamten Tierreichs ..." "Die experimentelle Forschung über Vererbung, Variabilität usw.", führte JOHANNSEN weiter aus (S. 599) "ist nun der diametrale Gegensatz zur herkömmlichen Deszendenzlehre, was die Aufgabe und Methode betrifft. Die Erblichkeitsforschung operiert mit genealogisch kontinuierlichen Generationsreihen; und gesicherte Genealogie ist hier die *conditio sine qua non* exakter Forschung. Von dem Erblichkeitsforscher wird eine wirkliche Descendenz untersucht und eventuell experimentell beeinflusst, ..." Auch die Fossil-Funde, punktuelle Daten aus einem großen Geschehen, sollten nach JOHANNSENS Ansicht nicht ausreichen, auf die allgemeine Kontinuität der Umbildung und vor allem über die

dabei stattfindenden Vorgänge zu schließen. JOHANNSEN schrieb (S. 598): "... denn größere oder geringere Annäherungen an "kontinuierliche Übergänge" zwischen gegebenen organischen Formen sagen ja absolut nichts über die Geschichte der Verwirklichung solcher Übergänge, ..."

Kritik fand die Aufstellung von **Stammbäumen**. Ob man der etwas spekulativen Evolutionsbiologie und ihr namentlich den großen Stammbaum-Betrachtungen ausreichend wissenschaftlichen Wert beimaß oder sie als die der Wissenschaft gesetzten Grenzen überschreitendes Erkennenwollen betrachtete, hing nach mancher Ansicht auch vom allgemeinen Geisteszustand eines Forschers ab. Der Paläontologe WILLIAM DILLER MATTHEW bemerkte 1931 (S. 4): "Ohne eine gewisse Kombinationsgabe und ohne ein gewisses Maß von Genialität und persönlichem Mut ist es wohl überhaupt ausgeschlossen, sich erfolgreich" in der Phylogenie zu betätigen. Wer diese Eigenschaften nicht besitzt, bleibt "für gewöhnlich nach einigen verunglückten Versuchen in der deskriptiven Systematik stecken und" gehört "zu jenen, die verbittert mit Steinen nach den andern werfen, die anders veranlagt sind." Oder der Anatom und Embryologe KEIBEL (zit. bei W. ULRICH 1960; S. 879) meinte: "Nie werden wir" bei den stammesgeschichtlichen "Untersuchungen eine Sicherheit erreichen können, wie in den exakten Naturwissenschaften, in der Chemie oder gar in der Physik; die Intuition, man kann fast sagen, der Takt des Forschers sind hier stets eine bedeutende Rolle spielen. Das berechtigt aber nicht, diesen Bestrebungen den wissenschaftlichen Wert abzuspochen." 'Verwandtschaft' exakt zu erfassen wurde im Zeitalter der Computer ohnehin auf neue Weise versucht.

Forscher wie HAECKEL bis um 1919 oder dessen Nachfolger auf dem Zoologie-Lehrstuhl der Universität Jena LUDWIG PLATE versuchten zwar gegen diese Skepsis an der Evolutionstheorie anzugehen, aber akzeptierten die neueren Erkenntnisse, ob über die Mutationen oder die Mendelschen Gesetze, nur bedingt, als nicht allgültig, erkannten auch noch die "Vererbung erworbener Eigenschaften" an und glaubten so allem gerecht zu werden, als "Altdarwinist" - wie sich PLATE nannte. Die etwa von PLATE mitgetragene Redeschlacht über die Tragweite der Abstammungslehre in Berlin erwähnte diese neuen Einsichten nicht und wirkte bei allem Bemühen um die Anerkennung der Abstammungslehre antiquiert.

Veranstaltungen in der Öffentlichkeit zu Für und wider die Evolution im Weltbild der Menschen

Anhänger wie Gegner der Evolutionstheorie traten immer wieder auch in öffentlichen Veranstaltungen auf, in der 'Urania' und anderswo bis heute. Einige bemerkens-

werte solche Veranstaltungen fielen in die Jahre der noch im 19. Jh. fortgehenden Debatten.

In **Berlin** hielt HAECKEL am 14., 16. und 19. April **1905** im Saale der Singakademie 3 Vorträge '**Der Kampf um den Entwicklungs-Gedanken.**'

Zwei Jahre später, **1907**, gab es für Berlin das aufsehenerregende gesellschaftliche und kulturelle Ereignis, daß der Jesuitenpater ERICH WASMANN seine klerikale Anschauung darlegte und die der Evolutionstheorie anhängenden Naturforscher zu einer großen Diskussion herausforderte (L. PLATE 1907). In den Debatten ging es nicht um Feinheiten des Evolutionsgeschehens, sondern es spitzte sich zu der **Frage** zu: **Evolution**, und zwar **durchgängige, Ja oder Nein!** Daß man von jesuitischer Seite hier eine Diskussion anschob kann als Zeugnis dafür gelten, in welchem Ausmaß sich die Gedanken HAECKELs ausbreiteten und die Gegenmeinung mehr in die Öffentlichkeit kommen sollte. WASMANN war ein hoch anerkannter Ameisen-Forscher. **Innerhalb einer Gruppe wie die Ameisen erkannte er Art-Neubildung an. Die Gesamtevolution wies WASMANN jedoch ab.** Selbst innerhalb der Menschen habe es Umbildungen gegeben, "der homo primigenius" ist aber "nichts weiter ..., als eine älteres Rasse des rezenten Menschen" (S. 46) und ist als "Beweis ... für die tierische Abstammung des Menschen absolut nicht zu verwerten" (S. 47). Gott schuf also nicht sogleich den ganze modernen Menschen, aber den 'Menschen' prinzipiell. Wie PLATE berichtet (S. 49), habe Redner WASMANN geendet mit der "Verherrlichung der christlichen Kirche, die wie ein Felsen in tobender Brandung unerschüttert und unverändert dasteht und im Strom der Jahrhunderte jeden Wechsel der Weltanschauung überdauert. Das ptolemäische System wurde durch Kopernikus verdrängt, ohne daß der Felsen erzitterte, und auch die neue Woge der Entwicklungslehre wird ihn nicht ins Wanken bringen." "Glauben und Wissen entspringen demselben Geiste. Im Glauben und in der Wissenschaft gibt es keinen wahren Widerspruch." "

WASMANN hielt seine Vorträge im Oberlichtsaal der Philharmonie am 13., 14., 16. Februar. 1907. Nicht nach jedem Vortrag WAMANNs wurde einzeln debattiert, sondern am **18. Februar** gab es unter dem Vorsitz des Anatomen WALDEYER die Erwiderungen von Biologen im großen Restaurationsaale des Zoologischen Gartens. Die meisten der auftretenden, von einer Kommission ausgewählten Biologen standen voll auf dem Standpunkt der durchgehenden Evolution. Gesprochen haben von Seiten der Biologen außer PLATE der Popularisator BÖLSCHKE, der Zoologe DAHL, der reiche jüdische Physiologe und besonders Serologe FRIEDENTHAL, der Mediziner HANSEMANN, der vom Jesuiten zum antikatholischen Propagator gewordene niederländische Graf VON HOENSBROECH, der Soziologe und Rassenhygieniker PLÖTZ, der HAECKEL-Adlatus und -Nachlaßverwalter HEINRICH SCHMIDT, der unter anderem zoologische Popularisator und Übersetzer

CURT THESING. Von der Elite der damaligen Biologie, ob WEISMANN oder die großen Botaniker wie GOEBEL; war also keiner angetreten. Einige Biologen, wie ESCHERICH, hatten sich schon vorher gegen WASMANN in Zeitungen geäußert. PLATE verweist auf die ihm unverständliche Doppelnatur von WASMANN, bei den Ameisen als Zoologe und darüberhinaus der Jesuit. PLATE betont: Materie könne nicht geschaffen werden, aus "nichts wird nichts", und zudem "Wir Naturforscher sind bescheiden genug, bei dieser Sachlage auf eine weitere Lösung der Frage zu verzichten" (S. 55). Wenn der Leib nach dem Tode zerfällt, müßte gemäß der Umkehrung chemischer Reaktion auch das Gegenteil, die Lebensentstehung möglich sein (S. 56). Psychisches und Materie gehören auch bei PLATE zusammen: "... für den Naturforscher gibt es keine Wissenschaft vom Übersinnlichen, denn alle Vorgänge der Natur, auch die psychischen Erscheinungen, sind an ein materielles Substrat gebunden und nur so weit sie auf unsere Sinne einwirken, können wir über sie urteilen" (S. 63). WASMANN "fehlt die erste Voraussetzung für einen echten Naturforscher, die Freiheit der Gedanken und der Schlußfolgerungen" (S. 77). DAHL meinte unter anderem, daß WASMANN nur auf Unterschiede zwischen Menschen und Tieren verwies, nicht auf die Gemeinsamkeiten" (S. 85), ein sehr einseitiger Blick. FRIEDENTHAL verwies auf die von der Serologie nachgeweisbaren Stammesverwandtschaften (S. 89). VON HANSEMANN beschwichtigte: "da die Naturwissenschaften nicht imstande sind, denjenigen Menschen, die ein religiöses Bedürfnis haben, irgend einen Ersatz dafür zu bieten. Aber auf der anderen Seite verlange ich von denjenigen, die ein religiöses Empfinden haben, daß sie dieses Empfinden nicht anderen imputieren" (S. 94). In der Wissenschaft dürfe es nach Graf VON HOENSBRECH nicht wie unter kirchlicher Weltanschauung heißen: "... das darfst du, das darfst du nicht" (S. 103). Nach 5 Stunden Vorträgen der Naturforscher und naturwissenschaftlich ausgerichteten Philosophen durfte eine halbe Stunde vor Mitternacht. WASMANN noch einmal zu einer Erwiderung schreiten. Wie es bei der Auseinandersetzung zwischen einem Befürworter der Religion und den naturwissenschaftlern ausgerichteten Männern zu erwarten war: es kam **kein Kompromiß** zustande. Auch nachträglich haben die Biologen in Broschüren oder anderswo noch Stellung genommen. PLATE, Nachfolger HAECKELs am Phyletischen Museum in Jena, zeigte sich 1907 als Hauptredner der Naturwissenschaft als klardenkender Naturwissenschaftler. In Auswertung der Debatte mit WASMANN meinte er nachträglich etwa: WASMANN habe gezeigt, "daß echte Naturforschung auf dem Boden der ultramontanen Kirche ausgeschlossen ist", ein grell unversöhnlicher Gegensatz zwischen "naturwissenschaftlicher und orthodox-christliche Weltanschauung" zutage trat (S. 141). Und im Namen der Wissenschaft forderte PLATE: "Glaubenskämpfe haben Ströme von Blut gekostet, der Menschheit wirklich genützt hat nur die Erweiterung des Wissens. Wahre Toleranz wird freilich erst dann eintreten, wenn die Kirche vom Staate getrennt ist und dieser

größte Machtfaktor sich nicht mehr zugunsten einer Glaubensrichtung aussprechen darf" (S. 146). PLATE wurde Chauvinist und Antisemit,

Der Exponent auf der naturwissenschaftlich-evolutionistischen Seite war LUDWIG PLATE (G. ROBINSON 1975, G. ZIRNSTEIN 2001). PLATE war ein Zoologe mit Expeditionserfahrung im südlichen Südamerika, Spezialist unter anderem für Mollusken, schrieb sachlich für weitere Kreise über die Evolution, brachte auch ansonsten manche klare Einsicht. Geboren am 16. August 1862 als Sohn eines Real- schullehrers in Bremen, studierte er früh an Pflanzen und Tieren Interessierte Mathematik und Naturwissenschaften in Jena und wurde besonders von HAECKEL begeistert. Er studierte noch in Bonn und München, legte das Staatsexamen für das höhere Lehramt ab, wurde 1888 Privatdozent in Marburg. Seine zoologischen Meriten holte PLATE 1893 - 1896 in Chile in Patagonien. Wirkungsstätten waren noch in Berlin, vor allem die Tierärztliche Hochschule, am Museum für Meereskunde, dann die Professur an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin. Geforscht hat PLATE 1901/1902 noch am Roten Meer, 1904/1905 in der Karibik, 1913/1914 auf Ceylon/Sri Lanka und in Süd-Indien. Auf Wunsch HAECKELs wurde PLATE 1909 dessen Nachfolger in Jena auf der Professur für Zoologie und als Direktor des Phyletischen Museums. Wissenschaftlich-intellektuell stand er zwischen HAECKEL und dem von ihm vertretenen Alt-Darwinismus mit stets hoher Verehrung für DARWIN und der modernen Genetik. Aber PLATE wird auch als eine sehr unangenehme Persönlichkeit geschildert, als 'ungeschliffen und aggressiv' (R. B. GOLDSCHMIDT 1959, S. 15, 39). Das von HAECKEL fast als Weihestätte für die Evolution gegründete 'Phyletische Museum' in Jena gestaltete PLATE zur Sachlichkeit um, setzte aber den alten HAECKEL, der PLATE als seinen Nachfolger empfohlen hatte, zur Empörung mancher Zoologen in Deutschland in diesem Museum vor die Tür. "So verliefen HAECKELs letzte Jahre leider sehr traurig" (R. B. GOLDSCHMIDT 1959, S. 39). PLATEs Eintreten für Rassenhygiene und antidemokratischen Chauvinismus standen klare, anregende evolutionsbiologische Arbeiten, dicke Wälzer wie Artikel (s. 1928), zur Seite. Vor allem das Ende des Ersten Weltkrieges scheint PLATEs Verstand in Mitleidenschaft gezogen zu haben und er wurde germanophiler Chauvinist und vor allem Antisemit, der schon vor 1933 jüdischen Studenten den Besuch seiner Vorlesungen in Jena untersagte. Das, obwohl etwa der getaufte Jude FRIEDENTHAL noch einer der Mitstreiter 1907 war. Zu deutschen Chauvinisten wurden aber auch VON HOENSBROECH und H. SCHMIDT. Am 16. November 1937 gestorben, konnte PLATE in den ersten Jahren der Hitler-Zeit nicht mehr viel sagen. Vom Mann der Aufklärung 1907 war bei PLATE da nicht viel geblieben.

Die 'Abstammungslehre', die hier als stellvertretend für alle Wissenschaft erscheint, war also 1907 in Auseinandersetzungen einbezogen, die ihr später eher ferner zu

stehen scheinen, obwohl die Gegensätze im 21. Jahrhundert zunächst weniger angesprochen weiter bestehen. 1907 gab es kein verdunkelndes Geschwurbel, sondern wurde klar Kante gezeigt. DAHL hat in einer Nachbetrachtung **1908** für "einen Mittelweg" (S. 3) geschrieben, vielleicht in der Ansicht von einem eigenständigen Psychischen, also einem Dualismus Psychische - Materielles, gerichtet ganz augenscheinlich gegen HAECKELs Monismus. Wie DAHL (S. 6/7) es ausdrückt: "... was wir in unserem Bewußtsein als Fühlen und Denken kennen, darf man nicht mit Bewegung der Materie identifizieren. ... Das Psychische müssen wir Naturforscher uns, ebenso wie die Materie und die Bewegung, als etwas Gegebenes vorstellen. Nachweisbar ist es für uns nur da, wo ein Gehirn vorhanden ist; daraus ergibt sich aber noch nicht, daß es nicht auch anderswo bzw. überall sich findet." Waren die Theologen nun versöhnt? "Ich schließe in den Begriff Natur", schrieb DAHL (S. 7) alles ein, was existiert. Wenn also ein Gott existiert, gehört er nach meiner Definition des Begriffs zur Natur." "Wenn - ... Also alles offen! für DAHL.

Im Jahre **1909** gab es den **100. Geburtstag von DARWIN** und den **50. Jahrestag** des Erscheinens seines Buches '**On the Origin ...**' In Europa war noch Frieden. Gelehrte aller Kulturländer trafen sich zur Ehrung des großen Briten. Der Bonner Physiologe MAX VERWORN (1912, S. 26) berichtet von dem großen "Doppelfest", Geburtstag und Buch: "... niemand, der an der großen Weltfeier in Cambridge teilgenommen hat, wird den gewaltigen Eindruck vergessen, den eine so einmalige Verehrung für einen Mann und sein Werk hinterlassen hat, wie sie in dem ungeheuren Zusammenstrom von wissenschaftlichen Vertretern aller Länder der Erde nach diesem einen Punkte und zu diesem einen Zwecke zum Ausdruck kam."

Eine Weltsensation im 'Kampf um die Abstammungslehre' brachte das Jahr 1925. Im USA-Staat Tennessee galt seit dem 13. März 1925 als Gesetz, daß "jede Lehre, die die göttliche Abkunft des Menschen in Frage stellt, rechtswidrig ist" und bestraft wird (Wikipedia u. a. Internet 2016; E. O. WILSON 1999, S. 133). Die Civil Liberties Union bot an, bei Prozessen wegen Übertretung dieses Gesetzes die Kosten zu übernehmen. Da die im Jahre 2000 6180 Einwohner zählende Kleinstadt Dayton, die in Tennessee, um 1925 in die Schlagzeilen kommen wollte, wurde hier in Absprache der Lehrer JOHN THOMAS SCOPE aufgefordert, die Evolutionstheorie in der Schule zu lehren und war auch der Bürger für die Anzeige ausgewählt worden. Es kam wie erwartet. Der am 10. Juli 1925 eröffnete Prozeß erregte Aufsehen überall in den USA und auch darüberhinaus. Auf dem Höhepunkt des Prozesses weilten etwa 5000 Fremde in der Kleinstadt, so ist die Rede von 100 Predigern und 120 Journalisten. Das Gesetz war eindeutig verletzt worden und der später in die Erdölgeologie gegangene Lehrer Scope wurde zu 100 Dollar verurteilt. Aber die Evolutionstheorie wurde in den USA auch vom normalen

Bürger wahrgenommen. DARWIN kam in aller Munde. Spielfilme wie der großartige 'Wer den Wind sät' und auch ein Theaterstück wurden geschaffen. 1967 wurde in Dayton auch ein Museum zu dem Prozeß eingerichtet. Der Sieg der Denkfreiheit war offensichtlich, auch wenn ähnliche Geseze in den Südstataten weiterhin galten. Späterer Neokonservatismus und Fundamentalismus suchen die Dinge bis heute zurückzudrehen.

Zweckmäßigkeit, Nützlichkeit der Merkmale - Anpassungsforschung

Die fast gewaltsame Suche nach dem Nutzen jedes beachteten Merkmals - besonders im Gefolge von DARWIN

Anpassungen waren immer aufgefallen. Jedes Ding an und in einem Lebewesen hat einen 'Zweck' war auch Auffassung in der Antike, entsprach dem '**teleologischen Denken**'. Manches Wesen lebt in uns angenehm erscheinender Umgebung und spezielle Anpassungen fallen weniger auf. Andere Lebewesen haben von vielen nicht nutzbare und uns trist erscheinende Räume besetzt, Wüsten etwa, und sind dem Leben dort spezifisch angepaßt. Für LINNÉ war es dann, 1755, fast selbstverständlich, daß abendliches Schließen vieler Blüten oder das Herabsinken von Blättern Schutz vor Tau, Kälte, Wind war (zit. b. K. GOEBEL 1924, S. 2/3. Nur deswegen? Wäre das in Nordamerika weit verbreitete Stinktief/*Mephitis mephitis* ohne seinen abscheulichen Duft, wohl eine Abwandlung eines Geschlechtslockstoffes, ausgestorben?

Beobachtungen in der Natur zeigen wohl, daß ein Großteil der Lebewesen in dauernder Unruhe existieren muß, in einem dauernden Wegrennen, Wegfliegen, Wegtauchen, Verbergen oder einem immer wiederkehrenden Anschleichen, Anspringen, Erbeuten,

Der Begriff 'Anpassung' kann unterschiedlich benutzt werden. Es kann sein 1. der **Vorgang der Anpassung**, oder 2. mit der Verwendung des Begriffes Anpassung ist die stabile, längst bestehende angepaßte Eigenschaft gemeint, **das Anpassungsmerkmal**. Das ist wie mit dem Begriff der Variation, was meinte die bestehenden Merkmalsunterschiede zwischen den Individuen einer Art, die Varianten, oder ihr neues Entstehen von Eltern zu Nachkommen, der etwa durch Mutationen ablaufende Vorgang.

Erforschung der "Anpassungen" vor allem im Sinne der feststehenden Merkmale, die Untersuchung des Nutzens der verschiedensten Merkmale, wurde immer betrieben. Die oft gefragte **Herkunft der Anpassungen** war gedeutet worden im Sinne der **Physikotheologie** als Beweis eines Schöpfers, als **aktive Anpass-**

sung im Sinne des in irgendeiner Form gesehenen '**Lamarckismus**' und wurde mit und neben und nach **DARWIN** als Ergebnis von Zuchtwahl betrachtet. Physikotheologisch war die Deutung bei dem deistisch gesinnten KURT SPRENGEL, (zit. a. K. GOEBEL 1924, S. 5), wonach der Schöpfer in den Blüten kein Härchen ohne Zweck geschaffen habe. Nach 1860 wurde Anpassungsforschung ein von vielen Biologen, namentlich auch von Botanikern, beachtetes Forschungsgebiet. Da in den Evolutionstheorien klar war, daß die Anpassungen als Ergebnis der Evolution erklärt werden müssen und dabei in der DARWINschen Evolutionstheorie die Selektion entscheidend mitspielte, war die Untersuchung der Anpassungen für die Aussagen über die Evolutionsfaktoren wichtig. Wirklich ihren Trägern schädliche Merkmale hätten nicht überleben können und die Existenz eines einzigen solchen Falles wäre nach DARWINs Worten für die Theorie der Evolution "fatal" gewesen (s. A. R. WALLACE 1891, S. 187). Der Botaniker STRASBURGER war denn der Meinung, daß "im" Holze "auch nicht die geringste Struktur und auch nicht das kleinste Tüpfelchen nutzlos sei" (so formuliert b. K. GOEBEL 1924, S. 5). Der ebenfalls in jeder Struktur den Nutzen suchende G. HABERLANDT (1918, Einleitung) war dann enttäuscht, wenn keine Funktion für die Steinkörperchen im Fruchtfleisch der Birne und bei anderen "Pomaceen" festzustellen war und nur an Erbe von Voreltern zu denken war. Auch die Unvollkommenheiten, die **Relativität der Anpassungen** festzustellen war wichtig, weil hier eben nicht nur Vollkommenes schaffende Schöpfung anzunehmen war und das der Evolutionstheorie entgegenkam. Im Konkurrenzkampf konnten die einen oder die anderen Eigenschaften je nach Standort eine Rolle spielen. So erschienen Nadelhölzer in Hochlagen als benachteiligt durch "z. B. Standfestigkeit, mangelnde Regenerationsfähigkeit und Windbruchanfälligkeit", was sie "wettmachen durch bessere assimilatorische Ausnutzung wärmerer Perioden außerhalb der Vegetationszeit" (F. KLÖTZLI 1976, S. 178). Noch mehr Fluchtbeweglichkeit bei Antilopen hätten mehr Material erfordert (R. DAWKINS 2016, S. 86).

Im 19. und auch noch bis weit ins 20. Jh. waren die untersuchten Anpassungsmerkmale vor allem **auffällige** morphologische oder farbliche und eventuell chemische Inhaltsstoffe betreffende, aber doch oft eher sekundäre **Merkmale**, während **die vielen Feinheiten physiologischer** Art, vom Kälteschutz bis zur Pufferung der Körperflüssigkeiten erst allmählich auch vom Gesichtspunkt der Evolutionstheorie her beachtet wurden. Es gibt Merkmale, oft hervorgehoben als Anpassungsmerkmale, welche, morphologisch oder auch physiologisch der **Einpassung in die Umwelt** dienen und jene **physiologischen Eigenschaften**, welche im Körperinneren für das zusammenwirkende Funktionieren der Vorgänge und Teile sorgen (s. H. PENZLIN 1986, S. 60). Verwiesen sei auf das Hormonsystem. J. MICHAEL LERNER warnte (1959, S. 177): "The important effects of natural selection are more subtle than the provision of tigers with stripes or leopards with spots for alleged

purposes of camouflage.” Wenn man an die heute bekannten Leistungen der Zellwand für den Ein- und Ausstrom von Substanzen für den Stoffwechsel im Zellinneren denkt, dann erscheint die Anpassung im Fell des Eisfuchses als trivial. Manchmal waren die Schlußfolgerungen über den Anpassungswert von Merkmalen vorschnell, nicht begründet. Das geschah etwa in dem seinerzeit verbreiteten Schulbuch von OTTO SCHMEIL, der so viele Merkmale der Pflanzen nur als Transpirationsschutz betrachtete, daß man fast fragen mochte, warum die Pflanzen die Transpiration nicht ganz abgeschafft hatten.

Vor lauter Suche nach dem Zweck eines Merkmals konnte fast untergehen, daß Unterschiede zwischen Arten vielleicht auch nicht ihres verschiedenen Nutzens wegen entstanden sind. Das schließt ja nicht aus, daß jedes, auch das neutrale bis gerade noch ertragbare Merkmal mit Lebensfähigkeit verbunden sein muß. S. S. TSCHETWERIKOW stellte viel später (1926/1961, S. 188) über die Betonung von Zweckmäßigkeit immer und überall fest:”and to try to ascribe adaptive significance to all of them is work which is as little productive as it is unrewarding, and in which one does not know at times whether to be more surprised by the boundless ingenuity of the authors themselves or by their faith in the limitless naivete of their readers.” Biogeographisch tätige Forscher sprachen von verwandten Spezies mit gleicher fitness, deren Unterschiede vielleicht gar nicht infolge Selektion entstanden sind.

Vieles hinsichtlich der Anpassungen anders sah der führende Botaniker K. GOEBEL (u. a. 1924). Die Evolution sah er als gegeben. Aber auch **als Anpassung wirkende Merkmale** sollten **nicht** nur im Gefolge von **zufälligen** erblichen **Abänderungen und** irgendwelcher **Zuchtwahl** entstanden sein, sondern auf in der Pflanzen herausgebildete innere Eigenschaften, die sich vielleicht sekundär als nützlich erwiesen. Ein Merkmal konnte durchaus zunächst eher neutral sein, bevor auch ein Nutzen sich einstellte. Schutzstoffe gegen Schädlinge (K. GOEBEL 1898) mußten nicht von vornherein als Schutzmittel entstehen und Hormone nicht von vornherein als Signalstoffe, sondern sie konnten zunächst einfach Nebenprodukte des Stoffwechsels sein, die dann in den Dienst der Erhaltung des Lebens ihrer Träger traten. Auch die Vielfalt im Blütenbau sollte nicht auf Herauszüchtung durch sie am meisten besuchende Insekten zurückgeführt werden können. Immer wieder wurde diskutiert, inwieweit - sicherlich für die einzelnen Sippen unterschiedlich (ZIRNSTEIN) - ”Phasen strenger Selektion durch lockere Perioden unterbrochen werden” (R. DAWKINS 2008, S. 156), etwa bei Neubesiedlung eines Lebensraumes.

In seinem Buch über die Abstammung des Menschen hatte auch DARWIN (zit. b. D. VON HANSEMAN 1909, S. 94) geschrieben, daß es auch **indifferente Merkmale** gibt und diese, ”weil der Einwirkung der natürlichen Zuchtwahl ent-

gangen,” ohne Schaden für ihren Träger **recht variabel** sein können. Das träfe etwa für die Gesichtszüge des Menschen zu. VON HANSEMANN ergänzt: das finde sich schon bei Schädeln der Neandertaler. Auch an inneren Strukturen, etwa, nach J. WOOD (b. D. VON HANSEMANN 1909, S. 94), an den Muskeln, gäbe es ohne Schaden starkes Fluktuieren.

Es war jedoch vor allem auch DARWIN selbst, der nach 1860 Merkmale besonders bei Blütenpflanzen auf ihren Nutzen untersuchte. ’Zweck”, Nutzen - das schien auf jeden Fall auf Selektion zurückgehen, das Wirken der Selektion bestätigen. Das ungeachtet der Tatsache, daß andere Forscher Anpassungen als Ergebnis der ’Vererbung erworbener Eigenschaften” sahen.

DARWIN eröffnete seine botanische Anpassungsforschung 1862 mit der Arbeit ’Die verschiedenen Einrichtungen durch welche Orchideen von Insecten befruchtet werden’ (dtsch. 1863, 1877). Er versuchte hier nachzuweisen, daß ”jeder unbedeutende Punkt von irgend welchem Nutzen sein kann” und damit für die Entstehung durch ”natürliche Zuchtwahl” zeugt. DARWIN setzte seine Untersuchungen über Anpassungen bei Pflanzen fort mit ”Kletter”einrichtungen von Blütenpflanzen (1867 u. a.), den Einrichtungen zur Förderung der Fremdbestäubung, so der Heterostylie (1876 u. a.) und neben dem Breslauer Botaniker FERDINAND COHN wurde DARWIN der Erforscher der Carnivorie, des ”Fleischfressen” der insectivoren Pflanzen (1875), so des Sonnentau/*Drosera*), des Fettkrautes/*Pinguicula*. DARWINs Name zog Buchkäufer so an, daß selbst eine 1000 Stück umfassende Neuauflage von ’Insectivorous Plants’ innerhalb von 2 Wochen verkauft war (A. DESMOND et al. 1994, S. 693).

DARWIN wandte fast außergewöhnliche Arbeit dafür auf, nachzuweisen, daß **Fremdbefruchtung** besseren Samenertrag bringt als **Selbstbefruchtung**. Bei ’Fremdbefruchtung’ war dabei gemeint nicht **Befruchtung** einer Art **durch** eine andere, auch wenn verwandte Art, sondern durch **andere Individuen innerhalb einer Art**. Hybridisierung zwischen verschiedenen Arten war in der Natur offensichtlich nicht die Norm. Viele vermeintliche Hybriden in der Natur wurden recht ungeprüft behauptet, allein auf Grund vielleicht auch anders erklärbarer Merkmalsabweichungen, die man aber als zwischenartlich betrachtete. Experimentell, durch ’künstliche’ Bestäubung, war Hybridisierung zwischen verwandten Arten schon eher zu erzeugen, wobei auch offen bleiben konnte, ob zwei ’verwandte’ Arten wirklich 2 Arten waren oder nur intraspezifische Taxa. Erklären konnte DARWIN die offensichtlich günstiger Wirkung der Fremdbefruchtung nicht. Die ’Mendel-Faktoren’ waren ihm unbekannt geblieben. DARWIN hatte eine Cousine geheiratet, zeugte mit ihr 10 Kinder. Die Kinder gediehen unterschiedlich. Bis hin zu Genies, auch in mathematischer Begabung. Aber so gediehen nicht alle. Und DARWIN interessierte, inwieweit verwandtschaftliche Nähe bei Menschen sich auf

den Nachwuchs auswirkt. Und erforschte es bei Pflanzen. Aber längst ist nun klar, daß **'Inzucht'** etwa **in aus wenigen Individuen bestehenden Gruppen** im Zoo, in 'Zoopopulationen', nachteilig wirkt, und werden zur Nachzucht Zooexemplare bei auf Zoonhaltung angewiesenen Arten weltweit ausgetauscht, 'Zuchtbücher' geführt.

Von der Entstehung der Merkmale im Sinne der Selektionstheorie war auch WEISMANN überzeugt. Der spekulierende Geist konnte sich über Merkmalsdeutung voll entfalten und die Literatur ist voll von Deutungen. Widerspruch blieb oft nicht aus. Die Eigenschaft der meisten Fische (M. POPOFF 1906), daß ihr der Rücken dunkel, ihr Bauch silberglänzend oder auch mehr gelblich sind wurde so gedeutet, daß sie damit ihren Feinden oberhalb und innerhalb des Wassers am unsichtbarsten erscheinen würden. Dieser Deutung der Fischfärbung als einer Schutzfärbung wurde entgegengehalten, daß nächtlich lebende Fische genauso gefärbt sind. Aber hier kann das **Vorfahrenargument** (s. u.) greifen, die eventuelle Herkunft von Tagfischen,

Etliche **Botaniker** haben etwa in und seit den 1880-er-Jahren viel von ihrer Forschungstätigkeit der Merkmalsanpassung gewidmet, Das geschah bei FRIEDRICH HILDEBRAND, der 1868 - 1907 Botanik-Professor in Freiburg i. Br. war, also fast zeitgleich mit dem Zoologie-Professor WEISMANN. Anpassungsforschung war der Werk von ERNST STAHL (K. GOEBEL 1920, H. KNIEP 1919) in Jena. Während ERNST HAECKEL mit der 'Abstammunslehre' große Propaganda machte, forschte der aus dem Elsaß stammende STAHL, seit 1884 der Jenaer Botanikordinarius, still und unermüdlich im Botanischen Garten und im Laboratorium und an solchen Forschungen konnte die Diskussion um die Evolutionstheorie nicht vorbeigehen. Als Schüler DE BARYs in Straßburg gehörte der 1848 geborene STAHL wie sein Lehrer zu jenen zahlreichen Biologen, die durchaus prinzipiell mit der Evolutionstheorie zurechtkamen, aber eben mehr und mehr neue Einzelheiten über das Leben zur Vertiefung der Theorie finden wollten - wie DARWIN auch. In Österreich wirkte in manchem im Sinne der Merkmalsprüfung ANTON Ritter VON MARILAUN, 1860 Ordinarius der Botanik in Innsbruck, ab 1878 in Wien. In Lund, und dort 1879 bis 1890 auch Ordinarius der Botanik, untersuchte mit zahlreichen Schülern Anpassungen an Blättern und Anpassungen der Holzpflanzen, also vor allem der Bäume, FREDERIK WILHELM CHRISTIAN ARESCHOUG (B. LIDFORSS1909). Aber für Tiere und gerade im 20. Jh. ging die Suche nach dem Wert nicht nur morphologischer, sondern auch das Verhalten bestimmender Merkmale weiter. Man sprach von dem auch übertriebenen **'Adaptionismus'** (W. SCHIEFENHÖVEL 2015, S.180). Aber was etwa HANS BÖKER (1937), 1932 - 1938 in Jena Ordinarius für Anatomie und Direktor des Anatomischen Instituts ,aus der Literatur und eigenen Beobachtungen etwa in Brasilien an Anpassungen zusam-

mengetragen hatte, kann nur Bewunderung erregen. Der Anatomieprofessor nicht so sehr für menschliche Anatomie, sondern 'vergleichend' vor allem für Wirbeltiere! Das gab es zumindestens.

Gegen die allzu einseitige Auffassung von Nutzen für alles und jedes

Daß unter dem Eindruck der Zuchtwahllehre und teilweise unter dem Eindruck von DARWIN selbst übertrieben für alles und jedes ein Nutzen, ein 'Zweck' gesucht wurde, **widersprach** für den niederländischen Botaniker FRITS/FRIEDRICH AUGUST FERDINAND CHRISTIAN WENT etwa 1907 dem wahren Geschehen in der Natur. Es hätten sich auch Merkmale entstehen können, welche zwecklos waren, ja bis zu einem gewissen Grade auch schädlich, sofern ein Lebewesen damit existieren konnte. F. A. F. C. WENT war der Vater des Erforschers der Pflanzenhormone FRITS WARMOLT WENT. Nach WENT sr. (1907) stimme 'Zwecklosigkeit' in der Natur auch mit der Mutationstheorie seines Landsmanes DE VRIES überein, denn es entstünden eben auch schlagartig größere erbliche Abänderungen, für die eine Auslese Schritt für Schritt nicht gegeben war. Der Löwenzahl/*Taraxacum* habe wunderschöne gelbe Blüten, aber da er sich nach neuerer Feststellung apogam vermehrt brauche er keine Befruchter, ja nicht einmal Pollen. Warum dann die gelben Blüten? Sie zurückzuführen aus Vorfahren, welche noch Insekten anlocken mußten, erschien WENT als vage Hilfshypothese (S. 263), zumal im Falle einer mit der Zeit eingetretenen Nutzlosigkeit diese nutzlos gewordenen Strukturen hätten rudimentär werden müssen. Die ebenfalls wunderschön gelbblühende Nachtkerze/*Oenothera biennis* locke Nachtfalter an, aber zu der Zeit, zu der diese an eine Blüte fliegen, wäre diese "meistens morgens oder früh mittags" "innerhalb der geschlossenen Knospe" längst erfolgt (F. A. F. C. WENT 1907, S. 262). Vor allem vegetativ durch Brutknospen vermehre sich auch das Scharbockskraut/*Ranunculus Ficaria*, (S. 263), heute *Ficaria verna* HUDS.

Gewarnt hat dann vor allem K. GOEBEL (1924, S. 7): "Ohne Zweifel hat die Überzeugung von der Nützlichkeit aller Bauverhältnisse und aller Bewegungen vielfach anregend gewirkt, aber sie hat auch ihre großen Schattenseiten gehabt. Oft hat man sich in der Deutung geirrt und durch eine falsche Deutung sich vom Aufsuchen der richtigen abhalten lassen." Ja, es sollen viele Erscheinungen im Pflanzenleben mit kleinen Abänderungen und deren Selektion nichts zu tun haben (S. 62): "... d. h. in der unendlichen Fülle dessen, was die bildlich von uns als "Gestaltungstrieb" bezeichneten Vorgänge hervorbringen, bleibt nur das "Zweckmäßige" erhalten, aber entstanden ist es nicht durch selektive Anhäufung leichter wohltätiger Abänderungen. Die Natur arbeitet also anders als der Züchter - der Anthropomorphismus, der in der Selektionstheorie liegt, hat versagt, sie kann weder die "Entstehung der Arten", noch die Mannigfaltigkeit der Anpassungen



Abbildung 62: Ich blühe zwecklos? *Ficaria verna*.



Abbildung 63: Brauche keine Bestäuber? *Oenothera*.



Abbildung 64: Mohn im Knospenzustand.

erklären.“ Bei Arten von *Silene*/Leimkraut (K. GOEBEL 1924, S. 76) gibt es ein **periodisches Einrollen der Kronblätter** und wurde das als ”Schutzmittel gegen ”unwillkommene Gäste”” gedeutet. Aber die Staubblätter von *Silene nutans* ragen aus der Blumenkrone weit hervor, also sind immer schutzlos. Die Staubblätter der verwandten, sich ähnlich verhaltenden *Melandrium noctiflorum* sind so von der Nebenkronen umgeben, daß sie keinen Schutz benötigen. Also: ”Die eingerollten Blumenblätter versperren auch durchaus nicht immer den Eingang in die Blüte.” Den ”Tagesschlaf” (S. 77) dieser Pflanzen kann man ”ganz verhindern ..., wenn man sie in ständig feuchte Umgebung bringt”, gar in Wasser (S. 75), also die ’Transpirationsverhältnisse’ allein verursachten das Einrollen der Kronblätter (S. 77). Keine Anpassung sah GOEBEL (1924, S. 159) in dem **Herabhängen der Blütenknospen** bei *Papaver*/Mohn und der **dann** erfolgenden **Aufwärtsbewegung**, denn die Knospen hingen nicht wegen ihrer Schwere nach unten. Innere Wachstumsvorgänge ohne besonderen Selektionswert wären für die Bewegungen zuständig. Ebenso müsse man das sehen, wenn bei *Geum urbanum* die Blüten nach oben gerichtet sind und die Fruchtsiele sich nach unten biegen (S. 157).

Von Laubbäumen werden manche Blätter im Herbstwind wohl weiter weggetragen als die mit Flugapparaten aus Blättern ausgestatteten Früchte etwa bei der Weißbuche/*Carpinus betulus*. Die zum Wegfliegen geeignete Leichtigkeit der Laubblätter ist aber wohl keine Anpassung, nur die der Flugapparate soll es sein,



Abbildung 65: *Carpinus betulus* L. fruchtend.

und GOEBEL (1924, S. 25) sieht daher auch bei den als Flugapparat dienenden Blättern nur eine eher nur zufällige Ausnutzung eines nicht in Zuchtwahl herangebildeten Organs (S. 25). Problematisch ist GOEBEL also die Entstehung der mit den **Fruchtständen der Weißbuche** verbundenen und die Verbreitung fördernden Blätter. Bilden am oder im Wasser lebende Pflanzen **über Wasser andere Blätter als unter Wasser**, so sollen auch die 'Bandblätter' unter Wasser nicht eine in Zuchtwahl entstandene Anpassung sein, sondern nur das ohnehin gegebene Jugendstadium bewahren (S. 29), also von einer vorgegebenen Organisation her gegeben sein, wurde nicht wegen des Nutzens im Daseinskampf speziell herangezüchtet. Aber, möchte man fragen, warum soll das der Entstehung aus Variabilität und Selektion widersprechen, denn nur aus irgendwie gegebenen Strukturen kann ausgelesen werden und das könnte doch bis in ferne Vergangenheit zurückreichen, daß es überhaupt die Bildung von 2 Blattformen, diese Heterophylie, gibt?

GOEBEL konnte durch seine eingehenden Untersuchungen auch an zahlreichen einheimischen Pflanzen die Beziehungen zur einheimischen Flora wohl liebenswerter machen. GOEBEL hat auch manche Fehldeutung vom vermeintlichen Nutzen mancher Merkmale festgestellt, zu manchem Nachdenken angeregt. In manchem kann man jedoch mit der scharfen Argumentation von GOEBEL kaum einverstanden sein, denn Abänderungen nach verschiedensten Seiten stellten DARWIN, WEISMANN und andere nicht in Frage, und vor allen auch nicht Tier- und Pflan-

zenzüchter. Die Zierpflanzenzucht gibt schönste Beispiele für nicht zweckmäßige Bildungen. Funktionserweiterung und Funktionswechsel erklären in der Natur manches. Und größere Mutationen konnten sich eventuell durchsetzen unter Hinterrücksetzung von Selektion - wie DE VRIES meinte. **Alle Merkmale auf einen Zweck** zurückzuführen, war sicherlich **übertrieben**. Aber das war nur eine Einschränkung der Zuchtwahllehre, nicht ihre grundsätzliche Fehlerhaftigkeit. Alle Abänderungen, auch die auf Symbiose (s. u.) zurückführbaren, mußten sich wieder und wieder der Auslese stellen. Wenn auch Zweckloses durchging, sehr schön, besonders wenn - auf einem ganz anderen Gebiet - an die menschliche Kultur gedacht wird. Es erscheint, als werden manchmal Türen eingetreten, die längst offen waren.

Man muß auch bedenken: Organismen leben derzeit nicht unbedingt in einer Umwelt, in der sie entstanden sind und tragen dann Merkmale, die einst Anpassungen waren, aber nunmehr auch **dysfunktional** sein können (E. VOLAND 2009, S. 16). Deswegen haben Höhlenfische noch Restaugen. Und eine andere Entstehungsumwelt gilt auch für den Menschen (s. u.), der eben in manchem nicht an die heutige Umwelt ausreichend angepaßt ist. .

Die Suche nach einem 'Zweck' für jedes Merkmal war ein brauchbares **'heuristisches Prinzip'**, die "Anpassungsvermutung ... das vielleicht wichtigste heuristische Prinzip der Evolutionstheorie", aber jeder Fall mußte einzeln überprüft werden (G. WOLTERS 2010, S. 51), durfte, gemäß GOULD/LEWONTIN 1979 (hier zit. b. G. WOLTERS 2010, S. 51), nicht mit der biologischen Realität verwechselt werden. Zwecklosigkeit war genauso zu beweisen wie Zweckmäßigkeit, denn "natürlich die Unzweckmäßigkeit auch nie streng zu beweisen ist, man bringt es hier auch nicht weiter als zu Wahrscheinlichkeitsschlüssen." (F. A. F. C. WENT 1907; S. 262).

Probleme der Merkmalerfassung

Einzelne Merkmale erfassen und ihren Zweck, ihren Nutzen zu überprüfen ist wohl teilweise problematischer als er zunächst erscheint. Vielen Merkmalen muß schon ohne nähere Untersuchung **mehrfacher Nutzen** zugesprochen werden, fällt also unter das Phänomen 'Funktionserweiterung'. Der Hals der Giraffe, in Diskussion seit LAMARCK, erlaubt das Fressen von Laub an Bäumen, aber läßt sich wohl auch als bessere Feindwahrnehmung interpretieren. Organismen erscheinen auch in allem, **insgesamt**, irgendwie **angepaßt**, es stehen Merkmale in Korrelation. Das im südamerikanischen Urwald lebende Faultier ist in Gestalt wie Nahrung und Nahrungsverwertung sowie der Lebensweise, im Verhalten, erscheint als insgesamt dem Leben im Blätterdach angepaßt. Wüstentiere auf gelbem Sand haben

Schutzfärbung und sind oft flink. Bei Nagetieren, die in unterschiedlichen Habitaten leben, zeigte sich auch unterschiedliche Gehirngröße (T. H. CLUTTON-BROCK et al. 1979, S. 550) und wird auch darin eine ausgelesene Anpassung an den Lebensraum gesehen.

Eigenwillig und für die Evolution gesondert zu erschließen erscheinen manche **ausgefallenen Anpassungen**, die eine Art von ihrem sonstigen Verwandtschaftskreis fast isolieren. Das gilt etwa für die in rauschenden Mittelgebirgsbächen tauchende Wasseramsel/*Cinclus cinclus*, die zwar keine Amsel ist, aber als Singvogel auch mit den vielen Gruppen von Wasservögeln nichts gemein hat. Oder?

Artspezifisches außerhalb des Körpers - Der 'Erweiterte Phänotyp' DAWKINS

Zu den artspezifischen und damit erblichen Merkmalen zählen auch solche die nicht den **Körper** betreffen, sondern auch solche die artspezifisch **außerhalb des Körpers** durch ein Tier zustandekommen, etwa Tierbauten. R. DAWKINS wird solche von einem Tier stammenden spezifischen Einrichtungen außerhalb des Körpers als "**Erweiterter Phänotyp**", "**The Extended Phenotyp**". bezeichnen, vorgestellt auch in einem eigenen Buch 1982. Auch sie sind ihm Ergebnis der natürlichen Selektion.

Dazu gehören die **arttypischen Spinnennetze**, die arttypischen Gehäuse der Köcherfliegen, die arttypischen Termitennester, die arttypischen **Vogelnester**. An vielen Spinnennetzen kann man erkennen, von welcher Art oder wenigstens Gattung das Netz stammt.

Tierbauten sind also auch Artmerkmale, sind vielfach nicht mit dem Körper der Eltern verbundene **Brutpflegeeinrichtungen**, wie eben die Vogelnester.

Die Röhren der Töpfergrabwespen/*Trypoxylon politum* etwa sind so etwas "wie ein äußerer Uterus zur Ernährung der Jungen ..." nützlich wie die Flügel, die Beine oder Antennen der Wespe". Und ebenso erweiterter Phänotyp sind für DAWKINS (2016 b, S. 573) die Dämme der **Biber**, ja der durch den Dammbau entstehende See, "vermutlich der größte Phänotyp der Welt", und hier hat "ein Tier seine Nische zum Nutzen seiner eigenen Gene verändert" (S. 587).

Die Gene, welche einen 'erweiterten Phänotyp' steuern, wirken natürlich über das Nervensystem (R. DAWKINS 2016 b, S. 571), das also in die Phänotyperweiterung einbezogen sein muß. Sieht man in diesen Bauten so etwas wie 'Kultur', dann wird also 'Kultur' hier vererbt. Schon WALLACE (s. 1891) hob hervor, wie Vogelnester wie die Körper variieren, in Übereinstimmung mit der Schutzfarbe brütender



Abbildung 66: Artspezifisches Spinnen-Radnetz.



Abbildung 67: Vogelnester artspezifisch.



Abbildung 68: Erweiterter Phänotyp Biberdamm.



Abbildung 69: Erweiterter Phänotyp Bibersee.



Abbildung 70: Nest mit Plastennutzung.

Weibchen. Variationen bei Vogelnestern sind oft vorhanden, im benutzten Nistmaterial oder dem Ort des Nestbaues, bis hin zu Meisen im Briefkasten. Das läßt die Bemerkung des von Biologen nicht geschätzten Philosophen EDUARD VON HARTMANN nicht unberechtigt erscheinen, daß es unmöglich ist, "daß der Vogel durch Zufall zu seinem Nest komme" (so dargestellt bei W. KÖHLER 1921/1963, S. 152), wobei HARTMANNs "Unbewußtes" keine biologisch akzeptable Erklärung ist.

Kritiker von DAWKINs Konzept vom 'erweiterten Phänotyp' vermissen die aktive Auseinandersetzung des Organismus mit seiner Umwelt.

Ein Organismus erscheint oft in allem seiner Umwelt und Lebensweise angepaßt

Viele und bis gewissem Grade alle Pflanzen und Tiere erscheinen in den verschiedensten ihrer Merkmale als eine **Gesamtanpassung**, von denen jedes analysierte Einzelmerkmal im Dienste des Ganzen zu stehen scheint. Bei **Walen** besaß nach WEISMANN alles, von der fischförmigen Körpergestalt bis zu den Flossen und den Atmungseinrichtungen Anpassungswert. Für **Fische** gilt ähnliches (K. GUENTHER 1905, S. 138). Bei **Vögeln** ist vieles im Körper auf das Fliegen abgestellt, so die im Leibe befindlichen Luftsäcke und die Luft in den Knochen,

welche dem fliegenden Vogel die "anstrengenden Atembewegungen ... ersparen" (K. GUENTHER 1905, S. 88/89) und für Nahrungsaufnahme und Nestbau dient der noch in einzelnen Spezialbedingungen angepaßte Schnabel. Bei den **Schlangen** erscheint der Körper für die ihnen typische Bewegungsweise und Ernährung wie konstruiert, die "Rippen ... an der Wirbelsäule gelenkig angeheftet und enden auf der Bauchseite frei", also nicht in einem Brustbein. "Die Rippen sind aber mit Muskeln derart verbunden, dass sie vorgeschoben und zurückgezogen werden können, wodurch die sogenannten Schlangenbewegungen entstehen" (K. GUENTHER 1905, S. 127) und der Körper sich ausdehnen kann. Die Mundregion, mit oder ohne Giftzähne, ist auf das Ergreifen der Nahrung und auf das allerdings oft kompliziertes Verschlingen eingerichtet. Monatelanges Hungern, geprüft auf 21 Monate bei einer Klapperschlange, kann dann auf einmal das durch ein das Schlangenmaul fast überwältigendes Mahl ausgleichen (W. MARSHALL o. J., S. 178). Die Bauchschilder haben einen etwas vorspringenden Hinterrand und verhindern so das Rückwärtsgleiten (S. 172). In Gesamtanpassung erscheinen auch 'niedere', ja eigentlich alle Tiere. Man denke an die Kreuzspinne/*Aranea* oder an die Libellen.

Daß bei einem Lebewesen die verschiedensten seiner Merkmale aufeinander abgestimmt sind, also **Koadaption**/Coadaption, 'harmonische Anpassung'. besteht, brachte das Problem, **wieso** in den verschiedensten Strukturen dafür so gut wie **gleichzeitig dem Ganzen dienende Variationen** auftraten (K. GUENTHER 1905, S. 194, L. PLATE 1928, S. 769 ff.). Gemäß WEISMANN sollten selbst einzelnen Schuppen auf einem Schmetterlingsflügel unabhängig variieren können. Damit ein lebensfähiger Riesenhirsch zustandekam, konnte es nicht nur von anderen Strukturen unabhängige Variationen am Geweih geben, es mußte auch der Knochenbau des Körpers und vor allem des Schädels so werden, daß das Geweih getragen werden konnte. War das durch zahlreiche voneinander unabhängige Variationen, erbliche, zu erreichen? PLATE (1928, S. 771) fragte: Was alles war nötig, wenn ein Säugetier zum Baumleben überging: "Die Krallen, viele Knochen und Muskeln, der Steuerschwanz, die Sinnesorgane müssen sich koadaptiv verändern und zwar alle diese Organe in jedem Individuum." Der 'Geigenapparat', der das zirpende Geräusch hervorbringende **Geräuschapparat der Feldheuschrecken** besteht aus 2 Teilen, aus einer besonders ausgebildeten Ader am Flügel, dem 'Bogen', und der mit vielen Zähnchen versehenen Leiste an der Innerfläche des Hinterschenkels, der 'Saite', an welcher der Bogen, die Flügelader, gestrichen wird (K. GUENTHER 1905, S. 196). Erst bei der letzten Häutung erscheint dieser das Zirpen erzeugende Apparat. Es sind tote Gebilde und eine für den Lamarckismus sprechende 'Übung' erschien nicht denkbar (S. 197). Wie aber konnten die angenommenen nur kleinen Abänderungen an zwei oder anderswo gar verschiedenen Strukturen ein zusammenwirkendes ganzes bilden? Geringfügigen Abänderungen

traute man keinen Selektionswert zu (K. GUENTHER 1905, S. 229). All die monströsen, aber lebensfähigen Züchtungen bei Hunden, Katzen, Geflügel und auch Tauben zeugen jedoch davon, daß unter der Hand des Menschen auch in kurzer Zeit Coadaptionen gebildet werden konnten. Die später gesehenen Allometrien mochten hier wie bei Wildformen eine Erklärung bieten.

In der Evolution erscheinen **immer wieder Verbesserungen**, welche wohl in vorstellbaren Schritten zu Leistungssteigerungen führten. Bei **Lungenschnecken** ist das der Luftaufnahme dienende Atmungsorgan ein reich mit Blutgefäßen versehene Höhle und es mochte durch **schrittweise** stattgefundenene **Einsenkung von reicher durchbluteten dünnen Hautpartien** das auch als 'Lunge' bezeichnete Atmungsorgan der Landschnecken entstanden sein, "Beispiel für einen allmählichen Uebergang eines Organes in ein anderes, wie man es sich nicht besser wünschen kann" (K. GUENTHER 1905, 333), also in Funktionswechsel. Es gibt **grundlegende Veränderungen**, die zu einer **größeren Unabhängigkeit von der Umwelt** (L. VON BERTAALANFFY 1949, S. 108) führen, wenigstens in gewissem Maße. **Frösche** etwa und andere Amphibien besitzen **nur eine Herzkammer** und in ihr mischen sich das 'verbrauchte' Blut aus dem Körper und das mit Sauerstoff angereicherte aus der Lunge. Das von der Herzkammer in den Körper ausgestoßene Blut ist also ziemlich reich an Kohlendioxid aus den Körperstoffwechsel. Bei den **Vögeln und Säugetieren** gibt es eine Herzscheidewand und wird das in die rechte Herzkammer fließende Blut aus dem Körper dann durch die Lunge geführt und wird von der linken Herzkammer mit frischer Luft und damit Sauerstoff angereichertes, kohlendioxid-ärmeres, nur arterielles Blut in den Körper geleitet. Das kommt einem besseren Stoffwechsel zugute. Und Vögel und Säugetiere wurden 'homöotherm", besitzen also im Unterschied zu den 'poikilothermen', den wechselwarmen Tieren eine gleichbleibende Körpertemperatur, sind bis auf winterschlafende Säugtiere immer aktiv, selbst unter arktischen Bedingungen - wenn sie nicht erfrieren. Kam die Herzscheidewand schrittweise zustande? Oder in plötzliche Mutation? Wie dem sei: Viele Menschen leiden genügend an Herzproblemen, wenn nicht gar schon in der Embryonalentwicklung Entwicklungsfehler auftreten, auch in der Herzscheidewand. Für zahlreiche Wirbeltiere hat H. BÖKER (1937) die **den ganzen Körper betreffenden Strukturen** etwa den den Nahrungserwerb zusammengetragen. Der Specht in Anpassung an seine Lebensweise diente einst Bischof PALEY, um Gott als Schöpfer der so zweckmäßigen Merkmale der Tiere anzuführen. BÖKER (1937, S. 91 ff.) stellt das vor für die **Spechte** und ihre Verwandten. Es ist schon erstaunlich, wie Spechte sich am Baumstamm festhaken, mit dem Schnabel und dem das ganze Skelett sicher durchdröhnendem und den Wald weithin durchschallendem Klopfen, mit kräftigen "Meißelschlägen", die mit des Spechtes Sinnesorganen ausgemachten Larven mit dem Schnabel mit der Schleuderzunge herausholen. Und im Nervensystem und im Gehirn muß dieses ganze

Verhalten auch verankert sein. Die einzelnen Arten, Großer Buntspecht/*Dryobates major*, Schwarzspecht/*Dryocopus martius*, Grünspecht/*Picus viridis* sind ihrem 'Spechtsein', ihrem Nahrungserwerb am Holzstamm unterschiedlich angepaßt, mit unterschiedlicher Fähigkeit, die unter der Rinde versteckten Arten hervorzuholen. Es läßt sich eine **anatomisch-biologische Reihe** aufstellen und etwa den Wendehals//*Jynx torquilla* an den Anfang noch mit einzubeziehen. Die Abstammung ist offensichtlich und die Coadaption der Körperteile in diese Evolution ebenso. Die nicht wie der Große Buntspecht bis zum höchsten 'Spechtsein' aufgestiegenen Specht-Arten haben aber augenscheinlich ihre jedenfalls zur Zeit sicheren Nischen. Der Grünspecht pickt auch am Erdboden. **Coadaption** fand auch statt **beim Nahrungswechsel** in der Evolution, da dann neben dem Nervensystem auch der Verdauungstrakt mit seinen Drüsen einbezogen sind mußte.

Bei **Pflanzen** sehe man in seinen vielen Anpassungen das kletternde Kletten-Labkraut *Galium aparine* L.: Das Aufwachsen zu einer Zeit, wenn andere Gewächse als mögliche Stütze auch aufwachsen. Die Häkchen am Sproß, welche das Festhaften bewirken. Die hakig-borstigen Früchte, welche sich in jedem Pelz und jeder Kleidung anheften und die der im Gebüsch mit Kletten-Labkraut Herumstochelnde an seiner Hose auf jeden Fall davonträgt. Bei Pflanzen namentlich an Extremstandorten kann es nicht anders sein, als daß alle Merkmale dieser Umwelt angemessen sind. Eine Wüstenpflanze kann nicht sowohl die Anpassungen an den Wüstenstandort wie solche an einen feuchten Laubwald besitzen.

Jedes Lebewesen hat andererseits **auch seine Schwachstellen**, nicht nur der griechische Sagenheld Achilles mit seiner einzigen verwundbaren Stelle, seiner Ferse. Selbst ungünstige, gar schädliche Anpassungen konnten zuzustandekommen, O. ABEL (1929, S. 178) sprach 1907 von 'fehlgeschlagenen Anpassungen'. **Anpassungen** sind **nicht gleichwertig**, wie O. ABEL (1929, S. 183) für die unterschiedlichen 'Brechscherenapparate' bei den verschiedenen Raubtieren-Gruppen des Tertiär darlegte und ungünstig ausgerüstete verschwanden. Ja Anpassungen müßten nicht einmal vorteilhaft sein (S. 184). Aber hier dürfte der Begriff 'Anpassung' verschwinden und erscheinen bloße evolutuinäre Änderungen.

An äußeren einzelnen Merkmalen den Anpassungswert erschlossen

Statt nur die Gesamtanpassung zu sehen, hat die analysierende **Forschung** vor allem anfangs oft **Einzelmerkmale** ins Visier genommen, und an ihnen, die manchmal ausgefallen erschienen, sollte der **Anpassungswert nachgewiesen** werden. Es wurde öfters allein aus dem äußeren Anblick eines Merkmals auf dessen Nutzen, dessen "Zweck" geschlossen, und es konnte wenigstens teilweise auch stimmen. Manche Deutung von Nutzen von Eigenschaften bei Pflanzen oder Tieren blieb zu sehr Spekulation. Anstatt sich mit solchen Gesamtbetrachtungen zu begnügen,



Abbildung 71: *Dipsacus sativus*, vom Vorjahr.

wurden gern **Einzelmerkmale** bis in die Einzelheiten ihres Nutzeffektes untersucht.

Aus Beobachtetem auf Nutzen geschlossen

HILDEBRAND beschrieb 1873, wie die **reife Frucht der Gelben Teichrose**, der "Mummel", *Nuphar luteum*, wie eine Orangenfrucht in Stücke zerfällt und diese auf Grund der in ihnen enthaltenen Luftblasen schwimmen und sich damit öfters von der Mutterpflanze entfernen. Verwesend diese auf dem Wasser treibenden Fruchtstücke, so entweicht die Luft. Die Samen sinken zum Gewässergrund, möglicherweise wegen ihres Wegschwimmens auch dort, wo noch bisher noch keine Gelben Teichrosen wuchsen. KERNER von MARILAUN (1876) zählte bei einer einzigen Pechnelke/*Lychnis viscaria* am **Klebering unterhalb des Blütenregion** 64 kleine festhaftende Insekten und erlaubte sich die Schlußfolgerung, daß der Leimring die Blüten vor an der Sproßachse emporkletternden "ungebetenen Blütegästen" schützt. Ergänzen kann man hier: Die **Karde**/*Dipsacus sativus* hat eine raue Sproßachse und die gegenständigen unten verwachsenen Blätter begegnen sich so, daß zwischen ihren unteren Enden eine wannenartige Vertiefung, eine Art 'Zisterne', ein Phytotelum gebildet wird, in dem sich Regenwasser sammelt. Werden dort abgefangene kleine Insekten gar verdaut?

Beschreibend anatomisch mit Hinweisen auf den Anpassungswert behandelte ARE-



Abbildung 72: *Dipsacus sativus*, diesjährig.



Abbildung 73: *Dipsacus* s., Zisterne zw. 2 Blättern.



Abbildung 74: Möhrendolde m. dunkler Mittelblüte.

SCHOUG die **Laubblätter** (1882). Für die Aufnahme des Sonnenlichtes und auch den Verdunstungsschutz geeignet erschien ihm der Schichtenbau des Blattes, also die Innenstruktur der Blätter, für den Verdunstungsschutz fernerhin die Haarbekleidung' (S. 516), die Cuticula, das Einrollen des Blattränder etwa bei *Rosmarinus* (S. 525), für die Wasserbevorratung das Wassergewebe

Weniger überzeugte es, wenn KERNER von MARILAUN meinte, daß alle im Wasser lebenden Blütenpflanzen deshalb in das Wasser "gingen" und die für das Wasserleben nötigen Anpassungen erwarben, weil sie dort vor Landinsekten geschützt wären. Ebenso konnte nur als Spekulation angesehen werden, wenn der Botaniker C. DETTO, Jena, 1905 der kleinen **dunklen Mittelblüte in der weißen Dolde** von wilden Möhren/*Daucus carota* zuschrieb, daß sie wie ein stechendes Insekt aussieht und damit Weidetiere abzuschreckt und als Schutzeinrichtung gegen Abweiden entstand. Es mußte bezweifelt werden, daß Weidetiere diese doch winzige dunkle Einzelblüte inmitten der zahlreichen weißen Blüten erkennen. Andere Botaniker deuteten die dunkle Mittelblüte in der Möhrendolde als Landmarkierung für anfliegende Insekten. Man findet auch ganze Bestände der *Daucus carota* ohne die dunkle Mittelblüte und sie leben auch.

Noch bedenklicher war, wenn die nesselartigen Blätter der Goldnessel/*Lamium galeobdolon* an die "brennenden" "Nessel"blätter der Brennessel/*Urtica* erinnern sollen, um Weidevieh vor jedem Biß abzuschrecken, es sich also um so etwas wie eine pflanzliche "Mimikry" handelte. Gegen derartige allzu spekulative Annahmen erhob sich Kritik (F. HILDEBRAND 1902), ja Spott, es wurde von einer wissenschaftlich nicht mehr akzeptablen "Anpassungsjagd" mancher Naturfreunde gesprochen (a. F. DAHL 1913, S. 93). Der Botaniker FRANZ FIRBAS schrieb im 20.

Jh. einmal von dem "Umfang ökologischer Betrachtungen", der "in merkwürdigem Mißverhältnis zur Anzahl gesicherter Tatsachen" stand (Zitat aus O. L. LANGE 1964).

Vielfach **standen sich Ansichten entgegen**. Da von Wildpferden nur die **Zebra**s in afrikanischen Trockengebieten Streifen auf hellerem Grunde aufweisen, war ein Nutzen anzunehmen, ob nun verminderte Auffälligkeit im aus der Ferne wie Streifen aussehendem Steppengras oder um die durch die Streifung desorientierte Tsetsefliege abzulenken. Oder könnte es beides sein?

Überall in der Natur: Das Beute - Räuber-Verhältnis und Angebot mit Nutzen-Beziehung

Zu 'fressen' und sich vor dem 'Gefressenwerden', dem 'Beute-Werden' zu schützen durchzieht das Leben der meisten Lebewesen, meistens auch in der Zeit der Heranzucht des Nachwuchses. Zugreifen, um zu überleben, Deckung zum Erlangen von Beute, Eigenschutz vor den anderen -Schicksal der meisten Lebewesen, die Lebenswelt wie ein Schlachtfeld. "Erhabene Natur?" "Großartige Schöpfung"? Für das Fressen und Gefressenwerden in der Natur, wie es Bischof von Yucatan, DIEGO DE LANDA (2017, S. 210) im 16. Jh. schildert, kann man fromm Gott "Bewunderung" 'verdienen lassen', wenn man sieht, "wie Gott für alle sorgt (und) sie mit seinem Segen überschüttet". O armer gefressener und dennoch im Segen untergegangener Krebs oder Fisch oder Lurch! Die Orchidee *Anacamptis pyramidalis* - Ausdruck vom Schönheitssinn eines 'Schöpfers'? Der Herzog VON ARGYLL legte dem alten DARWIN einmal nahe, es so zu sehen. DARWIN, der anerkannte, daß ARGYLLs Sichtweise Kraft habe, aber lehnte sie ab (A. DESMOND et al. 1994, S. 728). Dem lyrisch veranlagten suchenden Menschen ist eine poetische Deutung zu erlauben, aber er sollte die Natur durchschauend auch illusionslos in ihrer Realität sehen!

Es mag relativ harmlos sein, wenn die **grüne Pflanze** einen Teil ihres in vielen Fällen nachwachsendes Material an pflanzenfressende Tiere abgeben muß. Im Herbst haben die meisten Pflanzen noch immer genügend Blattmasse, die nun ohnehin zum größten Teil dem Winter zum Opfer fällt. Harmlos ist auch, wenn Blüten Bestäuber anlocken. Kampf der Pflanzen, der Bäume, untereinander, im Wurzelbereich und beim Drang nach Licht. Kletterpflanzen mit Massenersparnis, die sich an stärkeren Pflanzen emporranken. Aber Tiere, kleine und große untereinander, ein wechselseitiges Beute-Räuber-Verhältnis: Jeder Spinnenfaden, jedes tauglänzende Spinnennetz - Fallstricke und für die Gefangenen meistens verbunden mit einem grausames Umkommen durch Aussaugen. Der edle Flug des Bussards - ein Flug



Abbildung 75: Für Gläubige Zeugnis von Schöpfertum: *Anacamptis pyramidalis*.

für das Abendbrot. Das Kreisen der Schwalben und Mauersegler - ein nicht endendes Aufnehmen von Kleinsttierchen. Die kreischend anderen Vögeln den Fang abjagende Möve - üble fliegende 'Hyänen'. Wenn der Schützenfisch/*Toxotes jaculator* in Thailand von der Wasseroberfläche aus bis etwa 1 m in die Luft nach zu erbeutenden Insekten Wassertropfen schießt und auch die Beweglichkeit der Augen dem dient, dann ist hier eine in ihrer Zweckmäßigkeit nicht zu bezweifelnde bewundernswerte Anpassung zustande gekommen (H. BÖKER 1937, S. 56/57). *Toxotes* lebt auch in Mangrovebeständen, wo also Insekten in Meeresnähe noch herumschwirren. Er ernährt sich allerdings nicht nur von dem, was es über Wasser abschießt.

Vom Kleinsten, vom Plankton oder den kleinsten Tierchen in der Atmosphäre bis zu den größten Tieren - eine '**Nahrungskette**', eine 'Nahrungspyramide' von dem führenden Ökologen CHARLES SUTHERLAND ELTON 1927 geprägte Begriffe. Die an der Spitze, der Bär, der Adler, das Krokodil sind offensichtlich kaum noch Beute - so wenig wie der mit Waffen ausgerüstete Mensch. Aber Vorsicht! Parasiten verschonen auch die 'höchststehenden' Geschöpfe nicht. Hier wird, bis hin zu den Bakterien, ja Viren, oft das Kleinste wieder Sieger! Aber menschlicher Forschergeist hat für viele Fälle auch die Parasiten, auch die kleinsten, bezwungen. Mit der Einsicht, daß nicht dem Zufall überlassen beim Menschen möglichst viele Eizellen von Spermien befruchtet werden müssen, die Sinnlosauffassung vieler Religiöser, könnten die verständigen Menschen die wechselseitige Abschachtung



Abbildung 76: Toxotes blythii, SO-Asien. Zoo Halle.



Abbildung 77: Schaumzikade, Nachwuchs umschäumt.

durch Bevölkerungsbeschränkung beenden.

Und **das Verbergen** - die Defensivdauerübung vieler Tiere - wie mit dem Grünzeug auf dem Helm des sich verbergenden Soldaten. Maßnahmen zur **Sicherung des Nachwuchses**, ob Nester, Eiablage in Erdhöhlen, gar **Brutpflege**, kann man wohl alle als das Überleben sichernde Anpassung sehen.

Klimaregeln

Unabhängig von Vorstellungen über die Evolution waren einige wenige Regeln aufgestellt worden über das Auftreten bestimmter Eigenschaften von zahlreichen Organismen, besonders von Warmblütlern, in bestimmten Klimaverhältnissen. Nachträglich

wurden die Regeln mit Evolution verbunden, besagen, daß in Regionen mit spezifischen Bedingungen bestimmte Eigenschaften bevorzugt ausgebildet wurden, als nützlich entstandene Anpassungen.

Dazu gehört die **BERGMANNsche Regel** von 1847 und unabhängig von seinem Vorgänger fand die Regel 1877 von J. A. ALLEN (B. RENSCH 1940) wieder. Sie besagt, daß von nahverwandten Spezies die größere Form oder die größeren Formen in den kälteren Regionen leben. Die physiologische Deutung war, daß das Verhältnis von Körperoberfläche zum Körpervolumen die Wärmeabgabe mitbestimmt. Größere Formen geben dann relativ weniger Wärme als kleinere ab. Das Gesetz wurde durch die Maßangaben der von E. HARTERT überprüft das durch Messen verwandter Vogel-Arten der paläarktischen Avifauna (B. RENSCH 1924). RENSCH gab 1940 etwa 16% Ausnahmen in dieser paläarktischen Avifauna an. Auf Inseln, unter dort oft härteren Bedingungen als dem Festland wurde die Gültigkeit der Regel festgestellt, denn beispielsweise die Zaunkönig-Rassen nördlicher Inseln sind größer als die des benachbarten nordeuropäischen Festlandes. Modifikation durch direkte Klimaeinwirkung wurde diskutiert, zumal F. B. SUMNER in Kultuversuchen das Größerwerden von Mäusen bei Kälte festgestellt hatte. RENSCH meinte 1924, daß die Antwort des Gesamtkörpers auf den Klimareiz vererbt wird.

Pflanzen im Schutz gegen Schädlinge

Wie es bei den Tieren etwa Tarnfarben gibt, so bei manchen Pflanzen auffallende "**Schutzmittel**" gegen verschiedene Schädigungen. Der Belgier LEO ERRE-RA untersuchte die „Schutzmittel“ der Pflanze gegen Weidetiere. Der Bremer Botaniker WILHELM OLBERS FOCKE erforschte unter anderem die Schutzmittel höherer Gewächse gegen nieder Pilze (1881). KERNER von MARILAUN, führender österreichischer Botaniker, veröffentlichte 1876 seine Untersuchungen über die Schutzmittel der Blüten gegen "ungebetene Gäste". STAHL in Jena erforschte die Schutzmittel der Pflanzen gegen Schnecken und andere "tierische Feinde", aber auch die Einrichtungen zur Transpirationsförderung oder die "Mykorrhiza" (s. d.). GOTTLIEB HABERLANDT stellte 1877 die "Schutzeinrichtungen in der Entwicklung der Keimpflanzen" zusammen, vor allem morphologische Merkmale, und RICHARD von WETTSTEIN führte das für aus dem Boden sprießende Pflanzensprosse fort (1898).

Die oft grauen **Blätter** von Gewächsen in **Trockengebieten**, die bei Beweidung nicht so nachwachsen wie frischgrüne Blätter in regenreichen Klimaregionen, können aber so viel an Schutzstoffen, ätherische Öle und ähnliches enthalten, daß auch abgefallene Blätter, am Boden, nicht zersetzt werden, jedenfalls nicht aus-

reichend. Dann können nur **Brände**, oft gewaltige, **die Substanz** des trockenen Laubes durch Veraschen **in den Stoffkreislauf zurückbringen**.

Mehrdeutigkeit von aus dem Augenschein gedeuteten Merkmalen

In **Steppen** gibt es Gewächse, die zur Zeit der Fruchtreife verdorrt sind und **wie dürre Kugeln** vom Winde abgerissen über das Gelände rollen. Der rumänische Dichter PANAIT ISTRATI, der in der trockensten Walachei im südlichen Rumänien zwischen den "Disteln des Baragan" aufwuchs, erlebte das und beschrieb aus seiner Kindheit, wenn im Herbst der Wind aus Rußland wehte: "Der Wind bläst ... Die Disteln leisten ihm Widerstand ... Noch eine Weile ... Der kurze Stengel bricht knapp an der Wurzel ab. Die dornigen Kugeln beginnen zu Tausenden und aber Tausenden dahinzurollen ..." Die Kinder rannten den rollenden "Disteln", die sicherlich ein zu den Doldengewächsen gehörendes *Eryngium* gewesen sind, eine Zeit lang hinterher. Im Vorderen Orient rollt sich die als "Jerichorose" bezeichnete Halbwüstenpflanze, der Kreuzblütler *Anastatica hierochuntia*, ein sperriges Gewächs, zur Fruchtreife wie ein Kugel zusammen. F. HILDEBRAND deutete das als Anpassungsmerkmal, damit die trockenen, fruchtenden Pflanzen vom Winde getrieben durch die Wüste oder Steppe rollen und dabei ihre Früchte weithin verstreuen. Der Berliner Botaniker G. VOLKENS (O. REINHARDT 1917) fand aber 1884/1885 (1887, S. 84 ff.) in der ägyptischen Wüste, daß sich dort solche Pflanzen mit ihren starken Wurzeln nur schwer aus dem Boden ziehen lassen, ein schon einfaches ökologisches Experiment. Er fragte, wie die festhaftenden Gewächse dann der Wind loslösen sollte. VOLKENS deutete die Kugelgestalt als Schutz der trockenen Pflanze vor dem vorzeitigen Ausfallen der Samen. Das mußte nicht für alle kugelförmigen distelartigen Pflanzen zutreffen. Bei der 'fleischfressenden' *Nepenthes* schien der Insektenfang nicht unbedingt für das Wachsen nötig zu sein, diente also eher als auch entbehrlicher Zusatz, wurde gerechnet zu "**Luxusanpassungen**" (E. STAHL 1900), die neben notwendigen Anpassungen auch deutlich wurden.

Merkmale begrenzt auf bestimmte Umwelt - deuten auf spezifischen Nutzen dort

Bestimmte **Merkmale** mochten einen Nutzen haben oder ein solcher wenigstens möglich geworden sein, wenn sie ausschließlich oder wenigstens bevorzugt **in** einem bestimmten, einem **spezifischen Lebensraum** auftreten, und das womöglich bei zahlreichen Arten in dieser Umwelt. Warum solche Merkmale nützlich sind, mochte

dabei immer noch manche Spekulation enthalten. ARESCHOUG (1882, S. 524) machte darauf aufmerksam, daß auch in einer sich ziemlich einheitlich wirkenden Großregion zahlreiche **Kleinstandorte** befinden können, welche eine spezifische Anpassung erforderten.

Große Unterschiede in der nötigen Anpassung gibt es beim **Wasser- und beim Land-Leben** (F. DAHL 1913, S. 35). Auf dem Lande, umgeben von der gasförmigen Atmosphäre, ist stets ausreichend Sauerstoff vorhanden, gibt es nicht jenes gräuliche Japsen von Fischen im Teich, der in der Sommerhitze Sauerstoff verlor. Aber im Wasser gibt es geringere und kaum rasch eintretende Temperatur-Unterschiede, erforderte die Bewegung weniger Muskelkraft, kann in konstanten Gewässern wegen fehlender Austrocknungsgefahr die Haut weniger fest sein, befinden sich Nährstoffe in günstigerer Aufnahmebereitschaft und wird Nahrung ständig vom Festland her eingespült. "Und tatsächlich", resümiert DAHL (1913, S. 35) "ist das Wasser unendlich viel reicher an Tierindividuen als das Land." Manche Landtiere haben sich bei Beibehaltung der Luftatmung wieder an das Wasser angepaßt. Es gab auch große Landtiere, aber riesige Wale leben nicht ohne Grund im Meer.

Spezifische Anpassungen geben der Vegetation in manchem **Klimagebiete** eine spezifische Physiognomie. Der Göttinger Botaniker AUGUST GRISEBACH beschrieb in seinem 2-bändigen Werk 'Die Vegetation der Erde' von 1872 die Pflanzenwelt der einzelnen, 24 von ihm auf der Erde unterschiedenen Regionen nach der "Physiognomie", dem bevorzugten äußeren Aussehen der dominierenden Pflanzen, und er sah ohne experimentelle Prüfung diese Merkmale als umweltbedingt und vor als klima-bedingt an. Dieselbe Physiognomie, und das konnte den Nutzen noch besonders nahelegen, konnte für Pflanzen unterschiedlicher taxonomische Zugehörigkeit auftreten.

Pflanzen der **Hochgebirgslagen** (C. SCHROETER 1908) besitzen manche spezifischen Merkmale, niedriger Wuchs und öfters starke Behaarung. Auch fiel die Buntheit vieler Alpenblumen auf wie auch nach GRISEBACH (zir. bei A. R. WALLACE 1879, S. 248) insektenärmeren und daher wohl in mehr zur Lockung angewiesenen Regionen. Manche gemeinsamen Merkmale weisen Gewächse der Steppen, der Wüsten, der arktischen Einöden, der Küsten auf. ERNST STAHL (1888; H. KNIEP 1919) etwa betonte, daß auffallende Schutzmittel gegen Beweidung vor allem in **Steppen und Wüsten** auftreten. Hier wachsen wegen des nötigen sparsamen Wasserhaushaltes Pflanzen langsam und Weideschäden sind oft lange Zeit nicht durch erneutes oder zusätzliches Wachsen auszugleichen. Es gibt also keine überflüssige Substanz zum baldigen Verlustausgleich. F. HILDEBRAND vermerkte 1873, daß nur **nahe am Erdboden** fruchtende Pflanzenarten im Pelz von Säugetieren **haftende Früchte** mit Widerhaken oder Kletteinrichtungen besitzen. Nur hier, im Beinbereich größerer streunender Säugetiere oder bis zur Höhe



Abbildung 78: Arctium/Klette, Haftfrüchte.

kleinerer Pelztieren können normalerweise solche Früchte eine Haftfläche am Haarkleid von Tieren finden und nur bis zu einer gewissen Höhe über dem Erdboden sind solche Früchte also sinnvoll, können damit ihre Samen verbreitet werden. "**Fleischfrüchte**", von Vögeln verschlungen und ihre Samen mit der damit verbundenen Verbreitung unverdaut wieder ausgeschieden, gibt es wenn auch nicht ausschließlich eher an Sträuchern und Bäumen, dem Lebensraum zahlreicher fruchtfressender Vogelarten.

Es wäre zu ergänzen (ZIRNSTEIN): Während die Pflanzenfamilien durch Gemeinsamkeiten in den Blüten gekennzeichnet sind, weisen die verschiedenen Arten derselben Familie oft unterschiedliche Verbreitungsmittel auf, so bei den Rosengewächsen/Rosaceae, den Korbblütlern/Asteraceae, den Nachtkerzengewächsen/Onagraceae, bei denen allen manche, aber eben nicht alle Gattungen, Kletteinrichtungen zur Frucht- oder Samen-Verbreitung haben.

Der Innsbrucker Botaniker EMIL HEINRICHER 1884, S. 556 ff.) stellte als territorial gebundene, unter dem Mikroskop feststellbare Anpassung fest, daß die **dorsiventralen Blätter** dort typisch sind, wo Licht vor allem von oben her auf die Blätter fällt und daher im oberen Blattteil die Photosynthese stattfindet und sich hier die chlorophyllführenden Zellen finden. In Mitteleuropa am Wasser und anderswo in sonnenreichen Gebieten trifft auch die Blattunterseite viel vom Boden reflektiertes Licht und hier sind die assimilierenden "Palisadenzellen" im Blatt dortiger Pflanzen isolateral angeordnet. Für Wüstenpflanzen bestätigte das VOLKENS.

ARENSCHOUG (1882, S. 513) suchte zu ermitteln, unter welchen Verhältnissen Pflanzen zu **Holzpflanzen** werden konnten. Im warmen Klima sterben Pflanzen



Abbildung 79: Häkchen am Waldboden: *Geum urbanum*.

nicht jährlich ab und es konnten wegen der fortdauernden Vegetationszeit "auch die krautartigen Pflanzen dadurch holzig werden ... eine mehr oder minder holzige Consistenz annehmen. - In der heißen Zone giebt es keine wirkliche Grenze zwischen holzigen und krautigen, mehrjährigen Pflanzen." Dagegen: "Durch die kürzere Vegetationsperiode eines kälteren Klimas wird es nur einer kleineren Anzahl mehrjähriger Pflanzen möglich, zur Verholzung zu gelangen, ..." Ferner beschrieb ARESCHOUG (1882, S. 524) die besondere Struktur der auf dem Wasser liegenden **Blätter schwimmender Wasserpflanzen**, wobei diese, und nur diese, sich etwa dadurch auszeichnen, daß die bei Blättern von Landpflanzen vorhandenen Spaltöffnungen hier fehlen und auch das Schwammparenchym seinen Chlorophyllgehalt fast ganz einbüßte. Die obere Blattseite mit dem Palisadenparenchym muß alle Assimilation/Photosynthese ausüben. Schwimmblätter müssen als den Verhältnissen angepaßt erscheinen. Anders gestaltet sind die **sich über die Wasseroberfläche erhebenden Blätter** einiger Wasserpflanzen, so von *Nelumbium*/Lotusblume, bei denen offensichtlich wegen ihrer Herkunft als Schwimmblätter auch nur die obere Fläche funktionsfähig ist, aber die Unterseite ist vertrocknet oder eingeschrumpft.

ANDREAS FRANZ WILHELM SCHIMPER (1888 a, b; H. SCHENCK 1901), von H. CHRIST 1902 (S. XCVI) als der "hervorragendste Vertreter der biologischen Richtung in der Pflanzengeographie" bezeichnet und zuletzt Professor in Basel, untersuchte auf etlichen Reisen die speziellen Anpassungen einiger Pflanzengruppen in den **Tropen**. SCHIMPERs Forschungen in Süd-Amerika den **Epiphyten** und

Beziehungen zwischen etlichen **Pflanzen und Ameisen** und in Südost-Asien den spezifischen Anpassungen der **Mangrovenbäume** (1891). Mangroven sind eine auf tropische Küsten beschränkte Pflanzenformation, ohne Gegenstück im Norden. Die Bäume, wenige Arten, stehen auf hohen Stelzenwurzeln, was sie in dem von Flut und Ebbe bewegtem Schlamm verankert und den Wurzeln wenigstens bei Ebbe Luft zuführt. Die Samen keimen in der Frucht noch oben auf dem Baum, haben also Viviparie, und so fallen schon einigermaßen ausgebildete Keimpflanzen und nicht noch geschlossene Samen von den Bäumen herab. Die Keimpflanzen können mit ihren Wurzeln rasch in den Schlamm Boden eindringen und stehen deshalb bald in dem von bewegtem Wasser bestimmten Mangrovebereich einigermaßen fest.

GEORG VOLKENS (1912) untersuchte die Beziehungen zwischen Laubfall, Lauberneuerung und Klima und sah hier Beziehungen.

Eine wichtige Eigenschaft jener Pflanzen, welche in ein neues Land eingeführt dort sich rasend schnell ausbreiten, die dort **Neophyten** sind, ist ihre **große** generative oder auch vegetative **Vermehrungsfähigkeit** (H. PETRISCHEK 2014).

Als ergänzend kann man hier vielleicht HERBERT SPENCERs nennen. mit seiner Ausführung, daß beim Menschen die Tastkörperchen dort auf der Haut die größte Dichte aufweisen, wo der Tastsinn wie in den Fingerspitzen besonders wichtig ist und daher deren Nutzen abgeleitet (aus: R. H. LOCK 1911).

Fehlen von bestimmten Eigenschaften in bestimmter Umwelt weist auch auf Selektion

Der 'Zweck' mancher **Merkmale** läßt sich auch daraus ableiten, daß sie in Gebieten mit physisch-geographischen Besonderheiten **fehlen**. DARWIN hatte gefunden und HOOKER betont, daß bei HOOKER übergebenen Gewächsen auf dem Galapagos-Archipel die **Blüten** klein und **unauffällig** und meistens nur grün sind, und das ließ sich darauf zurückführen, daß es **bestäubende Insekten** auf den Galapagos-inseln **kaum** gibt. Es gäbe also keine Insekten anzulocken und deshalb keine Auslese durch Insektenanlockung. Bei DARWINs Besuch auf den Galapagos-Inseln habe es für ihn "längere Zeit bedurft, um zu ermitteln, dass fast sämtliche Pflanzenarten zur Zeit seines Besuches blühten" und sah keine "schöne Blume" (A. R. WALLACE 1879, S. 286). Ein andere Beispiel für Abwesenheit eines Merkmals ist die erbliche **Flügellosigkeit der Insekten** auf kleinen **sturmumtosten Inseln**, wo fliegende Kleintiere bald ins Meer geweht würden. CHUN (1900) beschrieb das von den Kerguelen-Inseln im südlichen, antarktischen Indischen Ozean. Wer flügellos und gar verdeckt am Boden existiert, der "Krüppel", überlebte und lebte

durchaus. Mit dem Fehlen blütenbestäubender Insekten war etwa nach WALLACE (1879, S. 284/285) auf Inseln mit durchaus feuchtwarmen Tropenklima wie Juan Fernandez verbunden das Überwiegen der Farne sowohl in der Menge der Individuen wie der Arten gegenüber den Blütenpflanzen. J. HOOKER habe auch auf Neuseeland gefunden, daß dort wohlriechende und farbenreiche Blumen und wohlriechende Blätter fehlten und das durch Insektenmangel begründbar wäre (A. R. WALLACE 1879, S. 992).

Untersuchung von Standort-Faktoren ohne und mit der Deutung für Pflanzen

In Merkmalen Anpassung an eine bestimmte Umwelt zu sehen ist das eine. Die in einer bestimmten Umwelt wirksamen Faktoren wirklich zu kennen, erforderte eingehende Untersuchungen, ja **Messungen an den Standorten**, in der Umwelt der Pflanzen, denen man Umwelthanpassungen zuschrieb. Faktoren in einem Biotop ändern sich oft mit den Jahreszeiten, sind saisonal. Gerade **Extremfaktoren**, auch selten auftretende, bestimmen etwa die Grenzen des Pflanzenlebens. Dabei konnte die Messung der Standort-Faktoren so zentral sein, daß man sich von der Überlegung zu den Auswirkungen auf die Gewächse manchmal wenigstens anfangs zurückhielt.

Der Wiener Botaniker JULIUS WIESNER (H. MOLISCH 1916) hat auf seinen Reisen nach Java, Ägypten und in die USA sowie im unbelaubten und belaubten Wald in Europa **Lichtmessungen** (J. WIESNER 1894, 1902) durchgeführt, suchte das "Lichtklima" zu erfassen.

Pionierarbeit bei der Erfassung weiterer Standortfaktoren leistete GREGOR KRAUS (1911), der auf dem Unteren Muschelkalk, dem "Wellenkalk", in der Umgebung von Würzburg an den Standorten der Kalkpflanzen die **Temperatur**, die **Windgeschwindigkeit** und weiteres messend erfaßte, also "das **Klima auf kleinstem Raum**" ermittelte. Wie der Hygieniker K. B. LEHMANN berichtet (1933, S. 162), hat KRAUS jahrelang "jede Woche 2 - 3 Tage auf dem Hochplateau am rechten Mainufer bei Gambach und an den herrlichen Steilhängen verbracht, die zum Main abfallen...", so auch bei Karlstadt nördlich von Würzburg (H. KNIEP 1915). Durch die bis zur Publikation 1911 etwa 11-jährigen Untersuchungen von KRAUS und seinen Schülern wurde erstmals deutlich, welche hohen Temperaturen am Erdboden an manchen Standorten erreicht werden, nämlich etwa am 20. Juni 1908 47 Grad C. Schon im April fand KRAUS in 2 cm Bodentiefe eine die "allgemeine Lufttemperatur" um 15 Grad C übertreffende Bodentemperatur. Mit einem allgemeinen Blick auf einen Standort waren also die Bedingungen, an die eine Pflanze angepaßt



Abbildung 80: Durchlichteter Frühlingswald.

sein mußte, nicht auszumachen. Und die Wellenkalk-Standorte bei Würzburg wie auch im Saale-Tal bei Jena, im Unstrut-Tal bei Freyburg oder am Südhang des Kyffhäuser und des Kaiserstuhls bei Freiburg i. Br. beherbergen eine auffallend eigene Vegetation.

Angeregt von den Forschungen von KRAUS analysierte FRANZ FIRBAS (O. L. LANGE 1964, F. OVERBECK 1964) die Standortfaktoren auf Sandstein und Basalt in Nordböhmen, namentlich die Temperaturverhältnisse. Er stellte am Donnersberg/Milleschauer im Böhmischem Mittelgebirge fest (1928), daß dürres Laub nur wenig Wärme speichert, viel Wärme abgibt und die Frühjahrsblüher im noch blattlosen Laubwald ausreichend Wärme erhalten und damit die Photosynthese unter der im Frühlingswald reicheren Sonnenstrahlung bis auf den Boden stattfinden kann. Andererseits wird in den oft kühlen Frühjahrsnächten die Atmung und damit der Verbrauch an tagsüber aufgebauten Assimilaten gesenkt, was eine positive Nährstoffbilanz bedeutet. Die Eigenschaft, zeitig im Jahr und vor der Beschattung zu blühen und auch Reservestoffe zu speichern, wurde also aus den Temperaturverhältnissen als eine mit dem Wärmegang vereinbare Anpassung erwiesen.



Abbildung 81: Heraus aus dem Laub: *Hepatica nobilis*.

Angenommener Nutzen von Merkmalen im Experiment versucht nachzuweisen

Für die Merkmale und besonders auch die Eigenheiten der Organismen wurde durch Beobachtungen und eine nicht soviel Zeit beanspruchende Deutung des Nutzens vorgeprescht, mancher Unsicherheit zum Trotz. Oft hat erst das **Experiment** die "Zweckmäßigkeit" eines Merkmals einigermaßen plausibel machen können und spekulative Deutungen widerlegt. So wie in der Evolutionsforschung grundsätzlich das Deuten dem Experimentieren voranging und im weiteren **20. Jh.** sich das **Experiment durchsetzte**. WENT kritisierte 1907 (S. 258): "In sehr vielen Fällen wird der Zweck irgendeines Teiles aprioristisch aus der Form oder der Struktur gefolgert, ohne dass auch nur das einfachste Experiment zu Hilfe genommen wird. Oft sieht die Sache ja auch so wie so äußerst einfach und klar aus; und dennoch ergibt sich dann bei näherer Untersuchung, dass man sich geirrt hat." Es wurde deshalb schließlich sogar gemeint, daß die ökologische Deutung eines Merkmals "stets" nur experimentell erweisbar ist (K. GOEBEL 1920, S. 143). Jedoch war auch im Experiment oft schwierig war, alle Bedingungen zu beachten. Die angeführten Beispiele werden möglicherweise nunmehr wieder anders gesehen.

In den regenfeuchten Tropen enden die Blätter mancher Pflanzen nach außen mit herabsinkender Spitze. E. STAHL (1893) sprach von "**Träufelspitzen**". sind nach unten führende rinnenförmige spitze Blattenden. Als Standortspezifität erkannten das J. R. JUNGNER (1891) und STAHL und deuteten sie als Anpassung an die häufigen hohen Niederschläge. Das Wasser rinne über die Träufelspitzen wie aus einem Wasserspeier ab. Das zu belegen schnitten JUNGNER und auch STAHL solche Träufelspitzen ab und die gestutzten Blätter sollen zumindestens in feuch-

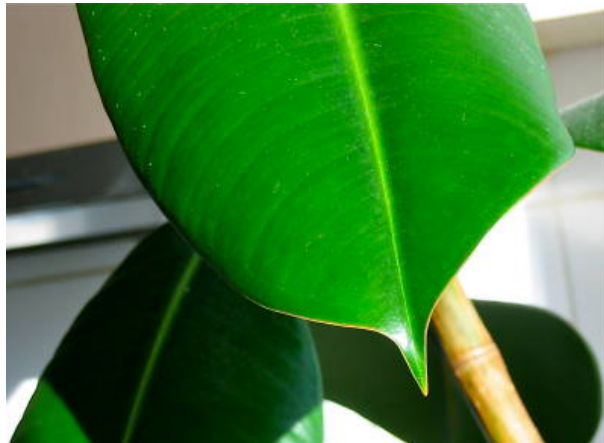


Abbildung 82: Träufelspitze. Ficus.

ter Umgebung tatsächlich bald verstärkt von parasitischen Pilzen befallen worden sein.

Andere Regenwaldpflanzen, gerade in den feuchtesten und schattigsten Wäldern, besitzen "**Sammetblätter**". Wie STAHL (1893) beobachtete, breiten sich auf diesen Sammetblättern die Wassertropfen in kurzer Zeit zu einer äußerst dünnen, rasch verdampfenden Schicht aus, was also der Wirkung der von Träufelspitzen gleicht. Noch andere Regenwaldpflanzen fallen durch Blätter mit einem unbenetzbaren **Wachsüberzug** auf. Wegen der Lichtarmut am Boden des Regenwaldes müssen die Blätter eine möglichst große Assimilationsfläche haben, was aber den Schutz der großen Blätter nötig macht. Zu beweisen, daß es für **Zitterpappeln** oder Espen/*Populus tremula* vorteilhaft ist, daß sich ihre Blätter leicht bei jedem Windhauch bewegen, "zittern", befestigte STAHL Blätter an der Espe und berichtete, daß die ruhiggestellten Blätter weniger Wasserdampf abgeben als leicht bewegbare, das "Zittern" des Espenlaubes offenbar die Wasserabgabe befördert. Der schwedische Botaniker AXEL N. LUNDSTRÖM sah allerdings 1887 im "Zittern" des Espenlaubes ein Mittel, unerwünschte Insekten abzuschütteln.

Die nordamerikanische Pflanze *Silphium laciniatum* und der europäische, oft an offenen Standorten vorkommende Stachel-Lattich/*Lactuca scariola* L. (oder *serriola*) haben jedenfalls an vielen Standorten vertikal/senkrecht stehende harte **Blätter** mit der Schmalseite in **Nord-Süd-Anordnung**, also die Breitseite gegen Osten und Westen gerichtet und werden so an der Breitseite am Vormittag und am Nachmittag belichtet. Das wurde als Schutz gegen die Starkbestrahlung in den Mittagsstunden erklärt. STAHL (1883 a) zog den Stachel-Lattich in diffusem Licht auf, und fand, daß die Blätter eine größere Empfindlichkeit gegenüber intensivem Licht haben und dann mit der auffälligen Anordnung reagieren



Abbildung 83: Zitterpappel/*Populus tremula* L..



Abbildung 84: *Lactuca scariola* L..



Abbildung 85: Unterseite Lindenblatt, Donatien.

In einer sehr sorgfältigen und als Vorbild solcher Forschung gelobten Arbeit beschrieb STAHL 1888 seine Fütterung von **Schnecken**, um die von Schnecken als Fraß angenommenen Blätter festzustellen. Er erkannte, daß viele Pflanzen Schutzmittel gegen Schneckenfraß besitzen und im Interesse ihres Überlebens besitzen müssen.

Je eigenwilliger eine Anpassung erschien, desto notwendiger erschien ihr experimenteller Nachweis. Aber gerade erforderte manche schwierige Untersuchung. Das galt etwa für alle Fälle von wahrscheinlich notwendigem oder doch die Lebensfähigkeit begünstigendem Zusammenleben von zwei Organismen, den **Symbiosen**.

Um 1882 fand LUNDSTRÖM (1887), daß in den Haarbüscheln in den "Nerven" winkeln auf der Unterseite der Blätter der Linde/*Tilia* und anderer Bäume Milben leben. Nach LUNDSTRÖMs Ansicht sollten sich diese Haarbüschel, von ihm "**Donatien**" genannt, während der Evolution speziell zu dem Zweck herausgebildet haben, daß sie Milben beherbergen. Die Milben würden die Blätter davor schützen, von Schimmelpilzen befallen zu werden. Um dieser Ansicht Beweiskraft zu geben, hat LUNDSTRÖM Lindenblätter künstlich milbenlos gemacht und wollte erkannt haben, daß dann ein stärkerer Befall mit Schimmel eintritt. Bei **Ameisenpflanzen** wurden im Experiment alle Ameisen entfernt, um den Nutzen dieser als Symbiosepartner betrachteten Insekten für den Schutz der Pflanzen zu testen.

Zu Experimenten im Laboratorium traten solche am **natürlichen Standort**. Die **Transpiration der Pflanzen am Standort** maß OTTO STOCKER (H. ZIEGLER et al. 1982) und unternahm dafür auch weite Reisen vor und nach dem Zweiten Weltkrieg, unter anderem nach Afrika. In Europa erzielte er Ergebnisse bei Heide- und Moorpflanzen (1923, 1924), die aufräumen konnten mit den teilweise entgegengesetzten spekulativen Ansichten aus den "Jugendjahren der "ökologischen Pflanzengeographie". KERNER von MARILAUN hatte die die Versenkung der Spaltöffnungen auf den "ericoiden" Blättern des Heidekrautes/*Calluna vulgaris* als Schutz vor der Benetzung durch Tau und Regen, als Mittel zur Förderung der Transpiration gedeutet, wonach die Blätter also trotz ihrer eher an Trockenpflanzen gemahnenden kleinen Blättchen als "hygromorph" gelten mußten. A. F. W. SCHIMPER entwickelte für Gewächse mit "ericoiden" Blättern auf Moorstandorten gerade eine entgegengesetzte Hypothese, nämlich die von der "Xeromorphie" dieser Blätter. Auf Moor litten die Pflanzen ungeachtet der oft vorhandenen Feuchtigkeit wegen der Säuren und der öfters niedrigen Temperaturen Not mit der Wasseraufnahme. Die Standorte wären "physiologisch" trocken, woran auch FIRBAS in seiner Habilitationsschrift festgehalten hatte. STOCKER jedoch fand bei Untersuchungen an natürlichen Moor- und auch Heidestandorten, daß dort wachsende Pflanzen keine geringere Transpiration als Pflanzen auf Sandboden aufweisen und auch Begießen mit Moorwasser ergab keine Änderung. Im Juni transpierte nach STOCKER *Erica* das 2 1/2-fache ihres Wasservorrats, was bei einem Xerophyten nicht gefunden würde. Das Übergewicht der Ericaceen in Heideland wurde nach der Ansicht von PAUL GRAEBNER (1904) und STOCKER bedingt nicht durch Wassermangel, sondern durch die Nährstoffarmut des Bodens. Daß verbreitete Heidegewächse immergrün sind, erlaube ihnen, auch an den oft sonnigen und milden Tagen zwischen Herbst und Frühjahr im "atlantischen" Klima zu assimilieren und sie kämen dadurch mit der Nährstoffarmut besser als andere Pflanzen zurecht. Die Verkleinerung des Einzelblattes wäre eine Schutzanpassung vor den häufigen, in ihrer Stärke auch gemessenen Winden, vor den Winterstürmen. Die Blätter wären "anemomorph". Zu bezweifeln wäre auch die Xerophyten-Theorie für die Salzpflanzen.

Bei **blütenbesuchenden Insekten** wurde das **Farbensehen** (H. KUGLER 1955, S. 95 ff.) ermittelt, zuerst namentlich bei Bienen mittels Dressurversuchen durch FRISCH und durch andere, auch durch die Beachtung von Spontanreaktionen, etwa bei Schwebfliegen, der Goldfliege *Lucilia*, bei Tagfaltern. Experimentell wurde auch untersucht das **Formsehen** (S. 104 ff.) und damit die Wirkung der Saftmale in der Blüte und auch die Wirkung chemische Reize, also der **Düfte** (S. 107 ff.) Es sollte bewiesen sein, daß **farbige Blüten bestimmte Insekten anlocken**, unterschiedliche Blüten auch unterschiedliche Arten.

Experimentelle Erforschung vermeintlicher **Anpassungen** konnte diese aber auch **widerlegen**, also zu einem **negativen Ergebnis** führen (K. GOEBEL 1924, S. 7/8). KERNER VON MARILAUN verwies auf die relativ häufigen nickenden Blüten und ihm schien einleuchtend, daß damit die Pollen "vor vorzeitiger Befuchtung" geschützt waren. Experimente, von M. HALLERMEIER und berichtet von K. GOEBEL (1924, S. 8) erwiesen aber, daß der Pollen hängender Blüten nicht empfindlicher gegen "Benässung" wäre als der Pollen aufrecht stehender Blüten und auch der Nektar schien den Schutz nicht benötigen: "Künstlich aufrecht gestellte, sonst hängende Blüten von Atropa, Campanula u. a. wurden von Insekten ebenso (auch nach Regen, wenn das Wasser aus den Blüten verdunstet war) besucht, wie die in normaler Lage befindlichen" (S. 8). Eine bei Vorfahren noch nötige Anpassung konnte natürlich nicht ausgeschlossen sein.

Symbiosen

Die großen Gruppen der Lebewesen sind generell alle **aufeinander angewiesen**: Die grünen Pflanzen liefern die organischen Substanzen, sind die **Produzenten**. Tiere nehmen diese Substanzen auf, sind **Konsumenten**, und verändern die aufgenommenen Pflanzenstoffe teilweise etwa im Aufbau eigener artspezifische Eiweiße, Mikroben und Pilze und einige chlorophyllose Blütenpflanzen zersetzen sie, als Saprophyten, sind **Destruenten**.

Manche Arten oder ganze Gruppen sind auf bestimmte andere fakultativ oder auch obligat angewiesen, als **Parasiten**, oder bei wechselseitigem Nutzen, in **Symbiose**. Hier liegt also auch eine wechselseitige evolutionäre Anpassung vor. Ameisen fressen manches, aber das wegen unzureichender Verdauung von Blattläusen ausgeschiedene zuckerreiche wäßrige Exkrement, der 'Honigsaft' (H. J. JORDAN 1929, S. 115), ist wohl doch ein bedeutsamer Teil der Ameisen-Nahrung.

Ist eine Anpassung eine Anpassung und wofür? - Vielseitige Untersuchung bei Mykorrhiza

ALBERT BERNHARD FRANK hatte 1885 gefunden, daß bestimmte Pilz-Arten oft oder fast immer in der Nähe bestimmter Baumarten auftreten und sich Baumwurzeln und Hyphen bestimmter Pilze in der Ernährung begünstigen. FRANK nannte das Phänomen **Mykor(r)hiza**. Die Frage war, ob das eine notwendige wechselseitige Anpassung oder etwa von Pilz her ein parasitäres Verhältnis ist? Die verschiedensten Gesichtspunkte wurden zur Klärung der Mykorrhiza als

Anpassung genutzt, zeugen in besonderem Maße von der Problematik der Anpassungsklä rung. STAHL (1900) verfolgte die Verbreitung von Mykorrhiza-Pilzen bei den verschiedensten Pflanzen, fand sie bei vielen auf unterschiedlichen Standorten, aber auch in wechselnder Ausbildung und auch bei manchen Arten fehlend, was die Notwendigkeit der Anpassung auch wieder in Frage stellte. Unter den Zwergsträuchern waren die Ericaceae durch Mykorrhiza ausgezeichnet, unter den Gefäßkryptogamen fand sie sich beim Farn *Ophioglossum/Natternzunge*. STAHL fand ein Zurücktreten der Mykorrhiza auf nährstoffreichem Boden, auch auf dem demselben Standort nebeneinander Pflanzen mit Mykorrhiza und ohne. Beachtet wurden eventuelle Unterschiede in der Wasserdurchstromung, der Stärke- und Zucker-Bildung, der Aschebildung in den Pflanzen ohne oder mit Mykorrhiza. STAHL (1900) schritt zu Kulturversuche mit Keimpflanzen von Buche und Kiefer sowie *Erythraea centaurium*. Zerstörung der Pilzhyphen im Boden durch Erhitzen oder Erwärmen brachte unsichere Ergebnisse.

Blütenökologie und Anpassungsfragen

Keine bunten Blüten weisen die **Windbestäuber** auf. **Windbestäubung** gilt im allgemeinen als primitiver, aber ist öfters wohl sekundär. Die Blüten der Magnolien mit ihren zapfenartig angeordneten Pistillen und die von Ranunculaceen weisen auf Herkunft der Blütenpflanzen, nicht das Fehlen der Blütenblätter, Auf jeden Fall müssen die windbestäubten Pflanzen sehr sehr viele Pollen in die Luft wehen lassen, damit ausreichend Narben auf den weiblichen Blütenteilen der gleichen Art durch 'Zufall' Pollen abbekommen. Wenn die Kiefer blüht, sind Pfützen oft weithin mit dem gelben Pollen bedeckt und zeugen von der Masse der erzeugten und zum allergrößten Teile verlorenen Pollen. Bei zahlreiche Menschen rufen die Pollenmassen in der Luft Allergie, 'Heuschnupfen', hervor.

Im Bau von Blüten und ihrer offensichtlichen Bestäuber gibt es so viel nahezu Bewundernswertes, daß diese Beziehungen zu eingehender Untersuchung herausforderten und ein eigenes Kapitel in der Anpassungsforschung sind. Beobachtung, sogar sehr genaue und aufzeichnende Beobachtung am Standort wie Experimentelles wurden hier angewandt. Die **Blütenökologie** wurde eine **eigene Fachrichtung** in der Botanik. Offensichtlich haben sich blütenbestäubende Tiere und zu bestäubende Blüten in der Evolution in **Ko-Evolution/Coevolution** aneinander angepaßt, sich zu gegenseitigem Vorteil mit geeigneten Eigenschaften ausgelesen, waren Insekten dann Pflanzenzüchter und Blütenpflanzen Tierzüchter, oder (R. DAWKINS 2016, S. 65): "Jede Seite hat die andere domestiziert und selektiv gezüchtet, dass sie ihre Aufgabe heute besser erfüllt als früher." Insekten sind sehr viel älter als Blütenpflanzen, erscheinen als Libellen schon im Carbon, sind in zahl-

reichen Formen im Lias, etwa in Mecklenburg vorhanden, und die Blütenstäuber, alle wohl holometabol, können erst ab der Kreide und dem Tertiär sich herausgebildet haben, also bieten eine erdgeschichtlich gesehen junge Co-Evolution.

Voran ging in der Erforschung der Blütenökologie DARWIN. Er las über solche Untersuchungen vor der Linnean Society schon am 21. November 1861, hatte also ohne Pause nach der Veröffentlichung seines berühmten Buches von 1859 botanische Untersuchungen geführt. Nicht die Insekten, die Blütenanpassungen waren sein Untersuchungsobjekt, die **Einrichtungen** der Blüten mancher Pflanzen, welche **Selbstbestäubung erschweren oder gar verhindern** müßten. Fremdbefruchtung erhöhte wenigstens in untersuchten Fällen die Zahl der Samen in einer Blüte, was vorteilhaft sein sollte. Warum in ihren inneren Gründen **Fremdbestäubung** und Trennung der Geschlechter, also **Sexualität**, bei Pflanzen besser ist, lag dabei im Dunkeln. Bei Tieren mit ihrer fast überall obligaten Sexualität erhob sich die Frage nicht. Bestäubung erschien vorteilhaft selbst von einer Blüte eines Pflanzenindividuums auf eine andere Blüte desselben Pflanzenindividuums, was heute Geitonogamie heißt und erst mit der Entdeckung der DARWIN unbekanntem Meiose auf genetische Unterschiede vieler Keimzellen desselben Pflanzenindividuums verweist. Nebeneinanderwachsene Pflanzenindividuen konnten auch von einer Mutterpflanze stammen. DARWIN meinte 1862 (S. 94): "We do not even in the least know the final cause of sexuality, why new beings should be produced by the union of the two sexual elements, instead of by a process of pathenogenesis." Man sah also ein Phänomen, aber es gab, jedenfalls für DARWIN, keine Erklärung, keinen Grund. Die Samenzunahme nach Fremdbestäubung war ein Fakt, ein Phänomen, welches eben Erklärung verlangte. Und riesig DARWINs Tatsachensammlung, mit letztlich damals nur beschränkter Erklärungsmöglichkeit. WEISMANN gab später die Erklärung, daß 2 Individuen auch derselben Art sich in manchem Merkmal erblich unterscheiden und sexuelle Fortpflanzung die Variabilität erhöht und erhöhte Variabilität ein Vorteil ist.

Was DARWIN besonders reizte war Verschiedenheit auch von Zwitterblüten, die also Griffel wie Staubgefäße enthalten, aber in verschiedenen Pflanzen Griffel und Staubgefäße in unterschiedlicher Länge, diese Blüten waren also **dimorph** oder bei dreifachem Unterschied trimorph. Auch die Pollen zeigten sich bei den beiden dimorphen Blütenformen unterschiedlich. Fremdbestäubung sollte begünstigt sein, da unterschiedlich gestaltete Blüten sich besser miteinander bestäubten. DARWIN verfolgte die Ergebnisse der legitimen Bestäubung, also der zwischen verschieden-gestalteten Blüten und der illegitimen, zwischen gleichartigen und fand, in langen Tabellen dargestellt und auch hinzugezogen die Ergebnisse anderer Forscher, den Samenansatz bei Bestäubung zwischen unterschiedlichen Blüten besser.

DARWIN untersuchte zuerst vor allem Arten der Gattung *Primula*. Darunter



Abbildung 86: DARWINs Pflanzen: *Primula elatior*.

waren Zierpflanzen wie *Primula auricula* und *sinensis*, aber auch freiwachsende *Primula*-Arten wie *Primula veris*.

DARWIN zog *Primula*-Pflanzen in seinem Garten, sammelte *Primula*-Blüten auch an Naturstandorten, ließ sich *Primula*-Blüten vom Botanischen Garten Kew schicken. Die Blüten von *Primula* sind Zwitter-Blüten, enthalten sowohl 1 Stempel sowie 5 Staubgefäße. Aber in einem Teil der Blüten ist der Stempel kurz und wird überragt von den 5 Staubgefäßen. In anderen Blüten ist der Stempel lang und sind die 5 Staubgefäße kurz, sind gedrängt am Blütenboden. Im letzteren kann der Blütenstaub nicht von selbst auf den Stempel, auf dessen Narbe, gelangen. Auch in etlichen anderen Merkmalen gab es bei den zwei Blütenformen Unterschiede, so in der unter dem Mikroskop gemessenen Größe der Pollenkörner und der Gestalt. DARWIN fand in zahlreichen Überprüfungen, daß an einundderselben *Primula*-Pflanzen alle Blüten entweder langgriffelig sind und dann kurze Staubgefäße aufweisen, und an anderen *Primula*-Pflanzen sind alle Blüten kurzgriffelig und die 5 Staubgefäße überragen sie. DARWIN hat von markierten *Primula*-Individuen aus Samen eine nächste Generation herangezogen und dabei gefunden, daß Langgriffeligkeit oder Kurzgriffeligkeit bei den Nachkommen derselben Pflanzen wiederkehren, also **vererbt** werden. Die Verschiedengriffeligkeit heißt heute **Heterostylie**.

Heterostylie erwies sich also nicht wie vorher vermutet als eine belanglose und wechselnde Variabilität. Die Bestäubung und damit Befruchtung zwischen verschiedengriffeligen Individuen, die "**heteromorphic union**" (S. 90) gab in ausgezählten Proben erhöhten Samenertrag, zeigte sie "more fertile" (S. 90). Bei anderen Blütenpflanzen ist die Trennung viel stärker, da auf manchen Individuen in



Abbildung 87: *Primula auricula kurzgriffli.*



Abbildung 88: *Primula langgriffelig.*



Abbildung 89: DARWINs Pflanzen: Blut-Weiderich/*Lythrum salicaria* L..

den Blüten nur Staubgefäße, also nur männliche Blütenteile auftreten, in anderen Pflanzenindividuen nur Stempel, sie also als rein weibliche Blüten bestehen. Solche vollständige Geschlechtertrennung, **Sexualdimorphie**, die **Diözie** der Pflanzen, so wie sie die meisten Tiere aufweisen, besteht unter den höheren Pflanzen bei Weiden/*Salix* und Pappeln/*Populus*, bei der Weißen Lichtnelke/*Melandrium album* und der Roten Lichtnelke/*Melandrium rubrum*, bei der durch rote Beeren gegenüber einer weißbeerigen verwandten Art ausgezeichneten Roten Zaunrübe/*Bryonia dioica*. Bei den *Primula*-Arten meinte DARWIN einen noch unvollendeten Schritt zur vollständigen Geschlechter-Trennung zu sehen. Es müßten nur in den einen Blüten die Staubgefäße und in den anderen der Stempel völlig wegfallen. Als Frage blieb, warum bei den Arten der Blütenpflanzen - und natürlich in der Organismenwelt überhaupt - Befruchtung zwischen verschiedenen Individuen vorteilhaft wäre, jedoch zwischen verschiedenen Arten selbst vieler nah verwandter Blütenpflanzen meistens Sterilität besteht. DARWIN überlegte (1862, S. 94), ob sich vielleicht verschiedene Arten an unterschiedliche Standorte angepaßt hatten und bei Hybriden diese Vorteile wegfielen und sie so ausschieden. Schon 1862 hatte DARWIN Verschiedengrifflichkeit auch bei manchen Formen von *Linum flavum* (S. 96) festgestellt, und, gelesen in der Linnean Society 1864. nach dem Größenverhältnis von Stempeln und Staubgefäßen 3 Blütenformen beim Blut-Weiderich/*Lythrum salicaria* (s. P. H. BARRETT 1977, S. 106 ff.) festgestellt.



Abbildung 90: DARWINs Pflanzen: *Lythrum salicaria* L..



Abbildung 91: *Lythrum salicaria*, Blüten nah.

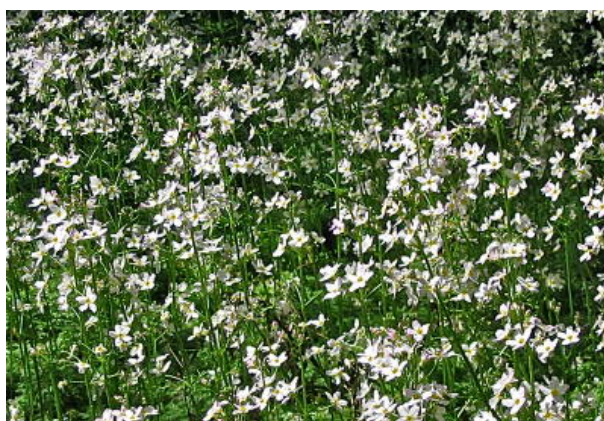


Abbildung 92: DARWINs Pflanzen: *Hottonia palustris* L..



Abbildung 93: DARWINs Pflanzen: *Vinca*.

Und ebenso gab es Dimorphie bei ***Hottonia palustris***/Wasserfeder, auch eine Art der Primulaceae.

Versuche mit künstlicher Bestäubung unternimmt er an der eingehend beschriebenen, durch ein radförmiges weißes Narbe an der Stempelspitze ausgezeichneten ***Vinca major***/Immergrün, und ergänzt durch eine ihm aus Kew zugesandte weitere *Vinca*, Art *rosea* (P. H. BARRETT 1977, S. 40/41).

Neben all Einrichtungen zur Förderung der Fremdbestäubung beobachtete auch DARWIN (P. H. BARRETT 1977, S. 77), beschrieben etwa 1863, und etwa gleichzeitig mit H. MOHL (K. GOEBEL 1904, S. 673) daß manche Blütenpflanzen im Laufe des Jahres 2 sich voneinander unterscheidende Blütenformen ausbilden, von denen die **eine** auf Fremdbestäubung, die andere auf **Selbstbefruchtung** ein-

gerichtet ist und mehr oder weniger geschlossen bleibt, als nach dem M. KUHN geprägten Ausdruck **Kleistogamie** zeigt. Das erschien für die Pflanze eher als Notbehelf, aber vermindert den Materialverbrauch der Pflanze und besaß so augenscheinlich auch einen Selektionsvorteil. Es fand sich bei *Viola*, *Campanula*, *Oxalis*.

DARWIN, der gewissenhafte, sorgfältige Beobachter machte noch auf manches im Pflanzenleben aufmerksam, so das **Abfallen der Blütenkronen** bei *Verbascum*-Arten, so bei *thapsiforme*, nach Erschütterung der Blütenprosse (zit. b. H. FITTING 1911, S. 221), wofür kein Vorteil für die Pflanze zu erkennen war.

Durch DARWINs veröffentlichte Untersuchungen wurden bald andere zu ähnlichen Untersuchungen angeregt. DARWIN selbst machte seine Untersuchungen der Linnean Society zugänglich. So wurde gelesen am 4. Februar 1864 eine Arbeit auch über Primelgewächse/*Primulaceae* von JOHN SCOTT vom Botanischen Garten Edinburgh. DARWIN hatte seine eigenen Forschungen unterdessen fortgeführt. Und ebenfalls 1864 wurde vorgestellt die von dem Arzt, Naturforscher und Ostafrika-Forscher JOHN KIRK am Sambesi gefundene Dimorphie bei *Monochoria vaginalis*, ein aus Asien stammendes Unkraut der Reisfelder, aus der Familie Wasserhyazinthengewächse/*Pontederiaceae* (Wikipedia 2014).

Die **Blütenökologie** brachten neben FRIEDRICH HILDEBRAND voran der Italiener FEDERICO DELPINO, der Lippstadter Lehrer HERMANN MÜLLER und PAUL KNUTH. Beobachtung und Spekulation dominierten noch lange und kam dann erst auch das Experiment, etwa über Farbenreaktionen (H. KUGLER 1955, 12). Die Untersuchungen konnten betreffen vor allem **die Blüten** mit Anlockungsmerkmalen, so mit ihren Farben und Farbabstufungen und Saftmalen, ihrer Gestalt, oder es konnte vor allem um **die Bestäuber** mit den Merkmalen gehen, welche der Pollenübertragung dienen mußten und die an bestimmten Körperteilen die Pollen davontagen.

Manche **Blüten** sind **angepaßt an** ganz **bestimmte Bestäuber** oder wenigstens eine bestimmte Bestäubergruppe, und spezifische Bestäuber sind an solche Blüten angepaßt, beide Seiten also in Co-Evolution entstanden. Zum **tiefsitzenden Nektar** mancher Blüten dringen nur bestimmte Nachtfalter mit ihren **langen Rüsseln** und auch die Farbe der Blüten ist, etwa weiß, den Bestäubern angepaßt. Solche Spezialisierung gibt es besonders stark bei einigen Blüten auf Madagaskar (R. DAWKINS 2016, S. 65), aber in Europa ist solches nicht unbekannt. Die in offensichtlicher Co-Evolution entstandenen Sonderanpassungen von zwei Seiten von Organismen her wären als geschaffen durch einen intelligenten Designer besonders schwer zu erklären, der also bis hinein in Kleinigkeiten hätte wirken müssen. Und er hätte auch von vornherein bei einer einstigen Schöpfung wissen müssen, in wel-



Abbildung 94: Zygomorph, dorsiventral, Saftmale: *Galeopsis speciosa*.



Abbildung 95: Hummel an *Lamium maculatum*.



Abbildung 96: Hummel auf *Cirsium oleraceum*.



Abbildung 97: Zitronenfalter auf *Dianthus*.



Abbildung 98: Zygaena an Anacamptis pyramidalis.

che geographischen Regionen sich beide aufhalten oder hätte auch ständig neu die Anpassungsprozessen zu regulieren.

Für ROBERT BROWN (in DARWIN 1860 in 1977, S. 33) wurden Orchideen-Blüten nicht von Insekten besucht, hätten Selbstbestäubung und die Insekten-gestalt der Blüten solle Insekten sogar fernhalten (S. 34). Aber DARWIN kam nach seinen diffizilen Beobachtungen zu dem Schluß, daß die aus Blüten entfernten Pol-lenmassen müßten durch Insekten fortgeschafft worden sein. DARWIN (in 1977, S. 33) untersuchte, ob an reifen Orchideenblüten die Pollen entnommen waren, also, im Unterschied zur Meinung von R. BROWN, wohl Insekten die Blüte be-sucht hatten. Bei einer *Gymnadenia conopsea* fand DARWIN (S. 33) , daß von 54 offenen Blüten an 52 die Pollen entnommen waren. In verschiedenen Orchi-deen.Blüten beobachtete er die Belegung der Narbenoberfläche, der Stigmen, mit Pollenmassen (S. 33). Er fand auch die damals *Orchis pyramidalis* genannte *Ana-camptis pyramidalis* besucht von *Zygaena*. Das ließ sich auch 2017 4. Juni 2017, durch ZIRNSTEIN bei Jena ebenso beobachten.

Eine besondere Anpassung weisen Orchideen auf, deren **Blüten aussehen wie Weibchen von bestimmten Insekten**, etwa Hymenopteren, und so männliche Bestäuber dieser Arten anlocken. Die Blüten von Orchideen der Gattung *Ophrys*/Ragwurz ähneln Insekten, je nach Art Spinnen, Fliegen, Bienen. Für sie kam die Deutung, daß durch das Aussehen Bestäuber angelockt würden, Männchen auf die Weib-chengestalt anfliegen, zumal der Blütenduft den angelockten Insekten entsprechen würde.

W. WICKLER (1970, S. 300) meinte: "Die Orchideen haben durch adaptive Aus-nutzung des Sozialverhaltens der Insekten eine "raffinierte" ökologische Nische erschlossen, ..." Unwidersproche blieb das nicht. Wenn Insekten nicht auf eine be-



Abbildung 99: *Ophrys apifera* HUDS./Bienen-Ragwurz.

stimmte Art von Blütenpflanzen ausgerichtet sind, ist der günstiger als die noch mehr vom Zufall bestimmte Windbestäubung, aber auch mit solchen bestäubenden Insekten erreichen viele Pollen nicht die Narben derselben Art. Aber wenn eine Pflanze Blüten für bestimmte spezialisierte Bestäuber ausbildet, ist das Verbleiben der Pollen innerhalb von Pflanzen der gleichen Art, mehr gesichert - und Arterhaltung ist wohl eine günstige Sache. R. DAWKINS (2008, S. 290) sah: "Sich ein spezialisiertes bestäubendes Tier heranzuzüchten hat vermutlich den gleichen Vorteil, den die Bestäubung durch Tiere im Vergleich zur Windbestäubung ganz allgemein mit sich bringt. Nur ist hier der Vorteil noch größer, denn das Ziel wird eingengt. Die Windbestäubung ist ein unglaublicher Luxus. Der Pollen regnet dabei auf die ganze Landschaft herab. Tiere, die sich als Hansdampf in allen Gassen bewegen, sind da schon besser, aber immer noch ziemlich verschwenderisch. Die Biene die eine Blüte besucht, fliegt anschließend vielleicht zur Blüte einer ganz anderen Pflanzenart, und dann ist der Pollen vertan. Ganz anders ..." bei den Blütenspezialisten. Aber: Viele Windbestäuber sind weit verbreitet, die insektennachahmenden Orchideen aber sind viel seltener, sind 'natur-geschützt', wobei sicherlich auch Bodenansprüche mitspielen. Wie relativ ist auch hier die Anpassung? Nur wer weit verbreitet ist, wer artgleiche Nachbarn hat, kann sich Windbestäubung leisten. Und viele blütenbestäubenden Insekten sind wohl teilspezialisiert, und es wird gesprochen etwa von 'Hummelblüten' wie bei Arten des Salbei/*Salvia* mit der Sitzeinladung an den Blüten, von den für uns stinkenden 'Fliegenblumen', von den farbigen 'Falterblumen', also bis zur hochspezialisierte *Ophrys* gibt es Stufen.

Wie berichtet wird: Eine Spinne, *Epicadus heterogaster*, ahmt die Blüte der Spin-

nenorchis nach und bekäme darauf fliegende getäuschte Insekten als Beute (R. DAWKINS 2016, S. 95).

DARWIN (in: P. H- BARRETT 1977, S. 142 ff.) war, veröffentlicht schon 1841, auch fasziniert von dem die Blüten-Insekten-Gestalt unterlaufendem Vorgang, daß Bestäuber, Hummeln, nicht durch die Kronblätter in die Blüten hineinkriechen, sondern an den Seiten oder am Untergrund **Löcher in die Blüten bohren** und so vielleicht bequemer **zum Nektar** gelangen. Die Anpassungen an das Leben sind also sehr unterschiedlich und wird also die Ko (Co)-Evolution Blüte - Bestäuber unterlaufen zugunsten des einen Partners.

Alternative Anpassungen an weitgehend gleichartige Bedingungen

Für denselben Zweck, für dieselbe Funktion kamen bei verschiedenen Taxa **unterschiedliche Anpassungen** (F. C. W. ARESCHOUG 1882, S. 524), **Alternativen**, zustande. Poikilotherme und Homoiotherme leben oft im gleichen Biotop (T. H. CLUTTON-BROCK 1979, S. 554) und sind unterschiedlich an die jeweiligen Faktoren angepaßt. Die **Luft-** und damit **Sauerstoff-Verteilung im Tierkörper** und damit den Gaswechsel überhaupt geschieht bei höheren Tieren über durchblutete dünnhäutige Ausstülpungen wie **Kiemen, Lungen**, ja bei Fröschen den Mundboden und manchen Fischen durch den Enddarm, geschieht bei niederen Tieren durch manche lungenähnlichen Gebilde ebenfalls Hautausstülpungen, und bei Insekten und Tausendfüßlern/Myriapoda, und nur bei diesen zwei Klassen, durch **Tracheen** (G. HELDMAIER 2004, S. 213). Bei fliegenden Insekten sind die Flugmuskeln besonders "dicht tracheolisiert" (S. 214). Große Käfer unterstützen den Gasaustausch noch durch Ventilation (S. 215). Zur **Verdauung von Zellulose**, was die Ernährung mit Holz möglich macht, beherbergen viele **Insekten** zur Zellulose-Verdauung befähigte Mikroben als **Symbionten** im Darm, während als Alternative etliche Ameisen, so *Atta*, und etliche Termiten **Pilzzucht** auf Blattmaterial betreiben und dann die für sie genießbaren gewachsenen Pilzknospen abweiden (S. 327 ff.). Bei den verschiedenen Pflanzen (s. a. K. GOEBEL 1898) und auch bei den verschiedenen Insekten gibt es unterschiedliche Mittel, um für sie **ungünstige Jahreszeiten zu überstehen**. Die Winterruhe von deutschen Schmetterlingen geschieht je nach Art in verschiedenem Stadium, also Ei, Puppe oder gar Imago. Manche Blütenpflanzen überstehen ungünstige Jahreszeiten etwa durch unterirdische Knospen, andere durch "physiologische" Kälteresistenz; andere wachsen schnell, leben kurz und überdauern nur als Samen. **In der gleichen Umwelt** konnten sich **unterschiedliche Lebensformen, jede auf ihre Weise, durchsetzen**, meisterten die Umwelt durch ihre Anpassungsleistungen.

In **Wüsten** und **auch Steppen** erscheinen manche Pflanzen nur in den wenigen Tagen nach Niederschlägen als nur kurzlebige Pflanzen mit ansonsten andauernder Samenruhe und lassen die Wüste rasch aufblühen, dagegen andere Pflanzen sind wasserspeichernde Sukkulenten, auch 'Flaschenbäume', oder sind mit viel Verdunstungsschutz versehene dürre Gestalten mit spezifischem Stoffwechsel und langsamer Substanzzunahme oder sind extreme Tiefwurzler (s. F. J. AYALA 2007, S. 8573).

Wie die wenigen Pflanzenarten in einer extremen Kieswüste sich in ihren Lebensvorgängen unterschiedlich verhalten, als mit unterschiedlichen physiologischen Anpassungen die Standortanforderungen meistern, erfuhr bei Messung der Transpiration und der Kohlen"säure"-Assimilation von August bis November 1929, RICHARD HARDER (1931), damals Stuttgart, mit PAUL FILZER und ALFRED LORENZ in Beni Unif am Südhang des Atlas-Gebirges resp. dem Nordrand der Sahara in Algerien. Die in der Dürrezeit blattlose Komposite *Zollikoferia arborescens* zeigte in der Untersuchungszeit keinen Stoffgewinn, blieb unterhalb des "Kompensationspunktes", jedoch durch mit "ihrer ans Wunderbare grenzenden Regenerationsfähigkeit" (S. 163) ersetzt sie in den günstigeren Perioden verlorengegangene Teile und assimiliert dann positiv, "wie auch anscheinend völlig abgestorbene Büsche durch den Regen zu neuem Leben erweckt werden." Die wie große grünlichgelbe Steinblöcke aussehende steinharte Polsterpflanze *Anabsis aretioides*, eine Chenopodiacee, assimilierte dagegen auch in der Dürrezeit mit Stoffgewinn, auch *Limoniastrum Feei* und die in der Dürrezeit blattlose und dennoch assimilierende *Thymelaea microphylla*, und noch höheren Stoffgewinn erzielte die zudem einen hohen Wasserstrom unterhaltende und in der Dürrezeit sogar blühende *Haloxylon articulatum*, ebenfalls eine Chenopodiacee. Wie R. HARDER (1932, S. 164) erkannte: "Nur unter Berücksichtigung aller Lebensäußerungen können wir zu einem abschließenden Urteil über die Konkurrenzfähigkeit einer Pflanze kommen, und dann zeigt sich meist, daß ein Minus in einer Hinsicht durch ein Plus in einer anderen aufgewogen wird."

Ausgleich in den Anpassungen

Eine Anpassung muß gesehen werden im Zusammenhang mit den anderen Anpassungsmerkmalen eines Lebewesens, denn es kann sein, daß **Kompromisse** nötig sind. Der Botaniker GOTTLIEB HABERLANDT beschrieb das 1877 (S. 42 ff.) für **Samen**. Ist ein Same mit vielen Reservestoffen ausgestattet, dann ist das ein Vorteil für seine Keimung und Entwicklung, aber wenn viele Samen erzeugt werden und diese ein geringes Gewicht haben, dann wird das die Ausbreitung einer Art begünstigen. **Ausreichend Reservestoffe** oder **Kleinheit bis zur**

Staub'größe' - das war hier die Frage, die für die verschiedenen Taxa und Arten unterschiedlich gelöst ist. Sicherlich gibt es auch Samen (ZIRNSTEIN), die wegen vieler Reservestoffe schwer sind und durch sie nutzende Tiere verbreitet werden, wie die 'Eicheln', die Früchte der Eiche, oder auch die 'Kastanien'-Früchte. Manche Pflanzenart, welche **tief im Schatten** gedeiht, am Boden des Regenwaldes, ist angepaßt bei der geringen dorthin gelangenden Lichtmenge **noch eine positive Photosynthesebilanz** aufzuweisen (H. LUNDEGARDH 1960, S. 205), aber wächst langsam. Kletterpflanze zu werden konnte hier die Lösung sein-

Schutzmittel vor dem Getötetwerden als Beute

Zur Beute kann jedes Lebewesen werden, am wenigstens das am Ende der Nahrungskette. Aber Leichtsinns von Menschen ließ auch Surfer oder Taucher zur Beute von Haien werden und junge Frauen beendeten ihr fröhliches Dasein im Maul von etwa australischen Krokodilen. Aber das sind zeitungssreife Einzelfälle.

Vielfältig sind die Schutzmittel von Tieren und Pflanzen, morphologisch oder chemisch. Stacheln gehören so dazu wie das Aufplustern mit seitlichen Schutzlappen bei der Eidechse *Chlamydosaurus kingii*. Der mit Silberglanz an Seite und Bauch beim Blick von unten versehene Fisch, der mit Flecken versehene, auf Steinuntergrund lebende Fisch oder der im Tang des Sargassomeeres schwer sichtbare Fetzenfisch (W. KAPELKIN 1907) lassen sich kaum anders denn als Schutzanpassung deuten - wie immer auch entstanden.

Umstrittenes Merkmal 'Farbe' - Farbe dient manchem

Farben oder auch deren Fehlen sind in der Pflanzen- und Tierwelt ein oft auffallendes, Arten identifizierendes und manchmal auch variables Merkmal. An Farben und Farbenmustern (u. a. A. R. WALLACE 1879, S. 206 u. a., ff.) wurde gern über Zweck und Nutzen nachgesonnen. WALLACE (s. 1891, S. 186) lobte sich als denjenigen, der viel über den Nutzen der Farben festgestellt hat und sie so als durch die Selektion entstanden ausgehen konnte: "I hope ... by showing how colour - one of the strongholds of the advocates of special creation - may be in almost all its modification, accounted für by the combined influence of sexual selection and the of protection." Gerade über den Zweck von Farben waren die Ansichten oft unterschiedlich, ob **Schutzfarben** zum Unsichtbarmachen in der Umgebung, ob **Warnfarben**, **Schreckfarben**, **Lockfarben** wie bei Blumen, Lockfarben für den Sexualpartner bei Tieren. Wenn bei großen Nachtfaltern die bunten Hinterflügel beim Ruhen durch die einfarbige Vorderflügel überdeckt werden und die Farben



Abbildung 100: Schutzfärbung Heuschrecke.

nur beim Fliegen sichtbar werden, dann war sicherlich manche Deutung möglich (s. A. R. WALLACE 1879, S. 207).

Mochten weiße Färbung im Polargebiet, gelbe oder bräunliche Färbung in der Wüste und grüne Färbung in Gras oder Blattwerk als "**Schutzfarben**" einleuchten, so fiel die Erklärung bei einigen auffälligen Färbungen schwer. Welchen Schutz gewährten die gelben Rückenflecken des Feuersalamanders oder gar der gelb- oder rotfleckige Unterseite der Unken/*Bombinator*? Zuerst A. R. WALLACE (s. 1878/1879) deutete diese Färbungen als **Warnfarben**. Hatte ein Räuber einmal Erfahrung mit einer widerlich schmeckenden Beute gemacht, so sollte die Warnfarbe sich ihm eingepägt haben und ihn vom weiteren Aufpicken solcher Beute abhalten. Hätte er die Beute gepackt und wieder ausgespuckt, so hätte das dem erbeuteten verschmähten Tier meist doch den Tod gebracht und es war sicher sinnvoll dem potentiellen Räuber möglichst von vornherein der Appetit zu nehmen. Der Nicaragua-Forscher BELT hatte festgestellt, daß ein dort lebender bunter Frosch vom Hausgeflügel nicht angerührt wurde. Unter den mitteleuropäischen Insekten wird als Warnfarbe gesehen, die Färbung der Feuerwanze/*Pyrrhocoris apterus* und die der Widderchen/*Zygaena*, am Tage fliegende 'Nachtfalter'. mit hoher Giftigkeit, durch Blausäure, der Raupe wie der Imago, also durch chemische Inhaltsstoffe geschützt, aber diese von außen nicht erkennbar.

Was ist mit der auffallenden Zeichnung auf der Vorderseite der Flügel des Tagpfauenauges/*Vanessa io*? Sind sie beim Auffliegen ein **Schrecksignal** gegen eventuelle



Abbildung 101: Grüne Wanze - Schutzfärbung.



Abbildung 102: Warnfarbe, Feuerwanzen.



Abbildung 103: Warnfarbe, Zygaena.

Angreifer?

Ebenso Aufsehen erregte die **Mimikry**, die Ähnlichkeit mit irgendwelchen toten Gegenständen oder mit anderen, meistens wehrhaften Organismen. Ähnlichkeit mit anderen lebenden Tieren, zumindestens große äußerliche Ähnlichkeit von zwei oder mehr Spezies aus verschiedenen Organismengruppen, wurde als Mimikry im engeren Sinne (F. DAHL 1913, S. 88 ff.) bezeichnet. Nachahmung unter Insekten, hatte DARWIN von verschiedenen Forschern erfahren, war in aller Welt weit verbreitet (in P.H. BARRETT 1977, S. 89). Hatte die eine Spezies Schutzeinrichtungen, sollte auch die andere, die sie nicht besaß, durch die Ähnlichkeit Räuber abhalten. Die Mimikry (mimetic analogy) im engeren Sinne, die fast täuschende Ähnlichkeit im äußeren Aussehen bei verschiedenen Arten von Schmetterlingen, fand BATES (1862), s. a. bei DARWIN (Die 1847 von E. DOUBLEDAY und vor allem von BATES beschriebenen Heliconidae mit ihren zahlreichen Lokalformen wurden von Schmetterlingen anderer Gruppen, von Arten der Gattungen Papilio, Pieris, Euterpe u. a., "nachgeahmt", auch farblich, sowie auch die Heliconidae untereinander ähnlich sind. Das häufige, ja in Schwärmen stattfindende Auftreten von gewissen Schmetterlingen im Amazonasgebiet führte BATES auf die Abgabe von unangenehmen Duft zurück. Die Ähnlichkeit anderer, harmloser Formen hat 1879 FRITZ MÜLLER (s. A. R. WALLACE 1891) gedeutet als Einrichtung, daß die einmal wegen Ungenießbarkeit von bestimmten Schmetterlinge vom Ekel gepackten Räuber den nicht ekeligen Nachahmern vorgewarnt nicht nachstellen. Eingehende Untersuchungen zur Mimikry wurden durchgeführt unter E. B. POULTON, dem Hope-Professor an der Universität Oxford. Natürlich war Feldstudium tierischen Verhaltens erforderlich (A. F. SHULL 1937).



Abbildung 104: Dunkle Flügelunterseite Vanessa io.



Abbildung 105: Schreckendes? Auffliegen.

Nachahmung toter Gegenstände wurde auch als Mimikry, solche im weiteren Sinne (F. DAHL 1913, S. 88 ff.), oder als **Mimese** bezeichnet. Sie wirkte wie Schutzfärbung, selbstverständlich in einer Umgebung, wo die nachgeahmten Dinge auch vorkommen, wo etwa auf nachgeahmter Baumrinde gelebt wird. So gibt es wie Vogeldung aussehende tropische Käfer (A. R. WALLACE 1870) oder ebenso gestaltete kleine Spinnen (F. DAHL 1913, S.87/88), die wie kleine Ästchen sich reckenden Raupen der Schmetterlinge aus der Familie der Spanner/Geometridae, All dieses Aussehen verbirgt. Besonders eindrucksvoll erschienen der im Ruhezustand völlig **blattähnliche** Schmetterling *Kallima* in Indien. B. RENSCH (1979, S. 1609 beobachtete den schon länger bekannten Schmetterling in den Siwalikbergen im Nordwesten Indiens 1953: "Der lebhaft gelb und blau gefärbte Schmetterling fliegt einige Meter vor mir her, ist dann aber ganz plötzlich nicht mehr zu sehen. Er muß sich an einem der Bäume unmittelbar vor mir niedergelassen haben. Mehrere Minuten lang suche ich in dem dichten Gewirr alle Stämme und Äste ringsum ab. Erst bei ganz intensiver Musterung wird mir unerwartet klar, daß ein herabgewehtes welkes Blatt, das kaum einen Meter über mir mit dem Stiel an der Baumrinde hängen geblieben ist und auf das ich schon mehrfach geblickt habe, wohl doch kein Blatt ist, sondern der gesuchte Falter. Mit zusammengeklappten Flügeln ist die Blattähnlichkeit verblüffend: elliptische Form mit Blattspitze, Welkblatffärbung, Mittelrippe und Seitenrippen deutlich erkennbar, Blattstiel von normaler Länge ... Das Tier sitzt mit dem Kopf nach unten." Der Schmetterling landet zwar mit dem Kopf nach oben, dreht sich dann aber "sofort um 180 Grad ..." , um so die Blattähnlichkeit am Ruheort herzustellen. Zum Morphologischen trat eine Verhaltensanpassung. RENSCH schlußfolgert, auch für die verwandte *Doleschallia*: "Nur eine lange stammesgeschichtliche Entwicklung kann die unübertrefflich Schutzgestalt und das Wählen eines geeigneten Ruheplatzes schrittweise durch Mutation, Genkombination und natürliche Auslese hervorgebracht haben." Man (ZIRNSTEIN) kann natürlich fragen: Warum ist diese Gattung *Kallima* im Vergleich zu anderen Arten so ausgezeichnet geschützt, war sie einmal besonders bedroht, spielen Mutationszufälle hinein? Beantworten läßt sich das vielleicht kaum.

Wie bei Pflanzen viele Blütenmerkmale offenkundig im Dienste der Insektenanlockung stehen, so dienten manche Merkmale und namentlich auch Farben bei Tieren der **Geschlechterfindung**, waren **Signalfarben**. A. R. WALLACE (1878/1879) nannte den "Spiegel" der Hasen, die Streifen des Zebras. Kolibris könnten sich nach WALLACE bunte Farbe leisten, da sie infolge ihres raschen Fluges kaum Beute von Räubern würden. Im 20. Jh. hat das K. LORENZ ausgebaut. LORENZ (1965) sah auch Farben etwa der Korallenfische als 'Auslöser' zur Revierverteidigung in intraspezifischer Aggression. Was als Luxurieren begann, mochte in der weiteren Evolution eine Bedeutung bekommen.

Warnfarben, Mimikry, Mimese bei Pflanzen blieben eine **umstrittene Sache**.

Anpassungen in bestimmten Stadien im Leben eines Organismus und an bestimmte Saisonbedingungen

Manche Merkmale sind wichtig für nur bestimmte Stadien im Leben einer Art. Mannigfaltig sind die Anpassungen der **Tiere** an die **Sicherung** ihres **Nachwuchses**. Während die einen ihre Weiterexistenz durch gewaltige **Massen von Eiern** sichern, so der Hering, betreiben andere, unter den Fischen der Stichling, **Brutpflege** und benötigen weniger Nachwuchs. Auf die Mannigfaltigkeit der Jungenaufzucht wurde stets aufmerksam gemacht und unter anderem 'Brehms Tierleben' lebt davon: Auf die vielfältigen Nester und die Brutpflege der Vögel, auf den Schutz der Embryonen bei Säugetieren, oder in Anpassung an ungünstige Bedingungen auch beim Amphibium Alpen-Salamander/*Salamandra atra* im Mutterleib. Die Arten der Gattung Kreuzschnabel/**Loxia** fressen mit Hilfe ihres speziellen Schnabels die Samen der im Winter reifen Fichten- und Kiefern-Zapfen und in dieser Zeit ziehen sie sogar den Nachwuchs auf (K. GUENTHER 1905, S. 86), auch solche Anpassung an eine ziemlich konkurrenzfreie **Nahrungsspezialität** wurde möglich. Eine besondere Anpassung zahlreicher Vögel in kalten und gemäßigten Breiten ist der Wegzug im Winter nach wärmeren Regionen, von Mitteleuropa etwa nach Afrika, ist der in vielem Erstaunen erregende **Vogelzug**. Dem vom Kunstmaler auch zum Ornithologen gewordenen HEINRICH GÄTKE (s. K. GUENTHER 1905, 95) auf Helgoland, dort gestorben 1897, fiel auf, das die ziemlich kleinen Blaukehlchen/*Luscinia svecica* in Europa Erdbewohner sind, hier kaum fliegen und dennoch den gewaltigen Flug nach Afrika leisten, dessen Geschwindigkeit GÄTKE allerdings übertrieben sah. Warum kommen Vögel wie der Mauersegler für 3 Sommermonate überhaupt nach Mitteleuropa? Die hier längeren Tage erlauben ein längeres Fliegen in der Luft und so kann für die hier großgezogene Brut auch genügend Nahrung aus der Luft geholt werden.

Anpassung ans Überleben weisen auch **ins Freie abgelegte Eier** auf. Das gilt für den Froschlaich (K. GUENTHER 1905, S. 132): die ihn umhüllende Gallerte schützt vor dem Eintrocknen, vor Quetschung, in ihrer Glitschigkeit vor dem Gefressenwerden, bringt die Lichtstrahlen und damit die Wärme in günstiger Weise an die Eier, lockt grüne Algen und deren Gasblasen lassen die Eier aufsteigen. Abgeleitet wurde: "dass alle Stadien der Tiere der Naturzüchtung unterliegen" (K. GUENTHER 1905, S. 133).

Für die **Pflanzen** hob GOTTLIEB HABERLANDT hervor, daß wohl "niemals" "die Pflanze so vielen Gefahren ausgesetzt" ist, als zur Zeit der Keimung..." (1877,

S. 1). Wo die **Keimpflanze** nicht die ihr nötigen Bedingungen vorfindet, dort kann auch die entwickelte Pflanze nicht vorkommen und das ist bei der Beurteilung der Vorkommens einer Art zu beachten (G. HABERLANDT 1877, S. 65).

Dem einst führenden Wiener Botaniker RICHARD VON WETTSTEIN (O. PORSCH 1931) wurde bewußt (1898, S. 35), daß zu "denjenigen Factoren, welche den grössten Einfluss auf den gesamten morphologischen Aufbau der Pflanzen in Gebieten mit sogenanntem gemässigten Klima ausüben, ... die durch extreme klimatische Verhältnisse", also die zur **Unterbrechung der Vegetation** im Winter führenden **Anpassungsmerkmale** gehören. Die dafür getroffenen Anpassungen, so **Laubfall und Reservestoffspeicherung**, verdienen daher große Beachtung. Er fand auch, daß die zarten Laubblatt- und Blüten-Knospen der aus dem Boden emporwachsenden Pflanzen, also auch der im Frühjahr aus Geophyten überlebenden Pflanzen wie Krokus, "Schutzmittel" gegen Beschädigung beim Durchstoßen der darüberlagernden Erde nötig haben, also der Druck des Boden ein Anpassungen erzwingender Faktor ist. R. von WETTSTEIN sammelte etwa 12 Jahre lang Daten über die "Schutzmittel" der Blüten 'geophiler' Pflanzen im Stadium des Emporwachsens und hat 1898 über die verschiedenen Typen des Blütenproß-Schutzes publiziert.

Erzeugung neuer Anpassungen im individuellen Leben eines Organismus, im entwicklungsphysiologischen Experiment

Manche zweckmäßigen Merkmale treten im Individualleben eines Organismus je nach den Außenbedingungen auf, erscheinen erst als als zweckmäßige **Reaktion** auf Umweltfaktoren. Das zweckmäßige ererbte Merkmal ist dann die Anpassungsfähigkeit, die nicht neu erzeugt wird, sondern angelegt ist und nicht alles zuläßt..

In höheren Hochgebirgslagen weisen eigentlich alle Blütenpflanzen niederen, gedrunenen Wuchs auf. Werden solche Pflanzen im Tiefland kultiviert, wuchsen manche höher. Der gedrungene Wuchs war also nur eine Reaktion innerhalb einer Reaktionsnorm, wie man das bald nannte. Andere Hochgebirgspflanzen erwiesen sich als erblich gedrunen, also auch unter Tieflandsbedingungen so ausgebildet (C. SCHROETER 1908). Entwicklungsphysiologen unter den Botanikern wie HERMANN VÖCHTING, KARL GOEBEL, GEORG KLEBS konnten unter andersartigen als den gewöhnlichen Umweltfaktoren teilweise erstaunliche Abänderungen erzielen. Die gewöhnlich auftretende und deshalb als "**normal**" **betrachtete Ausbildung** der Merkmale erschien **nur als eine der innewohnenden Potenzen**. War die Potenz zu den Abänderungen von vornherein in einen Organi-

mus vorhanden, waren die dabei betroffenen Merkmale nicht "neu", sondern nur verborgen gewesen. Der Botaniker HEINRICH SCHENCK (M. MÖBIUS 1927) beschrieb 1884, daß unter Wasser geratenes Wiesenschaumkraut/*Cardamine pratensis*, das normalerweise nur mit der Wurzel im Feuchten steht, seine Gewebe in der Sproßachse so umbildet, daß die mechanischen Elemente reduziert werden und das Luftgewebe (Aërenchym) zunimmt. STAHL (1883) verfolgte, wie je nach der Beleuchtung am Standort die Bäume Licht - oder Schattenblätter ausbilden. GOEBEL fand (1898) andererseits, daß Licht bei Pflanzenorganen auch dann Abflachung und Oberflächenvergrößerung induziert, wo dafür kein Nutzen einzusehen ist, also eine induzierte Abänderung im Individualleben nicht unbedingt eine Anpassung ist.

Zu den einst in ihrer Erklärung besonders problematischen Eigenschaften gehörten auch physiologische **Reaktionen**, die **nur** unter bestimmten Reizen, unter **bestimmten Bedingungen** auftreten, als etwa die **Immunreaktionen**. Sie erscheinen, wenn ein spezifischer Einfluß den Organismus trifft, also vielleicht bestimmte Krankheitserreger oder Giftstoffe, und somit: "Jeder Organismus verfügt über eine große Anzahl von Schutzeinrichtungen, die beim normalen Lebensverlauf gar nicht in Kraft treten, sich aber bei den verschiedensten Gefahren oder schädlichen Einwirkungen äußern" (L. PLATE 1909, S. 36). Das gilt auch für **Regenerationen**. Ein Wassersalamander kann nach Herausnahme seiner Augenlinse eine neue bilden oder regeneriert verlorene Gliedmaßen. Etwa PLATE (1909, S. 36/37) verwirft vitalistische Deutungen, die ohnehin ganz unbestimmt sind, und sieht in diesen Regenerationen: "... in allen diesen Fällen liegen ererbte Schutzeinrichtungen vor, welche nur deshalb als neue Reaktionen erscheinen, weil sie nicht unbedingt im Leben jedes Individuums zur Anwendung kommen, und daher nur selten sich äußern. Es sind gleichsam Reservekräfte, welche der Organismus für die Zeiten der Not erblich übernommen hat, von denen er aber nicht immer Gebrauch macht." Diese 'Reservekräfte', wie PLATE sie eben 1909 nannte, 'kommen' "allen Individuen einer Art ausnahmslos" zu. Jedoch ein seine Gliedmaßen oder seine Augenlinse nicht verlierender Salamander oder eine Eidechse, die ihren Schwanz nicht in irgendeiner Gefahr abstößt, werden ohne Regenerationen durch ihr Leben kommen. Diese nur in bestimmten Fällen auftretenden Anpassungen beruhen wohl auf Vorgängen, welche immer einmal auftraten und somit solche Reaktionen wie Regeneration von Strukturen positiv ausgelesen wurden. Es sind hier aber jedoch andere Reaktionen entstanden als die Pupillenanpassung an die Licht-Verhältnisse. Es gibt **genug außergewöhnliche Bedingungen**, welche **kein Organismus überlebt**, etwa hohen Säuregrad, und, nach PLATEs (1909, S. 37) Erfahrung: "Jeder, der nur etwas mit Tieren experimentiert und sie aus ihren normalen Verhältnissen herausbringt, erfährt immer wieder diese hohe Sterblichkeit der Versuchstiere ..." Wenn bei abnormen Bedingungen nicht alle Individuen

umkommen und etliche überleben, so weist das auf Variabilität auch bei diesen auf nicht unbedingt eintretenden Fälle stattfindenden Reaktionen. Diese Reaktionen wie Regeneration oder Antworten auf Gifte gehören auch zu den Problemen im Zusammenhang mit 'Vererbung erworbener Eigenschaften'.

Aus der **Pflanzenwelt** berichtet GOEBEL (1924, S. 91 ff.) in Anlehnung an Versuche anderer über Versuche mit *Galeopsis bifida*/Kleinblütiger Hohlzahn. Pflanzen dieser Art wuchsen in einem Blumentopf wie üblich senkrecht nach oben. Nach einiger Zeit wurde der Blumentopf in die Waagerechte gekippt. Die Pflanze lag horizontal. Nun wurde beobachtet, wie ausgehend vom äußersten Internodium, also dem äußersten Gelenk an der Sproßachse, nach unten fortschreitend nach und nach eine Aufrichtung geschah, bei nicht zu alten Exemplaren nicht allein in den Gelenken. In der Natur würden Pflanzen von *Galeopsis* kaum in horizontale Lage geworfen. Diese Fähigkeit der Wiederaufrichtung wäre also nur eine sekundäre Erscheinung der ohnehin vorhandenen Gelenke, nicht die Gelenke durch Zuchtwahl als Anpassung herangezüchtet worden.

Kritik an der Annahme mancher Anpassungen

An der Deutung zahlreicher Merkmale als Anpassung und namentlich der Mimikry gab es bald auch **Kritik**. Dabei wurde nicht die Entstehung dieser Merkmale als Ergebnis von Evolution in Frage gestellt, sondern nur der Weg zu ihrer Herausbildung.

Die **Schutzwirkung mimetischer Merkmale bezweifelte** EIMER (1897, S. 274), ehemals Schüler von WEISMANN und dann einer seiner schärfsten Kritiker. Niemals hätte EIMER beobachten können, wie Vögel einen Schmetterling verfolgen, auch nicht auf Schwarzwaldausflügen zusammen mit WEISMANN. Und er schrieb leicht spottend: "Und auf den Streifzügen, welche wir beide zusammen auf den Schwarzwaldbergen zu Seiten des Dreisamthals in glühender Sonnenhitze nach Schmetterlingen gemacht haben - wo so mancher Steinkrug des trefflichen Markgräflerweins für uns den Lohn des Tages bildete - wann und wo haben wir jemals einen Vogel bei der Verfolgung eines Schmetterlings gesehen?" Verfolgten Vögel keinen Schmetterling, dann mußten auch deren Färbungen nicht Schutzanpassung sein. EIMER hielt (1897) die große Blattähnlichkeit des indischen Schmetterlings Kallima für zufällig, denn es gäbe noch manche Schmetterlinge, die einem Blatt mehr oder weniger, aber eben nur teilweise ähnelten..

M. C. PIEPER meinte 1901 (1902), daß vieles, was dem Menschen ähnlich erscheint, nicht allen Lebewesen so erscheinen muß. Es gäbe in der Natur auch Ähnlichkeiten ohne erkennbaren Nutzen. So wurde berichtet, daß 1885 CARL BO-



Abbildung 106: Teil-Konvergenz: Hummelähnliche Diptere Bombylius.

VALLIUS einen kleinen Amphipoden beschrieb, der eine Meduse nachahmte, aber es war nicht einzusehen, was das dem Amphipoden für Nutzen bringen könnte (F. PLATEAU 1894). Ameisenähnliche Spinnen leben gar nicht in der Nähe von Ameisenhaufen. Die zwei ähnlichen Schmetterlinge *Moma Orion* und *Dichonia oprilinia* fliegen nicht zur gleichen Zeit und somit ist ihrer Ähnlichkeit kein Zweck zu entnehmen (F. PLATEAU 1894). HANDLIRSCH gab 1907 (S. 1343) zu bedenken, daß es unter Insekten eine "Tendenz" gäbe "zur Bildung wespenähnlicher Zeichnungen", und "hummelähnlicher" Behaarungen, diese weitergedacht also ohne besondere Nötigung auftreten könnten. HANDLIRSCH nennt 2 "ganz gleich auf Exkrementen lebender Arten der Dipteren-Gattung *Mesembrina*, von denen nur die eine hummelähnlich ist, die andere gar nicht, also die Hummel-Ähnlichkeit als Anpassung zweifelhaft wäre. Trotz gößter empfohlener "Vorsicht" solle man aber "nicht sofort die Existenz von Mimicry überhaupt in Abrede stellen."

Gegen die Deutung vieler Anpassungen namentlich bei Insekten legte im 20. Jh. HEIKERTINGER experimentelle Erfahrungen vor (s. dort).

Die grundlegenden Merkmale der Lebewesen als mögliches Ergebnis von Selektion - AUGUST WEISMANN über Lebensdauer, Tod, Sexualität, Regeneration

AUGUST WEISMANN (1883 b) legte als erster umfassend und in eigenen Arbeiten dar, wie auch **grundsätzliche Merkmale der meisten Lebewesen** und vor allem die der Vielzeller als Anpassungen entstanden, **durch** Variabilität und unter der Wirkung der **Selektion**. Das galt ihm für die durchschnittliche **Le-**

bensdauer der Individuen der Arten, also für den **Tod**, für die **Sexualität**, also die von WEISMANN Amphimixis genannte Befruchtung, für die Fähigkeit vieler Organismen zur **Regeneration** verlorengegangener Strukturen, Diese so weit verbreiteten Eigenschaften sind **keine Primärmerkmale alles Lebens wie** wie es **der** auch der einfachsten Lebensmaterie zukommenden **Stoffwechsel** ist. Ohne Stoffwechsel besteht kein Leben. Ohne Sexualität geht es schon, durch andere Formen der Vermehrung. Bei den von WEISMANN als Ergebnis der Variabilität und Selektion zustande gekommenen Eigenschaften handelt es sich nicht um solche im Vergleich fast lächerlich wirkenden Einzelmerkmale wie die dunkle Mittelblüte der Möhrendolde, sondern um so gut wie alle Lebewesen betreffende Eigenschaften, deren Entstehung auf frühe Stufen des Lebens zu legen sind.

Einzeller teilen sich. Es gibt keine Leiche. Sie galten WEISMANN als **potentiell unsterblich**. Umweltkatastrophen oder Gefressenwerden konnte sie natürlich verschwinden lassen. Der Tod im engeren Sinne aber kam mit der Vielzelligkeit, ist auf diese beschränkt. Und die Geschlechtszellen auch der Vielzeller blieben bei rechtzeitiger Verschmelzung mit anderen Geschlechtszellen potentiell auch am Leben. In einer Vielzellerleiche zurückgebliebene Geschlechtszellen sterben wie unter ganz lebensfeindliche Bedingungen gekommene Einzeller, aber eben nicht potentiell. Zur **Lebensdauer** der vielzelligen Tiere ermittelte WEISMANN, daß die Individuen einer Spezies im allgemeinen so lange leben, daß sie eine ausreichende Zahl von Nachkommen hinterlassen und somit den Fortbestand einer Art sichern. Eine Art, der die Fähigkeit der Reproduktion abgeht, verschwindet, aber die Individuen müssen nur solange leben bis der Nachwuchs vorhanden ist. Bei Arten mit langer Brutpflege müssen die Individuen länger leben als bei Arten ohne Brutaufzucht. Längeres Leben der Individuen als für die Jungenaufzucht nötig ist brächte dem Bestand einer Spezies keinen Nutzen, ja würde das Aufkommen vielleicht besserer Varianten behindern. Individuen, die sich nicht um ihre Nachkommen kümmern und die also ohne Brutpflege aufwachsen müssen, können auch sofort nach der Eiablage sterben. Ja das Männchen kann, wie bei der Gottesanbeterin nach der Beobachtung von FABRE, nach der Begattung vom Weibchen verspeist werden, das dadurch noch einmal eine kräftige Proteinzufuhr erhält. Und bei den kurzlebigen Imagines der Insekten: welche Fülle an Anpassungen um etwa den Sexualakt und die Eiablage zu ermöglichen, bei den Eintagsfliegen und den auch nur bestenfalls einige Monate jagenden Libellen.

WEISMANNs Nachfolger FRANZ DOFLEIN hob 1919 in seiner Antrittsvorlesung an der Universität Freiburg hervor, daß WEISMANN zwar erklärte, wie der Tod infolge der Evolution möglich und notwendig wurde. Offen blieb aber das mehr physiologische Problem, welche "Naturgesetze erlaubten es denn den Körperzellen, ihre Unsterblichkeit zu verlieren", die sie einmal besessen haben sollten. Als zum Tod

von Zellen führende Vorgänge wurden diskutiert der durch Stoffwechselschwierigkeiten auftretende "Stoffwechseltod", der "Fortpflanzungstod" im Zusammenhang mit Zeugung und Vermehrung, der "Alterstod" infolge mit dem Lebensalter zunehmenden Disharmonien. Für Vielzeller wurde von einem altersbedingten "Versagen der Gesamtorganisation" gesprochen. Im 20. Jh. wurde festgestellt, daß weniger die Summierung von Schäden durch Außeneinwirkung als vielmehr durch erblich angelegte Vorgänge das Leben der Individuen begrenzt wird.

F. HILDEBRAND, der unscheinbarere Kollege von der Botanik zur Zeit von WEISMANNs Wirken in Freiburg i. Br., suchte **für die Pflanzen** (1882) nachzuweisen, daß auch ihre **Lebensdauer so** bemessen ist, daß sie **den Lebensumständen entspricht**. So gibt es in Extremgebieten, in denen nur während einer kurzen Zeit im Jahre weder Frost noch ausdörrende Hitze die Gewächse vernichten können, zahlreiche einjährige, rasch ihren Vermehrungszyklus abschließende Pflanzenarten, 'Annuelle'. In kurzer Zeit reifen bei ihnen zahlreichen Samen reifen, die den Unbilden der übrigen Jahreszeiten widerstehen, also auf Kosten der Individuen die Art auch in ungünstigem Klima erhalten lassen. Wie auch HILDEBRAND schrieb (1882, S. 85): "das Individuum wird in seiner Lebensdauer unbarmherzig dem Bestande der Art geopfert." Bei anderen Arten überdauert das Individuum ungünstige Zeiten durch Schutzmaßnahmen, so viele Bäume durch Laubfall. Stauden in schneereichen Gebieten besitzen, wie HILDEBRAND schildert, reichlich unterirdische Reservestoffe. Sie können bei günstiger Jahreszeit dadurch rasch ihre Schößlinge treiben und die ebenfalls begrenzte Vegetationsperiode ausnutzen. Von kurzer Lebensdauer kann allerdings hier nur in bezug auf die Sproßachsen gesprochen werden, da das unterirdische Rhizom ausdauert, also immerhin das Individuum in einigen seiner Teile. Die Evolution bringt also zu demselben Zwecke unterschiedliche Anpassungen zustande.

Verschmelzung von Zellen und dabei oft Anfang einer Neuentstehung von Individuen, in WEISMANNs verallgemeinernder Terminologie **Amphimixis**, **Sexualität**, gibt es auf einfachen Stufen des Lebens und für die Fortpflanzung maßgebend bei den höheren. Bei einfachen Einzellern verschmelzen gleichartig aussehende Zellen, als + und - bezeichnet, bei anderen und höheren Lebewesen, verschmelzen ungleichartige, als weiblich und männlich, Ei- und Samenzelle, Ei oder Spermien bezeichnete Zellen. Die aus der Verschmelzung entstandene Zelle wird Zygote genannt. In zahlreichen Untersuchungen und vermehrt in der hohen Zeit der deskriptiven Zellforschung in den letzten Jahrzehnten des 19. Jh. und danach wurden diese Dinge eingehend verfolgt. Was stand hinter dem allen (s. C. v. JANICKI 1906)? Welche Vorteile mochte die Amphimixis und das unter den Individuen nur einer Art das für die Lebewesen haben?. Die Anhänger der '**Verjüngungstheorie**' sahen in der Befruchtung einen "belebenden Vorgang" (C. v. JANICKI 1906, S. 771/772), einen

Ausgleich für in den Individuen spekulativ angenommene 'ermüdende Kräfte'. Bedeutende Autoren, auch DARWIN, dachten an Ausgleich gegenüber den fluktuierenden Variationen der Individuen und an die so zustandekommende **Erhaltung der** in der Auslese **als vorteilhaft**, als siegreich **zustandegewonnenen Arten** in ihren Merkmalen. Bastarde zwischen den Arten waren in der Tat nicht allgemein. Abweichungen würden bei sexueller Vermehrung innerhalb einer Art erst einmal ausgeglichen. "Abgeschlossene Arten kommen nur durch Amphimixis zustande" (K. GUENTHER 1905, S. 249). WEISMANN sah in der Amphimixis die für erhöhte Anpassung erforderliche **Neukombination von Erbanlagen** und somit dem Auftreten **neuer Variationen**. Variabilität wäre meistens **nützlich**, schütze vor Aussterben bei noch ertragbaren Umweltänderungen. Wie weit sollten Artgrenzen überschritten sein? Fand man bei niederen Organismen oft nur Austausch von Kernmaterial, so war auch hier, wie etwa RICHARD HERTWIG 1903 betonte, Austausch von Erbanlagen gegeben. Die "geschlechtliche Differenzierung" zwischen den Individuen einer Art war dann nur eine höhere Stufe zur Gewährleistung des Erbfaktoren-Austausches. Verschmelzen können nur Zellen. Vielzellige Lebewesen konnten auch nur einzelne Zellen verschmelzen lassen. Sollte der vielzellige Organismus bleiben, mußte die aus der Verschmelzung entstandene Zygote zu einer Keimesentwicklung, einer Ontogenese, kommen und so den vielzelligen Ausgangsorganismus wiedererzeugen (s. a. C. v. JANICKI 1906). Zellverschmelzung gibt es auch im Embryosack der Blütenpflanzen und hieraus entsteht das Nährmaterial des Embryo. R. HERTWIG sah in der Zellenverschmelzung andererseits auch eine Regulation der Kern-Plasma-Regulation. Befruchtung durch Spermien mochte zwei Funktionen haben, den des Erbfaktoren-Austausches und den der Entwicklungsanregung.

Auch **Amphimixis** war nach WEISMANN **keine Primäreigenschaft des Lebens** wie der Stoffwechsel. Manche kleinen **Tiere** mit Jungernzeugung, mit **Parthenogenesis** über etliche Generationen, vermehren sich in dieser Zeit prächtig, Kleinkrebse oder die Blattläuse und auch die dem Weinbau so schädliche Reblaus. Nach einigen Generationen werden aber doch auch Männchen gebildet, vor allem vor der lebensfeindlichen Jahreszeit und es folgt Amphimixis. KORSCHOLT fand bei dem in Freiburg in Seewaseraquarien gefundenen Anneliden *Ctenodrilus monostylos*, daß er sich 6 Jahrzehnte lang, **nur** durch **Teilung** fortgepflanzt hatte, in der Zeit war KORSCHOLT vom Studenten in Freiburg mit den Würmern längst 1892 als Professor nach Marburg gewechselt (zit. in J. HARMS 1948). Viele sich vegetativ vermehrende oder wenigstens fakultativ apogame **Blütenpflanzen** gedeihen ebenfalls durchaus ausgezeichnet und das zeigt die Unabhängigkeit der Fortpflanzung von der Sexualität. Amphimixis war vorteilhaft, hat sich deshalb weithin durchgesetzt, aber mußte nicht sein, wenigstens für längere Perioden in der Existenz einer Art nicht. Aufbauend auf Untersuchungen des dänischen Bo-

tanikers C. H. OSTENFELD (1904) wies RAUNKIAER nach, daß ein Teil der Löwenzahn/*Taraxacum*-Formen in Dänemark apogam sind, das heißt sich Früchte aus unbefruchteten Samenanlagen entwickeln, was Kleinarten beständig sein läßt. Ebenso ist es bei den Gattungen *Alchemilla*/Frauenmantel und *Hieracium*/Habichtskraut. Es war anzunehmen, daß die Apogamie dieser ja schöne Blüten aufweisenden Formen sekundär war, sie von sexuell sich vermehrenden Formen abstammten.

A-sexuelle Fortpflanzung beruht auf unterschiedlichen Vorgängen: Eine unbefruchtete Eizelle bildet einen Embryo, was **Parthenogenesis** genannt wird. Diese läßt sich bei zahlreichen Lebewesen künstlich auslösen, eine von manchen Forschern um 1900 eifrig betriebene Angelegenheit. **Eine Körperzelle**, bei Polypen oder manchen Pflanzen, *Bryophyllum* etwa, bildet aber ebenfalls einen Embryo. Die Erdbeeren/*Fragaria* und manche anderen Pflanzen bilden **Ausläufer**, die eine Fortsetzung der Mutterpflanze sind und sich oft nicht von der Mutterpflanze lösen, aber öfters doch.

Die bei manchen Lebewesen verbreitete, jedoch nicht so weit wie die Amphimixis auftretende **Regeneration** wurde zur Feststellung ihres Entstehens aus den Lebensnotwendigkeiten der Arten experimentell von WEISMANN untersucht. Pflanzen sind zu viel Regeneration befähigt. Unter Tieren ist Regeneration von größeren Strukturen und nicht nur von Hautverletzungen auf gewisse Formen beschränkt. Wassermolche regenerieren bei Verlust Gliedmaßen und Augen. Da sind Strukturen, sind Körperteile, welche besonders oft durch Freßfeinde verlorengehen. Im Experiment wurden innere Organe entfernt. Bei denen gab es keine Regeneration. Bei Eidechsen wird der am ehesten abgebissene Schwanz, aber eben nur der und auch nur teilweise regeneriert. Es wurde abgeleitet, "dass die Regenerationsfähigkeit durch Naturzüchtung entstanden ist, da wo sie notwendig, wo eine Tierart immerfort Verstümmelungen ausgesetzt war" (K. GUENTHER 1905, S. 129). Die Fähigkeit der Regeneration richtet sich also nach der Häufigkeit von Verletzungen an bestimmten Stellen und "gar nicht wurde sie dort einegrichtet, wo sie nichts nützen konnte" (S. 130). Es mußte also angenommen werden, daß die Wassermolche ausgestorben wären, wenn nicht ausreichend Individuen die am meisten verlorengehenden Teile hätten regenerieren können?

Physiologische Anpassungen - Pflanzen

Wichtige Anpassungen sind nicht sichtbare, nicht morphologische, sondern sind **zweckmäßige physiologische Eigenschaften**. Warum ist nun nicht jede Pflanze kälte- oder trockenresistent könnte man fragen, aber so ist es nun einmal. Es galt die **Kälteresistenz** etwa der Samen der einzelnen Arten und wichtig die der Kulturpflanzen festzustellen, im 19. Jh. durch GÖPPERT in einem durch einem Appa-

rat mit durch eine spezifische Salzmischung erzeugten Kälte. Schon den Botanikern des 19. Jh. war aufgefallen, daß manche Samen (G. HABERLANDT 1877, S. 51) und ergänzend (ZIRNSTEIN) vor allem auch Zwiebeln und Rhizome "unter allen Umständen erst im Frühjahr keimen" und sich in dieser Gewohnheit selbst durch die schönsten Herbsttage und den mildesten Winter nicht beirren lassen", und so davor geschützt sind, nach milden Wintertagen einem schweren Kälterückfall zum Opfers zu fallen. Es gibt auch bei mildesten Weihnachten weder Buschwindröschen noch *Primula veris*, die ab Ende März bei durchaus oft noch kühlen Temperaturen aufblühen. Erst im 20. Jh. wurde geklärt, durch GASSNER, daß solche Pflanzen erst nach einem Kälteeinfluß zum Schossen kommen. Ebenso treiben Laubknospen meistens nicht vorzeitig, Die Keimfähigkeit zeigte sich (s. bei G. HABERLANDT 1877, S. 62) bei den verschiedenen Arten als offensichtlich abhängig vom normalerweise besiedelten Standort, denn Weiden verloren die Keimfähigkeit "nach 10 - 12tätigem Verweilen an einem trockenen Orte vollständig", also in einer Umgebung, in der sie normalerweise nicht leben. Eine "Schutzeinrichtung" der Samen, bei Weiden gegen Trockenheit, "fehlt eben, wo sie überflüssig war." (G. HABERLANDT 1877, S. 62). Die Maxima und Minima der Temperaturen, zwischen denen die Samen einer Art keimen, "können" nach HABERLANDT (1877, S. 55) "als durch die natürliche Zuchtwahl vermittelte Anpassungserscheinungen an die Maxima und Minima der Bodentemperaturen" angesehen werden (Hervorhebung im Original).

Spezielle physiologische, vor allem auch biochemische Anpassungen - Tiere

Die eingehendere Erforschung der Stoffwechsel-Vorgänge beginnt nach einigen Vorläufer-Untersuchungen in den 1920-er-Jahren und gerade spezielle biochemische **Anpassungen an spezifische Bedingungen** werden erst nach 1950 und zahlreiche erst nach 1980 bekannt (G. HELDMAIER 2004). Zu **längerem Tauchen** befähigte Tiere wie die **Robben** (S. 42) und Verwandte (S. 213) besitzen eine hohe Speicherfähigkeit ihres Blutes für Sauerstoff, versorgen nur die beim Tauchen nötigen Organe mit reichlich Blut, verringern die Herzfrequenz und haben anaerobe Energiegewinnung. Unter **Sauerstoff-Mangel** gehen Fische wie **Karpfen und Goldfisch** (S. 46) auch zur Energiegewinnung durch allein die Glykolyse über, gehen weitere **eigene Stoffwechselwege**, im Abbau des Pyruvat, gehen im Aufsuchen jetzt von kaltem Wasser und Bewegungsverminderung zu **Verhaltensänderungen** über. **Muscheln** können lange ohne Sauerstoff und bei geschlossenen Schalen leben, Austern unbegrenzt lange (S. 46). Zur **Osmoregulation** trinken Meeresfische Meerwasser und scheiden das NaCl in Chlorid-Zellen wieder aus, während Süßwasserfische nicht trinken (S. 380). Die sekundär ans Meer angepaßten **Seevögel** und die Echsen der Galapagos-Inseln scheiden aus **Salzdrüsen**,

bei Seevögeln in der Nasenregion salzhaltige Lösung aus (S. 383). Es gibt zur **Zellulose-Verdauung** befähigte Bakterien, aber unter den Vielzellern ist die Eigenfähigkeit dafür ganz selten, so beim Silberfischchen/*Ctenolepisma* ausgebildet (S. 327). Andere Vielzeller mit Zellulose-Verdauung sind auf **symbiontische Bakterien** angewiesen. Die **Wiederkäuer**/Ruminantia besitzen dafür ein spezielles, dem Oesophagus angehörendes Vormagen-System (S. 378 ff.). Beim 'Wiederkäuen' benötigt das Rind große Mengen an Speichel, am Tag bei einem Rind 100 - 200 l (S. 329). Die symbiontischen Bakterien liefern auch Proteine. Die in fast wunderbarer Weise an Trockenbedingungen angepaßten **Kamele** (S. 330) kommen deshalb **mit fast protein-freier Nahrung** aus, und scheiden Kamele unter Mangelbedingungen "praktisch" keinen Harnstoff aus, und bilden aus dessen durch Bakterien gebildetem Ammonium neue Aminosäuren und so Proteine. Ohne Harnstoff-Ausscheidung braucht das Kamel **kaum Wasser** und kann **so dürreresistent** leben und in spezifischer Weise den Menschen dienen. Viele **Nagetiere** und die **Hasen** bilden Kotballen, die sie wieder fressen, **Koprophagie** (S. 331) , und so Protein-Verlust vermeiden. Werden solche Tiere durch eine Kragenmanschette am Fressen ihrer Kotballen behindert, gibt es schließlich Wachstumsstörungen und Symptome von Vitaminmangel (S. 331).

Aus nach der darwinistischen Evolutionstheorie zufälligen Abänderungen und deren Auslese kamen also bei etlichen Tieren erstaunlichste Anpassungen an spezifische Umweltanforderungen zustande, ermöglichte das Leben mit anderen Wesen verschlossener Nahrung und anderen nicht zugänglichen Regionen.

Relativität der Anpassungen – Möglichkeit einer immer besseren Anpassung in der Evolution

Keine Anpassung kann das ohnehin begrenzte Leben eines Organismus mit völliger Sicherheit und gegen alle Feinde schützen (K. PETER 1930). **Anpassungen geben Überlebenschancen**, aber **haben stets ihre Grenzen**. Die Selektion wirkt nicht auf Entstehung irgendwelcher 'Vollkommenheit', sondern auf die Arterhaltung durch ausreichende Reproduktion. Es gibt wohl keine Pflanze, die für den Menschen giftig ist und auf der sich nicht dennoch Ernährungsspezialisten finden, die den Giftstoff in ihrem Stoffwechsel verarbeiten. Die Lippenblütler, die 'Labiaten', werden trotz der aromatischen Stoff in ihnen von Insekten nicht "verschont" (A. R. WALLACE 1879, S. 292). Bei veränderter Umwelt kann eine spezifische Anpassung auch regelrecht unzweckmäßig werden. Neue Feinde verlangten neue Anpassung. Es gab ein Aufschaukeln der Anpassungen von Räubern und Beuteorganismen an ihre Lebensweise. Die Natur kennt keine Abrüstungsabkommen.

Verschiedene Paläobotaniker (D. H. SCOTT 1924) überlegten einmal, ob in der **Erdgeschichte eine generelle Besserung der Anpassungen** stattgefunden hat. Daß die ältesten und älteren Pflanzen viel mehr an Feuchtigkeit gebunden sind als die in offensichtlichen Trockenregionen gut überdauernden Gewächse des Mesozoikum ist wohl deutlich, aber das bedeutet nicht, daß die ältesten und älteren Pflanzen an ihren Lebensraum nicht ausreichend angepaßt waren. Nur wurden durch andere Anpassungen eben neue Lebensräume besiedelbar. Der deutsche Paläobotaniker POTONIE´ hatte einmal überlegt, ob nicht die Pflanzen des Carbon generell unvollkommener an mechanischen Streß angepaßt waren. SCOTT wies das als unbegründet zurück.

Merkmale ohne Nutzen und ohne Schaden - "Neutrale" Merkmale

Immer wieder fanden sich auch Merkmale, die einen Nutzen nicht erwiesen. Sie bestanden, weil es eben auch **neutrale Merkmale** geben konnte. Es wurde also als offen gesehen, ob alle Merkmale wirklich einen "Zweck" haben oder vielleicht auch nicht und sie dann "**neutral**" sind, sich also weder schädlich noch nützlich auswirken. Substanzen besitzen meistens eine spezifische Farbe, und das hat für eine Substanz nicht irgendwelchem Nutzen. Es ist die auf physikalische Ursachen zurückgehende Eigenschaft des chemischen Elementes Brom, daß es braun ist und die des Jod violett zu sein, Und so mochte Chlorophyll eben grün sein, weil seine stoffliche Natur an diese Farbe gebunden ist. Wenn gerade das grüne Chlorophyll für die Nutzung des Sonnenlichtes auf dem Festland gut, optimal geeignet ist, dann haben die chlorophyllhaltigen Pflanzen sich das zunutze gemacht und Anpassung ist ihre Verwendung von Chlorophyll. Das Grün der Pflanzen war andererseits der Grund für die in der Evolution durch Selektion durchgesetzte Schutzfarbe mancher Tiere, etwa der von grünen Heuschrecken. Die rote oder auch in manchen Tiergruppen auch bläuliche Farbe des Blutes mußte wohl ebenso als reine Substanzeigenschaft gesehen werden, welche mit dem spezifischen Zweck, der Sauerstoff-Übertragung, eben gegeben ist, ohne Nutzen wie die blaue Farbe des Himmels oder des Meeres.

Zu einer Anschauung über die **bloße** gerade nötige **Zweckmäßigkeit oder** auch und eventuell stark bestehendes **Luxurieren** der Merkmale komme man nach GOEBEL (1924, S. 39), indem man "innerhalb einer natürlichen Gruppe" prüft, "ob die Mannigfaltigkeit ihrer Einrichtungen einer Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen entspricht oder nicht." GOEBEL (1924, S. 34) meinte zu dieser Frage etwa: "daß alle die wunderbaren Anpassungen der Orchideenblüten nicht mehr erreichen als zahllose viel einfachere Bestäubungsvorrichtungen." Aber die Natur erlaubt sich



Abbildung 107: Farbe ohne Anpassungswert?.

eben viel **Luxus**, auch nicht auf den Nutzen allein ausgerichtete Abänderungen, Aber die "Selektionstheorie weist eine solche durch innere Ursachen in bestimmter Richtung erfolgende Gestaltung ab" (S. 35). Von 'inneren Vervollkommnungskräften' oder dergleichen spricht GOEBEL aber nicht. Wenn Lebensunfähigkeit verschwindet, dann wird also 'selektioniert'. Aber viel luxuriöse und nicht als nützlich erscheinende Variationen bleiben bestehen. Auch Reduktion von Kronblättern, sehr stark bei dem mexikanischen Schmetterlingsblütengewächs *Erythrina petraea*, könne nicht gedeutet werden als Sparmaßnahme zugunsten der Samen, denn das Trockengewicht von Kronblättern wäre im Verhältnis zum Trockengewicht der Samen minimal und Papilionaceen, die ja Stickstoff binden, brauchten nach GOEBELs Meinung gar nicht sparen.

Vielleicht kann man ergänzen: Wenn man betrachtet, welche Variationen bei Zierpflanzen erschienen oder auch die Fülle an so ganz unterschiedlichen Hunderassen, dann erscheint Variabilität in verschiedenster Richtung immer möglich, scheint die 'Natur' mit reicher Variabilität fast zu spielen. **Warum sollte** davon **nicht vieles leben bleiben, wenn es denn** in irgendeiner Nische überlebensfähig ist, also **nicht restlos vernichtet wird**? Ohne ständige genetische Veränderungen gäbe es nicht die Unterschiede in den Populationen, die oft nicht umweltbedingt zu deuten sind. Die allzu starke Verkennung von nicht unbedingt mit einem Nutzen erkennbaren Merkmalen, auch von bewunderswert schönen, hat wohl unnötig Argumente gegen die Evolution hervorgebracht. Auch 'spielend' wirkende Natur ist Ergebnis von Evolution. Und der **Reichtum an Variabilität**, auch niederziehenden Variationen, **zeugt** wohl schon allein **für die Evolution**.

Der Zoologe ARTHUR J. CAIN (1979), Professor in Oxford, dann in Manchester, dann in Liverpool, warnte andererseits, so 1951, Merkmale vielleicht vorzeitig für

'neutral' zu erklären und damit die Suche nach ihrem eventuellen Nutzen aufzugeben. **'Neutral' könne vielleicht oft nur provisorisch** sein. Ein Merkmal "... described as non-adaptive or random should properly be described as uninvestigated" (1951 a, S. 424), meinte dazu eher resignierend auch: "... it is doubtful whether any example of variation in Nature can be so completely analysed, that after selective effects have been estimated, the residual variation can be ascribed with confidence to genetic drift." Vielleicht "... the analysis of selective effects was not complete" (1951 b, S. 1049). Ein Grund für die Diskussion war, daß der Ökologe ELTON gemeint hatte, Unterschiede bei den getrennten Populationen des Polarfuchs/*Alopex lagopus* nicht durch Selektion erklären zu können (Wikipedia 2014, english). CAIN verwies auch darauf, wie die "natürliche Selektion Anpassungen von höchster Vollkommenheit hervorbringen kann", trotz auch etlicher nicht ganz vollkommen erscheinender Lösungen wie dem rückläufigen Kehlkopfnerv bei der Giraffe (R. DAWKINS 2016, S. 144).

Gegenwärtig Nutzloses kann wegen Nutzen bei den Vorfahren erhalten geblieben und so vorhanden sein - das Vorfahrenargument

Für Merkmale, die jedenfalls gegenwärtig keinen Nutzen erkennen ließen, blieb die Möglichkeit, daß sie **in der Vergangenheit, bei den Vorfahren** heutiger Lebewesen, **nützlich waren** und sich auf Grund der Vererbung erhielten ohne mehr nötig zu sein. Heute nutzlosen Merkmalen einen Nutzen in der Vergangenheit zuzuschreiben ließ allerdings der Spekulation die Türen öffnen und konnte die Erforschung eines gegenwärtigen Nutzens als nutzlos erscheinen lassen. Der Botaniker MONTFORT bezeichnete solche Hypothesen über den Nutzen nur bei den Vorfahren als "letztes Refugium, zu dem man resigniert immer wieder seine Zuflucht nehmen möchte" (s. F. FIRBAS 1931, S. 675), wenn man keinen Nutzen fand. Man (ZIRNSTEIN) möchte ergänzen: Wenn ein Merkmal heute keinen Nutzen hat, warum mußte es dann überhaupt als 'nützlich' zustandekommen und konnte nicht von vornherein 'neutral' sein?

Das **Vorfahren-Argument** gilt für rudimentäre Organe und Strukturen (s. o.) sicherlich. Heute sich selbst befruchtende Blütenpflanzen haben womöglich farbige Blüten wegen der Vergangenheit mit Insektenbefruchtung (A. R. WALLACE 1879, S. 289). Oder die mit aromatischen Stoffen ausgestatteten Wüstenpflanzen besaßen diese Substanzen in der weitgehend insektenfreien Umgebung (A. R. WALLACE 1879, S. 292) vielleicht wegen ihrer Herkunft von anderswo. Diskutiert wurde der nur vergangene Nutzen auch für die "xeromorphen" Strukturen von Hochmoorpflanzen, nachdem festgestellt wurde, daß sie womöglich nicht, wie SCHIMPER

angenommen hatten, unter "physiologischer Trockenheit" litten. Nicht mehr funktionsfähige Spaltöffnungs-Apparate hatten gewiß einmal als solche gedient (G. HABERLANDT 1918, Einleitung).

Andererseits konnten für heutige Verrichtungen zuständige Merkmale auch **für einen anderen Zwecke entstanden** sein und hatten dann ihre Funktion gewechselt, als einen schon bei DOHRN beschriebenen '**Funktionswechsel**' erfahren oder noch weitere Funktionen übernommen, also waren von einer 'Funktionserweiterung' geprägt worden.

Alle Merkmale mußten einmal entstehen, gingen von etwas aus (F. W. C. ARESCHOUG 1882, S. 526), und tragen somit auch Züge ihrer Entstehung. Funktionswechsel mußte nicht vollkommen, nicht vollständig sein. In andere Klimagebiete eingewanderte Pflanzen müssen nicht völlig den "klimatischen Verhältnissen harmonisch angepasst" sein. Die Dickwandigkeit der Blätter der Stechpalme/*Ilex aquifolium* weist nach ARESCHOUG auf wärmeres Klima, aber die Pflanze gedeiht auch wild in dem erst nach der Eiszeit besiedelbaren Ostseeraum - und in Grünanlagen auch Mitteldeutschlands.

Anpassungsmerkmale und Organisationsmerkmale - NÄGELI

CARL WILHELM NÄGELI 1884 (S. 327 u. a.) nahm an, daß es auch "**Organisationsmerkmale**" gibt. Sie könnten ohne Beeinträchtigung der Lebensfähigkeit der Lebewesen, etwa von Pflanzen, auch anders sein. Sie sind entstanden, weil die Struktur der Lebewesen ihnen entsprach und wurden so weitervererbt. Als ein solches "Organisationsmerkmal" betrachtete NÄGELI die Zahlenverhältnisse in den Blüten der Angiospermen. Die Blüten der meisten Zweikeimblättrler (Dikotyledonen) sind von der Zahl 5 beziehungsweise deren Vielfachem bestimmt, also besitzen zahlreiche Blüten der Angiospermen 5 Kelchblätter, 5 oder 10 Blütenblätter, 5 oder 10 Staubgefäße und eine ebensolche Zahl von Fruchtblättern, "Stempeln". Bei den Einkeimblättrlern (Monokotyledonen) bestimmt die Zahl 3 oder deren Vielfaches die Anzahl der Kelchblätter, der Blütenblätter, Perigonblätter, Staub- und Fruchtblätter. Für die Blütenfunktionen sollten nach NÄGELI'S Ansicht diese Zahlenverhältnisse belanglos sein. Ebenso sollte die Gegenständigkeit oder Wechselständigkeit der Blätter an der Sproßachse der Blütenpflanzen ein Organisationsmerkmal sein, da die Form der Blattstellung ohne Einfluß auf die Blattfunktion wäre. Allerdings ließe sich hier schon eher diskutieren, ob nicht die Stellungsverhältnisse der Blätter infolge ihrer Lage zum Sonnenlicht die Photosynthese-Leistung beeinflussen. KARL GOEBEL jedoch verwies 1898 darauf, daß Licht bei manchen Pflanzen Abflachung auch von Pflanzenteilen hervorruft, die kein Chlorophyll haben und bei denen die Abflachung keinen Nutzen für die Assimilation bringt. Vom Einfacheren

zum Zusammengesetzteren fortschreitende Formenabweichungen ohne Beziehung zu Lebensleistungen und damit offensichtlich ohne Beziehung zur Selektion beschrieb auch NATHANAEL PRINGSHEIM, bei den Sphacelarien, einer Gruppe der Algen (zit. n. F. COHN 1895). PRINGSHEIM (1872) meinte: "... vielmehr treten hier jene inneren richtenden Kräfte in die Erscheinung, welche den Gang der gesteigerten Abweichungen ganz unabhängig vom Kampf um's Dasein in die durch die ganze Schöpfungsreihe constante Richtung vom Einfachen zum Mannigfaltigen drängen". Ähnlich äußerte sich S. SCHWENDENER, der damit nicht die Evolutionstheorie, sondern nur die Selektionstheorie ablehnte (s. in G. HABERLANDT 1929). F. HEIKERTINGER meinte 1917 (S. 340), daß nicht einzusehen wäre, daß Kristallgestalten oder chemische Affinitäten nicht ebenso als zweckmäßig zu betrachten sind und dann ebenso durch Selektion erklärt werden müßten, was aber eben kaum möglich wäre. Der Einwand verkennt allerdings wohl, daß Organismen eben durch die Paläontologie als in der Zeit entstanden nachgewiesen wurden und damit ihre Entstehung im Unterschied zu der von Kristallgestalten eine sinnvolle Fragestellung ist. Er meinte aber außerdem, daß die größten Anpassungen bei höheren Tieren etwa der Blutkreislauf und das Nervensystem sind und gerade sie mit Hilfe der Zweckmäßigkeitstheorie zu erklären sind. ROMANES trennte die Evolution von adaptiven Merkmalen, für welche die natürliche Auslese eine entscheidende Rolle spielt, und die Herausbildung von Merkmalen der Speziesunterscheidung, die ohne natürliche Auslese zustandekämen.

NÄGELI und auch andere nahmen wie einst LAMARCK an, daß die Grundorganisation der Organismen mit den "Organisationsmerkmalen" dem Wirken **innerer**, von der Außenwelt der Lebewesen unbeeinflussbarer **Faktoren** ihre Entstehung verdankt. Den Organisationsmerkmalen stünden die "Anpassungsmerkmale" gegenüber. Die Ausbildung dieser nützlichen Merkmale sollte gemäß der Evolutionstheorie DARWINs durch Variabilität und Selektion einschließlich einer gewissen "Vererbungs erworbener Eigenschaften" zustandegekommen sein.

Über Anpassungs- oder eben auch reine Organisationsmerkmale wurde viel debattiert. In einem botanischen Fall meinte FREDRIK WILHELM CHRISTIAN ARESCHOU (B. LINDFORSS 1909) im schwedischen Lund, daß die früher für die Lebensfunktionen für unwichtig gehaltene Art der Verzweigung der Blatt"adern" das eben nicht ist und stellte 1888 für die "nordischen Bäume" zusammen, wie ihre verschiedensten Eigenschaften, also Vegetationszeit, Blütezeit, Laubfall, Stützgewebe und anderes, eigentlich alles, was einen "Baum" zu einem Baum macht, Anpassung an Umweltbedingungen ist. Was ist dann nur 'Organisationsmerkmal'? Und deshalb gibt es Unterschiede zwischen den Bäumen im Norden und denen in anderen Klimagebieten.

Vermeintliche 'Primäre Zweckmäßigkeit' - Psychiater GUSTAV WOLFF

Ganz eigenwillig, mit der kausalen Biologie kaum vereinbar, waren Auffassungen, welche für die Entstehung zweckmäßiger Merkmale die Evolutionsfaktoren als unzureichend sahen. Der DARWIN-Gegner und ab 1904 als ao. Professor und ab 1907 als o. Professor in Basel wirkende Psychiater GUSTAV WOLFF, Anhänger des Neovitalismus, behauptete, daß sich die Entstehung von Anpassungen nicht auf Evolutionsvorgänge zurückführen ließe. Es gäbe in der Natur eine **primäre Zweckmäßigkeit**. Man müsse sie hinnehmen, könne sie beschreiben und bewundern, aber müsse sie ansonsten auf sich beruhen lassen. DARWINs Erklärung des Zustandekommens der "Zweckmäßigkeit" durch das Zusammenwirken von Variabilität und Selektion wäre nicht gegeben. Im Jahre 1905 (S. 53) schrieb WOLFF demgemäß: "Die Zweckmäßigkeit der organischen Welt ist etwas unmittelbar Gegebenes, das zunächst gar keine Beziehung zu anorganischem Geschehen hat! Die Zurückführbarkeit dieser Erscheinungen auf anorganische Vorgänge müßte bewiesen werden. Ich bin von der Unmöglichkeit dieses Beweises überzeugt." Die Erklärung hätte weitere Ursachen-Forschung als nicht weiterführend kaum stimulieren können.

Vermeintliche "Fremddienliche Zweckmäßigkeit": Gallen auf Pflanzen

Es sollten Organismen auch **Merkmale** ausbilden, die nicht ihnen, sondern **nur anderen Lebewesen** nutzen. Für den Entwicklungsphysiologen ERNST SIEGFRIED BECHER (E. MERKER 1927) sollte das für die **Gallen** zutreffen. diesen so verschiedenen, durch Insekten hervorgerufenen Wucherungen an verschiedenen Pflanzenorganen, an Blättern, Knospen, Zweigen (a. D. VON HANSEMANN 1909, S. 50). BECHER wurde 1914 Professor in Rostock, 1921 in Gießen, 1925 in Breslau und starb in Breslau 1926 mit 41 Jahren. Bei seiner Berufung nach Rostock wurde unter anderem lobend angeführt: "Gerade heutzutage, wo die Naturwissenschaft wieder überall Fühlung mit der Philosophie sucht, sind Forscher, welche dieser Neigung mit Besonnenheit und gediegener Fachbildung verbinden, besonders wertvoll" (Staatsarchiv Schwerin, MHU 1913) und BECHER lag also in der Stimmung der Zeit. Jede gallenerzeugende Insektenart, ob zu den Gallmücken oder zu den Gallwespen gehörend, legt ihre Eier an spezifische Wirtspflanzen und diese bilden auf den Einstich oder durch die Larve im Inneren eine ganz spezifisch geformte Galle. Die Gallenform ist abhängig von der die Galle erzeugenden Pflanzenart wie von der die Galle auslösenden Tierart. Derselbe Parasit erzeugt auf derselben

Pflanzenart stets dieselbe Gallenform. Die Eiche kann an Blättern, Zweigen oder Knospen zahlreiche verschiedene Gallenformen hervorbringen, und jede Form wird durch Einstich einer bestimmten Insektenart resp. durch den Stoffwechsel der in der Galle heranwachsenden Larve hervorgerufen. Manche Gallen bilden zur Zeit der Reife des Parasiten einen Deckel oder eine Öffnung, welche den Parasiten, etwa deren Imago, herausläßt. Ein Nutzen der Gallen für die Wirtspflanze schien nicht zu bestehen. Wenn, gemäß BECHER, die Gallenbildungen "fremdienlich" sind, sollte das für DARWINs Befürchtung zutreffen: "Könnte erwiesen werden, daß irgendein Strukturteil einer Art ausschließlich zum Besten einer anderen Art gebildet sei, so würde dies meine Theorie vernichten, denn solches könnte nicht durch natürliche Zuchtwahl hervorgebracht worden sein" (zitiert aus G. WOLFF 1927). Eine rationale und nunmehr nachgewiesene Erklärung war, daß der Einstich oder die in der Galle sich entwickelnde Larve der galleninduzierenden Insekten normalerweise spezifische **ruhende Entwicklungspotenzen** in der Pflanze **freisetzt**. Die Gallenbildung blieb dennoch rätselhaft genug und ließ über die Prozesse der Formbildung, die eben auch Anpassungen sein müßten, viel nachdenken. An **spezifischen Mikroben erkrankte** Menschen oder Tiere reagieren auch mit spezifischen Symptomen, die ebenso irgendwie vorgebildet sein mußten. Die Pocken-Erreger erzeugen ein spezifisches Krankheitsbild wie ein anderes die Erreger des Scharlach und der Arzt kann beim Erkrankten dann erkennen, von welcher Mikrobe er befallen wurde, was den mikrobiologischen Test nicht ausschließt. Vergleichbar der Spezifität der Gallenbildung kann man sehen die **spezifische Umwandlung der gesamten Gestalt** bei einigen Pflanzenarten, wenn sie wie bei der Zypressenwolfsmilch/*Euphorbia cyparissias* oder dem Hirtentäschelkraut/*Capsella bursa-pastoris* **von bestimmten parasitischen Pilzen befallen** sind. Der **junge Kuckuck** im Nest seiner Wirtseltern mag Signale aussenden, etwa durch den innen stark gefärbten Schnabel oder seine Laute die bei den ihren parasitären Gast fütternden Wirtseltern sonst wie beim Füttern der eigenen Jungen **instinktiv Fütterungsverhalten auslösen**, denen sie eben ererbt nicht widerstehen können - wie vielleicht drogensüchtige Menschen der Einnahme der ihnen durchaus als Gift bewußten Substanzen oft ausgeliefert werden (R. DAWKINS et al. 1979, etwa in Bezugnahme auf WICKLER u. a.). Parasiten verschiedenster Art machen sich in ihren Wirten liegende Potenzen zunutze oder lösen sie eben wenigstens aus.

#biödEichenknospen-Gallen

Merkmale nach ihrem Anpassungswert

Nur **ein Teil** der Merkmale **nützlich** Alle Merkmale **nützlich**



Abbildung 108: Gallen. Zweckmäßig für wen ?.



Abbildung 109: Eiche, Galle *Neuroteris lenticularis*.



Abbildung 110: Rosengalle.



Abbildung 111: Pappel, Blattstiel-Galle.

Nur bei den nützlichen Merkmale kann natürliche Auslese als Erklärung dienen,

andere Evolutionsfaktoren ebenfalls wichtig Bei Nützlichkeit aller Merkmale wirkte **natürliche Auslese** bei allen Merkmalen mit

NÄGELI, ROMANES im wesentlichen DARWIN, WEISMANN

Ein Einwand gegen manche Anpassung war, daß sie nur bei manchen Spezies auftreten, aber andere ohne sie ebenfalls leben.

Nach der Ansicht der Anhänger der Selektionstheorie sollte diese Ähnlichkeit nicht zufällig entstanden sein, sondern einen Zweck erfüllen, wenigstens für den eine der beiden sich so ähnlichen Arten. Die eine Spezies hatte zum Beispiel Schutzeinrichtungen, war wehrhaft. Die andere ähnelte ihr, besaß aber die Schutzeinrichtungen nicht. Aber ihre äußere Ähnlichkeit mochte jene täuschen, die der Spezies mit Schutzeinrichtungen von vornherein aus Lernerfahrungen aus dem Wege gingen. Die eine Spezies war dann das **Modell**, die andere der **Nachahmer**. Unter den Begriff „Mimikry“ oder wenigstens „**Mimese**“ wurde aber auch eingeordnet, wenn Organismen einem anderen Gegenstand, einem Blatt oder einem Ästchen, so sehr glichen, daß sie ihm zum Verwechseln ähnlich sehen.

Mimikry oder Mimese galten als besonders eindrucksvolle Belege für die auf kleine Änderungen wirkenden **Selektion**, denn nur durch sie, nicht durch Erwerbung erworbener Eigenschaften, konnte sie wohl entstanden sein. Wie sollte wohl Ähnlichkeit mit einem Zweiglein sonst zustandekommen? Es besteht ein „kontinuierlicher Gradient, der für jede Verbesserung der Mimikry - von der groben bis zur vollkommenen Ähnlichkeit - einen ebenso ununterbrochenen Selektionsdruck ermöglicht (R. DAWKINS 2016 b, S. 396). Außerdem sollten aus der Mimikry Schlußfolgerungen über die **Größe**, den Umfang **von Variationen** gezogen werden können. Nur über winzige, kleine erbliche Abänderungen, in Gradienten (R. DAWKINS 2016 b, S. 396) wurde das Erreichen der oft verblüffenden Ähnlichkeit zwischen Modell und Nachahmer verstehbar. Es schien nicht vorstellbar, daß etwa aus Zufall bei einem Schmetterling plötzlich Nachkommen erschienen, die bis Einzelheiten einem bestimmten Blatt glichen.

Die Komplexität mancher Anpassungen wäre mit keiner Evolutions-Hypothese zu erklären

Es war etwa RICHARD OWEN, der 1862, gedruckt 1866, es für unmöglich hielt, daß die ihrem Nahrungserwerb dienenden Anpassungen bei dem Halbaffen **Aye-Aye** von Madagaskar auf dem von LAMARCK angenommenen Weg noch dem von

DARWIN beschriebenen entstanden sein könnten. Das Aye-Aye-Tier erbohrt sich aus Holz darin lebenden Larven. Es besitzt dazu einen das Bohren ermöglichenden verlängerten 3. Finger an der Hand und wegen der Tätigkeit im Dunkeln stark vergrößerte Augen. Hätte, wie bei LAMARCK, der Wille zum Erbohren von Larven den einen, den 3. Finger, und nur den, vergrößern können? Und sollten, um DARWIN zu entsprechen, gerade ausreichend solche Abänderungen aufgetreten sein, die der zweckmäßigen Ausbildung dieses Fingers entsprachen? Und das noch allmählich Schritt für Schritt? Und was geschah vor der Vollendung dieser Ausbildung?

Auch vor der **Zweckmäßigkeit des menschlichen Auges** haben manche Biologen kapituliert! Selbst, wenn auf die verschiedenen Mängel verwiesen wurde. Aber was eindeutig vorliegt: das sind **die zahlreichen viel einfacheren Lichtsinnesorgane** im Tierreich, bei Würmern und Weichtieren. Sie ließen Verständnis für eine allmähliche Umbildung zu. Und Komplexität von Lichtsinnesorganen gibt es bei Kopffüßlern auch, auf etwas anderer Entstehungsgrundlage.

Die Lebewesen bekamen offensichtlich nicht nur die jeweils unbedingt nötigen Merkmale - vor allem so beim Menschen.

Die Veränderungen/Mutationen sind eben sehr offen und gehen weit, wenn sie nicht direkt schädlich sind. Das bringt unter Umständen außergewöhnliche Vorzüge. Es widerspricht nicht der Evolution. Eigentlich alle der schon in der Natur schönen Blütenpflanzen, ob einheimische oder von außerhalb nach Europa eingeführte, wurden durch Züchter zu die Ausgangsform übertreffende **Zierpflanzen**, brachten in der Natur unbekannt Variationen hervor, auch erbliche. Viel wurde erreicht durch **Hybridisierung**. Sie brachten Neuheiten in Größe und Farbe hervor. Was einst oft zum Leidwesen der unberührten Natur ausgegraben und in den Garten gebracht wurde, kann man heute in verbesserter Form von Gärtnereien beziehen, so die Kuhschellen/*Pulsatilla*. In Gärten auf Island, in Reykjavik, findet man Zierpflanzen, welche Arten mitteleuropäischer montaner Gewächse entsprechen - also die Kunst der Blumenzüchters macht vor keiner geeigneten Pflanze halt. Auf einer bestehenden Grundlage wurde so etwas wie eine **zweite Pflanzenwelt** geschaffen, die für manche die einzige anerkannte Pflanzenwelt ist. Das andere ist dann 'Unkraut', 'Gelumpe'.

Kausalität der Evolution - die Evolutionsfaktoren und ihre Erörterung in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts bis zur Durchsetzung der Genetik

Debatten um die Außen-Faktoren und die inneren Ursachen von Veränderung - Evolution und Selektion als getrennte Vorgänge

Variabilität und Selektion - das waren DARWINs Faktoren der Evolution. Über beide und weiteres entwickelten sich verschiedenste Ansichten. Manche der führenden Biologen lieferten ein neues umfassendes Konzept. Die Ansichten der verschiedenen Forscher überschneiden sich und trennen sich. Mann nach Mann mit seinen Ansichten hier vorzustellen läßt die spezifischen Ansichten in den Hintergrund treten. Die gemeinsamen Ansichten mancher hervorzuheben zwingt die Gesamtkonzepte der einzelnen Forscher in den Hintergrund zu drängen.

Die Selektion war so sehr Bestandteil der Theorie DARWINs gewesen, daß Abstammung oft nicht ohne sie gedacht wurde. Es wurde zu Recht auch gemeint, daß die Abstammungslehre durch die "weniger fundierte Selektionstheorie überwuchert" wurde (J. W. HARMS 1939, S. 7, in Anlehnung an O. v. WETTSTEIN und TSCHULOK).

Es war, auch logisch, völlig berechtigt, **Evolutionstheorie und Selektionstheorie zu trennen**, die Selektionstheorie nur als einen möglichen Teil der Evolutionstheorie zu begreifen. Das Phänomen "Evolution" hatte zweifellos verschiedene Ursachen. DARWIN hatte beides sehr vermischt, schrieb aber einmal an ASA GRAY (zitiert bei J. W. HARMS 1939, S. 7): "Persönlich liegt mir natürlich sehr viel an der natürlichen Zuchtwahl; das ist aber, wie es mir scheint, ganz und gar bedeutungslos, verglichen mit der Frage: Erschaffung oder Modifikation." Es erschienen Biologen, die zwar die Evolution der Organismen anerkannten, aber der Selektion dabei nur eine geringe oder nahezu gar keine Rolle beimäßen. Ebenso war das Gegenteil der Fall, die Anerkennung der Selektion über alles.

Während DARWIN den Ursachen der Evolution den Hauptteil seines Denkens zuwandte hatte, haben in Deutschland E. HAECKEL und andere Biologen die damit verbundenen Fragen zwar fortlaufend erwähnt, aber gerade HAECKEL sie nicht weitergebracht. Unter den drei Großen unter den Evolutionsbiologen des späten 19. Jh. in Deutschland, E. HAECKEL, AUGUST WEISMANN und CARL WIL-

HELM NÄGELI, hat HAECKEL zwar seine Verdienste für die Phylogenetik, aber seine Ausführungen über die Kausalität der Evolution stellen keine Bereicherung der Evolutionstheorie dar. Der Kampf um den Darwinismus in Deutschland, wie er namentlich unter dem Einfluß von HAECKEL stattfand, wurde, wie etwa RICHARD HERTWIG 1906 formulierte (S. 11), fast ausschließlich vom morphologischen Standpunkt aus geführt und "dabei lange nicht genug gewürdigt, daß das der Descendenztheorie zugrunde liegende Problem der Art- und Varietätenbildung in erster Linie ein systematisches Problem ist".

Allerdings NÄGELI und namentlich WEISMANN haben durch ihren grübelnden Geist sehr viel zur Erfassung der Probleme der Kausalität der Evolution beigetragen und anregende Gedanken veröffentlicht. Nicht zu Unrecht hieß es in einem englischen Nekrolog auf WEISMAN nach dessen Tod 1914, daß auf ihn der "Mantel von Darwin gefallen ist". WEISMANN war sicherlich mehr als HAECKEL der führende Gelehrte in der Evolutionsbiologie in den letzten Jahrzehnten des 19. Jh. und dem Anfang des 20. Jh. Für den gedankenreichen Münchener Botaniker CARL WILHELM NÄGELI war die Evolutionstheorie nur ein Teil seiner Forschungsarbeit.

Viele der Einwände und Entgegnungen kehrten mit neuen Fakten immer wieder. Die Fragen blieben, Die Tatsachen wurden wenigstens teilweise ergänzt.

Betrachtet man die unterschiedlichen Ansichten verschiedener Forscher, so verbietet sich, von "der" Evolutionstheorie zu sprechen, denn es gibt eben **verschiedene Evolutionstheorien**, sofern man nicht besser von **Hypothesen** sprechen will. Gemeinsam war die Anerkennung der Umbildung der Organismen in der Generationenfolge. Die zugrundeliegenden Faktoren und der Ablauf wurden unterschiedlich gesehen. Unbestimmt war auch der auf A. R. WALLACE zurückgehende Begriff "**Darwinismus**", denn als "Darwinisten" bezeichneten sich auch Autoren, die nur einen Teil der Ansichten DARWINs übernahmen. Die Anerkennung der Selektionstheorie hätte auf jeden Fall ein Kernstück jener Evolutionsauffassungen sein müssen, der sich mit DARWINs Namen schmückten. Auch von Neo-, Ultra-Darwinismus oder in der sowjetischen Biologie des 20. Jh. von "schöpferischen Darwinismus" war die Rede. Je nach Anerkennung der verschiedenen Evolutionsfaktoren hatten sich am Ende des 19. Jh. und am Anfang des 20. Jh. etliche Richtungen bzw. Schulen in der Evolutionsbiologie herausgebildet, so (G. G. SIMPSON 1960) der **Neo-Darwinismus**, vertreten vor allem AUGUST WEISMANN, die Annahme der Diskontinuität der für die Evolution wirksamen Variationen, vor allem also die DE VRIESsche **Mutationstheorie** und der **Neo-Lamarckismus**. E. RAY LANKESTER sagte in seiner Address als President der 78. Versammlung der British Association for the Advancement of Science in York im August

1906 (1907, S. 27): "Under the title 'Darwinism' it is convenient to designate the various work of biological tending to establish, develop, or modify Mr. Darwin's great theory of the origin of species."

Evolutionsfaktor "Variabilität" und seine Eigenschaften - Erörterungen bis ins 20. Jahrhundert, bis zur Mutationstheorie

Die Variationsfrage und die Evolutionstheorie

Die Erörterungen über die Variabilität waren vielseitiger als die über die Selektion. Für die Selektion gab es Ablehnung, Vollanerkennung oder begrenzte Anerkennung. Aber Grundlage jeder Evolution war gewiß die Variabilität. Auch DARWIN schrieb ein eigenes Buch über die Variabilität. Mit neuen Erkenntnissen über die Variabilität, der Erkenntnis von der Erblichkeit etlicher und der Vergänglichkeit anderer wurde die Evolutionstheorie auf eine neue Grundlage gestellt und - das soll später dargestellt werden.

Vererbung und Variabilität – was ist das Normale im Organismenleben?

Im Normalfall gleichen die Nachkommen den Eltern. Das erscheint im wesentlichen als Folge von Vererbung und nicht von gleichartiger Umwelteinwirkung. Die große Ähnlichkeit der Nachkommen mit den Eltern, die "Vererbung", wurde als das Normale angesehen. Abänderung war das Abnormale. Aber ebenso, wäre zu meinen, hätte die Natur bewirken können, daß Nachkommen von den Eltern stark abweichen, ihre Merkmale allgemeine "Verwilderung" wären. Damit wäre "Vererbung" das Phänomen, das zu erklären ist. Und "Vererbung" wurde damit ebenso zu einem aufzuklärenden Phänomen wie Abänderung.

Feststellung von Variationen

Beobachtungen von Eltern zu Nachkommen

Variabilität, Veränderlichkeit bei Lebewesen würde am meisten auffallen, wenn Eltern, die man beobachtet hatte, aus welchen Gründen auch immer abweichende Nachkommen hervorbrächten. Beim Generationswechsel war das normal. Bei andere Organismen fielen abweichende Nachkommen als etwas Besonderes auf. Diese

Abweichungen mußten keine wirklichen Neuheiten sein, konnten schon immer einmal aufgetreten sein, waren vielleicht 'verdeckte' Anlagen, die sich nun entfalteten, "manifestierten".

Variabilität auch in den inneren Strukturen, und bei fast jedem Menschen-Individuum

Mit dem weiteren Aufstieg der Vergleichenden Anatomie, dem Vergleich immer feinerer Strukturen (R. WIEDERSHEIM 1887 u. a.) zwischen Tieren und auch zwischen verschiedenen Menschen-Individuen, wurde viel Veränderlichkeit erschlossen. Das galt für Untersuchungen am **Nervensystem** einschließlich des Gehirns. In den Pyramidenbahnen im Nervensystem des Menschen stünde nach den Feststellungen von M. VON LENHOSSEK (so bei R. WIEDERSHEIM 1908, S. 158/159) noch kein 'definitives Verhalten' fest, "denn die hier herrschende Variabilität in ihrer Verteilung auf Vorder- und Seitenstränge legt Zeugnis dafür ab, dass sich die Pyramidenbahnen hier noch auf dem Wege phylogenetischer Veränderung befinden." Für Variationen im Gehirns stützte sich R. WIEDERSHEIM (1908, S. 159) weiterhin auf 1901 publizierte Gehirnuntersuchungen des aus Australien stammenden Anatomen, Anthropologen und Ägyptologen G. ELLIOT SMITH (engl. Wikipedia 2014), der die ungleichmäßige "Ausbildung der Hinterhauptslappen des Gehirns, und zwar speziell in der Gegend des Gennari'schen Streifens" feststellte. Das nur, um ein Beispiel **innerer Variabilität** zu nennen.

Vielfalt innerhalb der Arten - Intraspezifische Taxa - als möglicherweise geronnene Variabilität - untersucht im 19. Jahrhundert und später

Sammelte man einzelnen Exemplare von Pflanzen oder Tieren innerhalb eines begrenzten Gebietes war deren Art-Zugehörigkeit in vielen Fällen recht eindeutig auszumachen etwa in den lokalen Floren- und Faunen-Werken. Sammelte man zahlreiche Exemplare derselben Art und das in möglichst dem gesamten Verbreitungsgebiet, dann trat bei zahlreichen Arten eine Vielfalt von Formen hervor. Zu klären war die Konstanz dieser Formen, ihre eventuellen Übergänge, zu ermitteln aus der Kultur etwa im Garten. Der für eine Art beschriebene Typus verwirklichte sich also nicht gleichartig oder kaum in allen zu einer Art gehörigen Individuen. Dann mochten alle diese verschiedenen Formen von einer Stamm-Form herkommen, also als einstmals neue, nun geronnene Formen für die Evolution sprechen und dazu beitragen ihre Wege aufzuklären. Allerdings war die Entstehung von

Sippen/Taxa innerhalb einer Spezies auch vor DARWINs Werk von 1859 angenommen worden, aber nun erschien die Vielgestaltigkeit der Spezies weniger als Ausnahme denn als Normalfall, den es nachzuweisen galt. Angesichts der vielen Varietäten bei manchen Arten wurde von manchen Forschern vorgeschlagen, die **Zahl der Arten zu begrenzen**, also ihre Variationen unter einer klaren Art zu subsumieren, um so etwa klare Art-Listen etwa für eine Region aufzustellen. Andererseits war die Erfassung all der **Abweichungen wichtig für das Verständnis der Artbildung**.

Nicht im Sinne der Evolution sah das ALEXIS JORDAN (J. PIQUEMAL 1973), 1814 geborener Sproß einer reichen Lyoner Familie. JORDAN stellte bei etlichen Pflanzen-Arten zahlreiche **Klein-Arten** fest, genannt werden 25 bei *Scabiosa succisa*, 35 bei *Sempervivum tectorum*, und gegen 200 bei *Draba* / ***Erophila verna***, dem Frühlings-Hungerblümchen, und die Konstanz der Kleinarten war für ihn in Kulturversuchen im eigenen Garten nachgewiesen. JORDAN war gegen die Lehre DARWINs, vertrat die Schöpfungslehre. Diese Kleinarten sollten die von jeher beständigen Formen sein. Manche Arten sollten also nur Sammelarten ein, zerfielen in die zahlreichen als "Jordanons" bezeichneten Kleinarten. Florenwerke waren dann ganz anders zu schreiben. Viele lehnten diese "Artenmacherei" hier und anderswo ab. Aber es war sicherlich richtig und nötig, bei allen 'Naturkörpern' die nun einmal bestehenden Unterschiede festzustellen – sie konnten doch zu neuen Einsichten führen. Die unterscheidenden Merkmale bei den Kleinarten etwa von *Erophila verna* waren vielfach sehr diffizil, betrafen kleine Blatt-Unterschiede, ja selbst vergängliche Pigmentflecken. Andere Botaniker forschten gerade an *Erophila verna* weiter. ROSEN in Breslau, der ebenfalls zahlreiche Formen in Kultur nahm, fand sie in dessen Umgebung selbstfertil, nur selten von Insekten besucht, also durch ihre Selbstbefruchtung voneinander geschieden. Unterschieden hat ROSEN die Kleinarten von *Erophila verna* etwa durch das Längen- und Breiten-Verhältnis der Blätter. Aber eben auch Licht beeinflusste die Merkmals-Ausbildung.

Selbstbefruchtung galt auch für andere, später deutlich gewordene "Sammelarten" mit zahlreichen Formen, so bei *Taraxacum officinale*, *Alchemilla vulgaris*.

Zahlreiche **Kulturversuche** im Garten mit zahlreichen Arten von Blütenpflanzen über Jahrzehnte hinweg, seit 1855, also vor DARWINs Buch-Veröffentlichung, unternahm in Gießen der Botanik-Ordinarius HERMANN HOFMANN (W. E. ANKEL 1957, VON DENFFER 19, E. IHNE et al. 1892; 1869, 1887). Von erblich reinen Linien wurde nicht ausgegangen, die Ergebnisse, auch hinsichtlich von Umwelt-Faktoren waren demgemäß recht vielgestaltig. Viele Merkmale, bei den seit 1855 kultivierten Bohnen-Sorten (1869), bei gefüllter *Aster chinensis*, bei *Nigella damascena*, Alpenherkünfte von *Solidago virgaurea* u. a. (1887) behielten ihre Merkmale weitgehend in den Kulturen, so wie manche Arten fossil bis ins Tertiär

zurückverfolgt werden konnten. Hier war also DARWINs Evolutions-Hypothese nicht unbedingt anwendbar. Aber auch in gleicher Umwelt gab es immer auch abweichende Individuen, und gab es Zeugnisse für Zweifel an der abändernden Wirkung der Umwelt. Öfters fand sich Rückschlag. Bei *Tagetes patula* fand HOFFMANN bei ungenügender Ernährung bedeutende morphologische Veränderungen im Sexualapparat, die er als vererbbar sah – und somit als ”experimentelle Stütze” der DARWINschen Hypothese (1887, S. 773), der allerdings gar nicht so sehr auf der ’Vererbung erworbener Eigenschaften’ aufbaute. Bei der Wilden Möhre, *Daucus carota*, ließ sich eine Struktur-Änderung der Wurzel erzielen. Von manchen Arten meinte er, sie in verwandte andere überführt zu haben, so *Lactuca virosa* in *Lactuca scariola*, *Papaver setigerum* in *Papaver somniferum*. Gerade in der Gattung *Papaver* fand HOFFMANN ein Ineinanderfließen von Arten (s. F. FEDDE 1936). Andere Arten widerstanden solchen Überführungen. HOFFMANN, der für Experimente mit möglichst vielen Arten plädierte, Tausende durchführte, gewann also wenigstens zunächst ein recht vielgestaltiges, unsicheres Bild vom Artenwandel. Kam HOFFMANN nach eigener Bemerkung ”im Laufe der Untersuchungen allmählich der Speciesbegriff abhanden. Es giebt kein einziges durchgreifendes Merkmal dafür, keine scharfe Grenze. Ich erkenne jetzt (1881) nur noch Typen an, Form-Knotenpunkte im Flusse der Gestaltung, welche mehr oder weniger schwanken (variieren)” (zit. bei E. IHNE et al. 1892, S. (20)).

Zwischenformen, die den Paläontologen oft zu fehlen schienen, waren also ”zwischen” heutigen Arten, wenigstens in den genannten Fällen, vorhanden.

Der Breslauer Kryptogamen-Botaniker JULIUS MILDE (1867) hatte in großen **Herbarien**, in Berlin, St. Petersburg, Wien, Prag, Leipzig, zahlreiche Exemplare des über große Teile der Erde verbreiteten Farns *Osmunda regalis*, Königsfarn, untersucht. Etwa in den Fiederchen zeigten sich Unterschiede, waren anders am Cap in Südafrika als in Europa. Ähnliches brachte die Untersuchung des Farns *Cystopteris fragilis*. MILDE sah in diesen Variationen Beweise für die Darwin’sche Theorie (S. 156), wandte sich wegen der allgemeinen Variabilität gegen die unnötige Arten-Aufspaltung, da die bei manchen Botanikern unterschiedenen Arten auf Grund ihrer Entstehung zusammenhängen und ineinander übergehen, ”das keinem, der mit dem nöthigen Material hinreichend versehen ist, bei gewissenhafter Untersuchung verborgen bleiben” kann.

Wollte man feste Arten haben, mochte man MILDE zustimmen. Aber MILDE selbst hat in der Erforschung der Variationen bei Farnen einen Beweis für die DARWINsche Theorie gesehen, wenn auch für das, was später Mikroevolution hieß.

Für die Zieralgen, die **Desmidiaceae**, betrachtete der junge GEORG KLEBS

(1879) seine in ostpreußischen Gewässern gesammelten Formen die Variabilität. Während taxonomisch orientierte Forscher möglichst zahlreiche Arten aufstellten, suchte KLEBS die Verknüpfung von Formen, die Übergänge, die Möglichkeit der Vereinigung bisher nur getrennt betrachteter Typen, zu - der Ausdruck erscheint schon - "Formenkreisen" (S. 2), "Formenreihen". Eine Art-Abgrenzung würde die Kenntnis der vollständigen Lebensgeschichte der Typen voraussetzen.

Variationen im äußeren Bild der Lebewesen und daraus gegebene Auffassungen von der Evolution

Aus Beobachtungen, eigenen oder in der Literatur etwa der Paläontologen oder der Züchter mitgeteilten, auch wenig nachgeprüften, wurde zunächst versucht, die Vorgänge bei der Variabilität zu erfassen. Auch DARWIN handelte so.

Am auffälligsten waren **im äußeren Bild** erscheinende Variationen, also Blüten- oder Blatt-Merkmale bei höheren Pflanzen oder Hautfärbung bei Tieren. Untersucht wurde, so bei WALLACE (s. etwa 1891) auch die **Variabilität innerer Organe** und der **Lebensgewohnheiten**.

Die **Erblichkeit** oder Nichterblichkeit der Variationen war zunächst schwer nachzuprüfen, hätte in Hybridisierung ermittelt werden müssen, und wurde angenommen am ehesten aus der Konstanz der Merkmale über die Generationen. Aber bei gleicher Umwelt konnte Merkmalskonstanz auch durch die Außenwelt bedingt sein. DARWIN hatte einmal gemeint, daß wahrscheinlich die große Mehrzahl auch der kleinen Variationen bei den Nachkommen wiedererscheint. Wie begrenzt waren **einzelne vererbte Merkmale**? Etwa gemäß WEISMANN sollten einzelne Federn bei Vögeln oder räumlich begrenzte Zeichnungen auf Schmetterlings-Flügeln sich allein, **unabhängig** von anderen Merkmalen, **verändern** können, waren also durch eigene Erbanlagen bestimmt. Andererseits sollten sich Merkmale auch mit anderen gemeinsam verändern, also Korrelation vorhanden sein (**correlated variability**). Dann mußte mit der Entstehung eines nützlichen Merkmals vielleicht notgedrungen ein **neutrales** oder gar weniger nützliches Merkmal mit in Kauf genommen werden. Das erklärte möglicherweise auch Fälle, daß Organismen nicht vollendet angepaßt sind. Aber der gesamte Körper eines Lebewesens konnte sich ohnehin nicht in allen Teilen gleichzeitig verändern ohne Absterben. **Plötzlich auftretende größere Abänderungen**, "sports", aber schienen eher erblich zu sein als kleinere.

Manche Forscher sahen in der **Variabilität den nahezu einzigen Evolutionsfaktor**, demgegenüber die Selektion nur eine geringe, vor allem eine stabilisierende Rolle besitzt.

Von Morphologen wurde die Veränderung von Merkmalen oft recht salopp formuliert, so wenn RICHARD WOLTERECK 1905 (S.158) sagte, daß, bei der Herausbildung bestimmter Meeresringelwürmer, ein "zuerst pelagisch, dann benthonisch lebendes Geschöpf, das etwa einmal zu Ende des Larvenlebens in den Meeresboden eindrang, konnte einfach dadurch den Erwerb jener "Hauptcharaktere" anbahnen, daß es seinen äquatorialen, achtteiligen Wimperreif abwarf." Wieso aber wirft ein Tier einfach seinen "Wimperreif" ab, wie geht das? Jedenfalls nicht ohne Berücksichtigung der Erbanlagen? Genauso wurde bis in jüngste Zeit manchmal geschrieben, daß die Vormenschen im Kollektiv handeln mußten und so aus der Notwendigkeit der wechselseitigen Verständigung die Sprache aufkam. Ja wie? Kann ein Wesen einfach sprechen, weil es das muß oder will? Und wie steht es mit den anatomischen Voraussetzungen? Aber die bei den Vormenschen benutzten Laute müssen natürlich nicht so geformt gewesen sein wie sie von späteren Sprachen her, wohltonend auch in Polynisien, erscheinen.

"Abänderung" war auf jeden Fall komplizierter, als man einst manchmal las.

Allmähliche oder plötzliche Veränderung

Die Variationen besaßen **unterschiedliche Weite**. Bei den verschiedenen Forschern wurde den kleineren oder den größeren Variationen eine unterschiedliche Bedeutung im Evolutionsgeschehen zugemessen. Daraus leiteten sich unterschiedliche Auffassungen vom Evolutions-Prozeß ab, auch über seine Geschwindigkeit, theoretische Richtungen, die etwa als "**Gradualismus**" und "**Punktualismus**" bezeichnet wurden.

DARWIN hatte im wesentlichen mit einer **Umbildung der Arten in kleinen Schritten** gerechnet, über Variationen, die einzeln oft kaum beobachtbar sind. Fast war es wie das Erbe von NEWTONs Differentialen. Auch der Geologe HUTTON und LYELL hatten mit kleinen Abänderungen bei der Formung der Erdoberfläche gerechnet, fast, bei HUTTON, von Sandkorn zu Sandkorn. Zahlreiche Forscher gerade des 19. Jahrhunderts folgten der Ansicht DARWINs, also dem, was einmal auch allmähliche "Transmutation", **später "Gradualismus"** hieß, davon ausgehend wie von einem Axiom. In der Natur sollten gerade feinste Unterschiede, "the slightest differences" (zit. b. LOCK 1911), unterschiedliche Lebensfähigkeit mit sich bringen können und somit für die Evolution wichtig werden. Von Paläontologen aufgestellte Entwicklungsreihen bei Schnecken, den von M. NEUMAYR untersuchten *Paludinen* von Kos (1889), schienen den ganz allmählichen, den graduellen Wandel zu bestätigen.

Für die fortlaufende Evolution schien angemessen zu sein, daß sich neue Merkma-



Abbildung 112: Radieschen, marktgerecht im 21. Jh..

le durch **Summierung von Generation zu Generation** steigerten. Das sollte wichtig sein für die Züchtung, und wurde von vielen Züchtern auch angenommen, ja danach gearbeitet. Massenauslese schien die wichtigste Züchtungsmethode zu sein. Der spätere Genetiker TSCHERMAK (1958, S. 41) erlebte 1896 als Volontär in der Züchtungsfirma BERTRAM in Stendal, wie **Radieschen** zunächst in Mistbeeten herangezogen wurden und dann selektioniert wurde nach "Kurzlaubigkeit, charakteristischer Knollenfarbe und -form mit spontan ansetzender feiner, nicht verzweigter Wurzel", aber hier nicht in Individualauslese.

Größere Variationen, "sports", erschienen nicht nur DARWIN als das Gesamtbild der Evolution nicht wesentlich bestimmende Ausnahmen, aber waren für T. HUXLEY und GALTON immerhin auch gegeben.

Daß die **Evolution** wohl **ausschließlich** durch **sprunghafte Variationen zustandekommt** oder jedenfalls diese für die Evolution entscheidend sind, wenn es denn die Evolution überhaupt gibt, wurde im 19. Jahrhundert angenommen etwa von dem überhaupt an der Evolution zweifelnden Schweizer Paläontologen und Geologen OSWALD HEER (U. B. LEU 2009) und dem Anatomen ALBERT KÖLLIKER (s. a. M. NEUMAYR 1880). Sprunghaftes Neuerscheinen von Arten - das war auch die Ansicht der Katastrophisten gewesen, von CUVIER und seinen Nachfolgern und hatte für viele gegen die Evolution, die allmähliche natürliche Umbildung und eventuell sogar für Schöpfungsakte gezeugt. **Sprunghaftes Neuerscheinen** schien also mit **Evolution nicht vereinbar zu sein**, was die Evolutionsanhänger DARWIN gern allein zuwenden ließ.

Nach dem kenntnisreichen Paläobotaniker HEER **fehlten** in der Fossilabfolge, was auch andere Paläontologen meinten und auch vor DARWIN meinten, die von unten nach oben vermittelnden Zwischenformen, "Formen, die ein solches unmerkliches

Verfließen der Arten anzeigen" (1865, S. 599). Die Zeit des Veharrens der Arten müsse viel länger sein als die Zeit ihrer "Ausprägung". HEER verwies etwa darauf, daß die Laubbäume plötzlich und ohne Vorstufen in der Oberen Kreide erschienen. Der davon unterrichtete DARWIN setzte dem entgegen, daß die Entstehung der Dicotyledonen, also der 2-keimblättrigen höheren Blütenpflanzen, in einem begrenzten Areal entstanden sein könnten und sich dann über die Erde verbreiteten. Das begrenzte Entstehungs-Areal mußte nicht bekannt sein. Auch hier also wurde von DARWIN also mit einer weiten Migration sich durchsetzender neuer Arten argumentiert. Sicher bewiesen war das alles nicht. Etwa in einer Rede am 22. August 1864 meinte HEER gegen DARWIN, daß neue Formen in verhältnismäßig kurzer Zeit in Erscheinung traten. Auf Selektion ließen sich viele Eigenschaften der Lebewesen ohnehin nicht zurückführen, zumal in recht unterschiedlichen Erdgegenden auch dieselben Tiere vorkommen können. So schloß HEER (1865, S. 602) gar: "Es verbleibt daher für uns die Entstehung der Arten ein Geheimniß, ein Räthsel, an dem wir zwar herumrathen können, das aber seine volle Lösung in den uns bis jetzt bekannten Naturerscheinungen und durch Anwendung der jetzt geltenden Gesetze nicht gefunden hat," Nicht nur das Menschenherz, auch die Natur verkünde Gott.

KÖLLIKER entwickelte seine eigene Evolutionshypothese, die er die der "**Heterogenesis**" nannte. Zunächst eher abgelehnt, rückte diese Auffassung von der Sprunghaftigkeit der evolutionswichtigen Variationen im 20. Jahrhundert in den Vordergrund.

Die ersten Einwände: Der Swamping-Effect und die kaum denkbare Selektion von wenig abgeänderten Anfangsstadien

DARWIN viel Kopfzerbrechen bereitende Argumente brachten FLEEMING JENKIN (S. W. MORRIS 1994) und SAINT GEORGE MIVART vor. JENKIN (G. E. BARKLEY 2004) war der 1833 geborene Sohn eines Kapitäns und einer als Schriftstellerin hervortretenden Mutter und wurde Elektroingenieur, war beteiligt an Kabellegungen im Meer und übernahm 1866 den Lehrstuhl für Zivilingenieurwesen an der Universität London, wurde 1868 Professor für Ingenieurwissenschaft an der Universität Edinburgh. 1867 veröffentlichte JENKIN in der Zeitschrift 'North British Revue' seinen kritischen Artikel "Darwin and the Origin of Species". MIVART (J. W. GRUBER 2004) war in jugendlicher romantischer Hinwendung zum vermeintlich gegenüber der in Industrialisierung befindlichen Gegenwart zum Katholizismus übergetreten, konnte dadurch nicht wie gewünscht in Oxford studieren, bildete sich, auch unter OWENs Einfluß, zum Zoologen, der namentlich die Anatomie der Lemuren und der Primaten überhaupt sowie der Katze eingehend

untersuchte und darstellte. Dabei zunächst ein Anhänger DARWINs wurde er zuerst 1869 in einer katholischen Zeitschrift und dann in eigenen Werken zu dessen führendem Kritiker in England. Eine Evolution unter göttlichem Einfluß sollte aber bestehen, nur eben die Sonderstellung des menschlichen Geistes sollte bewahrt werden. Als MIVART vor Ende seines Lebens die Kirchenlehre unter stärkerer Einbeziehung der Wissenschaft zu ändern propagiert und vor allem die ewige Verdammnis der zur Hölle Verurteilten nicht mittrug, wurden ihm die Sakramente entzogen und er somit faktisch exkommuniziert.

JENKIN stellte die Ansicht THOMSONs von einer viel kürzeren Erdgeschichte vor, aber beide verwiesen vor allem auch darauf, daß einmalig oder bei wenigen Individuen auftretende Abänderungen sich nicht halten könnten, weil diese Individuen sich bei geschlechtlicher Fortpflanzung mit unveränderten paaren müßten. Dabei würde die Abänderung ausgedünnt, träte also der "**Swamping effect**" ein. DARWIN sah in JENKINs Kritik diejenige, die ihn am meisten zum Nachdenken anregte. Wie dann MIVART (s. 1871) ausführte, können kleine neue Variationen keinen Vorteil gegenüber unveränderten Artgenossen bringen, ließ sich also ein Durchsetzen der Anfangsstadien, der "**incipient stages**", von Variationen nicht begründen. Wenn der Hals der Giraffe zum Ergreifen der Blätter in der Höhe günstig ist, warum, fragte MIVART, ist das nur bei der Giraffe geschehen. Und bei der Ausbildung und Nutzung des längeren Halses mußte sich auch der Gesamtkörper der Giraffe ändern. Wenn sich die obere Lage beider Augen bei den Plattfischen in kleinen Schritten ausbildete, wie, fragte er, sollten die Zwischenstadien ausgesehen haben. Wie bildete sich schrittweise das komplizierte Säugen der Wale, die Fortbewegung der Seeigel, die Umbildung der Schweißdrüsen zu Milchdrüsen, die "Ratter" der Klapperschlange, die Ausbildung der Ohren, der Klettereinrichtungen bei Pflanzen? Eher hätten hier und vor allem wegen des Problems der Zeitdauer der Erdgeschichte größere plötzliche Variationen, GALTONs "sports", Erklärungschance.

Die 'natürliche Auslese' bestreite also bestenfalls ein zweitrangige Stelle. Die Moral gehe oft mit dem Nützlichen nicht konform.

Gott ließe sich in der Natur nicht nachweisen, aber das spräche nicht gegen seine Existenz, und die Wissenschaft wäre getrennt von der theologischen Schöpfung.

SAMUEL BUTLER, Enkel von DARWINs Schuldirektor in Shrewsbury schloß sich solchen Einwänden an und versuchte die Aufwertung von DARWINs Großvater ERASMUS (A. DESMOND et al, 1994, S. 718).

Richtungslosigkeit oder Grenzen der Variabilität

Bei DARWIN bestand bevorzugt die Auffassung, daß bei den Organismen Variabilität **nach den verschiedensten**, ja allen **Richtungen** möglich, Evolution ist somit "offen". Der Botaniker HOFFMANN, Göttingen, fand nach seinen zahlreichen Kulturversuchen mit verschiedensten Pflanzen-Arten, daß die Grenzen der Variation "a priori nicht zu bestimmen" sind, "sie müssen eben erlebt werden, und die Ueberraschungen nehmen kein Ende. Allgemeine Grundsätze lassen sich aber, wenigstens derzeit, nicht aufstellen" (zit. aus E. IHNE et al. 1892, S. (20)). WALLACE (1891, S. 118)) dachte an fortwährendes und reichliches Variieren bei jedem Organ und nach jeder Richtung, "welches ohne Frage bei jeder Generation der häufigeren Arten stattfindet und, sobald es erforderlich, vollauf Gelegenheit zur Bildung günstiger Abarten bietet; ..."

Aber es wurde auch gesehen: **Abänderungen** waren und sind **von den schon vorhandenen Eigenschaften bestimmt**, vorangegangene Merkmalsausbildung bringt "**evolutionäre Kanalisation**", STEBBINS Ausdruck von 1974 (zit. bei U. KULL 1983) vorwegzunehmen. Ameisen, wie manche primitiv gegen die Evolutionstheorie einwenden mögen, kann nie zu Zebras, ja nicht einmal zu Schmetterlingen führen. Lange, lange zurückliegend wurden hier die Weichen in eine bestimmte Richtung gestellt. Es gibt bei den verschiedenen Organismengruppen mehr oder weniger enge **Grenzen**, innerhalb derer sich allein die Variabilität entfalten kann. Es können in einem bestimmten Organismen nur bestimmte, von der Struktur des Organismus her mögliche Abänderungen auftreten. Es entstand auch deshalb in der Evolution Mögliches, nicht unbedingt Ideales. EIMER zog nach Beobachtungen über das Variieren der Mauereidechsen auf Capri die Schlußfolgerung, daß die **Variabilität** nicht regellos nach allen Richtungen möglich ist, sondern **von der Konstitution der variierenden Formen abhängt**. Auf Grund ihrer Vergangenheit, wie es der Botaniker OTTO PORSCHE 1905 (S. VII) formulierte, "kann" die Pflanze Merkmale, die sie brauchen würde, **nicht** ausbilden, "muß" andererseits manches ausbilden, "obwohl sie es **nicht** braucht." Der Spaltöffnungsapparat in der Form wie bei den Gymnospermen findet sich daher auch bei der zu den Angiospermen gehörenden *Casuarina*. Oder weiter formuliert (S. 88): "Ebensoschwer, wie die Pflanze den einmal erworbenen Apparat wieder los wird, ebenso unmöglich ist es andererseits einem Organ, das seiner ganzen Vergangenheit nach keine Veranlassung gehabt hat, diesen Apparat auszubilden, die Fähigkeit zur Ausbildung desselben zu erwerben, auch dann, wenn sie ihn infolge sekundärer physiologischer Umbildung braucht." Assimilationswurzeln können eben deshalb keine echten Spaltöffnungen ausbilden. Als "Erbstück" der Vergangenheit erscheinen Spaltöffnungsapparate andererseits auch, wo sie wie bei chlorophyll-losen Holoparasiten und Saprophyten oder untergetauchten Organen

von Wasserpflanzen (S. 90) keine Funktion ausüben können.

Bei den einzelnen Organismengruppen war im einzelnen zu prüfen, welche Variationen auftreten können, welche **Grenzen der Variabilität** gesetzt sind. Auch die in einer Vererbungssubstanz festgelegten Möglichkeiten mochten Weite und Grenzen der Abänderungen bestimmen, was im 20. Jahrhundert dann von vielen angenommen wurde, so von DE VRIES (1901).

Von **Variabilität in größerer Weite als gewöhnlich** vorhanden war, sprachen die Riesengeweihe der Riesenhirsche und in der Tiefsee verbergen sich die tollsten Monstrositäten. Aber vor allem die Züchter konnten aus Haustieren und Zierpflanzen monströs erscheinende Neuigkeiten herauszüchten, die in der Natur kaum überlebt hätten! Aber der Züchter konnte auch nur Potenzen freisetzen, die angelegt waren. Welche Bastarde lieferten manche Zierpflanzen. Oder die Riesenrettiche der Japaner. Goldfische, absurde Hunde, Geflügel mit meterlangen Schwänzen - es erschienen absurd wirkende Umbildung als möglich.

Persistente Formen und ihre Interpretation durch die Evolutionstheorien

Stehenbleiben von Entwicklung - Ungleichgeschwindigkeit in der Evolution

Von den gegenwärtig die Erde besiedelnden Organismen-Formen traten viele erst in jüngerer Zeit der Erdgeschichte auf. Manche Formen sind bereits aus weit zurückliegenden Perioden bekannt, so die Brachiopode bereits im Kambrium. Dem Stehenbleiben der einen Sippen steht also eine viel rascherer Umbildung in andere Formen gegenüber. Umgebildet hat sich aber offenbar immer nur eine Minderheit innerhalb der Arten und bei ihrer Ausbreitung die Masse bisheriger Formen verdrängt.

Umbildung, **Variabilität**, war eine **in den verschiedenen Gruppen** der Lebewesen ganz **unterschiedlich** vorhandene Eigenschaft, auch bei den fossil überlieferten Formen. Manche Gruppen von Lebewesen **änderten** sich rasch, **andere blieben über ganze Erdzeitalter unverändert**. Wurde über lange Zeiträume kaum Veränderung festgestellt, dann mochte gar an der Evolution Zweifel geweckt werden, wie wenigstens zeitweise bei dem Schweizer Naturforscher und vor allem auch Paläontologe OSWALD HEER, der meinte, daß sich gewisse Pflanzen über ganze erdgeschichtliche Perioden hinweg nicht oder kaum veränderten, jedenfalls die Wildpflanzen nicht über die letzten 3000 bis 4000 Jahre. Veränderungen gab es

bei den Kulturpflanzen unter dem Einfluß des Menschen. Die durch die damals überschaubare Erdgeschichte persistenten Formen wie die der zu den Brachiopoden gehörenden, heute in tropische und subtropische Meeren lebenden Gattung *Lingula* waren anscheinend von aller Evolution ausgeschlossen. *Lingula* gibt es seit dem Silur. Für Formen, die unverändert geblieben waren oder fossilen Formen wenigstens äußerlich sehr ähnlich aussehen, wurde der Begriff "lebende Fossilien" benutzt. Das Massenaussterben am Ende der Kreidezeit überlebten auch Pfeilschwanzkrebse/*Limulus*, die es seit dem Silur, vor etwa 450 Millionen Jahren gibt und heute noch 5 Arten aufweisen.

Der Begriff 'lebendes Fossil' wird manchmal sehr weitherzig angewandt. So wurden genannt die Quastenflosser und die Lungenfische, die Brückenechse, ja die Beuteltiere, ja afrikanische Großtiere.

Persistenz konnte als eine diesen Formen zugehörige Eigenschaft gesehen werden, gemäß G. JÄGER 1874, offenbar eine **in den Organismen**, in den Arten oder größeren Gruppen **angelegte Unterschiedlichkeit der Veränderung**. Es gab offenbar eine **in den Organismen**, in den Arten **angelegte Unterschiedlichkeit der Veränderung**, unterschiedlich auch in den verschiedenen Gruppen. Es wurde aber auch vermerkt, daß *Lingula* kaum plötzlich entstand, sondern andere Vorfahren hatte und diese sich also verändert haben. Dann wäre also erst in der Endform *Lingula* die Fähigkeit zur Variabilität zum Erliegen gekommen, aber angesichts ihrer eigenen Entstehung "ihre Persistenz ... also keine ewige und ursprüngliche Anlage" war (K. GUENTHER 1905, S. 119). ROSA hatte in den Stammeslinien abnehmende Variabilität sogar als 'gesetzmäßig' gesehen.

Solche persistenten Formen sprachen jedoch für DARWIN und die Selektionstheorie, aber konnten auch mit dem 'Lamarckismus' übereinstimmen. Ohne Umweltänderung war gemäß dem 'Lamarckismus' keine Abänderung zu erwarten. Aber Persistenz war vereinbar mit der Selektionstheorie weil angenommen werden konnte, daß diese **persistenten Formen** offenbar über die ganze Erdgeschichte hindurch oder jedenfalls seit langem **unter konstanten Umweltbedingungen** lebten, sie nie von neuartigen Feinden bedroht wurden, eine **Selektion** zugunsten eventueller Abweichungen **nicht stattfand**. Ohne Selektion gab es keine bleibenden Abänderungen. In der Formulierung von W. VON SEIDLITZ (1920, S. 15): "Die persistenten Typen müssen jedenfalls solchen Gegenden entstammen, wo ihnen niemals durch geänderte Lebensbedingungen eine Anpassung aufgezwungen wurde, also dauernden Festlands- oder Meeresräumen." Meistens treten als '**lebende Fossilien**' bezeichnete Arten auch auf dem Festland nur in begrenzten Territorien auf, leben also **in Rückzugsgebieten**, offenbar geschützt vor allzu vielen Feinden. Wegen ihrer begrenzten Areale sind **viele** solche Lebewesen '**Endemismen**'. Die gesamte höhere Tierwelt Australiens, viele der australischen

Pflanzen und nur in Neuseeland lebende Vögel, so der Kiwi, wurden als "lebende Fossilien" bezeichnet, Auch diese "lebenden Fossilien" sind jedoch kaum in allen ihren Eigenschaften stehengeblieben. Etliche sind gegen manche Umweltfaktoren sogar recht stabil, weniger anfällig als höhere Formen. Der Gingkobaum ist fossil schon alt, blieb nur, in Ostasien, in Kultur erhalten, aber er wird kaum von Schädlingen befallen und gilt als recht widerstandsfähig gegen Luftverschmutzung. Der in einem begrenzten Gebiet erst nach 1945 in Südost-China gefundene Mammutbaum *Metasequoia* wurde als schnellwüchsiger Forstbaum auch in Europa angepflanzt. Was hat den unter Menschenhand gar nicht 'degeneriert' wirkenden Bäumen den Verlust ihres Lebensraumes gebracht?

Die **Persistenz** in offenbar konstanter Umwelt sprach **gegen** eine den Organismen **innewohnende**, nicht mit den Faktoren DARWINs übereinstimmende die Progression erzwingende und steuernde '**Kraft**', das. jedenfalls anzunehmen für die persistenten Formen.

In Küstengebieten, **im Litoral**, mit ihren häufigerem Wechsel der Bedingungen, fand mehr Umbildung statt. Es wurde auch auf fehlende kosmopolitische Litoralformen verwiesen, durch ULLRICH (W. VON SEIDLITZ 1920, S. 15), wegen der größeren regionalen Unterschiede an Küsten gegenüber vermutlich der Tiefsee. Wo es keinen scharfen Wechsel in den Ablagerungen gibt, erscheint in der Tierwelt allmählicher Übergang,

Bedingungen der Variabilität

Gefragt wurde, ob **unter unterschiedlichen Bedingungen**, Variabilität unterschiedlich häufig und unterschiedlich stark auftritt. Es wurde gemeint, daß unter Kultur Variabilität stärker auftritt, daß abnormere Bedingungen, was Kulturbedingungen sein sollten, das Erbgefüge auflockern. DARWIN widmete ein umfangreiches Werk der Variabilität unter den Bedingungen der Domestikation bei Haustieren und Kulturpflanzen.

Schon 1866 hatte GREGOR MENDEL (in 1901, S. 53), der Entdecker der nach ihm benannten Vererbungsgesetze, auf Grund seiner Erfahrungen mit Gartengewächsen abgeleitet, daß die Ansicht nicht zutrifft, "dass die Stabilität der Arten durch die Kultur in hohem Grade erschüttert oder ganz gebrochen werde" und daß "die Entwicklung der Kulturformen als eine regellose und zufällige" hinzustellen wäre. Es wird dabei auf die Färbung der Zierpflanzen "als Muster der Unbeständigkeit hingewiesen." Aber es wäre "jedoch nicht einzusehen, warum das bloße Versetzen in den Gartengrund eine so durchgreifende und nachhaltige Revolution im Pflanzen-Organismus zur Folge haben müsse. Niemand wird im Ernste behaupten

wollen, dass die Entwicklung der Pflanze im freien Lande durch andere Gesetze geleitet wird, als am Gartenbeete." Typische Abänderungen würden auftreten beim Vorliegen bestimmter Bedingungen. In der Kultur würden allerdings wohl unter dem Schutz des Menschen manche Formen erhalten bleiben können, die in der freien Natur unterliegen. Auch WALLACE (s. 1891) betonte, daß es **auch in der Natur** viele und für die Evolution ausreichende Abänderungen gibt, also durch Kulturbedingungen die Variabilität nicht gesteigert wird.

Von Embryologen wurde erörtert, ob die am geborenen Organismus vorhandenen Abänderungen möglicherweise nicht die gesamte Variabilität darstellen, sondern es zahlreiche **Variationen auf frühen Keimstadien** gibt, die so wenig lebensfähig sind, daß sie ihre Träger schon im Keimstadium absterben. Möglicherweise sollten auf Keimstadien grundlegende Abänderungen auftreten, aber diese in fast allen Fällen verschwinden. Nur in ganz seltenen Fällen wären grundlegende Abänderungen am Leben geblieben und wären der Anfang neuer, stark abgeänderter Gruppen gewesen. Der Anatom und Embryologe W. HIS hatte Abänderungen auf frühen Stadien festgestellt und schrieb in der Festschrift für VIRCHOW, daß beim Menschen in den ersten 2 bis 3 Schwangerschaftsmonaten bis 22% der Früchte als Abortus ausgestoßen werden.

Manche größeren **Abänderungen** entstanden, und zwar immer wieder, unter dem Einfluß von **Parasiten**. Dieselbe Spezies eines Parasiten erzeugte stets dieselben Abänderungen. Das galt für die zahlreichen Formen von Gallen. Je nach induzierender Tierart und der induzierten Pflanzenart entstehen spezifische Gallenformen. Bei der Alpenrose (C. SCHROETER 1908) stellte LOEW fest, daß die Gallmilbe *Eriophyes alpestris* Nal. (= *Phytoptus alpestris* Thomas) eine Füllung der Blüten zustandebringt, wobei sowohl die Staubgefäße und Fruchtblätter in Blütenblättchen umwandelt werden und zudem eine Anzahl neuer Blütenblätter zustandekommt. Das war eine Umwandlung, die einer Art Eigenschaften anderer Arten aufprägte. In solchen wiederkehrenden, durch bestimmte Tierarten bewirkten Abänderungen ein Modell für Abänderungen in der Evolution zu sehen war allerdings zweifelhaft, obwohl auch solche Überlegungen angestellt wurden.

Bastardierung als Mittel der Erzeugung von Variabilität

Nicht die ständige Entstehung von wirklichen Neuheiten, sondern die wechselnde Kombination einer begrenzten Zahl von bleibenden Elementareigenschaften, also Bastardierung, wurde von manchem Forscher als Ursache der Formenvielfalt gesehen. Viele Blütenpflanzen in der Natur, die in ihren Eigenschaften zwischen zwei Arten zu vermitteln schienen, wurden gern als Bastarde gesehen. Eine Nachprüfung

erfolgte oft nicht. Über die Möglichkeit einer Konstanz wurde, schon wegen der Züchtererfahrungen, immer wieder gestritten.

WEISMANN war der Meinung, daß der Großteil der Variabilität auf der immer neuen Kombination der vorhandenen, von ihm nicht im einzelnen herausgelösten Erbfaktoren beruht, weshalb auch die Sexualität zwischen nahestehenden Formen, vor allem denen innerhalb einer Art, sich in der Organismenwelt durchgesetzt habe. Ständige Vermischung sollte der zu häufigen Entstehung zu wenig lebensfähiger Formen verhindern. Irgendwann mußten diese sich vermischenden Faktoren allerdings auch neu entstanden sein.

Die Wiederentdeckung der Mendelschen Gesetze und die Herausbildung der Genetik

Die Vorstellung über die Erbanlagen wurde gegenüber WEISMANN und jenen von DE VRIES von 1889 modifiziert durch die Wiederentdeckung und Akzeptierung der **Mendelschen Gesetze** und noch mehr deren Interpretation. Es gibt, wurde deutlich, und das war das Entscheidende, **einzelne, voneinander getrennte – diskrete Erbanlagen**, die im Kreuzungs-Experiment gesondert zu betrachten sind und die sich in ihrem "Herausmendeln", ihrem Wiedererscheinen bei Kreuzung erzielter Bastarde untereinander, wieder fassen lassen. Nicht allgemeine Betrachtung von Bastarden, sondern Analyse hatte zu dem Ergebnis geführt. Bastardierung nach Gesetzen geschieht, fand GREGOR MENDEL, der 1866 (S. 3) auch mit Blick auf Zierpflanzen: "Die auffallende Regelmäßigkeit mit welcher dieselben Hybridformen immer wiederkehrten, so oft die Befruchtung zwischen gleichen Arten geschah, gab die Anregung zu weiteren Experimenten, ..."

Im Jahre 1900 veröffentlichten CORRENS, DE VRIES, TSCHERMAK Arbeiten, in denen die von MENDEL gefundenen Gesetze oder Regeln als von diesen Forschern unabhängig erkannt wiederum mitgeteilt wurden. Wie schon 1889 meinte DE VRIES 1900 (S. 83), daß man "das Bild der Art gegenüber seiner Zusammensetzung aus selbständigen Factoren in den Hintergrund" treten lassen muß, daß diese Einzelfaktoren das für die Forschung das wichtigste Prinzip sind und er hat deshalb die Weitergabe von Einzelmerkmalen geprüft, Voraussetzung seiner Auffindung der Mendelschen Gesetze. DE VRIES hatte selbst gefunden, daß MENDEL zu gleichartigen Ergebnissen wie er selbst gelangt war und teilte das mit. DE VRIES sandte seine Arbeit an CORRENS, der zu gleichartigen Ergebnissen gekommen war. CORRENS erkannte die die ihm aus der Arbeit von DE VRIES bekannt gewordene Vorgängerrolle von MENDEL ebenfalls an und sandte ein Manuskript "G. Mendels Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der

Rassenbastarde" am 24. April 1900 an die Redaktion der "Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft". Der dritte als "Wiederentdecker" der MENDELschen Gesetze genannte ERICH von TSCHERMAK wird manchmal etwas weniger als solcher eingeschätzt.

CORRENS hatte mit Mais- und Erbsen-Rassen, seit 1896 auch mit Levkojen experimentiert. Zu seinen Kreuzungsexperimenten war CORRENS abgeregt worden, weil er das Phänomen der "Xenien" klären wollte. Die Erbsen zeigten die Xenien aber nicht.

TSCHERMAK war vor allem Kulturpflanzenforscher, der bei der Erbse/*Pisum sativum* überprüfte, ob DARWINs Behauptung von der günstigen Wirkung der Fremdbefruchtung zutrifft. Dabei fand er für verschiedene Merkmale unterschiedliche "Vererbungspotenz" und stellte für das Verhältnis dominierender zu rezessiver Ausbildung der Merkmale das Verhältnis 3 : 1 fest (E. v. TSCHERMAK 1900).

Daß die MENDELschen Gesetze Gültigkeit für alle Organismen haben, wurde zuerst nicht behauptet. Noch um 1910 erlebte der damals sein Studium beginnende spätere Pflanzenzüchter HANS KAPPERT (1978, S. 13): "An der Allgemeingültigkeit, wie sie Naturgesetzen zukommt, glaubten auch unter Vererbungsforschern nur Optimisten." Am weitesten ging von Anfang an DE VRIES, der meinte, daß das "von Mendel für Erbsen" gefundene Spaltungsgesetz der Bastarde... im Pflanzenreich eine sehr allgemeine Anwendung findet und dass es für das Studium der Einheiten, aus denen die Artcharactere zusammengesetzt sind, eine ganz principielle Bedeutung hat" (DE VRIES 1900, S. 215). CORRENS glaubte damals und in der folgenden Zeit, daß sich die MENDELschen Gesetze nicht bei allen Bastardierungen bestätigen lassen. Dabei erwähnte er wiederum jene Gattung *Hieracium*, die schon MENDEL an der allgemeinen Gültigkeit seiner Gesetze zweifeln ließ. Für *Hieracium* und auch einige andere Korbblütler wurde namentlich durch die dänischen Botaniker OSTENFELD und RAUNKIÄR und den schwedischen Botaniker ROSENBERG (A. LANG 1914) ungeschlechtliche Vermehrung, Apogamie, nachgewiesen wurde, und kam es nicht zu Kreuzungen.

Es wurde zuerst mit einer relativ begrenzten Zahl von Erbfaktoren gerechnet. Wenigstens sollte nur eine begrenzte Zahl beachtet werden müssen. Es wurde, bei DE VRIES wie bei BAUR und anderen, auf eine "**Stöchiometrie**" der Organismen gehofft. Bei DE VRIES hatte es 1889, (1920, S. 9) etwa geheißen, daß trotz fast unanalysierbar erscheinenden Komplexität der Organismen "eine im Verhältniss zur Artenzahl geringe Anzahl von einheitlichen erblichen Eigenschaften ausreicht. Jede Art erscheint uns bei dieser Betrachtungsweise als ein äusserst komplizirtes Bild, die ganze Organismenwelt aber als ein Ergebnis unzähliger verschiedener

Kombinationen und Permutationen von relativ wenigen Faktoren.“ Kennte man alle ”Pangene“, könnte man jedem Organismus so etwas wie eine chemische Formel zuschreiben (T. J. STOMPS 1931). Unter Beachtung der weitgehend bekannten Erbfaktoren sollten bewußt Kombinationen aufgebaut werden. TSCHERMAK stellte Tabellen auf, auf Grund derer der Kombinationszüchter gewünschte Sorten schaffen sollte.

BATESON, der schon Kreuzungsversuche durchgeführt hatte (s. oben), fand mit Miss E. R. SAUNDERS (M. R. S. CREESE 2004) 1902 Vererbung gemäß MENDEL bei Kreuzungen in den Gattungen *Lychnis*, *Atropa*, *Datura*. BATESON erfaßte rasch die Wichtigkeit der Mendelschen Gesetze und führte wichtige Termini ein.

BATESON nahm an, daß es von jedem Erbfaktor nur 2 Zustandsformen gibt, nämlich ”vorhanden” und ”abwesend”, was als die ”**Presence-Absence-Hypothese**” bezeichnet wurde. Das auffälligere, ja dominante Merkmal sollte das bei Presence sein. Wie aber konnte dann ein Organismenwelt aussehen, bei der alle Wesen nur das Merkmal ”Absence” trugen?

Zunächst an wenigen Arten festgestellt, wurde die Gültigkeit der Mendelschen Gesetze bei einer zunehmenden Zahl von Organismen überprüft. Unter den **Pflanzen** prüfte H. NILSSON bei *Lappa*/Klette 1910, E. BAUR immer wieder bei *Antirrhinum*, HAGEDORN bei *Digitalis*-Arten (1911), WICHLER bei *Dianthus*-Arten, ROSENBERG bei *Drosera*, EAST bei Tomaten-Arten (A. LANG 1914). An **Tieren** wurden die MENDELschen Gesetze geprüft durch ARNOLD LANG (1914, S. 88/89) in bis 1914 über 15 Jahre währenden Kreuzungsversuchen bei Schnirkel-Schnecken, bei der von LANG *Tachea nemoralis* genannten und nunmehr als ***Cepaea nemoralis*** geführten Art. Das bei den Schnecken-Kreuzungen beachtete Merkmal war die Bänderung,, der bei den einzelnen Individuen zwischen keinen und 5 dunklen Bändern. Wie sich erwies lassen Hemmungsfaktoren die Bänderzahl weniger als 5 werden oder die Bänderung fehlt völlig und die Schale ist hellgelb. Viel spätere Forschungen anderer (F. A. SCHILDER 1952, S. 95 ff.) haben die Verteilung der verschiedenen Bändervarianten von *Cepaea hortensis* in Mitteleuropa räumlich und in Biozönosen untersucht und *Cepaea* wurde da ein Musterobjekt biogeographischer Forschung. CUENOT kreuzte bei **Mäusen**. Fanden sich Abweichungen von den Mendelschen Regeln gab es bald einleuchtende, diese Gesetze bestätigende Gründe.

Die von den verschiedenen Forschern unter Beachtung der MENDELschen Gesetze durchgeführten Kreuzungen erbrachten bald auch Unterschiede in den Ergebnissen. DE VRIES war zuerst überzeugt, daß in der 1. Bastardgeneration (F1) von den beachteten Merkmalspaaren das Merkmal des einen Elternteiles stets domi-

niert. CORRENS fand auch Merkmalspaare, bei denen die Bastarde eine Mittelbildung aufwiesen, sich also **intermediäre** Merkmalsausbildung ergab. Eine Zeit lang wurde diskutiert, ob **diskontinuierliche und intermediäre Vererbung** zwei verschiedene Arten der Vererbung sind (A. LANG 1911).

Gerade CORRENS (1900 / 1924, S.16) führte bald Kreuzungen durch, bei denen er **zwei** sich unterscheidende **Merkmalspaaren** bei der Kreuzung und ihrer Weitergabe beachtete. Es ließ sich die schon von MENDEL angenommene Unabhängigkeit der Merkmale bestätigen und ergab sich, "dass die verschiedenen möglichen Combinationen so häufig vorkommen, wie es die Wahrscheinlichkeitsrechnung verlangt; wenn ihr Zustandekommen nur vom Zufall abhängt."

Gerade CORRENS fand weitere Abweichungen von den MENDELschen Gesetzen, die aber auf dem Boden der MENDELschen Gesetze erklärt werden konnten und diese daher bestätigten. Einige **Vermutungen der Anfangszeiten** wurden durch verschiedene Vererbungsforscher **korrigiert**, so: Die Mendel-Verhältnisse gelten nur bei **Kulturorganismen**. Die Einbeziehung zahlreicher Wildformen in die Kreuzungsversuche widerlegte das. - Es "**mendeln**" **nur geringfügige Merkmale**. Nur gewisse äußere Merkmale ließen sich im Kreuzungsexperiment testen. Ein Wirbeltier mit einer wirbellosen Art ließen sich nicht kreuzen und damit blieb natürlich offen, ob das Merkmal 'Wirbelsäule' ebenfalls auf mendelnden Genen beruht. Es wurde dann ad hoc angenommen, daß alle Merkmale gemäß dem Mendelschema vererbt würden. -Hinsichtlich der **Evolution der Erbanlagen** meinte CORRENS zunächst, daß die phylogenetisch jüngeren Merkmale grundsätzlich rezessiv sind, die phylogenetisch älteren dominant. Diese Ansicht ließ sich nicht aufrecht erhalten.

Aus dem Erbgang nach dem MENDEL-Schema ergab sich, daß **Erbanlagen von verschiedenen Merkmalspaaren**, die also nicht Allele sind, in neue bleibende Kombinationen treten können, Kreuzung, was bisher umstritten war, kann also **konstante** neuartige **Bastarde** hervorbringen, nur nicht in jedem Fall.. Das war vor allem das Signal an die Züchter, **Kreuzung als Züchtungsmethode** einzusetzen, also Hybridzüchtung zu betreiben. Es war zu bedenken, daß bei Kreuzungen von Partnern, die sich durch zahlreiche verschiedene Allele auszeichneten, eine solche Fülle von Kombinationsmöglichkeiten einstellen mußte, daß einzelne Faktoren nicht mehr zu unterscheiden waren. Dann gab es eben auch das Bild, daß ein Bastard eine Neuheit war und seine Merkmale mehr oder weniger konstant vererbte. Das traf zu für Bastarde zwischen verwandten Arten. BAUR wies 1910 (zit. b. H. KAPPERT 1978, S. 20), daß auch **bei Artbastarden die Mendel-Spaltung** stattfindet, indem er "eine eosinfarbene Kultursippe von *Antirrhinum majus* mit der fuchsin-farbig blühenden Wildart *A. latifolium*" kreuzte. Die Bastardpflanze blühte fuchsin-farbig, war ansonsten ein intermediärer Artbastard. In

der F2 erschien für die Blütenfarbe die typische Mendelspaltung, die also für die Blütenfarbe galt, während ansonsten der Bastard intermediär blieb. BAURs (so zit. b. H. KAPPERT 1978, S, 20) Schlußfolgerung war, "daß das scheinbare Ausbleiben der Spaltung nur eine Folge der komplizierten genetischen Natur der an der Artkreuzung beteiligten Merkmale war, aber nicht die Folge eine grundsätzlich anderen Erbverhaltens sei." Erbfaktoren in einer Vererbungssubstanz, wie aus den Vererbungsergebnissen abgeleitet, galt also für alle Merkmale. Es waren aber zahlreiche verschiedene, an verschiedene Loci gebundene Merkmale auch dauerhaft neu kombiniert worden. In der Nachkommenschaft eines Bastardes aus sich in zahlreichen Merkmalen unterscheidenden Eltern gab es also eine Fülle von Formen. Unter ihnen konnten erfolgreich auch konstante neue Formen ausgelesen werden. Bastardierung erwies sich als eine Quelle von Variabilität. Viele in der Natur auftretende **neuen Formen bis hin zu Arten** waren nicht durch gerade erfolgte Mutation entstanden, sondern durch Neukombination bereits vorhandener, was als **Rekombination** bezeichnet wurde. Dieser Begriff ersetzte den auf anderer, hinsichtlich der Erbfaktoren auf viel unbestimmterer Grundlage geschaffenen Terminus "Amphimixis". Die durch Rekombination immer wieder erzeugte Formenvielfalt mit immer wieder einmal auch neuen konstanten Bastarden wurde nun Material der Selektion, in der freien Natur ebenso wie auf dem Versuchsfeld des Pflanzenzüchters (E. v. TSCHERMAK 1905). In der Pflanzenzüchtung wurde erkannt, daß bei **Kreuzungen manches Unerwartete** auftreten kann und deshalb zunächst nicht ins erwarteten Bild Passende nicht vorschnell vernichtet, sondern erhalten, weiter angebaut werden sollte. Es kam zur Methode der '**Ramsch-Züchtung**' (T. ROEMER et al. 1938). Es gelte auch zunächst nicht benötigte Kreuzungen in Reserve zu halten, um bei neuen Anforderungen, so bei unerwarteten Krankheiten, für neue Sorten Material in Reserve zu haben.

Daß nicht nur morphologische, sondern auch **physiologische** Merkmale sich gemäß dem Mendel-Schema verhalten fand TSCHERMAK (1902, S, 818) für das Merkmal "**Blütezeit**". Durch GASSNER wurde jedoch etliche Jahre später gezeigt, daß ein Kältereiz im Frühjahr 2-jähriges Getreide entgegen dem üblichen Verhalten noch im gleichen Jahr zur Blüte führt.

Ebenfalls ausgehend von zuerst fast zufälligen Beobachtungen fanden W. W. GARNER und H. A. ALLARD (1920, 1923) in den USA, daß das Auftreten von Blüten an Pflanzen, der Übergang von der vegetativen zur reproduktiven Phase in der Entwicklung einer Pflanze, je nach Art oder Sorte von der Tageslänge bestimmt wird, also ein **Photoperiodismus** besteht. Nur bei Belichtung über etwa 12 Stunden blühen die nach der Terminologie von GARNER und ALLARD von 1923 **Langtagspflanzen** / Long-day Plants, die nur bei geringerer Belichtungsdauer die **Kurztagspflanzen** / short-day Plants; dazu fanden sich **tagneutrale** Pflan-

zen, potentielle Immerblüher. Das Merkmal "Blütezeit" wird also wenigstens bei vielen Pflanzen nicht als solches vererbt, aber als Reaktionsnorm. Eine normalerweise 2-jährige Pflanze, die also im Herbst ausgesät wird und keimt, jedoch erst im nächsten Jahre zu Ähren kommt, hatte GARNER wie eine einjährige Pflanze zur Entwicklung gebracht.

Ein nicht unbedingt lebenslang bleibendes Merkmal ist die **Blütenfarbe**, vererbbar und variabel. Der Genetiker und Pflanzenzüchter Sir ROWLAND HARRY BIFFEN (F. L. ENGLEDDOW 1993) wies 1903 die Erbllichkeit von **Resistenz** gegen Gelbrost (yellow rust) bei Weizen nach und konnte durch Einkreuzen rost-resistenter Sorten bisher anfällige Sorten verbessern. BIFFEN erweiterte also ohne grundsätzliche Neuentdeckung den Geltungsbereich der Mendel-Genetik und stellte als einer der ersten, wenn auch nicht ohne Vorläufer, die Pflanzenzüchtung auf eine neue Grundlage. In die Vererbung waren einzubeziehen solche im äußeren Aussehen nicht sichtbaren Merkmale wie unterschiedliche Vitalität, Letalität, Sterilität.

Abänderungen, offensichtlich umweltinduzierte Abänderungen und der Streit um die "Vererbung erworbener Eigenschaften"

Was sind 'erworbene Eigenschaften' - Grundsätzliches, Definitionen, Termini

Der Streit um die "Vererbung erworbener Eigenschaften" durchzieht die Biologie durch die Jahrhunderte und dann namentlich die Evolutionstheorie. Im Interesse einer zusammenhängenden Betrachtung soll deshalb hier ein Überblick über die Jahrhunderte gegeben werden, auch mit Durchbrechung des chronologischen Textes.

Es war gewiß einer der großen Fortschritte in der Evolutionsbiologie und auch der Vererbungsforschung die seit Jahrhunderten kaum in Zweifel gestellte "Vererbung erworbener Eigenschaften" erst einmal zu widerlegen, auch wenn es am Anfang des 21. Jh. wieder manche andere Ansicht gibt.

Um das unter der Genetik zu Sagende hier schon darzulegen: Abänderungen können sein erbliche neue Mutationen, herausgemendelte rezessive Eigenschaften, Kreuzungsprodukte, potentiell im Lebewesen vorhandene, also innerhalb der ererbten Reaktionsnorm liegende Modifikationen, als bisher vielleicht nicht bekannte Phänotypen auf der Grundlage eines bleibenden Genotypus, können sein. Entstel-

lungen der Pflanzengestalt durch unbekannt, ja ungeahnte Parasiten. **Was ist nun wirklich 'neu', 'erworben'?** Wenn einem Menschen die Arme und Beine abgeschossen oder abgehackt werden, dann war das im Entwicklungsprogramm dieses Wesens 'neu', nicht vorgesehen. Auf die Verstümmelungen wird im Rahmen der erblich angelegten Wundheilung reagiert. Wie ist es, wenn Nahrungsmangel oder Nahrungsüberschuß das Aussehen von Rindern stark beeinflussen und verändert Trockenheit oder starke Feuchtigkeit die gewohnte Pflanzengestalt verändern? Geschieht es nicht im Rahmen der erblich angelegten Möglichkeiten? Die Klärung der Begriffe war einst nicht erfolgt und was auch erst mit der Begründung der Genetik möglich.

So bestand eben die unbestimmte Vorstellung, daß Lebewesen während ihres Lebens, ihres Individuallebens, neue Eigenschaften annehmen können, aufgeprägt von der Umwelt oder bei LAMARCK gar durch Wunschverhalten. Wurde diese als neu 'erworben' angesehenen Eigenschaften an die Nachkommen weitergegeben, dann war das die von vielen kaum hinterfragte 'Vererbung erworbener Eigenschaften'. Das 1. Auftreten von neuen 'erworbenen Eigenschaften' und 2. ihre Vererbung sind 2 verschiedene Dinge, die nicht unbedingt zusammengehören, aber die man eben verband.

Und das Wunder, welches mit angenommen wurde: Es löste die Umwelt nicht nur irgendwelche vererbaren **Abänderungen** aus, also Umwelt, wie die von DARWIN stark beachtete Domestikation, erhöhte Variabilität, solche Abänderungen konnten auch **adaptiv** sein, **waren Anpassungen** an die auslösenden Umweltbedingungen. Bräunung der Haut des Menschen in sonnenscheinreicher Umwelt erschien etwa als eine neue, nicht schon irgendwie angelegte Eigenschaft. Was da im Organismus an Geschehen zu vermuten war, lag völlig dunkel. Wurden Neuheiten, gar der Gliedmaßenverlust, vererbt, mußten neue Formen entstehen, fand Evolution statt. Wurde das widerlegt, so verlor die Evolutionsbiologie eine oft grundlegende Annahme von "Variabilität". Manchmal wurde argumentiert, daß ohne "Vererbung erworbener Eigenschaften" die Evolution und auch andere biologische Phänomene keine Erklärung haben. Dieses Argument benutzte also das **Ausschließungsprinzip**, der Anerkennung einer Auffassung auf Grund fehlender Alternativen. Das wurde auch für die Evolution insgesamt angeführt. Der Erklärungswert der Hypothese von der "Vererbung erworbener Eigenschaften" macht ihre breite Akzeptanz bis in das späte 19. Jh. und bis in die Mitte des 20. Jh. mit verstehbar. Mit der Widerlegung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" war eine wesentliche Präzisierung der Vorstellungen über evolutionswirksame Abänderungen möglich. Jede **Widerlegung von falschen Auffassungen**, so die der Metall-Transmutation der Alchemisten oder des Perpetuum mobile, ist in der Entwicklung der Wissenschaften, hier des ektogenetischer Determinismus

(J. KÄLIN 1959), natürlich **ein Fortschritt**, fast wie eine Neuentdeckung. So war die Widerlegung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" eine wesentliche Voraussetzung für die Evolutionstheorie des 20. Jh.

Die vermeintliche "Vererbung erworbener Eigenschaften" wurde im Laufe der Zeit unterschiedlich benannt. Etwa WEISMANN benutzte den Terminus "somatogene Vererbung", dem im Englischen der Terminus "somatic inheritance" entspricht. Weit angewandt war im 20. Jh. der Terminus "Lamarckismus". Dieser Terminus ist jedoch sehr unglücklich. Er berücksichtigt nur einen Teil der Ansichten von LAMARCK. Er kam offenbar in Gebrauch, weil die Ansichten LAMARCKs in ihrer Gesamtheit nur noch wenigen Spezialisten bekannt waren. Weitere unterschiedliche Termini wurden benutzt auf Grund unterschiedlicher Auffassungen über das, was im Falle einer "Vererbung erworbener Eigenschaften" vererbt werden sollte. Der deutsche Paläontologe OTTO HEINRICH SCHINDEWOLF sprach um 1950 nur dann von "Lamarckismus" oder "Lamarckismus" im engeren Sinne, wenn LAMARCKs Ansicht gemeint war, daß Tiere im Laufe ihres Lebens neue "Bedürfnisse" ausbilden können und diese im Gefolge dessen vererbte Abänderungen ausbilden. Diese Ansicht galt namentlich im "Psycholamarckismus". SCHINDEWOLF hing dieser Ansicht nicht an. Für durch Umweltfaktoren, also Klima und Nahrung, vermeintlich neu aufgeprägte und vererbte Eigenschaften benutzte SCHINDEWOLF den Terminus "Buffonismus". Allerdings hat keinesweges nur BUFFON in der zweiten Hälfte des 18. Jh. diese nach ihm benannte Auffassung vertreten. Der US-amerikanische Paläontologe EDWARD DRINKER COPE nannte die von ihm für möglich gehaltene "Vererbung erworbener Eigenschaften" durch veränderte Umweltbedingungen "Physiogenesis".

Die Definition der "Vererbung erworbener Eigenschaften" hat in Deutschland der Tübinger Botaniker und Evolutionsbiologe WALTER ZIMMERMANN um 1938 einer weiteren Klärung zugeführt. Die seit 1927 bekannt gewordenen "induzierten" erblichen Abänderungen durch energiereiche Strahlung wie Röntgenstrahlen oder radioaktive Strahlung und jene hervorgerufen durch etliche Chemikalien, sollten nicht zur "Vererbung erworbener Eigenschaften" im engeren Sinne gehören, da sie Folge direkter Veränderung der Vererbungssubstanz in den Keimzellen erschienen. Von "Vererbung erworbener Eigenschaften" sollte gesprochen werden, wenn eine Abänderung zuerst ausschließlich den Körper, das "Soma" (A. WEISMANN), betrifft und von dieser somatischen Veränderung aus die Keimzellen beeinflußt werden, beeinflußt in der Weise, daß Nachkommen dieselbe Abänderung zeigen.

Der "Glaube" an die "Vererbung erworbener Eigenschaften" vor 1883 und sporadische Zweifel

Die kaum bezweifelte Annahme der "Vererbung erworbener Eigenschaften" erklärte einst sowohl die Entstehung der verschiedenen Menschenrassen von einem Stammpaar wie auch die Bildung neuer intraspezifischer Taxa, also der Rassen, Sorten, "Spielarten" innerhalb anderer Spezies, ob bei Haustieren, Kulturpflanzen, Wildformen (u. a. C. ZIRKLE 1936). Etwa der Göttinger Naturforscher JOHANN FRIEDRICH BLUMENBACH meinte 1790, daß die Vererbung "erzwungener" Abänderungen, so der bei manchen Völkern gebräuchlichen Verformung der Kopfgestalt von Kleinkindern, durch so viele Beispiele belegt sei, "als man nur für eine solche Sache, die sich nicht durch absichtliche Versuche geradezu erweisen läßt, verlangen kann". Aber die Vererbung war nicht erwiesen, nicht erforscht worden. Immerhin hat BLUMENBACH systematische Experimente als immerhin wünschenswert erachtet,

Für manche Abänderung schien andererseits vorangegangener Außeneinfluß jedoch nicht notwendig gewesen zu sein. So verwies der Braunschweiger Naturforscher EBERHARD AUGUST WILHELM ZIMMERMANN 1778 (S. 105) auf die plötzlich entstehende, erbliche menschliche Hautabnormitäten des "Stachel-schweinmannes", die von innen heraus käme. Der englische Anatom CHARLES WHITE nahm 1799 Beständigkeit der Menschenrassen gegenüber den verschiedenen Klimaeinwirkungen und Ernährungsbesonderheiten an. BLUMENBACH erwähnte 1798, daß bei manchen Völkern die Beschneidung der Vorhaut des Penis des Mannes und das Ausraufen des Bartes zwar jahrhundertlang ausgeübt worden sind, aber Vorhaut und Bart im Verlaufe der Generationen sich nicht einmal verkleinerten. Kritisch gegenüber der "Vererbung erworbener Eigenschaften" wurden nach 1800 manche der ohnehin wenigen Tier- und Pflanzenzüchter, und bei ihnen spielte praktische Erfahrung mit. DAVID HUMPHREY in den USA schrieb 1813 an die Royal Society in London über die Geburt eines kurzbeinigen Schafes in einer Herde normaler Schafe, und Außeneinwirkungen für die Entstehung dieses "Ancon"-Schafes konnte er nicht erkennen. HUMPHREY vermutete als Ursache dieser Abweichung "some inherent quality of blood". Nach ALBRECHT DANIEL THAER, führender Agrarwissenschaftler, waren die der Arche Noah entstiegene Tiere anschließend durch Klima und Nahrung in den verschiedenen Weltgegenden zu verschiedenen Rassen ungeformt worden, aber das keineswegs rasch. Von der Außenwelt beeinflussbare Eigenschaften wären nur Nebenmerkmale. Aber zu einer bestimmten Größe oder Stärke kämen Tiere nur infolge innerer Disposition. Auch auf einem Kartoffelacker hätten die verschiedenen Knollen trotz weitgehend gleichartiger Umwelt vielfach unterschiedliche Disposition und wären somit von Natur aus unterschiedlich (A. D. THAER 1806, S. 320), gemeint: Unterschiede von der

inneren Natur her. Getreidezüchter wie der Schotte SHIREFF hatten die Erfahrung gemacht, daß neue konstante Rassen von Weizen sich von einem einzigen abgeänderten Individuum herleiteten, das nicht in einer einzigartigen und von den anderen Pflanzen abweichenden Umwelt aufgewachsen war.

Explizite **Zweifel** an der "Vererbung erworbener Eigenschaften" wurden dann eher in Randbemerkungen geäußert, die keine umfassende Diskussion auslösten. Der Leipziger Anatom WILHELM HIS verwies 1874 (S, 158) auf das erforderliche Neuerlernen der Sprache bei jedem Menschenkinde und auch auf die Nichtvererbung der Beschneidungsfolgen und meinte durchaus eindrucksvoll: "Solchen Erfahrungen gegenüber kann die Handvoll Anekdoten, welche man zu Gunsten der Vererbung individuell erworbener Eigenschaften angeführt hat, nicht aufkommen." HIS verfolgte das Problem nicht weiter. In ähnlicher Weise erwähnte EMIL DU BOIS-REYMOND 1881 die Nichtvererbung von Pockennarben und der künstlich verkrüppelten Füße der Chinesenfrauen.

"Vererbung erworbener Eigenschaften" bei DARWIN und im Umkreis von DARWIN

DARWIN selbst hatte viel von der Artenumbildung zuerst vor allem in endogen, innerhalb der Organismen liegenden Ursachen, vermutet. Umwelt sollte auf Organismen jedoch auflockernd wirken und Umbildung anregen, aber **keine spezifischen Anpassungen** an die Umwelt induzieren. Unter dem Eindruck einiger Argumente verschiedener Kritiker räumte DARWIN in den letzten Jahren seines Forscherlebens der "Vererbung erworbener Eigenschaften" wieder größeren Raum ein, deutlich in der 6. Auflage seines Werkes "On the Origin of Species..." 1872. Es gab anscheinend für die 'Vererbung erworbener Eigenschaften' sprechende Zeugnisse, die DARWIN beeindruckten. DARWIN zitierte 1868 METZGER, der festgestellt haben wollte, daß von Amerika nach Europa überführter Mais sich in nur 6 Generationen einer schon in Europa angebauten Maissorte anglich, also sich im europäischen Klima erblich veränderte. DARWIN schrieb (S. 355), das wäre "das merkwürdigste mir bekannte Beispiel der directen und sofortigen Einwirkung des Clima's auf eine Pflanze". Es hätte allerdings gefragt werden müssen, ob nicht starke Auslese bestimmter Individuen im europäischen Klima dasselbe Ergebnis zustandebringen konnte. DARWIN war auch beeindruckt für auf der Insel Kos von NEUMAYR in einer Fossilabfolge von Schalen der Schnecken-Gattung Paludina festgestellte und schließlich als bliebig anerkannte Abänderungen. DARWIN (zit. bei O. ABEL 1929, S. 36) schrieb am 9. März 1877 an NEUMAYR, daß er beeindruckt von dessen 'wunderbarem Werk' und "Daran läßt sich jetzt nicht zweifeln, daß Speziez durch die direkte Wirkung der Umgebung bedeutend mo-

difiziert werden können ...”, wobei er damit hier Artneubildung meinte. Im Falle von Mais und Schneckenschalen schienen Tatsachen für die 'Vererbung erworbener Eigenschaften' zu zeugen. Ein Argument aber schien damit auch eine Lösung zu finden. Der ansonsten als Ingenieur und Elektrophysiker tätigen FLEMING JENKIN hatte vorgebracht, daß einzelne abgeänderte Individuen einer Species ihre Abänderungen nicht weitervererben können, da bei sexueller Vermehrung einzelne abgeänderte Individuen sich mit unveränderten paaren müßten und bei den daraus entspringenden Nachkommen die Abänderung "ausgedünnt" wird. Im Laufe mehrerer Generationen müßte eine einzeln aufgetretene Abänderung so wieder verschwinden. Dieser vermeintliche "swamping effect" hat sehr zum Nachdenken angeregt, aber erst um 1900 gab es eine Lösung durch die Vererbungsforschung, aufbauend auf den Mendelschen 'Gesetzen' (s. u.). DARWIN reagierte seinerzeit auf JENKINs Einwurf, daß er nunmehr nur noch solche Abänderungen als für die Evolution geeignet ansah, die bei vielen Individuen einer Art so gut wie gleichzeitig auftreten. Dann konnten sich gleichartig abgeänderte Individuen paaren. Gleichzeitige gleichartige Abänderung zahlreicher Individuen einer Species durfte angenommen werden, wenn der Bestand einer Spezies unter gleichartige neue Umweltfaktoren geriet und viele Individuen darauf in gleicher Weise reagierten.

Mit den aus allen Körperteilen in die Keimzellen strömenden 'Gemmulae' oder 'Pangene' schien für DARWIN (s. oben) eine Übertragung von Abänderungen durch Umwelteinfluß erklärbar zu sein. Gab es in irgendwelchen Körperteilen induzierte Abänderungen, wären die von dort kommenden Gemmulae betroffen worden und würden die Information von der Abänderung in die Keimzellen einbringen. Der 1882 gestorbene DARWIN kam hier also auf Wege, die nicht die spätere neue Evolutionstheorie bestimmten, aber welche anderen Einsichten konnte er zu seiner Zeit erhalten.

Die 'Vererbung erworbener Eigenschaften' als fast herausragender Evolutionsfaktor

Manche Forscher sahen in der "Vererbung erworbener Eigenschaften" den alles **entscheidenden Evolutionsfaktor**, an Bedeutung auch die "Selektion" übertreffend.

Der Bonner Anthropologe HERMANN SCHAAFFHAUSEN meinte 1864 auf der 39. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Gießen, daß er zwar die Umwandlung der Arten anerkennt, aber "die äusseren Natureinflüsse für die wirksamsten Ursachen der Umänderung der Formen" hält, "während Darwin diesen nur eine beschränkte Wirkung beimisst und ein geheimnisvolles Etwas als Ursache der durch den Kampf um"s fortschreitenden Entwicklung hinstellen muß."

Gern angeführt wurden angebliche Beobachtungen, daß während ihres Lebens abgeänderte Individuen ebenso abgeänderte Nachkommen zeugten, wobei namentlich Verletzungen angeführt wurden, die in der Tat bei Vererbung der überzeugendste Beweis für die "Vererbung erworbener Eigenschaften" gewesen wären, wenn die denn wirklich erwiesen gewesen wären. HAECKEL schrieb wiederholt von einem Bullen, dem in der Nähe von Jena ein zuschlagendes Scheunentor den Schwanz abquetschte und der nach dem Unfall nur noch schwanzlose Kälber gezeugt haben sollte. HAECKEL hörte diese "Story" augenscheinlich von dem damals in Jena und dann in Tharandt wirkenden Landwirtschaftswissenschaftler STÖCKHARDT und hat sie ebenso wie manche anderen seiner Behauptungen niemals überprüft. Auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Straßburg stellte OTTO ZACHARIAS schwanzlose Katzen vor, deren Vorfahren den Schwanz durch einen Unfall verloren hätten. Aber die Vorfahren waren nicht bekannt, der Schwanzverlust nicht beobachtet worden und es konnte sich auch um autonom-erblich schwanzlose Kätzchen handeln.

Der Anatom und Entwicklungsphysiologe WILHELM ROUX legte in seiner Arbeit "Der Kampf der Teile..." und in dessen 2. Auflage "Der züchtende Kampf der Theile oder die Theilauslese im Organismus" (1881) dar, wie die Strukturen des Körpers sich ständig der Funktion, den Anforderungen anpassen und miteinander im Kampf um die angeblich begrenzte Nahrung stehen. Das Lumen der Blutgefäße passe sich der Gestalt des Blutstrahles an. Diese Anpassungen sollten erblich werden. Die zahlreichen "zweckmäßigen" Verästelungen der Blutgefäße könnten unmöglich einer riesigen Zahl von kleinen erblichen Zufallsabänderungen und deren Selektion ihre Entstehung verdanken. GEORG BERNAYS hat in den 70-er Jahren des 19. Jh. bei CARL GEGENBAUR in Heidelberg untersucht, wie sich Muskulatur und Gelenke in ihrer Ausbildung während der Embryonalentwicklung wechselseitig beeinflussen. Als Ergebnis diskutierte BERNAYS, daß möglicherweise in den Muskeln das "hereditäre Moment" liegt, sich also die Muskeln gemäß einer erblichen Anlage ausbilden. Begannen die Muskeln ihre Tätigkeit, sollte den variablen in dem jungen Körper wachsenden Gelenken die zweckmäßige Form aufgeprägt werden. Die Gelenke erhielten ihre Gestalt also nicht erblich vermittelt, sondern beim Funktionieren. Einst aber, überlegte BERNAYS, in früheren Stufen der Evolution, hätten auch die Muskeln ihre Form im Gefolge des Funktionierens bekommen, bis dann ihnen dabei aufgeprägte Form dann erblich wurde. Was einst unter Einfluß der Umwelt und des Funktionierens entstand, sollte nunmehr sich autonom ausbilden, und das betraf immer mehr Strukturen. Für Pflanzen überlegte ALBERT BERNHARD FRANK, wie der Lebensbaum/*Thuja* zu der Eigenschaft kam, im Licht bilaterale Blätter auszubilden und meinte, daß sich "die Pflanze erst allmählich daran" ... "gewöhnte" (S.189). Die Zypressenwolfsmilch/*Euphorbia cyparissias*, die häufig an Wegrändern wächst, erscheint häufig

wegen Befall mit einem Rostpilz mit einem stark veränderten Habitus. ANTON DE BARY (1878) diskutierte einmal, ob nicht eine solche durch einen Parasiten hervorgerufene, ihm also offensichtlich als neu 'erworben' erscheinende Abänderung erblich werden kann und das zu einer Artänderung führt. CARL WILHELM NÄGELI meinte bei der Begründung seiner eigenständigen Abstammungslehre in seinem Werke "Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre" (1884), daß "Standortmodifikationen" einerseits nur "vorübergehende" besonderen Merkmale aufweisen, aber andererseits sollten durch "äussere Verhältnisse" hervorgebrachte Abänderungen durch Vererbung auch "beständig" werden können, wie es Nägeli in seinem VIII. phylogenetischem Gesetz formulierte. NÄGELI hatte etwa gemeint, daß der Druck auf die Wurzel im Erdboden die Wurzelhaube schuf und das vererbt wurde (1884, S. 411 ff.).

Für Evolutionsbiologen galten Organismen öfters als recht veränderbare, "**plastische**" **Gebilde**. Die Trennung von Arten erschien im Lichte der Evolution manchen fast als Fiktion. "Real" wären die Individuen. Zwischen verschiedenen Species gäbe es gleitende Übergänge.

Zum Exogen-Endogen -Problem in der Biologie um 1880

Nicht bloß hinsichtlich der "Vererbung erworbener Eigenschaften", auch für anderes Geschehen im Organismus, so für die Kiemesentwicklung, wurde einst der Umwelt ein viel größerer Einfluß als später eingeräumt. Im Jahre 1881 erörterte, allerdings wohl nicht ganz ernst und eher fragend, der Bonner Physiologe EDUARD PFLÜGER in seiner für die Entwicklungsphysiologie wegweisenden Arbeit über die Rolle der Schwerkraft bei der Ausbildung der Froschembryonen; ob es nicht die im Normalfall angeblich gleichartigen Umweltbedingungen sind, die zum fast gleichartigen Aussehen aller Individuen einer Species führen und somit die Nachkommen den Eltern gleichen lassen. Grasfrosch-Eier entstünden stets unter ähnlichen Bedingungen und deshalb entwickelten sich aus ihnen letzten Endes Grasfrösche und nicht andere Frosch-Arten. PFLÜGER zog sogar den Vergleich mit der Wirkung von Lawinen, die an einem bestimmten Berghang wegen dessen gleichbleibenden Vertiefungen und Rinnen in jedem Winter in derselben "Größe und Gestalt" zu Tale brausen. Schon oberflächliche Betrachtung ergibt jedoch wohl, daß für alle Eier und Keime einer Species die Umweltbedingungen unmöglich immer so gleichartig sind, daß auf sie die Ausbildung der Species-Besonderheiten zurückgeführt werden könnten. Wie W. ROUX darlegte, entscheiden äußere Faktoren, etwa bestimmte Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse, ob ein Ei oder ein Keim sich überhaupt entwickelt und die Embryogenese abschließen kann. Die Außenbedingungen bestimmen aber nicht, welcher Species der aus einem Ei oder einem Keim entwickel-

te Organismus angehört. Selbst bei Mißbildungen ist die Specieszugehörigkeit im allgemeinen deutlich.. Die Außenbedingungen, wußte ROUX , sind notwendige Randbedingungen einer Keimesentwicklung, nicht aber die gestaltenden Faktoren, was ROUX nicht abhielt, der "Vererbung erworbener Eigenschaften" noch länger anzuhängen.

Die Entdeckung der "**Autonomie**" der Lebewesen, ihre wenigstens in vielen Zügen bestehende Unabhängigkeit von der Umwelt wenigstens in vielen Eigenschaften, schon wegen der Pufferung im "milieu interne" (C. BERNARD), muß auch als wichtige Entdeckung in der Biologie gesehen werden. Ein Organismus muß zuerst von innen her funktionieren, in **Entharmonie**, dann in der ihm vorgegebene Anpassung an die ihm gemäße Umwelt, in **Epharmonie** (B. KLATT 1954, S. 3).

Der Durchbruch in der Ablehnung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" durch AUGUST WEISMANN, vor allem ab 1883

Der Freiburger Zoologe WEISMANN hat als erster konsequent und entschieden die "Vererbung erworbener Eigenschaften" in Frage gestellt und dafür zahlreiche Argumente vorgelegt. Zuerst äußerte er seine Zweifel in dem berühmt gewordenen Vortrag "Ueber die Vererbung" , den er anlässlich der Übergabe des Prorektorates an der Universität Freiburg im Jahre 1883 hielt. Die Ablehnung der "Vererbung der erworbenen Eigenschaften" wurde eine der Grundlagen der Evolutionstheorie des 20. Jh. WEISMANN war neben HAECKEL und NÄGELI der dritte bedeutende Evolutionsbiologe in den letzten Jahrzehnten des 19. Jh. An Gedankenreichtum und Präzision hat er HAECKEL wohl übertroffen.

WEISMANN war schrittweise dazu gekommen, die "Vererbung erworbener Eigenschaften" in jeder Form abzulehnen. Noch im Jahre 1878 hatte WEISMANN in der von RUDOLF VIRCHOW und dem Juristen FRANZ von HOLTZENDORF herausgegebenen "Sammlung gemeinverständlicher Vorträge" eine kleine Arbeit "Ueber das Wandern der Vögel" veröffentlicht. Er legte hierin dar, und zwar für den Unbewanderten sehr überzeugend, wie durch "Vererbung erworbener Eigenschaften" die heimischen Vogelarten sich in Stand-, Strich- und Zugvögel differenziert haben mögen. Die einzelnen Arten mußten vor allem im Winter zur Nahrungssuche recht verschieden weit umherstreifen. Die Weite, die dabei zurückgelegt werden mußte, wurde erblich. Die am weitesten streifen mußten, wurden zu Zugvögeln. Ausgemerzt wurden bei den Zugvögeln noch jene, die in eine ungünstige Richtung zogen und auch die Zugrichtung wurde erbliche Eigenschaft jeder Art. Das war

”Lamarckismus” verknüpft mit etwas Selektionstheorie.

Jedoch schon im Jahre 1876 hatte WEISMANN in seinen ”Studien zur Descendenz-Theorie” hervorgehoben, daß die verschiedenen Species auf gleichartige Außenfaktoren unterschiedlich reagieren. Der Körper jeder Species ließ nur bestimmte Variationen zu. Es gab also zumindestens eine Begrenzung der Umweltwirkung und eine starke Abhängigkeit der Variationsmöglichkeiten von der vorhandenen körperlichen Struktur einer Form. Die Umwelt konnte nicht alles bei Organismen aufprägen.

Nach 1883 folgten zahlreiche weitere Argumente gegen die ”Vererbung erworbener Eigenschaften”. WEISMANN verwies auf passive Schutzrichtungen wie der Panzer der Schildkröten, der nie aktiv tätig war. Während des Lebens einer Schildkröte wurde der Panzer offensichtlich nur abgenutzt, wurde schartig. Die jungen Schildkröten entschlüpften dem Ei wieder mit intaktem Panzer. Vererbung hätte allenfalls so reagieren müssen, daß die Abnutzung die entgegengesetzte Eigenschaft, gestärkten Panzer hervorbrachte. Bei den sozial lebenden Insekten, so den Bienen, hatte sich während der Evolution zweifellos auch die unfruchtbare Kaste verändert. Ihre Angehörigen konnten aber infolge Unfruchtbarkeit keine neuen Eigenschaften an Nachkommen weitergeben.

Die Erbsubstanz, von WEISMANN ”**Keimplasma**” genannt, sollten scharf vom Körper, dem ”**Soma**” **getrennt** ist. Die neuen Keimzellen entstünden unmittelbar aus den Keimzellen der Eltern, und das Soma war ein vom ewig jungen Keimplasma gebildetes vergängliches Gebilde. Es bestand die ’**Kontinuität**’ des **Keimplasmas**. Das **Keimplasma konnte sich verändern** und damit veränderte sich auch das Soma, das aber eben nichts nur von ihm Ausgehendes vererbte. ’Entstehung der Arten’ ist ’Entstehung der Keimplasmen’, hervorgerufen durch Veränderungen im Keimplasma (so etwa b. B. KLATT 1954, S. 4). Das Keimplasma ist der ’Herr’. Das Soma, also unser ganzer schöner oder weniger schöner Körper und der Körper der Tiere, auch jener der riesigen Wale, steht nur im Dienst des Keimplasmas, ist ’Knecht’, als des Keimplasmas Ernährer, Schutz und Verbreiter. Der Begriff der Keimplasma-Veränderungen ist dann nach 1900 übertragbar in den Begriff der ’Mutationen’.

Für WEISMANN - Nichtvererbung erworbener Eigenschaften als Segen

Etlichen Forschern war schon zu WEISMANNs Zeiten bewußt geworden, daß die **Nichtvererbung erworbener Eigenschaften** für die Menschheit kein Fluch, sondern **ein Segen** war.

Der **Mediziner ERNST ZIEGLER unterstützte** bereits 1886 so bestimmt die

Ablehnung der "Vererbung erworbener Eigenschaften", daß bisweilen sogar von der "Weismann-Zieglerschen Theorie" gesprochen wurde. E. ZIEGLER hatte (1886, S. 381) begriffen, daß angesichts der vielen von Leber- und Nierenzirrhosen sowie von Staublungen betroffenen Menschen bei einer Vererbung dieser Leiden "nach einer kurzen Reihe von Generationen die Zahl der gesunden Menschen auf ein Minimum reducirt sein" müsse. Man kann die vielen Kriegsversehrten und Hungergeschädigten auch etwa der Zeit des Dreißigjährigen Krieges und anderer bitterer Notzeiten hinzufügen. Für die Mediziner und überhaupt am Wohl der Menschen interessierte Personen war auf jeden Fall interessant, inwieweit Drogen, Medikamente und besonders Alkohol nicht nur die im Mutterleib heranwachsenden Kinder schädigen, sondern das Keimplasma erblich verändern können. Dann zerstörte Drogenkonsum und Alkoholismus nicht nur den eigenen Körper, das eigene 'Soma', sondern ließ im Falle von Nachkommen auch vielleicht generationenlang Kinder geschädigt geboren werden.

Im wesentlichen haben sich WEISMANNs Ablehnung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" angeschlossen der Würzburger Anatom ALBERT KÖLLIKER und der Pathologe CARL WEIGERT. KÖLLIKER folgte WEISMANN aber nicht in der Anerkennung der strikten Trennung von Keimplasma und Soma.

Ähnliche Überlegungen wie bei ZIEGLER bot A. R. WALLACE, der schrieb, daß, wenn die Gesellschaft bereit ist, "unsere Sozialwirthschaft zu reformieren und unserer Jugend eine echtere, weitere und philosophischere Ausbildung zu geben", wir wegen der Nichtvererbung der Vergangenheit "ihre Köpfe frei von jeglichem Makel finden werden, der aus den schlechten Gewohnheiten und dem falschen Unterricht der Vergangenheit" stammt.

Der Entwicklungsphysiologe WILHELM ROUX erkannte zwar schließlich WEISMANNs Argumente gegen die "Vererbung erworbener Eigenschaften" im wesentlichen an, meinte aber noch 1918 (S. 298) zu ihrem Wegfall: "Aber wohl leider ..."

Weitere Befürworter der "Vererbung erworbener Eigenschaften" nach 1883

WEISMANNs Ablehnung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" erregte Aufsehen. Aber viele Biologen gaben sich nicht geschlagen. Der Streit um die "Vererbung erworbener Eigenschaften" durchzog noch viele Jahrzehnte die Biologie und mündete ein auch in die Sozialwissenschaften, ja in die Politik. Viele Argumente waren die gleichen wie vorher, aber nunmehr wurde doch oft präziser formuliert und sollen die Debatten der Zeit nach 1883 deshalb hier von denen der Zeit davor

gesondert vorgestellt werden. Unterschiedlich wurde gesehen, ob die vermeintlich "erworbenen vererbaren Eigenschaften" auch Anpassungen an die induzierende Umwelt sein können, denn eventuell wegen Verletzung ererbte Schwanzlosigkeit war sicherlich keine Anpassung.

Mit manchem Gegner führte WEISMANN lange Diskussion, so mit dem britischen Philosophen HERBERT SPENCER. Zahlreiche Mediziner und Biologen verteidigten die "Vererbung erworbener Eigenschaften" vehement und mit immer neuen, keinesfalls nur abgegriffenen Argumenten. FRANCIS DARWIN, Sohn von CHARLES DARWIN und Botaniker, nannte 1908 (1909) die Auseinandersetzungen um die "Vererbung erworbener Eigenschaften" einen "war to the knife". Vielfach galt allerdings auch die spätere Bemerkung des Dresdener Mediziners RAINER FETSCHER (1928, S. 1975) : "...wohl auf keinem Gebiete der Biologie sind so viele Trugschlüsse durch das Übersehen versteckter Fehlerquellen entstanden wie über die "Vererbung erworbener Eigenschaften"." RUDOLF VIRCHOW erwirkte 1888 einen großen Preis der Berliner Akademie der Wissenschaften für denjenigen, "welcher die Frage von der Erblichkeit oder Nicht-Erblichkeit künstlicher Verunstaltungen zur Entscheidung bringen wird."

Verbreitet waren auch "Misch-Hypothesen", also Anerkennung sowohl der "Vererbung erworbener Eigenschaften" wie Anerkennung einer großen Rolle anderer Evolutionsfaktoren, namentlich der "Selektion", so bei E. HAECKEL und seinem Nachfolger auf dem Zoologie-Lehrstuhl in Jena, LUDWIG PLATE. Dieser wollte die Mutationen wie die Selektion und auch die "Vererbung erworbener Eigenschaften" als gültig ansehen. PLATE meinte, damit ein "Altdarwinist" (1932, S. 1125 ff.) zu bleiben, wollte eine vermittelnde Position zwischen reinen "Lamarckisten" und reinen "Selektionisten" einnehmen. ROUX wollte 1920 wenigstens offen lassen, ob nicht Jahrmillionen doch zuwege bringen, was in kurzzeitigen gegenwärtigen Experimenten nicht zu schaffen ist, daß eben "erworbene Eigenschaften" erblich werden.

Da eine mögliche Vererbungssubstanz lange nur aus den Phänomenen der Vererbung und Veränderung indirekt erschlossen werden konnte, aber vor der Mitte des 20. Jh. nicht einer direkten chemischen Untersuchung zugänglich war, wurde die **hypothetische "Vererbungssubstanz"** von manchem spekulierenden Biologen so "konstruiert", daß die angenommene "Vererbung erworbener Eigenschaften" möglich erschien, wie es DARWIN mit seiner "Pangenesis-Hypothese" vorgeführt hatte und die Möglichkeit einer solchen Hypothese erschien manchen andererseits schon fast wieder als Beweis für die "Vererbung erworbener Eigenschaften." Der Zoologe W. HAACKE meinte 1893, daß Druck auf den Schwanz der Vorfahren der heutigen Klammeraffen die als "Erbräger" angenommenen "Gemmarien" im Schwanz umformte und sich der Druck von Zelle zu Zelle bis in die Keimzellen

fortpflanzte. So hätten die Klammeraffen ihren langen Wickelschwanz erworben. OSCAR HERTWIG war der Ansicht, daß es mit der "Vererbung erworbener Eigenschaften" wie mit der Fotografie sei. "Veränderungen", heißt es bei O. HERTWIG 1922 (S. 573), "die durch äußere Faktoren während des individuellen Lebens in den Funktionen eines oder mehrerer Organe hervorgebracht wurden und in ihrer Form und Struktur einen sichtbaren Ausdruck finden, haben, wenn sie von längerer Dauer sind, auch Veränderungen in allen einzelnen Zellen des Organismus zur Folge, und zwar besonders in jener Substanz, welche wir als die Trägerin der Arteigenschaften, als das Kern-Idioplasm bezeichnet haben. Neuerworbene Zustände des zusammengesetzten Organismus werden so in Arteigenschaften der Zelle, in ein anderes materielle System umgesetzt."

Ein oft angebrachtes Argument zugunsten der "Vererbung erworbener Eigenschaften" war, daß **die oft verblüffenden Anpassungen** der Lebewesen an ihre Lebensweise durch das Zusammenwirken allein richtungsloser Mutationen und deren Selektion niemals zustandekommen konnten. PLATE bemerkte 1933: "Die Stärke des Lamarckismus besteht darin, daß ohne ihn die zahllosen funktionellen Anpassungen nicht erklärbar sind und daß es unmöglich ist, einen Organismus lediglich als Spiel zufälliger Mutationen aufzufassen. Es grenzt an Wunderglaube anzunehmen, daß der Wickelschwanz des Chamäleons und die Grabhand des Maulwurfs durch "Präadaptation" entstanden und dann erst in Gebrauch genommen wurden." Der führende österreichische Botaniker RICHARD VON WETTSTEIN hatte einige Zeit vorher gemeint, daß der Darwinismus an den "Anpassungsmerkmalen" scheitere. Die meisten Merkmale haben nur im fertigen Zustand einen Wert. Selektion konnte nicht an den noch unfertigen Vorstufen ansetzen. "Die Fähigkeit der direkten Anpassung", schrieb R. VON WETTSTEIN 1900 (S. 199) "ist vergleichbar irgend einer anderen Fähigkeit, auf einen gegebenen Reiz zu reagieren." Für parasitische Pilz-Spezies, die auf verschiedenen Wirtspflanzen mit jeweils eigenen Rassen parasitieren, meinte R. VON WETTSTEIN (S. 16): "Es heißt doch dem Zufall eine zu grosse Rolle zuschreiben, wenn man annehmen will, dass einzelne zufällig die Fähigkeit besaßen, sich anders zu ernähren und dann durch Selektion zu neuen Rassen führten!" Allmähliche Anpassung an die verschiedenen Wirtspflanzen und dann Vererbung dieser Anpassung erschien ihm als die bessere Erklärung. LUDWIG DIELS (1906) nahm an, daß Pflanzen auf Frühstadien ihrer Entwicklung zum Blühen gezwungen werden können, etwa durch Trockenheit, und diese Vorverlegung des Blühens schließlich vererbt werden könnte.

Andere Erforscher pflanzlicher Anpassungen, so A. F. WILHELM SCHIMPER, der Erforscher der Epiphyten, Mangrovenbäume und Ameisenpflanzen, sowie der Jenarer Botaniker ERNST STAHL lehnten die "Vererbung erworbener Eigenschaften" zur Erklärung des Entstehens der Anpassungen aber ab.

Für etliche Jahre wurde die von dem Anatomen HERMANN BRAUS (1905, 1906) aufgefundene **Verknüpfung in der Ausbildung der Kiemendeckel und der Vordergliedmaßen** bei den Larven, **der Kaulquappe**, der Unke / *Bombinator* viel diskutiert. Im Kiemendeckel (Operculum) öffnet sich in der Entwicklung der Unken-Larve rechtzeitig und noch ohne den mechanischen Druck der wachsenden Vordergliedmaßen ein Loch für den Durchtritt der Vorderbeine. Das Loch bildete sich auch dann, wenn die Gliedmaßenknospen rechtzeitig entfernt wurden. Es wurde erörtert, ob die Lochbildung erblich wurde, nachdem sie bei den Vorfahren der Unken durch den mechanischen Druck der wachsenden Gliedmaßen zustandekam. Deshalb könnte das Loch im Kiemendeckel nunmehr auch ohne die stanzende Wirkung der Vordergliedmaßen entstehen.

W. LECHE (1902), RICHARD HERTWIG (1927) und andere brachten immer wieder zugunsten der "Vererbung erworbener Eigenschaften" **das "Schwielen-Argument"** vor. Bei manchen Säugetieren werden im Leben stärker beanspruchte Hautpartien schon beim Embryo verdickt angelegt. Das gilt für die Fußsohlen des Menschen, die beim Ruhen auf dem Erdboden aufliegenden Teile an den Beinen der Warzenschweine, Teile vom Bauch der Kamele. Es erschien unwahrscheinlich, daß einst unter vielen Tausenden von Individuen jene ausgeselen wurden, die durch Zufallsvariation ausgerechnet an den beanspruchten Körperteilen verdickte Haut besaßen. Hier schien "Vererbung erworbener Eigenschaften" vorzuliegen, indem die beanspruchten Hautpartien die Keimzellen so beeinflussten, daß sie von vornherein verdickt angelegt wurden. Aber wie sollte das geschehen? R. WIEDERSHEIM (1908, S. 7) kennt beträchtliche Variabilität, und wohl erbliche, bei den Ballenbildungen (Tori tactiles) an Hand und Fuß der Säugetiere und so Auslese-Material.

Für die "Vererbung erworbener Eigenschaften" wurden ferner angeführt die **vikariierenden Arten** oder Unter-Arten. Das sind, wie schon angeführt, in benachbarten Arealen vorkommende nahe verwandten Arten oder intraspezifische Taxa, die sich oft nur in wenigen Merkmalen unterscheiden und deren nahe Verwandtschaft unverkennbar ist. RICHARD VON WETTSTEIN etwa verwies auf vikariierende verwandte Formen bzw. Arten, die sich mit zunehmender Höhe im Gebirge ablösen, unter der Gattung *Anthyllis*/Wundklee) und solche unter der Gattung *Juniperus*/Wacholder .

Schon in der Mitte des 19. Jh. wurde eine Änderung der Merkmale bei verwandten Formen längs Klimagradien festgestellt. Von dem Göttinger Physiologen CARL BERGMANN stammt die nach ihm benannte "Bergmannsche Regel", wonach wegen der Besseren "Wärmeökonomie" von miteinander verwandten Formen warmblütiger Tiere die größeren in den kälteren Regionen auftreten. BERGMANN erklärte das mit der günstigeren "Wärmeökonomie" größerer Tierkörper,

also überstehen sie die niedrigere Temperatur besser.

Der Evolutionsbiologe BERNHARD RENSCH fand 1928 bei seiner "biologischen Reise nach den kleinen Sunda-Inseln", daß die Körpergröße verwandter Vogelarten und -rassen von der größeren Insel Java zu den "kleinen Sunda-Inseln" Sumbawa und Flores hin zunimmt., was RENSCH auf die stärkere nächtliche Abkühlung auf den kleineren Inseln zurückführte. Da es sich bei solchen Merkmalen von "Rassenkreisen" um Anpassungsmerkmale handelt, sollten sie nicht durch Zufallsmutationen und deren Selektion entstanden sein, sondern durch "Vererbung erworbener Eigenschaften". RENSCH hing also damals dieser Ansicht an, hat sich später jedoch von ihr gelöst.

Plastizität der Organismen als Argument für die "Vererbung erworbener Eigenschaften", scheinbare Neuerwerbungen unter ungewöhnlicher Umwelt

Als erworbene Neuheit wurden bisweilen **Reaktionen auf Reize** interpretiert und daraus mögliche **Artumwandlung** abgeleitet. Wenn ein Chamäleon auf einem neuen Untergrund seine Körperfarbe verändert, würde das wegen der relativ raschen Reaktion als Beantwortung eines Reizes gesehen, und zwar einer erblich verankerten Reaktion. Geschah eine solche Umbildung langsamer, etwa, wenn das Salzkrebschen *Artemia salina* in salzreichen Gewässern der Kaspischen Senke je nach Salzgehalt unterschiedliche Gestalt annimmt, wie es SCHMANKEWITSCH feststellte, oder wenn unter unterschiedlichen Haltungsbedingungen das Axolotl sich als Larve hält oder nicht, dann wurde darin eine vor sich gehende Artwandlung, in statu nascendi, gesehen (TH. EIMER 1897).

Daß etliche Pflanzen, vor allem Bäume, je nach Standortbedingungen Licht- wie Schattenblätter in unterschiedlichem Maße ausbilden, war dem Jenaer Botaniker WILHELM DETMER offenbar Ergebnis einer je nach Lichtfall immer wieder neu erfolgenden Aufprägung auf ein Gewächs, jedenfalls in einem gegen WEISMANN gerichteten Artikel von 1887 gab er angesichts solcher Plastizität der "Vererbung erworbener Eigenschaften" eine gewisse Wahrscheinlichkeit. Noch deutlicher wurde die Interpretation bei dem Botaniker HEINRICH SCHENCK nach Untersuchungen beim Wiesenschaumkraut/*Cardamine pratensis* dem verbreiteten weißblühenden Kreuzblütler von Wiesen im April und Mai. Normalerweise wächst Wiesenschaumkraut auf feuchtem Boden, aber nicht im Wasser selbst. Gerät Wiesenschaumkraut unter Wasser, stirbt es jedoch nicht ab, aber bildet in seiner Sproßachse größere Lufträume als normal und verringert ihre Wasserleitungsbahnen, wird also normalerweise im Wasser gedeihenden Pflanzenarten ähnlicher. SCHENCK

meinte hierzu, daß dies Umbildungen sind, die "im Allgemeinen in den Bahnen" liegen, "welche zu den für die echten Hydrophyten typischen Gewebsbildungen hinführen" (1884, S. 485). KARL GOEBEL leitete 1898 (S. 20) daraus sogar ab, daß hier die Umbildung der Pflanzen beim Übergang zum Leben in der Evolution wiederholt wird und schrieb "so haben wir hier zweifelsohne eine direkte Anpassung vor uns, und eine feste Basis für den Analogieschluss, dass auch bei den typischen Wasserpflanzen derselbe, nur im Laufe der Zeit erblich gewordene Vorgang sich abspiele." Im Jahre 1895 allerdings hatte GOEBEL gemeint, daß eine Pflanze auf bestimmte Umweltbedingungen, so das Licht, in solcher Weise reagiert, wie in ihrer stofflichen Beschaffenheit bedingt ist und so etwa beim Pfeilkraut / *Sagittaria* nicht die "Ideen" der pfeilförmigen Blätter vererbt sind, sondern nur die Möglichkeit, unter dem Einfluss des Lichtes solche zu bilden (S. 115). Der Stoffwechsel wäre demnach primär und auf seiner Grundlage wäre die Bildung bestimmter Erbanlagen möglich. Das verkannte die Erbanlagen.

Als beginnende Artumwandlung wurde auch gesehen, wenn Falter bei erhöhter Temperatur aufgezogen wurden, etwa bei DORFMEISTER und STANDFUSS, und diese Falter dunkler gefärbt waren, **melanistische** Formen wurden. Mittels der "Vererbung erworbener Eigenschaften" hofften manche mit "dem Thermometer in der Hand bestimmte Abarten herstellen zu können, vielleicht sogar neue, in der freien Natur gar nicht vorkommende" (TH. EIMER 1888, S. 144).

Erklärung der Plastizität von Organismen aus der Annahme alternativer Verwirklichung von Erbanlagen in demselben Organismus - Das Konzepts der 'Reaktionsnorm'

Die Einsicht, daß unterschiedliche **Standortfaktoren** bei unveränderter erblicher Grundlage **unterschiedliche in einer Species angelegte Alternativen zur Manifestierung** bringen können, wurde nicht immer deutlich und mit eindeutiger Terminologie geäußert, aber kam doch zum Durchbruch bis es mit den Ansichten der nach 1900 entstehenden Genetik verknüpft wurde. Dann war eben nicht 'neu', sondern Verwirklichung einer angelegten Alternative, was beim Wiesen-Schaumkraut / *Cardamine pratensis* sich ändert, wenn es auf der nur feuchten Wiese unter Wasser gerät.

Begrifflich wurden diese Erkenntnisse gefaßt durch das Konzept von "**Genotypus**" und "**Phänotypus**" von WILHELM JOHANNSEN (s. u.) und mit dem 1909 von RICHARD WOLTERECK eingeführten Begriff der "**Reaktionsnorm**", bei WOLTERECK noch nicht sehr klar formuliert. Viele Variationen, so wurde bewußt, sind also nicht vererbbar, sind nichterbliche Reaktionen auf Reize, aber laufen ab auf Grund der im Organismus angelegten erblichen Anlagen. Die nichterblichen Abänderungen/Variationen wurden zunehmend "**Modifikationen**" ge-

nannt und von den erblichen "Mutationen" unterschieden. Rinder einer Rasse, mit gleichartigen Erbanlagen, werden je nach Ernährung dick oder dünn. Aber auch die schlecht ernährten Rinder bilden sich nicht zu einer anderen, vielleicht erblich schlechteren Rasse um und ihre Nachkommen könnten wieder gut ernährt vielleicht die Gestalt der Großeltern erneut ausbilden. Veranschaulichen kann man sich das vielleicht auch am Farbwechsel der Chamäleons auf unterschiedlichem Untergrund, nur, daß hier eine Abänderung in einunddemselben Individuum vor sich geht und nicht im Wechsel der Generationen abläuft. Bei der raschen Farbänderung kann sich an irgendeiner Erbsubstanz gar nichts ändern, das ist eine erblich angelegte Reaktivität wie die Anpassungen des Menschauges an Lichtintensität und Entfernung.

Der Weg zum Verständnis der Variabilität innerhalb der ererbten Reaktionsnorm eines Individuums

Im Jahre 1884 sah erklärte unter den Botanikern der Österreicher EMIL HEINRICHER, Innsbruck. daß der an sonnigen, nicht aber an schattigen Standorten übliche isolaterale Blattbau von *Centaurea*-Arten/Flockenblume nicht eine an jedem sonnenreichen Standort völlig neu in der Pflanzen hinzugekommene Eigenschaft ist, sondern auf einer zwar stets vorhandenen, aber nur bei reichlichem Lichtgenuß aus dem latenten Zustand zur Manifestierung gelangende erbliche Eigenschaft ist. Besser konnte es auch später nicht gesagt werden, nur dann mit neuen Termini.

Wie mit Gedanken ringend erscheint es beim Tübinger Botaniker HERMANN VÖCHTING. Er setzte Versuchspflanzen verschiedensten unüblichen Außenbedingungen aus, um durch eine veränderte Umwelt "die Constitution des Organismus gewissermaßen zu erschüttern und seine bildende Tätigkeit auf Abwege zu leiten" (1898 a, S. 464). Bei der Stengelumfassenden Taubnessel/*Lamium amplexicaule* bildeten sich je nach Lichtstärke Pflanzen mit gehemmtem oder normalen Wachstum, mit Kleistogamie oder nicht, ja solche mit unterdrückter Blütenbildung. Bei anderen Pflanzenarten konnte VÖCHTING je nach Bedingungen Knospen alternativ zu einem Langtrieb, einem Kurztrieb, zu einem Blütenproß oder auch zu einem Dorn sich auswachsen lassen. Ungeachtet dieser durch veränderte Umweltkonstellationen induzierten Abänderungen betonte gerade VÖCHTING auch die Bedeutung der "inneren oder konstitutionellen Bedingungen" für die Ausbildung der Pflanzengestalt (vgl. auch H. FITTING 1919), von denen etwa die "Polarität" der Pflanze, also die Ausbildung der Sproßspitze an dem oberen und der Wurzel an dem unteren Ende einer Pflanze, abhängt. Einer erzwungenen Umkehrung der "Polarität" würde der Pflanzenkörper zumindestens einen gewissen Widerstand

entgegenzusetzen. Der Kieler Botaniker REINKE erklärte 1897 (S. 613, 614), daß er sich "nicht dazu verstehen kann", "in der Pflanzengestalt die unmittelbare Wirkung äusserer Kräfte wie Druck und Zug, Feuchtigkeit, Licht, Schwerkraft u.s.w. zu sehen", sondern, daß der "klimatische Einfluß" im Inneren der Pflanze "schlummernde Wachstumsimpulse" freisetzt.

Bei Tieren legte E. ZIEGLER 1888 im Anschluß an WEISMANN dar, daß die experimentell erzielbare Umwandlung von im Wasser lebenden Axlotl zum Landtier und die Formänderung von Salzkrebschen bei sich änderndem Salzgehalt nicht eine manchmal vermutete Artumwandlung darstellt, sondern Manifestierung von im Artbild von vornherein und immer vorhandenen potentiellen Anlagen ist. Schließlich hatte auch der Entwicklungsphysiologe HANS DRIESCH nachgewiesen, daß die einzelnen Teile eines Eies oder Keimes etwa bei Seeigeln **mehr an Potenzen besitzen**, als sie im Normalfall entfalten.

Die 'Reaktionsnorm', falls überhaupt so gesehen - sehr weit bei GEORG KLEBS

Daß innerhalb eines Genotyps, im Rahmen der Reaktionsnorm einer Form offenbar sehr viel ausgebildet werden kann, erschloß etwa der Botaniker GEORG KLEBS, denn die von ihm gefundene unerwartete **Weite von Modifikationen** bei von ihm untersuchten Blütenpflanzen war so groß, daß man an experimentell induzierte evolutionäre Umbildung denken konnte. induzieren konnte. KLEBS, 1898 Ordinarius für Botanik in Halle, ab 1907 in Heidelberg, experimentierte er unter anderem mit *Ajuga reptans*/Günsel, *Glechoma hederacea*/Gundermann), verschiedenen Dickblattgewächsen. Jedes Organ einer Pflanze sollte in jedes andere umgewandelt werden können. Es gäbe keine wirklich konstanten Merkmale der Formen. Bei *Sedum spectabile* erhielt KLEBS je nach Faktorenkonstellation Umbildungen an der Blumenkrone, Apetalie, Petaloidie, Trimerie, also Eigenschaften, die für manche anderen Pflanzengruppen taxonomischen Wert besitzen. KLEBS konzentrierte sich auf die experimentelle Umwandlung und ging auf die mögliche Vererbung oder die erbliche Grundlage solcher Modifikationen nur randlich ein. Zu Anfang des 20. Jh. meinte er (1901/1906), S. 154): "Neue Rassen können dadurch entstehen, dass Änderungen der Aussenbedingungen innere Veränderungen der Pflanzen herbeiführen, infolge deren je nach dem Grade und der Zeit der Einwirkungen Potenzen der vorauszusetzenden Struktur als neue Merkmale sichtbar werden, sich steigern und sich in verschiedenem Grade der Erbllichkeit erhalten." Aus diesem Text ließe sich eine Anerkennung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" und eine physiologische Erklärung ihrer Entstehung herauslesen. Eher mit dem Konzept von der "Reaktionsnorm" stimmte überein, wenn KLEBS 1903



Abbildung 113: KLEBS' Versuchs-Art *Ajuga reptans* L..

schrieb, daß die Gesamtheit der spezifischen Fähigkeiten unter allen Umständen vererbt wird und 1916 meinte: "Die voraussetzende, unbekannte, erbliche spezifische Struktur" enthalte "die allerverschiedensten Möglichkeiten der Formbildung ..." "Die typische oder gewöhnliche Entwicklung", heißt es bei KLEBS 1904 (S. 290), "bedeutet nur einen kleinen beschränkten Ausschnitt aus der Fülle der Gestaltungen." In ihren Modifikationen sollte die Pflanzengestalt recht beherrschbar werden (G. KLEBS 1913).

Bei Tieren konnte HARMS (1934) mittels des Schilddrüsenhormons beim tropischen Strandfisch *Periophthalmus* ein regelrecht neues Artbild hervorbringen - und das wohl mit unveränderter, aber eine große 'Reaktionsnorm' zulassender Erbsubstanz? CURT HERBST (u. a. 1938, 1944) ließ Ionen, Salze, auf die Entwicklung niederer Meerestiere einwirken und kam hier auch zu Veränderungen, die ihn nach der Rolle der Gene dabei fragen ließ, nach den materiell verwirklichten Potenzen und nicht manifestierten. Das Metall Kupfer (1944) vermännlichte indifferent *Bonellia*-Larven, in ganz niederen Dosen verweiblichte es. Gene (1938, S. 455) wirkten erweckend auf vorhandene Potenzen, sind also 'Realisatoren', aber wie auch "Hormone ... steuern und regulieren die Geschehnisse nicht, sondern sie werden von etwas anderem dazu benutzt ..." und das ist, gemäß HERBST, "der lebende Organismus" (1944, S. 368). GOLDSCHMIDT (1962, S. 256 ff.) fand Außeneinflüsse, die beim Eingreifen in das Entwicklungsgeschehen wie Defektmutationen wirkten, 'Phänokopien'.

Der Gedanke mochte kommen: wenn man eine Art so vielfach ohne Veränderung ihrer Erbsubstanz abändern kann, dann war die genetische Abänderung vielen Arten gar nicht nötig, konnten sich allein durch Modifikation so vielen Veränderungen anpassen. Aber für die in fossil erhaltener Gestalt durch Millionen von Jahren gleich

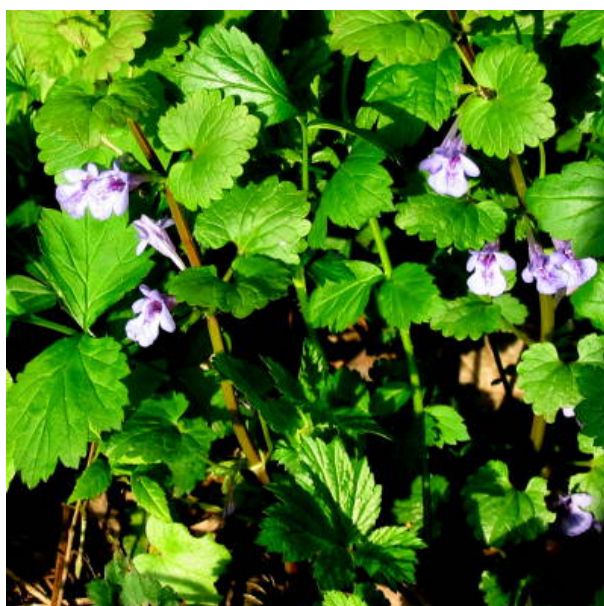


Abbildung 114: Glechoma hederacea L..

gebliebene Lingula brauchte sich wohl nie abändern? Hätte sie das gekonnt?

”**Ererbt**”, formulierte JULIUS SCHAXEL 1921 recht treffend, wird **die Beschränkung der Modifikabilität**.

Evolution brachte veränderte Gene, aber diese konnten unterschiedliche Auswirkungen auf die Merkmalsausbildung haben.

’Formative Reize’ bringen auch Probleme

Die Einsicht in die erblichen Grundlagen der Formbildung wurde auch dadurch verdeckt, daß Tiere ihre erblich angelegten Merkmale öfters nur dann normal ausbilden, wenn die Organe während ihrer Ausbildung in Funktion treten, also **”formative Reize”** benötigen. Nur der in Funktion getretene Muskel bildet sich voll aus und das nicht seine Sehfunktion ausübende Auge verkümmert. Der Terminus **”formative Reize”** wurde von WILHELM ROUX, ihrem ersten bedeutenden Erforscher, geprägt. Seine Schüler wie J. KAMENKO (1904), E. SCHEPPELMANN (1906) u. a. führten experimentelle Untersuchungen aus. ROUX hatte zunächst angenommen, daß solche „formativen Reize“ die Strukturen wirklich gestalten, in jedem Individuum neu. Dann aber meinte auch er, daß erblich Angelegtes eben ausprägender Faktoren bedarf.

Selektion statt 'Vererbung erworbener Eigenschaften - Vortäuschung bei Nichtbeachtung der Einzelindividuen war möglich

”Vererbung erworbener Eigenschaften” konnte auch vorgetäuscht sein, wo in Wirklichkeit **Selektion gewirkt** hatte, die aus vielen Individuen erblich angepasste Individuen auslas. In Norwegen hatte vor 1883 FREDERICK CHRISTIAN SCHÜBELER, Unternehmer, Arzt und dann vor allem für die Praxis wirkender Botaniker, Professor an der Universität Christiania (später Oslo), Kulturpflanzen vom südlichen Norwegen in nördlicher liegende Gebiete überführt und solche aus nördlicheren Regionen in weiter südlich gelegene. SCHÜBELER beschrieb bei den Nachkommen der überführten Pflanzen auftretenden Veränderungen, so hinsichtlich der Reifezeit, in Größe und Gewicht der Samen, Klimaresistenz, Pigmentbildung, Aromagehalt. Er richtete seinen Blick aber zu wenig auf die Einzelpflanze, sondern vor allem auf die gesamten Bestände. Damit blieb offen, ob nicht die in den neuen Regionen andersartigen Klimafaktoren gar nicht eine direkte Umbildung bewirkt hatten, sondern unter den zahlreichen, genetisch unterschiedlichen Individuen ausgelesen worden war. Eine Abänderung durch die Umwelt war also nur vorgetäuscht.

Weitere Argumentation zugunsten der ”Vererbung erworbener Eigenschaften”: Tier-und Pflanzen-Züchtung

Trotz der seit 1900 im Lichte der neuen Vererbungs-forschung einsetzenden Klärung von erblichen und nichterblichen Variationen, gab es noch bis in die Mitte des 20. Jh. Befürworter der ”Vererbung erworbener Eigenschaften”. Für sie sprachen manche Züchter, wobei diese oft ”Massenauslese” betrieben und die Herausbildung neuer Formen nicht durch direkte Umweltwirkung, sondern Auslese nur bestimmter Formen erzielt wurde.

Speziell gegen WEISMANN schrieb 1893 MARTIN WILCKENS, Ordinarius für Tierphysiologie und Tierzucht an der Hochschule für Bodenkultur in Wien. WILCKENS warf WEISMANN vor, sich im Unterschied zu DARWIN zu wenig mit landwirtschaftlicher Tierzucht befaßt zu haben. Er meinte 1893 (S. 422), „dass es unbegreiflich erscheint, dass die Vererbungstheorie der Gegenwart sich mit altbekannten Thatsachen in Widerspruch setzt“. Nicht Körperverletzungen, wohl aber die durch klimatische Einwirkung hervorgebrachten Änderungen an einem Lebewesen würden sich vererben. Auch WILCKENS bot aber nur allgemeine Erörterung, nicht Einzelfallanalyse. In den USA hat der Pflanzenzüchter LUTHER BURBANK geglaubt, daß er seine aufsehenerregenden Neuzüchtungen durch „Vererbung erworbener Eigenschaften“ erhielt. H. DE VRIES besuchte BURBANK an dessen Wir-

kungsort in Kalifornien und zog die Schlußfolgerung, daß BURBANK seine eigene Arbeitsweise nicht recht durchschaut und auf die „Vererbung erworbener Eigenschaften“ zurückführt, was in Wahrheit auf Auslese von Mutationen beruht.

Experimente zur „Vererbung erworbener Eigenschaften“ wurden gerade an für die Landwirtschaft wichtigen Organismen noch etliche Jahre nach 1900 für sinnvoll gehalten. L. PLATE schlug in seiner Bewerbung auf den Lehrstuhl für Zoologie an der Landwirtschaftliche Hochschule in Berlin am 12. Oktober 1904 vor, hier grundlegende Vererbungsfragen zu untersuchen, darunter die „Vererbung erworbener Eigenschaften“. Es wäre schließlich noch immer fraglich, „ob somatische Veränderungen übertragen werden oder nicht“ (GSA Merseburg Rep. 87 B, Nr. 200 83). Der Göttinger Agrarwissenschaftler FRANZ LEHMANN schlug 1904 in einem Gutachten vor, die für den Tierzüchter nötigen Variationen durch veränderte Ernährung hervorzubringen und entsprechende Experimente einzuleiten. In den Denkschriften für das vorgesehene Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie wenige Jahre vor dem Ersten Weltkrieg schlugen die Zoologen AUGUST BRAUER (GSA Merseburg Rep. 76 - Vc, Sekt. 1, Tit. 11, Vol. I, Blatt 190, 191), KARL CHUN (ebenda, Blatt 136) und OSCAR HERTWIG sowie NATHAN ZUNTZ (1847 - 1920), letzterer ab 1880 Professor der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin (ebenda, Blatt 174), vor, Anlagen einzurichten, in denen Tiere, vor allem Säugetiere, über Generationen hinweg gehalten werden, um, wie ZUNTZ formulierte, „die verschiedenen Klimafaktoren dauernd durch Generationenreihen hindurch auf Tiere einwirken zu lassen“. Der Botaniker REINKE empfahl dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie solche Versuche mit Pflanzen (ebenda, Blatt 206).

Experimentelle Untersuchungen an nicht landwirtschaftlich genutzten Organismen zum eventuelle direkten Nachweis der „Vererbung erworbener Eigenschaften“

Durch überzeugende Experimente und nicht allein durch allgemeine Überlegungen die „Vererbung erworbener Eigenschaften“ darzutun oder auch sicher zu widerlegen, galt als höchstes Ziel vieler Biologen. Individuen wurden dabei angeänderten Umweltbedingungen ausgesetzt, ihre Abänderung möglichst, aber nicht immer, verfolgt, und dann beobachtet, wie weit die Nachkommen abgeändert sind und diese auch bei erneuter Veränderung ihrer Umwelt diese zunächst noch beibehalten und vererben. Es wurden Individuen verschiedener Spezies abgeänderten Umweltbedingungen ausgesetzt und untersucht, ob die Nachkommen die möglicherweise erzielten Variationen sofort aufweisen und sogar gegen weitere Umweltveränderungen wenigstens noch eine gewisse Zeit behalten.

Bemühungen um experimentelle Untersuchungen durch RICHARD WOLTERECK

Ein bis zu aufwendigen Experimenten schreitender Kritiker der nur auf die Mutationen setzenden Evolutionsbiologie wurde RICHARD WOLTERECK (G. ZIRNSTEIN 1987), und zwar schon kurz nachdem durch die Mutationstheorie und die Genetik die neuen Vorstellungen über die erblichen Abänderungen auf der Basis der Genetik aufkamen. Geboren als Sohn eines Kaufmanns 1877 in Hannover, studierte Naturwissenschaften und Medizin in Freiburg i. Br. und erforschte zuerst die Entwicklung von Ostrakoden und Würmern. Material für letzteres erhielt WOLTERECK auf der Expedition der "Valdivia" unter CHUN, an der er bis Kamerun teilnahm. 1905 wurde WOLTERECK außeretatsmäßiger außerordentliche Professor an der Universität Leipzig, widmete sich zunehmend der auch von ihm in Deutschland entscheidend mitgestalteten Hydrobiologie, überwarf sich aber mit dem Leipziger Zoologie-Ordinarius CHUN. Wehruntauglich im Ersten Weltkrieg in die Schweiz gegangen wurde er hier Leiter der deutschen Kriegsgefangenenfürsorge. Eine Einladung in die USA ergänzte er durch eine Reise durch die Südsee. Er wurde später Professor in der Türkei, Ankara. Er kränkelte nach einem schweren Autounfall 1936 und starb am 23. Februar 1944.

1909, als die neue Auffassung von den Mutationen und die mendelistisch begründete Genetik erst wenige Jahre alt war, rief WOLTERECK den Zoologen auf der 19. Jahresversammlung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft in Frankfurt am Main: "Das sind harte Schläge gegen diejenigen Vorstellungen über das Werden der organischen Welt, in denen wir alle aufgewachsen sind" (S. 112). WOLTERECK hatte Biotypen von Daphnien isoliert und fand hier unter Beachtung der Reaktionsnorm, auch des jahreszeitlich unterschiedlichen Aussehens, zum einen wie JOHANNSEN bei reinen Linien Wirkungslosigkeit von Auslese. Aber andererseits gäbe es Übergänge zwischen Arten, wäre die Reaktionsnorm zwischen verschiedenen Generationen verschieden und hielt er es für möglich, daß sich die Reaktionsnorm erblich ändert.

1907 bis 1909 experimentierte WOLTERECK mit *Daphnia longispina* aus dem Untersee bei Lunz und veränderte sie nach seinem Bericht 1910 durch Überernährung und hohe Temperatur aus einer 'niedrigköpfigen' in eine hochköpfige Form, die so auch bei wieder ungünstigen Bedingungen über 40 Generationen ihre Veränderung behielt und dann aber wieder zur Ausgangsform zurückkehrte. Kleinkrebse aus Seen in Dänemark, genannt wird *Daphnia cucsindullata*, transportierte WOLTERECK 1913 in Milchkanen nach Italien und setzte sie im Nemisee und im Albanersee südöstlich von Rom aus, wo nach WOLTERECKs Erkundung mit feinen Dredgenetzen bisher die Spezies nicht vorkam (1923). In den folgenden Jahren

find er Kleinkrebse aus dem Nemisee und dem Albanersee zurück, die er als Nachkommen der eingesetzten dänischen Daphnien ansah. WOLTERECK traf auch veränderte Formen, die in den italienischen Seen erst entstanden sein sollten. Diese auf "Vererbung erworbener Eigenschaften" zurückzuführen, wurde aber kaum anerkannt, denn die vermeintlich veränderten Formen konnten Ergebnis einer Selektion unter den eingesetzten Individuen sein oder wären sogenannte "Dauermodifikationen". Außerdem war unbekannt, welche einstigen Formen WOLTERECK vielleicht einst nicht gefangen hatte. Das Schicksal einzelner Individuen konnte in WOLTERECKs Versuch jedenfalls nicht verfolgt werden.

WOLTERECK legte ab 1910. gleichartige Wasserbecken aus Zement unter verschiedenen klimatischen Bedingungen an, um darin Kleinkrebse unterschiedlicher Herkunft für "Akklimations-Versuche" zu halten (Staatsarchiv Dresden, Ministerium für Volksbildung 10 281; G. ZIRNSTEIN 1987), 1913 wurden solche Versuchsbecken bei Positano südlich von Neapel in verschiedener Höhe über dem Meeresspiegel gebaut und somit unter unterschiedlichen Bedingungen. Ehe auch durch ein geplantes privates "Institut für experimentelle Artforschung" auch im tropischen Afrika und im hohen Norden derartige Zementbecken gemauert werden konnten, setzte dem der Erste Weltkrieg ein Ende, was WOLTERECKs Kritik an der herrschenden Evolutionstheorie nicht beendete (s. dort).

Der 'Fall PAUL KAMMERER'

Noch auf die Jahre vor dem Ersten Weltkrieg gehen einst viel beachtete und diskutierte Experimente des Wiener Experimentalbiologen PAUL KAMMERER zurück, der die "Vererbung erworbener Eigenschaften" nunmehr bewiesen glaubte. Feuersalamander änderten je nach Farbe des Untergrundes allmählich ihr Fleckenmuster. Das sollte ebenso erblich werden wie die durch Nichtbenutzung geänderte Dauerschwiele bei männlichen Geburtshelferkröten. KAMMERER veröffentlichte seine Arbeiten in dem von ROUX begründeten und herausgegebenen "Archiv für Entwicklungsmechanik", also einer sehr renommierten Zeitschrift. CURT HERBST bemerkte 1919 (S. 3): "denn würden alle die Resultate richtig sein, die KAMMERER in seiner großen Arbeit von 1913 mitteilt, würde die letztere unumstritten zu den bedeutendsten Schriften gehören, die auf dem Gebiet der experimentellen Biologie jemals veröffentlicht worden sind.". HERBST vermutete aber, daß die Änderung in der Fleckenverteilung beim Feuersalamander so wenig erblich sein muß wie die nur viel rascher verlaufende Farbänderung beim Chamäleon. Die Feuersalamander-Nachkommen wurden bei KAMMERER nur unter ähnlichen Bedingungen wie die Eltern aufgezogen.

KAMMERER verknüpfte sein sozialistisches Engagment mit der Anerkennung der

”Vererbung erworbener Eigenschaften”, die er behauptete, experimentell nachgewiesen zu haben. Er erhob 1912/1913 (S. 231) den Vorwurf, daß die Auffassung, daß das ”Keimgut” auch unter den schlechtesten Bedingungen nicht geschädigt werden kann, nicht zu einer Verbesserung der Bedingungen der in Armut lebenden Menschen anregt, jedenfalls würde gemeint, daß man sich Zeit lassen kann. KAMMERER klagte an: ”... über die Lehre von der Nichtvererbung erworbener Eigenschaften hinweg reichen sich die Reaktionäre in Wissenschaft und Politik die Hand.” Im Jahre 1925 (S. X) verkündete KAMMERER: ”Mit der Vererbung erworbener Eigenschaften steht oder fällt des ferneren der menschliche Fortschritt.” 1923 reiste KAMMERER (Wikipedia 2020) weit in der Welt und wurde in den USA triumphal gefeiert . KAMMERER war eine durch Merkwürdigkeiten auffallende Persönlichkeit, küßte auch bei Anwesenheit anderer den Sesselbelag. auf dem seine geliebte ALMA MAHLER-WERFEL gesessen hatte: Er komponierte auch, hatte gute Beziehungen in der höheren Wiener Gesellschaft. Belastet mit dem Vorwurf, daß er bei seinen Experimenten Fälschungen zuließ, beging KAMMERER in der Bergwelt unweit Wien am 23. September 1926 Suizid, indem er sich mit einer Pistole in die linke Kopfseite schoß. Der ”Fall Kammerer” wurde viel diskutiert. Gegen generelle Charakterlumperei bei KAMMERER spricht, daß er sich zum Pazifismus bekannte, als ein solches Bekenntnis keine Karriereempfehlung war. Aber wohl nicht nur deshalb erhielt er eine erwünschte Professur in Wien nicht. Die britische Zeitschrift brachte 1926 einen lobenden Nachruf auf KAMMERER, in dem es hieß, ihm sei ”a lasting place in the memory of biologists” sicher, ”even if some points in his papers require further elucidation and are still open to criticism.” Später entlastete ihn der Schriftsteller ARTHUR KOESTLER, der als Kommunist mit dem mit dem Kommunismus gebrochen hatte, in seinem Buche ”The Case of the Midwife Toad” (dtsch. ”Der Krötenküsser”). Im Jahre 1922 etwa meinte auch der spätere kommunistische Dissident KARL AUGUST WITTVOGEL, daß die ”bürgerliche” Gesellschaft aus Eigeninteresse die ”Vererbung erworbener Eigenschaften” ablehnt. Der Jenaer Biologe JULIUS SCHAXEL, der sich prononciert zum Sowjetsystem bekannte und nach 1933 in die Sowjetunion emigrierte, äußerte sich über die ”Vererbung erworbener Eigenschaften” vorsichtiger, erkannte sehr wohl die Schwächen in KAMMERERs Experimenten, so die Verwendung von in ihrer Erbreinheit überhaupt nicht geprüften Versuchsorganismen. Vom Ruhme KAMMERERs ist in der Gegenwart kaum etwas geblieben.

Experimentelle Untersuchungen zur 'Vererbung erworbener Eigenschaften in den USA

Aus den USA berichtete über Experimente beim Kartoffelkäfer ein Zoologe TOWER. Aus dem Zoologischen Laboratorium der Universität von Wisconsin veröffentlichte MICHAEL FREDERIC GUYER, auch zusammen mit A. SMITH, über zwischen 1917 und 1930 durchgeführte Experimente, nach denen durch Serum hervorgerufene Linsendefekte bei Versuchskaninchen vererbt wurden. Antikörpern wurde damit zugetraut, Samenzellen im Sinne einer „Vererbung erworbener Eigenschaften“ zu beeinflussen. WILLIAM MC DOUGALL (s. G. C. DREW 1939) dachte, daß sich nicht Abänderungen unmittelbar vererben, aber von Generation zu Generation sollte eine erleichterte Induzierung für bestimmte Abänderungen möglich werden. So sollten nach seiner Erfahrung weiße Ratten von Generation zu Generation rascher einen bestimmten Dressurakt erlernen. Aber es wurde eingewandt, daß der Grund dafür in der zunehmenden Geschicklichkeit des Experimentators liegt.

Paläontologen für die "Vererbung erworbener Eigenschaften"

Unter den Paläontologen hatte der "Lamarckismus" einige seiner einflußreichsten und am längsten zu dessen Gunsten argumentierenden Anhänger, so die führenden US-amerikanischen Wirbeltierpaläontologen E. D. COPE und HENRY FAIRFIELD OSBORN und in Deutschland OTHENIO ABEL (1929), GUSTAV STEINMANN, OTTO JAEKEL, ERNST KOKEN (1893), JOSEF FELIX POMPECKY (1925).

Verwiesen wurde 1. auf die "**Entwicklungsreihen**", auf die durch zahlreiche fossile Funde über längere Zeiträume gut belegte Gruppen, so die Pferde, Elefanten, Titanotherien und auch schalentragende Weichtiere. Die Fossilfunde legten eine Evolution ohne Hin- und Herschwanken der Merkmale und damit ohne die von der Evolutionstheorie mit Selektion zu erwartenden Zufallsvariationen nahe. Äußere Einflüsse sollten diese einlinearen Umbildungen zustandegebracht haben. MELCHIOR NEUMAYR sah gleichmäßige Umbildung der Schneckenfossilien der "Congerien- und Paludinen-Schichten" in Slavonien an (V. UHLIG 1890). Bei den Pferden verlief nach den ausgewerteten Fossilfunden die Umbildung von kleinen vier- und dreizehigen Formen über "Zwischenformen" zum einhufigen größeren Pferd linear, also gemäß EIMERS "Orthogenesis". OSBORN schrieb 1926 über die fossil in zahlreichen Exemplaren überlieferten Titanotherien, daß sie "pass continuously from the most rudimentary and inefficient into the most efficient and high developed stage." Auch ihm zeugte diese "Orthogenesis" für "Vererbung erworbener Eigenschaften".

2. Für den deutschen Paläontologen E. KOKEN waren die **”Convergenzerscheinungen”** eine Stütze für die **”somatogene Vererbung”**. Bei verschiedensten Steppentieren gab es in der Evolution die Verwachsung der Metatarsalia der hinteren Gliedmaßen, ein für die rasche Fortbewegung in der Steppe offenbar zweckmäßiges Merkmal. Es schien ihm nicht möglich gewesen zu sein, daß das mehrfach unabhängig voneinander durch richtungslose Variationen und Auslese zustandekommen konnte. Das mehrfache Auftreten der Verwachsung der Metatarsalia zeigte nach KOKENs Ansicht, **”wie unendlich viel für die Ausgestaltung des thierischen Körpers vom Gebrauch der Organe und von den äusseren Lebensbedingungen abhängt”** und was für Vererbung erworbener Eigenschaften sprechen sollte. Andererseits rechnete es KOKEN zu DARWINs Verdiensten, daß er die Auffassung ablehnte, **”im organisierten Körper ein rückhaltlos dem Drucke des äusseren Lebens preisgegebenes Etwas zu erblicken, welches nach allen Seiten beliebig wie Wachs umgeformt werden kann.”** Die durch viele Erdzeitalter hindurch gleichartig gebliebene Brachiopode *Lingula* reagiere eben anders auf Umwelteinwirkungen als Säugetiere. Auf der 73. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Hamburg 1901 meinte KOKEN auch, daß sich die von der Abstammungslehre **”übereumpelte”** Paläontologie berechtigterweise wieder von DARWINs Auffassung von Deszendenz entfernt und nunmehr stärker an den **”Lamarckismus”** anknüpft. KOKEN sprach von einem aktiven Sich-Anpassen durch Wollen und Gewöhnen bei Tieren, was eine zumindest begrenzte Herrschaft der Tiere über ihre Körper voraussetzt. Daß es bei Laborversuchen nicht gelang, **”Vererbung erworbener Eigenschaften”** nachzuweisen, wurde von den Paläontologen zur Kenntnis genommen und auf die kurzen, für Laboratoriumsexperimente verfügbaren Zeitspannen zurückgeführt.

3. Paläontologen standen auch auf dem etwa von W. HAACKE 1893 (S. 108) vorgebrachten Argument: **”Wozu die Natur wahrscheinlich Jahrmillionen gebraucht hat, das glaubt man im Zoologischen Institut zu Freiburg i. Br. während des Direktorates eines einzigen präformistischen Professors fertig bringen zu können.”** Mit dem **”präformistischen”** Professor war WEISMANN gemeint, der vergeblich darauf zu wartete, daß immer wieder Mäusen der Schwanz abgeschnitten wurde und dann nach etlichen Generationen schwanzlose Mäuse geboren werden. Ähnlich wie HAACKE argumentierte 1925 POMPECKY von der Universität Berlin, der von **”Vererbung auf natürlichem Wege erworbener Eigenschaften”** sprach, **”(an welchem die Paläontologie trotz aller Zwangsexperimente nicht rütteln lassen kann)”** (Klammer im Original). Vor allem auch O. ABEL (1929, S. 23) unterstützte die Meinung, daß nach Anpassung an eine neue Lebensweise nach vielen Generationen keine Umkehr erfolgen wird, also die Modifikation erblich wird.

Gegen die Argumente der Paläontologen wurden von der Genetik vverbundenen Forschern viel vorgebracht. Einlinearität in den Entwicklungsreihen etwa der Pfer-

de konnte eingewandt werden, daß aus der Fülle der Formen nur wenige fossil erhalten blieben und diese wenigen in der selektionsbegünstigten Richtung lagen, während von den vielen abweichenden Zufallsabweichungen keine gefunden wurden.

Vergleich der "Vererbung erworbener Eigenschaften" mit dem Gedächtnis und der Psycholamarckismus

"Vererbung erworbener Eigenschaften" wurde auch für möglich gehalten, weil sie ähnlich funktioniere wie das unbestreitbar vorhandene Gedächtnis der Individuen, das eben auch über die Generationen vermittelt werde, indem die Keimzellen in analoger Weise wie das Gehirn "Engramme", Gedächtnisinhalte, aufnehmen. Auch mit solcher Überlegung wurde "Vererbung erworbener Eigenschaften" zwar nicht nachgewiesen, aber mit einer Erklärung versucht, sie wahrscheinlicher zu machen.

Der Begründer der damals schon überhaupt nicht weder biochemisch noch anderswie falsifizierbaren oder verifizierbaren Hypothese von der Analogie oder gar Gleichheit von "Gedächtnis" und "Vererbung erworbener Eigenschaften" war EWALD HERING, Physiologe zuerst in Prag und ab 1895 in Leipzig. In England griff FRANCIS DARWIN die Hypothese auf. Ihr deutscher Hauptvertreter wurde RICHARD SEMON.

Ebenso zweifelhaft blieb der von etlichen Biologen vertretene **Psycholamarckismus**, die Auffassung, daß über unbekanntes, aber anzunehmende psychische Vorgänge "Vererbung erworbener Eigenschaften" möglich wird. AUGUST PAULY, Professor für angewandte Zoologie an der Universität München, behauptete, daß die Organismen sich auf Grund von in ihrem Inneren gefühlten Bedürfnissen verändern und alle Zellen, nicht nur die des Nervensystems, davon betroffen sind. Ein nicht einflußloser Anhänger des Psycholamarckismus wurde RAOUL FRANCÉ, der zugunsten dieser Auffassung sogar eine "Beseelung" der Pflanzen behauptete. Der PAULY-Anhänger ADOLF WAGNER, Botanikprofessor in Innsbruck, verkündete 1907 schließlich, daß mit dem Psycholamarckismus ein "neuer Kurs" in der Biologie eingeschlagen worden war. Eine von vielen Fehleinschätzungen in der Entwicklung der Wissenschaften.

”Vererbung erworbener Eigenschaften” in Weltanschauung und Politik

’Vererbung erworbener Eigenschaften’ und Gestaltung der menschlichen Gesellschaft

Mehr als die meisten anderen naturwissenschaftlichen Hypothesen und Theorien wurde die Auffassung von der ”Vererbung erworbener Eigenschaften”, namentlich beim Menschen, mit Ideologie und Politik verknüpft. Die ”Vererbung erworbener Eigenschaften” wurde daher nicht nur sachlich und auf der Tatsache von Experimenten diskutiert. In der Sowjet-Union STALINs und in deren Satellitenstaaten wurde Nichtanerkennung der ”Vererbung erworbener Eigenschaften” zeitweilig sogar repressiv geahndet. Während manche Mediziner und Genetiker meinten, daß die Fähigkeiten des einzelnen Menschen und damit auch seiner Nachkommen streng erblich festgelegt sind und durch Erziehung nur unwesentlich verbessert werden können, meinten Sozialisten und Kommunisten, daß durch Erziehung, durch bessere Umwelt die Einzelmenschen neuartig verbessert werden und diese neuen günstigen Eigenschaften auf ihre Nachkommen übertragen. Gab es die ”Vererbung erworbener Eigenschaften”, dann sollte durch Schaffung einer menschlicheren Umgebung eine rasche Verbesserung bisher benachteiligter Menschengruppen möglich sein. Man kann dieses Motiv für die Anerkennung der ”Vererbung erworbener Eigenschaften” sogar human nennen. Aber dieser Anerkennung einer nicht bewiesenen Auffassung stand die grausame Verfolgung andersdenkender gegenüber. Sollte der Mensch durch eine bessere Umwelt verbessert werden, durch ”Vererbung erworbener Eigenschaften” mit Weitergabe der Verbesserungen an die Nachkommen, hätte man aber erwarten müssen, daß eine Gruppe herausragender Führerpersönlichkeiten diese Umwelt für die noch Benachteiligten verbesserte, um sie nachzuziehen. Aber dazu fühlten sich Sozialisten und Kommunisten sicherlich berufen.

Auseinandersetzungen in der Zeit von FRIEDRICH ENGELS und der Sozialdemokratie bis um 1910

Mit der Anerkennung der ”Vererbung erworbener Eigenschaften” konnten man sich auf die sogenannten ”Klassiker” des Marxismus resp. des späteren Marxismus-Leninismus, der kommunistischen Weltanschauung, berufen, namentlich auf FRIEDRICH ENGELS. In seinem Manuskript über den ”Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen” von 1876 sollte der äußere Zwang affenähnliche Wesen zur Arbeit und zur Sprache gezwungen haben und wurden Arbeitsfähigkeit und Sprechen

deshalb erworben und erblich weitergegeben. ENGELS meinte etwa: "Nur durch Arbeit, durch Anpassung an immer neue Verrichtungen, durch Vererbung der dadurch erworbenen besonderen Ausbildung der Muskel, Bänder und in längeren Zeiträumen auch der Knochen, und durch immer erneuerte Anwendung dieser vererbten Verfeinerung auf neue, stets verwickeltere Verrichtungen hat die Menschenhand jenen hohen Grad von Vollkommenheit erhalten, ...", um große Gemälde und andere Kunstwerke hervorzubringen. Es fehlte nicht an Pathos, wenn es bei Überlegungen zur Umbildung des Kehlkopfes von Affen in das menschliche "Sprechwerkzeug" heißt: "Das Bedürfnis schuf sich sein Organ". Zu seinen Lebzeiten hat ENGELS dieses etliche Jahre vor WEISMANNs gegenüber der "Vererbung erworbener Eigenschaften" kritischen Vortrag von 1883 niedergeschriebene Manuskript nicht veröffentlicht, betrachtete sie wohl nicht als druckreif. Aber im Sozialismus etwa der DDR wurde auch an unveröffentlichte Äußerungen der "Klassiker" angeknüpft, wenn sie passend schienen, und ENGELS Manuskript von 1876 wurde auch nach der Wiederanerkennung der Genetik unkommentiert einem ahnungslosen Publikum in einer billigen Broschüre angeboten.

In den ebenfalls nur zur Selbstverständigung von ENGELS dienenden Notizen und Fragmenten zur "Dialektik der Natur", ebenfalls im Sozialismus veröffentlicht, hieß es etwa in einem Abschnitt "Über die Urbilder des Mathematisch-Unendlichen in der wirklichen Welt", daß die Einzelerfahrung eines Individuums "bis auf einen gewissen Grad ersetzt werden" kann "durch die Resultate der Erfahrungen einer Reihe seiner Vorfahren. Wenn bei uns z. B. die mathematischen Axiome jedem Kinde von acht Jahren als selbstverständlich keines Erfahrungsbeweises bedürftig erscheinen, so ist das lediglich Resultat "gehäufter Vererbung". Einem Buschmann oder Australneger würden sie schwerlich durch Beweise beizubringen sein", weil er noch keine mathematisch gebildeten Vorfahren hatte. Mathematiker könnten nach ENGELS daher nur Menschen werden, deren Vorfahrgenerationen lange Mathematik betrieben hätten! Damit, muß man schlußfolgern, wäre es sinnlos, junge Menschen aus vielen Ländern der Dritten Welt zum Mathematik-Studium an Hochschulen im Norden zu immatrikulieren. Noch für mehrere Generationen müßte man die ursprünglichen Bewohner von Afrika oder Australien in den Grundrechenarten unterweisen, um allmählich das Gehirn ihrer Nachkommen für höhere Mathematik zugänglich zu machen.

Was ENGELS "gelehrt" hatte, wurde bald von sozialistischen Sekundärschriftstellern gebilligt, wobei auf die fehlenden Mathematikfähigkeiten von Menschen aus einfacheren ökonomischen Verhältnissen nicht eingegangen wurde..

Andererseits wurde auf die unübersteigbaren engen Grenzen verwiesen, die den meisten Menschen von ihren ererbten Fähigkeiten her gesetzt sind. Der "bürgerlichen" Gesellschaft wurde vorgeworfen, daß sie mit der Begründung, daß die Menschen

der unteren Schichten nicht weiter gebildet werden können, den Zugang auch Menschen dieser Schichten zu höherem Standard abblockt, es als sinnlos ansieht, die Zustände für die Massen zu heben. Mit der Ablehnung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" und der Betonung der Erbllichkeit höherer Begabung wollten die herrschenden Kreise ihre höhere Stellung in der Gesellschaft begründen. Der führende Hygieniker MAX VON GRUBER meinte etwa 1923 (S. 9), "daß ... die angeborene körperliche und geistige Beschaffenheit den Erfolgen von Erziehung und Unterricht eine unübersteigliche obere Grenze setzt", die bei der Mehrzahl der Menschen leider sehr niedrig gezogen sei.

Gab es auch keine "Vererbung erworbener Eigenschaften", so wurde von sozialistischen Autoren - völlig zu Recht - wenigstens gefordert, dennoch den vielleicht Benachteiligten ein Optimum an Lebensmöglichkeiten zu schaffen. In diesem Sinne bescheinigte GUSTAV ECKSTEIN 1909 WEISMANN, daß dessen Zurückweisung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" scharfsinnig, geistreich, die Biologie befruchtend, ja richtig ist, warf aber WEISMANNs Anhängern vor (S, 702) "darzutun", "daß jede Bemühung, das moralische oder intellektuelle Niveau der Menschheit durch soziale Einrichtungen, durch Besserung der Lebenshaltung oder durch Belehrung zu heben, nicht nur überflüssig, sondern sogar schädlich und verdammenswert ist ..." Die Soziologen meinten, "daß die unerbittliche Natur ihr Herz zur Härte zwingt ..." Selbst wenn viel an Intellekt vererbt ist, so ist auch Menschen mit brauchbaren Anlagen oft höhere Bildung versperrt gewesen. Wie viele konnten ihre Anlagen wegen ihrer Lebensumstände nicht entfalten.

Gegen die "Vererbung erworbener Eigenschaften" und für die ihm sichere Nichtexistenz der "Vererbung erworbener Eigenschaften" sprach der Evolutionsbiologe WALTER ZIMMERMANN 1938 in der Zeit des Nationalsozialismus und betonte, daß hier ein Problem vorliegt, das "staatspolitische Bedeutung" hat (S. 6), wegen der 'rassenhygienischen' Schlußfolgerungen, weil es die Utopie fallenläßt, man "schaffe nur ein gleiches Milieu, und alle Menschen haben, mindestens nach einigen Generationen, die gleichen Anlagen." Meinte er es ehrlich, wenn er schrieb "Es wäre sehr schön, wenn der Zukunftsoptimismus KAMMERERs und anderer Lamarckisten recht hätte", denn die Eliten wollten ihre nach ihrer Meinung berechnete höhere Stellung kaum aufgeben, auch wenn von 'unten' Bessere heranwachsen. Wenn ZIMMERMANN meinte, daß man nur bei Kinderreichtum "auslesen" könne, dann konnte das allerdings gemeingefährlich (S. 300 u. a.) werden. Es mußte doch die Frage kommen, was mit den weniger geeignet Erscheinenden geschieht. Sollte man die in Kriegen, die ohnehin keinen 'Auslesewert' hatten, aufbrauchen? ZIMMERMANN schwieg darüber. Er meinte lediglich harmlos: Wenn die Gesellschaft die erblich Besten wolle, dann wäre das nicht anders, als wenn Eltern angenehme Schwiegersöhne oder Schwiegertöchter anstreben. Immerhin be-

tonte ZIMMERMANN auch den nötigen Schutz des "Erbgutes" vor mutagenen Agenzien.

Nichtvererbung erworbener Eigenschaften als nützlich für die Menschheit

Die Weitergabe des Wissens aus der Vergangenheit, die Kenntnisse von vergangene-m Unrecht, das allein durch kulturelle Mittel, lassen aber gerade in der Gegenwart so viele Menschen nicht zur Ruhe kommen. Daß gewisse Völker bestimmte andere "erblich" hassen, also sich gezielter Haß auf bestimmte andere, sich im Gehirn verankert hat, ist kaum anzunehmen.

In den späteren Diskussionen wurde auch angenommen, so dargelegt von E. RAY LANKESTER 1907 (S. 26), daß zwar nicht die Resultate von Bildung und Erziehung vererbt werden können, wohl aber die Fähigkeit, ähnlich wie die Eltern zu reagieren. LANKESTER prägte für diese von ihm angenommene Erscheinung den Terminus "educability".

Anhänger der "Vererbung erworbener Eigenschaften" gab es noch in den 30er und 40er-Jahren des 19. Jh. auch in Deutschland (s. d.). Aber die Diskussionen endeten nicht in Gefängnis und Lagerhaft.

Für die Erklärung der Evolution konnte auf die Hypothese von der "Vererbung erworbener Eigenschaften" umso leichter verzichtet werden, weil mit der Entdeckung zahlreicher "Kleinmutationen", der Feststellung der genetischen Vielfältigkeit bei den meisten Arten, eine rasche Selektion geeigneter Varianten aus dem Genpool einer Art denkmöglich wurde (s. d.).

Ständige und nicht immer stattfindende Metamorphosen in Beurteilung für die Art-Entstehung

Manche Lebewesen, viele niedere Lebewesen, Insekten, auch Frösche, durchlaufen in ihrer Individualentwicklung starke Umbildungen. Der Gedanke kam, daß solche Umbildungen, wenn sie denn möglich sind, sich einmal herausbildet haben, vielleicht Evolution erklären könnten. Gegenüber den "Veränderungen während der Embryonalentwicklung", wäre die "Evolution ein Kinderspiel", meinte einmal R. DAWKINS (2016, S. 236), nur ist eben die Embryonalentwicklung so genetisch festgelegt wie die fertige Gestalt - und auch die Alterung, und in der genetischen Determinierung lag die Art zunächst einmal fest. Gewiß, es gehören Kaulquappe

und der fertige, quakende Frosch zu demselben Tier und ist alle seine Metamorphose in seiner Vererbung festgelegt - heute. Es gab auch lockere Metamorphosen, daß etwa manchmal Geschlechtsreife eintrat vor dem Endstadium, so bei neotenischen Triton-Larven (H. SIMROTH 1905) oder der Alpensalamander nicht erst Larven ausbildete wie der Feuersalamander. Bei dem Axolotl war es gar so, daß sich dessen Larve, *Siredon*, über Jahrzehnte hindurch fortpflanzen konnte und dann wieder einmal die Endform, *Amblystoma*, ausbildete. Beide unterscheiden sich dermaßen, daß man ohne Kenntnis des Zusammenhanges sie im System in verschiedene Familien, ja Unterordnungen bringen konnte, was, wie SIMROTH 1905 (S. 57) meinte, "die von der Botanik neuerdings so sehr betonten Mutationen weit in den Schatten stellt." Auch Salzkrebschen bilden je nach Salzgehalt der Gewässer, in denen sie leben, unterschiedliche Gestalten hervor. Aber da diese verschiedenen Gestalten bei derselben Art wiederkehrten, war hier eben eine plastische, jedoch dennoch beständige Art anzunehmen.

Die Diskussion um 'Vererbung erworbener Eigenschaften' war um 1935 noch nicht beendet! (s. u.).

Evolutionfaktor 'Selektion'

WEISMANNsche Evolutionstheorie: der "Neo-Darwinismus" -mit der überragenden Rolle der Selektion

Für WEISMANN geschah Evolution bei Ablehnung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" durch **die endogen verursachten erblichen Abänderungen** des Keimplasmas und die Selektion der so entstandenen erblichen Variationen. Die Selektion hatte als "kanalisierender Faktor" für die Evolution eine entscheidende Stellung, und WEISMANN schrieb von "**Allmacht der Naturzüchtung**" (1893), man sprach von 'Neo-' oder 'Ultra-Darwinismus'.

WALLACE (1905, zit. aus K. GOEBEL 1924, S. 33) sah die Gestaltung der Organismenwelt in **trennbare Arten ohne Selektion** für **nicht** denkbar: "Man denke sich Selektion und Überleben des Passendsten weg, so daß jede spontane Variation im gleichen Verhältnis wie alle übrigen weiterlebt - das Ergebnis würde unausbleiblich eine endlose Mannigfaltigkeit unbeständiger Formen sein, von denen keine dem, was wir unter dem Begriff "Art" meinen, entsprechen würde." Reichlich Variabilität war vorauszusetzen, und Pflanzen und Tiere unter der Hand des Menschen, um es nochmals zu wiederholen, schienen dem zu entsprechen.

Indirekte Beweise für die Selektion, Beobachtungen zur Selektion

Die Anpassungen galten DARWIN und vielen anderen als Beweis dafür, daß Selektion wirkt, aber immerhin war eben auch aktive Umbildung der Organismen und Vererbung erworbener Eigenschaften im Gespräch.

Für Selektion sprach etwa, daß auf kleineren sturmtosteten Inseln Insekten, die anderswo fast nur geflügelte Arten aufweisen, hier nur in **flügellosen Arten** auftreten. Die einleuchtende Erklärung war und ist, daß fliegende Insekten irgendwann ins Meer geweht werden und ungeflügelte Individuen allein überlebten, und unter ihnen auch erblich flügellose Formen waren. DARWIN hatte flügellose Insekten auf den Galapagos-Inseln beachtet. Die britische ozeanographische "Challenger"-Expedition 1874 und die deutsche "Valdivia"-Expedition unter CARL CHUN im Südsommer 1899 fanden auf den Kerguelen-Inseln jedenfalls vorwiegend flügellose Formen. Der deutsche Zoologe RUDOLF VON WILLEMOES-SUHM, der mit auf der "Challenger"-Expedition war, berichtet von Insekten auf dem Kerguelen-Kohl (hrsg. G. MÜLLER 1984, S. 138): "Es finden sich nämlich hier sehr eigentümliche flügellose Mücken und Fliegen, die auf dem Kohle leben, ebenso eine flügellose Motte, ein flügelloser Rüsselkäfer etc." CHUN (1900, S. 245) fand Käfer unter Steinen", bei denen "die weichhäutigen hinteren Flügel verkümmert" waren.

Eine interessante Beobachtung über Konkurrenz unter Pflanzen hatte 1865 NÄGELI (hier zitiert nach H. KNIEP 1907) mitgeteilt. Kommen in den Alpen irgendwo die Schafgarben-Arten *Achillea atrata* oder *Achillea moschata* allein vor, wachsen sie auf jedem Boden. Sind sie zusammen, beschränkt sich *Achillea atrata* auf Kalk, *Achillea moschata* auf Schiefer. Erst der Wettbewerb, nicht unmögliches Gedeihen durch die Umwelt, verdrängte jede Art in ihre Nische.

G. J. ROMANES - Auffassung von einem Unterschied zwischen und der Spezies-Bildung und Merkmal-Veränderung - "Physiologische Selektion"

Eine zuerst vor allem von ROMANES aufgeworfene Frage war, ob die Merkmalsumbildung allein bereits zu neuen Spezies führte oder ob nicht von dieser Merkmalveränderung gesondert Sexualbarrieren und damit Fortpflanzungsgrenzen zustandekommen müssen, damit eine neue Art entsteht. In der Evolution wären also klar zu unterscheiden:

Umbildung von Merkmalen, von Eigenschaften Entstehung von Fortpflanzungs-,

Sexual - Barrieren

innerhalb einer Art **Merkmalsunterschiede** trennt verschiedene Arten

Fortpflanzungsbarrieren

ROMANES wurde zu der Fragestellung veranlaßt, weil es zwischen manchen als getrennte Arten bezeichneten Formen kaum Merkmalsunterschiede, wohl aber eine Fortpflanzungsbarriere gibt (physiological barrier of intercrossing, G. J. ROMANES 1886). Die Entstehung von Differenzen im Reproduktionssystem sollte hier der primäre Vorgang sein können. Teile des Sexualsystems gehörten ohnehin zu den variabelsten Strukturen eines Organismus. Nach der Entstehung einer Fortpflanzungssterilität zwischen zwei Gruppen innerhalb einer bisher einheitlichen Spezies mochten dann andere Merkmalsunterschiede nachfolgen und die schon durch Sterilität getrennten Spezies weiter voneinander scheiden. ROMANES schrieb 1886 (S. 372): "in some cases the sterility between species may have been originally caused, and in a much greater number of cases subsequently intensified by changes going on in other parts of the organism." Physiologischer Isolation konnte mit einer geographischen Barriere zusammenwirken, aber es sollten auch nur physiologische Barrieren entstehen können und eine Segregation hervorrufen.

Im domestizierten Zustand waren Fortpflanzungsbarrieren offenbar eher brechbar als in der freien Natur.

Die Entstehung von Fortpflanzungsbarrieren bezeichnete ROMANES als "**Physiologische Selektion**". Viel Selektion war hier aber gar nicht gegeben. Die physiologische Selektion sollte auch erklären 1. die **Entstehung indifferenter Strukturen**, 2. das **Aneinanderstoßen verwandter** und geographisch **benachbarter Spezies ohne Vermischung** zu intermediären Formen in dem Grenzbereich.

Physiologische Selektion und natürliche Selektion sollten also Verschiedenes bewirken. Sie schlossen einander nicht aus, sondern ergänzten sich, waren komplementär (complementary). Ähnliche Vorstellungen über die Fortpflanzungsbarrieren bot im 20. Jh. THEODOSIUS DOBZHANSKY (s. d.).

Kenner von Gruppen der Arthropoden kennen **fast gleichartig aussehende Arten**, die aber auf Grund des Baues der Sexualorgane **nicht miteinander kopulieren können**, also getrennte Spezies sind, Oft nur durch Untersuchung der Sexualorgane unter dem Mikroskop sind dann die Arten zu bestimmen. FRIEDRICH DAHL (1906, S. 5) fand das bei den einander sehr nahestehenden Wolfsspinnen-Arten *Lycosa pullata* Cl. und *Lycosa riparia* C.. L. KOCH: "Die Kopulationsorgane bestehen bei beiden Arten aus genau denselben Grundelementen, sind aber doch so

verschieden, dass eine Kreuzung zwischen den beiden Formen offenbar unmöglich ist. - ... fand ich unter den vielen Hunderten, ja ich darf wohl sagen, den Tausenden von hierher gehörenden Individuen, deren Kopulationsorgane ich ansehen konnte, niemals Übergangsformen, einen Bastard." Beide *Lycosa*-Arten bevorzugen aber etwas unterschiedliche Wiesenbiotope, treten also auch ökologische getrennt auf. Ging diese Trennung nach bevorzugten Biotopen der 'physiologischen', der sexuellen Trennung voraus oder war es umgekehrt oder miteinander verknüpft? Kam es zu einer primären Trennung durch Entstehung von Verschiedenheiten in den Kopulationsorganen, dann bestand verstärkt das Problem, wie diese aus dann offensichtlich inneren Ursachen heraus im Sinne NÄGELIs entstehenden Verschiedenheiten bei beiden Geschlechtern zu aufeinander passenden Kopulationsorganen führten? Und wenn es diese Unterschiede in den Kopulationsorganen der beiden Arten gab, warum kamen sie dann auch zur Existenz in benachbarten, aber unterschiedlichen Wiesenformen?

Mit solchen **Einzelforschungen** wurden also **Probleme der Evolution aufgerührt**, die nur durch solche zu erkennen und auch zu lösen waren und zeigten, was Evolutionsbiologie erforderte.

Trennung der Arten durch sexuelle und andere Schranken

'Alles, was sich scharf und paart, das gehört zu einer Art' wurde RAYs Arten-Konzept salopp, aber klar formuliert. **Trennung der Arten**, keine Panmixie zwischen Arten, muß als **vorteilhaft** angesehen werden, da so die Angepaßtheit der Arten an ihre spezifische Umwelt, ihre 'Nische' erhalten bleibt. Bis eben die Umwelt anders wird oder Konkurrenten erscheinen. Die **mechanische Trennung** durch die Form der Kopulationsorgane ist nur eine Möglichkeit der Arten-Trennung. Keine Kopulationsmöglichkeit (F. DAHL 1906, S. 12) besteht auch zwischen durch **geographische Schranken** getrennten Individuen. Wildesel im nordöstlichen Afrika und Asien können dann nie zusammenkommen. Individuen, die zu verschiedenen Jahreszeiten erscheinen trennt die **zeitliche Schranke**. Auch eine **verhaltensbegründete**, damit **'psychische' Schranke** zwischen Individuen einer Art wurde erörtert. Im Zoo können sich dann Wildesel verschiedener Herkunft trotz mancher Unterschiede paaren, erscheinen dann also nicht als durch die Sexual-Schranke getrennte Arten, sondern als Varianten.

Einwände gegen die Selektionstheorie im späten 19. und beginnenden 20. Jahrhundert

Für die Selektionstheorie wurde oft gemeint, daß **ohne** Anerkennung starker Selektion die Evolution der **Organismenwelt nicht denkbar ist**. Zur Rechtfertigung der Selektionstheorie wurde also mit dem **Ausschließungsprinzip** argumentiert, also, daß ohne Anerkennung einer bestimmten Ansicht die Dinge unerklärt bleiben. Einer der Kritiker der weiten Anerkennung der Selektion, der die Selektionstheorie experimentell zu widerlegen suchende Wiener Entomologe FRANZ HEIKERTINGER meinte 1917 (S. 349) jedoch, daß man lieber auf eine Erklärung verzichten solle, anstatt eine unzureichend geprüfte anzunehmen. Unbefangener Agnostizismus wäre richtig. Mit der Selektionstheorie wären die Grenzen der Erkenntnisfähigkeit überschritten. "Hängt es denn von uns ab", meinte er, "wo die Grenzen des Erkennens liegen, wo unentrinnbar der Verzicht beginnt." In einem Nachwort zu HEIKERTINGERS Artikel von 1917 bescheinigt RICHARD HERTWIG aber DARWIN naturwissenschaftliches Herangehen, weil er die nachprüfbare Tätigkeit der Züchter zur Grundlage seiner Selektionstheorie genommen hatte.

Kritiker der Selektionstheorie waren etwa O. HEER, C. W. NÄGELI, in den USA HENRY F. COPE (1897), später OSKAR HERTWIG schließlich um die Wende vom 19. zum 20. Jh. auch TH. H. MORGAN. HEER (U. B. LEU 2009 hatte etwa darauf verwiesen, daß es vielfach keine Koinzidenz zwischen einer bestimmten Umwelt und dem Vorkommen einer bestimmten Art gäbe, daß in verschiedenen Gegenden der Erde auch gleiche Formen auftreten. Aber mußte die Umwelt ausgelesen haben?

Über OSKAR HERTWIGs Buch "Das Werden der Organismen" schrieb HEIKERTINGER (1917 b, S.333), daß HERTWIG damit "die unablässig, aber halb im Verborgenen glimmende Kritik des Selektionismus wieder zur vollen, weithin sichtbaren Flamme entfacht" habe. Und HEIKERTINGER hoffte, "daß jene sachliche Kritik Gemeingut der nächsten Forschergeneration werde, Arbeitsgrundlage einer wirklich vorurteilslosen Biologie der Zukunft."

Betont wurde von mancher Seite, daß Selektion **nichts Neues** hervorbringt. Sie merze allenfalls negative Varianten aus, schütze also vor Degeneration (TH. EIMER 1897, O. HAMANN 1892). Selektion wäre also vor allem der **stabilisierende Faktor**, der angepaßte Formen auf der Höhe der Anpassung erhielt, was als "**Stabilisierende Selektion**" (stabilizing selection) (u. a. J. M. LERNER 1959) bezeichnet wurde. Gegen seinen zeitweiligen Lehrer WEISMANN schrieb TH. EIMER 1897 sogar von einem "Afterdarwinismus".

Immerfort kann man sehen, wie ein Tier ein anderes frißt, den herabstürzenden

Greifvogel wie die Insekten verzehrenden Singvögel. Aber daraus das Ausmaß der Selektion in der Natur abzuleiten, ist eine Abstraktion. Die Selektion besteht zweifellos, die direkte Feststellung ihrer Stärke erschien wenig hoffnungsvoll, wurde aber versucht. Öfters zitiert wurde BUMPUS, der 136 nach einem Unwetter am 1. Februar 1899 umgekommene Sperlinge untersuchte und dabei feststellte, daß gerade unter den umgekommenen Tieren sich überdurchschnittlich viele mit Abweichungen befanden. Selektion hatte zumindestens in diesem Fall das Abweichende vernichtet (K. .C. SCHNEIDER 1911), wirkte also "stabilisierend". Bei Beweidung von Grasland überleben die bereits vorhandenen mit Schutzmitteln gegen Tierfraß ausgestatteten Pflanzen, also die mit Dornen, Stacheln, Weidetiere abstoßenden Substanzen. Irgendwann mußten diese vor Weidefraß geschützten Formen allerdings neu entstanden sein.

Gesprochen wurde auch davon, daß Selektion bald an ein Ende kommt, wenn nicht immer wieder neue Varianten angeboten werden.

Paläontologen verwiesen darauf, daß **Fossil-Abfolgen** recht **direkten**, einlinearen Verlauf aufweisen und kein Hin-und Herschwanken, wie es immer neue Variationen nach verschiedenen Richtungen und dann erst kanalisierende Selektion nahelegte. EIMER meinte 1887 (S. 73): "Man stelle sich einmal vor, daß alle die tausend und tausend verschiedenen, zweckmäßig bis ins Kleinste hinein arbeitenden Gelenke, welche in der Thierreihe vorkommen, zufällig im Keimplasma durch Abändern bzw. durch "intrabiontische" Selektion entstanden. ..."

Gegen Evolution aus dem Zusammenwirken von Zufalls-Variabilität und Selektion schien die **oft zu große Vollkommenheit** der Merkmale zu zeugen. Allein richtungslose, Einzelmerkmale betreffende Abänderungen und Selektion hätten etwa die Lichtsinnesorgane der Wirbeltiere und der Cephalopoden mit ihren zahlreichen aufeinander abgestimmten Einrichtungen nicht hervorbringen können.

Der französische Entomologe JEAN-HENRI FABRE verwies auf die komplizierten Verhaltensvorgänge bei etlichen Insekten. Die in der Larve des Rosenkäfers schmarotzende Dolchwespe verzehrt nach FABREs Beobachtung die Organe ihres Wirtes in einer solchen Reihenfolge, daß der dieser Schmarotzerlarve lebenswichtige Wirt möglichst lange Zeit weiterlebt. Dem Vorteil der Dolchwespenlarve stand das für Nichtgläubige eigentlich gegen Gott sprechende Leiden der Rosenkäfer-Larve gegenüber.

Zu hoch, um allein das Überleben zu sichern, wären auch entscheidende Merkmale des Menschen ausgebildet, namentlich seine hohe Gehirnleistung. Zur Zeit der Menschwerdung hätte mathematische Befähigung kaum einen Selektionsvorteil darstellen können, ebensowenig wie hohe musikalische Begabung. A. R. WALLACE (1870) sah von "Grenzen der natürlichen Zuchtwahl in ihrer Anwendung auf

den Menschen" und (S. ? 3949): "Das Gehirn des prähistorischen und des wilden Menschen scheint mir die Existenz einer Kraft zu beweisen, welche verschieden ist von jener, die die Entwicklung der niederen Thiere durch ihre immer variierenden Lebensformen geführt hat." Unerklärbar durch Selektion schien auch das Verschwinden des menschlichen Haarkleides zu sein, denn Haare hätten Nutzen. Der Mensch sollte außerhalb der für die übrigen Organismen geltenden Evolution liegen.

Gegen Selektion sollten auch Eigenschaften zeugen, die ihren Trägern eher **schaden als nützen** sollten. Als dem normalen Leben erschienen als widersinnig das zu schwer erscheinende Geweih des Irischen Riesenhirsches und die sich nach oben zurückbiegenden Hauer des Hirschebers, *Babirussa*, von Celebes (Sulawesi). Zur Erklärung wurde gedacht an einen anfänglichen Nutzen und das Beibehalten der einmal eingeschlagenen Bildung. Für ihre Entstehung dieser Merkmale durch Selektion infolge Auslese des "Zweckmäßigen" schienen wenigstens Zusatzannahmen erforderlich zu sein.

Es ist schwierig festzustellen, inwieweit Abneigung gegen die Selektion namentlich in der Menschengesellschaft aus "erkenntnisleitendem Interesse" die Argumentation gegen die Wirkung von Selektion insgesamt beeinflusste. Argumentiert wird bei Naturforschern mit wissenschaftlichen Daten, auch, wenn in ihrem inneren Denken Religion und Weltanschauung mitspielen mögen. Bei OSKAR HERTWIG, der die Propaganda für angeblich notwendige Auslese in der menschlichen Gesellschaft fürchtete, hat die eher emotionale Ablehnung von Selektion ihn wissenschaftliche Argumenten suchen und finden lassen.

Verteidigung der Selektionstheorie gegen die Einwände

Mit verschiedenen Argumenten wurde von den verschiedensten Forschern die Wirkung der Selektion zu stützen versucht.

Wie namentlich WEISMANN hervorhob, schaffe Selektion nur so viel Zweckmäßigkeiten, wie für den Fortbestand einer Art durch ausreichenden Nachwuchs notwendig ist. Erhalten blieb, was nicht zu einer solchen Verminderung der Zahl von Nachkommen führt, daß eine Spezies ausstirbt. Lasse **Selektionsdruck** auf eine Spezies **nach**, werden **Rückbildungen**, ja Unvollkommenheiten **zunehmend tolerierbar**. Im Dunkeln sind Augen nicht nötig. Varianten mit Augenrückbildung überleben und Höhlentiere wurden augenlos. Auf Inseln mochte ein größeres Tier wie der Hirscheber auf Celebes kaum noch größere Feinde haben und seine widersinnig wirkenden Hörner schadeten nicht der Vermehrung.

Auch regelrecht unangenehme Eigenschaften setzen sich durch. Für den Menschen

in der Zivilisation ist Augenschärfe kein Kriterium des Überlebens mehr und deshalb nahm der Anteil der Brillenträger an der Bevölkerung zu.

Evolution brachte Erstaunliches hervor, und mancher Techniker bewunderte auf evolutionärem Wege entstandene Strukturen. Und auch auf dem Wege zu neuen technischen Errungenschaften gibt es manche Versuchskonstruktion und Wegwerfen des Ungünstigen. Aber viele **Unvollkommenheiten** und eigenwillige 'Konstruktionen' **in der Welt der Organismen** zeigen, daß hier kein rational denkender, mathematisch und technisch geschulter Ingenieur am Werke war. Aus dem Vorhandenen mußte Besseres entstehen und es gab keine völlige Neukonstruktion. Die Sehzellen in der Netzhaut im Auge der Menschen und anderer Säugetiere liegen hinter den von ihnen wegführenden Nerven, also das Licht muß durch eine Art vor den Sehzellen liegenden Kabelsalat von Nerven hindurch, ehe die Sehzelle gereizt wird (u. a. R. DAWKINS 2016, S. 399). Ein Techniker hätte wohl anders konstruiert, zumal es bei Tintenfischen anders gegangen war. Bei der **Giraffe** läuft der im langen Hals aufsteigende **Kehlkopfnerf** in einem langen Umweg, der nur aus der Herkunft zu erklären ist (R. DAWKINS 2016, S. 406 ff.). Im Bauch auch des Menschen erscheint ein Durcheinander der "Arterien, Venen, Nerven, Därmen, Fett- und Nervenbündeln, Gekröse und vielem anderem" und der USA-Biologe COLIN PITTENDRIGH wird zitiert (bei R. DAWKINS 2016, S. 419): "Das Ganze ist nichts anderes als ein Flickwerk aus Provisorien, ad hoc zusammengestoppelt aus dem, was gerade verfügbar war, als sich eine Gelegenheit bot und nicht im Voraus, sondern erst im Nachhinein durch die natürliche Selektion abgesegnet." Der Ingenieur findet also in technischen Geräten mehr Übersicht und Ordnung als der im Bauch operierende Chirurg?

Für Auslese sprach die Entstehung ähnlicher, **konvergenter Merkmale** unter ähnlichen Bedingungen, die namentlich bei relativ raschen Generationenfolge zustandekäme. BATES 1862 (S. 513) meinte: "I believe the case offers a most beautiful proof of the truth of the theory of natural selection I also shows that a new adaptation, or the formation of a new species, is not effected by great and sudden change but by numerous small steps of natural variation and selection." Konvergenz gibt es aber auch bei Formen, die eine langsame Generationenfolge haben, so die fischförmigen Tiere.

Die Wirkung von Selektion kann nur "**statistisch**" sein, also neben der Vernichtung auch zahlreicher durchaus lebensfähiger Individuen im Durchschnitt gewissen Varianten eine erhöhte Fortpflanzungsrate gewähren. Ein Wal, der Planktonkrebse im Meer massenweise als Nahrung einsaugt, kann bei dieser Nahrungsaufnahme wohl kaum irgendwelche selektive Wirkung ausüben (E. MAYR 1983).

Nur ein Kompromiß zwischen verschiedenen Möglichkeiten könnte zu-

standekommen. Sowohl eine zu hohe wie eine zu niedrige Eizahl wird für den Bestand einer Vogelart ungünstiger sein als ein Optimalgelege (E. MAYR 1959), bei dem eine möglichst hohe Zahl von Jungvögeln trotz aller Verluste aufwächst. Was die komplizierten Organe mit ihren Merkmalen im Zusammenspiel betrifft, so verwiesen vergleichende Anatomen auf die so unterschiedlichen Stufen von bei rezenten Tieren noch vorhandenen Lichtsinnesorganen, die für eine allmähliche Herausbildung sprechen würden.

Gelang es nicht, den Nutzen einer Anpassung nachzuweisen, wurde gedacht an Nutzen **unter früheren Bedingungen**, zur Zeit der Entstehung eines Merkmals, das dann aber weiter vererbt wurde.

In Abwägung der verschiedenen Argumente wurde vielfach festgeschrieben, bei der **Wirkung der Selektion** zu unterscheiden (vgl. E. MAYR 1959, S. 25):

Stabilisierende Selektion Transformierende ...

ausgemerzt wird das Abweichende begünstigt wird Neues, Abweichendes, besser Angepaßtes

Es gab also hinsichtlich der Akzeptierung der Selektion am Ende des 19. Jh. und Anfang des 20. Jh. oft sie nicht berücksichtigende Evolutionshypothesen

Evolution **mit Selektion** Evolution, **aber ohne wesentliche Wirkung der Selektion**

HAECKEL, WEISMANN O.HERTWIG, NÄGELI, HEIKERTINGER

Selektion entsteht aber nicht aus statistischer Unwahrscheinlichkeit, nicht allein im Zufall, sondern ist Folge der 'nichtzufälligen' "Auswahl zufälliger Varianten, und sie funktioniert, weil die Verbesserung kumulariv und allmählich abläuft" (R. DAWKINS 2016 b, S. 672).

Es wurde auch gesehen (WEINGARTEN und WENZEL 2009), daß es nicht nur die Außen-, die Exntern-Selektion unter den geborenen Individuen einer Art gibt, sondern auch eine Intern-, Binnen-Selektion, vor der Geburt, im Mutterleib. Keimlinge sterben im Stadium von wenigen Zellen wohl oft, weil in physiologischen Prozessen etwas nicht in Ordnung ist. Das sah auch DARWIN.

Umstrittene Geschlechtliche/Sexuelle Zuchtwahl

Die von DARWIN erstmals beschriebene "**Geschlechtliche Zuchtwahl**" war noch mehr umstritten als die "natürliche Auslese", die Selektion allgemein. Der

Annahme von Auswahl des Geschlechtspartners wurde Anthropomorphismus vorgeworfen und bezweifelt wurde, daß Tierweibchen oder auch Tiermännchen zur Auswahl der Geschlechtspartner nach irgendwelchen Kriterien, gar denen von einer Art Ästhetik, befähigt sind. Der DARWIN oft verehrende WALLACE stimmte in der Frage einer Sexuellen Zuchtwahl mit ihm nicht überein. Die bei größerer Auffälligkeit auftretende Verminderung der Zahl der Individuen durch natürliche Auslese müßte die sexuelle Zuchtwahl neutralisieren, also die Art benachteiligen und dann sexueller Zuchtwahl keinen Sinn geben. WALLACE wollte nicht einsehen, daß beim farbenprächtigen Pfau tausende und zehntausende weiblicher Vögel ohne Ausnahme diejenigen Männchen vorzogen, deren Zeichnungen in geringerem Maße nach der Farbenpracht abweicht. Es "fehlt jeglicher Beweis dafür, dass die Weibchen diese Schmuckentfaltung irgendwie bewundern oder auch nur beachten. Hühner, Truthennen und Pfauhennen suchen ruhig ihr Futter, wenn der Hahn seinen Schmuck zeigt", wobei WALLACE dann mitteilt, daß des Hahnes "Beharrlichkeit und Energie beim Werben viel wesentlicher ist als seine Schönheit" (1879, S. 207). WALLACE (s. 1878/1879) gab also zu, daß "Kraft und Lebendigkeit" (1879, S. 206/207) der Männchen vor Weibchen wirkt, und das eben oft **indirekt** mit Farbe verbunden ist. Also nur die direkte Wahl wird bezweifelt. Nach der Meinung von WALLACE spräche auch gegen die sexuelle Zuchtwahl, daß "jeder Vogel unter allen Umständen ein Weibchen oder Männchen findet", beim Abschießen eines Partners sich der andere, der überlebende, rasch wieder paart (1879, S. 207). Aber hatte WALLACE hier ausreichend Beobachtungsbelege? Noch weniger einzusehen wäre die Reaktion der Sexualpartner auf Farben bei Schmetterlingen (1879, S. 208).

Es wurde auch darauf verwiesen, daß nie beobachtet wurde, daß einem bis zur offensichtlichen Selbstvergessenheit balzenden Auerhahn weibliche Tiere der Art, also Auerhennen, folgten (K. GUENTHER 1905, S. 73), ja nicht einmal in seiner Nähe gesehen werden (S. 75). Auch schau keine Truthenne einem verzückt sein Rad schlagendem Truthahn nach. Diese Balztänze können also nur den Zweck haben, **Nebenbuhler** zu **beeindrucken**, sie fortzujagen. Auch Amsel-Männchen singen auf erhöhtem Punkt ohne in der Nähe von Weibchen (S. 84). Paarungsrufe zum Finden der Geschlechtspartner klingen anders, und solche Stimmen sind dann Arterkennungszeichen (S. 82). Aber bei **Schmetterlingen** (K. GUENTHER 1905, S. 181 ff.) locken etwa beim Nachtpfauenaugen die Weibchen durch **Düfte** an, mögen auch die im Flug wirkungsvollen Farben mitspielen. Also hätte hier für die unterschiedlichen Merkmale der Geschlechter eine geschlechtliche Zuchtwahl stattgefunden.

Daß sich bei vielen Tieren, namentlich den höheren, **Männchen und Weibchen** teilweise **stark unterscheiden** ist wohl offensichtlich. Zu **Zeiten der Paarung**



Abbildung 115: Mehr Sexsignal statt Waffe.

können sogar wieder vergehende **stärkere Unterschiede** hinzukommen, wie bei den zu diesen Zeiten gefärbten Männchen der Kammolche oder der Stichlinge. Die Geschlechtsmerkmale der Männchen können zeugen für gute genetische Ausstattung und haben mit der damit verbundenen Wahl der Weibchen einen positiven Selektionswert (s. E. VOLAND 2009, S. 108 ff.)..

Aufwendigeres Kopulationsverhalten gibt es auch bei manchen **Arthropoden** und der Sinn wird darin bestehen, daß lebestüchtigste Männchen die Kopulation vollziehen dürfen. Bei der Skorpionfliege *Panorpis vulgaris* übergibt das Männchen aus der dazu spezialisierten Labialdrüse herausgedrückte, proteinreiche Sekretbonbons oder übergibt Arthropodenaas (K. P SAUER 2002).

Tödlich ist die Sexuell Zuchtwahl für den Unterlegenen selten.

Evolutionsfaktor Isolation

Isolation, Abtrennung von abgeänderten Individuen, wurde als Evolutionsfaktor geschätzt, weil bei abgeänderten isolierten Individuen einer Art eine Paarung mit nicht-abgeänderten unterblieb, also der vermutete Swamping Effect, die "Verdünnung" der Abänderung, ausblieb. Dem Evolutionsfaktors Isolation maß namentlich MORITZ WAGNER, es war in den 60er-Jahren des 19. Jh., hohe Bedeutung bei. MORITZ WAGNER (F. RATZEL) war Sohn eines Gymnasialprofessors in bescheidenen materiellen Verhältnissen mit 6 Kindern, wurde mit 15 Jahren Lehrling in einem Augsburger Bankhaus und hat von einer in Marseille eingekommenen kaufmännischen Stellung aus Algerien besucht. Er verdiente sich Geld durch



Abbildung 116: Männlich, weiblich Erdkröte.



Abbildung 117: 1-deutig männlich bei Stockente.



Abbildung 118: Stockente weiblich.



Abbildung 119: Männliche Amsel.



Abbildung 120: Amsel weiblich.



Abbildung 121: Blau nur männlich.

das Schreiben von Artikeln, besuchte noch Vorlesungen in Göttingen und reiste dann zu wissenschaftlichen Beobachtungen unter anderem nach Persien, Nord-Afrika und beiden Amerika. Seinen Bruder, den Göttinger Physiologieprofessors RUDOLF WAGNER, kritisierte MORITZ WAGNER später wegen seiner "entschieden kirchlich religiösen Färbung" (1871, S. 1060). MORITZ WAGNER wurde 1862 Ehrenprofessor in München mit dem Recht auf Vorlesungen in Geographie und Ethnographie. Am 2. März 1868 trug M. WAGNER auf einer Sitzung der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu München seine Erweiterung der DARWINschen Theorie durch das "**Migrationsgesetz der Organismen**" vor (1868). In Nordafrika hatte M. WAGNER 1836 bis 1838 erkannt, daß vom Atlasgebirge nach dem Norden fließende Flüsse oft die Ost- oder West-Grenze in der Verbreitung zahlreicher Spezies, so von Mäusen, Schnecken, Insekten, bilden. Jenseits der Grenzscheide gab es verwandte, aber andere Arten. Ähnliche Beobachtungen gelangen ihm an der unteren Donau, in Kleinasien, in Nord-Amerika. Nicht nur Flüsse, sondern auch Inseln und auch Hochgebirge, auch, wenn sie nicht als Klimascheide wirken und von der Umwelt her auf beiden Seiten dieselben Arten hätten aufweisen können, trennten verwandte Arten. WAGNER erklärte diese Vikarianz verwandter Spezies damit, daß Organismen oft mit einem Wandertrieb im Dienste der Selbsterhaltung ausgestattet sind, sich durch Wanderung in neue Bedingungen begeben, vor allem neuer Nahrung, und dadurch sich verändern. Da die freie Kreuzung mit nicht unter den neuen Bedingungen lebenden Individuen ausbleibt, können sich die Abänderungen erhalten. M. WAGNER faßte seine Ansicht 1868 (S. 20) zusammen etwa in der Bemerkung: "Wird die Steigerung in der Plastizität der Organisation durch eine Reihe von Generationen bei langer örtlicher Isolierung in einer bestimmten Richtung durch lokale Verhältnisse unterstützt, so wird daraus bei fortgesetzter Zuchtwahl eine sogenannte **constante Varietät** oder richtiger gesagt eine **beginnende Art** entstehen."

M. WAGNER beschrieb hier in der Sache, was im 20. Jh. "**geographische Artbildung**" genannt wurde. Für M. WAGNER war die von ihm beschriebene Artbildung der Vorgang der Artbildung schlechthin. Auch **Selektion behielt ihre Bedeutung**, aber, wenn sie bleibende Verschiedenheiten hervorbringen sollte, mußte sie auf voneinander isolierte Gruppen von Individuen einer Art wirken. Natürliche Zuchtwahl wirkt nur kombiniert mit Isolierung. Wichtige Räume der Artbildung waren deshalb die Hochgebirge mit ihren vielen durch das bewegte Relief bedingten getrennten Räumen. Wie M. WAGNER bemerkte, sah DARWIN Isolation für die Entstehung neuer Arten lediglich für zusätzlich vorteilhaft an, während für M. WAGNER Isolation für die Artbildung unumgänglich war. Die meist im Haus gehaltenen Hunde hätten gerade wegen der Isolierung voneinander mehr eigene Rassen ausbilden können, als die viel mehr streunenden und sich daher frei kreuzenden Katzen. M. WAGNERs umfangreiche deutschsprachige Arbeit

von 1868 wurde durch EDWARD STANFORD im Jahre 1873 auch in englischer Sprache veröffentlicht (J. T. GULICK 1890).

Die Isolation als wesentlichen Faktor der Artbildung bei ebenfalls wesentlich geringerer Einschätzung der Selektion als bei DARWIN und anderen sah der Reverend JOHN THOMAS GULICK (A. GULICK 1924) nach Studien an Schnecken namentlich der Familie Achatinellidae auf dem Hawaii-Archipel (Sandwich-Islands), veröffentlicht ab 1872 (1890). GULICK hatte ein bewegtes Leben geführt. Er beteiligte sich an Goldgräberei, wurde dann von CH. DARWINs Reisebericht beeindruckt, schlug die Missionarslaufbahn ein, ließ sich von DARWINs Hauptwerk von 1859 überzeugen, unternahm zahlreiche Reisen und hat die letzten 17 Jahre seine Lebens in Honolulu auf Hawaii verbracht. GULICK bemerkte, daß auf den von ihm untersuchten ozeanischen Inseln auf jeder einzelnen auch unter zumindest äußerlich gleichartigen Bedingungen, unter denen also gleichartige Selektion zu erwarten wäre, eine Vielfalt von verwandten Spezies auftritt. Mit der Entfernung auf einer Insel voneinander waren die Unterschiede zwischen den Formen größer. Selektion sollte zur Erklärung dieser Vielgestaltigkeit nicht erforderlich sein. Die Selektionstheorie würde zudem nur die Entstehung verschieden gut angepaßter Formen erklären, von denen die unterlegenen schließlich verschwinden: **monotypic evolution**. Die Selektionstheorie erkläre aber nicht die Entstehung von Formen mit gleicher fitness, die es ebenfalls gäbe, und die sich im Raum nebeneinander befinden: **divergent** or **polytypic evolution**. Räumliche Trennung reichte offenbar allein aus, auch ohne spezifische Selektion in den Teilräumen divergente Formen hervorzubringen. Im Unterschied zu den Darlegungen von MORITZ WAGNER war es nach GULICKs Ansicht nicht erforderlich, daß zur Formen- oder gar Arten-Trennung einer Ausgangsart eine unüberwindbare, isolierende Barriere zustandekam. Zwischen den getrennten Formen mußte nur die Kreuzung unterbleiben. J. T. GULICK definierte die polytypic Evolution (1890, S. 212) als eine "of forms that are neither competing nor crossing, every kind is perpetuated that is not fatally deficient in its adaptation" (Hervorhebung im Original). Kritisch verwies A. R. WALLACE (s. 1891) jedoch auf Irland, eine Insel, die keine solche Vielfalt von verwandten Arten hat, und wo allerdings vielleicht die Zeit für diese Segregation nicht ausgereicht hat. Als Ursachen für die Trennung (segregation) von Formen auf den ozeanischen Inseln des Pazifik kamen nach GULICK in Frage die Nahrung, der Schutz, das Nisten, dann die zeitliche (chronal) Trennung, die räumliche (spatial), die künstliche (artificial), Wanderung (migrational), passiver Transport (transportational), geologische Geschehnisse. GULICKs Ansichten kann man als frühe Form der Populationsgenetik sehen (s. E- MAYR 1984,S. 445).

Geographische Artbildung, **Verknüpfung von Isolation und Selektion**

MORITZ WAGNER JOHN THOMAS GULICK

Isolation wirkt wegen **verschiedenartiger Selektion in den isolierten Gebieten** Isolation wirkt **auch ohne** verschiedenartige **Selektion**

Ähnliche Untersuchungen wie GULICK stellten bei der Schnecken-Gattung *Portula* GARRETT (1884), MAYER (1902), CRAMPTON (1916) auf den Gesellschaftsinseln (Society Islands) an.

Ein Anhänger von GULICKs Auffassung wurde G. J. ROMANES (1897). Er erkannte auch, daß die Abweichung von der Ausgangsform um so größer wird, je geringer die Zahl isolierter Individuen wäre. ROMANES (1886, 1887) erklärte die Wirkung der Isolation mit der "physiologischen Auslese" (G. J. ROMANES 1886, 1897) (s. d.).

Andere Forscher betonten, daß Isolation nicht die Voraussetzung jeder Evolution ist. Daß eine Spezies sich an Ort und Stelle, wohl ohne Trennung in verschiedene Gruppen und ohne Zuwanderung anderer Formen, in toto in eine neue Form umbildet. Nach WAAGEN (1869) galt das für Ammoniten, nach NEUMAYR und PAUL (1875) für Süßwasser-Paludinen (zitiert nach S. S. TSCHETWERIKOW 1926/1961).

Weitere Erkenntnisse zur Isolation: Biogeographie und intraspezifische und auch Arten betreffende Taxon-Bildung

Von den Arten und Gattungen **Exemplare verschiedenster Herkunft** zu untersuchen wurde eine Aufgabe der weiträumigen Erfassung der Pflanzen- und Tierwelt, eine Aufgabe auch der **Biogeographie** (F. A. SCHILDER 1956). Und immer mehr erwies sich, daß man viele Arten in klare Unterarten auftrennen mußte, ja das als bisher zu einer Arten gestellte Formen zu 2 oder mehr eigenen Arten zu erheben waren. Die lokalen Faunisten und Floristen haben dabei mitgewirkt. Unterschiede fanden sich vor allem bei voneinander isolierten Vorkommen einer Art. Einst weit im nacheiszeitlichen Europa verbreitet, als *Rupicapra christoli*, leben die **Gemsen**/*Rupicapra rupicapra* nunmehr in getrennten, sich nicht miteinander vermischenden Beständen in den Gebirgen Südeuropas und haben, nunmehr also in **disjunkten** Arealen, zwischen Asturien und Kaukasus **10 geographische Rassen** ausgebildet (F. A. SCHILDER 1956, S. 124). Noch wären sie miteinander fortpflanzungsfähig, wenn denn welche aus getrennten Gebirgen zusammenkämen. Im Jahre 1419 auf der bei Madeira gelegenen Insel **Porto Santo** ausgesetzte **Kaninchen**, die sich stark vermehrten, wurden den Stammeltern unähnlich und sollten sich mit den europäischen Kaninchen Ende des 19. Jh. nicht mehr kreuzen können (K. GUENTHER 1905, S. 19), wurden genannt *Lepus Huxleyi* (S. 460). Mit welchen Rassen und unter welchen Umständen wurde das allerdings überprüft?

Der Schweizer Arzt F. A. FOREL in Morges am Genfer See, Mitbegründer der

Limnologie, berichtete 1872/73 über die **Tiefenfauna** des Genfer See und verglich mit anderen Seen. Im Unterschied zu Tieren der oberen Bereiche der Seen, die teilweise auch flugfähig sind, kann die Tiefenfauna sich nicht von See zu See austauschen, "est isolé de tous dans ses profondeurs ..." und jede Seentiefe ist so "un centre de modification spéciale", mußte einst gesehen werden als "une centre de creation" (S. 152). Unter den Fischen bestätigte sich das für die in der Tiefe lebenden **Felchen/ *Coregonus***, die von See zu See Eigenheiten zeigten. Das Umbildungen relativ rasch gesehen zeigte sich bei Felchen im Laacher See in Eifel, wo 1876 und 1872 Felcheneier ausgesetzt wurden 1912 THIENEMANN (zit. b. H. BÖKER 1937, S. 46/47) diese Felchen "mit keiner anderen Felchenart mehr zu identifizieren waren." Im 20. Jh. liefern Fische von Seetiefen, etwa im Victoria-See Muster der Formbildung.

Bei **Pflanzen** fanden sich Beispiele von Unterschiedlichkeit verwandter Formen auch bei Vorkommen unter gleichwirkenden Bedingungen. Es tritt bei der Teufelskralle/***Phyteuma***, ein Glockenblumengewächs auf Mittelgebirgs-Wiesen, eine Form mit weißgelblicher Ährenfarbe auf, *Phyteuma spicatum*, und eine in einer dunkel-violetten Farbe, *Phyteuma nigrum*. OSCAR DRUDE (1913), Dresden, der Vorkommen dieser beiden Arten untersuchte, fand sie trotz der großen Ähnlichkeiten jedoch nie untermischt, also ohne Zwischenformen. Schärfer getrennt erschienen ihm die bläuliche gewöhnliche **Skabiose *Scabiosa columbaria*** und die ihr ansonsten ähnliche, aber mit hell-schwefelgelben Blüten ausgestattete *Scabiosa ochroleuca*.

F. FEDDE fand, 1936, Schwierigkeit in der Art-Abgrenzung in der Gattung ***Corydalis*/Lerchensporn**. Gesprochen wurde etwa von "schwachen" Arten, wenn außer in wenigen Merkmalen oder gar nur in einem einzigen erfaßten Merkmal ein Unterschied zwischen 2 Arten bestand. Manche und schließlich viele bisherigen Pflanzen-Arten erschienen als "Sammelarten", "polymorphe Arten". Damit war die Erkenntnis von der **allgemeinen** genetischen **Polymorphie** der Arten vorbereitet.

Bei Tieren war es beim Vergleich der Herkünfte aus verschiedenen Regionen auch oft problematisch, zwischen Art und Unterart, Rasse oder dergleichen zu unterscheiden. Der einst Breslauer Zoologe FERDINAND ALBERT PAX stellt in seinem Buch 'Die Tierwelt Schlesiens', 1921, manche Tier-Arten vor, die in ihren verschiedenen Vorkommen sich unterscheiden. So wurden in den ohnehin getrennten verbliebenen Teilarealen des **Apollofalters/ *Parnassius apollo*** sich unterscheidende Unterarten beschrieben. Endemische Rassen ließen sich in manchen Altwässern und Tümpel bei **Muscheln** erfassen, so bei *Dreissensia polymorpha*, bei welcher auch der Speziesname auf die Variabilität bezug nimmt. Bei der **Prachtlibelle *Calopteryx splendens*** fand sich die Breite der dunklen



Abbildung 122: *Scabiosa columbaria* L..



Abbildung 123: *Scabiosa ochroleuca* L..

Flügelbinde in den verschiedenen Teilen ihres Verbreitungsgebietes verschieden breit, gibt es aber keine völlige Trennung der Formen; jedoch im Elbgebiet gibt es ausschließlich eine als mitteleuropäisch Normalform genannte Form, im Oder-tal gehörten etwa 10% einer durch breitere Flügelbinden gekennzeichneten Form *forma tümpeli* an, und im Narew-tal waren 60% für *tümpeli* geschätzt.

Mit den **Erkenntnissen über die Gene**, über die **unterschiedliche genetische Ausstattung von Individuen bei sich sexuell vermehrenden Arten**, wurden die Vorstellungen über **Variabilität auf eine neue Grundlage** gestellt, wurden gerade Pflanzen auf ihre Ausstattung mit Chromosomen untersucht. Was die Taxonomen an Arten und den intraspezifischen Taxa aufstellten, drängte zu einer genetischen Erklärung.

Von der Feststellung von Unterschieden einer Art in ihren Teilarealen, von der Erfassung von Vikarianzen von interspezifischen Taxa einer Art, führte der Weg zum Erkennen der Unterschiede sogar in den **Populationen**, in den voneinander mehr oder weniger isolierten Fortpflanzungsgemeinschaften einer Art, so angewandt namentlich in der Zoologie. Die einzelnen sich sexuell fortpflanzenden Individuen haben ein Genom, eine Erbanlagen-Kombination, die einen Ausschnitt aus dem Erbanlagen-Bestand der Population ist. Mit der sich ausbildenden Genetik wurde das in den genetischen Unterschieden der Populationen deutlich, in den sich wenigstens etwas voneinander unterscheidenden **'Genpools'** der verschiedenen Populationen. Der Genpool, der in den "Generationen gesiebt und ausgedünnt wurde" (s. R. DAWKINS 2016 b, S. 611). Damit gab es neue Einsichten in die **Mikroevolution**.

Symbiose als Evolutionsfaktor

Schon im 19. Jh. wurde auch diskutiert die Entstehung neuer Formen durch Aufnahme ganzer Organismen, etwa einfacher, in den Körper von anderen Lebewesen, die **"Symbiogenesis"**, die also unter Variabilität zu verbuchen ist. Ab der 1920-er-Jahre wurde das näher diskutiert (s. u.).

Weiterhin auch Annahme innerer (endogener) Faktoren der Umwandlung

Daß die Variationen von innen, von der Körperkonstitution bestimmt wurden, war ziemlich selbstverständlich, auch wenn es manchmal hinter zu viel Betonung der Außenaufprägung fast in Vergessenheit geriet.

Aber nicht nur richtungslose Variationen, auch der Verlauf der Evolution über weite Strecken oder insgesamt sollte von innen, wie von einem vorgegebenen Pro-

gramm her gesteuert sein. Fast könnte man sagen, die Evolution war „präformiert“ und war dann „Auswicklung“ - „evolutio“ - in Sinne dieses erst im 20. Jh. sich für die Abstammungslehre durchsetzenden Wortes. Diese Idee bestand bei LAMARCK, bei CHAMBERS, kehrte wieder bei NÄGELI (1884).

Vererbungstheorien im späten 19. Jahrhundert - die inneren Voraussetzungen der Variabilität

Die Vererbungslehre ist nicht an die Evolutionstheorie gebunden, aber beide, die Vorstellungen über Evolution und Vererbung, standen stets in enger Beziehung. Ja die Lebenserscheinung „**Vererbung**“ wurde durch die auf den Veränderungen aufbauende Evolutionstheorie erst richtig bewußt (A. WEISMANN 1883 a).

Die der Begründung der Deszendenztheorie um etwa zwei Jahrzehnte vorangegangene **Zellentheorie**, eine erste bedeutende Errungenschaft der Biologie des 19. Jahrhunderts., wurde seit den 60er-Jahren des 19. Jahrhunderts zunehmend mit der Evolutionstheorie verknüpft, indem in den Keim-Zellen, die sich vereinigenden Eizelle mit einem Spermatozoon, die Vererbungssubstanz gesucht wurde, welche zum einen dafür sorgte, daß die Kinder den Eltern glichen, andererseits von ihnen her die Variabilität ausgehen mußte. In dem Vereinigungsprodukt, der Zygote, mußten die Erbanlagen beider Eltern zusammengekommen sein und traten nun in noch zu erforschender Wirksamkeit in Tätigkeit.

Gab es anfangs manche Phrasen über ein Wechselspiel zwischen dem beharrenden Element der Vererbung und der Veränderung, so wurden bedeutender die **Hypothesen über eine Vererbungssubstanz**, ein materielles Substrat der Vererbung. Erste Vererbungshypothesen stammen von HERBERT SPENCER und namentlich von CH. DARWIN. In einem Anhangskapitel seines umfangreichen Werkes „Das Variieren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation“ stellte 1868 DARWIN seine „Pangenes-Hypothese“ vor. Von allen Geweben oder gar Zellen sollten ständig kleinste Keimchen, „Pangene“ oder „Gemmulae“ genannt, nach den Geschlechtsorganen strömen und die Keimzellen aufbauen. Die „Pangene“ oder „Gemmulae“ sollten dabei Signale von den Orten ihrer Herkunft mitbringen und diese in die Keimzellen einbauen. In den Keimzellen, in denen die Vererbungssubstanz angenommen wurde, waren so Signale aus den verschiedensten Zellen und Gewebe eines Organismus präsent, auch Signale von Abänderungen, entstanden im Laufe des Individuallebens. Damit sollte die „Vererbung erworbener Eigenschaften“ möglich werden und diese erklärt sein. Als diese Pangenes-Hypothese aufgegeben werden mußte, vereinfachte das die Vorstellungen von einer Vererbungssubstanz, die zwar in den Keimzellen präsent sein sollte, aber nicht

dauernd aus dem Körper ergänzt wurde.

Gibt es unterschiedliche Formen der Artbildung – RICHARD VON WETTSTEIN

Daß vertiefte und eingehendere Untersuchungen zur Artbildung nötig sind als bisher oft betrieben wurde und auch die Arbeit der Züchter analysiert werden muß wurde vor 1900 geäußert. RICHARD VON WETTSTEIN (1896 a, b) meinte zum einen, daß es in der Natur offenbar verschiedene Formen der Artbildung gibt, worunter er auch die "Vererbung erworbener Eigenschaften" sah, andererseits aber auch die sich namentlich um die Jahrhundertwende aufkommende Einsicht in häufigere sprunghaftere Artbildung anerkannte. 1896 (b, S. 38)) glaubte der Botaniker RICHARD VON WETTSTEIN den unbefriedigenden Zustand der Artbildungslehre damit zu erklären, "dass vielfach die Frage nach Entstehung der Arten nicht streng induktiv, auf dem Wege der Beobachtung und des Experimentes behandelt, sondern zum Gegenstande logischer Deduktionen gemacht wurde." VON WETTSTEIN betrachtete es (1896, a, S. 303) als "ein erfreuliches Zeichen der Vertiefung descendenztheoretischer Studien", daß in neuerer Zeit vermehrt detailliert "Beobachtungen über verschiedene Formen der Artbildung" angestellt wurden, was ihm erschien "als eine gesunde Reaction ... gegenüber den lange Zeit hindurch in erster Linie theoretisch gepflogenen Betrachtungen über die Frage der Artbildung, welche nothweniger Weise zu der – meiner Überzeugung nach – unnatürlichen Auffassung führten, dass die Vorgänge bei der Entstehung neuer Arten in allen Fällen dieselben seien."

Zur Beurteilung etwa von Anpassungen müsse die gesamte Pflanzengruppe auch in verschiedenen Stadien betrachtet werden, etwa auch die Keimblätter.

In den folgenden Jahrzehnten gab es auch Zuwendung zu einer bestimmten Form der Entstehung von Variationen, aber diese differenzierte sich dann doch beträchtlich.

Neue Vorstellungen zu Vererbung und zur Variabilität - Neugestaltung der Evolutionstheorie, ab Ende 19. Jahrhundert

Vererbung in der Biologie und Anthropologie in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhundert

Arten sind veränderlich - aber Arten, ja Individuen vererben auch ihre Merkmale an die Nachkommen. Auch Vererbung wurde zunehmend diskutiert. "Famili- enähnlichkeit und Variation", meinte GALTON 1889 (S. 9), sie "seem to be fundamentally opposed, and to require independent discussion, but this is not the case altogether, nor indeed in the greater part." Um der Vererbung auf die Spur zu kommen, gab es unter anderem das Verfolgen von **Merkmalen in Familien**, so wie es in einem Roman von ZOLA der erfundene Arzt 'Doktor Pascal' in seiner eigenen Familie versuchte und nicht gerade zu günstigen Ergebnissen hinsichtlich einer Verbesserung kam. Eine erbliche Verschlechterung, eine '**Degeneration**', wurde zu einem **Menetekel** der Zeit. Auch wurde statistisch an großen Massen geforscht. Das Einzelmerkmal wurde betrachtet, aber eher mehr das Gesamtbild. GALTON (1889, S. 72) setzte sogar eine Vergütung von 500 Pfund aus für Familien, die innerhalb des Vereinigten Königreiches wohnen und ihm bis zum 15. Mai 1884 ihre **Familiengeschichte** mitteilen, unter zugesicherter Vertraulichkeit. Gefragt waren 'Stature, Augenfarbe, Temper, Artistic Faculty, einige Krankheiten, Auswahl der Ehepartner, Fruchtbarkeit'. GALTON erhielt 150 auswertbare Familienberichte. Etliche Fehleintragungen wurden vermutet. 1884 hat GALTON auf der International Health Exhibition in London in seinem dort aufgestellten Anthropometrischen Laboratorium etwa 10.000 Messungen an Besuchern vorgenommen. Durchschnitte interessierten ihn, nicht 'Elemente'. Sowohl die Körpergröße wie die Begabung blieben bei den Kindern oft unter der der Eltern, es gab also 'Regression' (1889. S. 106 u. a.), was gegen die erbliche 'Transmission' jeder Fähigkeit sprach. Kinder begabter Eltern waren oft auch begabt, aber erreichten nicht die Höhe der Eltern. Erbsen verschiedener Gewichtsklassen ließ er in verschiedenen Teilen Großbritanniens aussäen, um ihre Entwicklung festzustellen. Auch Schmetterlinge, *Selenia*, wurden gezüchtet. Zu seinen für eine Vererbungstheorie gehörenden Annahmen schrieb GALTON (1889, S 12 ff.), daß in unterschiedlicher Nachkommenschaft das eine Merkmal mehr in Mischung wiederkehrt, andere Merkmale in 'Ausschließlichkeit'. Einbezogen in die Überlegungen wird der Atavismus, das überraschende Erscheinen von vermutlich auf Vorfahrenstadien verweisenden Merkmalen, was zeige, daß nicht alle Vererbungspotenzen genutzt werden, ein Individuum nicht alle in ihm vorhandenen Potenzen ausbilde, "out of an indefinite number of mutually exclu-

sive possibilities" (S. 18). Mit dem **Erscheinen** als Merkmal **nur eines Teiles** der in jedem aber vorhandenen Merkmalsträger erklärt GALTON vieles in der Merkmalsausbildung eines Individuums, so die Unterschiede zwischen Brüdern. Das führt von der Vererbung weg zur Embryologie, zu dem, was später einmal phänotypische Vererbungslehre, ja Genphysiologie heißt. Im Ei werden die 'Pangene', s. DARWIN. unterschiedlich positioniert. Bestimmtes Geeignetes wird sich jeweils durchsetzen, wie in der Menschengesellschaft bestimmte Regierungsformen, Traditionen, Gepflogenheiten. GALTON ist nicht kleinlich mit für sein Fachgebiet weit hergeholtten Vergleichen (S 21 ff.). Mit einem 'Zufallsapparat, bei dem kleine Kugeln durch ein eingestecktes senkrecht gestelltes Nadelgewirr fallen und der Weg der kleinen Kügelchen oft willkürlich erscheint, soll der die Merkmalsausbildung auch bestimmende Zufall demonstriert werden. GALTON bietet in der Rückschau ein **Sammelsurium von Angaben**, die man für eine Vererbungstheorie auswerten kann, aber die zu keinem konstruktiven Ergebnis führen, die zeigen, wie schwierig es war, eine Vorstellung von Vererbung zu finden. Eine an BACON erinnernde Faktanaufstellung, aber kaum faßbar. GALTON, der auch einmal in Afrika reiste, ohne einer der großen Entdecker zu werden. MENDEL (s. u.) wird das Ausbleiben von einzelnen Merkmalen in der Bastardgeneration und die Wiederkehr in den weiteren Generationen viel klarer interpretieren und überhaupt wird dann die Vererbungsforschung viel konzentrierter vorgehen, wird zu einer Theorie.

Zur Variabilität ab etwa 1890 und die Vererbung der Variationen

Ab etwa 1890 wurden neue Vorstellungen über besonders die Variabilität und die Erbllichkeit der Veränderungen entwickelt. Statt der Suche nach den großen Zusammenhängen in der Evolution, nach den Beziehungen der großen Gruppen, vor allem der Stämme, trat jetzt die **Bildung von intraspezifischen Taxa**, der Unterarten und Modifikationen, in den Mittelpunkt, auch dann die Bildung **neuer Arten**. Hier ließ sich **experimentell arbeiten** und Mathematik anwenden. Solche Forschung mündete schließlich in die **Populationsgenetik**. Die Molekulargenetik hat dann mit neuen Möglichkeiten auch wieder die andererseits nie vergessenen größeren Zusammenhänge untersucht.

Die neuen Erkenntnisse zur Variabilität waren zunächst vor allem:

Erbliche Variationen erscheinen sprunghaft,

Diese sprunghaften Abänderungen entsprechen den im Kreuzungsexperiment erfaßten Mendel-Faktoren

3. Nur unter diesen erblichen sprunghaften Abänderungen kann Selektion evolutionswirksam tätig sein; in den nichterblichen "reinen Linien" (JOHANNSEN) bleibt Selektion wirkungslos.

Vergessen war, was GREGOR MENDEL mit seinen Vererbungsgesetzen schon um 1866 beschrieben hatte

Während dieser Debatten um die Sprunghaftigkeit der die Evolution wirksamen Variationen erschien eine Entdeckung, die, wenn die Literatur bekannt gewesen wäre, sofort als eine "Wiederentdeckung" hätte bezeichnet werden müssen, aber um 1900 als Neuentdeckung erschien, nämlich die Erkenntnis dessen, was ein Amateurbiologe, ein Mönch, GREGOR MENDEL in Augustinerkloster in Brünn in dessen Garten bis 1866 experimentell gefunden hatte, Vererbungsgesetze. Es waren Einsichten, die auch die Evolutionstheorie tiefgreifend beeinflussen sollten.

Geboren war MENDEL (u. a. J. KRIZENESKY 1965, H. ILTIS 1924)) am 22. Juli 1822 als Sohn eines kleinen Landwirtes in einem Dorf in Mähren, in Heinzen-dorf/Hyncice. Hier besuchte er auch die Volksschule. Als begabt erkannt, konnte er dann die Piaristenschule in Leipnik besuchen, 1834 - 1840 das Gymnasium in Troppau. Im Jahre 1843 trat er in der Augustinerkloster in Brünn ein, wozu ihn wohl veranlaßte, daß er hier eine materiell gesicherte und auch geistig kulturell befriedigende Atmosphäre zu finden hoffte und fand. Auch andere Klosterbrüder verfolgten wissenschaftliche Interessen. In Akademien oder solchen Einrichtungen nicht untergekommen, schufen etliche Brüder hier so etwas wie eine eigene kleine, vom Staat unabhängige Akademie. Lehrer an Gymnasien auch für weltliche Fächer waren damals Geistliche und MENDEL wollte Lehrer werden, Ab 1847 unterrichtete MENDEL am Gymnasium in Znaim, auch in Naturwissenschaften. Eine Prüfung für Gymnasiallehrer in Wien bestand er aber nicht. Das Brünner Augustinerkloster, in dem MENDEL 1868 für 4 Jahre Abt geworden war, wurde für den am 6. Januar 1884 Gestorbenen die lebenslange Heimstatt. In seinen letzten Jahren hat er noch gegen die eigentlich notwendige Klosterbesteuerung, gemäß dem Religionsfondgesetz, gekämpft.

Kreuzungen bei Pflanzen sind im allgemeinen nur Varianten innerhalb einer Art möglich und nur hier ließen sich Hybriden erzielen. Nicht damals, 1866, als er in den wenig beachteten Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn seine 'Versuche über Pflanzenhybriden' veröffentlichte, erst etwa dreiundeinhalb Jahrzehnte später, um 1900, wurde das beachtet, kam MENDEL posthum zu Ruhm. Zitiert wurde MENDELs Arbeit vorher in einigen weniger bedeutungsvollen Arbeiten und wurde auch so nicht bekannt, ja kaum verstanden. An Zierblumen

hatte er zuerst Interesse, und entgegen der Ansicht, daß nach Kreuzungen ziemlich unterschiedliche Nachkommenschaft erscheint, sah er (S. 3): "Die auffallende Regelmässigkeit, mit welcher dieselben Hybridformen immer wiederkehrten, so oft die Befruchtung zwischen gleichen Arten geschah, gab die Anregung zu weiteren Experimenten ...", mit Überprüfung der Nachkommen. Es war nach MENDELs Erfahrung nicht so, daß die Stabilität der Arten durch die Kultur in hohem Grade erschüttert oder ganz gebrochen wurde" und die Neigung besteht, "die Entwicklung der Kulturformen als eine regellose und zufällige hinzustellen ...", wie es bei den Blumenfarben erscheint. Aber: "Niemand wird im Ernste behaupten wollen, dass die Entwicklung der Pflanzen im freien Lande durch andere Gesetze geleitet wird, als im Gartenbeete. An 'Gesetzmässigkeit' war der auch auf Mathematik setzende MENDEL also wohl von vornherein überzeugt. MENDELs Versuchspflanze wurde die Garten-Erbse/*Pisum sativum*, die Varianten aufweist, die sich in etlichen Merkmalen unterscheiden und die miteinander kreuzbar sind. Wie einige andere Forscher namentlich in Frankreich verfolgte MENDEL gewisse **Einzelmerkmale**. Namentlich etwa die Samenfarbe, also die Farbe der 'Erbsen'-kugeln. **Entscheidend** war, unabhängig von den besser zum Verständnis beitragenden Zahlenverhältnissen, daß die in der ersten Hybridgeneration nicht aufgetretenen Elternmerkmale bei Kreuzung der Hybriden untereinander bei deren Nachkommen wiedererschienen, also offensichtlich bestimmte **Erbfaktoren** über die Keimzellen auch ohne Erscheinen **weitergegeben** wurden, nicht verschwinden oder, was gegen DARWIN vorgebracht worden war, die Merkmale bei Kreuzung 'ausdünnen'. Übrigens: Die häufige Lehrbuchdarstellung von einem schwarzen männlichen Kaninchen und einem weißen Weibchen und der einheitlich grauen 1. Nachkommen-generation und dann nach Kreuzung dieser Bastarde mit 4 Nachkommen mit 1 schwarz, 1 weiß, 2 grau läßt die Mendelschen Regeln nicht verstehen, sondern, weil sie nur auf großen Zahlmaterial beruhen. Der weiße und schwarze Kaninchen kreuzende Kaninchenzüchter mag dann völlig erstaunt sein, mit vielleicht unter den 4 F2-Nachkommen doch nicht 3 schwarze Individuen und nur 1 weißes erwartet zu haben. Da eine Pflanze viele Merkmale aufweist, ist nach Kreuzung bei Gesamtbetrachtung kaum Gesetzmässiges zu erkennen. Es überlagern sich die vielen Neukombinationen. Also war die Beachtung von **Einzelmerkmalen** der richtige Schritt. Und die Einzelfaktoren, später Gene genannt, werden in jedem Individuum neu kombiniert, wobei die Nachkommen natürlich fast alle Faktoren der Eltern ebenfalls aufweisen, die eine Art bestimmenden auf jeden Fall. Aber auch bei den Menschen: Kein Kind gleicht völlig den Eltern und jedes Geschwisterkind ist anders, selbst bei eineiigen Zwillingen ist da Vorsicht geboten. So wie DARWIN mit dem Hinweis auf den 'Ausdünnungseffekt' auf eine falsche Fährte verlockt wurde, so wie MENDEL durch NÄGELIs Verweis auf die Habichtskräuter/*Hieracium*, die eben sich selbst befruchten und Kreuzungen nur scheinbar geschehen.

Neues ab etwa 1890 zur Variabilität

MENDEL und seine Folger hatten also auf diskrete Erbanlagen verwiesen, die nicht verschwanden, nicht 'ausgedünnt' wurden, die im Bestand der Erbsubstanz bestanden. In **"sprunghaften" erblichen Abänderungen**, vor allem einzelner Merkmale, sahen schon vor der Wiederentdeckung der Mendelschen Regeln im Jahre 1900 nach 1890 etliche Forscher, namentlich BATESON, KORSCHINSKY und DE VRIES, die für die Evolution wirksamen Variationen und die 1900 bekannt gewordenen MENDELschen Auffassungen von diskreten Erbfaktoren unterstrichen das. Sogar nur **größere** solche **diskreten Abänderungen**, wurden etliche Zeit als evolutions-wirksam anerkannt, jene die bald 'Mutationen' hießen, bevor hier wieder etwas zurückgedreht werden mußte und auch geringere diskrete Erbfaktoren, 'Kleinmutationen', anerkannt wurden. DARWIN sah als durch die Auslese betroffen und so als evolutions-wirksam nur winzige Variationen. Irgendwie mußten sie natürlich von der Ausgangsform abweichen. Größere Abweichungen waren ihm 'Monstrositäten'. So standen sich gegenüber 'Allmähliche Evolution" im Sinne DARWINs, also Gradulismus'. und 'Saltationen' (s. E. MAYR 1984 S. 436 ff.).

BATESONs Auffassung von sprunghafter Veränderung

Der 1861 als Sohn eines Hochschullehrers in Cambridge in England geborene WILLIAM BATESON (J. B. F. 192., R. OLBY 2004, T. H. MORGAN 1926, O. RENNERT 1961) fand sich zu einem disziplinierten Lernen erst nach Aufnahme des Studiums der Naturwissenschaften am St. John's College in Cambridge, namentlich unter dem Embryologen BALFOUR und ADAM SEDGWICK. Er forschte zunächst in den vorgegebenen Linien der auf Stammbaum-Aussagen ausgerichteten Phylogenetik und erschloß 1883 an der Atlantikküste Nordamerikas die Anatomie des Eichelwurm, *Balanoglossus*, als ein zur Klärung der Herkunft der Chordatiere geeignetes Tier. Die Klärung stammesgeschichtlicher Fragen schien aber BATESON bald nicht mehr zur Lösung der Grundfragen der Evolution zu führen. Und für diese wollte er tätig sein. Auf einer Forschungsreise in die russischen aralokaspischen Salzsteppen 1886/1887 und dann nach Ägypten hoffte er bei den in ihrem Salzgehalt stark wechselnden kleinen Gewässern lebenden Tierchen, so kleinen Krebsarten, zur Klärung der hier durch wechselnden Umwelt zu erwartenden Variabilität Aufschluß zu finden. Auch hier war er von den Ergebnissen enttäuscht, war ja etwa die Umbildung der Salzkrebschen je nach Salzgehalt nicht als Artumbildung, sondern als nichterbliche Modifikation zu werten. Nun wandte sich BATESON der Literatur über Variabilität zu und kam zu dem Ergebnis, daß **die für die Evolution wirksamen Abänderungen diskontinuierlich** sind. Evolution

erfolgte **nicht in infinitesimalen Schritten**. Das erklärte, warum eben die Lebewesen in Arten auftreten und nicht ein allgemeiner Formbrei bestand. Ebenso war denkbar, daß plötzliche diskrete Abänderungen sofort Vorteile gegenüber bisherigen Merkmalen besaßen und positiv ausgelesen wurden. Für winzige Merkmale war nicht recht einzusehen, wieso diese besser irgendwelchen Selektionsbedingungen entsprechen konnten. Plötzliche Dunkelfärbung war eben etwas anderes als nur etwas weniger Hell, um dies als ein späteres Beispiel anderer Forscher vorwegzunehmen.

1897 begann BATESON Kreuzungsexperimente und namentlich nach der Wiederentdeckung der Mendelschen Gesetze 1900 sah er in der Hybridisation, im Auftreten der Merkmale bei den Kreuzungsnachkommen, den Schlüssel für die Aufklärung dieser von ihm als die evolutionsentscheidend ermittelten diskreten Merkmale. Der Begriff 'genetics' stammt von BATESON. 1908 übernahm BATESON den für ihn geschaffenen Lehrstuhl für Biologie an der Universität Cambridge/England, ging aber schon 1910 als Direktor an die neu gegründete John Innes Horticultural Institution in Merton bei London, die unter ihm zu einem bedeutenden Zentrum genetischer Forschung wurde.

KORSHINSKY, die 'Heterogenesis'

Etwa gleichzeitig wie BATESON kam zu der Auffassung von der evolutionswirksamen Bedeutung allein von diskreten Merkmale der gerade 1900 gestorbene SERGEJ IWANOWITSCH KORSHINSKY (KORSCHINSKY) (G. TANFILJEV 1901), damals in Rußland führender Botaniker, 1892 aus der Professur in Tomsk nach St. Petersburg berufen und hier Oberbotaniker des Kaiserlichen Botanischen Gartens. Der 1861 in Astrachan Geborene hatte das Zarenreich bis in das ferne Sibirien, auch den Pamir und Turkestan bereist. Überzeugt von der Richtigkeit der Deszendenztheorie erwartete er bei den Pflanzen Übergangsformen finden. Aber das blieb aus, und ihm blieb "nach wie vor ein Rätsel", wie die "Veränderung und die Entstehung neuer Formen stattfindet ..." (1901). KORSCHINSKY las nun möglichst viel Literatur über die Entstehung von Gartenpflanzen – wie es auch DARWIN einst getan hatte. KORSCHINSKY kam zu dem Ergebnis, daß mit Ausnahme der anders entstehenden Hybriden alle neuen Formen, und offensichtlich auch bei Tieren, **durch plötzliche Abweichungen** zustandekommen, und das wohl auch in der freien Natur. Er führte das 1791 in Massachusetts von einem normalen Schaf geborene Dackelschaf für seine Ansicht ebenso an wie eine 1719 von MARCHANT angeführte Abänderung bei *Mercurialis annua*, die vom Erdbeer-Spezialisten A. N. DUCHESNE 1791 erwähnte Erdbeere mit unzerteilten Blättern, *monophylla*, und mit größerer Frostempfindlichkeit, von GODRON im

19. Jahrhundert beschriebene *Datura tatula* mit anormalen stachellosen Kapseln, die Pelorie von *Corydalis solida* und andere solche Fälle. KORSCHINSKY nannte diese plötzliche Formen-Neuentstehung unter Benutzung eines Terminus von KÖLLIKER "Heterogenese". Die neuen Formen erschienen KORSCHINSKYs Kenntnis nach immer in einem Exemplar. Etliche der neuen Pflanzenformen waren sofort samenbeständig, Einfluß äußerer Faktoren auf die Entstehung der neuen Formen war nicht festzustellen

Bei Kreuzung mit dem Pollen der unveränderten Mutterform ähnelten manche der Nachkommen der Mutterpflanze, manche waren eine Mittelform, andere – und das war wesentlich – glichen der neu entstandenen Form. Es wurde also eine so neu entstandene Form bei einer Kreuzung mit einer andersartigen Form **nicht** einfach "verdünnt", weggespült. Aber auch die stabilsten neuen Rassen zeigten auch immer einmal Rückschläge zum Typus. KORSCHINSKYs Auffassung enthält also die Auffassungen der mit Mutationen rechnenden Abstammungslehre, jedoch wie einst zu einem großen Teile bei DARWIN entnommen aus Literaturangaben.

RICHARD VON WETTSTEIN, damals Prag, welcher für die Selektion in der Natur nur die Ausscheidung des Schlechten zubilligte, meinte 1900 (S. (191), daß die Neubildung von Formen gemäß KÖLLIKERs und KORSCHINSKYs "Heterogenese" jedenfalls durchaus häufiger vorkommt.

Evolution in größeren Schritten: vor allem HUGO DE VRIES' Mutationstheorie

Diskrete, also voneinander getrennte, ja unabhängige Erbanlagen und damit verbunden diskrete Merkmale, die sich jedenfalls nach dem Augenschein plötzlich von einer Generation zur nächsten ändern könnten, sollten nach DE VRIES das Wesen der Organismen ausmachen. Und DE VRIES (s. a. T. J. STOMPS 1931) entwickelte aus dieser Vorstellung die Annahme plötzlicher Erbsprünge, von Mutationen, und begründete das in seine "Mutationstheorie". Das veränderte die Evolutionstheorie stark.

HUGO DE VRIES wurde 1848 geboren in der niederländischen Stadt Haarlem als Sohn eines hohen Staatsbeamten, der schließlich Justizminister der Niederlande wurde. HUGO DE VRIES studierte an der Universität Leiden, promovierte hier 1870. Danach in Deutschland, hörte er bei HOFMEISTER in Heidelberg. Anschließend arbeitete er 4 vier Jahre lang als Oberlehrer in Amsterdam, verbrachte seine Ferien aber bei dem führenden Pflanzenphysiologen JULIUS SACHS an der Universität Würzburg. Im Jahre 1877 erlangte er auch die deutsche Dissertation und Habilitation an der Universität Halle a. S. Noch im gleichen Jahre wurde er an der

neugegründeten Universität Amsterdam Lektor für Pflanzenphysiologie, 1878 hiet ao. Professor, 1881 o. Professor und für 40 Jahre lang Direktor des Botanischen Gartens. Mehrmals besuchte er zu Kontakten mit dortigen führenden Biologen die USA, so 1904, 1906, 1912. Gestorben ist DE VRIES 1935. .

DE VRIES erste Forschungen hatten mit Evolution nichts zu tun. DE VRIES gelangen wichtige Entdeckungen in der Pflanzenphysiologie, so die Entdeckung der Plasmolyse und des Turgor. Ab 1889 wandte sich DE VRIES der Veererbungs- und Evolutionsforschung zu. DARWIN, kann man vielleicht sagen, hat erst die Deszendenztheorie begründet und sich dann auch allgemeineren Fragen des Pflanzenlebens zugewandt. Bei DE VRIES war es umgekehrt.

DE VRIES entwickelte von DARWINs Pangenesis-Hypothese ausgehend eine eigene Vererbungstheorie, mit der also erklärt werden sollte, wie sich Merkmale von einer Generation auf die nächste übertragen. Niedergelegt hat er seine ersten Vorstellungen 1889 in dem Werk "Theorie der Intracellulären Pangenesis". Hierin begann er wie in vielem WEISMANN mit einer **ziemlich willkürlichen Annahme**, nämlich mit der Auffassung vom Organismus als einem **Mosaik getrennter Merkmale**. Was wie ein Gemeinsames, wie eine Einheit erschien, ein Lebewesen, sollte es nicht sein. Getrennte Einheiten, so führte DE VRIES 1901 (S. 212) aus, sollten überhaupt die organische Welt beherrschen, auch in der Physiologie.

Von dem äußeren Mosaikbild der Lebewesen schritt DE VRIES zur Annahme, daß **diese** anzunehmenden **trennbaren Merkmale in** ihnen zugehörigen trennbaren Erbpartikeln, "**Pangenen**", repräsentiert sind. Diese seine Vererbungshypothese nannte DE VRIES, eben 1889, "**Intracellulare Pangenesis**". Diese Bezeichnung war abgeleitet vom Terminus Pangenesis bei DARWIN.. Während bei DARWIN die Pangene aus den Zellen heraustreten sollten und sich etwa im Blut befanden, sollten sie bei DE VRIES in den Zellen verbleiben, in ihnen wirken und von den Zellen aus den Organismus aufbauen, sollten "intrazellulär" sein. DE VRIES schilderte diese 'Pangene' als unsichtbar klein und doch gegenüber den Molekülen der Chemie von einer ganz anderen Ordnung (S. 133). Dem makroskopischen Merkmalsmosaik sollte also ein Erbanlagen-Mosaik entsprechen. Das Makroskopische wurde ohne mikroskopische Zeugnissen ins Ultra-Mikroskopische übertragen.

Die verschiedenen Pangene sollten unabhängig voneinander wirken, neben einem aktiven Zustand auch "latent" bleiben können, andererseits ihre Zahl für ein bestimmtes Merkmal bei den einzelnen Individuen einer Species auch unterschiedlich sein, weshalb die verschiedenen Merkmale bei verschiedenen Individuen unterschiedlich stark ausgeprägt sein konnten. Neues Hervortreten schon verschwundener Merkmale, die sogenannten Atavismen, sollten das bezeugen. Die Bastardierungen etwa würden erweisen, daß eine Species kein einheitliches Gebilde ist.

Ab der zweiten Bastard-Generation geschieht eine Aufspaltung der Merkmale, wodurch die getrennten Merkmale faßbar werden.

Die Pangene sollten sich zunächst **im Zellkern** aufhalten, um Wirkung zu entfalten jedoch **in das Protoplasma treten**, ja das ganze lebendige Protoplasma sollte aus solchen Pangenen aufgebaut sein. Deshalb auch der Terminus "**intrazellulär**". Die verschiedenen Pangene entfalteteten namentlich bei den höheren Organismen ihre Wirkung niemals in allen seinen Zellen, weshalb es zur Ausdifferenzierung verschiedener Strukturen in einem Organismus kommt. Es wurde also eine Möglichkeit erörtert, wie eine Zelle die Gesamtheit der Eigenschaften des ganzen zusammengesetzten Organismus latent enthält und doch spezifisch funktionieren kann. Waren Pangene noch in einem kernlosen Stück Plasma enthalten, sollten sie dort noch funktionieren können und konnte daher ein kernlos gemachtes Plasmastück weiterhin physiologische Funktionen zeigen. In den Keimzellen, im Keimplasma, blieben die Pangene in Ruhe, wurden an die nächste Generation übertragen. Der Kern überlieferte die Merkmale, das Protoplasma ließ sie zur Wirkung kommen.

Verschiedene und namentlich verwandte Species sollten auch viele gleichartige Pangene besitzen, die sich verschieden kombinierten, wie dasselbe chemische Element in zahlreichen chemischen Verbindungen auftritt. Über das Vorkommen gleichartiger Pangene in der Organismenwelt meinte DE VRIES (Ausgabe 1920, S. 9): " ... wenn auch zum Aufbau einer einzelnen Art eine so grosse Zahl derartiger Faktoren erforderlich ist, dass wir fast vor den Konsequenzen unserer Analyse zurückschrecken, so ist es doch andererseits klar, dass zum Aufbau sämtlicher Organismen eine im Verhältniss zur Artenzahl geringe Anzahl von einheitlichen erblichen Eigenschaften ausreicht. Jede Art erscheint uns bei dieser Betrachtungsweise als ein äusserst kompliziertes Bild, die ganze Organismenwelt aber als das Ergebnis unzähliger verschiedener Kombinationen und Permutationen von relativ wenigen Faktoren." Im Jahre 1900 (S. 83) schrieb DE VRIES: "Nach der Pangenesis ist der ganze Charakter einer Pflanze aus bestimmten Einheiten aufgebaut. Diese sogenannten Elemente der Art oder Elementarcharaktere denkt man sich an materielle Träger gebunden. Jedem Einzelcharakter entspricht eine besondere Form stofflicher Träger. Uebergänge zwischen diesen Elementen giegt es ebenso wenig wie zwischen den Molecülen der Chemie".

Für die Evolutionstheorie wurde wichtig: **Veränderung der Pangene sollte veränderte Individuen hervorbringen**. Für das Verständnis der Evolution war entscheidend, daß einzelne **Pangene abändern** können, und zwar **unabhängig voneinander** und wie sich dann zeigte plötzlich. Das war die "**artbildende**" **Variabilität**.

DE VRIES betonte zu Recht, daß er seine Erkenntnisse auf "Versuche und Beob-

achtungen" zurückführte, was ihn also von dem nach seiner gewonnenen Einsicht von fehlenden Übergangsformen ausschließlich die Literatur auswertendem KORSCHINSKY und auch den eher mit statistischen Individuen-Vergleichen innerhalb von Arten argumentierendem BATESON unterschied.

DE VRIES hatte es dabei für möglich gehalten, daß **Kulturbedingungen** auf die Abänderung **Einfluß** nehmen, daß die getrennten "Abweichungen nur langsam und allmählig sich entwickeln, daß die abgeänderten Einflüsse in der Regel mehrere Generationen hindurch wirken müssen, bevor sie ihren Effekt derartig häufen können, dass er sichtbar zu Tage tritt" (Ausgabe 1920, S. 17). DE VRIES Ansicht unterschied sich hier von jener rein von ihnen kommenden Mutation anderer Genetiker.

DE VRIES glaubt seine plötzlichen Pangen- und damit Art-Abänderungen in der Natur nachgewiesen

Ausgehend von seiner Auffassung von den Pangen und deren sprunghaften Veränderlichkeit suchte DE VRIES (1889 b) solche Abänderungen, erbliche, bei verschiedenen Pflanzenarten in der Natur und glaubte sie dann gefunden zu haben. Bei all seiner Erfahrung mit Pflanzen, so war es doch zuerst **eine** doch vage **Hypothese**, welche DE VRIES **zur Suche nach erblichen Abänderungen** an Pflanzen leitete.

Erfahrungen mit augenscheinlich plötzlicher Abänderung bot DE VRIES 1885 die bei der **Kardendistel**/*Dipsacus silvestris* gefundene "Zwangsdrehung", der bei etlichen Exemplaren nicht wie üblich glatten, sondern gewundenen, "tordierten", Stengel. Von einem "Zwang" von außen konnte eigentlich keine Rede sein. Bei den Nachkommen dieser Kardendisteln erhielt DE VRIES zunehmend mehr Exemplare mit "zwangsgedrehten" Stengeln und sah hier eine Fixierung "einer Monstrosität". Ließ sich hier eine in dem Bestand von *Dipsacus silvestris* vorhandene Mutation anhäufen, "mendelte heraus"?

Als DE VRIES auf einem Kartoffelacker bei der niederländischen Stadt Hilversum einen abweichend aussehenden Bestand der *Oenothera lamarckiana*/Nachtkerze, auffand, hielt er ihn für eine gerade in Umbildung befindliche Form, also die erwartete, auf sich verändernde Pangene zurückführbare sprunghafte Art-Neubildung. Hier nun sprach DE VRIES von **Mutationen** (1901 / 1903). Statt dem auch verwendeten Terminus "Sprung" sollte nach DE VRIES auch der Ausdruck "Stoß" besser sein. Es gab solchen "Stoß" nicht nur in den Nachkommen von einem einzelnen abgeänderten Individuum, wie es KORSCHINSKY nahegelegt hatte, sondern bei *Oenothera lamarckiana* erschienen solche Mutanten nahezu zeitgleich **aus zahlreichen** Individuen eine Art zu entspringen. DE VRIES suchte auch



Abbildung 124: DE VRIES' Gattung *Oenothera*.

bei anderen Arten solche Veränderungssprünge, also Mutationen, zu erhalten. Nur *Oenothera* entsprach den Erwartungen. Daß augenscheinlich nicht bei allen oder wenigstens zahlreichen Arten solche Veränderungen und diese noch in Mehrzahl zu erhalten waren, sollte darauf beruhen, daß die einzelnen Arten nur **zeitweise**, stoßweise und dann eben stark von Veränderungen betroffen waren. Im Moment war jedenfalls beobachtbar die *Oenothera lamarckiana* bei Hilversum davon betroffen. DE VRIES meinte 1901 (b, S. 209), daß eben "von Zeit zu Zeit aber ... es die Natur" versucht "etwas Neues und Besseres zu schaffen."

Die durch zahlreiche Kleinarten aufgefallene *Draba (Erophila) verna* mochte früher einmal an einem anderen Orte eine solche Mutanten hervorbringende Phase durchgemacht haben.

Unter den zahlreichen von DE VRIES festgestellten und beschriebenen Mutationen fiel schon DE VRIES die *gigas*-Form von *Oenothera lamarckiana* auf, die sich 'geselbstet', in Selbstbefruchtung, vererbte.

Wie die weiteren Ergebnisse zeigten, konnte eine Art oder Gattung wie *Oenothera* oder auch andere **nur bestimmte neue** Mutationen hervorbringen. Es gab also keine Mutabilität in allen oder auch nur sehr vielen Richtungen. Die **Zahl der Schritte** bis zum Hervorbringen einer heutigen Art sollte offenbarso hoch gewesen sein, wie die Art heute Eigenschaften besitzt, "wenn man unter Eigenschaften nicht einfach die äusserlich sichtbaren Merkmale versteht, sondern die Einheiten, aus denen alle morphologischen und physiologischen Lebensäußerungen aufgebaut sind" (S. 210). Zunächst sollten die Mutationen in den sie hervorbringenden Stammpflanzen in latentem Zustand vorhanden gewesen sein, als – hypothetische – "Prämutation".

Was die Zahl der in einer Art durch eigenständige Erbanlagen repräsentierte und unabhängig voneinander sich verändernde **Merkmale** betrifft, so könnte man noch einmal an WEISMANN erinnern, der gemeint hatte, daß einzelne Vogelfedern, einzelne in der Farbe abweichende Haarsträhnen oder einzelne Flügel-Schuppen der Schmetterlinge unabhängig abändern und deshalb naheliegt, daß diese Gebilde durch eigene, nur für sie zuständige Erbanlagen repräsentiert sind. Andererseits schien es nicht möglich zu sein, daß die Raupe eines Schmetterlings der Familie der Spanner/Geometridae durch eine einzige Variation die Gestalt eines Ästchens bekam, sondern, daß diese Schutzanpassung sich in vielen Schritten herausgebildet habe (s. a. Mimikry), und jeder Schritt auf einzelne Erbfaktoren zurückgeht.

Die plötzlich aufgetretenen Formen sollten nach DE VRIES aber noch fluktuierend variabel sein, bedürften "noch der Selection, um ihre neue Eigenschaft in höchster Entwicklung zu entfalten." Das aber wäre "etwas ganz anderes, als dass die neue Eigenschaft selber allmählich entstanden wäre" (1901, S. 132). Scheinbare Zwischenformen zu den Mutanten wären "nur unvollständige Copien des bereits in vollkommenem Zustande vorhandenen Vorbildes ..., nur extreme Varianten des völlig constanten neuen Typus" (1901, S. 334), was also wohl wenigstens teilweise übersetzt werden kann in den Unterschied von konstanter Erbsubstanz, dem "Genotypus", von den nichterblichen Fluktuationen, dem bei gleichem Genotypus wechselnden Phänotypus. Eine solche uns kompliziert wirkende Formulierung zeigt, wie sich die Beobachtungen erst mit der Zeit in eine klare Sprache und Terminologie bringen ließen. Daß fluktuierende Variationen vom Züchter gefestigt werden können, hielt DE VRIES auch für möglich, wobei dabei die Artgrenzen nicht überschritten werden.

Die rasche Entstehung größerer erblicher Abänderungen schienen einen ersten Einwand gegen die bisherige Evolutionstheorie zu zerstreuen, nämlich die vielleicht nicht ausreichende Zeitdauer für die Umbildung **in der verfügbaren Erdgeschichte. Neues konnte rasch entstehen.** Andererseits konnten einmal entstandene Formen auch für lange konstant bleiben, also altägyptische Formen noch so aussehen wie heutige Nachkommen.

Die von DE VRIES gefundenen vermeintlichen Mutationen bei *Oenothera lamarckiana* mußten später allerdings anders, nämlich als komplizierte Aufspaltung des Chromosomenapparates gedeutet werden. Andererseits wurden plötzliche erbliche Veränderungen, erblich auch bei wesentlich geringerem Ausmaß, bei anderen Arten gefunden, die Mutationen also die für die Evolution entscheidenden Variationen anerkannt. DE VRIES hatte also **etwas Richtiges am falschen Beispiel** gefunden – ein in der Entdeckungsgeschichte sehr merkwürdiger, fast einmaliger Vorgang.

Der Weg zur weiteren Mutationstheorie durchlief also ein merkwürdiges Durchgangsstadium.

Neben der artbildenden Variabilität gab es bei DE VRIES auch **fluktuierende Variabilität**, die auf dem wechselnden numerischen Verhältnis der einzelnen Arten von Pangenen beruhte. Äußere Umstände sollten das Verhältnis der verschiedenen Pangenene in einer Art ändern, am raschesten durch die Zuchtwahl. Mit der Mutationstheorie kam der Übergang zu der auf Genetik beruhenden Evolutionstheorie. Auch DE VRIES und bald andere erörterten, ob die künstliche Hervorrufung von Mutationen möglich ist (G. ZIRNSTEIN 1976).

Gesagt wurde manchmal, und nicht zu Unrecht, daß Mutationen nichts neu Entdecktes sind. Aber das war nach KORSCINSKYs Literaturstudien auch völlig klar, nur hatte DE VRIES um 1900 eben die Aufmerksamkeit wieder und in viel stärkerem Maße auf die "plötzlichen" erblichen Abänderungen gerichtet.

Über das, was **Mutationen** sind und **wie** sie sich **von sonstigen Fluktuationen** unterscheiden erhob sich **große Diskussion** (s. D. VON HANSEMANN 1909, S. 108). Bestand nur ein gradueller Unterschied, wie SCHIMKEWITSCH meinte? Oder sollte man Mutationen eben deshalb ablehnen, wie es PLATE meinte (S. 109)? Die Vererbungsforschung konnte klären, s. BAUR.

Die Mosaik-Auffassung von der Herausbildung der Merkmale und ihre Ablehnung

Es gab also 2 grundsätzlich verschiedene Auffassungen, **Konzeptionen**, über die Lebewesen: 1. sie bestehen aus trennbaren Teilen, die **Mosaik-Auffassung**, 2. es überwölbt ein Lebewesen ein Ganzes, die **Ganzheits-Auffassung**. In den Diskussionen über die Evolution sollten diese Auffassungen immer wieder auftreten, so im Zusammenhang mit den Überlegungen zu Mutationen und zur zur Coadaptation..

Die Mosaik-Auffassung

Daß sich die verschiedenen Merkmale einer Gruppe getrennt weiterentwickeln, also zu 'Spezialisationskreuzung' führen, wurde im 20. Jh. weiterverfolgt, an fossilen Wirbeltieren, und von GAVIN R. DE BEER **Mosaik-Entwicklung** (DE BEER 1954 zit. bei O. RIEPPEL 1983, S. 123, G. L. STEBBINS 1985, S. 60) genannt, in Anbetracht der Fossilien zu Ehren des Paläontologen D. M. S. WATSON von

DE BEER auch als Watsonsche Regel, gar **Watsonschen Gesetz der Mosaik-Entwicklung** bezeichnet.

Diese Mosaikentwicklung wurde nun, in der Anerkennung der 'Synthetischen Theorie der Evolution zurückgeführt auf die **Unabhängigkeit von Erbanlagen voneinander**, auf deren **einzelnen erfolgende Veränderung**. damit die Unabhängigkeit in der Entwicklung von Merkmalen.

Fossilien zeigten, daß neue Gruppen augenscheinlich in Einzelmerkmalen sich von der bisherigen Merkmals-Ausbildung lösten, in anderen konservativ blieben, also wie bei Mutationen erst einmal **einzelne Merkmale von Veränderung betroffen** waren. Hier sprach DE BEER DE BEER betrachtete das im Besonderen an dem Reptilien-Vogel-Gemisch der *Archaeopteryx*, von dem im 20. Jh. etliche Exemplare vorlagen. Das Skelett der *Archaeopteryx* erschien als echtes Reptilienskelett, die Federn wären voll die von Vögeln, sogar differenziert in die Flaumfedern auf dem Körper und die längeren steiferen Federn der Flügel. DE BEER untersuchte im Ultraviolett-Licht das Sternum, Brustbein, der *Archaeopteryx* und fand noch keinen Kiel wie bei den heutigen Vögeln. Zwischen Fischartigen und Amphibien vermittelt die *Ichthyostega*. Der Menschenvorfahre *Australopithecus* erschien als aufrecht auf 2 Beinen gehendes Wesen mit einem äffischen Schädel.

Ablehnung der Mosaik-Auffassung

Diese Mosaik-Auffassung von jedem Lebewesen wurde **abgelehnt**, etwa von dem Zoologen WILHELM HAACKE und dann auch von dem Physiologen JORDAN (1929, S. 353). JORDAN (1929, S. 353) schrieb die Auffassung von den getrennten Teilen schon DARWIN zu und meinte: "Es war eine geniale Tat Darwins, das Komplexe als Summe des Einfachen aufzufassen." Aber "außerhalb" des "Zusammenhanges sind die einzelnen Faktoren sinnlos, .." Das Auge konnte nicht in seinen Teilen getrennt entstanden sein. Die **Merkmalsphylogenie** hat auf manche dieser Einwände wohl **Antwort gegeben**.

Es gibt vermutlich noch weniger Pangene als DE VRIES annahm: J. P. LOTSY

Aus dem naheliegenden Befund, daß aufgefundene Mutationen woanders auch aufgetretenen Mutationen entsprachen, Mutationen sich offensichtlich wiederholten, damit vielleicht nur eine **begrenzte Zahl von Mutationen** überhaupt möglich ist, ja vielleicht alle überhaupt möglichen Mutationen bereits irgendwo existieren,

Auffindung einer Mutation dann nie die Entdeckung einer Neuheit in der Evolution war, sondern nur Auffindung einer bisher noch nicht aufgefundenen, aber irgendwo längst vorhandenen Form, überdachte der niederländische Botaniker JAN PAULUS LOTSY (1911). LOTSY war in vielen Teilen der Welt gewesen, er hatte in Baltimore und Leiden gelehrt, war in Indien, Australien, Neuseeland, Südafrika, Ägypten, den USA und Europa gereist. Nach LOTSY waren möglicherweise alle auffindbaren Erbanlagen vor langer Zeit entstanden, vielleicht gar seit Anfang des Lebens. Heutige Evolution und auch Züchtung war nicht Entstehung von Neuheiten, sondern es erschienen nur Verlustmutationen oder Neukombinationen. Bei den Neukombinationen mochten auch solche erscheinen, die noch nicht in der Natur aufgetreten waren. Nur durch Bastardierung könnten heutzutage neue Formen von Lebewesen zustandekommen (J. P. LOTSY (1911, 1912)). Die Erbanlagen waren vergleichbar den chemischen Elementen oder den Isotopen, den Atomarten, von denen es eine begrenzte Menge gibt und die sich zu der fast unübersehbar großen Zahl chemischer Verbindungen kombinieren, manchmal auch neuer, nur im Laboratorium gewonnener. Es heißt (zit. b. D. VON HANSEMANN 1909; S. 50): "So wie man mit 26 Buchstaben eine unendliche Zahl verschiedener Bücher schreiben kann, indem man sie in verschiedenster Weise kombiniert, so kann man mittels verschiedener Kombinationen einer verhältnismäßig geringen Pangenenzahl recht verschiedene Plasmarten zusammenstellen." Waren die Mutationen den Atomarten vergleichbar, wäre die Evolution weniger offen als oft angenommen. LOTSY meinte 1912, daß DARWINs Theorie wohl dem Kenntnisstand ihrer Zeit entsprach, aber nunmehr neue Kenntnisse vorhanden sind, die vom völligen Parallelismus zwischen lebender und lebloser Welt zeugen. Arten mochten dann so konstant sein wie chemische Verbindungen, die sich nur durch Eingriffe in ihren atomaren Aufbau ändern.

Manche Genetiker und namentlich auch die der Pflanzenzüchtung verbundenen dachten am Anfang des 20. Jh. folgerichtig über die Ausbildung einer **Stöchiometrie der Organismen** (W. BATESON (1902, S. 159), gar an die Herstellung von Kulturpflanzensorten im Stile der Darstellung chemischer Verbindungen, Moleküle, aus Atomen. Der Zoologe LUDWIG PLATE erwartete 1906 (S. 791), daß "wie der Chemiker die verschiedenen Elemente und Moleküle zu immer neuen Stoffen zusammensetzt, so kann auch der Biologe die wechselnden, morphologischen und konstitutionellen Erbinheiten nahverwandter Organismen mannigfaltig kombinieren". R. C. PUNNETT bemerkte (dtsh. 1910, S. 90): „Der Züchter ist imstande, auf synthetischem Wege, Merkmal für Merkmal, die Pflanze oder das Tier, das er wünscht, aufzubauen“. Die Zahl der Erbanlagen wurde damals als sehr begrenzt angenommen und noch ohne all die modifizierenden Anlagen.

Nicht alle Variation beruht auf neuen, bisher nirgends vorhanden gewe-

senen Erbfaktoren

Als Frage über DE VRIES hinaus blieb, welche erblichen Abänderungen auf ganz neuen Erbfaktoren, neuen Mutanten, beruhen. Aus Kreuzung hervorgehende neue Varianten, also die Ergebnisse von Rekombination, beruhten nicht auf neuen Pangenomenen. Nicht alles, was zur Evolution führte, war Neuheit in den Erbfaktoren. Auch die Neukombination von Erbmerkmalen, die Rekombination, brachte Neuheit. Wie die Weiterentwicklung zeigte sind die Grundlage der Variabilität 1. Neuordnung der Chromosomen in der Meiose, 2. Sexuelle Reproduktion, also Rekombination, 3. Mutation im engeren Sinne, damals gesehen als Punktmutation.

DE VRIES ergänzt durch WILLIS Forschungen an tropischen Pflanzen

Was DE VRIES im Garten und im Gewächshaus gefunden hatte, Mutationen, wollte er auch in der freien Natur nachweisen, denn dort mußte ja die Evolution mit der Entstehung der zahlreichen Arten stattgefunden haben. DE VRIES suchte das, 1916, abzuleiten aus der Flora von Ceylon, Sri Lanka, von der TRIMEN 2809 Arten erfaßt hatte und zu der namentlich JOHN CHRISTOPHER WILLIS (W. B. TURRILL 1958), 1896 bis 1912 Direktor des Royal Botanical Garden in Peradeniya auf Ceylon und dann in Rio de Janeiro, wichtige, von DE VRIES gebilgte Gedanken abgab (1915). 108 der erfaßten Arten kamen nur je an einem einzigen Standort vor, waren offensichtlich Endemismen, wie auch 809 ceylonische Arten endemisch waren. Und ihre Entstehung führte DE VRIES wie auch WILLIS selbst auf Mutabilität zurück. Sie waren ihm Beweis für Mutationen in der freien Natur. Es gab keine Übergänge zu verwandeten Arten, andererseits waren zahlreiche Merkmale betroffen. Übergangslos waren sie augenscheinlich sprunghaft entstanden und wiesen auch keine Merkmale auf, die sie durch Selektion hätte begünstigen können. Ihre Mutterformen mußten nicht aussterben. Es war, nach einem späteren Ausdruck als weder nützlich noch schädlich entstanden entgegen der Selektionstheorie. Diese einmaligen Arten, die nahezu 100 Familien und einer viel größeren Anzahl von Gattungen angehörten, sollten samenfest sein und sich ohne Rückschläge fortpflanzen. WILLIS rechnete ebenfalls mit der Entstehung von neuen Formen durch größere Sprünge, und "kein Unterschied zwischen zwei nächstverwandten Arten einer Gattung" sei "zu groß, um in einem Sprung zu entstehen." Nach WILLIS sollten sogar "Untergattungen und Gattungsmerkmale ... nicht der Annahme von Reihen von aufeinander folgenden Mutationen" "bedürfen" (H. DE VRIES 1916, S. 10). Hier hätte man also die später so gesuchten, Großmutationen genannten Abänderungen. LOTSY (1916) war allerdings kritisch, und die seltenen, gar einmaligen Arten könnten letzte Reste einst weiter verbreiteter Arten oder von Kreuzungen sein.

Abkehr von der 'Allmacht der Selektion' - Evolution bringt auch neutrale Merkmale hervor

Da die Mutationen sofort neue lebensfähige Formen bringen sollten, sollte der **Selektion** nach DE VRIES nur eine **untergeordnetere Rolle** zukommen. Neben der Festigung der aufgetretenen Eigenschaften sollte Selektion vor allem die Ausmerzung nicht lebensfähiger Formen bewirken. Die überlebenden Oenothera-Varianten mochten dabei keine Verbesserung der Ausgangsformen sein, aber eben überlebensfähig. "Nach der Selectionstheorie", schrieb DE VRIES 1901, S. 149, "können eigentlich nur nützliche Eigenschaften entstehen; nach der Mutationstheorie auch nutzlose und sogar in geringem Grade schädliche." Selektion mußte ohne weitere Mutationen bald an ein Ende kommen. Auch sollte zwischen den großen Mutationen ein solcher Unterschied bestehen, daß es zu einem Überlebenskampf kaum kommen konnte.

Nicht als Anpassung zu wertende Merkmale wurden auch von anderen Biologen betont.

Eine von WILLIS speziell bearbeitete Pflanzenfamilie waren die ***Podostemaceae***, die zwar Blütenpflanzen sind, jedoch äußerlich wie Thallophyten, wie Moose oder Lebermoose, aussehen und auf Felsen in rasch fließenden tropischen Gewässern und Wasserfällen vorkommen. An Luft ausgesetzt bilden sie eigenwillige Blüten aus. Bei WILLIS kannte man von den seitdem in noch größerer Gattungszahl bekannten *Podostemaceae* etwa 22 Gattungen und über 100 Arten, die nach WILLIS Erfahrungen unter so ähnlichen Bedingungen wuchsen, daß nicht Selektion unter unterschiedlichen Umweltfaktoren diese Gattungs- und Arten-Vielfalt hervorgebracht haben konnte. WILHELM HAACKE (1893, S. 23 ff.) vermeinte etwa die Grundform in Tiergruppen wie die der Korallen nicht als Ergebnis von Selektion sehen zu müssen. Von den Blütenökologen mit ihren Forschungen zum wechselseitigen Beziehungen bestimmte Insekten zu bestimmten Blüten wohl zu Recht zurückweisbar meinte HAACKE, daß regelmäßige und unregelmäßige Blüten doch beide befruchtet werden, also nicht an Anpassungsnutzen zu denken wäre. Immer wieder gab es auch die Diskussion, ob die so vielen feinen Strukturen von **Radiolarien und Diatomeen** wirklich wegen irgendeines spezifischen Nutzens bei den vielen sich unterscheidenden Arten entstanden (J.T. BONNER 2013, S. 43 ff.). Es gibt sogar Persistenz durch die geologischen Zeiten. Das wegen eventuelle gleichbleibender Umweltbedingungen?

DE VRIES Mutationstheorie mit der Verminderung der Rolle der Selektion wurde sicherlich nicht so populär wie DARWINs Evolutionstheorie, aber hat die Biologie und namentlich die Evolutionstheorie sicherlich über Jahrzehnte so bewegt wie DARWINs Lehre. Nicht die 'ewige' Gültigkeit einer Hypothese oder Theorie, die

ihr entstammenden Anregungen können für den Fortgang der Wissenschaft wichtig sein. DE VRIES wurde trotz allem Widerspruch auch noch später, so durch OTTO RENNER (1936), als einer größten Biologen seiner Zeit gefeiert.

Mutationen weniger auffällig: 'Kleinmutationen'

DE VRIES hatte für die erblichen Abänderungen mit recht großen "Sprüngen" gerechnet. Andere Organismen boten diese nicht. Und die 'großen Sprünge' schienen auch nicht überall und häufig aufzutreten und es gab und blieb eine wichtige Frage, **ob es genügend Mutationen gibt**, um auf sie **alle Evolution** zurückzuführen. H. S. JENNINGS (1910, S. 516) etwa hatte gefragt zur Evolution von Verhalten bei niederen Tieren, "ob das ... gebotene Material an angeborenen Variationen ausreicht." "Wenn ... das an angeborenen Variationen gebotene Material nicht ausreicht, um die beobachtete Entwicklung zu erklären, so würden wir offenbar gezwungen sein, wieder zu der Möglichkeit der Vererbung der während der Lebenszeit der Organismsne entwickelten Eigenschaften zurückzukehren" (S. 516/517). Das (S. 516) zunehmender "Studium der Variationen" müsse hier Antwort bringen und "Die neueren Studien von De Vries über Mutation scheinen von diesem Gesichtspunkte aus besonders vielversprechend."

Daß erbliche Mutationen **nicht** unbedingt **sehr auffällig sein müssen**, hob zuerst namentlich ERWIN BAUR hervor und führte den Begriff '**Kleinmutationen**' ein. Solche fanden sich bei den verschiedensten Organismen, aber ihr Auffinden setzte meistens eine große, jahrelange Vertrautheit mit den untersuchten Arten voraus.

Die Kleinmutationen etwa bei *Anthirrhinum* bestanden zu einem großen Teile natürlich **schon lange** in den *Antirrhinum*-Beständen, dürften schon vor langer Zeit neu **entstanden** sein und wurden nun durch genauere Untersuchung und in Kreuzungsversuchen deutlich. Und überhaupt: die Mutationsforschung hatte es nicht länger mit Mutationen zu tun, die gegenwärtig entstanden waren, die man in 'statu nascendi' untersuchte. **Alle jene erblichen Unterschiede innerhalb einer Art** mußten als **einmal durch Mutation entstanden** gelten, aber in mehr oder weniger lange zurückliegender Vergangenheit, waren also, wie man besser sagen sollte: '**Mutanten**'. Es waren also intraspezifische Unterschiede wie man sie auch unabhängig von Evolutionstheorie und Mutationsforschung festgestellt hatte. Nunmehr wurden immer feinere Unterschiede beachtet. Schließlich solche, welche sich morphologisch gar nicht zeigten, sondern nur in Abweichungen in der Erbsubstanz, in den Chromosomen. Und diese Mutanten, gewissermaßen 'geronnene Mutationen', waren die Merkmale, die in den Kreuzungsexperimenten wie



Abbildung 125: BAURs Antirrhinum majus L..

bei MENDEL und seinen zahlreichen wissenschaftlichen Nachfolgern untersucht wurden.

Bewußte **Suche nach Mutanten** bei Organismen im Laboratorium oder Gewächshaus und Versuchsgarten setzte um 1910 verstärkt ein. MORGAN begann die Massenhaltung von *Drosophila*, der **Taufliege**, und bei ihr suchte er nun bewußt nach Erbänderungen, so wie sie DE VRIES postuliert hatte. MORGAN hatte, wohl 1900, den Versuchsgarten von DE VRIES in Holland besucht (A. H. STURTEVANT 1959) und DE VRIES war 1906 auf seiner ersten Reise in die USA, damals der gefeierte Begründer der Mutationstheorie. Gehalten wurden die kleinen kaum stecknadelkopf-großen *Drosophila* in MORGANs Laboratorium in Milchflaschen, deren Öffnung mit einem Wattepfropfen verschlossen wurde. Luft konnte also hinzutreten, jedoch ein Entweichen von Taufliegen von einer Flasche in eine andere schien verhindert zu sein. Wären Taufliegen unkontrolliert in eine Flasche geraten, hätte das die Versuchsergebnisse völlig in Frage gestellt. Ernährt wurden die Taufliegen zunächst durch in die Flaschen gegebene Bananenteile.

Mutationen bei kleinen Organismen wie den *Drosophila* **zu sehen** war nicht so einfach. verlangte **Übung**. Als ein Studienfreund MORGANs, der Biologe ROSS GRANVILLE HARRISON, MORGAN um 1910 besuchte, soll MORGAN nach HARRISONs Rückblick auf die Regale mit den vielen Flaschen mit den in ihnen schwirrenden Taufliegen/*Drosophila* gewiesen und gesagt haben: "Das sind Jahre vergeudete Arbeit. Ich habe die ganze Zeit die Fliege kultiviert und habe durch sie nichts herausgefunden." Aber gerade 1910 erhielt MORGAN die ersten Mutationen. 1911 berichtete MORGAN über 9 die Flügel bertreffende Mutationen. Er mußte fast alle Zeit aufwenden, die Nachzucht dieser für spätere Nutzung in Kreuzungen zu verwenden. Manche dieser Mutationen vermehrten sich konstant, andere



Abbildung 126: Drosophila-Zuchtflasche. MORGAN.

nicht. Manche waren geschlechtsgebunden, andere trotz Auswirkung an demselben Organ nicht. Es gab also mehr Probleme mit den Mutationen als zunächst gedacht war. Zuerst wurden die Taufliegen mit Handlupen untersucht, später benutzen die Forscher in MORGANs Laboratorium das Binokular-Mikroskop für die Betrachtung mit beiden Augen. Die Frequenz an Mutationen war auch temperaturabhängig (H. KAPPERT 1978, S. 70).

BAUR zog von seinem Versuchsobjekt *Antirrhinum majus*, dem Garten-Löwenmaul, pro Sommer bis zu 50.000 Exemplare heran, Nur vertraut wie die *Drosophila*-Forscher mit der *Drosophila* konnte BAUR mit seinem Versuchsobjekt *Antirrhinum* "auch kleinste, nicht mehr registrierbare Merkmale und Eigenschaften" erkennen (H. STUBBE 1941, S. 266). Die "Kleinmutationen" bestritten offenbar die Hauptmasse der Mutationen, und sie betrafen nach Erkenntnissen um 1924 etwa 5% aller *Antirrhinum*-Pflanzen (H. KAPPERT 1978, S. 70). Entscheidend für die Anerkennung einer Abänderung auch kleinster Art als Mutation war, daß sie erblich ist.

Unter Tieren **in der Natur** haben die dort lebenden Arten der *Drosophila* die Fülle kleiner Mutationen erwiesen. Spätere Untersuchungen an *Drosophila melanogaster* legten nahe, daß hier die Kleinmutationen die der größeren Mutationen um 20- bis 30-fache übertrafen (so MUKAI 1964 zitiert bei N. V. TIMOFEEFF-RESSOVSKY et al. 1977, S. 99). Zahlreiche **Blütenpflanzen** auch der mitteleuropäischen Flora sind 'Sammelarten' und lassen sich bei ihnen erbliche Rassen

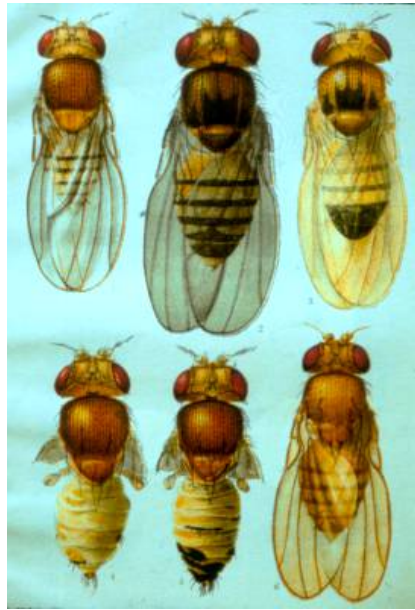


Abbildung 127: MORGAN, Drosophila-Mutanten.

oder gar als Unterarten zu bezeichnende Gruppen unterscheiden. Oft besiedeln die einzelnen Rassen unterschiedliche Standorte. Bei Pflanzen **mit apogamer Fortpflanzung** gibt es zahlreiche sich wegen der apogamen Fortpflanzung ohne weitere Mutabilität **sich erhaltende Kleinarten**, in besonderem Maße Zeugen für zahlreich aufgetretene Kleinmutationen (s. u.) Bestehende erbliche Abweichungen etwa bei Pflanzen derselben Art **in der Natur** müssen als irgendwann entstandene **Mutanten** gesehen werden. Bei Kreuzungen müßten sie sich 'mendelnd' vererben. Solches wäre etwa zu erwarten bei Farbvarianten rot/purpur - weiß bei dem Roten Fingerhut/*Digitalis purpurea* L., rot/weiß bei *Corydalis cava* (L.) DC.

Die Züchter des 20. Jh. arbeiteten mit Stämmen, die sich erblich unterscheiden, also offensichtlich als Mutationen zustande gekommen waren und deren Unterschiede oft nur dem untersuchenden Kenner augenscheinlich wurden, also nutzten Kleinmutationen. Durch Auslese konnten immer geeignetere Stämme ausgelesen werden.

Für manche Forscher sollten die Kleinmutationen die Evolution nicht ausreichend erklären, brachten **nicht grundlegend Neues** hervor (H. J. JORDAN 1929, S. 381), veränderten nur an der Außenfassade und es wurde immer wieder auch nach größeren, umfassenderen Mutationen (s. d.) gesucht und galten solche manchmal als gefunden. Von DE VRIES größeren Mutationen ging es also in der Einschätzung von Mutationen zu den Kleinmutationen und dann bei manchen Biologen erneut zu Überlegungen über größere Mutationen. Es bestand auch die Meinung, daß es kei-



Abbildung 128: *Digitalis purpurea*, rosa.



Abbildung 129: *Digitalis purpurea*, weiß.

ne grundsätzlichen Unterschiede zwischen "Groß"- und "Klein"-Mutationen gibt und geben müsse (H. STUBBE 1941).. Wie 'groß' war etwa Schlitzblättrigkeit bei manchen Bäumen? Klein- oder Groß-Mutation'? Wo lagen Grenzen?

Erbliche und nichterbliche Variationen - Mutation und Modifikation

Namentlich BAUR, der auch den Züchter sehr stark im Blickfeld hatte, unterschied dann unter den Variationen, den Abänderungen, begrifflich deutlich zwischen den **erblichen "Mutationen"**, letztere unabhängig von ihrem Ausmaß, und den **nichterblichen "Modifikationen"**. Damit wurde bisherigen umständlicheren Begriffen, wie "nichtvererbare Variabilität" usw. größere Exaktheit gegenübergestellt.

Wie weit ging Modifikation? **Kein Blatt etwa einer Eiche**, wie schon LEIBNIZ wußte, **gleich einem anderen** Blatt an demselben Baum. Selbst die beiden Keimblätter einer Zweikeimblättrigen Pflanze und die Primärblätter etwas verschieden (E. BÜNNING 1949, S. 80). Wodurch?

Was das **äußere Bild** eines Lebewesens, etwa einer **Pflanze** bestimmt, ist einmal die ererbte Gestalt und die an ihre eingetretene Modifikation. Befindet sich ein ganzer Bestand etwa einer Pflanzenart unter bestimmten Umweltbedingungen, dann wäre eine gleiche Modifikation für alle zu erwarten (A. LANG 1914, S. 26). Exemplare von *Taraxum officinale* in einer gewissen Höhe, über 2000 m, hätten dann alle die Gestalt, welche um 1895 die von BONNIER von Paris aus in die Alpen versetzten Teilstücke von *Taraxacum officinale* angenommen hatten. Es erschien hier das Bild einer einheitlichen Form, bei der Erblichkeit oder Nichterblichkeit nur bei Standortwechsel zu erkennen wäre.

Gut genährter Samen führte wohl zu einem **kräftigeren Embryo** und das wirkte sich wohl auf die aus ihm hervorgehende Pflanze aus, die als kräftigere Modifikation erscheinen mußte. Und der Züchter las dann solche aus, wenn er das äußere Erscheinungsbild beachtete. Auch die Embryonen der Tiere werden schon im Ei oder bei Säugetieren im Mutterleib durch die Ernährung und Außeneinwirkungen modifikabel beeinflusst. Das gilt natürlich auch für den Menschen. Abgezehrte Mütter bringen benachteiligte Babies zur Welt und, wie man nun weiß, bei Alkoholkonsum der Mutter gibt es geistig behinderte Kinder.

Empirische Pflanzenveränderung durch Pflanzenzüchtung und Wissenschaft

DE VRIES sah auch für die **Pflanzenzüchtung** bisher öfters vertretene Auffassung von der allmählichen Entstehung neuer Sorten durch die Anhäufung winziger Abänderungen für überholt und meinte, daß neue Sorten durch einzelne abgeänderte Individuen, also als Mutanten, entstehen. Züchter, die meinten, daß andersartige Umwelt die Pflanzen zu neuen Formen umdirigiere, verkannten, daß sie ihnen nicht als solche aufgefallenen Mutanten in der veränderten Umwelt auslesen. Genetiker besuchten Pflanzenzüchter, wenn nicht gar Genetik und Pflanzenzucht in einer Person vereint war.

Ein Pflanzenzüchter, der als reiner Mann der Praxis und der aufkommenden Genetik fernstehend um 1900 vor allem von sich Reden machte und ungeachtet seiner fehlenden Aufzeichnungen Wissenschaftler zu sich lockte war LUTHER BURBANK (V. L. K. 1958), von manchem Journalisten zum "kalifornischen Wundermann" stilisiert. Der am 7. März 1849 als 13. und noch nicht letztes Kind eines 3-mal verheirateten Farmers in Massachusetts Geborene hatte kaum formale Bildung, las aber mit großem Gewinn DARWINs Buch über die Variabilität im Zustand der Domestikation, gründete einen Gartenbaubetrieb und zog ermöglicht aus dem Gewinn aus einer von ihm gewonnenen neuen ertragreichen Kartoffel-Sorte dann, um seine Pflanzenveränderungen im großen Maßstab durchzuführen, 1875 nach Santa Rosa in Kalifornien. Er gewann von den verschiedensten Nutz- und Zierpflanzen durch verschiedene Methoden neue Varianten, wobei er sowohl die umzubildenden, oft von anderswoher eingeführten Pflanzen unter neue Umweltbedingungen setzte, immer wieder Pflanzen kreuzte und die Kreuzungsprodukte wiederum kreuzte, also kaum noch überschaubare Mehrfachkreuzung betrieb, was bei Obstbäumen zu zahlreichen vegetativ auf Unterlagen vermehrbaren Edelreisern führte. Einen Einfluß der Unterlage nahm BURBANK nicht an. Auf den Stempel vom Mohn *Papaver rupifragum* gab BURBANK Pollen verschiedenster Arten hintereinander, in der Hoffnung, daß irgendeine Kreuzung ge,ingt. BURBANK arbeitete mit ungeheuren Individuenzahlen. Er testete etwa 30.000 neue aus Kreuzungen entstandene Varietäten von Pflaumen, von denen er etwa 113 weiterverwendete. Wie DE VRIES (1906) erfuhr, hat BURBANK bei einer Brombeere auf die Narben den Pollen aller ihm zugänglichen Rosengewächse gebracht. Er erhielt ein buntes Formengemisch, aber keinen wirklichen Erfolg einer neuen Sorte. Von einer Verknüpfung der Merkmale war BURBANK von vornherein so überzeugt, daß er aus den Keimblättern, Kotyledonen, die Eigenschaften der Früchte glaubte vorhersagen zu können. BURBANK gewann auch, eine duftende *Calla*, neue Varianten auch aus Einzelindividuen – also so, wie es BATESON, KORSCHINSKY und andere um 1900 das auch sahen. Bei seinen wirren Kreuzungen und aus

dem Anbau gezogenen vermeintlichen Varianten sah er allerdings , und das war der erfahrene Praktiker, welche Formen etwa nützliche Eigenschaften aufwiesen. Vermehrbare, nicht aufspaltende Bastarde hatte BURBANK immerhin erhalten. Einer von BURBANKs größten Erfolgen war ein stachelloser Kaktus, geeignet als Viehfutter in den Wüsten Süd-Kaliforniens. BURBANK starb 1926, aber viele seiner Erfolge fielen ohnehin in die Zeit vor der Begründung der Genetik und er hatte sich von einer bewußten Anwendung von Wissenschaft ferngehalten.

DE VRIES (1906) besuchte BURBANK in Kalifornien zweimal im Sommer 1904 und noch einmal für 4 Tage 1906 und ebenso weilte bei BURBANK der Genetiker GEORGE HARRISON SHULL, der etwa im Mai 1906 mit anderen mit BURBANK konferierte (B. GLASS 1980).. SHULL hatte an der Universität Chicago studiert und kam 1904 zu der neuen Station for Experimental Evolution der Division of Biology der Carnegie Institution in Washington unter dem Direktorat von SHULLs Chicagoeer Lehrer DAVENPORT. SHULL weilte wieder bei BURBANK vom 30. Oktober bis 10. Dezember 1906, wieder im Februar 1907, vom 30. September bis zum 3. Dezember 1907 sowie vom 28. Februar bis 28. Mai 1908. In der Zwischenzeit hatte SHULL auch Kontakt mit Abnehmern von BURBANKs pflanzlichen Neuschöpfungen aufgenommen, um deren Urteil zu erfahren. Auch auf einer Europa-Tour informierte er sich über die Pflanzenzüchtung hier und über das allerdings wenig erfreuliche Urteil über BURBANK. Die Zusammenarbeit kam an ihre Grenzen. SHULL faßte schon 1906 seine damals erhaltenen Erfahrungen mit BURBANK in einem Bericht zusammen (B. GLASS 1980). Er schreibt, wie BURBANK gern Worte benutzte wie "trains", "teaches" seine Pflanzen, und gemeint hat, daß er habe "a longer experience in observing evolutionary processes than any other man, not even excepting Darwin, and that he is therefore (sic) better qualified than any other to expound the facts of evolution" (S. 152).

Evolutionsforschung – das war teilweise immer noch Begehen eigener und nicht so recht durchschaubarer Wege.

Trotz BURBANKs Erfolgen muß gemäß DE VRIES die Wissenschaft auf eigener Grundlage Untersuchungen anstellen, weil der Kreuzungszüchter wie BURBANK damals der Vaterpflanze nicht dieselbe Aufmerksamkeit wie der Mutterpflanze zuwandte und die künstlich zu bestäubenden Blüten nicht einmal umhüllte, also Fremdbestäubung in Kauf nahm, da er, nur Variabilität anstrebend, sowie aus einem großen Material auswählen wollte und das bei Obstgewächsen auch noch nur vegetativ vermehrte. Konstanz bedeutete dem Züchter oft nur, daß wenigstens zahlreiche, aber nicht alle, Nachkommen, den Eltern gleichen. DARWIN habe einerseits "mit größtem Erfolg die Erfahrungen der Züchter für seine Theorie verwendet", und diese wurden "in ihren großen Zügen zu" seinen "wesentlichen Stützen ..., während sie ihn im einzelnen vielfach entweder im Stiche ließen oder geradezu

auf Irrwege führten" (S. 611). Den Praktiker, stellte DE VRIES bei BURBANK fest, interessiere nur, was er zustandebringt, nicht wie. Die praktische Züchtung könne, namentlich auf dem noch bestehenden Anfangsstadium der Erforschung von Abänderung und Kreuzung wichtige Hinweise, Anregungen liefern (1908, S. 187).

Wenn DE VRIES der Wissenschaft die Aufgabe stellte, auf eigenen Befunden zu den Fragen von Variabilität und Vererbung zu Erkenntnissen zu kommen, so beendete er den bisher wenigstens bisweilen bestehenden Zirkelschluß: DARWIN hatte seine Evolutionstheorie in vielem auf den Erfahrungen von Züchtern aufgebaut, viele Züchter lobten DARWINs Theorie wenigstens in Worten als die Grundlage ihrer Züchterarbeit.

Als **eigenen wichtigen Beitrag zur Theorie der Pflanzenzüchtung** sah DE VRIES 1908 (S. IV), daß durch die Entdeckung der **Mutationen** das "Verfahren der allmählichen Verbesserung landwirtschaftlicher Sorten durch wiederholte Auslese ... seine Gültigkeit" verliert und ersetzt wurde "durch die Entdeckung des hohen praktischen Wertes der elementaren Arten, die durch eine einzige Auslese isoliert werden können ..." Wenn eine Neuheit entstanden ist, kann man durch Kreuzung bald weitere gewinnen. Gab es also erst einmal Mutationen, dann konnte es, so lehrte DE VRIES, mit Neuzüchtungen schnell gehen, schneller als bisher.

DE VRIES mußte aber zugeben, daß die Erträge der **Zuckerrüben** durch fortlaufende Auslese gesteigert wurden und weitere Auslese erforderlich ist, kein "Zufall, kein Sport hat sie hervorgebracht, ..." (S. 81). Ganz schien DE VRIES das nicht in die Theorie zu passen, aber diese mit den eindeutigen Abweichungen war eben auch zu einfach. Mit Kleinmutationen und den additiv wirkenden Genen konnte die Zuckerrüben-Züchtung erklärbar werden.

In Rußland und der folgenden Sowjetunion ging MITSCHURIN unkonventionelle Wege. Trotz aller einstigen "Mitschuringärten" in den Schulen der kommunistischen Staaten ist es um MITSCHURIN nun allerdings erst einmal still geworden.

Die **abweichende, die unkonventionelle Pflanzengestalt**, hervorgebracht wie auch immer, war und blieb Ziel manches Experimentalbotanikers, der wie etwa D. T. MAC DOUGAL, J. DEWITZ, Frau E. STEIN Samen bestrahlte und Pflanzengestalten erhielt, die oft keine Ähnlichkeit mehr mit der Stammform aufwiesen. Das menschengemachte Naturobjekt – ob der nur im Laboratorium hergestellt Stoff oder die nur unter Menscheneinfluß entstanden und überlebensfähig gehaltene Pflanzengestalt waren Ausdruck des Wunsches zum machbaren Neuen. Zierpflanzen waren von jeher **Menschenwerk**. Dem Heimatbotaniker befriedigen am

ehesten die Formen in der Natur, aber der Zierpflanzengärtner kann es oft nicht monströs genug haben.

Kreuzungen - Die Vererbungslehre auf der Grundlage des 'Mendelismus' - die Genetik

Kreuzung und diskontinuierliche Abänderungen bei BATESON

Die Erfassung und Fassung der erblichen Abänderungen, der Mutationen, kleinere oder größere, wurde namentlich in der Kreuzung der abgeänderten mit den unveränderten Mutterorganismen deutlich. Das hatte BATESON rasch erfaßt und bald nach seiner Postulierung der diskreten erblichen Abänderungen Kreuzungsversuche durchgeführt, damals in Cambridge, publiziert 1899. Seine damalige Mitarbeiterin EDITH REBECCA SAUNDERS (M. R. S. CREESE 2004), auch einmal die Mutter der britischen Pflanzengenetik genannt, hatte daran entscheidenden und auch selbständigen Anteil. Gekreuzt, in diesem Falle nicht das erste Mal, wurde bei *Matthiola incana* eine behaarte Species mit einer glatten, einer Gartenform. Die Nachkommen waren alle behaart oder vollständig glatt. Es gab auf jeden Fall hier keine Mittelform. Gekreuzt wurde die normale behaarte Form von *Lychnis diurna* mit einer von DE VRIES gefundenen und von ihm auch schon eingekreuzten klebrigen Varietät. Die Bastarde, also 1. Generation, waren alle behaart. Diese wieder mit der weichen Form gekreuzt ergab eine gemischte Nachkommenschaft, behaart und andere weich. Wurden die Bastarde miteinander gekreuzt, ergab sich, wie Miss SAUNDERS nach den Kreuzungen von DE VRIES nachwies, ebenfalls eine gemischte Nachkommenschaft. Gekreuzt wurde dann durch Miss SAUNDERS die in großen Teilen der Alpen vorkommende behaarte Spezies *Biscutella laevigata* mit der an wenigen Alpenstandorten vorkommenden weichen (smooth) Form. Es gab hier auch teilweise intermediäre Nachkommen, bei denen die Blätter mit der weiteren Entwicklung immer haarloser wurden.

Insgesamt also war das Ergebnis, daß bei diesen Kreuzungen intermediäre Formen, also **Mischformen, kaum** auftraten, also **die diskreten Merkmalsunterschieden** zwischen verschiedenen Arten oder intraspezifischen Taxa **bei der Kreuzung nicht verschwanden**. Das war, was BATESON bestätigt sehen wollte, als er die Auffassung von den evolutionswirksamen diskreten Merkmalen in die Welt setzte.

Mit der Anerkennung **diskreter**, nicht sich ständig, sondern **nur sprunghaft verändernder Erbanlagen** (Gene) wurde auch wieder ein Moment der **Stabi-**

lität in die Betrachtung der Sippen, so der **Arten**, gebracht. Erschienen manchem Evolutionsbiologen im 19. Jh. die Arten als fast willkürlich aufgestellte Einheiten, zwischen denen infolge ihrer dauernden Umbildung die Grenzen fließend verlaufen und die sich fast plastisch umbilden sowie veränderten Bedingungen anpassen, so sollte das eben nicht der Fall sein. Ohne Mutationen blieb die Erbsubstanz stabil und wurden bei der sexuellen Fortpflanzung von in der Erbsubstanz sich etwas unterscheidenden Eltern nur neu kombiniert.

Bald sollte Kreuzung mehr erbringen, nämlich Regeln, "Gesetze", die einst von MENDEL schon einmal entdeckten, die den Einblick in die unabhängigen, nicht wegkreuzbaren Merkmale vertieften.

Über das einfache MENDEL-Schema hinaus - Ergänzungen und Korrekturen

Vereinfachte Vorstellungen mußten **korrigiert** werden. **Pflanzenzüchter** waren an solchen Korrekturen mit ihrem Erfahrungsschatz an reichem Material von bearbeiteten Pflanzen oft beteiligt.

Wurde einmal angenommen, daß jedem Merkmal ein Erbfaktor entspricht, so fand sich, daß **ein Erbfaktor auch verschiedene Merkmale** beeinflussen kann, was **Pleiotropie** genannt wurde. Umgekehrt gibt es Merkmale, die von mehreren Erbfaktoren gestaltet werden, für die also **Polygenie** besteht, als **multifaktorielle** oder **polyfaktorielle** Vererbung gesehen. So etwas hatte schon MENDEL angenommen für abgestufte diskontinuierliche Farbtöne nach Kreuzung von Bohnen, die entweder weiß oder purpurrot blühten (C. STERN 1968, S. 363). Verschiedene Erbfaktoren konnten auch in dieselbe Richtung wirken, die 1909, 1911 von H. NILSSON-EHLE gefundene **additive Genwirkung** (s. A. LANG 1914, S. 90). Beim Menschen (C. STERN 1968, S. 362 ff.) ließ das sich vermuten, wenn man nicht multiple Allelie annehmen konnte, für die Körperlänge, die auch bei Geschwistern keine eindeutigen Diskontinuitäten, nur groß oder klein, zeigt, und für die mannigfaltig abgestufte **Hautpigmentierung** bei Kindern aus der Paarung von Weißen und Dunkelhäufigen und auch der nicht einheitlichen Pigmentierung der letzteren. Bei der Weiterzüchtung von Bastarden, ab der F₂, konnten auch Merkmale erscheinen, welche über die **von den Eltern her zu erwartenden Kombinationen hinausgingen** (T. ROEMER 1914), für auf mehr als einem Erbfaktor beruhenden Merkmalen, 'Transgressionen' bezeichnet und in der 'Transgressionszüchtung' verwirklicht (T. ROEMER 1933). ROEMER (S. 177) nannte Hafer-Kreuzungen, die alles bisher bekannte an Halmfestigkeit übertrafen, über das wirtschaftliche Bedürfnis hinausgehend.

Es waren für den Züchter nicht nur durch die Fülle der Faktoren, sondern auch durch Pleiotropie und Polygenie die Verhältnisse viel schwieriger durchschaubar

als zuerst angenommen. Aber es blieb natürlich möglich, ganz bestimmte deutliche Faktoren in eine bestimmte ansonsten schon brauchbare Sorte zur weiteren Verbesserung einzukreuzen. Faktoren konnten auch ohne Auswirkung sein, weil sie rezessiv selten erschienen.

Bis hinein in spätere Zeiten wurde erörtert, ob die **Erbfaktoren** und damit die Merkmale sich tatsächlich **unabhängig voneinander vererben** oder ob nicht doch **”Koppelungen”** bestehen (A. LANG 1909). Bei „Koppelungen“ müßten auch Abänderungen eventuell gekoppelt auftreten. Alle Korrelationen galten schließlich als brechbar, mit Ausnahme der festen Korrelation von primären und sekundären Geschlechtsmerkmalen. Die Frage der Koppelung fand eine Klärung durch die Chromosomentheorie der Vererbung. Auf einem einzelnen Chromosom befinden sich nach deren Erkenntnis zahlreiche Merkmale, die nur gemeinsam weitergegeben werden. Das wurde nachgewiesen. Die Zahl der Koppelungsgruppen mußte dann der Zahl der Chromosomen entsprechen. Bei *Drosophila* sollte das der Fall sein. Aber bei anderen Arten, selbst bei *Drosophila*-Verwandten, fand man weniger Koppelungsgruppen als Chromosomen vorhanden waren. Bei BAURs Versuchspflanze *Antirrhinum* mit haploid 8 Chromosomen waren jedenfalls zu seiner Zeit erst 4 Koppelungsgruppen aufgefunden (H. KAPPERT 1978, S. 62), später aber doch 8 (S. 90). .

Aber wie in der MORGAN-Schule geklärt wurde, kann auch für Merkmale auf denselben homologen Chromosomen ein gewisser **Koppelungsbruch** auftreten. Je ferner sich Gene auf einem Chromosom befinden, desto eher müßten sie entkoppelt werden und ausgehend von dieser Überlegung wurden nach der Zahl der festgestellten Entkoppelungen die anzunehmende Lage der Gene auf den Chromosomen widergebende Genkarten erstellt.

Die erhellenden Vorstellungen und Begriffe: Von den ”Reinen Linien” zu ’Genotypus – Phänotypus’ – WILHELM JOHANNSEN

WILHELM JOHANNSEN brachte die neue Vererbungslehre in seinem 1905 in erster, auf Dänisch erschienenen Auflage seines Lehrbuchs ”Elemente der exakten Vererbungslehre” und sonstigen Veröffentlichungen in vielem auf den Punkt. JOHANNSEN war gelernter Apotheker mit dem pharmazeutischen Examen, wandte sich der Pflanzenphysiologie zu, arbeitete dann aber am Carlsberg-Laboratorium bei dem Chemiker KJELDAL, weilte in Deutschland, Zürich, Wien, wurde 1892 Lektor und 1903 Professor für Pflanzenphysiologie an der landwirtschaftlichen Hochschule, 1905 für dieses Fach Professor an der Universität Kopenhagen.

JOHANNSEN zeigte bei sich selbstbefruchteten Pflanzen, speziell bei Bohnen und Gersten, daß sie, sofern keine Mutationen auftreten, erblich gleichartige Nachkommen hervorbringen. Alle Unterschiede dieser sind nur nichterbliche Modifikationen. Die Samen einer reinerbigen Bohne haben unterschiedliche Größe. Sät man die größten isoliert aus, so haben die daraus entstehenden Bohnenpflanzen aber wiederum in demselben Rahmen, derselben "Norm", kleinere und größere Samen, führt also die Auslese solcher Modifikationen in einer "reinen Linie" zu keiner neuen erblichen Rasse. Mag allerdings sein, daß größeren Bohnensamen besser genährt sind und so zunächst einmal mehr größere Nachkommen liefern. Aber auch die größte Giraffe wird schlecht ernährt ein großes Tier bleiben – oder eben verhungern. Gibt es einem Bestand von etwa Bohnen, einer "Population", erblich unterschiedliche Pflanzen, wird Selektion aber zu unterschiedlichen Sorten führen. JOHANNSEN legte diese seine Ansichten 1903 nieder in der Arbeit "Über Erbllichkeit in Populationen und in reinen Linien". Wenn Selektion zu Erfolg geführt hat, so legte er dar, dann weil man mit Populationen zu tun hatte. Die Wirkungslosigkeit der Selektion bei reinerbigen Beständen war seiner Erfahrung nach bestätigt durch die Pflanzenzüchtung, etwa in der schwedischen Pflanzenzuchtstation in Svalöf. Es gab hier bei selbst fortgesetzter einseitiger Selektion von Varianten keine "Verschiebung des Typus". Neue "Typen" entstanden nur durch "Bastardierung oder – und zwar hauptsächlich – spontan ... durch Mutationen im Sinne von DE VRIES" (S. 7). Wir können hinzufügen, daß DE VRIES das 1901 so klar nicht sah, da er immer noch auch von der Gewinnung neuer Sorten durch Züchter durch Auslese von fluktuierenden Variationen schrieb, die er nicht eindeutig als kleine erbliche Variationen nannte – hier band sich DE VRIES offenbar noch einmal an die andererseits gerade von ihm skeptisch gesehene Züchtererfahrung. DE VRIES hat, wie JOHANNSEN (1909, S. 326) meinte, "die Konsequenzen in Bezug auf Selektion noch nicht völlig ziehen können." Eine andere Frage ist, und etwa BAUR spricht sie an, ob es in der Natur bei irgendwelchen Arten reine Linien und dazu noch längere Zeit beständige, also ohne Mutationen, gibt. JOHANNSEN meinte zwar, daß man die Konstanz von "reinen Linien" im Experiment noch über Generationen verfolgen müsse, aber die Zweifler daran müßten die Beweislast tragen. Selektion mußte wirken, so war die neue Auffassung, auch bei kleinsten über der Selektion zugänglichen Unterschieden – wenn nur die Unterschiede, auch kleinste, erblich sind.

Die neuen Erkenntnisse der Vererbungslehre faßte JOHANNSEN großartig zusammen in seinen "Elementen der exakten Erblchkeitslehre" mit der ersten Auflage in Dänisch 1903, in Deutsch 1909. JOHANNSEN ersetzte den Terminus "Pangen" 1909 durch den daraus abgeleiteten kürzeren Begriff "**Gen**", der auch dem neuen Wissenschaftsbegriff "Genetik" entsprach. Die Gesamtheit der Erbanlagen nannte JOHANNSEN "**Genotypus**"/**Genotyp**. Er war die Grundlage für die Ausbildung

des Erscheinungsbildes eines Lebewesens, für dessen. "Phänotypus"/Phänotyp. Um vom 'Genotyp' zu sprechen mußte dieser nicht bekannt sein. Aber je nach Umwelt, in der ein Lebewesen aufwächst, oder auch inneren Gründen konnte sich **bei gleichem Genotypus ein unterschiedlicher Phänotypus** herausbilden. Umgekehrt konnten auch Individuen mit äußerlich **ähnlichem** Erscheinungsbild, ähnlichem **Phänotypus**, nicht unbedingt einen gleichen oder jedenfalls weitgehend gleichen Genotypus aufweisen. Resistenz gegen Schädlinge bei Pflanzen, also etwas Phänotypisches, konnte verschiedene Ursachen haben, also etwa verdickte Kutikula oder Abwehrstoffe, bei Tieren erhöhte Widerstandsfähigkeit des Nervensystems. Dasselbe phänotypische Phänomen 'Resistenz hatte dann eine unterschiedliche Grundlage im Genotyp (N. V. TIMOFEEFF-RESSOVSKY et al. 1977, S. 115).

Durch **unterschiedliche Merkmals-Ausbildung bei gleichem Genotypus** konnte eine evolutionäre Neuheit vorgetäuscht sein. Die Chinesische Primel, *Primula sinensis*, blüht bei unter 30°C rosa, bei über etwa 30° C weiß. In den Erbanlagen hatte sich dabei nichts geändert. *Primula sinensis* besitzt die erbliche Reaktionsfähigkeit, auf Temperaturunterschiede mit verschiedener Blütenfarbe zu reagieren. Höhere Temperatur unterdrückt augenscheinlich die Ausbildung des Blütenfarbstoffs, der zu einem erblichen Merkmal zählen darf. Bei gewissen *Dahlia*-Arten ist es umgekehrt. Bei RICHARD HARDER in Göttingen wurden in den folgenden Jahren und Jahrzehnten zahlreiche Beispiele bei verschiedenen Arten gefunden, wie Farben und auch die Anordnung der Farben auf den Blüten, die Farbmuster, durch Außenbedingungen, namentlich die Temperatur, verändert werden, und zwar in reproduzierbarer, 'gesetzmäßiger' Weise. MORGAN fand eine Mutante bei *Drosophila melanogaster*, welche ein verändertes Abdomen besitzt, aber nur, wenn die Aufzucht unter ausreichender Feuchtigkeit und mit frischer Nahrung erfolgt.

Die Abhängigkeit des Erscheinungsbildes eines Lebewesens von bestimmten Erbanlagen ist also keineswegs eindeutig. Dennoch galt mit den Hilfhypothesen von der unterschiedlichen Manifestierung der Erbanlagen je nach inneren oder äußeren Bedingungen der Kern der Theorie von den Genen als Grundlage der Merkmalsausbildung und damit auch der Evolution als gesichert gelten. Für die Evolution wirksame Abänderungen mußten den Genotypus betreffen. Veränderungen des Genotypus waren Mutationen. Unterschiedliche Merkmalsausbildung nur im Phänotypus bei gleichem Genotypus entsprach den Modifikationen.

Da gleiche Erbanlagen, gleicher Genotypus, dennoch zu unterschiedlicher Merkmalsmanifestierung führen konnte, wie etwa DE VRIES 1908 wiederum theoretisch begründet auf die bereits ältere Züchtererfahrung, daß man den Vererbungswert einer ausgelesenen Pflanze nicht nur an ihren sichtbaren Merkmal werten kann,

sondern die **Nachkommen prüfen** muß.

Diskutiert wurde nun immer wieder, ob die **Ähnlichkeiten** von Organismen, etwa bei Konvergenzen, **auf gemeinsamen Erbanlagen** beruhen (F. HEIKERTINGER 1933). Ähnlichkeiten betreffen jedoch oft nur äußere Merkmale, während etwa die Farbpigmente bei Modell und Nachahmer chemisch unterschiedlich sein sollten, was gleichartige Erbanlagen zweifelhaft machte (POULTON 1916). Die sich offenbarende Fülle vorhandener Erbfaktoren machte deutlich, daß etwa beim Menschen mit seiner ausschließlich sexuellen Fortpflanzung mit Ausnahme der identischen eineiigen Zwillinge wahrscheinlich **niemals zwei Individuen die gleiche genetische Ausstattung** besitzen konnten. Damit konnten die Individuen niemals völlig gleich sein. Wie BLAKESLEE 1931 (S. 574) ausführte: „Whatever politicians and others may say about the equality of mankind, the success of democracy is due to inequality, to leaders whom the majority learn to follow“.

Ein besonders von R. DAWKINS (s. 2016 b, S. 349 u. a.) betontes Phänomen ist der **'erweiterte Phänotyp'**, der nicht nur den Körper prägende Phänotyp, sondern auch etwa **Bauten** eines Tieres betrifft. Ihre Gestalt ist ebenfalls genotypisch bedingt. **Vogelnester** sind ungeachtet von Variationen **art-spezifisch**, also Bodenbrüter mit typischem Bodennest sind niemals Höhlenbrüter, Höhlenbrüter legen ihr Nest nicht in Astgabeln an, nicht wie die Rohrsänger zwischen Schilfstengeln. Art-spezifisch sind Insektenbauten, sind Spinnen-Netze, oder auch das Fehlen solcher. Der Ameisenlöwe legt die für ihn charakteristischen Trichter auf Sandboden an und wirft mit kleinen Steinchen nach den hineinrutschenden Ameisen.

Weitere erhellende Erkenntnis: Weite der Modifikabilität – "Reaktionsnorm"

Für die Verschiedenheit der Merkmalsausbildung beim gleichen Genotypus, also dem Auftreten unterschiedlicher Phänotypen bei offensichtlich gleichem Genotypus, wurde der Begriff der **Reaktionsnorm** geprägt, zurückgehend, 1909, auf RICHARD WOLTERECK, definiert als die Summe der Reaktionskonstanten. Ererbt wird die "Reaktionsnorm", sie bestimme den erblichen Charakter einer Rasse, und WOLTERECK (1919) wollte mit dem Begriff die Termini "Gen" und "Genotypus" sogar ersetzen.

Die Fähigkeit zur **Modifikabilität**, also eine größere Reaktionsnorm, besonders zur Ausbildung unter bestimmter Umwelt günstiger Modifikationen, mußte die Anpassungs- und damit **Überlebensfähigkeit** von Individuen einer Art **erhöhen**.

Bei vielen Arten zeigt sich, daß sie nur unter oft begrenzten Bedingungen leben. Bei Parasiten erleichtert das oft die Bekämpfung.

Gerade in jener Zeit, als die genetisch arbeitenden Biologen die Vererbung einzelner Merkmale untersuchten und sich eher auf die Konstanz dieser bei ihrer Weitergabe verfolgte Merkmal konzentrierten, haben andere Forscher, allen voran ein Botaniker wie GEORG KLEBS, die teilweise beachtlichen Unterschiede in der Merkmalsausbildung je nach Umweltbedingungen zu erfassen gesucht, letztlich mit dem Fernziel die "potentielle Variationsbreite. für jede Spezies experimentell festzustellen." (1913, S. 12). Das ging gerade bei KLEBS so weit, daß die erbliche Grundlage eines Merkmals bei der Betrachtung fast ins Hintertreffen geriet. KLEBS hatte allerdings schon vor dem Aufkommen der Genetik diese Untersuchungen begonnen, setzte sie nun fort.

Immer wieder haben etwa Botaniker versucht, die Weite der Merkmalsabweichungen der Arten zu erfassen gesucht und sicherlich vielfach die Reaktionsnormen der Genotypen der Arten festgestellt, was eigentlich nur im Kulturversuch möglich wäre. GREGOR KRAUS (1906) fand auf dem Muschelkalk bei Würzburg viele Arten in Zwergform, im "Nanismus", was sich allein auf Trockenheit zurückführen ließ; und in einem Jahr im Kulturboden wurden die "Zwerge" "Normalpflanzen" (S. 117). Damit stützte er A. KERNER VON MARILAUN, der schon vor jeden Jahrzehnten sich dagegen gewandt hatte, in den Alpen wachsende zwergige Formen sonst größerer Art als eigene Arten zu bezeichnen, etwa kleine Exemplare von *Trollius europaeus* als *Trollius humilis*. Arten waren eben nicht nur morphologisch abgrenzbar, sondern, die Erkenntnis von verschiedenen Phänotypen der Genotypen lehrte, wie unterschiedlich einzelne Individuen bei gleichem Genotypus sein konnten. H. WALTER (1972) erfaßte bei Trockenpflanzen in Südwestdeutschland die Unterschiede in der Blattform gleicher Arten.

Die bedeutungsvolle Ergänzung: Die Chromosomentheorie der Vererbung. – Die Erklärung der Evolution geht auch ins Mikroskopische

Bei den Kreuzungen durchführenden Biologen blieb zunächst offen, wo die in der Mendel-Spaltung deutlich werden Erbfaktoren in den Zellen liegen. Ja, selbst BATESON lehnte noch lange ab, dafür eine Aussage zu treffen und auch JOHANNSEN hielt noch lange Chromosomen als Träger der Gene nicht für erwiesen.

Aus der Existenz eines speziellen Chromosoms bei einem Geschlecht und dann der Parallelität zwischen der Weitergabe der hypothetischen Erbanlagen im Kreuzungsexperiment sowie der Weitergabe der Chromosomen bei den Zellteilungen

ergab jedoch sich die immer mehr verfestigte Annahme, daß die zunächst hypothetischen Erbanlagen, die "Gene", in den Chromosomen liegen, was zu der **Chromosomentheorie der Vererbung** führte. War eine Erbanlage auf den beiden Chromosomen eines Chromosomenpaares je einmal vertreten, homozygot oder heterozygot, dann mußte das Bild der Weitergabe der Erbanlagen zustandekommen, das in den Kreuzungen beobachtet wurde. Über den Chemismus der Erbanlagen wußte man damit noch nichts.

Der Weg der Evolutionstheorie in den Bereich des Mikrowelt begann hypothetisch und noch ohne Mikroskop mit DARWINs Pangenesis-Hypothese und wurde mit den Hypothesen über eine hypothetische Vererbungssubstanz im späten 19. Jahrhundert fortgesetzt. Nun, mit der Chromosomentheorie der Vererbung, war eine **faßbare mikroskopische Struktur**, waren **eben die Chromosomen**, als die Orte anzunehmen, auf denen jedenfalls viele Veränderungen ihren möglichen Anfang nahmen. Der Evolutionsbiologe und Botaniker WALTER ZIMMERMANN formulierte einmal (1938, S. VI), "daß der entscheidende Wandel nicht bei den äußerlich sichtbaren "Eigenschaften" liegt, sondern im Erbgut, bei den sich wandelnden Erbfaktoren!" – wobei wiederum nicht jeder Eigenschaft ein einzelner Erbfaktor entsprach, sondern Erbfaktoren auch zahlreiche Eigenschaften bewirken konnten und umgekehrt eine Eigenschaft auf nicht nur einem Erbfaktor beruhte.

Die äußeren Phänomene der Evolution, wie sie etwa die Paläontologie oder die Pflanzen- und Tierzüchtung zeigten, hatten **eine weit unterhalb des normal Sichtbaren bestehende Basis** gefunden, so wie die Chemiker als ihre große Errungenschaft, als ihre wichtigste Theorie ansehen, daß die sichtbaren chemischen Prozesse auf Atome zurückgeführt werden – wobei allerdings Atome und Moleküle wie zunächst auch die "Gene" auf den Chromosomen nicht sichtbar gemacht werden konnten und nur aus Eigenschaften erschlossen werden konnten. Die Chromosomen als Ganzes waren immerhin sichtbar zu machen.

Chromosomen, die so konstant weitergegeben "Kernschleifen", wurden schon nach ihrer Aufklärung im späten 19. Jahrhundert mit der Vererbung, als die mögliche Vererbungssubstanz, in Zusammenhang gebracht, es gab also schon eine "Chromosomentheorie" der Vererbung vor der nunmehr auftretenden. Zunächst hatte man nur Körnchen erkannt, die sich bei der Zellteilung zu Schleifen verbanden, dann wurde ihr schleifenartiges Weiterbestehen auch zwischen den Zellteilungen deutlich, ihre in Größe und Gestalt vorkommende Individualität, wobei jeweils 2 Chromosomen, ein "Paar", vorhanden waren und diese auf die Tochterzellen verteilt werden. Nunmehr fand bei SUTTON und BOVERI die Chromosomentheorie der Vererbung eine neue und beweiskräftigere Grundlage.

Es gab aber etliche führende Genetiker, so BATESON und JOHANNSEN, welche die Chromosomentheorie der Vererbung noch längere Zeit ablehnten oder nur als sehr vage Hypothese ansahen. Sie waren dann so etwas wie die nur als Verrechnungseinheiten betrachteten 'Atome' bei Kritikern der Atomtheorie unter den Chemikern.

Die "moderne" Chromosomentheorie der Vererbung begründeten THOMAS HUNT MORGAN und seine Mitarbeiter. Ein wichtiger Befund dafür war die schon vorher manchmal beobachtete Koppelung von Erbanlagen, ihre gemeinsame Weitergabe. MENDEL hatte dagegen seinerzeit als sein 3. Gesetz die angeblich unabhängige Weitergabe aller Erbanlagen formuliert.

Für die Evolutionstheorie brachte die Chromosomentheorie der Vererbung, daß die erblichen Abänderungen, die Mutationen, nicht nur mit irgendwelchen hypothetischen Erbfaktoren an unbekanntem Ort verbunden sind, sondern in den Chromosomen, also in den Zellen, lokalisiert, zu suchen sind. Frage war, ob die Abänderungen primär in den Chromosomen stattfanden oder ob die Chromosomen oder einige der mit ihnen verbundenen Erbanlagen durch Außenfaktoren abgeändert wurden.

Es durfte jedenfalls gehofft werden, daß die Grundlage der erblichen Abänderungen sichtbar werden im Zusammenhang mit den Chromosomen.

Die Untersuchung der Chromosomen wurde Forschungsobjekt zahlreicher Biologen auch in den folgenden Jahrzehnten. Der US-Biologe THEOPHILUS SHICKEL PAINTER (B. GLASS 1970, 1990), Austin/Texas, der entwicklungsphysiologisch gearbeitet hatte, sah die **Geschlechtschromosomen** bei dem Beuteltier *Opossum* und damit bei einem **Säugetier** und fand um 1930 beim **Menschen**, unter Benutzung von Testikeln Hingerichteter, den einfachen Chromosomensatz zu 24, was 1956 durch andere auf 46, also 23 Paare, korrigiert wurde.

Selektion in der Evolutionsforschung im spätern 19. und beginnenden 20. Jahrhundert

Die Selektion war mit den neuen Gedanken von BATESON, DE VRIES und anderen eher ins Hintertreffen geraten. Die Wirksamkeit von Selektion sollte andererseits möglichst so exakt bewiesen werden wie die Vererbung erforscht wurde.

Die **Selektion in der Natur direkt nachzuweisen** gelang nur an Einzelfällen.

Viel erwähnt wurde ein Experiment des am Queens College in Oxford wirkenden A. P. CESNOLA (1904), ausgeführt auf Anregung von WELDON. In Italien wur-

den 45 grünfarbige und 65 braunfarbige Gottesanbeterinnen (*Mantis religiosa*) in unterschiedlicher Umgebung mit Seidenfäden an kleine Pflöcke gebunden und nach 17 Tagen ab 15. August festgestellt, daß von den in ihrer Farbe nicht mit ihrer Umgebung übereinstimmenden Tiere mehr von Vögeln gefressen wurden als von jenen, deren Färbung wie der Untergrund war, bei denen also von Schutzfarbe gesprochen werden konnte. Fünf der grünen Individuen wurden auf braunem Gras von Ameisen gefressen, die allerdings die Schutzfarbe kaum beachtet haben konnten.

Der Versuch wurde unter angeblich genaueren Bedingungen 1926 bei Moskau durch die Moskauer Gesellschaft der Naturforscher wiederholt und auf einer Versuchsfäche vernichtendes, von der Schutzfarbe unabhängiges Gefressenwerden durch Krähen und Turmfalken beobachtet (M. M. BELJAJEFF 1927). CESNOLA hatte durchgeführt, was von Oxford aus nach 1950 eingehender untersucht wurde, durch KETTLEWELL.

7. Die weitere Erforschung der Evolutionsfaktoren unter der Genetik - der Weg zur 'Synthetischen Theorie' der Evolution

Neuaufbau nach der Krise der Evolutionsvorstellungen

Die Entdeckungen und Einsichten über Vererbung nach 1894 und den folgenden Jahrzehnten waren teilweise losgelöst von der Evolutionstheorie zustande gekommen, ja hatten sie sogar infragegestellt. Aber diese neuen Erkenntnisse wurden **ausgebaut, erweitert, verfeinert** – und wurden **zu einer neuen, besser begründeten Evolutionstheorie geführt**. Selbstverständlich gab es stets auch weiterhin Biologen, welche die Evolution als nicht gegeben sahen.

Man hätte an vorangegangene Kapitel nahtlos anschließen können, aber eine gewisse Chronologie ist in einem historischen Werk unumgänglich.

Was sich auch experimentell oder durch eindeutige Beobachtung feststellen ließ war die sogenannte "**Mikroevolution**", die Entstehung von neuen Arten und intraspezifischen Taxa, bestenfalls Gattungen, die – gemäß den Worten eines der Hauptvertreter dieser Forschungen TIMOFEEFF-RESSOVSKY (1939b, S. 434) – "in den zeitlich und räumlich im Rahmen des Beobachtbaren liegenden Adaptations- und Differenzierungsvorgängen bestehen", und die "fruchtbar unter Anwendung der von der experimentellen Genetik erbrachten Tatsachen und Gesichtspunkte studierte werden, was die gesamte Evolutionsforschung beleben und fördern wird."

Die Einbeziehung der Genetik in die Evolutionsforschung geschah schon kurz nach 1900, Den frühen Versuch einer zusammenfassenden Darstellung von Genetik und Evolutionstheorie ohne eigene Forschung lieferte ROBERT HEATH LOCK (hier 1911) mit "Recent Progress in the Study of Variation, Heredity, and Evolution", das in mehreren Auflagen erschien, angegeben 1906 bis, 5. Auflage, 1920. Auch die Eugenik wird mit betrachtet, nicht unkritisch. LOCK arbeitete ansonsten über Kautschuk.

durch LOCK in England, In den 20er-Jahren folgten MORGAN in den USA, BAUR in Deutschland.

Die **Paläontologie** ist sicherlich ebenfalls eine exakt vorgehende Wissenschaft was die Einordnung und Präparierung plus nachfolgende Begutachtung der Fossilien betrifft, aber man kann hier nicht experimentieren und nicht "direkt" beobachten.

Vorweggenommen von später von Evolutionsbiologen betonten Gedanken sei die Frage, **was sich im Verlauf der Evolution ändern konnte**. Im Kambrium waren die **Grundformen** der Wassertiere **vorhanden** und bis zum Devon auch die Grundformen der Landorganismen. Es gab die Grundform der Wirbeltiere, der Gliedertiere, der Gefäßpflanzen. Und diese Grundformen, die 'Gesamtkoordinationen (J. T. BONNER 2013)', blieben. Der Stoffwechsel ist sogar bei allen Organismen im Grundsätzlichen gleich, jedenfalls den mehr- und vielzelligen. Alle Änderungen, welche infolge der Evolutionsfaktoren seit dem Fröpaläozoikum stttfanden, betrafen Anhängsel an die Grundform. GOULD et al. (1975) verglich die Grundformen mit einer gotischen Kathedrale. Damit eine solche Kathedrale überhaupt stehen konnte, mußte eine Grundform bei allen eingehalten werden, mußten Säulen sie stützen und anderes vorhanden sein. Bei den einzelnen Kathedralen konnten dann viele Einzelheiten spezifisch gestaltet werden, die Reliefs an der Außenseite, die Figuren im Inneren, die Malereien, die Malereien der Glasfenster, Feinheiten in der Anordnung der Dachziegel und vieles mehr.

Das Wesentliche der Evolution, im Grundsätzlichen weiterbestehende bestehende Grundformen, das war also in sehr ferner Vergangenheit zustandegekommen. Der Reichtum der Blüten der Blütenpflanzen, der Blumen, läßt sich auch auf gewisse Grundformen zurückführen, die in das Mesozoikum zurückreichen, und die Blüten der Blütenpflanzen sind Wandlungen von dem, was auch bei Farnen und anderen Gefäßkryptogamen besteht, was sich bei allen Unterschieden auf eine Grundform zurückführen läßt. Auch all die sekundären Pflanzenstoffe, die Alkaloide und Pflanzensäuren und anderes, sind Ableger der grundlegenden Prozesse, eines biochemischen Grundbestandes. Wurde bei einem Embryo schon die Grundform, die 'Gesamtkoordination', nicht ausgebildet, dann starb er im allgemeinen in einem

frühen Stadium ab, ausgelesen durch die im Einzelfall schwer nachweisbare "internal selection" (J. T. BONNER 2013).

Diese Dinge klar auszusprechen gehört fast dem späten 20. Jh., ja dem 21. Jh. an, jedoch in diesem Sinne kann man auch all die länger zurückliegenden Bemühungen um die Evolutionsfaktoren rückschauend betrachten und deswegen wurden diese Gedanken hier vorangestellt.

Die 'Synthetische Theorie der Evolution

Die Betrachtung des **Zusammenwirkens** der nunmehr deutlicher als im 19. Jh. erfaßten Evolutionsfaktoren führte zu der auf der Genetik, aber auch auf der Ökologie, Biogeographie und auch Paläontologie aufbauenden "**Synthetischen Theorie der Evolution**". Der Terminus wurde geprägt von JULIAN HUXLEY, der 1942 sein die neuen Vorstellungen zusammenfassendes Buches "Evolution. The Modern Synthesis" nannte. Vorher hatte 1937 THEODOSIUS DOBZHANSKY das Buch 'Genetics and the Origin of Species', das der Sache nach viele der Gedanken hierzu vorwegnahm. JULIAN HUXLEY war ein Enkel des in der DARWIN-Zeit führenden englischen Evolutionsbiologen THOMAS H. HUXLEY und wie dieser, sein Großvater, viel in der Öffentlichkeit tätig. In den Jahren 1946 bis 1948 war JULIAN HUXLEY der erste director general der UNESCO. Zahlreiche der genannten Forschungen trugen zur Ausbildung der "Synthetischen Theorie der Evolution" bei. Der Begriff faßte zusammen, was getrennt schon vorhanden war, so wie schließlich auch DARWIN Ergebnisse verschiedenster Forscher in seine Überlegungen einbezogen hatte. Es dürfte also so eindeutig in manchen Fällen nicht sein, was vor DOBZHANSKY und JULIAN HUXLEY unter dem Signum "Synthetische Theorie der Evolution" firmieren darf. Jede Untersuchung von Mutationen kam der "Synthetischen Theorie" wenigstens stark entgegen.

Begründer der 'Synthetische Theorie der Evolution'

Verschiedene Biologen trugen zur "Synthetischen Theorie der Evolution" bei und das auch in verschiedener und auch in unterschiedlich konsequenter Weise. Die Genetik und die Evolution, die Erforschung der Mutationen in der Natur und die daraus gezogenen Schlüsse, die Einbeziehung der Fossilien, die Ablehnung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" – in verschiedenen Schritten - das waren Grundlagen. Vor allem DOBZHANSKY, TIMOFEEFF-RESSOVSKY, TSCHEWETRIKOW, ERNST MAYR, BERNHARD RENSCH, WALTER ZIMMERMANN brachten die entscheidenden Werke (TH. JUNKER 2004). Manche der dann die

”Synthetische Theorie der Evolution” begründenden Biologen stand zunächst, wie MAYR oder RENSCH, auf ’lamarckistischen’ Standpunkt, also gemeint die Anerkennung der Vererbung erworbener Eigenschaften. Es ist in manchen, namentlich den frühen nunmehr hierzu eingeordneten Werken nicht immer einfach, die Zugehörigkeit und die Leistung zur ”Synthetischen Theorie” einzuschätzen.

THOMAS HUNT MORGAN, der einst zur Selektionstheorie und zur Evolution überhaupt kritisch stand und die Chromosomentheorie der Vererbung entscheidend ausbaute, stellte seit 1915 und 1916 die aus der Genetik sich ergebenden neuen Sichten zur Evolution zusammen, so vor allem 1925 in dem Buche ”Evolution and Genetics”, kann also als Vorläufer gelte,.

SERGEJ SERGEJEWITSCH TSCHETWERIKOW (SEREGEI SERGEEVICH TSHETVERIKOV) (TH. DOBZHANSKY 1967) hielt in seiner erst später voll geschätzten Arbeit ”On Certain Aspects of the Evolutionary Process from the Standpoint of Modern Genetics” die Synthese noch für verfrüht, hat aber durch seine Gedanken wesentlich zu der neuen Evolutionstheorie beigetragen. Der alten intellektuellen russischen Elite entstammende Forscher war 1929 wegen einer sich unabhängig von den Staatsorganisationen verhaltenden Diskussionsgruppe über Genetik und Evolution aus Moskau verbannt worden, war bis 1932 Berater für den Zoo in Swerdlowsk (heute wieder: Jekaterinburg), lehrte 1932 bis 1935 Mathematik am Technikum in Wladimir, war 1935 bis 1948 Professor für Genetik an der Universität Gorki (heute wieder: Nishni Nowgorod). Aber am 1. September 1948 wurde er im Zusammenhang mit dem weiteren Aufstieg LYSSENKO aus seinem Amt entlassen und lebte dann offenbar für Jahre in Armut und Blindheit. Die deutsche Naturforschergesellschaft ”Leopoldina” hat ihm und einigen anderen Evolutionsbiologen namentlich aus der damaligen Sowjet-Union ihre nur in diesem einen Jahr 1959 vergebene Darwin-Plakette zugesprochen und ihn auch dadurch wieder ins Licht gerückt.

1924 war zwischen Deutschland und der Sowjetischen Regierung ein wissenschaftliches Austauschprogramm geschlossen worden und in dessen Rahmen lud der Hirnforscher OSKAR VOGT, der in Moskau LENINs Hirn untersucht hatte, NIKOLAI WLADIMIROWITSCH TIMOFEEFF-RESSOWSKY (in: H. BIELKA 2003) erfolgreich in sein Kaiser Wilhelm-Institut für Hirnforschung ein, damals noch in Berlin im Bezirk Tiergarten. TIMOFEEFF-RESSOVSKY durfte sogar mit seiner ebenfalls in der Biologie erfolgreichen Ehefrau HELENA und dem Sohn DMITRI nach Deutschland kommen. Mit dem Neubau des Hirnforschungsinstituts in Berlin-Buch zogen auch die TIMOFEEFF-RESSOVSKYs dorthin. Nicht nur wurde hier das russische durch Werfen von Stöcken gekennzeichnete Spiel ”Gorodki” betrieben, sondern, wie erzählt wird, ging der bald mit führende Populationsgenetiker, der auch über die künstliche Mutations-Auslösung experimentierte, den Trinksit-

ten vieler Russen nach. Während des Zweiten Weltkrieges konnte TIMOFEEFF-RESSOVSKY in Berlin-Buch weiterarbeiten, trotz Verhaftung seines im Widerstand tätigen ersten Sohne DMITRIJ 1943. Nach Kriegsende wurde TIMOFEEFF-RESSOVSKY (Wikipedia 2018), der einer Aufforderung nach der Rückkehr in die Sowjetunion 1937 (!) nicht gefolgt war, nach der Besetzung durch die Rote Armee nach der Sowjetunion verbracht und kam lange in Lagerhaft, in Kasachstan. Der verschollen Geglaupte wurde aber vom Geheimdienst NKWD als Experte für Genetik und Strahlenschäden ausfindig gemacht und reaktiviert und arbeitete schließlich in der geschlossenen Stadt Obninsk im Oblast Kaluga. Nach der Emeritierung 1970 konnte es auch wieder publizieren und starb am 28. März 1981 wurde auch in der Sowjetunion verehrt. Erst 1992 wurde TIMOFEEFF-RESSOVSKY rehabilitiert.

Ganz entscheidend für die "Synthetische Theorie der Evolution" wurde THEODOSIUS DOBZHANSKY, (Wikipedia 2018) der 1927 in die USA emigrierte, zuerst in MORGANs Laboratorium arbeitete und dank seiner rechtzeitigen Einbürgerung in den USA zu einem der führenden Evolutionsbiologen des 20. Jh. wurde.

ERNST MAYR (J. HAFFER 2005), als führender Ornithologe Taxonom und nicht Genetiker, war am 5. Juli 1904 in Kempten im Allgäu als Sohn eines Staatsanwalts geboren worden, und die Familie verzog wegen Versetzung des Vaters 1908 nach Würzburg, 1913 nach München. Der Vater verstarb aber bereits 1917. Die Mutter zog mit den Kindern nach Dresden und hier, in nach dem Kriege bescheidenen Verhältnissen, besuchte MAYR das Gymnasium. Damals schon an Ornithologie interessiert und bald in Kontakt mit den Ornithologen in Dresden und Sachsen überhaupt, begann das Studium der Medizin. Durch die Beobachtung der in Sachsen seit 1845 nicht mehr gesehenen Kolbenente, *Netta rufina*, auf den Teichen bei Moritzburg, kam er in Kontakt mit dem führenden Ornithologen ERWIN STRESEMANN in Berlin. Unter seinem Einfluß wechselte er zum Studium der Naturwissenschaften, konnte, wenn auch zunächst nicht bei STRESEMANN, als Assistent am Naturkundemuseum in Berlin arbeiten. Seine Dissertation galt der bisher auch bezweifelte, aber in der älteren ornithologischen Literatur nachzuweisenden Nordwest-Ausbreitung des Girlitz / *Serinus hortulanus* in Europa. Mit Unterstützung von Lord WALTER ROTHSCHILD, Besitzer der großen Vogelsammlung in Tring in England, und dem ebenfalls dort arbeitenden HARTERT, konnte der als befähigt aufgefallene MAYR zu einer 1928 bis 1930 währenden Expedition nach Neuguinea und Teilen der Salomon-Inseln aufbrechen. Auf den Salomon-Inseln schloß er sich einer amerikanischen Expedition an. Deshalb in den USA bekannt geworden, wurde MAYR 1930 nach New York an das American Museum of Natural History eingeladen zur Bearbeitung der Vögel der Südsee, Auch die große Sammlung aus Tring war nach New York verkauft worden. MAYRs

Arbeits-Vertrag wurde schließlich verlängert und er blieb in den USA, Zunehmend befaßte sich MAYR auch mit Grundfragen der Biologie und namentlich der Evolutionsbiologie. 1935 übernahm MAYR die Alexander Agassiz-Professur an der Harvard University in Cambridge / Mass. Gestorben ist MAYR am 3. Februar 2005 reichlich 100 Jahre alt in einem Seniorenheim in Boston / USA.

In **Deutschland** kamen international auf dem V. Internationalen Kongreß für Vererbungswissenschaft **1927** (1928) in Berlin die Beziehungen zwischen Genetik und Evolution in vielfältiger Weise zur Sprache. Auf der 13. Jahresversammlung/Tagung der Deutschen Gesellschaft für Vererbungswissenschaft in Würzburg vom 24. bis 26 September **1938** wurden in mehreren Vorträgen die Beziehungen zwischen Evolution und Genetik vorgestellt. Bis um 1940 / 1941 wurden die Fortschritte in den angelsächsischen Ländern noch durchaus verfolgt (TH. JUNKER 2004) und darüber geschrieben. Daß TIMOFEEFF-RESSOVSKY Russe war machte die Einbeziehung der russischsprachigen Literatur möglich.

Eine ähnliche Rolle wie JULIAN HUXLEYs Buch von 1942 spielte im deutschen Sprachraum das von HEBERER herausgegebene Sammelwerk "Die Evolution der Organismen" von 1943. In diesem Buche wurden verschiedenartige Ansichten vorgestellt, aber die im Sinne der "Synthetischen Theorie der Evolution" geschriebenen Kapitel namentlich von HANS BAUER und TIMOFEEFF-RESSOVSKY über "Genetik und Evolutionsforschung bei Tieren" und von FRANZ SCHWANITZ über die "Genetik und Evolutionsforschung bei Pflanzen" standen im Zentrum, teilweise in Fortsetzung des in Würzburg 1938 Vorgetragenen. .

In den **USA** war unter den Paläontologen Mitbegründer der "Synthetischen Theorie der Evolution" GEORGE GAYLORD SIMPSON. Führend waren fernerhin STEBBINS und der aus Deutschland stammende ERNST MAYR. .

Die Evolution des "genetischen Systems" insgesamt behandelte C. D. DARLINGTON (1958).

Die Evolutionsfaktoren im engeren Sinne

Evolutionsfaktor Mutabilität

Mutationsforschung als wichtige Grundlage der Evolutionsbiologie

Mutationen, erbliche Abänderungen, erschienen als Voraussetzung jedes Wandels in der Evolution, und sie zu studieren mußte Grundlage jeder Evolutionsforschung werden. Evolutionsforschung wurde zumindestens außerhalb der Paläontologie in einem großen Maße **Mutationsforschung**, gemäß BLAKESLEE 1931 (S. 576): "Evolution then may properly be considered a subdivision of genetics."

Mutationsforschung wurde zunächst stark betrieben im Laboratorium oder im Gewächshaus und Versuchsgarten. Nur hier konnten kontrollierte Bedingungen mehr oder weniger eingehalten werden. Ziele waren andererseits vor allem:

Auffindung möglichst vieler **Mutationen** und bei den verschiedensten Lebewesen sowohl **im Laboratorium wie im Freiland**,

Feststellung der **Lebenstüchtigkeit** solcher Mutationen unter verschiedenen Bedingungen, also Ermittlung ihres **Selektionswertes**,

Ermittlung von **Faktoren**, welche Mutationen hervorbringen.

Schließlich Zurückführung der Mutationen auf die angenommene Vererbungssubstanz. Zuerst sprach man unbestimmt von Erbfaktoren. Dann wurden die Chromosomen als die Träger der Erbfaktoren, der Gene, angenommen und schließlich allgemein anerkannt.

Es war auch bewußt, daß **Mutationen** 1. jetzt **neu** auftraten, also Evolution in **statu nascendi** zeigen. 2. Aber auch **rezessive Mutationen** in der Erbsubstanz **verborgen** sind.

Dominante Mutationen waren **sofort phänotypisch** sichtbar, **rezessive** erst, wenn sie homozygot erschienen. Mutationen blieben, wenn rezessiv, heterozygot also verborgen. Bei Inzucht "mendelten" sie am ehesten heraus. In einem abgeändertes Individuum mußte eine Mutation nicht neu entstanden sein, sondern es eine schon lange rezessiv vorhandene Mutation erstmals sichtbar werden.

Dazu kam durch Kreuzung neue Mischung der Erbanlagen und entstanden neue Formen durch **Rekombination**, gewissermaßen Kombination einstiger Mutationen, was die Häufigkeit der Mutationen übertraf. Nur zum Teil vererbten die Re-

kombinationen konstant. Sind genügend verschiedene Gene vorhanden, ist nahezu jedes Individuum die Folge einer neuartigen Rekombination. Auf das Konto der **Rekombination** mußte **der überragende Anteil der vom Genotypus ausgehenden individuellen Variabilität** gehen. Neuauftreten von Mutationen ist da sehr viel seltener. Rekombination ist, wie etwa ERNST MAYR (1959) formulierte, **die immer fließende Quelle der genotypischen Variabilität..**

Genetisch neuartige Individuen entstehen durch

Neu auftretende oder, wenn rezessiv, **herausspaltende Mutationen Rekombination.**

das neue Kombinationen vorhandener Erbfaktoren

Insgesamt wurde aber, etwa bei STUBBE 1941, gemeint, daß der **Mutationsdruck** "im allgemeinen so hoch angesetzt werden kann" (S. 266), daß **ausreichend** "Rohmaterial für Formbildungs- und Evolutionsvorgänge" geliefert wird.

Mutationen auch in Körperzellen: Somatische Mutationen

Waren Mutationen schon in den **Keimzellen** vorhanden, dann betrafen sie alle Zellen des Organismus, wirkten sich also auf den Phänotypus des gesamten Organismus aus.

Die Erbsubstanz kann sich keineswegs nur in den Keimzellen verändern, 'mutieren'. Es gibt auch Veränderungen der Vererbunssubstanz in den Körperzellen, ohne Einbeziehung der Keimzellen. Diese **somatischen Mutationen** wirken sich dann auch nur in jenen Körperzellen resp. Geweben aus, die sich bei der weiteten Ausdifferenzierung des Körpers von ihnen ableiten, Nur die davon herrührenden Teile einer Pflanze etwa sind davon betroffen. Ließ sich bei Pflanzen aus solchen von einer somatischen Mutation betroffenen Geweben vegetative Vermehrung erzielen, dann wurden solche somatischen Mutationen vermehrbar. Das war eher unter der Hand der Züchter möglich.

Alle erblichen Veränderungen nun zurückgeführt auf die Erbfaktoren/Gene in den Chromosomen - Veränderungen ihrer Zahl und Gestalt als mögliche Grundlage evolutionärer Veränderung

Waren die Chromosomen Träger der Erbanlagen, der Gene, die wenigstens einen beträchtlichen und wenigstens den seinerzeit erforschbaren Teil der Vererbung bestimmten, dann mußte in den **Chromosomen die materielle Grundlage** von erblicher Veränderung, also von **Evolution**, liegen. **Veränderungen** bei den Chromosomen, **im Genotypus**, konnten unsichtbar sein, aber es fanden sich oft Veränderungen **in der Zahl und der Gestalt** der Chromosomen. Das zu erkennen setzte voraus, **Chromosomen zählen** zu können, unter dem Mikroskop, oft mit Farbstoffen, und dann ihre Struktur oder wenigstens Teile davon zu erkennen. Das Zählen ging dem Erkennen von Strukturunterschieden voraus. Chromosomen-Änderungen mochten dann Grundlage jeder durch Erbänderungen bestimmten **Evolution** sein, auch **unabhängig davon, inwieweit** bei den Organismen **sichtbare, phänotypische** morphologische oder physiologische **Abänderungen** erkannt wurden. Chromosomen-Eigenheiten in Verbindung mit Rassen- oder Art-Merkmalen mochten das Ideal von Erkenntnis über die Rolle der Chromosomen in der Evolution sein, denn Veränderungen an den Chromosomen sollten evolutionäre Veränderungen gebracht haben. In der Tat wurden **Merkmalseigenschaften und auch Besonderheiten als mit Chromosomenbesonderheiten verknüpft** gefunden, wenigstens oft genug, so wie die ganze Chromosomentheorie der Vererbung darauf beruhte, daß, siehe BOVERI und SUTTON, eine Parallele in der Weitergabe der Merkmale und der Chromosomen bestand. Wollte man nicht so weit gehen, in den Chromosomen-Änderungen Faktoren der evolutionären Änderungen zu sehen, dann konnten sie wenigstens Indikatoren der sichtbaren Verschiedenheiten und Veränderungen zu sein - auch das wurde diskutiert. Bis weit in das 20. Jh. wurde der chemische Aufbau der Chromosomen dabei meistens nicht mit debattiert. Die später als die stoffliche Grundlage der Chromosomen gesehenen Nukleinsäuren waren, seit MIESCHER, eine Angelegenheit organischer Chemiker und blieben es lange. Wie sich am Ende des 20. Jh. erwies: Die auf die Gestalt und Zahl der Chromosomen beschränkte "**chromosomale**" **Evolution** konnte für die Erklärung der Evolution nur die Vorstufe zur Auffindung der "**molekularen**" Evolution sein (U. KULL 1973), also die Veränderungen in der chemischen Substanz der Chromosomen, was dann einen neuen großen Abschnitt in der Evolutionsforschung brachte.

Die auf die Chromosomen fixierte Evolutionsforschung und Art-Unterscheidung bot schon bald manche Probleme. Es gibt Arten der Rotalgen, bei denen die

haploide, also mit einem einfachen Chromosomensatz ausgestattete Generation genauso aussieht wie die diploide Generation, also die Zahl der identischen Chromosomen sich im Aussehen nicht auswirkt. Morphologische Unterschiede waren allerdings nur die am besten feststellbaren Unterschiede in der Organismenwelt. Wenn sich zwei Arten im Genom unterschieden, konnten die Auswirkungen auch nur chemische Unterschiede betreffen, die durchaus Bedeutung für das Überleben besitzen konnten. Viel später, 1972, wurde bei *Typha*, dem Rohrkolben, Formen mit unterschiedlich temperaturempfindlichen Enzymen und damit Gen-Unterschieden festgestellt, was die Verbreitung der einzelnen Populationen mitbestimmte (zit. bei U. KULL 1973) und also auf die Vererbungssubstanz zurückführbare **chemische** Variabilität sein mochte.

Die Chromosomen-Merkmale, das Genom, im einzelnen

Auch im Mikroskop unsichtbare, aber aus dem Erbgang erschließbare Mutationen: Genmutationen

Bei manchen eindeutigen Mutationen, nachweisbar durch den Erbgang gemäß dem Mendel-Schema, war an den Chromosomen unter dem Mikroskop nichts zu sehen. Man sprach von **Gen-Mutationen**.

Es durfte angenommen werden, daß bei einer Genmutation ein einzelnes Gen in einen andersartigen Zustand übergegangen war. Im Chromosom mochte eine chemische Abänderung geschehen sein, aber das blieb noch bis nach der Mitte des 20. Jh. nicht erfaßbar. Viele, ja die Mehrzahl der Genmutationen trat nicht im Phänotyp in Erscheinung, sie blieben rezessiv. MORGAN, BRIDGES und STURTEVANT (1925) zeigten (zit. nach S. S. TSCHETWERIKOW 1926/1961, S. 187), daß in der Gattung *Drosophila* die Zahl der rezessiven Gene die Zahl der dominanten um das sechsfache übertrifft. In den diploiden Spezies liegt also ein offenbar großes Reservoir an rezessiven Genen, die nur hin und wieder im homozygoten Zustand auftreten und dann phänotypisch wirksam werden.

Wenn eine Mutationen gefunden wird, muß diese also nicht gerade entstanden sein, sondern kann schon **über zahlreiche Generationen rezessiv**, also phänotypisch nicht in Erscheinung tretend, **mitgeschleppt** worden sein. Gesunde Eltern, die beide ohne Ahnung dasselbe schlimme Auswirkungen verursachende Gen tragen, können dann unerwartet wegen eines Genschaden schwer kranke Kinder zeugen.

Zahl und Gestalt der Chromosomen in Verbindung mit Merkmalen von Individuen und Arten

Arten oder Rassen **unterschieden** sich oft **in** der **Zahl oder Gestalt** von Chromosomen. Diese Unterschiede mochten schon vor langer Zeit vorhanden gewesen sein, waren **schon vor langem entstanden**, und waren dann Mutationen aus der Vergangenheit, die weitergegeben wurden wie andere Merkmale auch, und waren eher **Chromosomen-Konstellationen** zu nennen als beobachtete Mutationen. **Vermehrung** von Chromosomen, auch ganzer Chromosomensätze, sowie der Struktur in Chromosomen und solche auch als in der Evolution entstandene **Chromosomenkonstellationen** mochten dann Ursache der Abänderungen gewesen sein. **2.** Veränderungen in den Zahlen der Chromosomen wurden **Genom-Mutationen** genannt. **3.** Weiterhin fanden sich **innerhalb** eines Chromosoms Veränderungen, Umstellungen: Ausfall von Teilen Verluste = Deficiencies, Einordnung an den anderen Stelle = Dislokationen, Vermehrung von Teilen = Duplikationen, Umkehrung eines Chromosomenbezirkes: Inversionen. Solche Veränderungen innerhalb der Chromosomen wurden schließlich **Chromosomen-Mutationen** genannt. Nicht immer wurden, wenigstens auch nicht in allen Ländern, die Termini gleichartig verwendet.

Für Genom- und Chromosomen-Mutationen wurde also die Zellforschung, die **Zytologie**, wichtig, Mutationen zu unterscheiden. Zytologie ließ auch die Erfolge von Pflanzenzüchtung, so die Erfolge von Kreuzungen kontrollieren, Kreuzungsprognosen erstellen.

Noch um 1908 war in der **Botanik** die bei Tieren weitgehend akzeptierte **Individualität der Chromosomen**, ihre feststellbare unterschiedliche Gestalt, Länge und anderes sowie das damit anzunehmende Tragen spezifischer Gene in den einzelnen Chromosomen noch Diskussionsgegenstand (O. ROSENBERG 1904), wurde etwa betont, vom Schweden O. ROSENBERG (s. C. H. OSTENFELD et al. 1908), daß man einzelne Chromosomen an der Länge wiedererkenne.

Chromosomen einzeln sichtbar und alle zählbar zu machen bei chromosomenreicheren Arten war anfangs schwierig, gelang teilweise erst nicht und die Zahlen waren manchmal längere Zeit umstritten. Zuerst erkannt wurden sie bei Pflanzen in den Zellen der Wurzel-Spitzen und in Stadien bei der Keimzellen-Bildung, der Meiose. 1904 berichtete BOHUMIL NEMEC, Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Karls-Universität Prag, über von ihm sichtbar gemachte, durch Chloralhydrat und andere Narkotika hervorgerufene Chromosomenverdoppelung in Zellkernen von Wurzeln. Wesentlich Verbesserung in der Sichtbarmachung von Chromosomen in Pflanzenzellen brachte der US-Amerikaner JOHN BELLING (E. B. BABCOCK et al. 1933.), seit 1924 Zytologe bei dem

bedeutenden Genetiker BLAKESLEE an der 1890 gegründeten Station for Experimental Evolution of the Carnegie Institution of Washington in Cold Spring Harbor, USA-Staat New York. Zu der Methode des **Färbens mit Aceto-Karmin** gab er **Eisen** hinzu, das die Sichtbarkeit der Chromosomen in den Meiose-Stadien wesentlich verbesserte.

Zahlreiche auch führende Botaniker widmeten der Feststellung von **Zahl und Gestalt der Chromosomen** einen wesentlichen Teil ihrer Forschung. Das war einerseits eine Forschung, die Routine war und bis zu einem gewissen Grad, planbar geschehen konnte und dann ohne neuartige Hypothesen oder Theorien durchgeführt werden konnte, die aber dann gegebenenfalls neue Einsichten bringen mochte. Manche Botaniker/Genetiker durchsuchten möglichst viele Arten auf ihre Chromosomen, andere beschränkten sich auf wenige, gar nur auf verwandte Formen.

Chemisch blieb dabei das Chromosom das 'unbekannte Wesen'. **Allein** mit Blick auf die "**Chromosomen-Morphologie**", auf Zahl und Gestalt der Chromosomen, wurde aber augenscheinlich gehofft, überhaupt etwas zu fassen, etwa zu Aussagen über die Taxonomie und auch die Evolution von Pflanzensippen zu kommen – in Zeiten der DNA-Sequenzierung ein fast hoffend-naiv wirkendes Unterfangen, das aber das doch viel von Forschung in der Botanik bestimmte und eine Fülle Arbeiten hervorbrachte. Chromosomenzahl-Unterschiede schienen die Entstehung von Neuheiten verstehen lassen. Wie es der in Zürich wirkende Botaniker ALFRED ERNST 1922 (S. 80 / 81) beschrieb: "Jede spontan entstehende neue Form unterscheidet sich von der Stammform durch eine erbliche Abänderung des Keimplasmas, ...", wobei der in den Chromosomen liegende Anteil eben erforschbar war. Dabei, heißt es über die erblichen Abänderungen weiter, "ist die Möglichkeit vorhanden, "dass sie mit Änderungen der Chromosomen-Grösse, -Form und -Lagerung und vielleicht auch mit Änderungen der Chromosomenzahl kombiniert auftreten. Umgekehrt werden wir erwarten dürfen, dass spontane oder experimentelle Veränderungen des Chromatin- und Chromosomenbestandes der Kerne und besonders der Gameten irgend eines Organismus auch Änderungen in den morphologischen und physiologischen Merkmalen, also seines Genotypus, zur Folge haben werden. Am leichtesten feststellbar und daher vorderhand auch am eingehendsten untersucht sind Änderungen der Chromosomenzahl." Als mutationsauslösend geprüfte Agenzien konnten auch auf wenigstens einen Teil ihrer möglichen Wirkung in den Chromosomen-Veränderungen getestet werden.

Daß dem nun 64 Jahre alten, in Wien wirkenden Botaniker RICHARD WETTSTEIN 1927 - dem auch das "VON" nach dem Ersten Weltkrieg 'verlorengegangen' war – in der reinen Chromosomen-Erforschung etwas zu wenig an Evolutionsbiologie erblickte, mag im Vergleich zu einstiger evolutionsbiologischer Euphorie verständlich sein.

Der US-amerikanische Botaniker und Genetiker ERNEST BROWN BABCOCK (G. LEDYARD STEBBINS 1958) wählte die in einer recht großen Zahl von Arten in Nordamerika und auch Europa vertretene Korbblütler-Gattung *Crepis*, deren einzelne Arten sich durch nur wenige, aber auch in der Gestalt unterschiedliche Chromosomen auszeichnen als Forschungsobjekt. Zudem waren die *Crepis*-Arten leicht im Gewächshaus heranzuziehen, haben einen relativ kurzen Lebenszyklus und lassen sich kreuzen. *Crepis* versprach also Einsichten in die Beziehung von Artbildung und Chromosomen. In Rußland griff dann MICHAEL S. NAWASCHIN *Crepis* als Untersuchungsobjekt auf.

Evolution und Chromosomen: Erfast die Zahl der Chromosomen - Genom-Mutationen

JÖRGENSEN berichtete 1928, daß bis dahin bei **2000** Arten der Blütenpflanzen die **Zahl der Chromosomen** festgestellt worden war. Dazu gehörten Zierpflanzen wie die der in Japan so hoch gepflegten Gattung *Chrysanthemum*, *Datura*, Arten der artenreichen Gattung *Carex*/Riedgras, aber auch die als Versuchspflanze gar nicht so naheliegende Süßwasserpflanze *Callitriche stagnalis*/Wasserstern, mit ihren hellgrünen auf der Oberfläche von einigermaßen sauberen Fließ- und Stillgewässern schwimmenden Blättern.

1947 waren von etwa 12.000 Pflanzenarten, das sind etwa 7% der Gesamtzahl von etwa 170 000 der damals geschätzten Arten der Blütenpflanzen die Chromosomen-Zahlen bekannt.

Die **Chromosomen-Zahlen möglichst vieler Blütenpflanzen** erschloß und stellte zusammen in Deutschland GEORG TISCHLER (F. OVERBECK 1968), Universität Kiel, der ab 1915 dazu veröffentlichte. Seine "**Allgemeine Pflanzenkaryologie**" erschien 1921/1922 auf 899 Seiten, später auf fast 3000 Seiten, seit 1934 in mehreren Lieferungen, bis 1963. Begonnen hatte TISCHLER mit den Pflanzen in Schleswig-Holstein. Die Chromosomenzahl diente ihm für Aussagen für die Systematik, Pflanzengeographie und Ökologie, das Variieren "verwandter Rassen und Arten auf verschieden gearteten Standorten wurde hier in großem Umfang zu den unterschiedlichsten chromosomalen Verhältnissen in Beziehung gesetzt" (F. OVERBECK 1968, S. 148)., Von CYRIL DEAN DARLINGTON stammt 1956 das dem deutschen Pflanzen-Genetiker OTTO RENNER gewidmete Buch "**Chromosome Botany**" und sein ebenfalls auf 1956 zurückgehenden "Chromosome Atlas of Cultivated Plants".mit seinen **zahlreichen Abbildungen** der Chromosomen. 1958 veröffentlichte DARLINGTON zu dieser Thematik die 1939 in erster Auflage erschienene und nunmehr erweiterte "Evolution of Genetic

Systems”.

Verglich man die verschiedenen Arten im Pflanzenreich zeigten sich zwischen den Arten **größte Unterschiede in der Chromosomen-Zahl**, von 3 bis über 120 Chromosomen. Es schien dabei nicht recht einsichtig, daß die Unterschiede in den Merkmalen der Blütenpflanzen eigentlich nicht als so groß erschienen wie die verschiedenen Chromosomen-Zahlen nahelegen mochten.

Heteroploidie, Polyploidie

Geht man von den diploiden, sich in der Konjugationsphase der Meiose zusammenlegenden 2 Chromosomen aus, so erschienen von diesem augenscheinlichen Normalfall bei zahlreiche Arten Abweichungen. Jede von der diploiden abweichende Chromosomen-Zahl in den Zellen einer Pflanzenart nannte der seit 1912 in Hamburg und nach der Universitäts-Gründung in Hamburg an dieser wirkende Botaniker HANS WINKLER **heteroploid/Heteroploidie**. WINKLER erforschte diese Dinge als einer der ersten auch experimentell. Vermehrung ganzer Chromosomensätze wurde **Polyploidie** genannt.

War anzunehmen, daß der vermehrte Chromosomensatz von der eigenen Art stammte, heißt es **Autopolyploidie**. Verdoppelung eines diploiden Chromosomensatzes führt zur **Tetraploidie**. Waren 3 Chromosomensätze vorhanden, wurde gesprochen von **Triploidie**. 5 Chromosomensätze sind **Pentaploidie**, 6, Hexaploidie, 8, Oktoploidie.

Gefunden wurde auch die **Vermehrung nur einzelner Chromosomen**, wodurch also nicht der ganze Chromosomen-Satz vermehrt war, sondern es gab ein zusätzliches Chromosomen oder deren auch mehrere. 3 Chromosomen von einem 2-Paar wird **Trisomie** genannt und bei Menschen erwies sich das als Verhängnis wegen des damit in Verbindung stehenden Down-Syndroms.

Es konnten, wie sich bei Arten des triploiden *Taraxacum officinale* zeigte, auch einzelne oder mehrere Chromosomen wegfallen und bei der ungeschlechtlichen Vermehrung, Apomixis, dieser Art kamen dann zahlreiche Kleinarten/Microspezies zustande (P. HERTWIG 1959, S. 128).

Verdoppelte oder noch weiter vermehrte Chromosomensätze - Polyploidie

Entdeckt wurde die **Chromosomensatz-Vermehrung in den Zellen nur einzelner Gewebe** nach 1900. Bald wurde deutlich, daß **Polyploidie in offenbar**

allen Zellen mancher Pflanzen vorhanden sein kann, wobei niemals alle Gewebe einer Pflanze zur **Chromosomen-Zählung** geeignet waren, jedenfalls in den 20-er-Jahren des 20. Jahrhunderts konnten dazu etwa vor allem die Zellen der **Wurzelspitzen**, siehe (oben) NEMEC, oder die bei der Gameten-Bildung in der **Meiose**, bisweilen Zellen der vegetativen Mitose genutzt werden, Die Entstehung von Polyploidie konnte man sehen als eine ruckartige Veränderung, also anders als bei den kleinen sonstigen Veränderungen. Polyploidie konnte schließlich auch künstlich ausgelöst werden, durch Colchizin. Polyploidie erwies sich als eine Angelegenheit fast ausschließlich der Pflanzen. Im Tierreich ist sie sehr selten. Es gibt also **von der Vererbungssubstanz her** also hier einen **Unterschied in der Evolution im Pflanzen- und im Tierreich**, aber in anderen Dingen sind die Dinge gemeinsam,

Bei DE VRIES war 1895 bei seinen Exemplaren von *Oenothera lamarckina* die Mutante *gigas* (A. ERNST 1922) erschienen, ein auffallend stark abweichendes Individuum, gekennzeichnet durch kräftigere Statur, breitere Blätter, intensiverer grüner Farbe, dickeren Blumenknospen, größeren Blüten und Samen, die auch schwerer waren und kräftigere Keimpflanzen hervorbrachten. Bis 1909 wurde sie 7-mal erhalten. 1907 hatte A. M. LUTZ gefunden, daß die *gigas*-Form sich gegenüber der Normalform in der Chromosomenzahl unterschied. 1912 beschrieben LUTZ und STOMPS die *semigigas* mit 21 Chromosomen. GREGORY fand Polyploidie bei einer Rasse von *Primula sinensis*. Die Entdeckung der ersten wildwachsenden polyploiden Pflanze wird für 1914 durch PACE, weiter 1923 etwa durch JÖRGENSEN beschrieben (O. HAGERUP 1932). TAHARA wird, 1915, als derjenige genannt, der innerhalb einer Gattung, der in Japan so geliebten *Chrysanthemum*, die Arten durch im Chromosomensatz von der Grundzahl 9 ausgehend fand: 9, 18, 27, 36, 45 (zit. bei C. A. JÖRGENSEN 1928). B. LEHMANN untersuchte Polyploidie bei *Veronica* (H. KAPPERT 1978, S. 98). Es war TISCHLER (F. OVERBECK 1968) mit seinen Mitarbeitern und Schülern, der seit 1922 die Untersuchung möglichst **aller wildwachsenden Pflanzenarten** neben den karyologischen Verhältnissen überhaupt **auf Vermehrung der Chromosomenzahl zu erfassen suchte**. Dabei wurde gefunden, daß Polyploidie **unter** bestimmten **Umweltbedingungen**, und zwar **extremen**, so in Regionen mit niedriger oder hoher Temperatur oder Wassermangel. **häufiger** zu finden ist, also polyploide Formen offensichtlich dort einen Auslesevorteil besitzen, was auch in den Merkmalen gesucht wurde. Anzunehmende **härtere Umwelt begünstige offenbar Formen mit höherer Chromosomenzahl**. Völlig, also in allen ihren Zellen polyploide Pflanzen, unterscheiden sich oft von diploiden Formen, jenen, aus denen die möglicherweise hervorgingen. Oft, aber nicht immer, sind sie robuster, sind "gigas"-Formen. Wie die weitere Untersuchung zahlreicher Arten in der Natur ergab und dabei auch Polyploide gefunden wurden, sollten diese Wie TISCHLER

1935 veröffentlichte, nehmen polyploide Formen nach dem Norden hin zu. Da 1947 etwa 7% der Blütenpflanzen auf ihre Chromosomenzahlen untersucht waren, war eine Aussage über die Verbreitung der Polyploidie in klimatisch unterschiedlichen Erdräumen bis zu gewissen Grenzen möglich (G. TISCHLER 1947), ein Zeugnis auch für den Aufwand, mit dem die mit Evolution und Genetik verbundene Forschung im 20. Jh. betrieben wurde. Um 1935 wurde gemeint, daß wenigstens 50% aller Angiospermen Polyploide sind (A. MÜNTZING 1935/1936). Bei der Gattung Weide/*Salix* erwies sich nach KÖNIG (zit. b. H. KAPPERT 1978, S. 99) die Chromosomenzahl bei Formen im Watt als die doppelte, $n = 36$, gegenüber denen im offenbar weniger Ansprüche stellenden Binnenland. Nach HAGERUP (1940, b. H. KAPPERT 1978, S. 99) ging aber bei *Oxycarpus micrococcus*/Moosbeere die diploide Form mit $n = 24$ jedoch weiter nach Norden als die tetraploide *quadripetalus* mit $n = 48$. Um 1979 (L. D. GOTTLIEB 1980) galten mehr als 35.000 Pflanzenspecies als auf ihre Chromosomenzahlen untersucht. Solche mit n , also einfachem Chromosomensatz, $= 12$ oder mehr wurden als polyloid angesehen und das betraf $1/3$ bis $1/2$ aller Blütenpflanzen. Bei **Zierpflanzen** fanden sich Unterschiede in der Chromosomenzahl bei in Größe, Form, Färbung der Zwiebeln, der Laubblätter und in Blüten und Blütenstand so unterschiedlichen Sorten von *Hycacinthus* (A. ERNST 1922). Bei **Kulturpflanzen** wurde Polyploidie nachgewiesen in den Gattungen *Triticum*, *Fragaria*, *Papaver*, *Nicotiana* (H. KAPPERT 1978, S. 66). In der Gattung ***Triticum***/Weizen erwies sich bei *monococcum* Diploidie mit $2n = 14$, bei *dioccoum*/Emmer Tetraploidie, bei *spelta*/Dinkel Hexaploidie. Ein höherer Ploidie-Grad schien die Merkmale zu verbessern, den Ertrag zu erhöhen, und wurde daher **züchterisch** interessant angesehen.

Die Polyploidie mochte eher durch Nicht-Reduzierung der Gameten als durch Verdoppelung der Chromosomen in Zygoten oder dem Apikalmeristem zustandekommen (L. D. GOTTLIEB 1980). Manche Genetiker bestritten, daß die Chromosomenvermehrung, namentlich die Polyploidie, ein **Primärakt** war und in der Chromosomenvermehrung die letzte Ursache für jene Veränderungen an einer Pflanzen liegen, die mit der erhöhten Chromosomenzahl verknüpft sind. Denkbar war auch, daß sowohl die Chromosomenvermehrung wie die parallel vorhandene habituelle Abänderung möglicherweise unabhängig voneinander die Folgen eines unbekanntes Vorganges waren. Dann war die Chromosomenvermehrung immerhin der Anzeiger einer evolutionär wichtigen Abänderung, aber eben nicht die Ursache. So meinte R. GOLDSCHMIDT 1913, "daß das zufällige Zusammentreffen all der quantitativen Faktoren, die zusammen den Charakter der Mutante gigas hervorrufen sollen, eine physiologische Konstellation schafft, die die Chromosomenverdoppelung als Folgeerscheinung zeitigt" (Zitat nach H. WINKLER 1916, S. 420). Ähnlich argumentierten JOHANNSEN, LOTSY, STOMPS. Ein nicht in den Chromosomen liegender unbekannter "Genotypus" wäre es nach HERIBERT-NILSON, der ne-

ben den mit der Polyploidie verbundenen morphologischen Änderungen auch die Chromosomen-Vermehrung bewirkt (nach H. WINKLER 1916, S. 420).

Dem entgegen argumentierte GATES und schuf Belege HANS WINKLER (1913, 1916), Hamburg. WINKLER konnte Gewebe mit vermehrtem Chromosomensatz bei Pfropfbastarden von Arten der Gattung *Solanum* erzeugen, und diese befanden sich auf ansonsten normalen Pflanzen. Es handelte sich also um **somatische Polyploidie**. WINKLER hatte in zahlreichen Fällen auf entgipfelte noch niedrige Pflanzen etwa von *Solanum nigrum*, dem im Laboratorium kultivierten, etwa an Ruderalplätzen wachsenden weißblütigen und schwarzbeerigen Schwarzen Nachtschatten, Spitzen von noch kleinen Tomaten-Pflanzen, *Solanum lycopersicum*, Rasse "König Humbert" aufgepfropft. Es entstanden zwar nicht die erwünschten Pfropfbastarde, die also aus verschmolzenen Zellen beider Partner bestanden hätten, sondern "Chimären", bei denen Gewebe beider Arten nebeneinander bestanden. Aber bei der Pfropfung 15.126 im Juli 1915 bildeten sich Regenerationssprosse, die isoliert sich bewurzeln und bei denen die unter der Nachtschatten-Epidermis liegende Tomaten-Komponente tetraploid war. Die Nachtschatten-Epidermis wurde entfernt, der nunmehr fast nur aus dem tetraploiden Tomaten-Gewebe bestehende Steckling entgipfelt und vollständig "entknospet". Er bildete dann Ersatzsprosse und konnten deren von der diploiden Tomate abweichenden Merkmale festgestellt werden. WINKLER gelang auch tetraploide *Solanum nigrum*-Stecklinge zu erhalten. Da WINKLER die tetraploiden Sprosse hergestellt hatte und Abänderungen an den Stecklingen offenbar Folge der herbeigeführten Tetraploidie war, sah er in der "Verdoppelung der Chromosomenzahl ... das Primäre, auf dem das Hervortreten der gigas-Eigenschaften", dem Hauptmerkmal vieler Tetraploide, "beruht" (1916, S. 505). Die ganze Pflanze war sicher nicht mutiert. Es waren nur "Zellen mit abweichenden Chromosomenzahlen gezwungen" worden, zum Ausgangspunkt neuer Individuen zu werden" und durfte der Schluß gezogen werden, "daß die Gestaltung von den Chromosomen beeinflußt wird" (S. 506). WINKLER gelang das nur bei wenigen Pfropfungen. Es ist von Nummer 15.150 oder 15.170 die Rede. Auch die Gestaltung einer Organismus als Folge der Anwesenheit bestimmter Chromosomen in seinen Zellkernen erschien damit direkt bestätigt. So wie WINKLER vorging tetraploide Pflanzen zu erzeugen, machte es die Natur sicherlich nicht. Als neue Arten mochte WINKLER die tetraploiden vegetativ erzeugten Pflanzen nicht bezeichnen. Auch blieben nicht alle solche tetraploiden Abkömmling beständig (s. A. ERNST 1922, S. 92).

WINKLERs Forschungen an *Solanum*-Arten wurden anderswo, so in Lynby bei Kopenhagen, aufgenommen und ergänzt durch CARL ADOLF JÖRGENSEN (1928). Durch seine Methode, Adventivknospen abzuschneiden und die aus dem Kallus, dem Wundgewebe, entstehenden Gewebe zu untersuchen erhielt er mehr tetraploi-

de Sprosse als WINKLER. Die tetraploiden Individuen mochten noch keine neue Species sein, aber durch ihre weitere Differenzierung, schon durch die größere Chromosomenzahl, waren die vielleicht Ausgangsformen solcher (S. 203). JÖRGENSEN dachte auch daran, die Erzeugung tetraploider Kulturpflanzen vielleicht einmal der Pflanzenzüchtung nutzbar zu machen.

Die Primärrolle der Chromosomen vorausgesetzt, zeugte die phänotypische Abänderung bei einer Chromosomen-Vermehrung davon, daß nicht das Vorhandensein bestimmter Gene allein die Merkmale ausprägt, sondern auch die Relationen zwischen den Chromosomen mitentschieden. Aber Polyploidie mochte auch neue Möglichkeiten der Veränderung, der Mutation der mehrfach vorhandenen Erbfaktoren bieten. Wie gleich die Gene auf den homologen Chromosomen sind, war allerdings offen.

Gemeint wurde namentlich von dem dänischen Genetiker ÖJVIND WINGE (M. WEESTERGAARD 1964), daß nicht die Vermehrung des eigenen Chromosomensatzes beständige polyploide Formen ergibt, sondern dem eine Hybridisierung vorgehen muß. Den für die Entstehung von neuen Formen nötigen Zusammentritt der Chromosomensätze von 2 verschiedenen Arten bei der Hybridisierung betonten dann etwa VON WETTSTEIN, AFZELIUS, NAWASCHIN (A. MÜNTZING 1935 / 1936).. Hierdurch war also eine Möglichkeit konstanter neuartiger Hybriden gegeben. Vermehrung des eigenen Chromosomensatzes sollte nicht oder kaum zu beständigen neuen Formen führen, also kaum evolutionäre Bedeutung haben. Wiesen beide Hybrid-Eltern den gleichen Chromosomensatz auf, entstünde eben das Bild etwa der Tetraploidie durch Verdoppelung des eigenen Chromosomensatzes. In manchen Gattungen gab es auch keine Verdoppelung der Chromosomensätze, sondern unterschieden sich die Arten etwa bei Rosa durch Chromosomenzahlen wie $n = 7, 14, 21, 28$, bei Chrysanthemum $9, 18, 27, 36, 45$ (R. E. CLAUSEN et al. 1925). Das erschien denkbar durch den Zusammentritt von 2 Chromosomensätzen mit unterschiedlicher Chromosomenzahl, etwa $7 + 14$ zu 21 .

Waren die doppelten Chromosomenzahlen bei 2 Arten in der Gestalt unterschiedlich, konnte kaum von autonomer Polyploidie gesprochen werden (O. HEILBORN 1924), waren nicht einfach nur vervielfachte und dann gar noch unverändert gebliebene Chromosomen.

Wie schon WINKLER (1916) betonte dann etwa BLAKESLEE, daß echte Autoploidie, ohne vorangegangene Kreuzung von Arten mit niedrigerer Chromosomenzahl, jedenfalls auch neue Formen hervorbringt, was viele anerkannten, zusammengefaßt etwa durch ARNE MÜNTZING 1935/1936. Bei den *Lamium*-, Taubnessel-Arten, haben die Arten *purpureum* und *amplexicaule* je $n = 9$ (1927), *Lamium dissectum* $n = 18$. Durch Kreuzung der Arten mit 9 Chromosomen erhielt JÖRGENSEN (1927) keine *dissectum* mit 18, was ihm nahelegte, daß die Art *Lami-*

um dissectum nicht Ergebnis einer Kreuzung von Arten mit je 9 Chromosomen ist, also Tetraploidie autonomen, ohne vorangegangene Kreuzung zustandekam.

Noch manches zur Theorie der Polyploidie wurde diskutiert, alles wollte man wissen über sie (O. HEILBORN 1934), als ob sie ein besonders großes Rätsel der Evolution lösen würde. Es wurde etwa erörtert, warum Polyploidie in den verschiedenen Pflanzengruppen unterschiedlich häufig auftritt. Selten tritt sie in Gattungen der Liliengewächse/*Liliaceae* auf und das wurde zurückgeführt auf die hier vorhandene Länge der Chromosomen, die einer Erhöhung ihrer Zahl mechanische Schwierigkeiten entgegengesetzt.

Allopolyploidie

Der Zusammentritt 2er verschiedener Chromosomensätze bei der Hybridisierung zu einer neuen Form mit beiden Chromosomensätzen in seinen Zellen wurde nachgewiesen im Kreuzungsexperiment wie bei Arten in der Natur und führte auf jeden Fall zur Formen-Neubildung. Auf KIHARA und ONO geht für diese Form der Chromosomen-Vermehrung der Terminus **Allopolyploidie** zurück. Gemäß WINGE und anderen wäre, wie oben beschrieben, jede beständige polyploide Form durch Hybridisierung entstanden und somit eine Allopoloide, aber dem widersprachen anderen Botaniker.

Eine früh erkannte allopoloide/heteropolloide Form hatten CLAUSEN und GOODSPEED (1925) aus der Kreuzung der 2 Tabak-Arten *Nicotiana tabacum*, $n = 24$, und *Nicotiana glutinosa*, $n = 12$ erhalten, die als eigene Art angegebene *Nicotiana digluta* mit $n = 36$. Bei der Kreuzung von *Viola arvensis* mit *Viola tricolor*, zwei verbreiteten "Un"kräutern, hatte CLAUSEN eine teilweise Chromosomen-Summierung gefunden.

Aufsehen erregte der russische Genetiker GEORGIJ DMITIRIEJEWITSCH KARPETSCHENKO als er $2n = 18$ Chromosomen (9 Chromosomenpaare) vom Rettich, *Raphanus sativus*, mit den $2n = 18$ Chromosomen (9 Chromosomenpaaren) der Kohl-Pflanze in einem Bastard vereinte. Dieser erschien wie eine neue Species, ausgestattet mit $2n = 36$ Chromosomen (18 Chromosomenpaare). Trotzdem die Chromosomenverdopplung wie bei Tetraploiden unbekannte Herkunft aussa, war hier nachweislich durch die Hybridierung die nunmehr mit $2n = 36$ Chromosomen entstanden, lag also eine Allopolyploide vor. Die neue Form erhielt die Bezeichnung "**Raphanobrassica**", war ein **in der Natur nicht vorkommendes Kunstprodukt**, also eine der menschlichen Formen-Neubildungen, gewonnen durch einen gegenüber bisherigen Pflanzenzüchtung eigenwilligen Weg.

Vermehrung einzelner Chromosomen: Aneuploidie, "Heteroploidie"

Daß die Vermehrung einzelner Chromosomenpaare um ein ihnen gleichendes drittes Chromosom den Arthabitus verändert, fand zuerst bei *Drosophila* BRIDGE, wurde jedoch als erblich verändernder Vorgang zuerst vor allem von dem US-amerikanischen Botaniker und führendem Genetiker ALBERT FRANCIS BLAKESLEE (E. W. SINNOTT 1959) hervorgehoben. BLAKESLEE war Sohn eines Methodistenpfarrers, arbeitete seit 1907 am Connecticut Agricultural College of Starrs und wurde 1934 Direktor der Cold Spring Harbor Station für Experimentelle Evolution. Das als Unkraut auftretende Nachtschattengewächs Weißer Stechapfel, *Datura stramonium*, englisch "Jimson Weed", hatte BLAKESLEE etwa 1910 oder 1911 (A. F. BLAKESLEE 1922, S.16) als Versuchspflanzen für Studentenübungen in die Genetik eingeführt. Diese Art besitzt normalerweise 12 Chromosomenpaare, also $n = 6$. Im Jahre 1915 entdeckte BLAKESLEEs (1921a, b, 1922 c) Assistent AVERY bei dieser Art *Datura stramonium* die Mutante "Globe". Sie hatte gegenüber der Normalpflanze kugeligere Früchte und breitere Blätter. Die durch die ab Frühling 1920 erfolgende Untersuchung des Zellkernes durch den Zytologen BELLING wurde deutlich, daß bei der "Globe" genannten Mutante eines der Chromosomenpaare durch ein ihm homologes zusätzliches Chromosom vermehrt war, also diese Chromosomen dreimal statt zweimal vorhanden waren, der Chromosomensatz mit $2n + 1$ zu beschreiben war. Nicht der ganze Chromosomensatz war also vermehrt. Das Phänomen eines einzelnen Zusatz-Chromosoms wurde als "Trisomie" bezeichnet. und fand sich in der Folge auch für die übrigen Chromosomen.

Die Weitergabe des zusätzlichen Chromosoms hätte durch die Hälfte der Eizellen geschehen müssen. Wenn sehr viele weniger als die Hälfte der Eizellen Trisomie aufwiesen, dann wohl wegen geringerer Lebensfähigkeit gegenüber denen mit dem normalen Chromosomenbestand. Selektion erfolgte hier unter den Gametophyten, ist also eine Spezialform der "Entwicklungs-Selektion" ("Developmental Selection").

Weitere durch eigenständige Merkmale ausgezeichnete Mutanten mit um jeweils 1 vermehrtes Chromosom wurde in Folgezeit bei *Datura stramonium* gefunden, mit Namen wie 'Cocklebur', 'Poinsetia' und andere bedacht. Zu erlangen waren die +1-Typen von 4n-Typen aus, die zuerst zu erzeugen waren. Das Extrachromosom konnte auch aus zwei Hälften verschiedener Chromosomen bestehen. Bei 12 Chromosomenpaare waren 12 verschiedene Fälle von Trisomie und damit 12 abgeänderte Formen denkbar. Alle diese wurden laut BLAKESLEEs (1924) Bericht gefunden, eine Mutante war allerdings unsicher. Zu den auf die Vermehrung je eines einzelnen Chromosoms zurückgeführten Mutanten traten innerhalb dieser weitere, die offensichtlich andere Ursachen in den Chromosomen hatten als die Vermehrung eines Einzelchromosoms. BLAKESLEE (1924) sprach von "secondary

chromosomal mutants”.

Bei **Tetrasomie** war ein einzelnes Chromosomenpaar verdoppelt, also $2n + 2$, bei Polyploidie waren alle Chromosomenpaare verdoppelt).

BLAKESLEE (1921) konnte aus seinen Beobachtungen den verallgemeinernden Schluß ziehen, daß nicht nur die Veränderung einzelner Gene, sondern auch die Vermehrung eines Teiles der Erbsubstanz, also eine Verschiebung im Gleichgewicht der Erbfaktoren, das normale Artbild verändert und neue intraspezifische Formen zuwegebringt. ”Neue Stechapfel-Formen von alten Chromosomen”, nannte deshalb BLAKESLEE 1934 eine Arbeit über diese Phänomene.

Diese Formen mit Trisomie, Tetrasomie waren nicht mehr eine Angelegenheit der Mendelschen Gesetze, sondern gingen darüber hinaus. Sie waren aber andererseits ein Beitrag zur Chromosomentheorie der Vererbung, denn Chromosomenveränderung bewies in diesen Fällen morphologische Auswirkungen. Solche Chromosomenauswirkungen waren sichtbar, ohne auf Genmutationen warten zu müssen. Wenn einzelne Chromosomenpaare um ein Chromosom vermehrt waren, war auch deutlich, welche Merkmale von den einzelnen Chromosomen beeinflußt wurden.

Im Jahre 1922 berichtete BLAKESLEE auch über eine haploide Mutante von *Datura stramonium*, die aber zum großen Teile steril war. Es war damals eine genetische Neuheit unter den Blütenpflanzen.

Verschiedene Chromosomenzahlen bei verwandten Arten – mögliche Teilung von Chromosomen

Verschiedene Chromosomen-Zahlen und auch Gestalt der Chromosomen gab es in Gruppen der artenreichen Gattung *Carex*/Riedgras, in der O. HEILBORN (1924) untersuchte. Mehr Chromosomen bei Arten als bei verwandten anderen führte HEILBORN etwa auf Teilung der Chromosomen der mit weniger Chromosomen ausgestatteten Arten zurück. Es entstanden dabei offensichtlich neue Formen, ja Arten. Teilung von Chromosomen gab auch neue Kombinationsmöglichkeiten.

Evolution und Chromosomen; Unterschiede in der Struktur einzelner Chromosomen, Chromosomen-Mutationen:

Als Chromosomenmutationen werden **Veränderungen einzelner Teile, einzelner Stücke in einem Chromosomen** bezeichnet. Etwa BLAKESLEE benutzte den Terminus aber auch für seine trisomen Formen. Die Feststellung von Struktur-Unterschieden und damit Chromosomen-Mutationen war **abhängig von**

den Möglichkeiten **der Sichtbarmachung** der Chromosomen. Vor allem die Entdeckung der 'Riesenchromosomen' (s. u) war da wichtig, Aber es begann schon vorher mit Erkenntnissen über Veränderungen innerhalb von Chromosomen:

Zuerst beobachtet wurde der Ausfall eines 'Stückes' in einem Chromsom, eine '**deficiency**', gefunden an einer *Drosophila* von dem MORGAN-Schüler und -mitarbeiter BRIDGES am 25. September 1914. Solche 'deficiencies' begleitende Merkmale sind im wesentlichen Ausfälle, oft nicht mehr lebensfähig. Eine erste '**translocation**', eine **Ortsverlagerung** eines Chromosomenstückes, fand BRIDGES 1919. Ein kurzes Stück von einem Ende des 2. Chromsoms von *Drosophila* fand sich in das 3. Chromosom verlagert. Im Jahre 1925 fand STURTEVANT, daß solche 'Translokationen' sich auf die Merkmalsausbildung auswirken. Es war damit erwiesen, daß es also nicht gleichgültig ist, an welchem Ort in den Chromosomen Erbanlagen liegen. Das schränkte die Auffassung von der Unabhängigkeit der einzelnen Erbanlagen ein. Die Erbanlagen waren jedenfalls nicht in vollem Ausmaß jene beliebig kombinierbaren Faktoren, die fast so etwas wie eine 'Stöchiometrie' der Erbanlagen zuließen. Lag am Anfang der genetisch begründeten Evolutionsforschung das Augenmerk auf den als völlig oder doch beträchtlich voneinander unabhängig betrachteten Genen, so wurde vor allem mit manchen Chromosomen-Mutationen deutlich, daß es auch Beeinflussung der Gene untereinander gibt. Es konnte sogar die Frage gestellt werden, ob es eben überhaupt die einzelnen Gene gibt oder ob die Vererbungssubstanz eher als 'Einheit' zu betrachten ist.

Bei **Pflanzen** waren die Chromosomen eher sichtbar zu machen als bei Tieren und wurden etwa Verluste von Chromosomenstücken, Umlagerungen, Austausch von Stücken von einem Chromosom in ein anderes, Verdoppelungen einzelner Chromosomenstücke. Es zeigte sich, daß bei homologen Chromosomen eines Paares,, die in einem Stadium der Meiose nebeneinanderlegen. dies in vielen Fällen nicht als ein glattes Nebeneinanderlegen erfolgte, sondern es Schleifen oder Ringe gab, die auf Umlagerungen von Stücken in den Chromosomen verwiesen.

Die **Zoologen** konnten mit der Untersuchung von Chromosomen-Unterschieden und damit wohl Chromosomen-Mutationen aufholen und überholen mit der Entdeckung breiter großer, schließlich "**Riesenchromosomen**" genannter Chromosomen in einigen Geweben von Insekten, zuerst gefunden namentlich in Zellen der **Speicheldrüsen** bei **Diptera**/Zweiflügler, dann auch in anderen Drüsenzellen von Insekten. Entdeckt und Untersucht wurden solche Riesenchromosomen **ab 1932** in den Speicheldrüsen von *Drosophila* von PAINTER (1933, B. GLASS 1990) an der Universität von Texas, und in Deutschland wurden Riesenchromosomen fast gleichzeitig gefunden und untersucht von HANS BAUER (1935) und EMIL HEITZ (1955) bei der Mücke *Bibio hortulanus*. Als BAUER (Wikipedia 2015), geboren 1904, seine Untersuchungen über Riesenchromosomen durchführte, arbei-

tete er bei M. HARTMANN am Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie in Berlin-Dahlem. Nach 1949 war BAUER am Max Planck-Institut für Meeresbiologie in Wilhelmshaven tätig, ab 1950 als Professor. Von 1961 bis 1972 war er Direktor des Max Planck-Instituts für Zellbiologie in Tübingen und starb 1988. Der 1892 geborene HEITZ (Wikipedia 2015) war in Hamburg bei H. WINKLER gewesen, wurde dort ao. Professor und trotz Weltkriegsteilnahme und trotz Unterschrift zu der Professorengrußadresse an HITLER 1933 wurde er wegen des jüdischen mütterlichen Großvaters, eines protestantischen Pfarrers, entlassen. Er arbeitete während der Hitler-Zeit in Basel weiter. HEITZ starb 1965. PAINTER, geboren 1889 und gestorben 1969 starb, trug die Forschungen in besonderem Maße weiter, so durch eine Methode der besseren Sichtbarmachung., was ihn eine Mappe der vermutlichen Gene im X-Chromosom in der Speicheldrüse erstellen ließ.

Die bisher bei vielen Lebewesen nur als kompakt erscheinenden Chromosomen ließen sich bei den 'Riesenchromosomen' im Quetschpräparat der Speicheldrüsen bei PAINTER von *Drosophila* und von BAUER und HEITZ bei *Bibio* und auch in den Malpighischen Gefäßen bei Behandlung mit Carmin-Essigsäure oder Orcein-Essigsäure als einzelne, individuell unterscheidbare Fäden, 5 oder $2n = 10$, deutlich sichtbar erscheinen und Einzelheiten in den Chromosomen dazu, Waren Unterschiede in den Chromosomen eine Ursache für genetische Unterschiede und damit für einen Teil der Mutationen, der Chromosomen-Mutationen, dann hatten PAINTER, BAUER und HEITZ also einen wichtigen Beitrag zum Verständnis der Mikroevolution geleistet und konnte das an eingefangene Tieren, Dipteren, auch in der Natur überprüft werden.

Wie waren die 'Riesenchromosomen' in ihrem Unterschied zu den übrigen Chromosomen entstanden? Wie KOLTZOFF in Moskau und BRIDGES bei MORGAN nahelegten, hatten sich die Chromosomen-Fäden nebeneinander liegend längs **vervielfacht** und lagen dabei weiterhin eng **nebeneinander**. HEITZ sprach von 'Endoreduplikation', anderenorts hieß es auch 'endomitotische Polyploidie' (s. z. B. R. GOLDSCHMIDT 1961, S. 194). Es ist also ein ganzes vereintes Chromosomenbündel, aus mehr als den üblichen 2 Strängen, welches sichtbar wird und auf dem in Gestalt von **Bändern und Scheiben** Chromosomenabschnitte deutlich sind. Entscheidend war, daß man auf den einzelnen Chromosomen Querscheiben, Einschnürungen oder Verdickungen unterscheiden konnte und damit auch Verluste/**deficiencies** von Chromosomenstücken.

Besonders deutlich auf Chromosomen sind ansonsten Umlagerungen/**Inversionen** zu erkennen, weil in nur einem der sonst nebeneinanderliegenden Allele, also in dem einen Teil des Chromosomendoppelstranges, keine einfache Paarung der zueinander gehörigen Chromosomenteile mehr möglich ist und es erscheinen die **Inversionsschleifen**, als sichtbare Inversionen in den Chromosomen (D. SPERLICH

1973, S. 91), Nicht nur Stückverluste, auch Umlagerungen waren begleitet von phänotypischen Abänderungen, brachten also Mutation. Vorher war das im Bruch von Kopplungsgruppen nur abgeleitet worden. Das einzelne Gen, wenn es das denn gab, war also in seiner Wirkung von seiner Umgebung auf dem Chromosom abhängig. Es gab also als eigene Form der Mutationen die **Chromosomen-Mutationen**, Änderungen in der Lage von Stücken innerhalb der Chromosomen, als **Position-Effekt**. Ihre Häufigkeit wurde bald deutlich. Bei Wirbeltieren wurden bei Molchen von HALDANE-SPURWAY Inversionen festgestellt (B. RENSCH 1979, S. 143).

Später wurde etwa auch für den Menschen festgestellt: **kein Chromosom ist gleich einem anderen Chromosom**. Es ließen sich die **Chromosomen individualisieren**, die einzelnen Chromosomen **voneinander unterscheiden**. Und man konnte auch **Unterschiede der Chromosomen verschiedener Individuen und Arten** systematisch **erfassen**. Chromosomen-Vermehrung mit Getrenntbleiben der Chromosomen in allen Zellen etwa einer Pflanze gilt als Genom-Mutation. Bei den Riesenchromosomen besteht ein Nebeneinanderliegen der vervielfachten Chromosomen im Zellkern einer Zelle. Angenommen wurde, daß die auf einige Gewebe beschränkten Riesenchromosomen in ihren hier sichtbaren Bändern und Scheiben so gestaltet waren wie die einzeln gebliebenen Chromosomen in den Zellen auch in allen anderen Geweben, abgesehen von solchen mit somatischer Mutation, Aber dann fanden sich in den verschiedenen Geweben einer Art auch Zellen mit unterschiedlichen Chromosomensätzen . so beim Wasserläufer *Gerris*, bei dem das Muskelgewebe tetraploid ist, in den Speicheldrüsen aber gar um das 1024- bis 2048-fache vermehrt (B. RENSCH 1954). Zellen mit hoher Chromosomenvermehrung, also Drüsenzellen etwa in den Speicheldrüsen der Dipteren/Zweiflügler, "den hochgradig polypoiden Seidendrüsenzellen" etwa der Seidenspinner, "Sekretzellen des Darmes", Zellen der als Ausscheidungsorgane dienenden Malpighischen Gefäße der Insekten, teilen sich nicht mehr, haben eine hochgradig spezifische Funktion in der Produktion von bestimmten Sekreten (s. R. GOLDSCHMIDT 1961, S. 294). Das mochte auch Licht werfen darauf, wie die als Erbträger wirkenden Chromosomen funktionieren, also doch selbst aktiv bei der Manifestierung der in ihnen programmierten Eigenschaften.

Für die **Feststellung** vor allem **von intraspezifischer Evolution** wurden die Riesenchromosomen etwa innerhalb der Arten von *Drosophila* auf ihre Bänder und Scheiben, also auf ihre sichtbaren Chromosomen-Unterschiede untersucht und in den Unterschieden auf die Variabilität, auf erbliche, geschlossen. **Divergenzen** in der Struktur der Riesenchromosomen **wiesen auf Evolution**, auf Umbildungen, die möglicherweise nach außen, phänotypisch, kaum sichtbar sein mußten, vielleicht Physiologisches betrafen. Wird im 21. Jh. die Genom-Struktur moke-

kulargenetisch erfaßt, die Lage der einzelnen DNA-Stücke, so suchte man also in den 30-er-Jahren des 20. Jahrhunderts mit der Durchmusterung der Chromosomen auf Bänder, Scheiben, auf Schleifen und Verwicklungen in der Paarung der genetischen Grundlage evolutionärer Prozesse auf die Spur zu kommen mit einer von der Molekulargenetik in den Schatten gestellten Methode. Unklar war, wie weit die Scheiben und Bänder einzelnen Genen entsprachen. Je mehr Chromosomen und zuerst Riesenchromosomen auf ihre Feinstruktur "sub-mikroskopisch" untersucht wurden, desto mehr erschien, als ob **alle Mutation** auf Umlagerung von Chromosomenstücken beruht, **alles Positionseffekt** ist, ja viele oder gar alle Gen- resp. Punkt-Mutationen nur noch nicht sichtbar gewordene Chromosomenmutationen (R. GOLDSCHMIDT 1961, S. 294), "Punktmutationen Rearrangements" im Chromosom "auf submikroskopischer Ebene" (S. 140) sind. R. GOLDSCHMIDT diskutierte dann, ob es die Einzelgene überhaupt gab (s.u.).

Auch bei Chromosomen-Mutationen wurden bei **Tieren** als pathologisch zu wertende Abänderungen festgestellt, so, wie PAINTER (B. GLASS 1990) 1927 fand, war das eigenartige Verhalten der Japanischen Tanzmäuse auf die Deletion, den Stückverlust in einem Chromosom zurückzuführen, wohl die erste zytologische Identifikation eines spezifischen genetischen Effektes durch eine Deletion.

Bei **Pflanzen** wurde eine für Chromosomenuntersuchungen einigermaßen brauchbare Art der **Mais**/*Zea mays L.*, die Pflanze besonders auch der BARBARA McCLINTOCK. Um 1955 hieß es noch, daß bei Mais "die Chromosomenstruktur etwa zehnmal so schlecht zu erkennen ist wie in einem Speicheldrüsenchromosom" (R. B. GOLDSCHMIDT 1962, S. 155), was McCLINTOCKs Forschungen hier besonders hoch bewerten läßt.

Chromosomenforschung stellt klar: Gametenbildung mit Meiose und Individualität in der Ausstattung mit Erbkatoren und die Besonderheiten jedes Chromosoms

All die Erkenntnisse über die Gamentenbildung, also die Vorgänge bei der Meiose oder Reduktionsteilung und über die Änderungen in Zahl und Struktur der Chromosomen enthüllten, wie immer wieder neu die genetische Ausstattung eines neuen Individuums eines Lebewesens ist. Die Spezies mit ihren Merkmalen wird dabei beibehalten, also die für die grundlegenden Artmerkmale zuständigen Erbfaktoren. Bei der Meiose werden die nebeneinanderliegenden Chromosomen, beim Menschen immerhin 48, getrennt und vereinigen sich dann mit dem ebenso für die Gametenbildung in der Meiose des Sexualpartners gebildeten einem getrennten Chromosomensatz. Bei der Lösung der Chromosomen in der Meiose wurde

alle Heterozygotie getrennt und die nun ohne ihre heterozygoten Allele gebildeten Chromosomenstränge ergeben bei der Paarung eine Fülle neuer Kombinationen. Wobei, das sei betont, die getrennten Chromosomen mit all ihren Besonderheiten an Mutationen, nicht irgendwie geordnet, sondern durch Zufall in die verschiedenen Gameten gelangen oder ohne erkennbaren Plan verteilt werden. Weitere Kombinationsmöglichkeiten ergaben sich durch cross-over, tolerierbare deficiencies, Inversionen. Da kann es eben dann möglich sein, daß irgendwo ein MOZART, BEETHOVEN, wegen eines afrikanischen Vorfahren bei PETER dem GROSSEN ein PUSCHKIN mit negroiden Haaren, ein EINSTEIN oder auch HITLER erscheint, wobei nie die Umwelt außer acht gelassen werden darf. Nur unter bestimmten gesellschaftlich-sozialen Verhältnissen konnten ein DANTON oder ROBESPIERRE oder NAPOLEON das werden, was die geworden sind. All die genetische Vielfalt schließt nicht aus, daß sich **einzelne Erbfaktoren deutlich abheben**, so die für Farbsehen mit Rot-Grün-Blindheit, oder die in ihrer Weitergabe verfolgbareren Erbkrankheiten beim Menschen, ob Mukoviszidose oder Thalassämie, oder auch manche Begabungsfaktoren. Auf sie hat sich der Blick der Biologen, der Genetiker zuerst und stets besonders gerichtet. Nicht auf die individuellen Protein-Unterschiede (s. u. LEWONTIN). Die Evolution hat hervorgebracht, daß in einer Art auch ohne Überschreitung der Artgrenzen **genetische Vielfalt immer wieder geschaffen** wird, fast unübersehbare Vielfalt (s. G. L. STEBBINS et al. 1985, S. 58) - einer der erstaunlichsten Erfolge der Evolution!

Es wird noch problematischer: Gene wirken oft nicht allein: Unterschiedliche Ausprägung von Mutationen - Modifikationsgene

Zunächst war es sicherlich richtig, daß – auch wenn vielleicht stets zu willkürlich – **mit den einzelnen**, unabhängigen Erbanlagen/**Genen gerechnet** wurde. Verfolgte man die Dinge mit dieser Voraussetzung stieß man **an ihre Grenzen** und konnte neue Vorstellungen entwickeln. Man folgte also einem Forschungsprogramm. Aber zunehmend mußte anerkannt werden, daß "bei blindlings betriebenen Kreuzungsversuchen monohybride Bastarde, die nach der einfachen MENDELschen Regel aufspalten, seltener auftreten würden als weit kompliziertere und schwieriger zu durchschauende Erbvorgänge" (K. LORENZ 1953, S. 40). Ein großes zusammenfassendes, viel auch skeptisch diskutiertes Werk, das manchem Genetiker wohl den Schweiß auf die Stirne trieb war R. B. GOLDSCHMIDT's "Theoretical Genetics" von 1955, deutsch 1962 als "Theoretische Genetik".

Eine Mutation eingekreuzt in andere Individuen einer Art konnte sich unterschiedlich auswirken. **Modifikationsgene** (modifiers) wirken auf **Penetranz und Ex-**

pressivität, also Häufigkeit und Stärke einer Mutation. TIMOFEEFF-RESSOVSKY wies 1934 (in N. V. TIMOFEEFF-RESSOVSKY et al. 1977, S. 97) nach, daß eine Mutation *vti* von *Drosophila funebris* "in unterschiedlichem genotypischem Milieu", also eingekreuzt in andere Individuen von *Drosophila funebris*, "die Penetranz und der Grad der Merkmalsausprägung erheblich variierten." Wenn eine Mutation in andere Individuen eingekreuzt dort andere Auswirkung aufweist als anderswo, dann bezeugt das auch ein anderes genotypisches Milieu dieser Individuen, kann also dienen als Nachweis eines anderen genotypischen Milieus, einer etwas anderen genotypischen Ausstattung, einer eigenen Rasse.

2015 wird man gegen das auf einzelne Gene ausgerichtete Denken schreiben (N. COMFORT 2015): "Today's genome is much more than a script. it is a dynamic, three-dimensional structure, highly responsive to its environment and almost fractally modular. ... A universe of regulatory and modulatory elements hides in the erstwhile junk."

Nur unter Menschenpflege zu bewahrende Organismen durch Hybridisierung - Hybridmais: Heterosis

Nicht so für die Natur als für die **Kulturpflanzenzüchtung** wurden überraschende Ergebnisse bei der Hybridierung von Inzuchtlinien bei Mais gefunden. Inzuchtlinien hatten geringeren Ertrag als die Eltern. Kreuzte man die Inzuchtlinien entstanden ertragreiche Linien, die allerdings als solche nicht weitervermehrt werden konnten und immer wieder neu hergestellt werden mußten. Gefunden hatten das unabhängig voneinander G. H. SHULL von der Carnegie Institution for Experimental Evolution auf Long Island und EDWARD MURRAY EAST von der Connecticut Agricultural Experiment Station in New Haven (D. F. JONES 1958). Für den Anbau umwälzend wurde das nach 1917, als DONALD F. JONES (P. C. MANGELSDORF 1975) die aus doppelter Kreuzung von Inzuchtlinien gewonnenen Hybriden brachte. Hybride konnten also Eigenschaften haben, vor allem "Luxurieren", Größen- und Volumen-Zunahme, die anderen Formen fehlten. Die aus Kreuzung entstehende Verstärkung gewisser Merkmal wurde '**Heterosis**' genannt. Die Erklärung waren vage Hypothesen.

Der Hybridmais konnte sich wie die zahlreichen ertragreichen Sorten und gar Arten von Garten- und Ackerpflanzen sowie die manchmal bizzaren Zierpflanzen **nicht in der Natur**, ohne die Pflege des Menschen, durchsetzen, aber durfte ebenfalls als Ergebnis von Evolutionsprozessen gesehen werden. Die Carnegie Institution nannte ihre Züchtungsstation auch als die für "**Experimental Evolution**".

Auch die Chemiker stellten andererseits immer mehr Substanzen her, die unter den irdischen Bedingungen auf der Erdoberfläche der Gegenwart nicht existenzfähig sind.

Für die Genetiker war die Heterosis ein schwer erklärbares Phänomen (E. M. EAST 1936). Es deuteten sich Beziehungen zur Polyploidie an, überhaupt zum stärkeren Wachstum von Hybriden, dem schon lange bekannten "hybrid vigor". EAST und andere verwiesen auf additive Wirkung von Faktoren. Bei Inzucht wurden ungünstige Faktoren homozygot, damit aber auch ausgemerzt und es überlebten Individuen mit günstiger Faktorenkonstellation, die nunmehr in die Hybriden und Doppelhybriden eingingen.

Beim Menschen sind Nachkommen aus verschiedenen 'Rassen', Ethnien, manchmal besonders herausragend. Unter des großen russischen Dichters PUSCHKIN Vorfahren war der aus Äthiopien stammende Mohr PETERS des GROßEN.

Chromosomen bei Pflanzen und Tieren – betrachtet als Grundlage der Artneubildung und das auch manchmal problematisch

Mit der Chromosomen-Untersuchungen sollte die Evolution, **die Herkunft, die Entwicklung der Arten**, auch der Gattungen, jedenfalls in der Beziehung einander nahestehender, neu gesehen werden

Innerhalb der Gattungen *Lilium* und *Phaseolus*, Bohne, sowie bei den *Cydales* fand sich bei allen ihren Arten eine gleiche Chromosomenzahl. Bei ihnen konnte also nicht eine wechselnde Chromosomen-Zahl die Art-Unterschiede bedingt haben, sondern nur Veränderungen in ihnen. Arten in anderen Gattungen wiesen verschiedene Chromosomen-Zahlen auf, aber nur nahe beieinander liegende Zahlen. Das fand sich bei den Gattungen *Carex* und *Scirpus*. JÖRGENSEN sprach von einer **aploid series**.

Die Arten anderer Gattungen unterschieden sich in Chromosomen-Zahlen, welche die Vervielfachung einer Grundzahl darstellten, also Ploidie, **Polyplodie**, aufwiesen. In der hunderte Arten aufweisenden Gattung *Solanum* haben von den etwa 50 bis 1928 auf ihre Chromosomen-Zahlen geprüften Arten viele $n = 12$, viele andere $n = 24$, eine beträchtliche Anzahl weitere $n = 36$. Bei anderen Arten anderer Pflanzengruppen gab es Vermehrung einzelner Chromosomen, wie auch beim Menschen bei der mit dem Down-Syndrom verknüpften Trisomie des Chromosoms 21.

In den verschiedenen Pflanzengruppen spielten augenscheinlich von den Chromosomen her die verschiedenen Arten von Mutationen eine unterschiedliche Rolle: Gen-Mutationen in den einen, Genom- und Chromosomen- Mutationen in anderen. Schon RICHARD VON WETTSTEIN hatte kurz vor 1900 verschiedene Artbildungsprozesse angenommen, wenn auch in anderer Weise. Es gab Bemühungen,

etwa durch NAWASCHIN, die Gründe für die Vermehrung der Chromosomen-Zahl zu finden.

Die Beziehung zwischen Chromosomen-Eigentümlichkeiten und äußerer Pflanzengestalt erwies sich als in den Einzelfällen unterschiedlich und die verschiedensten Botaniker und Genetiker waren an der Aufklärung beteiligt. ARTUR HAKANSSON (1929 - 30), damals Lund, 1929, fand bei der Art *Scirpus palustris*, Sumpf-Binse, haploid, $n = 19$ Chromosomen, mußte aber an weiteren Individuen die von dem Polen K. PIECH festgestellten $n = 16$ Chromosomen bestätigen, und das obwohl **morphologische Unterschiede** an diesen mit einer verschiedenen Chromosomen-Zahl ausgestatteten *Scirpus palustris*-Individuen **nicht** bemerkt wurden. HAKANSON meinte (S. 58), daß es "schwieriger" wird "aus den Chromosomenzahlen Rückschlüsse auf die Artbildungsprozesse in der Gattung *Scirpus* wie in der Familie überhaupt zu ziehen", also Chromosomen-Unterschiede, damit Genotypus-Unterschiede, auch folgenlos bleiben können, denselben Phänotypus bedingen. Waren dann Chromosomen ein Primärfaktor in der Artbildung, kam durch Chromosomenänderung Art-Änderung zustande? Bei dem gelbblühenden Korbblütler *Crepis biennis* fanden sich innerhalb dieser als gute LINNesche Species geltenden Art $2n = 39, 41, 42, 43, 45$ Chromosomen, es hatte also, wenigstens hier, das Vorhandensein "mehrerer identischer oder sehr ähnlicher Genome im Kern ... wenig Bedeutung" (S. 59). Gedacht wurde hier an eine Zerlegung der Chromosomen bei Erhaltenbleiben der Erbanlagen. Der russische Botaniker M. NAWASCHIN (1925) verglich die Gestalt der Chromosomen bei verschiedenen Arten von *Crepis*, maß die Chromosomen ('Karyometrie') und fand Längenunterschiede, was durchaus auf Strukturunterschieden im Sinne von Chromosomen-Mutationen beruhen konnte. Als er Beispiele fand, bei denen das Fehlen eines ganzen Chromosoms nicht mit äußeren Defekten verknüpft war, warnte NAWASCHIN vor einem zu festen Glauben an die Chromosomentheorie der Vererbung und meinte 1927 (S. 172): "Durch die gewinnende Logik des Morganismus wird der Forscher leicht bezaubert, gerät in den Bann der Abstraktion und vergißt die wahren Aufgaben der positiven Wissenschaft". Es wäre nicht erwiesen, daß die Vermehrung der Chromosomen bei Polyploidie auf der Verdoppelung oder gar Vervielfachung bereits vorhandener Chromosomen beruht. In den USA hat BABCOCK die Untersuchungen an *Crepis* aufgenommen. In Dänemark hatte C. A. JÖRGENSEN (1925) 1923 bei der Wasserpflanze *Callitriche stagnalis* Pflanzen mit 5 Chromosomen in Nord-Seeland, mit 10 Chromosomen in Jütland gefunden. Trotz der kaum feststellbaren Unterschiede, die nur ganz leicht die Fruchtgröße und das Grün der Blattfarbe betrafen, sah JÖRGENSEN in der unterschiedlichen Chromosomen-Zahl einen Grund zwei getrennte Arten anzunehmen, da die Unterschiede in der Chromosomen-Zahl wären "a morphological characteristic of greater import than many purely extrinsic differences and must be indicated as something substantial"

(S. 87). In Deutschland hat OTTO RENNER die komplizierten Chromosomen-Verhältnisse bei *Oenothera* entschlüsselt.

Bei **Tieren** gibt es beim Pferdespulwurm *Ascaris megaloccephala* die nie als verschiedenen Arten bezeichnete 1-chromosomige und die 2-chromosomige Form, dasselbe bei *Artemia salina univalens* = 1-chromosomig, *bivalens* = 2-chromosomig (zit. H. WINKLER 1916). Es zeigte *Grylotalpa* verschiedenchromosomige Rassen (A. HAKANSSON 1929).

Das alles zeigte auch die Grenzen der Chromosomen-Botanik und auch - Zoologie für die Evolutionsforschung und bei den einzelnen Forschern unterschiedlichen Auffassungen, die Spezies-Unterschiede unbedingt auf Chromosomen-Unterschiede zurückführen zu wollen, in ihnen einen für die Kausalität des Evolution-Faktors Variabilität allein entscheidenden Faktor zu sehen. Kritische Stimmen zu dieser Chromosomen-Botanik blieben nicht aus, so die von HERIBERT NILSSON. Und durch R. GOLDSCHMIDT (1963) wurde ohnehin vieles neu durchdacht.

Auf der Basis der Chromosomen mit all ihren Vervielfachungen, Stückausfällen/Deficiencies, Stückumstellungen/Translokationen und anderem sollten die einst nur nach dem äußeren Bild oder nach dem lediglich in einem Teil der Fälle festgestellten Kreuzungsverhalten aufgestellten Arten neu gefaßt werden. Dabei zeigte sich auch, daß die als "Typus" aufgestellte *Lotus corniculatus* (S. 31), Hornklee, tetraploid ist gegenüber der als Variation geltenden diploiden Form. Nach den Gewohnheiten hätte man die diploide Form als "Typus" sehen müssen und die tetraploide, die aber viel häufiger war, als die abgeleitete. Normale diploide Arten mit normaler Meiose bildeten nur einen Teil der Arten. Bei vielen äußerten sich Umstellungen in Chromosomen. Hybriden zeigten Störungen in der Meiose, bei der Konjugation der Chromosomen, so Ringbildungen. Triploide Arten, so *Rhoeo discolor*, bildeten keine Varietäten, wurden gesehen als Sackgasse der Evolution, ohne evolutionäre Zukunft, vermehren sich apomiktisch,

Allgemeinere Eigenschaften der verschiedenen Mutationen und ihre Auswirkungen auf die Artbildung sowie Verknüpfung zu den Chromosomen – Erörterungen bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts

Phänotypische Auswirkungen von Mutationen

Mutationen erschienen "richtungslos", das heißt, es gab in den Kulturen und auch in der Natur die allerverschiedensten Mutationen, ohne, daß irgendwelche

Beziehung zu eventuellen Ursachen ihrer Entstehung oder zum Standort deutlich waren.

Auch dort, wo Mutationen durch induzierende Außenfaktoren zustandekamen, führten diese nicht zu bestimmten Mutationen und schon gar **nicht** zu solchen, die etwa eine **Anpassung** gerade **an die auslösenden Faktoren** brachten.

Nach ihren **Auswirkungen** wurden bei den Mutationen unterschieden, etwa bei ADOLF REMANE (1952, auch J. KÄLIN 1959):

1. **Heterotopische** Mutationen: Arealverschiebungen, wenn also bei Drosophila

beispielsweise statt einer Antenne ein Bein ausgebildet wird

2. **Multiplikative** ...: Zahlenmäßige Vermehrung meristischer Organe

3. **Allometrische** ...: Proportionsänderungen

4. Mutationen der **Heterochronie**: Zeitliche Verschiebungen in der Ausbildung der Strukturen und Eigenschaften, auch Zwerg-oder Riesenwuchs

5. **Concreszenz**-...: Verschmelzungen, Verwachsungen

6. **Defekt** -...: a) **Aphanasie**: Völliger Ausfall von Strukturen, b) **Fetalisation**

7. **Histo**-...: Abänderung geweblicher Differenzierungen, so auch Melanismus, Albinismus, Keratosis, Erblinden

8. **Funktionelle**...: z. B. Leistungsminderwertigkeiten

9. **Morphologische Differenzierungsmutationen**: z.B. Differenzierung von Wachstumsraten, beispielsweise Symmetrieänderung.

Mutationen konnten auch **nicht-äußere**, morphologisch sichtbare Merkmale betreffen, denn etwa solche Merkmale wie Zweijährigkeit im Unterschied zu Einjährigkeit bei Pflanzen oder die auf Mutabilität mochten beruhen auch die unterschiedliche Blutfaktoren, etwa die Blutgruppen (C. D. DARLINGTON 1958) beim Menschen.

Doch mögliche Sippenspezifität der Mutabilität

Eine gewisse Einschränkung der Mutabilität wurde deutlich mit der Erkenntnis, daß doch in den verschiedenen Gruppen der Organismenwelt nicht alle die verschiedenen Formen von Mutation in gleichem Ausmaß auftreten. BLAKESLEE

(1931) fand bei der Gartenpflanze *Portulaca* relativ häufig Genmutationen und bei *Datura stramonium* Trisomie und andere Vermehrung einzelner Chromosomen. Er nahm daher schließlich an, daß bei den einzelnen Sippen unterschiedliche Arten der Mutabilität typisch oder wenigstens vorherrschend sind. Gen-Mutationen fand BLAKESLEE beim Stechapfel jedoch später außer den Genommutationen überdies.

Mögliche unterschiedliche Mutabilität, d. h. Zahl der Mutationen bei den verschiedenen Taxa

S. S. TSCHETWERIKOW (1926/1961) begründete, daß mit dem Alter einer Species die Zahl der Mutationen in ihr zunehmen muß und deshalb ihre Variabilität ebenfalls zunimmt. Je mehr auch rezessive Mutationen in einer Spezies anhäufen, desto eher werden sie, homozygot geworden, auch in phänotypische Erscheinung treten.

Rückmutationen

Eine entstandene Mutation konnte auch wieder zum Ausgangszustand zurückkehren, entdeckt von MORGAN 1913 eine Rückmutation von 'Weißäugigkeit' (E. MAYR 1984, S. 443)- Gehäufte Rückmutationen mußten evolutionären Wandel ausschließen- Das legte Überlegungen zu den chemischen Vorgängen bei der zu einer Mutation führenden Veränderung in einem Gen nahe. Es schien wie bei chemischen Reaktionen nicht nur die Umbildung in einer Richtung möglich zu sein.

Die Populationsgenetik, die Feststellung des langsamen Wandels, einer Population, die nicht durch einzelne größere Mutationen zustandekam, bot sich als Lösung, so wie schon bei GULICK (s. d.) 1872 zu finden ist (s. E. MAYR 1984, S. 445).

Vielfach-Auswirkung einer Mutationen: Pleiotropie

Wie sich herausstellte, muß eine Mutation und damit auch eine ein einzelnes Gen keineswegs nur ein einzelnes Merkmal beeinflussen, ja das war trotz mancher besonders auffallender abgeänderter Merkmale oder auch der Erbkrankheiten nicht die Norm. Eine Mutation konnte sich auf zahlreiche Merkmale auswirken. Das mußte die Wirkung einer Mutation im Evolutionsgeschehen viel komplizierter sehen lassen. An welchen Auswirkungen einer Mutation griff dann die Selektion an? Solche viele Merkmale beeinflussende Wirkung eines Gens wurde als '**Pleiotropie**' oder

'Polyphänie' bezeichnet. Auch MORGAN, der Forscher mit den Einzelgenen auf den Chromosomen schrieb 1926 (S. 203, hier zit. n. H. J. JORDAN 1929, S. 370): "Man geht wohl kaum zu weit, wenn man sagt, daß jeder Wechsel im Keimplasma Wirkungen sehr vielfacher Art am Körper hervorrufen kann. Es ist klar, daß das Merkmal, welches wir wählen, um einen einzelnen Fall zu verfolgen, lediglich das sichtbarste oder bei der Identifizierung ins Auge fallendste und auch bequemste Charakteristikum ist." Auch A. KÜHN (1935) und Mitarbeiter stellten bei der Mehlmotte *Ephesia kühniella* fest, daß sind bei einer 'rotäugigen' Mutante zahlreiche Merkmale mit verändert.

Während eine Mutation mehrere Merkmale beeinflussen kann, ja bei der Polyploidie fast den gesamten Habitus einer Pflanze verändern kann, treten kaum mehrere Mutationen gleichzeitig in demselben Organismus neu auf.

Manche Forscher nahmen zur Erklärung des Entstehens höherer taxonomischer Einheiten "Großmutationen" an. Diese sollten sollten derartig umfassende Änderungen bringen, daß die Träger solcher Großmutationen nicht mehr der Spezies oder Gattung ihrer Eltern eingeordnet werden konnten. Sie waren aber nicht beobachtet worden. Über diese „Großmutationen“ wird noch bei den Auseinandersetzungen um die „Synthetische Theorie der Evolution“ berichtet.

Um größere Wirkung von Mutationen zu erklären, wurde auch angenommen, daß sie über Hormone wirken (TH. H. MORGAN 1924). Hormone sind jene 'Botenstoffe' teilweise aus den innersekretorischen Drüsen, die sich bei Über- oder Unterproduktion auf viele Merkmale und Geschehnisse im Körper auswirken, so auf den Stoffwechsel und die Geschlechtsmerkmale. Durch Mutation veränderte Hormonproduktion mußte also große Wirkungen ausüben. KÜHN meinte, daß 'Pleiotropie' auf verschiedene Weise wirken könne: 1. durch Beeinflussung der Zellen an verschiedenen Körperstellen, 2. durch Wirkung eben über Hormone.

Zahl der Mutationen gefunden im Laboratorium

MORGAN berichtete, daß er bis 1924 bei *Drosophila melanogaster* über 400 verschiedene Mutationen gefunden hat, 1935 schrieb er von über 500 in seinen Zuchten aufgetretenen Mutationen. Das waren viel mehr, als von aus der Natur gefangenen und untersuchen Individuen bisher bekannt geworden waren, wobei damals die Suche nach *Drosophila*-Mutanten in der Natur allerdings noch am Anfang stand. Die bei MORGAN im Laboratorium aufgetretenen Mutationen waren seiner Meinung nicht nur in den Beständen rezessiv vorhandene und nunmehr "herausgemendelte" Mutanten, denn viele kannte man bei Wild-Spezies jedenfalls damals nicht und *Drosophila melanogaster* kreuzt sich nur mit einer anderen Art und dabei

entstehen zudem nur sterile Bastarde.

Für die plötzlich erscheinenden Mutationen konnte keine Ursache ermittelt werden. Man bezeichnete sie daher als "**spontan**", entstanden ohne erkennbare äußere oder auch innere Ursache.

Mutationen in der freien Natur - erste Feststellungen

Die Rolle der Mutationen für die Evolution einzuschätzen, setzte voraus, Kenntnis zu haben über Menge und Art der Mutationen in der Natur, festzustellen, ob "systematisch reelle Sippen" tatsächlich "aus Mutationen aufgebaut" sind (TIMOFEEFF-RESSOVSKY 1939, S. 435). Während man bei Fliegen im Glasgefäß im Laboratorium oder bei Pflanzen im Gewächshaus oder auf dem Versuchsfeld erleben konnte, wie von den Eltern zu den Kindern plötzliche Abänderungen auftraten, mußte zur Einschätzung der Mutabilität in der Natur festgestellt werden, ob offensichtlich verwandte Taxa, d. h. Linien oder Arten, durch die Weitergabe von Merkmalen nach dem Mendel-Schema oder durch Unterschiede in den immer noch aufeinander beziehbaren Chromosomen auf einmal stattgefundenen Mutationen und deren Rolle für die Entstehung der Unterschiede verwiesen. Es waren gewissermaßen "geronnene" Mutationen. Die Kreuzung von genetisch unterschiedlichen Individuen einer Art gab jedem Individuum ohnehin seine Spezifität.

Um es zu betonen: In der Natur konnte man Arten und auch oft intrasepizifische Taxa, also Unterarten usw., erkennen, aber die Feststellung der ihrer Entstehung zugrundeliegenden Mutationen verlangte ihre **Heranzucht** und oft auch die von ihren Kreuzungsprodukten im Versuchsgarten oder Gewächshaus und vor allem die oft aufwendige **zytologische Analyse**.

Da die Untersuchungen aufwendig waren, sich über Generationen der Versuchsubjekte hinzogen und bei Pflanzen meistens nur eine Generation im Jahr herangezogen werden konnte, so ist bald erstaunlich, welche Menge etwa von Arten oder Gattungen höherer Pflanzen in solche Untersuchungen einbezogen wurden. Es gab doch eine beträchtlich Zahl an solchen Untersuchungen beteiligter Forscher, wobei ein beträchtlicher Teil Schweden oder Dänen waren. Und es lohnte sich immer wieder, bisher nicht benutzte Arten in die Untersuchung einzubeziehen, weil sich immer wieder auch **Besonderheiten** und Abweichungen zeigten.

Ließen sich die verwandten Arten miteinander künstlich kreuzen und gab es bei den Nachkommen der mit sich selbst gekreuzten ersten Bastard-Generation Mendelspaltung, durfte der Unterschied zwischen Arten den auf eine irgedn wann einmal stattgefundenen **Gen-Mutation** zurückgeführt werden.

Eine frühe beispielgebende Untersuchung hierzu stammt von dem US-amerikanischen Genetiker G. H. SHULL (1907), der 1915 bis 1942 Professor der Botanik und Genetik an der Princeton University im USA-Staat New Jersey wurde und 1916 die Zeitschrift "Genetics" gründete (H. B. GLASS 1977, 1980). An über 20.000 Pedigree-Individuen des häufigen "Un"krauts *Capsella bursa-pastoris*/Hirtentäschel, fand SHULL wenigstens 4 Elementararten und wies in Kreuzungsexperimenten nach, daß ihre unterscheidenden Merkmale "mendelten". An 100 erblich unterscheidbare "Biotypen" waren bei dieser Art zu erwarten.

Während **dominante** Mutationen sofort phänotypisch sichtbar wurden, galt es auch die **rezessiven Mutationen** nachzuweisen, die verborgen im Erbgut lagen, sich im wesentlichen nur bei Homozygotie, beim Vorhandensein in beiden Chromosomen eines Paares, phänotypisch auswirken. Bei seltenem Vorkommen treten solche rezessiven Mutationen nur selten in Erscheinung, blieben oft lange verdeckt. Durch Inzucht etwa bei *Drosophila* ließen sie sich "herausmendeln". Sie sind die 'Genetische Bürde', und ungünstige rezessive Mutationen sind homozygot oft verheerend.

Offensichtlich erblich unterschiedliche intraspezifische Taxa von Pflanzen in der Natur und bei Nutzpflanzen, die auf Entstehung durch Mutationen verweisen untersuchten als die ersten der Däne JOHANNSEN, JENS CHRISTIAN CLAUSEN (1922; C. S. FRENCH 1989, G. L. STEBBINS Jr. 1981), indem er die im Gelände häufige *Viola tricolor* sowie *Viola arvensis* nach Vorarbeiten auch anderer Forscher als "Kollektivspezies" (collective species) erkannte und sie trennte in zahlreiche, **genetisch unterschiedliche Kleinarten**. Die Formen in der Natur erwiesen sich teilweise als Bastarde zwischen diesen Kleinarten. Manche der verschiedenen Kleinarten fanden sich an demselben Standort, andere an verschiedenen. CLAUSEN hat diese genetisch unterschiedlichen Linien auch im botanischen Garten von Kopenhagen und auf einem Versuchsfeld bei Lyngby kultiviert. Auch in der Chromosomenzahl der Unterarten fanden sich Unterschiede, hier in voneinander abweichenden geringen Zahlenunterschieden, indem Kleinarten 13, 15 oder 17 Chromosomen aufwiesen.

Standortrassen als erbliche Formen - TURESSON

Daß innerhalb einer Gattung Arten oder innerhalb einer Art Rassen vorkommen, die sich etwa im Hochgebirge mit der Höhenstufe ablösen, war bekannt. RICHARD VON WETTSTEIN verwies 1900 auf den tiefgelb blühenden Wundklee *Anthyllis vulneraria*, der mit der Höhe allmählich von *Anthyllis alpestris* abgelöst, auf die Glockenblume *Campanula rotundifolia* mit ihrer nach oben folgenden *Campanula "Scheuchzeri"*, auf den Wachholder mit *Juniperus communis* in den tieferen Lagen



Abbildung 130: Viola tricolor L..

und *Juniperus nana* in der Höhe. Welche diese ähnlichen und doch verschiedenen Sippen waren nun erblich gewordene Arten? VON WETTSTEIN meinte für die "Bildung dieser sich gegenseitig vertretenden Sippen" nur die Erklärung "durch directe Anpassung" annehmen zu können.

Für **standorttypischen Merkmale**, öfters beschrieben, aber als nichterbliche Standort-Merkmale, als Modifikationen, betrachtet, wies an vielen Beispielen in jahrelangen Untersuchungen der schwedische Botaniker GÖTE WILHELM TURESSON (1923) die **Erblichkeit** nach, was "**Standortrassen**" erkennen ließ. GÖTE TURESSON (G. L. STEBBINS 1981), Lehrerssohn, lebte ab 1912 dank einer Tante in Seattle / USA und studierte und forschte hier und 1916 wieder in Schweden, in Lund, in dessen Nähe sich das Institut für Genetik in Akarp befand. Ab 1927 wirkte er an der Pflanzengüchungsstation in Weibullsholm und später am Agrikultur-College der Universität Uppsala.

"Standortrassen" gibt es bei Arten, die einem oft weiten Areal unterschiedliche Standorte bewohnen. Die LINNE'schen Arten bestanden also wenigstens zum Teil aus einer Anzahl erblicher Formen, sind, wie schon aus Kreuzungsversuchen von Individuen unterschiedlicher Blütenfarbe von derselben Art, als "complex types" anzusehen, später auch als zu den "**Sammelarten**" gerechnet.

TURESSON holte lebende Individuen von Standortrassen verschiedener Arten von ihren natürlichen Standorten und nahm sie unter anderen als ihren naturgegebenen

nen Bedingungen im Versuchsgarten oder im Gefäß in Kultur. Gewiß gab es unter neuen Bedingungen in Kultur Abänderungen, aber ebenso blieben bemerkenswerte Unterschiede bestehen. Neben den durch die neuen Kulturbedingungen induzierten nichterblichen Modifikationen ließen sich also in Kultur weiter bestehende und damit offenbar **erbliche Unterschiede** feststellen. Das war Ergänzung und auch Gegensatz zu dem, was der kurz vor dem Beginn von TURESSONs Untersuchungen gestorbene KLEBS bei von ihm untersuchten Arten als bemerkenswert gefunden hatte, nämlich die große Plastizität von Arten, die Arten eher als etwas Fließendes, ständig umbildbar, damit auch evolutionär plastisch, aufgezeigt hatten.

TURESSON begann 1916 mit der Kultur der flach wachsenden, gestauchten Strandpflanzen, so *Atriplex patulum* und *Hieracium umbellatum*, und fand die Unterschiede zu den Formen im Binnenland erhalten. Besonders interessierte TURESSON die mögliche Erblichkeit jener Merkmale, die als Anpassung an Standort und Klima gelten durften, eben der physiologisch sicherlich nicht wirkungslose (1930 / 1931) flache Wuchs an windreichen Stränden, die Dicke der Epidermis und der Glanz der Blätter, auch so offenbar physiologische Merkmale wie Verdunstung. Bis 1925 hatte TURESSON mehr als 10.000 Pflanzenindividuen verschiedener Arten von ihren verschiedenen Standorten in seine Kultur im Institut für Genetik in Akarp gebracht. Die untersuchten Standort-Rassen gehörten zu so verbreiteten und deshalb Standortrassen bildenden Arten wie *Artemisia campestris*, *Rumex acetosella*, *Silene maritima*, *Allium schoenoprasum*, *Lythrum salicaria*, *Plantago major*, *Spiraea ulmaria*, *Succisa pratensis*, *Geum rivale*, *Ranunculus acer*, *Campanula rotundifolia*, *Solidago virgaurea*. 1927 untersuchte TURESSON Populationen von *Dactylis glomerata* L. auch in Sibirien. 1928 berichtete TURESSON, daß er "erbliche Transpirationsdifferenzen zwischen Ökotypen derselben Pflanzenart" (1928) nachgewiesen habe. Ergab sich, daß Standort-Rassen verschiedener Arten an gleichen Standorten ähnliche Merkmale haben, war die Wirkung von Selektion anzunehmen (1930 / 1931), auch die Entstehung ähnlicher erblicher Merkmale bei verschiedenen Arten.

Die in einem größeren Areal und in ihm auf unterschiedlichen Standorten vorkommende Art, die Gesamtart gewissermaßen, die "**Coenospecies**", bildete also an bestimmte Standortbedingungen geknüpfte ökologische Rassen, von TURESSON "**Ökotypen**" (Ecotypes) genannt (1922). TURESSON wünschte mit diesen und einigen weiteren Begriffen fast eine neue botanische Nomenklatur zu schaffen, die mit den neuen genetischen Erkenntnissen, den **erblichen Biotypen** innerhalb der Arten, in Übereinstimmung steht. Seine die erblichen Ökotypen untersuchende Forschungsrichtung nannte TURESSON "**Genökologie**".

Der schwedisch Botaniker SVANTE MURBECK (1933) hat unter anderem bei

Verbascum die Fülle von intraspezifischen Taxa und von Bastarden nachgewiesen. Bei der Aufzucht von Kulturen verschiedener Herkunft erwiesen sich Kleinformen als "vollkommen konstant", überprüft an größeren und vor allem auch kleineren Eigenschaften, so: "Form der Basalblätter, Grad der Dekurrenz der Stengelblätter, Breite der Brakteen, Anzahl der Blüten in den Faszikeln, An- oder Abwesenheit von Drüsen auf Brakteen und Kelch, Grösse von Blumenkrone und Kapseln u. s. w." Und die Unterschiede waren so deutlich, "dass man in bezug auf die Zugehörigkeit eines Individuums niemals Zweifel hegen konnte" (S. 41). Bastarde innerhalb der Gattung *Verbascum* können leicht künstlich erzeugt werden, aber sind auch in der Natur spontan häufig. Während bei den reinen Arten der allergrößte Teil der Pollenkörner gut ausgebildet ist, fand sich bei den Bastarden niemals ein einziger gut ausgebildeter Samen, bestand also zwischen den Arten eine Fortpflanzungsbarriere, die Voraussetzung der Bildung von Arten.

Bei den Kleinarten von *Erophila (Draba) verna* klärte WINGE die vermehrten Chromosomen und so die sexuelle Isolierung der Kleinarten voneinander (C. D. DARLINGTON 1956). Ähnlich zeigte sich das bei *Cardamine pratensis* – Wiesen-Schaumkraut, *Saxifraga granulata* – Körner-Stenbrech und anderen.

Mutationen im Tierreich

Von **zoologischer** Seite stellte die Beständigkeit von in der Natur in verschiedenen Gebieten lebenden, also geographischen Rassen unter Haltung FRANCIS BERTODY SUMNER (1930; E. N. SHOR 1976) ab 1913/1914 von La Jolla aus bei Arten von *Peromyscus* fest. Habe man in Feldstudien bei manchen Tieren auch geographische Rassen festgestellt, wäre deren Erblichkeit noch nicht studiert worden, ja wurde ihr "mendeln" sogar noch bezweifelt. Die Rassen unterschieden sich nicht nur durch 1 einziges mendelndes Genpaar und es gab auch modifikatorische Unterschiede. Da die Rassen mit klimatischen oder edaphischen Grenzen wechselten hatte eine direkte Umwelteinwirkung, etwa durch 'Humidität oder Azidität' durchaus zuerst nahegelegen, bis man doch der Selektion die entscheidende Wirkung zuschrieb. Die genetische Vielfalt könne viel früher entstanden sein als die Selektion und Formentrennung einsetzte.

Drosophila, Laboratoriumstier der Genetiker, tritt die auch freilebend häufig auf, oft in der Umgebung menschlicher Wohnstätten, so in Mülltonnen, an Obstabfällen, in Speisekammern. Ein Vergleich zwischen Mutationen im Laboratorium und in der Natur war daher gut möglich. Im Sommer 1925 begann SERGEJ SERGEJEWITSCH TSCHETWERIKOW im Institut für Experimentelle Biologie in Moskau die Mutationen aus der Natur entnommenen Beständen (Populationen) herauszukreuzen.

Gleichartige Untersuchungen führte der, der nach einem Wissenschaftlertausch am Kaiser Wilhelm-Institut für Hirnforschung in Berlin-Buch verbliebene TIMOFEEFF-RESSOVSKY aus.

Drosophila aus der Natur konnte er im Park um das Institut einfangen, indem von Flaschen mit Anlockmitteln rasch der Stöpsel gezogen wurde und innerhalb von 20 Sekunden die kleine "wilde" Taufliegen hineinfliegen. Schwierig wurde es mit den Fangen, wenn in der Nachbarschaft das Obst reif wurde und ebenfalls lockte. Durch Kreuzung der aus der Natur eingefangenen *Drosophila* miteinander konnte TIMOFEEFF-RESSOVSKY rezessive Mutanten herausmendeln lassen. Einer Einladung in die USA folgte TIMOFEEFF-RESSOVSKY nicht und kehrte auch nicht 1937 gemäß Vertrag nach Moskau zurück, wo das Leben von Genetikern zunehmend unsicherer wurde. Von Deutschland aus konnte der russische Forscher TIMOFEEFF-RESSOVSKY immerhin im April 1939 nach Pavia zur Spallanzani-Feier reisen. Der Sohn DMITRI wurde wegen Mitgliedschaft in einer "antifaschistischen Untergrundbewegung" am 30. Juni 1943 verhaftet und noch am 1. Mai 1945 im KZ Mauthausen hingerichtet. TIMOFEEFF-RESSOVSKY, der weiterforschte und zwar bis zum Schluß in Buch, ging trotz wohlgemeinter Warnung 1945 nicht in eine westliche Besatzungszone, und wurde nach seiner Einsetzung als Bürgermeister in Buch durch die sowjetische Administration am 14. September 1945 verhaftet und kam ins Lager in der Sowjetunion. Seine Frau HELENA arbeitete als Assistentin am Zoologischen Institut der Berliner Universität bei dem Genetiker NACHTSHEIM weiter. In Lagerhaft konnte TIMOFEEFF-RESSOVSKY viele Jahre nicht oder nur eingeschränkt forschen. Zuletzt war er fast erblindet, wohl leider wenigstens mit durch den Genuß von Methylalkohol in der Lagerhaft, aber sicherlich bestand auch VitaminA-Mangel. In der DDR erschien 1975 in der Herausgeberschaft von HANS STUBBE von TIMOFEEFF-RESSOVSKY und russischen Mitverfassern das Buch "Kurzer Grundriß der Evolutionstheorie", das eine herausragende erste Zusammenfassung der modernen Ansichten in der DDR war.

Mit ausreisen zu einem Auslandsaufenthalt durfte 1926 der junge Genetiker, THEODOSIUS DOBZHANSKY, der ebenfalls dafür von FILIPTCHENKO nominiert wurde, für MORGANs Laboratorium in den USA. Im Herbst 1927 reiste DOBZHANSKY dort hin - kehrte. 'abgehauen' niemals in STALINs Reich zurück. DOBZHANSKY wurde einer der führenden Männer der die Genetik, Ökologie und andere wissenschaftlichen Disziplinen verbindenden "Synthetischen Theorie der Evolution".

Andere Untersuchungen über erbliche Varianten bei Arten von *Drosophila* in der Natur stammen unter anderem von DUBININ; GERSHONSON und ROMASNOV und BALKASHINA, GORDON (zit. nach D. M. S. WATSON 1937). In Amerika

wurden morphologische Chromosomen-Unterschiede bei *Drosophila* in der Natur festgestellt, von DOBZHANSKY und anderen. C. C. TANN berichtete 1935, daß sich 2 nicht kreuzbare in der Natur in Kalifornien vorkommende Rassen von *Drosophila pseudoobscura* in 6 Inversionen auf dem einen, dem X-Chromosom, und je einer Inversion auf dem 2. und dem 3. Chromosom unterschieden, also Inversionen zur Bildung intraspezifischer Taxa geführt hatten.

Poyploidie ist im Tierreich viel weniger verbreitet, wurde aber festgestellt für gewisse pathenogentisch sich vermehrende Insekten, und gilt auch für viele Fische, Amphibien, Reptilien (L. D. GOTTLIEB 1980).

Als Ergebnis der Erforschung von Mutationen in der freien Natur erschienen etwa gemäß TIMOFEEFF-RESSOVSKY (1936):

1. es gibt **ausreichend Mutationen**, Genmutationen vor allem im **heterozygoten** Zustand, 2. es gibt auch kleine, auch rein "physiologische" und morphologisch fast nicht sichtbare Mutationen,
3. Mutationen können **die relative Lebensfähigkeit** ihrer Träger beeinflussen und finden sich oft in bestimmten Umwelten.

Gerade das Vorhandensein von genügend brauchbaren Mutationen in der Natur wurde von manchen immer wieder auch bezweifelt und stand immer wieder zur Debatte. Aber berichtet wurde etwa, daß vom weißen Schneehasen/*Lepus timidus* (?) sich im südlichen Teil von Rußland eine melanistische Variante, weiter im Süden vom Iltis/*Putorius putoris* eine rufinistische Mutation, westlich des Ural seit vor 1800 eine melanistische Mutation vom Hamster/*Cricetus cricetus* ausgebreitet haben. Melanistische Varianten von Schmetterlingen, so vom Birkenspanner/*Amphidais betularia* wurden in Teilen Europas mit der Verrußung häufiger (alles F. A. SCHILDER 1952, S. 72 ff.). Auch manche normale Arten breiten sich aus, ein Kapitel aus dem Phänomen Selektion.

Mutationen bei höheren Pflanzen - mehr Vielfalt als anfänglich vermutet - Polyploidie

Ging man zuerst davon aus, daß die meisten Mutationen Gen-Mutationen wären, zeigte sich bei weiterer Forschung, daß Chromosomen-Vervielfachung, also **Polyploidie**, viele verwandte Arten trennt und daß vor allem **Chromosomen-Mutationen** häufig sind. Klar mendelnde Unterschiede wurden bei der Kreuzung von Arten und auch intraspezifischen Taxa sogar nur selten angetroffen. Die Analyse gab kompliziertere Verhältnisse. Modifikationsgene wurden deutlich.

Veränderung, Art-Bildung, das hatte schon RICHARD VON WETTSTEIN gesagt, ist nur ein für alle gültiger Prozeß.

Als **immer mehr Mutationen** sich als **Chromosomen-Mutationen** erwiesen, die ja durchaus auch monohybrid spalten können, wurde gar von einer "Krise des Begriffes der Genmutation" (H. STUBBE 1940 a, S. 114) gesprochen. Was sollte an Veränderungen am Chromosom Gen- und Chromosomen-Mutationen bis ins Kleinste unterscheiden lassen? Gab es überhaupt eine klare Trennung? Irgendwelche Änderungen in der Chromosomen-Struktur waren auch bei Gen-Mutationen anzunehmen.

Gaben auch die Gen-Mutationen an den Chromosomen keine sichtbaren Merkmale, so waren andere als Mutationen anzusehenden Abänderungen mit der feststellbaren Zahl und Gestalt der Chromosomen verknüpft. Hier ließ sich die Veränderungen bei Pflanzen von Art zu Art oder innerhalb der intraspezifischen Taxa auf der Mikroebene erfassen. Aus Zahl und Gestalt der Chromosomen ließen sich auch Arten trennen, auch makroskopisch morphologisch kaum unterscheidbare, und Abstammungsverhältnisse, welche Art von welcher kommt, wahrscheinlich machen. Daraus ergibt sich auch der Sinn von DARLINGTONs in mühevoller Arbeit erstellte **Chromosomen-Atlas der höheren Pflanzen**.

Mehr als Chromosomen als die als das Normale angesehenen Diplodie, also mehr als 2 Chromosomenpaare in der Zelle, **Polyploidie** verschiedenen Grades, wurde bei zahlreichen Taxa festgestellt. Die solche Polyploidie oder überhaupt Heteroploidie aufweisenden Taxa konnten oft nicht als wirkliche, taxonomisch anzuerkennende Arten angesehen werden, aber wiesen doch meistens Unterschiede zwischen ähnlichen, also verwandten diploiden Formen.

Daß Polyploidie immerhin zu einem eigenständigen 'erblich konstanten' Typus führt, machte OLAF HAGERUP (1932), Kopenhagen, wahrscheinlich, als er ab 1922 zuerst die auf den Färöer- Inseln und 1924 / 1925 die auf Grönland gesammelte Krähenbeere/*Empetrum hermaphroditum*, zytologisch untersuchte. Taxonomisch war dieses Taxon von der in Küstenregionen auch Dänemarks vorkommenden *Empetrum nigrum* ohnehin abgegrenzt worden. Die *Empetrum hermaphroditum* erwies sich auf Grönland als stets tetraploid gegenüber dem also viel weiter südlich vorkommenden *Empetrum nigrum*. Dazu war *Empetrum hermaphroditum*, die auf Grönland allein vorkommende *Empetrum*-Form, vitaler, widerstandfähiger als die diploide *Empetrum nigrum*. Da letztere auf Grönland fehlt, konnte die *Empetrum hermaphroditum* nicht ständig neu gebildet werden. Irgendwo einmal entstanden, war sie ein erbliches Taxon geworden. Unter den Extrembedingungen auf Grönland war sie offenbar die geeignetere Form. Ordnete man beide *Empetrum* zu einer Art, dann hatte die Tetraploidie die Verbreitung der Art in Gestalt einer

Unterart erweitert, hier nach dem hohen Norden.

Da HAGERUP zu der **Annahme** gekommen war, daß **extreme Bedingungen polypleide Formen begünstigen**, untersuchte er gezielt im extrem trockenen und heißen Gebiet von Timbuktu in der südlichen Sahara dortige verwandte Pflanzen und traf hier auf ebenfalls tetraploide Formen oder gar Arten auf den extremsten, gerade noch von Pflanzen besiedelten Standorten. Bei Arten der Gräser-Gattung *Eragrostis* fand er die Chromosomen-Zahlen $n = 10, 20, 40$. *Eragrostis pallescens*, die mit $n = 40$, war größer als die anderen Arten. Nicht immer zeichneten sich polypleide Formen durch besondere Größe aus. HAGERUP meinte, daß die Extrembedingungen die Auslöser für die Entstehung polypleider Formen sind. Die Zahl von Chromosomen konnte andererseits nur in Gestalt ganzer Chromosomen zunehmen, also als offenbar nur als plötzliche Mutation, was langsame Umbildung der Merkmale im "lamarckistischen" Sinne nicht annehmbar machte. Als HAGERUP (1940) bei dem Heidekrautgewächs *Oxycoccus/Vaccinium oxycoccus*/Moosbeere, einen Chromosomensatz von mehr als dem Tetraploiden fand, wies die Form nur noch mißgestaltete Pollenkörner auf und war auf vegetative Vermehrung angewiesen – was auf eine für das Normalleben in der Natur **obere erträgliche Grenze für Polypleidie** wies.

Hybride – "Synthetische" Arten

Bei allen sich sexuell fortpflanzenden Arten gab es immer **Rekombinationen** zwischen sich im Genom unterscheidenden Formen und Rekombination war mindestens so wichtig wie Mutation..

Hybride auch zwischen Arten wurden ebenfalls immer wieder nachgewiesen, ob nun als möglicherweise stabile Formen oder wenigstens zeitweilig bestehende an Orten, wo zwei miteinander kreuzbare Arten gemeinsam wuchsen. Umstritten war, welches Ausmaß Hybridisierung bei der Formen-Neubildung in der Natur besitzt. LOTSY hielt die immer noch für wichtig.

Beständige Hybride durch Allopleidie

Neue Formen, ja neue Arten, Hybride / Bastarde, entstanden auch, wenn sich die **Chromosomensätze von 2 Arten** vereinten, also durch Allopleidie. Bei Tabak-Kreuzungen hatten das CLAUSEN und GOODSPEED erhalten: *Nicotiana tabacum*, $n = 24$ x *Nicotiana glutinosa*, $n = 12$, ergibt *Nicotiana digluta* mit $n = 36$.

Eine **spontan in der Natur** entstandene und sich gegenüber ihren Elternarten durchsetzende Allopleide war das in marschigen Küstengebieten in größeren

Bestände vorkommende Gras *Spartina townsendii* (zusammenfassend C. L. HUSKINS 1930), eine neue Form des 'cordgrass', das sich zur Bodenbefestigung gut eignete. Es war offenbar entstanden aus der an Küsten des westlichen Europa vorkommenden *Spartina stricta* und der von Nordamerika nach Europa gekommenen und der noch 1883 von FREDERICK TOWNSEND als in Hampshire selteneren Art *Spartina alterniflora*. Letztere galt für den Bastard als mütterliche Pflanze. Die Zählung der 126 Chromosomen war außerordentlich schwierig, mit 11 Standard-Fixiermitteln wurde versucht, aber die Annahme einer allopolyploiden Form anerkannt, und hier von einer neuen Art gesprochen. Die "interspecific hybridization followed by chromosome doubling as a method of plant evolution" galt als erwiesen (S. 536)..

Durch künstliche Bastardisierung nachschaffen konnte der schwedische Genetiker ARNE MÜNTZING die Art *Galeopsis tetrahit*, der Stechende Hohlzahn, ein Lippenblütler, der, mit seinen relativ farbenscheckigen, aber kleinen Blüten, auf Äckern, Waldschlägen, Schutt im Vorkommen als "gemein" gelten muß. MÜNTZINGs Untersuchungen an der ausschließlich zu den Wildpflanzen gehörenden, aber mit ihren Arten häufigen und in Kultur handhabbaren Gattung *Galeopsis* begannen 1924 (1927 / 1928, 1929 7 1930)) mit der seinerzeit bei zahlreichen Arten betriebenen und zunächst ganz schlichten Zählung der Chromosomen und anderen cytologischen Feststellungen, aus der man eventuelle weitere Aufschlüsse über Arten-Entstehung erwartete. Die auch in Schweden häufigen *Galeopsis*-Arten waren wegen Übergängen manchmal schwierig eindeutig zuzuordnen und legten dem Botaniker eine Untersuchung nahe. Die unterschiedliche Anfälligkeit verschiedener Linien gegen einen Pilz, *Erysiphe Labiatarum*, ließen auch für die Pflanzenzüchtung geeignete Erkenntnisse über Schädlingsresistenz erwarten. Bei der Gattung *Galeopsis* fanden bei einigen Arten, unter den häufig vorkommenden bei rotviolett *pubescens* und der mit schönen blau-gelben Blüten ausgestatteten und an feuchteren Waldrändern häufigen *speciosa* $n = 8$ ($2n = 16$) Chromosomen. Die Arten *bifida* und die besonders häufige *tetrahit* aber wiesen $n = 16$ ($2n = 32$) Chromosomen auf. Die meisten dieser Zählungen wurden zuerst 1927 vorgenommen, zuerst an der Wurzelspitze. Es zeigte sich auch, daß die Chromosomen in den verschiedenen Lebensstadien auch ihre Gestalt veränderten, eine auch zu beachtende Chromosomen-Eigenschaft. Daß die Arten mit den $n = 16$ Chromosomen durch Zusammenfügung der Chromosomen von zwei $n = 8$ Formen entstanden sein mochten leitete MÜNTZING etwa daraus ab, daß die Arten *bifida* und *tetrahit* etwa Zellvergrößerung aufwiesen und diese bei Polyploidie gefunden worden war sowie daraus, daß die Länge der Chromosomen nicht geringer als bei den anzunehmenden Ausgangs-Arten war, weshalb eine einfache Teilung der 8 Chromosomen bei den Arten mit den 8 Chromosomen entfallen konnte. MÜNTZING suchte nun nach dem eventuellen Kreuzungspartner, der zu *Galeopsis tetrahit* geführt hatte. Zahl-

reiche Kreuzungen unter den *Galeopsis*-Arten wurden von MÜNTZING (1930/1931) durchgeführt, auch zwischen solchen mit unterschiedlichen Chromosomensätzen.

In der Kreuzung zwischen *Galeopsis speciosa* und *Galeopsis pubescens*, beide $n = 8$, trat in der 2. Bastard-Generation, F₂, eine triploide Pflanze auf, die im Aussehen *Galeopsis tetrahit* glich. Leider war sie fast vollkommen steril. MÜNTZING kreuzte sie zurück mit der als "Vater" benutzten Elternart *pubescens* und erhielt eine einzige Frucht, bei *Galeopsis* ein Nüßchen. Es ließ sich im Frühjahr 1937 auskeimen, "drohte zuerst zugrunde zu gehen, wurde aber gerettet und ergab eine Pflanze, die sich als *tetrahit* herausstellte" (S. 154). Die Chromosomen-Zahl wurde festgestellt in Zellen der Wurzelspitze wie bei der Reduktionsteilung. *Galeopsis tetrahit* mochte also entstanden sein "durch Vereinigung einer unreduzierten triploiden Eizelle mit einer männlichen haploiden *pubescens*-Gamete". Man kann angesichts des schwierigen Entstehungsweges fragen, ob in der Natur auch "spontan" ähnlich die *Galeopsis tetrahit* aus anderen Arten entstehen konnte. MÜNTZING jubelte immerhin wie ein Sieger: "Es scheint hier der erste Fall vorzuliegen, wo eine Linneische Art unter Chromosomenvermehrung aus den Genomen zweier anderer synthetisiert worden ist" (1930 / 1931, S. 164 / 165). Es schien gerade hier wahrscheinlich gemacht, daß "Artkreuzung eine wichtige Ursache der multiplen Chromosomenzahlenserien im Pflanzenreich ist" (S. 170).

Der Untersuchungsgang wurde ausführlicher dargestellt, weil auch hier deutlich werden soll, wie im einzelnen die damaligen Genetiker und Evolutionsforscher herangingen.

Der führende Evolutionsforscher THEODOSIUS DOBZHANSKY meinte 1939 (S. 146): "Es ist wohl nicht übertrieben zu behaupten, daß die Herstellung von Allopolyploiden für den Vererbungsforscher das bisher wirkungsvollste Werkzeug ist, den lebenden Stoff in neue Formen zu gießen." Die Zahl solcher Fälle blieb aber begrenzt, und auch in der Natur waren Allopolyploide nicht häufig.

Wert der Chromosomen-Erforschung im Lichte späterer Erkenntnisse

Mit großem Aufwand haben einige der führenden Botaniker ihrer Zeit die **Zahl und Gestalt der Chromosomen** verschiedenster Arten und anderer taxonomischer Einheiten festgestellt und ermittelt, daß viele auch nahe verwandte verschiedene Sippen jedenfalls vielfach Chromosomenunterschiede aufweisen. Am Anfang des 21. Jahrhunderts wird die **Basen-Anordnung der Vererbungs-substanz** so weit wie möglich ermittelt und wird aus ihren Unterschieden auf die

Entstehung unterschiedlicher Sippen, ja auch Individuen innerhalb der Arten geschlossen, also die Evolution auf die chemisch erfaßten Genom-Unterschiede direkt zurückgeführt.

Die Ermittlung nur von Gestalt und Zahl der Chromosomen, ihre morphologische Beschreibung und Angabe ihrer Zahl in Bild und Wort erscheint nun eher altertümlich, nur von bedingtem Wert, vielleicht nötig bei der Kreuzungskontrolle. Mit ganz neuen, tiefergehenden Methoden wird also nun die Veränderung der chemisch erkannten Erbsubstanz verfolgt. Erscheint nun die alte Chromosomenforschung als "Ein großer Aufwand sinnlos ward vertan?" Immerhin hatte **auch die morphologische Chromosomen-Erforschung** die Veränderungen in der **Evolution auf Veränderungen der Vererbungssubstanz zurückgeführt**, insofern auf jeden Fall die Evolution auf die offensichtliche Vererbungssubstanz hingelenkt, das Interesse an ihr niemals ruhen lassen.. Auch für die **Feststellung der taxonomischen Kategorien** und von Verwandtschaften wurde aus der morphologischen Chromosomen-Analyse vieles ermittelt.

Der spätere Fortschritt durch die direkte Zuwendung zur Vererbungssubstanz, zu ihrer chemischen Zusammensetzung, der Sequentierung der Vererbungssubstanz mit der Molekulargenetik, ist selbstverständlich offensichtlich.

Art- und überhaupt Sippen-Anhäufung bei sich ungeschlechtlich vermehrenden Sippen

Für etliche auch höhere Pflanzen, Blütenpflanzen wie Löwenzahn/*Taraxacum* und einen großen Teil an Arten in der Gattung Habichtskraut/*Hieracium*, wurde die Vermehrung durch Parthenogenesis resp. Apogamie, also durch Embryobildung einer nicht befruchteten Eizelle oder einer anderen Zelle des Embryosacks festgestellt. Hier gab es also keine immer neuen Kombination von Erbanlagen als Folge der Befruchtung mit männlichen Pollen. Die Nachkommen einer Mutterpflanze mußten ihr abgesehen von Modifikationen gleichen. Wenn sich zahlreiche erblich unterschiedliche Kleinarten herausbildeten, die sich aber morphologisch auch nicht großartig und oft auch nur physiologische unterschieden, dann sprach das für **Mutationen** jener **kleineren Art**, welche immer und überall bei den Organismen vorkamen und die Evolution bestimmen sollten, also Kleinmutationen im Sinne von BAUR. Die Kleinarten-Bildung apogam sich vermehrender Blütenpflanzen durfte als Zeugnis für die Mutationstheorie gewertet werden. Nicht alle Kleinarten aber waren in Apogamie entstanden.

Parthenogenese fand 1898 OSCAR JUEL (1900; C. SKOTTSBERG 1922) bei *Antennaria alpina*, einem rotblühenden Korbblütler, Katzenpfötchen genannt, in

Mitteleuropa in subalpinen oder borealen Nadelwäldern. Bei der zweihäusigen / diözischen Spezies waren nur selten männliche Pflanzenindividuen aufgefunden worden. Daß die weiblichen Pflanzen dennoch fruchteten lag eben an ihrer parthenogenetischen, keine Pollen benötigenden Vermehrung. Vor der Embryobildung gab es hier keine Tetradenbildung, damit keine Herabsetzung der Chromosomenzahl. Der dänische Botaniker CARL HANSEN OSTENFELD (C. CHRISTENSEN 1922) berichtete 1899 (1904) von zahlreichen nur mit weiblichen Geschlechtsorganen ausgestatteten Exemplaren beim gemeinen Löwenzahn/*Taraxacum vulgare*, was, veröffentlicht 1903, CHRISTEN RAUNKIAER zu eingehenden Untersuchungen veranlaßte. Teils hatte er weibliche *Taraxacum*-Pflanzen isoliert, zwittrige durch Abschneiden der Antheren, Griffel und Narben kastriert und erhielt bei beiden **Embryonen und damit Samen ohne Befruchtung**. Die Arten ließen sich in der Kultur beständig vermehren. MURBECK fand, veröffentlicht in Schwedisch 1897, sich parthenogentisch fortpflanzende Arten bei der Gattung *Alchemilla*. Beide, RAUNKIAER und OSTENFELD fanden dann bis 1904 Apogamie bei 22 Arten der artenreichen Compositen-Gattung *Hieracium*/Habichtskraut. Waren die Blüten zwittrig, wurden sie auch hier kastriert, was die Bildung schließlich in Kultur keimender Früchte nicht verhinderte. Und das Vorhandensein zahlreicher, ja Tausender kaum noch unterscheidbarer, aber sich mit Parthenogenese rein vermehrende Arten, Kleinarten, wurde festgestellt. NÄGELI hatte einst *Hieracium*-Arten künstlich befruchtet, gekreuzt, und keine Bastarde erhalten – was nunmehr verstehbar war, aber den dadurch irreführenden MENDEL von weiteren Kreuzungsversuchen abgehalten hatte. Arten der Pilosella-Gruppe von *Hieracium* wie Arten von *Petasites*, Pestwurz, vermehrten sich auch ohne Fruchtbildung rein vegetativ. Es konnte jeweils lange dauern, bis die erblich unterschiedenen Kleinarten festgestellt waren, denn der äußere Anblick ersetzte nicht das Heranziehen in der Kultur (C. RAUNKIAER 1918).

Der Botaniker ALFRED ERNST (1917), Zürich, vermeinte, daß sexuell nicht mehr fortpflanzungsfähige Bastarde zur apogamen Vermehrung übergegangen wären, was aber wohl nicht erklärte, wie es so schön gelungen sein muß, daß nach Hybridisierung wenn nicht Samenbildung, so wenigstens oft genug Apogamie zustandekam.

1939 nannten G. L. STEBBINS und E. B. BABCOCK etwa 39 Gattungen, in denen seit dem Anfang des 20. Jahrhunderts ungeschlechtliche Vermehrung festgestellt war, darunter *Poa*, *Potentilla*, *Erigeron*, *Arnica*.

Da die apogam sich vermehrenden, sich nicht kreuzenden Arten jedoch keine neuen Kombinationen bildeten und somit wohl weniger variierten sah etwa STRASBURGER, der Apogamie auf übermäßige Mutation zurückführte, in der Apogamie eine 'Rettung' für die apogame, sich nicht mehr sexuell vermehrende Art

”wohl nur für eine phylogenetisch begrenzte Zeitdauer” (zit. bei C. H. OSTENFELD 1910). ERNST verwies auf die Unabhängigkeit der apogamen Arten von den Wechselfällen einer Bestäubung durch Wind oder Insekten, die oft wetterabhängig wären.

Taraxacum in gut behandelten Wiesen und anderswo auch etliche *Hieracium*-Arten erfreuen sich jedenfalls nach dem Augenschein etwa in völlig gelben Pfingstwiesen mit Löwenzahn derzeit wohl eines großen Wohlergehens. Sind von einer Art Mutanten vorhanden, sind sie Sammelarten, dann werden bei Umweltänderung doch etliche Unterarten überleben.

Interessanterweise, wie PAULA HERTWIG auch bei Tieren ermittelte, sind parthenogentisch sich vermehrende Arten meistens diploid, verbleiben in der Diploidie, denn sie wird nicht bei der Keimzellenreifung der sexuell sich vermehrenden Arten irgendwie immer wieder Diploidie erneut hergestellt.

”Rassen”, die bei der Vermehrung sich als **konstante Klone** erwiesen, fand HERBERT SPENCER JENNINGS (T. M. SONNEBORN 1974), führender US-amerikanischer Biologe, Johns Hopkins University in Baltimore im USA-Staat Maryland, bei Einzellern, bei Protisten, speziell bei **Infusorien**, bei *Diffugia*, auch *Paramaecium* und *Arcella* (1935).

Parasiten konnten Resistanz ausbilden, die als neu angenommen gewertet wurde, als (s. unten) ”Dauermodifikation”.

Sorten/Rassen bei Nutz- und Kulturpflanzen - Das sind Ergebnisse der Mutabilität

Rassen und Kleinarten durch genaue Untersuchung einzelner Arten und Gattungen festzustellen wurde ein Anliegen auch der Praxis verbundener Forscher, denn die Existenz von Rassen, etwa **Standortrassen**, war für den Anbau der auf den einzelnen Standorten geeignetsten Formen wichtig. Beachtet wurden die irgendwo auf der Erde vorhandenen Rassen der Kulturpflanzen und **neue Sorten von Kulturpflanzen** wurden schließlich ständig neu gezüchtet. Bei allen Problemen, in der freien Natur mit für ihre Träger zweckmäßigen Mutationen für die Evolution punkten zu können, **den Pflanzenzüchtern gelangen viele Neuheiten** zum Nutzen der Landwirtschaft und der Verbraucher heranzuzüchten. **In der Züchtung, der Pflanzenzüchtung** etwa, **funktionierte die Evolution**, wenigstens die Mikroevolution. Gerade aus der züchterischen Praxis erhielt man wie bei der *Drosophila* eine Vorstellung vom Reichtum an erblichen Linien und den Kleinmutationen, auf die sie zurückzuführen waren, wenn sie auch kaum die Artgrenzen übersprangen.

Neben der Suche nach neuen Linien und deren **Auslese** kamen zahlreiche Sorten durch **Kreuzung** bestehender Linien zustande. Erbliche, sich im Großen und Ganzen rein vermehrbare Sorten wurden für die im Großen angebaute Kulturpflanzen festgelegt, mußten im Großenbau eingehalten werden. Etwa in der Resistenz gegen Schädlinge unterschieden sich die Sorten teilweise erheblich. In Anlehnung an DARWIN war im 19. Jh. der auch mit Tierzucht befaßte Agrarwissenschaftler HERMANN SETTEGAST (1872, S. 14) für Auslese der geeigneten Individuen in Massenauslese eingetreten und holte aus der Masse dabei nach den nunmehrigen Erkenntnissen sowohl Modifikationen wie Kleinmutationen heraus. Es gab immer einmal auffällig abweichende Einzelindividuen bei den Pflanzen, von denen aus eine neue Sorte erhalten werden konnte. Aber vielfach ging es um **erbliche Linien**, die ohne auffallende Abweichungen in der Gestalt als Kleinmutationen gelten mußten. Für die **verschiedensten Verwendungszwecke** wurden bei **Weizen** Linien **herausgezüchtet**: Hartweizen für Teigwaren, Graupen und Gries, Weichweizen zum Backen, für Weizenstärke, Weizenbier, Kornbranntwein, Whisky (K: HAHNBROCK 2009, S. 147). Auch ließen sich für die Erntemaschinen in relativ geringer Zeit **Kurzhalmweizen** züchten. In der Abteilung für **Faserpflanzenzüchtung** unter KAPPERT (1978, S. 51) in Sorau den 'Sorauer **Feinflachs**' mit **außergewöhnlich fester Faser** zu züchten. Als ein Beispiel noch der Erbes des 1933 verstorbenen BAUR wurden um 1939 im Institut für Pflanzenzüchtung in Müncheberg etwa 16.000 "Stämme" der **Lupinenpflanzen** herangezogen (G. E. GRAF 1939, S. 86/87). Es ging um leichtere Keimung durch weichschalige Körner, um nicht-platzende Schoten, um Gedeihen auf Kalkboden und nicht nur wie bisher auf Sandboden, um Frühreife für die Saat in die Stoppeln, um Massenwüchsigkeit für die Silage. Es ging vor allem auch um chemische Merkmale: Der geringe Ölgehalt der Samen wurde bei den blaublühenden Lupinen gesteigert auf 6%, bei weißblühenden auf 10 - 13% (S. 87). Vor allem rückte dann die Gewinnung alkaloidarmer Linien der Gelben Lupine/*Lupinus luteus* in den Mittelpunkt.

Angesichts der Tatsache, wie sehr man hier und später bei anderen Züchtungen, etwa bei Ölpflanzen wie Raps, genetisch gesicherte **Veränderungen im Gehalt an Substanzen** erzielte, erscheinen chemische Merkmale wenig gebunden nicht nur an größere Gruppen, sondern auch an Arten (H. MERXMÜLLER 1967, bes. S. 618), mit all ihrer **chemischen erblichen Unterschiedlichkeit** und **Modifikabilität**. Nicht nur die Endsubstanzen, auch die Biosynthesewege waren zu beachten.

Rassen bei Bäumen

Daß auch die **Bäume Rassen** ausgebildet haben, die sich vor allem physiologisch unterschieden, fand in einem unbeabsichtigten Freiland-Experiment der dänische Forstbotaniker L. A. HAUCH (1927). Um einen Eichenbestand etwa im mittleren

Teile der Insel Seeland zu begründen, wählte er zur Saat Eichen verschiedener Herkunft. Er achtete dabei zuerst nur auf ihre Keimfähigkeit. Herangewachsen zeigten sich die aus südlicher als Dänemark gelegenen Regionen behielten ihre längere Vegetationszeit, die spätere Laub-Verfärbung, das spätere Reifen der Johannistriebe und damit die größere Empfindlichkeit für Mehltau. Wie für größere Empfindlichkeit gegen frühzeitige Herbstfröste. Eichen aus dänischen Mutterpflanzen verhielten sich da günstiger. Die unterschiedlichen Eigenschaften der Eichen verschiedener Herkunft waren als erblich anzusehen, und eine Anpassung an die neue Lage durch Modifikation hatte sich jedenfalls in der für die Feststellung möglichen Zeit nicht ergeben. HAUCH hatte im großen unbeabsichtigten Freilandversuch nachgewiesen, was TURESSON mit seinem Kulturversuchen bei Standortrassen gefunden hatte – die offensichtliche Erblichkeit der Eigenschaften.

Baumrassen-Forschung wurde in **Deutschland** durch den Forstwissenschaftler ERNST MÜNCH (D. HAUFF 1997) (1937) (S. 71) vorangetrieben, zunächst ohne engen Zusammenhang zur sonstigen botanischen Wissenschaft, zu der sie schließlich in wertvollter Weise beitrug. MÜNCH wurde nach Wirken in der Praxis 1921 Professor für Forstbotanik an der Forstlichen Hochschule in Tharandt in Sachsen und 1933 Professor an der Universität München. MÜNCH war Vorsitzender des 1935 gegründeten Ausschusses für Baumrassenforschung und Forstpflanzenzüchtung. Er war 1934 entscheidend beteiligt gewesen an der Schaffung eines forstlichen Saatgutgesetzes. MÜNCH bestätigte an Waldbäumen, so weit das hier möglich war, TURESSONs Konzept von den "Ökotypen". MÜNCH sah, wie gerade bei Waldbäumen die Ausbildung zweckmäßiger Anpassungen wichtig ist, denn ein einziger außergewöhnlicher Tag in einem Jahrhundert, etwa ein Sturm oder ein besonders starker Frost oder Schneefall, auch Spätfrost, kann über die Weiterexistenz gerade eines Baumes entscheiden. Kiefern verschiedener Herkunft wurden unter Kultur gezogen. Ein Nadelbaum aus dem Hochgebirge wuchs dabei in besserem Klima nicht allzu viel schneller, was auf erbliche Schwachwüchsigkeit verwies. Bäume aus dem Tiefland kommen im Hochgebirge nicht rechtzeitig zur Winterruhe, erfrieren. Als erblich erwies sich das Zuwachsvermögen. Kiefern aus milden Lagen Deutschlands erwiesen sich in Schweden und Livland als nicht anbaufähig und es wurde die Einfuhr deutscher Kiefernnsamen nach dorthin eingestellt. Douglastannen aus dem milden Klima Kaliforniens erwiesen sich in Deutschland nicht anbaufähig, obwohl sie morphologisch von anbaufähigen Herkünften von weiter nördlich nicht zu unterscheiden waren. Breitkronige Tieflandskiefern haben in schneereichen Gebirgen erhöhte Schneebruchgefahr.

Wenn Holzpflanzen in Struktur und Zahl der Chromosomen sich als besonders konstant erwiesen (C. D. DARLINGTON 1956), dann konnte das erklärt werden mit ihrer langsamen Generationenfolge, die weniger "Experimente" ohne Gesamt-

verlust zuließ, was Rassenbildung nicht ausschloß.

Rassen bei Tieren - bei Haustieren und in der Natur

Von der Fülle möglicher Rassen bei Tieren sprechen die Haustiere, überzeugt der **Hund** mit geschätzten 364 reinen Hunderassen (Internet).

Der die Riesenchromosomen untersuchende BAUER (1935) sah, daß bei verschiedenen Arten von *Chironomus* die Anordnung der chromatischen Scheiben verschieden ist, es also Art-Verschiedenheiten in der Chromosomen-Struktur und durch offensichtliche **Chromosomen-Mutationen** bestehende Rassen innerhalb von *Chironomus dorsalis* gibt. Bei einer Unterfamilie fand er auch, daß die Paarung in der Meiose nur partiell geschieht, was also auf weitere Strukturunterschiede wies.

Selten sind in der Tierwelt Chromosomen-Vermehrungen und damit Genom-Mutationen.

Wiederholtes, ja relativ häufiges Auftreten derselben Mutationen - Parallelmutationen

Dieselben Mutationen wurden, was schon von DE VRIES bemerkte, in vielen Fällen nicht nur einmal aufgefunden, sondern **immer wieder**. Als Organismen, etwa Pflanzen in der Züchtung, mit, mit mutationsauslösenden Agenzien behandelt wurden, um Mutationen zu "induzieren", da fanden sich Mutationen zwar gehäuft, jedoch auch immer wieder dieselben Mutationen. Das widersprach nicht der einstigen Annahme von einer nur begrenzten Zahl von Erbfaktoren und auch nicht der BATESONschen Absence-Presence-Hypothese, die für jedes Gen nur 2 Zustandsformen annahm. Auf wirkliche großartige Neuheiten hatten die Züchter natürlich gehofft. Ein lange beachtetes Beispiel einer ganz augenscheinlich spontan an mehreren Orten entstandenen Mutation war die "**laciniata**"-Form beim *Chelidonium majus*, dem Schöllkraut (G. FAST 1953), die durch geschlitzte Blätter von der Normalform mit viel geschlosseneren buchtig-fiederteiligen Blättern auffällt. Die erste solche schlitzblättrige Form wird gemeldet vom Heidelberger Hofapotheker PHILIPP STEPHAN SPRENGER 1590, aufgetreten an einer Mauer seines Gartens, beschrieben vom Baseler Botanikers GASPARD BAUHIN 1596, der eines der Exemplare von SPRENGER durch THOMAS PLATTER in Heidelberg erhalten hatte. Im 19. Jh. wurde die Mutante wegen ihrer Bekanntheit einesteils gesucht und andererseits auch gefunden, in Potsdam ebenso wie in Frankfurt a. O. Aber ist eben sehr selten.



Abbildung 131: Chelidonium majus L. Normalform.

Immer einmal wieder gefunden wurde auch die *peloria*-Form von *Linaria vulgaris*, die einst LINNE zu einer begrenzten Anerkennung von Abänderung geführt hatte. Die Mutante *gigas* von *Oenothera lamarckiana* war zwischen 1895 und 1909 7-mal nachgewiesen worden (A. ERNST 1922).

Nicht nur bei derselben Art oder Gattung treten immer einmal wieder dieselben Mutationen auf. Manche schon als lange bestehend geltende Mutationen erschienen bei verschiedensten Arten einer umfassenden Gruppe, ja gar aller Blütenpflanzen oder Säugetiere, sind also **Parallelmutationen**. Die Gene mochten rezessiv schon lange vorhanden sein. Die Albinismus-Mutation wurde auf 10 hoch 8 Generationen zurückdatiert und tritt seitdem bei Wirbeltieren immer einmal wieder auf (P. M. SHEPPARD zitiert bei N. V. TIMOFEEFF-RESSOVSKY et al. 1977, S. 100). Bei Bäumen verschiedener Art gibt es Exemplare resp. Subspecies mit **Schlitzblättrigkeit**, mit schon bei beginnender Belaubung **rotgefärbten Blättern**, also Blutbuche, Bluthorn und anderen, mit dem **Herabhängen der Zweige**, also der Hänge- oder Trauerform, oder mit **Pyramidenwuchs**.

Bei verschiedensten **Haustieren**, ja bei Menschen, gibt es Formen mit Kraushaar, Pigmentverlust, als Zwergform (H. GRIMM 1961, S. 64; WOLF HERRE in G. HEBERER 1943, S. 519 u. a.).

Die Züchter, so die **Pflanzenzüchter**, konnten auf Grund der Parallelmutationen erwarten, daß bei einer Art noch fehlende Mutanten mit Blick ihres Vorkommens bei verwandten Arten eines Tages gefunden werden müßten, Das legte eine systematische Suche nach solchen zu erwartenden Mutationen nahe. Zuerst vor allem baute der russische Kulturpflanzenforscher VAVILOV baute darauf seine Auffassung von den **'homologen' Reihen der Mutationen** allem von verwandten



Abbildung 132: *Fagus sylvatica* L. f. *purpurea*, Mai.



Abbildung 133: *Acer*, rotblättrig, Mai.



Abbildung 134: *Berberis vulgaris* L. rotblättrig.

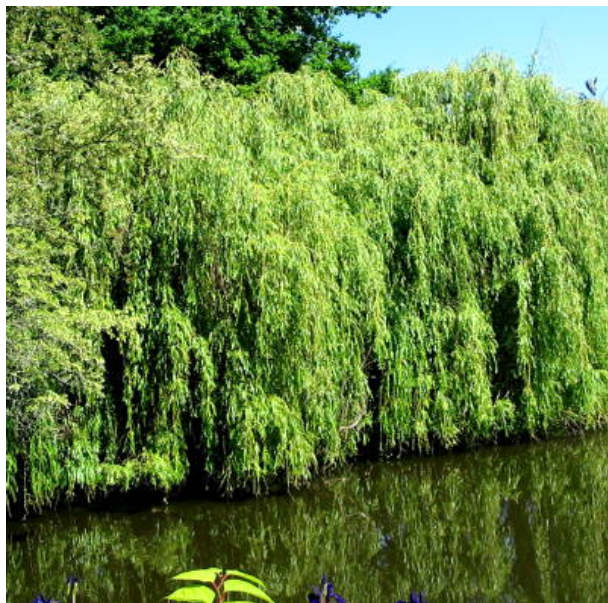


Abbildung 135: Hängeform: *Salix babylonica* L..



Abbildung 136: *Fagus silvatica* L. f. *pendula*/Trauerbuche.



Abbildung 137: *Betula verrucosa* L., hängend.



Abbildung 138: Pyramidenpappel/*Populus pyramidalis*.

Arten auf, formulierte hierzu 1922 sein "**Gesetz der homologen Reihen**". Gemeint waren die "Reihen" gleichartiger Mutationen bei verwandten Formen. Als Grund für die die **Parallelität** der Mutationen bei verwandten Arten waren sollten **gleichartige Erbfaktoren** anzunehmen.

Viel bewundert war bei der Suche nach Parallelmutationen die Züchtung **bitterstoffarmer** und somit für die Viehfütterung geeigneter **Lupinen**. Weil bei Leguminosen bitterstofffreie Formen bekannt waren, wurden sie unter dem Einfluß von ERWIN BAUR im Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg in der Mark auch bei der Gelben Lupine /*Lupinus luteus* und anderen Lupinen-Arten gesucht und unter Leitung von REINHARD VON SENGBUSCH tatsächlich wenige bitterstoffarme Individuen gefunden und zur Saatgut-Gewinnung vermehrt. Eine auch als Viehfutter geeignete Lupinen-Art für Sandböden stand zur Verfügung. Deutschland selbst verlor jedoch nach 1945 große Teile seiner Sandboden-Regionen, für welche die Süßlupine gedacht war.

Trat dieselbe Mutation immer wieder auf, wurde **überlegt**, ob überhaupt **nur** eine **begrenzte Zahl von Mutationen möglich** ist. LOTSY hatte gar gemeint, daß alle Varianten schon von jeher gegeben waren. Bei begrenzter Zahl möglicher und vielleicht schon immer vorhandener Mutationen blieben nur neuartige Kombinationen dieser. Auch TH. H. MORGAN erörterte etwa 1924, daß alle Mutationen vielleicht irgendwann in der langen Erdgeschichte schon mehrfach oder gar viel-

fach aufgetreten waren und der Selektion oder der Kreuzung angeboten worden sind. War alles, was an Eigenschaften in Organismen möglich war, schon einmal "ausprobiert" worden, konnten auch im Falle ihres Neuauftretens Mutanten nur geringe Vorteile gegenüber schon bestehenden Formen haben. Wirklich neue Formen wären deshalb in der Natur nicht zu erwarten, eher im Laboratorium oder bei der Haltung von Haustieren und Kulturpflanzen. Aber auch bei den Haustieren und Kulturpflanzen erschienen meistens erwartete, weil schon irgendwo bekannte Mutationen. Etwa der Haustier-Forscher B. KLATT (1954, S. 7) fragte, ob eben **die heutigen Vorstellungen** über erbliche Abänderungen zur **Erklärung** des so vielseitigen Ergebnisses der **Evolution ausreichen**: "Im Gegensatz zu der unendlich vielfältigen Melodik der Arten, Gattungen, Familien usw. unterscheidenden Merkmale, treten sie einer engbegrenzten Zahl von Monotonien wieder und wieder in den verschiedensten Keimplasmen in paralleler Imitation auf. Von diesem Gesichtspunkt aus ist es interessant, daß Drosophila, diese Basis für solche zahlenmäßigen Spekulationen, vor 50 Millionen Jahren. im Eozän, ebenso wie heute schon existiert hat (*Zeuner, Dating the Past. London 1946, p. 186*)." Für KLATT, und wohl viele andere Biologen, war angesichts solcher Überlegungen nicht an der Evolution zu zweifeln, aber angesichts der begrenzten Zahl und sich wiederholenden, und oft defizitärer Mutationen zu überlegen " - die Evolution ist ein Koloß, der davon nur oberflächlich angekratzt wird" (B. KLATT 1954, S. 7). Wiederholung gibt es auch bei den oft schrecklichen erblichen Stoffwechsel-Störungen, so der Phenylketonurie oder dem Veitstanz. Kaum nur einmal sind sie in der Menschheit entstanden.

Überlegungen zu den Veränderungen boten dann die Vorstellungen über **Allometrien** (B. KLATT 1954, S. 8). Beim allomerischen Wachstum werden die einzelnen Körperpartien ungleichmäßig größer, aber besteht, genetisch bedingt, eine Proportion, erforscht etwa mit Veröffentlichung 1917 von dem schottischen Zoologen (R. DAWKINS 2016, S. 347 von JULIAN HUXLEY (R. DAWKINS 2016, S. 47) in den 1930er-Jahren. Fand eine Mutation mit Vergrößerung des Körpers statt, dann wären wegen allometrischer, d. h. proportionaler Beziehungen zwischen den verschiedenen Körperteilen und Organen Veränderungen an ihnen nahezu automatisch erfolgt. Nicht jede dazugehörige Veränderung hätte unabhängiger neuer Mutationen bedurft. So veränderte sich vieles an den einstigen Pferdevorfahren wie im Selbstlauf, als sie größer wurden.

Daß es keine Neuheiten gab, wird vielleicht aus der Überlegung denkbar, daß eben beispielsweise alle dem menschlichen Auge sichtbaren Farben sich bei irgendwelchen Blüten finden und keine neuen Blütenfarben denkbar sind.

Parallel-Mutationen mochten manche Parallelbildungen namentlich bei verwandten Organismen erklären, aber Konvergenz bei verwandtschaftlich recht weit von-

einander entfernten Organismen, etwa die Fisch-Form, konnte eher auch auf verschiedener erblicher Grundlage beruhen und war Ergebnis im wesentlichen gleichartiger Selektionsbedingungen in langen Zeiträumen. Ob auch bei entfernter verwandten Organismen eine Gleichheit wenigstens eines Teiles der Erbfaktoren besteht konnte erst mit der DNS-Sequenzierung am Ende des 20. Jh. untersucht werden.

Angebliche gerichtete Mutabilität - Steigerung der Eigenschaften in einer Richtung

VICTOR JOLLOS, damals Berlin-Dahlem, berichtete um 1930, daß er durch die Aufzucht von Stämmen von *Drosophila melanogaster* unter denselben anormalen Bedingungen, gesteigerter Temperatur, zu einer Steigerung der Eigenschaften bestimmter Mutationen veranlassen konnte. Bei der Mutation "Schwächst-sooty" waren die mittlere hintere Partie des Scutums und eventuell des Scutellums schwach verdunkelt. Wurden die folgenden Generationen dieses Stammes weiterhin erhöhter Temperatur ausgesetzt, schritt die Schwärzung voran. Es wurden nicht nur Thorax und Flügel tief geschwärzt, "sondern auch die gelbliche Färbung des Abdomens in ein schmutziges Grau verwandelt" (1930, S. 351) und wurde die Mutation so zum Typ "ebony" gesteigert. Die Pigmentierung war ebenso stark und konstant wie bei einem originalen ebony-Stamm. Ließen sich Genveränderungen im Laufe von Generationen gleichsinnig steigern, also ein "gerichtetes Weitermutieren" gegeben, erschien JOLLOS das "Evolutionsproblem" gelöst. Mutationen, die zunächst wegen ihrer Kleinheit keinen Selektionswert haben, könnten auf eine Stufe mit Selektionswert gehoben werden. "Orthogenetische" Entwicklungsreihen würden verständlich.

Etwa L. PLATE (1931) stand zu den Beobachtungen von JOLLOS kritisch, sah in ihnen auf jeden Fall eine Ausnahme. Die vielen Organismen in der Natur, die immer wieder Temperaturschwankungen um 10°C durchmachen, würden nicht "progressiv oder regressiv" mutieren. JOLLOS (1931) hob als Entgegnung die Richtigkeit seiner Versuche hervor. Um die Versuche von JOLLOS wurde es aber in folgenden Jahren wieder still und schien eine allgemeine Reproduzierbarkeit nicht gegeben.

Diskrepanz zwischen der Zahl der Chromosomen und der vermeintlichen Höhe eines Organismus im Stammbaum

Es wurde anfangs manchmal gedacht, daß zwischen der Anzahl der einzelnen Merkmale und der Anzahl der Erbfaktoren eine Korrelation besteht, also die Entwicklungs-„Höhe“ eines Organismus sich auch in der Anzahl der Chromosomen beziehungsweise der Masse der Chromosomensubstanz widerspiegelt. Jedoch Farne etwa boten viel mehr Chromosomen als manche „höheren“, lange nach den Farnen in der Erdgeschichte auftretenden Pflanzen. Daraus wurde auch abgeleitet, daß **Evolution Einengung einstmals viel größerer Potenzen** bedeutet. Dem widersprachen die Chromosomen-Zahlen einiger Gras-Arten. In den Gattungen *Luzula* und *Carex* fanden sich je nach Art 3 bis 30 oder mehr Chromosomen (C. D. DARLINGTON 1956), war also die Vererbungssubstanz je nach Art unterschiedlich aufgespalten. Bei O: HEILBORN (1924) hatte die Zunahme der Chromosomen-Zahl als evolutionäre Weiterentwicklung gegolten. In der Gras-Gattung *Spartina* (C. L. HUSKINS 1930) fanden sich bei der im Binnenland Nordamerikas vorkommenden und als Sandbinder geschätzten *Spartina michauxiana* $n = 14$ Chromosomen, in der an Küsten vorkommenden allopolyploiden Art *Spartina townsendii* wurden in den Zellen der Wurzelspitzen 126 Chromosomen gezählt. Für das Gras *Andropogon scoparius* wurden 70 Chromosomen angegeben.

In der **unterschiedlichen Zahl der Chromosomen** bei den verschiedenen Organismen ob durch verschieden gestaltete Chromosomen oder vermehrte gleichartige, also Trisomie, Haplodie oder Polyploidie lag das etwa von JOSEPH STRAUB (H. F. LINSKENS et al. 1989) angesprochene '**Chromatin-Gen-Problem**'. Aber es konnten eben Chromosomen offensichtlich sich bei weiterem Überleben auch zerlegen, verkleinerten sich vielleicht die Erbfaktoren, entfalteten mehr Erbfaktoren "pleiotrope" Wirkung. Es wurde auch erklärt, daß in den Chromosomen, bei den einzelnen Taxa oder gar Arten unterschiedliche Mengen an Ballaststoff mitschleppt werden. Als unterschiedlich erwies sich auch die Größe der einzelnen Chromosomen, selbst bei derselben Art. Das war schließlich eine der Möglichkeiten die einzelnen Chromosomen zu unterscheiden.

Bedeutet Evolution in vielen Gruppen auch morphologische Vereinfachung?

Wie die Evolution öfters offensichtlich Verminderung in der Chromosomenzahl brachte, so galt auch in der äußeren morphologischen Erscheinung Wegfall von Merkmalen, **Vereinfachung** als '**abgeleitet**', als später im Stammbaum erscheinend als Formen mit vollständiger ausgebildeten Merkmalen. Das wurde auch in

Hochschullehrbüchern so ausgeführt, etwa im 'STRASBURGER' 1954 für Gruppen mit vereinfachtem oder gar fehlender vollständiger Blüte, also ohne oder **fehlendem Perianth**. Das wurde unter den 'Monokotyledonen' angeführt für die Gräser und Riesgräser/*Carex*. Wegfall von Erbanlagen wäre dann damit vereinbar gewesen. Für Angiospermen mit fehlendem oder reduziertem Perianth blieb das vielfach umstritten. Waren die meistens durch Bäume oder Sträucher vertretenen 'Windblütler', also Haselnuß, Buche, Pappel, nun Primitivformen, unabhängig entstandene Anfangsformen, oder hatten sich 'sekundär' herausgebildet?

Mutationen als Verlustbringer - Letalmutationen

Vorteilhaft für ihre Träger sind **Resistenz-Mutationen** bei Bakterien gegen etwa Antibiotika. Aber für in ihrer Umwelt bleibende Organismen erschienen solche Mutationen selten (D. SPERLICH 1973, S. 29). Daß Mutationen Gutes sind, welches bessere Organismen hervorbringt, erschien keineswegs als die Norm. Ein großer Teil von Mutationen bringt also die Evolution nicht voran, läßt ihre Träger mehr oder weniger rasch, auf verschiedenen Stadien ihrer Embryonalentwicklung (A- KÜHN 1955, S. 460 ff.) wieder verschwinden. Zahlreiche Mutanten sind von vornherein nicht lebensfähig, die Mutationen sind **letal**, sind **Letalmutationen**. Für *Drosophila* wurden um 1935 gegen 60 letale Gene angegeben (H. NILSSON 1935). Auch wo der Eintritt der Mutante ins Leben noch stattfindet, erwiesen sich Mutationen oft als lebensschwächer als die Ausgangsform, bringen oft den **Ausfall eines Stoffwechselschrittes**, sind **Defekt-Mutanten**. Solche Mutanten konnten dann allenfalls durch Zugabe von Substanzen leben, welche sonst im Stoffwechsel gebildet oder umgewandelt werden.

Aber auch sich **norphologisch auswirkende** Mutationen sind mit dem Leben schwer vereinbar. Eine "seit Jahrhunderte bekannte, weltweit verbreitete" eigenwillige Mutante des Haushuhns ist das '**Strupphuhn/Frizzle fowl**' (A. KÜHN 1955, S. 486 ff.; viel nach W. LANDAUER 1942 u. a.), das mit ähnlichen Merkmalen auch bei anderen Vögeln auftritt. Ihnen fehlen die Häkchen an den Federn, das Gefieder ist struppig, der Wärmeschutz unzureichend und die befallenen Hühner sind kälteempfindlich, haben einen höheren Grundumsatz. Die Eier geben oft keine Küken. Rückenhaut von einem Frizzle-Huhn auf ein normales Huhn transplantiert behält bei jedem Federwechsel seine Eigenart der Struppfedern. Ein Hauttransplantat von einem normalen Huhn auf ein Frizzle-Huhn nimmt nicht die Struppfedern an. Die genetisch bestimmte Federausbildung ist in den einzelnen Zellen verankert. Das Strupphuhn und ähnlich aufgegestattete Vögel sind stark benachteiligt, weisen eine dem normalen Leben abträgliche Mutation auf. Es besteht ein unscharfer Übergang **von Letalfaktoren zu "letalitätsvermindernden"**

Faktoren (A. KÜHN 1955, S. 459). Eine rezessive Letalmutation, also homozygot tödlich, ist etwa beim Huhn die Mutation '**wingless**', flügellos, bei der auch die Lungen mit den Luftsäcken und die Nieren fehlen und die Küken sind nicht schlüpfähig (A. KÜHN 1955, S. 469/470). Beim **Krüperhuhn/Creep fowl** sterben homozygot schon fast alle Embryonen und die heterozygoten Tiere haben verkürztes Knochenwachstum in den verkrüppelten Extremitäten (A. KÜHN 1955, S. 472 - 475). **Hausmäuse** mit der Mutation '**grey-lethal**' haben keine erhöhte Sterblichkeit als Embryonen, aber die Knochenbildung ist so gestört, daß die Zähne nicht durchbrechen und die betroffenen Tiere verhungern (A. KÜHN 1955, S. 471/472). Bei der bei Hausmäusen auftretenden Mutation **dwarf/Zwerg** wird ein Hormon des Hypophysen-Vorderlappens unzureichend geliefert, bleibt die Maus im Wachstum zurück und wird nicht geschlechtsreif, jedoch Injektion von Substanz aus dem Hypophysen-Vorderlappen normaler Mäuse kann den Schaden beheben (A. KÜHN 1955, S. 475).

Rezessive Gene, die im homozygoten Zustand ungünstige Auswirkungen haben und in Heterozygoten oft nicht auffallen, bilden die "**genetische Bürde**" (D. SPERLICH 1973, S. 138). Treten sie nach Paarung homozygot oder überhaupt phänotypisch auf, manifestieren sie sich in ungünstigen Phänotypen, werden in der Natur rasch ausgeschieden, wenn sie denn nicht von vornherein letal sind. Die 'genetische Bürde' ist also eine 'verborgene Bürde' von Erbanlagen, die im heterozygoten Lebewesen ganz oder ziemlich verborgen sind.

Die Evolution hat viel Abartiges hervorgebracht, Bei der Evolution auf der an die stoffliche Natur der Erbsubstanz, der DNA gebundene Grundlage von Zufallsmutationen - und Selektion, war es anders wohl nicht möglich, als daß **die vielgestaltige Organismenwelt durch** so viel '**trial and error**' zustandekam. Mutationen sind ein "**Risikofaktor**" (H. PENZLIN 1986, S. 26). Für eine existierende Art in stabiler Umwelt ist Mutabilität keine Lebensnotwendigkeit. Würde ihre Vererbungsstanz sich nicht verändern, blieben die Dinge abgesehen von Modifikationen wie sie waren und sind: Kein neues Elend und dafür keine erblichen Neuheiten, keine Karriere. Urahn und alle Nachfahren glichen sich. Die Evolution hat ihre "Ursache in den Unvollkommenheiten des Erhaltungsmechanismus", der Vererbungsstanz (nach MONOD 1976 bei H. PENZLIN 1986, S. 26). An all den durch Mutationen hervorgerufenen Mißständen ist kein 'Gott' schuld und kann als wohl nichtexistent auch nicht eingreifen. Wie viel Überzahl an ungünstiger Erbkonstitution und milliardenfacher Auslese war nötig, damit im Frühlingwald der den normalen Menschen erfreuende Vogelgesang erschallt, und auch dieser ist oft wohl Kampf um den Geschlechtspartner und das Territorium.

Außer den mit dem Leben gar nicht oder unzureichend möglichen **Eigenschaften** gibt es auch solche, die man als **nicht vollkommen** sehen kann, aber mit denen

sich auskommen läßt. So kann als nicht sehr zweckmäßig gesehen werden, daß sich Luft- und Speisewege kreuzen und ein "komplizierter Apparat" mußte hinzutreten, daß die Bissen nicht in den "falschen Hals" geraten" (H. PENZLIN 1986, S. 65). Mancher Mensch starb am 'Verschlucken'. Nicht die beste Lösung wäre auch, daß in der Augennetzhaut vorn die Nervenzellen und Blutgefäße liegen und das Licht durch sie hindurch zu den "abgekehrten" lichtempfindlichen Teilen der Lichtsinneszellen kommen muß (S. 65). Oder, daß die eingeatmete und ausgeatmete Luft dieselben Röhren benutzt (S. 65). Die Evolution konnte sich eben nur längs jener Strukturen zu neuen Strukturen umbilden, die nun einmal vorhanden waren. Hier gab es keinen Ingenieur, welche eine ganz optimale Lösung ermöglicht hätte. Das schließt die Bewunderung vor dem nicht aus, was die Evolution zuwegebrachte und dadurch auch dem Techniker, dem Erfinder und Kontrakteure an Anregungen bietet.

Verluste in der Evolution

Wegen der Defekt-Wirkung jedenfalls vieler Mutationen wurde sogar erörtert, ob Neuentstehung von für die Evolution **weiterführenden Erbanlagen nur in der Frühzeit des Lebens** auftraten. Bei der großen Zahl festgestellter Verlust-Mutationen und auch der Abnahme der Chromosomen von Kryptogamen zu den höheren Pflanzen hin wurde manchmal gar alle **Evolution** jedenfalls der höheren Lebewesen **nur als Verlust** einst jedenfalls in den Erbanlagen größerer vorhandener Vielgestaltigkeit gesehen. KAPPERT (1978, S. 48) erinnert sich an Auffassungen um 1910 wie "... für die Entstehung von etwas phylogenetisch Neuem Beweise zu erbringen, waren immer noch nicht gelungen. Die beobachteten Mutationen stellten fast ausschließlich Verluste oder auch mehr oder weniger pathologische Veränderungen dar, die keinen Fortschritt für die Entwicklung bedeuten, wenn es sich bei den beobachteten Merkmalsänderungen nicht überhaupt nur um seltene Kombinationen bereits vorhandener Erbanlagen handelte." ANDRÉ MICHEL LWOFF etwa betonte, aber nicht als einziger, in den 30er-Jahren des 20. Jh. diese "pessimistische" These, daß die Evolution der fortschreitende Verlust von biosynthetischen Fähigkeiten ist (G. S. STENT 1997).. RONALD A. FISHER (zit. bei N. V. TIMOFEEFF-RESSOVSKY et al. 1977, S. 100) meinte, "daß das Auftreten einer Mutation im evolutionistisch ausbalancierten System des Genotyps, ausgehend von ihrer zufälligen und ungerichteten Natur, praktisch immer das System verschlechtern wird." Die Annahme dauernder Verluste sollte etwa nach HERIBERT NILSSON (1925, S. 235) Evolution unwahrscheinlich machen. Wie kam es zu jenen Formen, die dann durch Verlust sich änderten? Gemäß BATESONS Presence-Absence-Hypothese war ohnehin nicht viel an besseren Neuheiten zu erwarten, denn wenn Presence etwas Positives bedeuten konnte, dann ließ sich in

Absence wenigstens oft etwas verlieren, allerdings auch verändern. Warum ging in der Evolution bei vielen oder wenigstens etlichen Lebewesen etwas verloren? Unter den Säugetieren bilden viele Vitamin C/Ascorbinsäure selbst, etwa der Mensch ist auf Zufuhr von außen angewiesen und kann oft auf Obst und Salat nicht verzichten. Liegt das auf einer ähnlichen Linie wie die Augenrückbildung im Dunkeln? Von außen aufgenommen müssen 10 essentielle Aminosäuren. Genverluste haben ebenso zu Artneubildung, zur Abspaltung einer Art von einer anderen geführt wie vielleicht in anderen Fällen eine Mutation mit Neubildung: "... that genes are constantly being eliminated by mutation combined with insufficient purifying selection", vorhanden auch bei vielen wirtsabhängigen Mikroben-Linien" (N. A. MORAN 2007, S. 8627). Was für eigenartige Verlust-Mutationen eintraten erwies sich beim Mais. Bei dem in Amerika eine Mutante gefunden wurde, die Zucker nicht mehr in Stärke verwandelt, weshalb bei ihr zuckerhaltige Tropfen aus dem Blättern heraustropfen, was Fliegen anlockte (H. NILSSON 1935, S. 232). Es war wie "pflanzliche Diabetes", aber immerhin verbunden mit einer Anlockung, die vielleicht auch Vorteilhaftes verband. Anderen Pflanzen-Mutanten fehlte die Chlorophyll-Produktion, was aber ohne Ausgleich durch saprophytisches Leben ihr baldiges Ende bedeutete, wie das im Dunkeln aufwachsender Pflanzentriebe, als Etiolement bezeichnet und nicht erblich etwa bei der im Keller keimenden Kartoffel. Insekten können Zellulose nur verwerten, wenn dazu fähige Bakterien im Darm vorhanden sind, also mit Hilfe von Kleinstlebewesen, denen die Fähigkeit zukam, und irgendwann entstanden war? (s. a. N. A. MORGAN 2007). Verlust bedeutet stärkere Abhängigkeit von Außenfaktoren, verringert Autonomie, die stets nur relativ ist. Viele grüne Pflanzen stehen in Symbiose mit Pilzhypen, in der Mykorrhiza, oder bei der Samenkeimung, und das hat wohl Vorteile, erlaubte Erschließung neuer Nischen, und es sind die zu den Schmetterlingsblütlern gehörenden, mit stickstoff-bindenden Bakterien in Wurzelknöllchen ausgestattete Robinien mit zuerst die Braunkohlenhalden besiedeln. Symbiose bedeutet Vorteile, aber eben auch Abhängigkeit. Symbiose ist hier also Ausgleich von Verlust. **Niemand ist voll autotroph**, wenigstens mußten seine Eier an einer für sie zumutbaren Stelle abgelegt werden und sein Samen an eine solche gelangen. Auch die vielen **Erbkrankheiten des Menschen** sprechen eine schlimme Sprache von Verlusten im Stoffwechsel, von Verlusten von Stoffwechselschritten.

Den Auffassungen von dauerndem **Verlust** in der Evolution **widersprach** gewiß der **Zunahme der Vielgestaltigkeit der Formen in der Erdgeschichte**, Hier hatte die Paläontologie ein gewichtiges Wort. Auch waren die Defekte offensichtlich in vielen Fällen auffallender als die Kleinmutationen.

Die Heranbildung der **Kulturpflanzen** und der **Haustiere** mit besonderem Ein-schluß der lebenden Kuscheltiere durch 'unbewußte' oder bewußte Auslese war

in vielem eine **Heranzüchtung von Defektmutanten**. Bei den Kulturpflanzen hätten diese mit vielen der ihnen zukommenden Eigenschaften in der freien Natur **nicht überleben** können, und man könnte sie als "pathologisch" bezeichnen (H. STUBBE 1934). Es minderte die schon in der Vorzeit erfolgte Heranzüchtung von Getreide mit festen statt leicht zerfallenden Ähren die natürliche Verbreitung. Eßbarer Salat mußte frei von solchen Giften sein, welche manche *Lactuca*-Arten der freien Natur auszeichnen. Das Wegzüchten von gegen Schädlinge wirkenden Substanzen wie das von Alkaloiden im Falle der Lupine begünstigte das Gefressenwerden. Andererseits mußten zum Schutz vor Schädlingen bei Kulturpflanzen-Sorten **Resistenz-Eigenschaften eingekreuzt**, oft aus Wildmaterial mit eben Resistenzgenen. Bei den als Nahrung resp. Futter verwendeten Teilen mußte es weiterhin um Ungiftigkeit gehen, notfalls nach Entgiftung durch Zubereitung, durch Kochen wie bei den grünen Bohnen. Gefüllte Blüten sind ausgezeichnet durch Blumenblätter an Stelle von Staubblättern. Defekt zuungunsten der pollentragenden Staubblätter?

Defekte wurden bei **Hunden** herangezüchtet, bis hin zu Mißbildungen, die Dackel etwa. Kaum noch laufen können manche Schoßhündchen. Und als Defektwesen muß man auch jene 'süßen', zur Kleinheit herangezüchteten Säugetiere ansehen, die wie manche Katzen, Kleinkaninchen und Zwerghamster das Entzücken von Kindern und auch mancher Erwachsenen sind. Zu Recht wird darüber debattiert, was hier zugelassen werden sollte oder was den unglücklichen Wesen nur eine Qual sein kann bei aller liebevollen Zuwendung der Menschen.

Aber auch ganze Gruppen von Lebewesen sollten gemäß in den 30-er-Jahren entwickelten Vorstellungen auf Verlust, auf "Elimination" von Erbanlagen, aufbauen. Ja **Neotenie** war es im Sinne **abgebrochener Ontogenese** doch ebenso.

Das Bild mußte immer mehr korrigiert werden: Unterschiedliche Manifestation derselben Mutationen – Dominanz, Rezessivität, Penetranz, Expressivität

Das zunächst recht einfache Bild von den Mutationen, die sich nach dem Mendel-Schema vererben und so als Mutationen festgestellt werden können, erfuhr im Laufe der Untersuchungen **manche Erweiterungen**, bis hin zu Zweifeln an den klar unterscheidbaren Genen.

Schon bei den Klassikern der Gentheorie war deutlich geworden, daß sich manche Gene manifestieren, auch wenn die nur in einem Allel vertreten sind, also **Dominanz** zeigen, andere rezessiv bleiben. Was rezessiv war, nicht in Erscheinung

trat, konnte auch nicht der Selektion unterworfen sein. Wie sich aber weiter erwies: Für die Manifestierung eines Gen und damit für das äußere Erscheinen einer Mutation konnte es nicht gleichgültig sein, an welcher Stelle es in einem Genom das veränderte Gen liegt, an welchem Ort, welcher "position", also in welchem "genotypischen Milieu". Das ist der "**position effect**". Es mußten auch **Modifikationsgene/Modifikatoren** anerkannt werden, welche bei den Mutationen und ihrer Auswirkung mitwirken, Variabilität genotypisch bedingen. Ja, es wurde bekannt, daß verschiedene Stämme von *Drosophila* "eine verschiedene Neigung zum Mutieren besitzen", manchmal "eine ungewöhnlich hohe Mutationsrate" besteht, und das "auf einem genetischen Zustand in einem Chromosom beruht, der als Mutator-Gen bezeichnet worden ist" (nach DEMEREC 1937 u. a. zit. bei R. GOLDSCHMIDT 1961, S. 143), also höhere Mutationsrate durch spezielle Gene, **Mutator-Gene** bewirkt wird und nicht oder nicht nur Angelegenheit eines einzelnen isolierten Gens ist. Es mochte Zeiten geben, wo für eine Art eine höhere Mutationsrate positiv ausgelesen wurde (vgl. W. WICKLER 1959, 508). Es fanden sich, so TIMOFEEFF-RESSOVSKY noch 1934 (S. 54), bei *Drosophila* Gene und damit auch Mutationen, die sich "unter allen Umständen konstant und voll manifestieren", aber auch solche, "die sich auch in homozygoten, reinen Kulturen nur zu wenigen Prozenten phänotypisch manifestieren." Das "**genotypische Milieu**" beeinflußt jedenfalls mit "die relative Vitalität der Mutationen ... die Überebenswahrscheinlichkeit ... der in der Natur neu auftretenden Mutationen" (TIMOFEEFF-RESSOVSKY 1934, S. 102). "Dadurch", heißt es weiter, werden unsere Vorstellungen über die Feinheit und Differenziertheit der natürlichen Selektionswirkung stark erweitert." Gene manifestieren sich ebenso in Abhängigkeit von der äußeren Umgebung, in der ein Organismus heranwächst, namentlich etwa der Temperatur, wie eben auch der Anwesenheit von vielen anderen Genen, also dem genotypischen Milieu. Neben der Analyse aller innergenischen Komplexität mußte der Wert einer Mutation **unter verschiedenen Umweltbedingungen getestet** werden, denn unter verschiedenen Bedingungen kann sie sich unterschiedlich gegenüber anderen Mutanten durchsetzen. Die durchschnittlichen Häufigkeit, mit der sich ein Gen manifestiert, wird **Penetranz** genannt. Der Ausprägungsgrad, mit dem sich ein Gen äußert, wenn es dies denn tut, wurde als **Expressivität** bezeichnet. Als Autor beider Begriffe wird auch OSKAR VOGT genannt (C. STERN 1968, S. 311). Warum das so ist, wurde mit Modifikationsgenen auch nur angenähert erklärt. Nicht von allen Genetikern wurden die Begriffe Penetranz und Expressivität akzeptiert. Sie sollten nur Phänomene beschreiben deren kausales Verstehen offen war. Eine Mutation, die keinerlei Penetranz zeigt, bleibt unsichtbar - bis sie irgendwann die Schwelle zu einer wenigstens geringen Penetranz überschreitet - ein gar nicht so leicht nachvollziehbarer Gedanke.

Um 1959 wurde entgegen vorherigen Formulierungen etwa auch von TIMOFEEFF-

RESSOVSKY sogar gemeint, wie es ERNST HADORN (1959) darstellte, daß es wohl gar **keine Gene mit voller Dominanz** gibt. Das von W. LANDAUER (s. a. A. KÜHN 1955, S. 468/469) vor 1933 erforschte "Strupphuhn", das wegen des dominanten Frizzle-Faktors ein abnorm gestaltetes Gefieder hat und wegen mangelndem Wärmeschutz in seiner Existenz bedroht ist, bildet in Heterozygoten zwar einen schwächeren Gefiederschaden aus, jedoch in manchen Zuchtlinien wird die Gefiederstruppigkeit auch in homozygoten FF-Tieren abgemildert, wegen Modifikatoren. Darauf verweisen auch die **Geschlechtsunterschiede**, denn offenbar mit der Ausschüttung von Geschlechtshormonen, die auch genbedingt zu sehen waren, würden sich manche Gene nur geschlechtsgebunden manifestieren, auch solche, die nicht in den Geschlechtschromosomen im engeren Sinne zu lokalisieren sind, also Gene in Autosomen/Nichtgeschlechtschromosomen. Die Geschlechtschromosomen wirkten dann auf das gesamte genetische Milieu. Beim **Rind** waren für die **Milchleistung** und Milchqualität zuständige Gene in beiden Geschlechtern anzunehmen, aber nur im weiblichen Geschlecht, in der Kuh, geschieht ihre Manifestierung (C. STERN 1968, 331).

Die für die Erklärung der Vorgänge der Evolution **zeitweise so eindeutig erscheinende erbliche Variabilität** durch Veränderung einzelner Erbfaktoren, also Gene, wie sie bei DE VRIES erschien und bei aller Betonung der Kleinmutationen und ungeachtet additiv wirkender Gene auch noch bei BAUR bestand, wurde also **wieder einmal undurchsichtiger**. Phänomene mußten umschrieben werden. Die Chromosomenzahlen bei etwa den verschiedenen Pflanzen-Spezies sind sehr unterschiedlich, ohne daß ein Verhältnis zwischen Chromosomenzahl und Merkmalsvielfalt zu erkennen wäre. Und es besteht "zwischen dem Chromatingehalt des Kerns und der Entwicklungshöhe der Arten keinerlei Beziehung" (R. B. GOLDSCHMIDT 1961, S. 485). 'Entwicklungshöhe' ist sicherlich ein schwierig zu bestimmender Fakt, aber die im System der Pflanzen doch als gegenüber den Blütenpflanzen als tieferstehend anzusehenden Farne haben in ihren Zellkernen wesentlich mehr Chromosomen als manche der so hochstehend eingeschätzten Korbblütler, so bei *Crepis*-Arten $n=3$, $n=4$, $n=5$ (L. GEITLER 1929), aber die Art-Unterschiede in den Chromosomenzahlen müssen aber nicht Unterschiede in der Zahl der Gene sein, weil die Zahl der Gene auf den Chromosomen nicht gleich sein müßte. Die Gestalt und Anordnung der Chromosomen, der **Karyotyp**, ist in den verschiedenen Tiergruppen ebenfalls recht unterschiedlich: "Alle Vögel und Reptilien" und dazu die Monotremata "haben einen Ring von großen Chromosomen, in dessen Mitte eine Zahl von kleineren Chromosomen angeordnet ist. Die Mehrzahl der Lepidopteren"/Schmetterlinge "hat eine Gruppe von 60 punktförmigen Chromosomen, die in einer charakteristischen Weise angeordnet sind." Viele Schwanzlurche/"Urodelen haben ungefähr 24 sehr lange, schleifenförmige Chromosomen" und einen charakteristischen Karyotyp gibt es bei den Orthopteren/Geradflügler,

Heuschrecken (R. B. GOLDSCHMIDT 1961, S. 479). In der durch erhöhte Vergrößerung immer sichtbarer gemachten Chromosomen-Struktur schien angezeigt durch Bänder und Scheiben viel Umlagerung stattgefunden zu haben und stattzufinden, und war solche Umlagerung auch bei ganz nahe beieinander liegenden Bereichen, mit dem Elektronenmikroskop, auszumachen. "Punktmutationen" erschienen also "Rearrangements auf submikroskopischer Ebene" zu sein (1961, S. 140, auch S. 155). Jede Umlagerung bedeutete Veränderung des Ortes im Chromosom, also Änderung der Position, damit Auswirkungen als **Positionseffekt**, und **Positionseffekte** schienen so das mutative Geschehen jedenfalls bei Tieren stark zu bestimmen. Schon HEITZ (1955, S. 527) fragte nach der Untersuchungen der Riesenchromosomen mit ihrer Feststellung der Auswirkung von Umlagerungen: "Es ist heute schwerer als je, sich einen Begriff vom Wesen des Gens zu bilden, und es ist vor allem fraglich, ob die Vorstellung des Gens als eines bestimmten Moleküls heute noch haltbar ist." (Hervorhebung im Original). Mit verschiedenen Theorien wurde das zu meistern versucht. So, sollte zwar das korpuskulare einzelne Gen 'bejaht' werden, aber es sollte nicht autonom sein und war "in eine größere funktionelle Einheit einzuordnen" (R. GOLDSCHMIDT 1961, S. 112). Der damals Königsberger Zoologe OTTO KOEHLER, der GOLDSCHMIDT sehr schätzte, meinte in seinen Überlegungen zum 'Ganzheitsproblem in der Biologie' (1933, S. 185), daß es falsch war, sich "das Wirken der Mendelschen Erbfaktoren rein summativ vorzustellen", das heißt in einfacher Beziehung von Erbfaktor und Merkmal, und dabei "die enge Beziehung zwischen Vererbungslehre und Entwicklungsphysiologie überhaupt nicht erfaßte." Kein Erbfaktor wird nur an einer Stelle wirksam: "Die Weißaugenmutante von Drosophila ist keineswegs eine Wildform mit weißen statt roten Augen, sondern ein ganz anderes Tier: die Pigmentierung der Hinterleibringe ist viel schwächer, die Vitalität ist geringer, die Entwicklungsdauer ist verlängert usw. Grundsätzlich wird man sagen müssen, daß ein jeder Erbfaktor für die Ausbildung aller Merkmale mitverantwortlich ist; nur im Ganzheitssystem der Faktorengesamtheit kann er seine Wirkung entfalten." Vor allem GOLDSCHMIDT wurde konsequent: Statt aus einzelnen Genen zu bestehen, schienen das **Vererbungsmaterial** ein **Gesamtsystem** zu sein oder aus einzelnen sich überschneidenden Systemen zu bestehen. GOLDSCHMIDT (1961, S. 159) meinte etwa: "Es gibt keinen besonderen Locus und kein Gen, das mutiert, sondern lediglich einen molekular gesehen ziemlich großen Chromosomenabschnitt, der eine reguläre innere Struktur besitzt, welche eine bestimmte Folge zeigt (d. h. polarisiert ist) und dieser Abschnitt kann sich sogar mit dem nächsten Abschnitt überschneiden. Alle Vorgänge in einem solchen Abschnitt, welche die Reihenfolge sichtbar oder unsichtbar verändern, erscheinen als Mutationen, die alle einander allel sind." Zahlreiche Forscher konnten GOLDSCHMIDT nicht folgen, konnten sich seinerzeit "noch nicht dazu entschließen ..., die klassische Theorie von der

Existenz eines autonomen Gens aufzugeben”, wenn sie oft auch ”einer freieren Form der klassischen Genvorstellung” folgten (R. GOLDSCHMIDT 1961, S. 112). Anhänger der Auffassung von den Einzelgenen verwiesen auch darauf, daß man mit dessen Anwendung doch Erfolge hatte, so in der Pflanzenzüchtung oder es erschien ausreichend auch in der Populationsgenetik (R. GOLDSCHMIDT 1961, S. 477). GOLDSCHMIDT (1961, S. 113) entgegnete, daß die Chemiker mit der Vorstellung von den Bindestriichen in der Valenz-Auffassung auch viel erreicht haben. Aber nunmehr, mit den Atomen mit Kern und Elektronenhüllen, ließen sich die Valenzen eben anders sehen, ohne etwa für die Chemielehre an der allgemeinbildenden Schule ganz verschwinden zu müssen. Wenn Genetik und damit Evolutionstheorie auf dem Konzept der Einzelgene und deren Einzelveränderung aufbauten, war das zunächst ganz richtig, denn wenn einem **Forschungsprogramm** erst einmal gefolgt wird, werden dabei auch Erkenntnisse gewonnen, die zu dessen Erweiterung oder gar zu einem Ersatz führen. Und die Züchter hatten erfolgreich mit dem Mendel-Schema gearbeitet. Der 1958 80-jährig gestorbene GOLDSCHMIDT sah noch nicht in der DNA die Vererbungssubstanz und seine Auffassungen wurden also mit der Erforschung der DNA überholt. Das sollte nicht verkennen lassen, welchen Gedankenreichtum GOLDSCHMIDT in die Debatten geworfen hatte. Fragen blieben auch danach. Es wurde deutlich, daß Gene, deren ”Aktivitäten koordiniert werden müssen” oft auf verschiedenen Chromosomen liegen und diese Aktivitätenkoordinierung müßte verstehbar gemacht werden (so bei VALENTINE and CAMPELL 1975 zitiert bei W. SCHAUMANN 2002, S. 134).

Alle diese Erkenntnisse um **Pentranz und Expressivität** waren auch zu beachten bei menschlichen Erbkrankheiten, die eben nicht immer in der von Merkmalen der Eltern her voraussagbaren Weise auftreten mußten – aber leider konnten. Das mochte die Entscheidung für Abtreibungen erschweren. 100%-tige Vererbung erschien etwa bei Albinismus oder der Hutchinsonschen Chorea und hier war die Annahme von mutierten Einzelgenen berechtigt. Ein Enzym konnte wohl auch unterschiedlich stark verändert sein und der dadurch entstehende Ausfall war dann ebenfalls unterschiedlich. Dann sind dann spätere Erkenntnisse der Genetik.

Phänokopien und die Erklärung der Genwirkung

Die Erklärung für das Wirken der angenommenen Gene wurde weiter kompliziert als gefunden wurde, daß in bestimmten Entwicklungsphasen auf einen Embryo, auch den eines Menschen, einwirkende Substanzen oder Umweltfaktoren überhaupt, Erscheinungen hervorrufen können, die denen von Mutationen gleichen, erforscht bei Defektmutationen. RICHARD GOLDSCHMIDT (1961, S. 262 ff.) nannte diese von ihm untersuchten mutationsgleichen Merkmale 1935 ’**Phänokopien**’.

Eine bleibende Veränderung der Erbsubstanz ist damit nicht verbunden, die Abänderungen gelten als teratologisch. Verschiedene Forscher haben das bei verschiedenen Tieren weiter untersucht. Bei *Drosophila melanogaster* gibt es eine Mutante, *bithorax* resp. *tetraoptera*, bei der auf dem 3. Brustglied, dem Metathorax, sich statt der bei normalen Tieren winzigen Halteren genannten Flügelreste sich vollständigere Flügel ausbilden (A. KÜHN 1955, S. 456). Wirkt auf frühen Embryonalstadien der Wildform 4 Stunden eine Temperatur von 35° C oder Äther ein, wurde dasselbe Merkmal, die 4-Flügelligkeit, hervorgerufen. Die beim Haushuhn untersuchte Mutante **Krüperhuhn**/Creepers fowl mit den verkrüppelten Gliedmaßenknochen kann als Phänokopie hervorgerufen werden **durch** verschiedene von außen **zugeführte Substanzen**, so durch Selen in der Nahrung, oder durch in den Dottersack injiziertes Insulin (A. KÜHN 1955, S. 475). Es mußte gefragt werden: Kann jede Mutation auch als Phänokopie hervorgerufen werden? Kann für gefundene phänotypische Besonderheiten eine Mutation gefunden werden? Was geht von den Genen aus und kann von außen her ersetzt werden? Um 1955 (A. KÜHN, S. 476) mußte noch gelten, daß es in keinem Falle gelungen ist, "den Ausfall des Wildgens durch einen physikalisch-chemisch definierbaren Faktor zu ersetzen, der als die unmittelbare Genwirkung angesprochen werden könnte" (Hervorhebung im Original), denn die Phänokopien kamen wohl durch ihn ersetzende Faktoren zustande.

Auf die Einnahme des als harmloses Schlafmittel geltenden **Contergan** brachten schwangere Menschen-Mütter **Kinder mit verkrüppelten Armen** zur Welt, so wie es solche Mutanten gibt. Durch Contergan war die normale von Genen ausgehende Wirkung auf die Bildung der Vordergliedmaßen offenbar unterbrochen worden. Das glich jenen durch Schädel-Defekte infolge Zugabe von Insulin, Pilocarpin, Borsäure bei Hühnerembryonen betroffenen Hühnern (Internet 2015). Daß die Erbsubstanz unbeschädigt bleibt zeigt das Austragen normal gebildeter Kinder durch die embryonal durch Contergan verkrüppelten, auch geistig durchaus normalen Menschen. Man konnte sie als Heranwachsende in Bibliotheken mit den Füßen geschickt schreiben sehen. Zwischen Erbschäden und teratologischen, also nicht-erblichen Schäden, war eine Beziehung hergestellt.

Mutationen beim Menschen - oft schreckliche Ausfälle

Mutationen gibt es auch beim Menschen, solche, die heterozygot über die Generationen weitergetragen werden und schon vor langer Zeit entstanden sein können oder auch immer wieder neu entstehen. Positiv war die Ausstattung eines Teils der Menschen mit dem Enzym Lactase zur Verarbeitung des Milchzuckers, der Lactose, und damit der Fähigkeit zum Milchtrinken auch der Erwachsenen. Dort, im Norden, wo im Winter kaum Frischgemüse verfügbar ist, war das Überleben

mit Kühen im Stall in der eiweißarmen nordischen Winterzeit möglich, weil die Kuhmilch lieferte, was in der freien Natur fehlte. Erst vor etwa 5000 Jahren (A. C. WILSON 1985, S. 172) soll diese Fähigkeit gewonnen worden sein. Es gibt dominante Mutationen, die sich sofort bemerkbar machen, also oft neu entstanden. Mutationen auch beim Menschen sind vielfach ungünstig, manche schlimm, sind etwa **Ausfälle bei Stoffwechselwegen**. Denkt man an die in normalen Menschen vorhandenen rezessiven Mutationen, trägt auch **Menschheit** eine reiche **'genetische Bürde'**. Angesichts der Erb leiden und auch kleinerer erblicher Mängel beim Menschen mochte man fast denken, daß es gerade beim Menschen kaum die Lebensfähigkeit verbessernde Mutationen gab und gibt. Die **Zahl Erbkranker** war und ist nicht gering. Wie viele Menschen kann man da auch unter Betrachtung von Umweltverhältnissen zu den wirklich und rundum glücklichen rechnen, die auch nicht nur in wenigen Jugendjahren 'glücklich' waren? Wie man in Deutschland um 1937 nach dem später zu Recht stark in Mißkredit geratenen VERSCHUER (zit. bei C. STERN 1968, S. 636) festgestellt hatte, wurden von 1000 Kindern 0,5 aus erblichen Gründen blind geboren, waren 0,7 Taubstumme, wurden 15 - 20 dem erblichen Schwachsinn zugerechnet. 2 bis 4 Lebendgeborene litten an der angeborenen und als erblich geltenden Pylorusstenose, eine Verengung des Magenausgangs zum Zwölffingerdarm. Die Betroffenen überlebten einst das Kindesalter nicht. 1912 wurde erstmals eine erfolgreiche Operation dieser Anomalie durchgeführt (C. STERN 1968, S. 639). Über erbliche Disposition zur Diabetes wird noch im 21. Jh. debattiert. **Erbkrankheiten des Menschen** treten zur Überraschung der unglücklichen gesunden Eltern oft ohne Voranzeige bei ihren Kindern auf. Die mutierten rezessiven, also heterozygot nicht in Erscheinung tretenden Erbanlagen aus beiden betroffenen Chromosomen eines Paares können auch zusammenkommen, also homozygot und damit wirksam werden. Erst dann wird deutlich, daß es diese rezessiven Gene mit schlimmen Auswirkungen überall in der Bevölkerung gibt, daß der einzelne gesunde Mensch sie unerkannt möglicherweise mit sich, in seinen Keimzellen, trägt. Um 1973 waren etwa 500 rezessive Erb leiden beschrieben (D. SPERLICH 1975, S. 175), 1994 ist von etwa 4000 die Rede (J. MURKERT et al. 1994). Könnte und wollte man die Heterozygoten aller solcher rezessiver Erb leiden ermitteln und von der Fortpflanzung ausschließen, "bliebe wohl niemand für die Fortpflanzung übrig" (S. 173). Zudem wirken Dominanz und Rezessivität nicht ausschließlich (C. STERN 1968, S. 675). Bei vielen rezessiven Genen fand sich, daß es jedenfalls bei feinerer Untersuchung ebenfalls eine phänotypische Auswirkung gibt. Auch Homozygotie bedeutet wie im Falle der **zystischen Fibrosis/Mukoviszidose** nicht, daß alle davon Betroffenen im gleichen Maße leiden, während Heterozygote auch die erhöhte Chlorid-Konzentration im Schweiß aufweisen (C. STERN 1968, S. 675). Auch mit Einflüssen weiterer Gene war zu rechnen. Mukoviszidose beruht in ihrer unterschiedlichen Ausprägung

auf fast 2000 verschiedenen Mutationen (Wikipedia 2018)- Bei **Verwandtenehen**, erkennbar **beim Menschen**, auch zwischen Vettern und Nichten, ist rechnerisch und auch in der Tat nachgewiesen die größere Möglichkeit, daß mitgeschleppte sich ungünstig auswirkende Gene homozygot zur Manifestierung kommen. Inzest und überhaupt Verwandtenehen wurden in Europa und auch bei Völkern etwa in der Südsee nicht gebilligt. Schon DARWIN hatte wegen seiner Ehe mit einer Cousine noch ohne die genetischen Kenntnisse Sorge um eventuelle erblich-leidendes Kinder. Unter DARWINs Nachkommen erschienen, von Söhnen angefangen und in weiteren Generationen fortgesetzt, aber auch hochbegabte Gelehrte. Wie weit weltweite Durchmischung mehr Heterozygotie bringt oder genetische Bürde verbreitet erschien (etwa bei D. SPERLICH 1975 , S. 171) offen.

Dominante Erblichen auslösende Gene manifestieren sich auch heterozygot und hier sollte Verzicht auf Fortpflanzung stattfinden, einer Fortpflanzung, die oft ohnehin gar nicht möglich ist. Aber etwa die furchtbare **Huntingtonsche Chorea**, der Veitstanz, tritt erst im Alter von etwa 40 Jahren auf, wenn also oft schon Kinder gezeugt wurden. Ein Teil der Kinder trägt das Gen und ist von dem Leiden bedroht und es ist furchtbar, wenn man früh erfährt, daß diese Genausstattung, eine zu einer verlängerten Polyglutaminkette führende Genvermehrung, vorhanden ist. Wenn die Huntingtonsche Chorea erst in der Mitte des Lebens auftritt, so ließ sich überlegen, daß manche als üblich geltende Altersleiden auch erblich sind, nur werden sie manifest erst nach einem noch längeren störungsfreien Dasein als der Huntingtonschen Chorea und erscheinen dann als übliche Altersleiden. Die Huntingtonsche Chorea gehört zu den Erblichen, die bei entsprechender Chromosomenausstattung so gut wie sicher eintreten. Das gilt nicht für jeden genetischen Defekt (s. a. R. DAWKINS 2016 b, S. 542).

Es gelang die einzelnen der 48 Chromosomen des Menschen zu identifizieren So wurde gefunden, daß auch die **Vermehrung einzelner Chromosomen** schwere Veränderungen im Menschen hervorruft. 1959 fand der Kinderarzt JERO´ME LEJEUNE (Wikipedia 2015), daß beim Down-Syndrom, dem 'Mongolismus', das Chromosom 21 3-mal vorhanden ist, in **Trisomie**. Der Ausdruck 'Mongolismus' ist insofern unpassend, als zwar die Augenverengung wie bei den mongolischen Völkern erscheint, aber die mongolischen Menschen zum Teil besonders hochbegabt sind und nicht die Trisomie 21 aufweisen, die eher intellektuelle Einschränkung bringt. Die Trisomie des Chromosoms 21 läßt sich noch im Mutterleib im Fruchtwasser nachweisen. Eine Frau mit Down-Syndrom kann ein normales Kind bekommen. Ein normales Kind mit einer Mutter mit Down-Syndrom? Man kann viel schönreden und will jene auffangen, welche einen der Natur zuzuschreibenden Genomfehler haben, aber die Abhängigkeit der eigenen Person von einem Fehler in der Chromosomenverteilung ist schon entsetzlich und verdeutlicht die Macht der

Erbsubstanz, der Chromosomen. Aber ein normales Kind mit einer Down-Mutter - wie weit ist auch das zumutbar. 1963 klärte LEJEUNE die Chromosomenzahl-Veränderung beim Katzenschrei-Syndrom. Abteibung wollte der katholische LEJEUNE nicht. Na, weise? Wie weit muß dem sich gebeugt werden?

Zu den **rezessiven** Erbanlagen auf Autosomen, also nicht Geschlechtschromosomen liegenden **Erbkrankheiten**, die unerwartet eintreten, gehört die 1934 erstmals von FÖLLING beschriebene **Phenylketonurie**, welche wegen Unterbrechung eines Stoffwechselschrittes zu schwerer geistiger Hemmung führt, wegen fehlender Myelinisierung der Nerven. Durch Einhaltung einer Diät, mit Eiweißen ohne Phenylalanin, bis zum 10. Lebensjahr, ist die Auswirkung zu vermeiden. 1935 wurde als eigene Krankheit beschrieben die **Mukoviszidose**/Zystische Fibrose, bei der ein Enzymdefekt bewirkt, daß die Sekrete verschiedenster Drüsen eine zu hohe Viskosität aufweisen, also etwa die Atemwege und der Pankreasausführgang verstopft sind. Der eine Enzymdefekt hat also vielfältige Auswirkung, es besteht also Pleiotropie. Die Lebensdauer betrug lange nur bis höchstens 30 Jahre. Bei Neugeborenen stellt man die Mukoviszidose bald fest durch salzigen Geschmack auf der Stirn infolge erhöhter Chlorid-Konzentration. Das rezessive Gen befindet sich in etwa 5% der europäischen Bevölkerung, der Erbdefekt tritt erst bei Vorhandensein beider Gene im Allel eines Chromosoms. Pro Jahr fanden sich in Deutschland etwa 400 neue Fälle. Unterschiedliche Penetranz gibt es bei der **amyotrophischen Lateralsklerose**, bei der wegen langsamer progressiver Degeneration von Nervenzellen im Rückenmark und im Gehirn ein progressiver Muskelschwund stattfindet und der Tod im Mittel nach 3 Jahren eintritt, ein auf den Marianen-Inseln und Guam häufiges Leiden (C. STERN 1968, S. 722).

Nicht jedes Erbkleiden wirkt sich bei seinen Trägern in gleicher Weise aus, es gilt auch hier **unterschiedliche Expressivität und Penetranz**. Für die **Lippen- und Gaumenspalten** beim Menschen war eine genotypische Grundlage augenscheinlich, aber nicht nur die Penetranz, das aus dem Familienstammhaum überhaupt zu erwartende Auftreten, ist bei Männern höher, sondern, wenn Lippen- und Gaumenspalten vorhanden waren, auch die Expressivität, das Ausmaß, war ebenfalls im männlichen Geschlecht beträchtlicher (C. STERN 1968, S. 332/333). Das für den **Harnsäure-Überschuß** im Blut, die Urikämie anzunehmende Gen wirkt sich im männlichen Geschlecht viel häufiger aus, bringt hier viel mehr die **Gicht** (S. 393). Im wesentlichen nur Männer und kaum Frauen bekommen, was meistens erblich ist, eine **Glatze**.

Erbkrankheiten gibt es auch bei den wohlbekanntesten Haustieren. **Hunde** haben manche **rassepezifischen Erbkrankheiten** (s. Wikipedia). Dalmatiner werden oft taub geboren und Welpen müssen für den Kauf darauf geprüft werden. Für den Labrador Retriever werden häufigere Augenkrankheiten genannt, für Möpfe

Atmenot.

Hypothetische und reale Großmutationen als Lösung für das Umwandlungsproblem? Da die kleineren, erforschbaren mendelnden Mutationen für die Evolution nicht auszureichen schienen, so wurde an seltene Großmutationen gedacht, große "Sprünge", die schlagartig neue Formen auftreten ließen, gemäß etwa: "der erste Vogel kroch aus einem Reptilien-Ei".

Größere Mutationen, weniger unbescheiden als etwa bei GOLDSCHMIDT und SCHINDEWOLF (s. u.) angenommen, waren letztlich schon bei DE VRIES beschrieben und so in den Bereich des uniformitaristisch zu Erklärenden gebracht, und etliche Forscher beschrieben größere, von ihnen gefundene Mutationen, die **Art- und Gattungsgrenzen überschritten**. WALTER ZIMMERMANN (1938), Tübingen, verwies auf *Pulsatilla* (bei ZIMMERMANN die wichtigste Art: *Anemone Pulsatilla*), die er als eine für Abänderungsstudien geeignete Gattung erkannte und Proben aus verschiedenen Regionen besorgte (W. WEBER 1982). Die besonders untersuchte Art *Pulsatilla vulgaris* besitzt normalerweise gleichgestaltete zwei Perigonblattkreise bei einer Mutation verschiedengestaltet waren, nämlich die Blätter des äußeren Kreises zerschlitzt, die des inneren Kreises staubblattartig. Es gab auch eine Mutante mit verwachsenen Blütenblättern, mit nur einem in der Gestalt von den Folgeblättern abweichendem Keimblatt, ja mit offener, nackter Samenanlage – Merkmale, die in ganz anderen Pflanzengruppen typisch sind. Allerdings waren ansonsten diese Pflanzen immer noch *Pulsatilla*. In der Blütenform hatte sich hier aber doch einiges geändert.

Ebenfalls recht verschiedene Grade der Abänderung beschrieb H. STUBBE (1941) bei Mutanten von *Antirrhinum majus*. Manche erschienen so stark abgeändert waren, daß sie trotz weiterhin eindeutiger Zugehörigkeit zu *Antirrhinum majus* Merkmale anderer Arten der Rachenblütler/Scrophulariaceen trugen, also Merkmale anderer Spezies trugen. Statt der zygomorphen Blüten wiesen Mutanten, "radialis", mehr oder weniger radiäre Blüten auf, waren die schon länger bekannten "Pelorien". Eine Reihe von Allelen mochten mitspielen, denn es erschienen Übergänge zwischen zygomorph und vollständig radiär. Mutationen war also vielfach nicht "alles oder nichts", sondern es gab graduelle Abstufungen bei der Umbildung eines bestimmten Merkmals. Das ließ den eventuellen Aufbau der Gene doch komplizierter erscheinen als manchmal angenommen. Bei der rezessiven *Antirrhinum majus*-Mutation "transcendens" gab es eine Verminderung der Zahl der Staubblätter, und eine geringere Zahl von Staubblättern als bei *Antirrhinum* war Merkmal anderer Gattungen. Die Verminderung der Staubblattzahl war wiederum nicht konstant. Die Blüte der Mutation "rhinanthoides" ähnelte der Gattung *Rhinanthus* (H. STUBBE 1940).

STUBBE wagte 1940 (b) (S. 596) die Vermutung, "daß die starke Differenzierung der Arten und Gattungen innerhalb einer Familie durch eine wohl ausgewogene Kombination beider Mutationsarten, kleiner und großer Mutationen, entstanden ist."

HANS BURGEFF (1941), seit 1925 Ordinarius in Würzburg, forschte bei **Lebermoosen** der Gattung *Marchantia*, sowohl der einheimischen Art *polymorpha* wie von einer Tropenreise 1927/1928 mitgebrachten Arten. Lebermoos-Thalli sind Haplonten. Veränderungen von Genen schlagen auf Grund der Haploidie sofort durch. Er berichtet von Mutanten, die anderen Arten, ja Gattungen glichen, von "gattungstypischen Großmutationen", von Mutationssprüngen "aller Grade" (S. 299). Gewiß entstand damit nichts vollkommen Neues, aber relativ beachtliche Veränderungen waren zu erhalten. Bei dem verheerenden und sinnlosen Luftangriff auf Würzburg am 16. März 1945 wurde das *Marchantia*-Material BURGEFFS auch vernichtet (E. KNAPP 1978).

Bei *Drosophila* gab es immerhin Mutanten, deren Halteren, "Flügelkölbchen", in Flügel, oder deren Flügel ebenfalls in Halteren, also die viel kleineren und zum Fliegen ungeeigneten Flügelkölbchen, umgebildet waren. Waren die Halteren zu Flügeln geworden, dann hatten diese *Drosophila*-Exemplare das für die Zweiflügler, Diptera, zu denen sie ansonsten eindeutig gehörten, sogar namensgebende Merkmal zugunsten eines anderen aufgegeben.

Verwiesen wurde auch auf das **Absterben zahlreicher Keime schon im Mutterleib** etwa der Säugetiere, wo offenbar fortlaufend stärker mißgestaltete, größere Abänderungen aufweisende Keime auftraten. Im Normalfall nicht lebensfähig, mochte in seltenen Fällen von aberantten Keimen der Beginn neuer lebensfähiger, stark abgeänderter Formen zu suchen sein.

Evolutionsbiologen, welche die Makroevolution durch dieselben Vorgänge erklären wollten, wie sie bei der Rassen-, Art- und Gattungs-Bildung stattfindet, also durch die Summierung der Vorgänge der Mikroevolution, verwiesen auf größere Umwandlungen, die eintreten müßten, wenn Hormondrüsen von erblichen Abänderung betroffen sind oder Allometrien, Wachstumsproportionen betroffen sind.

Von Großmutationen/Makromutationen ist nicht eine völlige Umgestaltung der Organsysteme zu erwarten. Aber ein "embryologischer Apparat, der ein Segment hervorbringen kann, kann auch zwei oder zehn Segmente hervorbringen" und ähnlich wäre es bei Wirbeln (R. DAWKINS et al. 2016 b, S. 632). Die Giraffe mit ihrem langen Hals besitzt übrigens wie die anderen Säugetiere nur 7 Halswirbel, die aber entsprechend gestreckt sind.

Induzierung von Mutationen durch äußere Agenzien

Da die allgemeine Überzeugung besteht, daß kein Phänomen ohne Ursache, ohne bewirkende Faktoren zustandekommt, allgemein Kausalität herrscht, wurden selbstverständlich auch für Mutationen bewirkende Faktoren, etwa aus der Umwelt, angenommen. HANS PRZIBRAM (Wikipedia 2015), der 1944 im Konzentrationslager Theresienstadt 70-jährig gestorbene jüdische Begründer einer aus eigenen Mitteln geschaffenen privaten großartigen Biologischen Versuchsanstalt in Wien, stellte etwa 1912 die Frage, wie weit die gemäß WEISMANN abgesonderten Keimzellen durch ihre Umwelt, durch Temperatur oder den Körper durchdringende Substanzen oder Strahlung wirklich abgeschottet sind und dann nicht verändert oder geschädigt werden können. Wassertiere sind oft fast glasartig durchsichtig, und ihre Keimzellen ebenso. Was materiell ist wie die Erbsubstanz, das mußte von Außenagentien verändert werden wie jede chemische Substanz. **Mutationsauslösende Faktoren** wurden **bewußt gesucht**, nachdem man für die individuelle Entwicklung von Pflanzen und Tieren schon seit längerem die erforderlichen Bedingungen zu ermitteln suchte, auch etwa radioaktive Strahlung auf ihre schädigenden Wirkungen prüfte. Das wurde nun durch die Nachkommenschaftsaufzucht ergänzt. Etwa Temperaturerhöhung oder -erniedrigung hatte bei Schmetterlingen zu Farbänderungen geführt, wenn auch nur zu Modifikationen. Lange blieben abgesicherte Ergebnisse für den Nachweis von Umweltfaktoren als Induktoren für Mutationen aus. Versucht wurde es dann mit allen Agenzien, welche aus der Umwelt als irgendwie auf Pflanzen oder auch Tiere gelten mochten.

BLAKESLEE berichtete in einer Arbeit von 1922 (c) über Versuche mit Radiumstrahlen und meinte, daß er mehr Mutationen erhalten habe. Er sah darin praktischen Nutzen (1922 c, S. 31): "It will be a matter of theoretical interest to be able to control experimentally the production of chromosomal mutations. It might also prove to be of considerable economic importance to be able to produce at will the full range of chromosomal mutants in any plants, especially in those which are propagated by vegetative means" - also rein zu vermehren.

Einen **überzeugenden Beweis** für Induzierung von Mutationen, und zwar durch **Röntgenstrahlen**, erbrachte der US-amerikanische Genetiker HERMANN JOSEPH MULLER 1927 bei *Drosophila melanogaster* (s. auch H. J. MULLER 1948). Die auch in weiteren und auch durch andere erzeugten Mutationen waren verschiedenster Art, Genmutationen wie Neuordnungen in den Chromosomen, also Chromosomen-Mutationen. Eine andere Seite von MULLERs Tätigkeit ist sein Einsatz für 'gelenkte Evolution' (s. d.) auch für den Menschen selbst, eine Weiterführung der schon im 19. Jh. angestrebten Eugenik, aber auch seine Warnung vor der radioaktiven Verseuchung der Umwelt.

Mit der **Induzierung von Mutationen** war in die Evolutionsforschung eine **neue Beziehung von Umwelt und Evolution** erfaßt worden. Bisher sollte die Umwelt abgesehen von Modifikabilität für die Evolution nur über Selektion wirken. Nun also war klar, daß Umwelt **auch erbliche Variabilität**, Mutabilität, hervorbringen kann. Der Weg zu auch zu manchen **Spekulationen** war eröffnet, über Wirkung radioaktiver Stoffe in der Erdrinde oder gar von **hochenergetischen Einwirkungen aus dem Weltall** (s. SCHINDEWOLF unt.).

Durch Substanzen, durch **Chemikalien**, erzielte Mutationen zuerst FRIEDRICH OEHLKERS, Ordinarius für Botanik an der Universität Freiburg i. Br., mit Urethan und die als Jüdin emigrierte CHARLOTTE AUERBACH in Edinburgh bei *Drosophila* mit dem als Kampfgas benutztem "lost" (H. MARQUARDT 1974). Wie MULLER (1946, S. 273) berichtet, hatte J. M. ROBSON in Edinburgh bemerkt, daß Senfgas somatisch ganz ähnliche Wirkungen hervorbringt wie X-Strahlen und daraus abgeleitet, daß beide auch auf Keimzellen ähnlich wirken möchten. Frau AUERBACH bestätigte das. Es gab dabei Gen- wie Chromosomen-Mutationen, falls es eben Gen-, Punkt-Mutationen überhaupt gab (vgl. R. B. GOLDSCHMIDT 1961, S. 115). Sauerstoff spielte bei der Auslösung von Mutationen bei Bakterien mit (1961, S. 115) und es gab Mutationen bei *Drosophila*, die sich als **temperaturabhängig** erwiesen (A. KÜHN 1955, S. 453). . STUBBE berichtete, daß durch Einwirkung von Chloralhydrat, Kupferchlorid, Alkohol, Pyridin und anderen Substanzen bei *Antirrhinum majus* eine durch runzlige Blätter infolge Gewebeentartung ausgezeichnete Mutante, "acorrugata", gehäuft auftrat (A. KÜHN 1938). Nicht festzustellen war damals, ob mutationsauslösende Substanzen bis zu den Chromosomen vordringen oder sich vielleicht außerhalb des Zellkerns verändern und dann wirken.

Im Jahre 1937 berichteten der A. F. BLAKESLEE und AMOS G. AVERY über induzierte Chromosomenverdoppelung, also **Erzeugung von Polyploidie**, bei Pflanzen mittels Einwirkung von **Colchizin**/Kolchizin, dem Alkaloid von *Colchicum autumnale*, der Herbstzeitlose, vor allem auf Samen. Im Juni 1934 hatte beide Forscher mit Versuchen zur Chromosomenverdoppelung mittels chemischer Substanzen begonnen und nur Colchizin als wirksam gefunden. Auf das Colchizin waren sie gelenkt worden durch O. J. EIGSTI, der selbst 1938 bei den Zellen der Wurzeln der Zwiebel eine Unterbrechung der Kernteilung/Mitose durch Colchizin fand (H. KAPPERT 1978, S. 99). Auch zur Polyploidie-Erzeugung wurde mit verschiedenen Faktoren experimentiert. P. MICHAELIS (W. STUBBE 1987, S. 70) war von den Pflanzen in Schneetälchen in den Alpen angeregt worden, es mit Kälte zu versuchen.

Gerade die chemische Mutationsauslösung und deren Umstände wie die Beeinflussung durch Sauerstoff ließ die **Gene und die Vererbungssubstanz** als chemisch

Faßbares erscheinen, materiellen Einflüssen, physikalischen oder chemischen, unterworfen wie alle Substanzen.

Mutationen zu induzieren, "künstlich" zu erhalten, wurden gerade in den 30er-Jahren nach den Erfolgen mit einigen Faktoren zahlreich und **mit den verschiedensten Agenzien** und der Einwirkung auf den verschiedensten Entwicklungsstadien einer Art versucht. **Bestrahlt** wurden bei Insekten Eier, Puppen, Larven, ganze Tiere. Bei Pflanzen wurden bestrahlt Samen, Vegetationskegel, Knospen, reifer und somit befruchtungsfähiger Pollen (H. STUBBE 1934). Sichtbares Licht, auch in Kombination mit zugesetzten Farbstoffen, wurde ebenso geprüft wie Nährstoff-Änderungen (H. STUBBE 1940 a). H. STUBBE fand eine mutagene Wirkung bei Chloralhydrat, Phenol, Kaliumrhodanid. TIMOFEEFF-RESSOVSKY prüfte **Neutronen**"strahlen" (1938).

Wenn HAGERUP gar angenommen hatte, daß große Kälte und Wärme Polyploidie auslöste, dann konnte das eine Anregung zur Testung verschiedener Agenzien sein.

Mit der Induzierung von Mutationen standen dem Züchter wie dem Forscher mehr an nutzbaren Mutationen zur Verfügung, wenn auch nicht lenkbar in erwünschte Richtung und es erschienen immer wieder die gleichen Mutationen, und solche, welche auch spontan auftraten.

Mit der Entdeckung der Induzierung von Mutationen durch verschiedene Agenzien wurde Licht geworfen auf **mögliche mutationsauslösende Faktoren auch in der Natur**, vielleicht auch nur in vergangenen Erdzeitaltern aufgetretene. In der Erdgeschichte nur **zeitweilig verstärkt** vorhandene Agenzien konnten zu bestimmten Zeiten gehäuft Mutationen hervorgerufen haben und Ursache sein für die explosive Formen-Neuentstehung in manchen Perioden. Der Paläontologe OTTO H. SCHINDEWOLF, Tübingen, postulierte seit 1950 als solches Agens die in manchen Perioden der Erdgeschichte möglicherweise verstärkte **kosmische Strahlung**, die **Aussterben wie** Entstehung neuer Gruppen durch **verstärkte Mutabilität** verursacht haben könnte. Diese erhöhte kosmische Strahlung mußte keineswegs erstrangig direkt wirken, sondern konnte als Sekundäreffekt die Bildung radioaktiver Isotope hervorrufen und diese mochten in den Stoffkreislauf auf der Erde, schließlich bis in Meerestiefen, eindringen. SCHINDEWOLF meinte 1958 (S. 278) in seiner vorsichtigen Erörterung: "Ich hoffe, damit nicht eine ephemere Modehypothese aufgestellt zu haben, die nur dem Zeitgeist unseres gegenwärtigen Atom- und Radioaktivitäts-Denkens entsprungen ist." Aber etwa ein schwaches sich umpolendes Erdmagnetfeld kann durchaus dabei eine Rolle spielen.

Die **natürliche Strahlung auf der Erdrinde** war nach Untersuchungen von MULLER (1930) **zu schwach**, um etwa die spontane Mutationsrate jedenfalls in

der bestehenden Höhe zu erklären, wie auch H. STUBBE 1934 betonte.

Ergänzend kann gesagt werden, daß vielleicht starke Vulkanismus, wie er in einigen Erdperioden herrschte, die **Ozon-Schutzschicht geschwächt** haben könnte. Nach dem Krakatau-Ausbruch 1883 mit seiner Salzsäure-Abgabe soll die Schwächung bis 8% betragen haben (Internet sciencexx, 28. 10. 2018), dann wäre also eine Schwächung des Ozonschildes aktualistisch erklärt. Aber die Schwächung des Ozonschildes wird vor allem auch mit Aussterben in Verbindung gebracht.

Gerade in der **Pflanzenzüchtung** wurde zunächst viel auf induzierte, womöglich bisher unbekannt Mutationen gesetzt. BLAKESLEE schrieb 1937 (S. 410) im Zusammenhang mit der Mitteilung über die Erzeugung polyploider Formen mit Hilfe von Colchizin: „with increasing knowledge of the constitution of chromosomes and of methods whereby their structure and behavior may be altered, there arises an opportunity for the genetics engineer who will apply knowledge of chromosomes to building up to specifications form of plants adapted to the surroundings in which they are to grow and suited to specific economic needs.“. Hier erscheint also, im Jahre 1937, der Terminus **”genetics engineer”**..

Mit Strahlen suchten Mutationen auch für praktische Zwecke zu induzieren HANS STUBBE oder in Halle im Umkreis von THEODOR ROEMER der 1943 37-jährig an den Verletzungen nach einem Unfall als Kanonier verstorbene RUDOLF FREISLEBEN und ALFRED LEIN. Großartige Neuheiten blieben allerdings hier wie anderswo aus. Erhalten wurden zunächst etwa polyploider Klee, und BLAKESLEE und AVERY berichteten über tetraploiden Mais und tetraploide Citrus-Früchte von allerdings geringerer Qualität und über Entwicklungsverzögerung bei Tetraploidie. Die Hoffnung der Pflanzenzüchter, daß sich gewonnene polyploide Formen der Kulturpflanzen als resistenter oder wüchsiger erweisen, hat sich nicht im erwarteten Maße bestätigt. Nicht jede Vervielfachung von irgendwelchen Chromosomensätzen erhöht also offenbar den Selektionswert, vielleicht nur die Vervielfältigung ganz bestimmter Chromosomen und es gab auch unter den polyploiden Pflanzen eine starke und lange Auslese stattgefunden.

Für die **Menschheit** war die Entdeckung der Induzierung von Mutationen durch energiereiche Strahlung und Chemikalien wichtig und zugleich schockierend, denn solche mutagegen Agenzien wurden durch die Technik und Industrie gehäuft in die menschliche Umwelt gebracht. Damit gab es die Gefahr, daß das **Erbgut von Menschen über die Generationen bleibend verändert** wird. Die Mutationen, wie schon gesagt, sind aber meistens Defekte. Schutz vor mutationsauslösenden Agenzien mußte damit zu den wichtigsten Sicherungsmaßnahmen für die menschliche Zukunft gelten. In Deutschland Evolutionsbiologen wie HANS STUBBE etwa 1934 und WALTER ZIMMERMANN 1938 warnten wegen zu er-

wartenden Erbschäden vor dem starken Einsatz von kurzwelligen Strahlen 1938,. Die Gefahr von radioaktiver Strahlung kam vor allem mit Kernwaffen-Experimenten und ließ führende Genetiker wie PAULING, MULLER, STURTEVANT ihre Einstellung fordern.

Mit der Entdeckung mutagener Agenzien kam ein **neuer** Zug von **Umweltabhängigkeit** in die Betrachtung der Lebewesen.

Gene kontrollieren Gene und die Mutabilität - das Genom nicht allein von Einzelgenen her zu verstehen

Wie sich eine **Mutation auswirkt**, etwa in der Dominanz, wird auch **von anderen Genen mitbestimmt**, Modifikatorgenen. Die einzelenen gesehene Gene erwiesen sich damit als eingebunden in ein System. Es wurden, bei *Drosophila*, Mutationen gefunden, die in der Keimzellenreifung in der Meiose die Chromosomenverteilung und das crossing-over kontrollieren (zit. bei N. V. TIMOFEEFF-RESSOVSKY et al. 1977, S. 95). Der Genotyp war also "als einheitliches integriertes System zu betrachten, welche offensichtlich nur in einigen Fällen auf einzelne Gene aufgeschlüsselt werden kann" (N. V. TIMOFEEFF-RESSOVSKY et a. 1977, S. 102). Eine mäßige optimale Heterozygotie sollte einen adaptiven Vorteil bringen, einen 'Heterosis-Effekt, der bei Kreuzung zu weit entfernter Individuen nicht auftritt (nach MUKAI bei N. V. TIMOFEEFF-RESSOVSKY et al. 1977, S. 102).

Der Polymorphismus innerhalb der Arten, am gleichen Standort

Bei **sexueller Fortpflanzung** weist außer bei 1-eiigen Zwillingen **kein Individuum den gleichen Genbestand wie ein anderes Individuum derselben Art** auf (E. VOLAND 2009, S. 56). Die Angehörigen einer Art mit ihren nicht einmal von Individuum zu Individuum gleichen Genbestand haben in ihrem oft großen Verbreitungsgebiet also vielfach größere Unterschiede in der genetischen Ausstattung. Die Fortpflanzung miteinander ist dabei durchaus möglich. Aber die Individuen haben oft ein so unterschiedliches Aussehen, daß man viele solcher Individuen vom äußeren Aussehen her verschiedenen Arten zurechnen möchte. Für das Phänomen, daß nicht nur innerhalb einer Art insgesamt, sondern innerhalb eines räumlich begrenzten Bestandes einer Art, innerhalb einer Population einer Art, **genetisch und so im allgemeinen auch phänotypisch unterschiedlich aussehende Individuen** auftreten prägte der Oxforder Genetiker EDMUND BRIS-

CO FORD den Terminus "**genetic polymorphism**". FORD einer der zeitweilig führenden britischen Evolutionsbiologen, wird geschildert (R. DAWKINS 2016, S. 143, 594) als 'exzentrisch, frauenfeindlich', aber welcher Wissenschaftler ist schon all-right. TURESSONs **Standortstrassen** von Pflanzen wuchsen voneinander getrennt, in verschiedenen Biozönosen. Als genetisch polymorph erscheinen die Individuen aber auch am gleichen Standort, wobei innerhalb eines Standortes natürlich auch unterschiedliche Nischen vorhanden sind. "- morphism", "morphismus" bedeutet Unterschiede in der 'morphie', im Aussehen. Aber auf das äußere Bild beschränkte sich der Polymorphismus nicht und wurde dann der Polymorphismus auch auf andere Eigenschaften übertragen. Der Terminus "**Polymorphismus**" ist **älter**, wurde benutzt für die morphologische Vielgestaltigkeit innerhalb einer Art, etwa der Honigbiene mit ihren Kasten, also anders definiert als der Polymorphismus der Genetiker. FORD (1960, S. 189, zit. nach 1940a, 1957) definierte dann den genetischen Polymorphismus als: "the occurrence together in the same habitat of 2 or more discontinuous forms of a species in such proportions that the rarest of them cannot be maintained merely by recurrent mutation". Vielleicht noch eine neuere Definition von 'genetischem Polymorphismus (D. SPERLICH 1973, S. 86): "..., daß in einer Population oder des Menschen ständig mehrere verschiedene, distinkt unterscheidbare Formen nebeneinander vorkommen, deren Unterschiede erblich sind. Im einfachsten Fall wird das darauf rückführbar sein, daß von einem Gen mehrere verschiedene Allele in einer Population vorkommen. In komplizierteren Fällen wird es sich um komplexer determinierte Eigenschaften handeln", also etwa die Wirkung eines Genkomplexes. 'Vielfalt' bringt für eine Art Stabilität (E. O. WILSON et al. 1973, S. 128), was nicht Vorteile für Artbastarde bedeutet. Nicht unter den Begriff genetischer Polymorphismus fallen Unterschiede, etwa morphologische, die Altersunterschiede, durch Parasiten bedingte Entstellungen, saisondimorphe Formen, umweltbedingte Modifikationen betreffen. Verletzungen /Traumen) verändern nicht das Genom.

Eine Frühjahrs- und Sommerform besteht bei derselben Schmetterlingsart im Falle der *Araschnia levana*. Aber ob ein Individuum auf Umweltfaktoren mit einer bestimmten Modifikation reagiert, eine bestimmte 'Reaktionsnorm' aufweist, ist genetisch bestimmt, sind also Modifikationen, nicht unbedingt genetisch gemeinter Polymorphismus,

Morphologisch sichtbar ist etwa der genetisch bedingte Farbunterschied bei Individuen derselben Art, also beim '**morphologischen Polymorphismus**', wobei auch hier von nicht unter das Phänomen genetischer Polymorphismus fallenden Modifikationen unterschieden werden muß. Dem bloßen Naturbeobachter begegnet die morphologische genetische Polyporphismus bei den verschiedenen Arten in der Natur, weil etwa das Gen oder die Gene für das Merkmal "Blütenfarbe" in ver-



Abbildung 139: Polymorphismus: *Cepaea*, hier bänderlos.

schiedenen Zustandsformen, verschiedenen Allelen, auftreten. In einem blühenden Bestand des Hohlen Lerchensporn/ *Corydalis cava* oder des Roten Fingerhuts, *Digitalis purpurea*, blühen oft nebeneinander Individuen mit roten und mit weißen Blüten, auch in einem völlig gemischten Bestand unter völlig gleicher Umwelt, Daß die weißblühenden Pflanzenindividuen meist in der Minderzahl sind spricht für einen erblichen Unterschied und zwar für Dominanz des Gens für "Rot" über das Gen für "Weiß". Letzteres wäre also rezessiv. Selektion der weißblühenden Pflanzenindividuen und deren Kreuzung unter sich müßte einen erblich weißblühenden Bestand hervorbringen. Als erblich erwies sich, zuerst in den Zuchtversuchen bei A. LANG, die Bänderung und Farbe der Schnirkelschnecken *Cepaea nemoralis* und *Cepaea hortensis* (F. A. SCHILDER 1952, S. 95/96, D. SPERLICH 1973, S. 109) , und liegt also auch hier genetischer Polymorphismus vor wie bei den verschiedenen Marienkäfer-Arten, so *Adalia bipunctata* (F. A. SCHILDER 1952, S. 97/98).

Unterschiede in der Chromosomenstruktur bei einem Individuum gegenüber einen anderen müssen nicht im Erscheinungsbild, im Phänotyp eines Individuums sichtbar sein, haben aber vielleicht Auswirkung auf die Vitalität. Erkennbar wurden Umkehrungen, Inversionen, einzelner Chromosomenteile mikroskopisch an den Riesenchromosomen vor allem bei Diptera/Zweiflüglern wie *Drosophila*. Es gibt also einen **Inversionspolymorphismus**. Genetischer Polymorphismus kann auch **physiologisch** (D. SPERLICH 1973, S. 115 ff.) sein, so für die **Blutgruppen** beim Menschen (S. 120 ff.), oder kann das **Verhalten** (S. 118 ff.) betreffen, eventuell oh-



Abbildung 140: Wenn 1 Art: Polymorphismus.



Abbildung 141: Polymorphie: *Corydalis cava*.

ne sichtbare Unterschiede der damit ausgestatteten Individuen, der **'Ethologische Polymorphismus'** (E. VOLAND 2009, S. 128). .

Von großem genetischem Polymorphismus **nicht in einem natürlichen isolierten Raum** zeugen etwa die zahlreichen Rassen bei manchen Haustieren, allen voran die Hunde. Die Unterschiede der Hunde-Rassen sind so groß, daß man die Rassen, wüßte man nicht um ihre Herkunft und mögliche Paarung, als unterschiedliche Arten betrachten müßte, viel unterschiedlicher als die Wildesel in Afrika und Inner-Asien. Zunehmende "Polymorphie" kann die Aufspaltung einer Spezies vorbereiten.

Stark polymorph und ohne drohende Artaufspaltung **sind die Menschen**, auch die in etwa einem Dorf. Die weltweite Durchmischung erzeugt noch mehr individuellen Polymorphismus, wenn man den Begriff, wie in der Humangenetik (C. STERN 1968) geschieht, auch hier verwendet. Die lateinamerikanischen Länder mit ihrer Durchmischung von eingewanderten Weißen, dort heimischen Indios und eingeführten afrikanischen Sklaven zeigen da ein buntes Bild, mit Begriffen wie Mestizen und Mulatten nur angenähert gefaßt. Von Frauenschönheiten wie in Kuba wird oft geschwärmt.

Problematischer fehlender Polymorphismus.

Während sich viele Spezies als polymorph erwiesen, fanden sich allerdings auch **Spezies mit fast keiner genetischen Verschiedenheit** zwischen den Individuen. Ermittelt wurde das, viel später, beim **Gepard**, der Cheetah/*Aninonyx jubatus*, der wenigstens 1986 in vielleicht noch 20.000 Exemplaren einige Teile Afrikas bewohnte - oder vielleicht muß man sagen: In dieser zwar geringen, aber immerhin vorhandenen Zahl wieder bewohnte. Der möglicherweise einst genetisch vielfältigere Bestand war wohl irgendwann früher nahezu ausgestorben und von wenigen Exemplaren her hat sich die Spezies wieder vermehrt (s. Gendrift) (O'BRIEN et al. 1986).

Bei **Zootieren** gibt es eine ähnliche genetische Verarmung, sind ja nur ein geringer Bestand der genetischen Vielfalt in der Natur, weshalb Wiederauswilderung von kleinen Zootier-Beständen nicht die einst wohl größere genetische Vielfalt einer Art wiederherstellt, jedenfalls nicht ohne ausreichende neue Mutationen. Leider ist zu befürchten, daß die Auswilderung geringer Bestände einer Art aus Zoologischen Gärten oder auch die Erhaltung nur kleiner Bestände einer Art in einem begrenzten Gebiet manche Art auf die Dauer nicht retten wird.

Die Ebenen der Evolution - die chemisch-molekulare und die Makroebene

Weder die chromosomale noch die molekulare Ebene konnten die gesamte Evolution erklären. Die Veränderungen in der Gensubstanz, die **Mikroebene**, sind das eine. **Unter den** infolge der Veränderungen in der Erbsubstanz **veränderten Lebewesen**, den Phänotypen, wird in der **Makroebene, in der Natur entschieden**, in den Populationen, etwa unter den Individuen einer Vogelart in einem Wald. Wer überlebt kann seine Genausstattung weitergeben und so wird die indirekt ausgelesen, mit den begünstigten Vogelindividuen und so der für diese zuständige Genausstattung. Die USA-Biologin LYNN MARGULIS wird mit dem Satz zitiert (bei R. LEWIS 1982 a, S. 1091): "The big question is the relation between what molecular biologists measure and the processes of evolutionary change in populations of organisms." Der Vorwurf des Reduktionismus für eine rein chemisch-molekulare Betrachtung liegt nahe.

Was begünstigte offenbar die Diploidie der vorherrschenden Generation bei den Organismen

Die sich sexuell vermehrenden Tiere sind außer in den Keimzellen diploid, haben also den doppelten Chromosomensatz und damit jedes Gen in 2 Varianten, und diese Gene oft heterozygot. Bei sich parthenogenetisch fortpflanzenden Organismen werden meistens diploide Generationen eingeschaltet. Bei den Gefäßkryptogamen und auch bei Thallophyten ist oft die sichtbare vorherrschende Generation diploid. Mit den Vorstellungen vom Vorteil des Polymorphismus und des Genpools kam auch die Bewertung der **Diploidie als günstige, Überleben besser sichernde Eigenschaft**. Die meisten Organismen sind Diplonten, besitzen den doppelten Chromosomensatz - oder ein mehrfaches davon. Haplonten, und zwar auch morphologisch auffallende, gibt es unter den Algen ebenfalls. **Weshalb setzte sich aber dann**, oberhalb der Algen und der Lebermoose, **der diploide Zustand durch**, beschränkte sich bei den höheren Kryptogamen auf die unauffälligen, allerdings die sexuelle Fortpflanzung tragenden **Stadien?** Diploidie bedeutet, so kam dann die Schlußfolgerung, Erhöhung der Variabilität, wenn auch mit Auftreten ungünstiger Variationen, aber eben bei sich wandelnder Umwelt auch besser den neuen Verhältnissen angepaßter. Erst schrittweise setzte sich diese Auffassung deutlich durch. Das "Erbgut von haploiden Lebewesen liegt gleichsam nackt dem vollen Zugriff der Selektion ausgesetzt" (H. MARKL 1983, S. 49). Das diploide Lebewesen trägt in vielen Individuen verborgene rezessive Erbanlagen, die sich nur in manchen Individuen, wenn homozygot geworden, manifestieren. Aber es kann

Umstände geben unter denen es nötig ist, daß die angehäuften "genetische Reserve", "bei höheren Organismen oft gewaltige Vorräte" sich manifestiert und so wenigstens etliche Individuen überleben läßt. HUBERT MARKL sprach 1983 von der "Evolution aus dem Widerspruch."

Der schwedische Algenforscher / Algologe NILS EBERHARD SVEDELIUS (C. SKOTTSBERG 1961) meinte 1921, daß dann, wenn der diploide Organismus seine Reduktionsteilung bei der Bildung der Geschlechtszellen erst im reiferen Stadium erlebt und dabei doch recht viele Geschlechtszellen gebildet werden, auch viele verschiedene Chromosomen-Kombinationen auftreten, was die Variabilität erhöht und mehr Ausgangsformen für Selektion bereitstellt. Variabilität – das galt auch als der Sinn der Sexualität. Variabilität sollte für eine Art immer günstig sein und rasche Anpassung an veränderte Umwelt erlauben.

Eine etwas andere Erklärung, aber auch im Sinne der Förderung der Variabilität, gab FRITZ VON WETTSTEIN (1943; A. KÜHN 1961). Bei diploiden Organismen könnten zahlreiche rezessive, also unter dem Einfluß des dominanten Gens im Allelenpaar nicht in Wirksamkeit tretende Erbanlagen / Gene mitgeschleppt werden, die zwar homozygot unter den derzeitigen Bedingungen unterlegene Eigenschaften sich manifestieren ließen und so rasch der Auslese verfallen. Jedoch unter geänderten Bedingungen könnten aber die durch sie bewirkten Eigenschaften im Vorteil sein. Individuen der Art, bei denen sie nun homozygot und damit wirksam auftreten, könnten überleben, würden die Art als solche, wenn auch verändert "retten". Nur der diploide Zustand läßt jenen "Genpool" bestehen, dem eine ausreichend Antwort auf neue Bedingungen in der Existenz einer Art zukäme – selbstverständlich bei zahlreicher Auslese der nunmehr nicht mehr angepaßten Individuen.

Rezessive Gene wirken homozygot teilweise auch pathogen, sind schädlich, sind "(eine wirklich genetische Belastung!)", die aber "können morgen unter anderen Bedingungen eine rasche genetische Neuanpassung ermöglichen, viel rascher, als wenn man wie ein Haplont erst auf geeignete Mutationen warten muß" (H. MARKL 1983; S. 50).

Feststellung der Masse der Desoxyribonukleinsäure als Chromosomen-Substanz als Schlüssel für die Deutung von Evolution

ALFRED EZRA MIRSKY (S. S. COHEN 1990) und Mitarbeiter am Rockefeller Institute in New York sahen um 1948 in der Desoxyribonukleinsäure zumindestens einen beständigen Bestandteil der Vererbungssubstanz. Ihren Gehalt in den Chromosomen der verschiedenen Arten festzustellen führte über die rein morpho-

logische Feststellung der Chromosomen hinaus und zu der späteren chemischen Genom-Analyse hin. Es wurde festgestellt (1951), daß der Gehalt an Desoxyribonukleinsäure in den verschiedenen somatischen Zellen konstant ist. Untersucht wurden bis 1951 neben Mollusken über 30 Fisch-Arten Lungenfische, Amphibien, Reptilien und Vögel. Festgestellt werden sollte unter anderem, ob mit höherer Stufe am anzunehmenden Stammbaum der DNA-Gehalt zunahm, was teilweise der Falle war. Bei jedem als Gen betrachteten Abschnitt der Vererbungssubstanz mochte bei vielen Organismen aber mehr als 1 DNA-Molekül vorhanden sein. Höhere Formen der Wirbeltiere wiesen sogar einen niedrigeren DNA-Gehalt auf als niedrigere Formen, was die evolutionäre Deutung der Dinge nicht leichter gestaltete.

Fortpflanzungsbarriere als Voraussetzung der Neubildung einer Spezies

Spezies unterscheiden sich durch fehlende oder wenigstens stark eingeschränkte Kreuzbarkeit miteinander oder wenigstens der Entstehung nur steriler Bastarde nach Kreuzung. Die Fortpflanzung zwischen zwei Formen kann auf verschiedene Weise unterbrochen werden, durch **physiologische**, aber auch durch **räumliche** oder in der Fortpflanzungszeit **zeitliche Trennung**. Von wildlebenden Säugern werden manche ähnliche als eigene Arten geführt, aber können sich nur wegen getrenntem Vorkommen nicht vermischen. Im Zoologischen Garten zusammengehalten kreuzen sich etwa die verschiedenen "Arten" der Wildesel oder teilweise die auch als Arten getrennten Großkatzen.

Manche Haustiere besitzen zahlreiche unterschiedliche Formen und diese pflanzen sich dennoch miteinander fort. Alle Hunde-Rassen oder Rassen der Pferde, Rinder, Ziegen und anderer bekannter Tiere werden daher in einer Spezies eingeordnet.

Eine Fortpflanzungsbarriere zwischen 2 Formen bedeutet nicht, daß die beiden nicht miteinander kreuzbaren Arten nun auch in anderen Merkmalen weiter auseinanderstehen als bei miteinander noch kreuzbaren Formen der Fall ist. Morphologisch ganz ähnliche Formen können etwa bei der Meiose nicht überwindbare Unterschiede besitzen. Bei *Erophila verna*/Frühlings-Hungerblümchen bilden manche Kleinarten miteinander gekreuzt nur sterile Bastarde, aber eine Aufteilung von *Erophila verna* nicht nur in "Kleinarten", sondern in "gute" Arten erschien doch zu weit zu gehen (O. TEDIN 1925)., und so gab es hier also eine Fortpflanzungsbarriere auch bei intraspezifischen Taxa. Andererseits wollte man die miteinander bastardisierbaren *Salix*-, Weiden-Arten zu einem großen Teil in einer *Salix*-Art vereinen, was aber den Taxonomen auch wieder zu weit ging.

Die **Entstehung** von **Fortpflanzungsbarrieren** muß als besonderes Ereignis etwa neben der Mutabilität, ja als eigener Evolutionsfaktor bei der Artbildung gelten.

Eine physiologische Trennung kann auch etwa durch **verschiedene Sexuallockstoffe** zustandekommen. Sollen ja auch beim Menschen manche Frauen bestimmte Männer gern "riechen" und andere nicht "riechen können" – durchaus wörtlich chemisch, gemäß abgesonderten Geruchsstoffen gemeint.

Überlegungen zur "Materialisierung" der Gene und damit der Grundlage der Mutabilität

Im Kreuzungsexperiment war versucht worden, die Erbfaktoren aus den unabhängig voneinander weitergegebenen Merkmalen zu fassen. Was aber diese von der Biologen aufgestellten Gene chemisch sind, was bei ihrer Veränderung sich eventuell chemisch abspielt, blieb offen resp. es wurde allenfalls darüber spekuliert. Gene waren "**formal**" erfaßt, nicht aber in ihrem materiellen Wesen. Bei der Genetik der MORGAN-Schule sprach man nicht zu Unrecht von der "formalen Genetik". Die chemische Struktur der in oder mit den Chromosomen vermuteten Vererbungs-substanz blieb offen, auch wenn von ihr zu erwartende, ja zu fordernde Eigenschaften, so wieder bei SCHRÖDINGER 1944, offensichtlich waren, vor allem **identische Reduplikation und relative Stabilität**. Für das Verständnis der Evolution waren die Eigenschaften der Gene wichtig und mußte diese manchmal fast von anderen Gebieten der Evolutionslehre isolierten Forschungen dennoch eine Basis.

Was aber sind die Gene? Erhofft wurde ihre substantielle Aufklärung etwa durch die **Errforschung der Viren**. MULLER hatte in den 20-er Jahren des 20. Jh. überlegt, ob die Gene den allerdings damals noch wenig bekannten Viren, speziell den "d'Herellen", also den "Bakteriophagen", wesensgleich sind, die "**Bakteriophagen**" **vielleicht freigesetzte Gene**, vielleicht sehr niedriger Organismen, darstellen. Gene waren damit niedrige biologische Wesen, die in den Zellkern gebunden wurden. An ein Zustandekommen der Eukaryoten-Zellen durch Symbiose von prozellulären Gebilden war ja ohnehin schon gedacht worden.

Vielleicht, so konnte man ableiten, gab es als Anfang des Lebens überhaupt freie "Gene", die dann unter Einbeziehung von Eiweißkörpern zu ersten frühen primitiven Lebensformen führten. Freie Gene waren möglicherweise die frühesten Lebensformen. Die **Bakteriophagen** sind noch vorhandene **freie "Gene"**, so wie sie am Anfang des Lebens bestanden. Dagegen spricht, daß jedenfalls alle heutigen Viren auf Wirte angewiesen sind, sich nicht außerhalb solcher vermehren (M. SCHWYZER 1991). Viren sind dann möglicherweise erst entstanden, nachdem ihre Wirte, in denen sie heute leben können, sich herausgebildet hatten. Variabel sind sie ohnehin genug. Dann wären Viren vielleicht einmal aus Zellen eines Or-

ganismus entwichene, abgesprungene Gene, sekundär freigewordene Gene. Gene können Viren bei ihrem Freiwerden ohnehin mit sich schleppen.

Die wenigstens Ähnlichkeit der **Viren** mit Genen wird nahegelegt durch ihre **Umsteuerung von Stoffwechsel-Vorgängen in** von ihnen befallenen **Wirtszellen**. Eindringen von Viren ist wie Einschleußen eines Fremdgens in eine Zelle, die im Falle vieler betroffener Zellen für den Organismus wenigstens bis zur vollendeten Abwehr oder dem Stilllegen der Viren auch eine Art genetische Veränderung ist. Deutlich war das bei Pflanzen. Menschen nießen mit induziertem Nasenschleim, in welchem Viren verbreitet werden. Die Tollwut-Viren verändern im menschlichen Gehirn das Verhalten, sodaß der Virus durch den beißenden Betroffenen verbreitet wird. Aber Viren sind nicht die einzigen Parasiten, die in ihren Wirten Verhaltensänderungen hervorrufen können. Betrachtet man die Viren als eine Art Gene wären die Grenzen zwischen **Vererbung durch Gene und Infektion**, "heredity and infection" (C. D. DARLINGTON 1954, F. JACOB et al. 1961), gefallen.

Während die Gene in den Chromosomen in eine auch mit der geordneten Vermehrung verbundenen Struktur eingebunden sind, wäre das bei den Viren in den Zellen allerdings nicht der Fall und etwa H. STUBBE (1940 a) verwies auf doch bestehende Unterschiede zwischen den im wesentlichen gebundenen Genen in den Chromosomen und den freivagabundierenden Viren.

Bestrahlung lebender Blätter von *Nicotiana tabacum*, die normales Tabakmosaik-, TMV-, Virus enthielten, ergab weiterverimpfbare Veränderungen im Symptombild. Nicht gelang das mit hochgereinigtem Virus in Lösung oder fester Substanz, also veränderten sich "lebende" Viren, solche in Pflanzenzellen.

Nachdem durch MULLER die mutagene Wirkung von Röntgenstrahlen und etliche Zeit später durch andere die von Substanzen festgestellt war, erschien eine chemische Veränderung in der - noch - hypothetischen Vererbungssubstanz nahezuliegen und erschien diese als **chemisch faßbar**. TORBJÖRN CASPERSSON (1948) betonte in seiner Würdigung von MULLER aus Anlaß der Verleihung des Nobelpreises für Physiologie oder Medizin 1946 an MULLER, daß die von diesem erzielte Induzierung von Mutationen durch Röntgenstrahlen die "materialization" des Gens bedeute, während vorher das Gen "a philosophical idea rather than a tangible reality for empirical research" war.

Aus der Art, wie Röntgenstrahlen mutationsauslösend wirken, nämlich direkt proportional der Gesamtdosis, wurde die **Eintreffer-Reaktion** abgeleitet, die einer Mutation zugrundeliegende offensichtliche Veränderung in der Atomlagerung in einem Molekül eines Gens. Gene besaßen offensichtlich eine aus Atomen aufgebaute stabile Struktur.

Neue Erkenntnisse über die Wirkungsweise von Erbanlagen und ihre Folgerungen vor allem in den 30er Jahren des 20. Jh. - Genphysiologie

In den 30er Jahren des 20. Jh. gab es Erkenntnisse, welche die Auffassung von den voneinander unabhängigen Erbfaktoren zumindestens teilweise korrigierten. Es wurde außerdem an ausgewählten Organismen bis zu einem gewissen Grade ermittelt, wie Gene wirken. Das geschieht, so angenommen noch vor dem Ende der 30er Jahre des 20. Jh., durch die Erzeugung bestimmter Enzyme. Diese katalysieren bestimmte Stoffwechselschritte. Fällt durch Mutation die Erzeugung eines solchen Genproduktes aus, wird der von ihm katalysierte Stoffwechselschritt unterbrochen. Eine Verlustmutation folgt.

Die weitere Annahme von Genprodukten bedeutete auch, daß dieses an verschiedenen Stellen des Entwicklungsprozesses eingreifen kann (E. MAYR 1959), denn eine Substanz mußte sich im Körper verbreiten können. Ja, es wurde dankbar, daß Genprodukte viele, ja alle Merkmale eines Lebewesens beeinflusst, demnach ganzheitlich wirkt. Infolge der vielseitigen Wirkung einzelner Gene beziehungsweise von deren Produkten und durch das **Zusammenwirken verschiedener Gene** erschien ein Organismus dann **nicht mehr als ein solches Merkmals-Mosaik** wie DE VRIES behauptet hatte. Der **Ganzheitsgedanke** kehrte bis zu einem gewissen Grade ein,

Zu erklären war auch, warum zwar fast **jede Zelle** eines **Vielzellers** in ihrer Erbsubstanz **alle Erbanlagen** der ersten Keimzellen besitzt, aber **nur eine** oder wenige davon **exprimiert**, 'anschaltet', in Erscheinung treten läßt. Das alte Problem der Zelldifferenzierung. Warum werden die einen Zellen, an ihrem Ort, zu Leberzellen, andere zu Verdauungsfermente abgebenden Darmzellen. Wenn die Inselzellen der Pankreas in der Insulin-Produktion versagen, dann können eben nicht Zellen des Ohrläppchens als Ersatz stimuliert werden. Einer Forschergruppe mit GEORGE HALDER, PATRICK CALLAERTS, WALTER GERING gelang 1995 (zit. aus R. DAWKINS 2008, S. 215) bei manipulierten Drosophila-Larven Augen, Komplexaugen, an verschiedenen Körperstellen zur Ausbildung zu bringen, zu exprimieren.

Und dann auch noch das: Plasmatische Vererbung

'Vererbung' war lange nur als bewirkt durch die Gene auf den Chromosomen betrachtet worden. Aber manche Botaniker kamen zu der Annahme, daß es Erbfaktoren auch außerhalb des Zellkerns geben könne, im Protoplasma. Das sollte durch



Abbildung 142: *Epilobium hirsutum* L..

reziproke Kreuzung auffindbar sein, das heißt der eine Kreuzungspartner, meinetwegen A genannt, diente einmal als **pollenliefernde Vaterpflanze** und der andere, B, als der mit der zu befruchtenden Eizelle. Dann wurde das **umgekehrt** gemacht, B war Pollenlieferant, A die befruchtende Mutterpflanze. Der befruchtende Pollenkern bestand nur aus dem Zellkern, die Eizelle aber enthielt auch Protoplasma - und übrigens auch Mitochondrien. Verwirklicht hat das zum einen PETER MICHAELIS (W. STUBBE 1987), Nach Assistentenstellen in Jena und Stuttgart und beruflichen Schwierigkeiten erhielt MICHAELIS am 1. April 1933, noch unter BAUR, eine Stelle am Kaiser Wilhelm-Institut in Müncheberg. Der Nachfolger des im Dezember 1933 verstorbenen BAUR, WILHELM RUDORF, "gestand dem schon aus der Jenaer Zeit mit Erfahrungen ausgestattetem MICHAELIS 1935 eine eigene Abteilung für Plasma-Vererbung zu" (W. STUBBE 1987, S. 71) und das zeigte, welches Interesse damals daran bestand, vielleicht auch wegen mancher Probleme mit der Beschränkung auf das Mendel-Schema. Die Partner für die reziproke Kreuzung waren zuerst *Epilobium hirsutum* und *Epilobium luteum*. *Epilobium*/Weidenröschen gehört wie die viel erforschte *Oenothera* zur Familie Onagraceae/Nachtkerzengewächse. Es wurden auch Rassen innerhalb von *Epilobium*-Arten gekreuzt und fanden sich auch hier Plasma-Unterschiede. Um 1947 hatte MICHAELIS "ungefähr 500 Sippen von 25 Arten von *Epilobium* untersucht" (S. 72). Es fanden sich auf das Plasma zurückführbare Unterschiede. Aber es betraf Merkmale, die ebenso von Chromosomen-Genen betroffen waren. Offen blieb, ob es eigenständige, den Genen vergleichbare Vererbungsträger im Plasma gibt. Von Mitochondrien war noch wenig bekannt.

Ein zweiter Erforscher der Plasmatischen Vererbung in Deutschland war JULIUS

SCHWEMMLE (C.-G. ARNOLD 1981), seit 1930 Professor in Erlangen, ein als sehr bescheiden geschilderter Forscher. Hauptsächlich forschte er mit *Oenothera*. Als Assistent in Tübingen hatte er um 1924 reziproke Bstarde ebenfalls bei *Epilobium* erzeugt, zwischen *Epilobium parviflorum* und *Epilobium roseum*. Nicht nur die Plastiden sollten an dem spezifischen Anteil des weiblichen Partners beteiligt sein, sondern er vermutete noch weitere Erbträger im Plasma und sprach vom **Plasmon**, als Unterschied zu dem in den Chromosomen vorliegenden **Genom**. Über Vererbungssubstanz in den Mitochondrien wußte auch er nichts.

Weitere Evolutionsfaktoren als die Mutabilität – erste Hälfte 20. Jahrhundert

Für die Durchsetzung, auch Verminderung und Auslöschung von Mutationen in der Natur erschienen als die weiteren Evolutionsfaktoren **Selektion**, "**Gründer-Populationen**" (**founder principle**) (E. MAYR), **Elimination** (REINIG), **Isolation** - in Raum und Zeit, **Gendrift (drift)**, **Annidation** (Einnischung) (WILHELM LUDWIG). Als eigenständiger Evolutionsfaktor wurde auch die Entstehung von **Fortpflanzungsbarrieren** (reproductive isolation) (G. L. STEBBINS 1960, 1961) genannt.

Vom auswertbarem Material (W. F. REINIG 1938) her gab es zunehmend eingehende Untersuchungen, etwa von Ornithologen über die Rassen der Vogel-Arten und deren Verbreitung - ein Material, wie es in der zweiten Hälfte des 19. Jh. allenfalls für die "Variationen der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation" aufkam. **Massenweise** wurden **Meßwerte** etwa bei Vögeln, über Körperlänge, Schnabellänge, Schwanzlänge und anderes veröffentlicht - Material, wie sie etwa W. F. REINIG auswertete,

Nach ihrer Wirkung durften diese Faktoren nicht als gleichwertig gelten. G. LEDYARD STEBBINS unterschied 1960 (1961) Mutation, Rekombination und Selektion als die "essential processes" und sah "reproductive isolation" sowie "effects of chance" in "accessory roles". Zwischen diesen Evolutionsfaktoren erschien auch **Zusammenwirken**, was die analytische Betrachtung nicht ausschloß, wie TSCHETWERIKOW wußte (1926/1961, S. 193): "But we cannot approach such a complex phenomena as the evolutionary process otherwise then by a preliminary breakdown into its component elements, viewing different aspects separately, analysing it into parts and carrying the analysis to the logic end possible." Synthetische Formulierungen erschienen TSCHETWERIKOW 1926 noch zu früh.

Selektion und - falls als eigener Evolutionsfaktor anerkannt - Annidation (Ein-

nischung) bewirkten **Kanalisation der Umbildungen in einer bestimmten Richtung** unter einsehbarer Kausalität. Gendrift und Entstehung von Gründerpopulationen waren vom Zufall bestimmt bis Selektion mit eingriff (K. PÄTAU 1944). Die Selektion wurde manchmal mit "Zufall" verbunden, aber gerade sie wirkt in bestimmter Richtung, von bestimmten Bedingungen geleitet. Die Evolutionsfaktoren außer der Mutabilität beruhen auf Verarmung eines reicheren Bestandes an Erbfaktoren, wobei der Verlust eines Teiles der Erbfaktoren zu einem neuen Artbild führt. Die Evolutionsfaktoren außer der von innen heraus erfolgenden spontanen Mutabilität werden stark von der Außenwelt bestimmt, sind also **ökologische Faktoren**.

Der Evolutionsfaktor "Selektion" in der auf Genetik begründeten Evolutionstheorie

Selektion – auch in ihrer Vielgestaltigkeit

Von manchen Evolutionsbiologen, so von WEISMANN, am Ende des 19. Jh., zum fast beherrschenden Faktor der Evolution erhoben. Es wurde die Selektion von ebenso bedeutenden Biologen, so von OSCAR HERTWIG, als bestenfalls zweitrangig angesehen. Ging man wie die moderne Genetik aus von der der Richtungslosigkeit der Mutationen, dann mußte die Selektion als der **richtungsgebende**, als der "**kanalisierende**" Faktor angenommen werden. Es war wohl richtig, wenn festgestellt wurde, daß "Wettbewerb" sich direkt nur für die Gegenwart feststellen ließe und aus der Vergangenheit nur aus den geronnenen Ergebnissen erschlossen werden könnte (W. G. BRAAKHEKKE 1984).

Die Wirkung der Selektion war gegeben, wenn bestimmte **Mutationen** unter bestimmten oder den Standard-Bedingungen **eher überlebten** als die normale Standardform. Das wurde zuerst nachgewiesen namentlich für etliche Mutationen bei *Antirrhinum majus* ("natura", "heroina", "alpina") und bei Drosophila. Als **selektionsneutral** wurden manchmal die Blutgruppen angesehen, aber FORD (1957) u. a. sahen sie verknüpft mit bestimmten Krankheiten. Wurde für eine Abänderung zunächst kein Vorteil gefunden, wurde gern Zuflucht bei dem Konzept von der "Pleiotropie" ("pleiotropic action") gesucht, wonach dasselbe Gen in verschiedener Weise wirkt und nur eine davon nützlich sein mußte, um positiver Selektion zu unterliegen. Auch konnte ein Merkmal unter vergangenen Bedingungen nützlich gewesen sein, blieb nach deren Veränderung aber erhalten, schwierig nachprüfbar, denn die "**historische Ökologie**" war noch kaum erschlossen (E. MAYR 1960/1961).

Wie weit und wie schnell durch Selektion neue Rassen und Arten entstehen, ist

sicherlich eine nicht so eindeutig beantwortbare Frage. Aber klar ist, daß mit der gewollten oder unbeabsichtigten Überführung von Arten von Kontinent zu Kontinent, von Region zu Region die **neu hinzugekommenen Arten oft** einen **überlegenen Konkurrenzkampf** führen und heimische Arten verdrängen (s. a. ZIRNSTEIN andere seiner Internet- Dateien). Solche verdrängende Konkurrenz nimmt immer mehr zu. Es wird von manchem Naturfreund bedauert. Zu Ende des 20. Jh. kamen manche hinzu: In die freie Natur ist auch in Europa der aus Amerika stammende **Waschbär**/*Procyon lotor* entwichen und wird immer häufiger, von Gartenbesitzern oft eher verdammt als willkommen geheißen. Und die aus Afrika stammende **Nilgans**/*Allopothen aegyptica* und dann die Kanadagans/*Branta canadensis* setzen sich gegenüber heimischer europäischer Konkurrenz in der Entenwelt durch.

Ausbreitung in warmen Meeren gibt es beim schön tiefroten Rot-**Feuerfisch**/*Pterois antennata*, Familie **Scorpaenidae**/Skorpionfische, deren Flossenstacheln bei Berührung auch für den Menschen tödlich sein können. Einst gab es den Feuerfisch nur im Süd-Pazifik und Indischen Ozean, hat sich aber nun auch in der Karibik ausgebreitet und räumt unter den anderen Fischen auf und gefährdet die Ökosysteme. Zahlreiche Freizeittaucher sollen die Rot-Feuerfische jagen. Auch im östlichen Mittelmeer, auch bei Rhodos, soll er um 2015 gesehen worden sein. Man spricht von "Invasion der Feuerfische" (YouTube 2019, Basler Zeitung 30. 7. 2019, Radio Kreta 2019 u.a.).

Die Verbreitungskarten der Tiere der Zoologen veränderten und verändern sich. Es gibt nicht nur vom Aussterben bedrohte Arten, sondern auch solche die sich vermehren.

Legion ist die Zahl fremder Pflanzenarten, **Neophyten**, die sich in Europa ausbreiteten und einheimische Arten teilweise verdrängten, so die Wasserpest/*Elodea canadensis*.

Gerade im 20. Jahrhundert wurde betont, auch unter Beachtung der Vorgänge in der Natur und in Zurückweisung einseitiger, auch politisch begründeter Behauptungen, daß **Selektion keineswegs nur "Kampf"** ist, ja nicht einmal bevorzugt, jedenfalls nicht so zwischen Individuen derselbe Art. Gewiß läßt die Selektion nur eine begrenzte Individuenzahl überleben, aber 'Flucht', 'Feigheit' und Leben im Verborgenen können Überleben und damit erhöhte Individuenzahl sichern. Gute Nahrungsverwertung kann Überleben sichern, ebenso Aufzucht der Nachkommen. Schutz gegen Austrocknung war oft wohl wichtiger als Raubtier-Abwehr. Der moderne Menschenkrieg ist ohnehin kein geeignetes Auslese-Verfahren.

Daß Raubtiere schon früh in der Evolution allerdings Schutzmechanismus nötig machten, also "Kampf" zwischen verschiedenen Gruppen stattfand, wird durch

die schweren Schutzmechanismen der frühen "Fischartigen", der Ostracodermen, nahegelegt. Es wurde sogar gemeint, durch A. S. ROMER, daß man die 'Feinde' kenne, die Eurypteriden (H. W. SMITH 1959, S. 32), deren größte, *Pterygotus buffaloensis*, eine Länge von 3 Meter erreichten.

Selektion gilt als der Faktor, der 1. den **naturegegebenen Polymorphismus einschränkt** und "distinct species in distinct environments" begünstigt (W. B. TURRILL 1936, S. 50), wie schon M. WAGNER meinte, 2. den Polymorphismus aber auch in einer bestimmten Balance hielt (R. A. FISHER 1936). Außer der stabilisierenden und der umbildenden Wirkung der Selektion wurden unterschieden von J. M. LERNER (1959): 1. **directional selection**, indem eine Population in der Zeit sich insgesamt umbildete, 2. **disruptive selection**, indem eine Gruppe durch verschiedenen Selektionsbedingungen in den verschiedenen Teilen ihres Verbreitungsgebietes sich in Untergruppen (subgroups) spaltete.

Die Wirkung der Selektion wie der Verlauf von Evolutionsprozessen wurde untersucht im Zusammenwirken (s. dort) (P. M. SHEPPARD 1956) von 1. **theoretischen**, vor allem **mathematischen Studien**, 2. **Feld-Forschung**, 3. **Experimental-Untersuchungen**

Mathematische Behandlung der Selektion

In **mathematischen Modellen** wurde berechnet, in welcher Zeit bei angenommenen **Selektionsvorteilen (selective advantages)**, das heißt angenommenen quantitativen Fortpflanzungsbegünstigungen von bestimmten Mutanten gegenüber der Ausgangsform, sich eine neue Mutante in welchem Verhältnis in einer Population durchsetzt. Zunächst wurde von einfachen Verhältnissen ausgegangen, etwa einem einzigen veränderten Erbfaktor, der ein einziges, klar definiertes Merkmal betraf. Bedeutende Inauguratoren dieser Forschungsrichtung waren Sir RONALD FISHER, J. B. S. HALDANE, S. WRIGHT (P. M. SHEPPARD 1956), SERGEJ SERGEJEWITSCH TSCHEWTERIKOW (CHETWERIKOV). R. FISHERs Werk "Genetical Theory of Natural Selection" von 1930 wurde als größtes Werk über Evolutionstheorie im 20. Jh. bezeichnet (E. B. FORD 1956), wenn auch von manchen Biologen nicht so recht verstanden. FISHER hatte etwa berechnet, daß selbst ein ziemlich geringer Selektionsvorteil, von 1% und weniger, eine Form in der Natur begünstigt. Bei zahlreichen Abänderungen mit unterschiedlichem Selektionsvorteil wurde die Berechnung kompliziert.

S. S. TSCHEWTERIKOW berechnete (1926/1961), mit welcher Häufigkeit rezessive Mutanten homozygot werden und sich so etwas durchsetzen, wenn sie in bestimmter Prozentzahl in einer Population vorhanden sind. Es ergab sich, daß "with

an intensity of selection of even 10 per cent almost 20 000 generations are required just to increase the number of homozygous dominant forms from 90,7 to 99,9 per cent" (S. 183). Ebenso erschien es als fast unmöglich, daß seltene rezessive Gene sich in einer großen Population vermindern, geschweige denn beseitigen lassen, da sie nur selten homozygot erschienen. Das gilt für rezessive Erblichen des Menschen, die leider immer wieder unerwartet und zum Schrecken der nichtsahnenden Eltern auftreten.

Mathematisch-deduktive Ableitung von Evolution auf der Grundlage der Genetik

Die Feld- und Laborforschung oder die Auswertung von Präparatesammlungen wurde begleitet oder es gingen ihr voraus mathematische Ableitungen über die Möglichkeiten der Durchsetzung neuer Mutanten und damit den Ablauf von Evolutionsprozessen.

Bestehen wegen Veränderung der Selektionbedingungen, etwa infolge Wegfall eines Feindes oder Schadfaktors, beide Formen wegen gleichmäßiger Chance für beide Allele nebeneinander, dann erscheint eben Polymorphismus (S. S. TSCHETWERIKOW 1926/1961). „It is“, wie TSCHETWERIKOW (1926/1961, S. 186) schrieb, „entirely possible that in at least several of the cases of polymorphic species presently observed we are dealing with precisely this kind of cessation of the action of selection, although it is also possible that in other cases the observed polymorphism of the species is just a transient condition of transformation of the species under a relatively weak intensity of selection“. Geminderter Selektionsdruck mußte rasch zur Ausbreitung von schädlichen Genen (deleterious genes). Auch isolierte Gruppen zeigten bald in der Tat ein neues Bild.

Selektion, so wurde deutlich, kann aber auch bewirken, daß von einer polymorphen Spezies **bestimmte Allele in einer bestimmten Umgebung in einem bestimmten Verhältnis**, in einer bestimmten **Balance** gehalten werden, wie R. A. FISHER (1936) formulierte, daß „in polymorphic species we have natural markers maintained in equilibrium by a balance of selective agencies“. Solange die Bedingungen unverändert bleiben, findet dann trotz Polymorphismus keine Veränderung im Bilde der Art statt und die verschiedenen Formen erscheinen immer wieder in etwa gleicher Häufigkeit, wie eben rot- und weißblühender Roter Fingerhut / *Digitalis purpurea*.

Das Musterbeispiel für Balance zwischen Genen war lange Zeit die **Sichelzellen-Anämie**, genau untersucht zuerst von ALLISON.

Ein Zoologe wie CAIN (1979, S. 600) vermerkte, daß die mathematischen Berechnungen zwar Möglichkeiten bieten, aber die Überprüfung in der Natur folgen muß,

Versuche zu Eignung und Selektion

Auch in der **Natur oder in Laboratoriumsuntersuchungen** mußte festgestellt werden, ob die Vorgänge dort wie berechnet ablaufen, die Hypothesen und Theorien sich also verifizieren ließen. Wie P. M. SHEPPARD (1956, S. 308) formulierte: "This mathematical approach tells us what will happen in any particular set of circumstances under the conditions laid down for the model, but it does not show us whether the model, in fact, represents the situation found in nature." Aber die Evolutionsbiologen arbeiteten auch unabhängig von den mathematischen Berechnungen.

Direkte Konkurrenz-Versuche

Von Botanikern wurden zwei oder mehr Formen unter- und nebeneinander angebaut und geprüft auf unterschiedliches Gedeihen gegenüber dem Gedeihen bei isolierter Anzucht.

Mit solchen Untersuchungen gingen namentlich etliche russische Botaniker voran und gaben damit Anregung zu solchen Untersuchungen. Viel erwähnt wurde WLADIMIR NIKOLAJEWITSCH. SUKATSCHEW (1928), führender russischer Forstbotaniker, der seit 1915 im Garten des Forstinstituts in St. Petersburg (dann Leningrad) das Durchsetzungsvermögen bei Biotypen des Löwenzahn, *Taraxacum officinale* prüfte. Wegen der ungeschlechtlichen Vermehrung (Apogamie) von Löwenzahn, konnten die verschiedenen, als erblich anzusehenden Biotypen ohne Gefahr einer Vermischung aufgezogen werden. Im Jahre 1924 wurden 1. Versuche mit örtlichen Biotypen und 2. mit Biotypen verschiedener geographischer Herkunft durchgeführt. Es zeigten sich Unterschiede in der Konkurrenzfähigkeit.

In einem Konkurrenz-Versuch bei CARL CORRENS (1930) wurde besonders deutlich, wie man für solche Studien geeignete, immer gleiche Bedingungen für die konkurrierenden Partner schaffen muß und wie man etwa in der Wägung des Trockengewichtes das Ergebnis feststellt. Ab 1917 hatte CORRENS von der Normalform von *Urtica urens*, Kleine Brennessel, *typica*, und einer von ihr abstammenden und nur heterozygot lebensfähigen, hellblättrigeren Form, *per aurea*, je 2 Keimlinge in gleichgroßen Töpfen aufwachsen lassen. Zufällig war ihm bei den zunächst nicht für diese Beobachtung angepflanzten Pflanzen beim Zusammen gedeihen beider aufgefallen, daß die *typica* auffallend größer als bei der Entwicklung von 4 *typica*-Pflanzen und die *per aurea*-Pflanzen auffallend kleiner waren, sich also

die *typica* stärker entwickelte als wenn sie nur unter sich aufgezogen wurde. Die jahrelangen Untersuchungen ergaben stets dasselbe Ergebnis, wie *typica* die konkurrenzstärkere, sich gegen eine andere Form stärker als unter gleichen Individuen durchsetzt.

Der besonders durch seine Untersuchungen über die Sexualität der höheren Pilze hervorgetretene HANS KNIEP, 1924 als Botanik-Ordinarius von Würzburg nach Berlin gegangen, veröffentlichte in seinem Todesjahr 1930 "Über Selektionswirkungen in fortlaufenden Massenaussaaten von *Schizophyllum*", *Schizophyllum commune*. KNIEP verstand, daß die Mutanten oft sehr geringe Abweichungen von der Stammform sein können, aber die Verschiedenheit der über das bessere Gedeihen der Formen entscheidenden Standortfaktoren ebenfalls sehr klein sein können und fand in der Tat, daß manche Linien sich mehr durchsetzten als andere.

Unterschiedliche Eignung verwandter Formen in gleicher Umwelt

Von Seite der Zoologen hat TIMOFEEFF-RESSOVSKY (1936) in Berlin-Buch festgestellt, daß bei höheren Temperaturen die Schlupfrate bei *Drosophila melanogaster* höher ist als bei *Drosophila funebris*, bei niederen Temperaturen aber ein umgekehrtes Verhältnis vorliegt. Umweltbedingungen, so wurde hier deutlich, bestimmen also die Überlebenschancen von 2 verwandten Arten unterschiedlich. In der Natur kommt *Drosophila funebris* mehr als *melanogaster* im kühlen Klima vor.

Verteilung polyploider Pflanzen bevorzugt in extremen Räumen mochte Ergebnis von Selektion sein.

Wie später namentlich Botaniker zeigten, kommen manche Pflanzentypen in der Natur **nicht in dem Milieu**, vor, daß im Aufzuchtversuch für sie als **optimal** gefunden wurde. Sie müssen sich mit einem Milieu begnügen, in dem sie der Konkurrenz 'Stärkerer' nicht ausgesetzt sind.

Die **Vielfältigkeit der Umwelt** als eine Gegebenheit, ja ein Faktor für das Überleben bestimmter Mutationen betonte der Genetiker CYRIL DEAN DARLINGTON (s. etwa 1953). Neutrale Mutationen konnten nicht nur erhalten bleiben, sondern Nutzen bekommen, wenn sie in die für sie geeignete Umwelt gelangten, also ihre Anpassung anderswo als am Entstehungsort entfalteten. Das sollte auch für die Menschenwelt gelten. Wenn möglichst viele verschiedene Existenzmöglichkeiten gegeben wären, konnten die verschiedensten Typen ein Unter- und Auskommen finden. Einseitigkeit in der Umwelt löscht viele Formen aus. Und

in der Menschenwelt muß ja mancher ein nicht an erster Stelle geliebten Beruf ergreifen.

Selektion kann, und dann schwer erfaßbar, auch auf dem Embryonalstadium stattfinden; BLAKESLEE (1922 b) sprach von "Developmental Selection".

Indirekte Hinweise auf vor nicht langer Zeit stattgefundene Selektion

Daß in **historischen** und damit angenähert feststellbaren **Zeiten** offenbar eine Differenzierung von Arten stattgefunden hat, etwa in Samen-Größe und Lebensrhythmus, und zwar mit Selektion, legten manche Acker-Unkräuter und Wiesenpflanzen nahe, die **bestimmten Kulturpflanzen und bestimmten Kulturmethoden** oder dem **Mahdrhythmus** auf Wiesen **angepaßte Formen** aufwiesen.

Bei Wiesenpflanzen verwies RICHARD VON WETTSTEIN 1896 (a, b) auf *Euphrasia*/Augentrost, der in 2 verschiedenen Arten oder wenigstens Unterarten auf Mähwiesen auftritt, und zwar in Beziehung zu den Zeiten des Mähens, also mit **Saisondimorphismus** – ein auf WALLACE zurückgehender Terminus. Eine hypothetische Stammart der europäischen *Euphrasia* auf Wiesen mochte sommerblütig gewesen sein, aber die mit der Mahdzeit verbundene Auslese begünstigte die vor der ersten und dann vor der zweiten Mahd blühenden und fruchtenden Individuen, während die dazwischen reifenden von dem wachsenden sonstigen Wiesenpflanzen, so den Gräsern, überwuchert wurden. VON WETTSTEIN baute solche *Euphrasia* im Prager botanischen Garten an. Die Art "montana" wuchs, zwischen dem dann geschnittenen Gras, rasch, blühte Anfang Mai, eilte den benachbarten, dann höher werdenden Pflanzen voraus. *Euphorbia "Rostkoviana"*, wurde vom später geschnittenen Gras zunächst überwuchert, blühte dann meist erst ab Anfang Juli, also nach den umgebenden Pflanzen und vor der zweiten Mahd. Die heutigen *Euphrasia*-Arten mochten demnach mit der heute üblichen Wiesenwirtschaft entstanden sein, und für deren Aufkommen gibt es "mithin Anhaltspunkte" (S. 48). Zwei saisondimorphe Arten fanden sich auch bei *Gentiana*-, Enzian-, Arten.

Unter Einbeziehung der dann errungenen Ergebnisse der Genetik hat in Schweden OLOF TEDIN (1925) die Herausbildung von Biotypen bei **Ackerunkräutern** an ihre erst in historischen Zeiten angebauten Kulturpflanzen erfaßt, so beim Leindotter/*Camelina sativa*, einem gelbblühender Kreuzblütler, von dem eine verwandte Art auch als Ölpflanze angebaut wurde. Als 1917 in Svalöf zwischen "echtem Lein" 2 vor allem in der Blattform stark verschiedene Formen von *Camelina* angetroffen wurden, nahm sich TEDIN der taxonomischen Neuaufstellung der Gattung

an und konnte auch Herbarmaterial erhalten. Gab es im Lein auch unterschiedliche Biotypen von *Camelina*, so zeichneten sie sich etwa in der Samengröße durch Gleichheit mit dem Leinsamen aus, was ihre Mitvermehrung bei der Reinigung und Aussaat der Leinsamen erklärlich machte. Dieses Merkmal mußte erst mit der Einführung von Lein als Kulturpflanze entstanden sein, da andere *Camelina*-Biotypen sich darin unterschieden. 1924 erhielt TEDIN auch Samen von verschiedenen *Camelina*-Formen, die als Unkraut zwischen der kleinen, auf sandigem Boden angebauten weißblühenden Futterpflanze Fatterspergel, *Spergula arvensis*, Form *sativa*, einem Nelkengewächs, wuchsen. Bei allen sonstigen Unterschieden zeichneten sich die im Fatterspergel auftretenden *Camelina* im Unterschied zu denen im Lein aus durch kleine Schoten, kleine Samen und geringere Schotenstellwinkel – also geeignet für die Mitvermehrung von Fatterspergel.

Später wurden noch weitere, verfeinerte Anpassungen bei *Camelina* erkannt (K.-H. KNÖRZER 1978).. Als noch Lein mit leicht aufspringenden Samen angebaut wurde und dieser Lein vor der Reife geerntet werden mußte, war Leindotter mit leichter aufspringenden Samen Unkraut im Lein. Mit dem Aufkommen des Schließleins (*Linum usitatissimum ssp. usitatissimum*) wurden Formen des Leindotters ausgelesen, deren Schoten sich wie die Leinkapseln nicht öffneten und deren Samen erst beim Dreschen des Lein-Saatgutes ebenfalls aus den Früchten fielen und wieder mit den Lein-Samen, denen sie auch in der Größe nunmehr gleichkamen, auf den Lein-Feldern ausgesät wurden. Nur bei relativ allmählicher Einführung der Lein-Kultur ist konnten sich diese Anpassungen, auch in Verzweigung und Wuchsform, herausbilden. Leindotter wurde dann auch eine ölliefernde Kulturpflanze, mindestens seit der frühen Eisenzeit, um 600 v. Chr. im Rheinland.

Unter den 'baltischen Endemiten', Arten oder Unterarten in dem erst vor etwa 12.000 Jahren eisfrei gewordenen Gebieten, sah W. ROTHMALER (1957) 12 Arten, die nicht auf eisfreien Hügeln, Nunatakkern, überlebten, sondern **nach dem Eisrückzug neu** entstandene Formen sind, also **in den letzten 12.000 Jahren** aus verwandten Arten hervorgingen. Apomiktische Gattungen wie *Alchemilla* und *Taraxacum* brachten zudem noch manche Kleinarten hervor. Auch hier gibt es also 'Zeitmaße' für die Evolution.

Wohl mit Selektion zusammenhängender Wechsel der Formen innerhalb einer Art unter verschiedenen Bedingungen

TIMOFEEFF-RESSOVSKY (1940), der die Umgebung seines Forschungsortes in Berlin-Buch in so mannigfacher Weise in seine Untersuchungen einbezog, verfolgte bei einer Population des Marienkäfers *Adalia bipunctata* nur mit einigen Unterbrechungen 1930 bis 1938 das Vorwiegen einer jeweils bestimmten Färbungsform vor und nach der Überwinterung in den teilweise recht tiefen Rit-

zen und Löchern zwischen den Steinplatten unten an einem Gebäude. An sonnigen Oktobertagen flogen unzählige dieser Käfer die Wand an und verkrochen sich am kühleren späten Nachmittag – ein sehr großer Teil dieser Käfer gehörte der schwarzen Färbungsform an. An warmen Tagen Anfang April verließen die überlebenden Käfer die Überwinterungsstätte – und jetzt überwogen die "roten". Im Sommer war augenscheinlich die schwarze Form die begünstigte, im Winter aber starben von ihr mehr als von der roten Form. Es wurden auch aus einigen Mauerritzen vor dem Käfer-Erwachen die Käfer herausgekratzt und die Zahl der toten und der lebenden festgestellt. Starben im Winter auch viele ab, oft mehr als 90%, überlebten prozentual mehr rote. In den 2 oder 3 Sommer-Generationen holten die "schwarzen" wieder auf. An anderen Überwinterungsstätten mochten die Verhältnisse anders wirken, aber eine solche Untersuchung kam nicht mehr.

Ausbreitung bestimmter Mutanten in der Natur – als mögliche Folge von besseren Chancen

Manche Abänderungen, ganz offensichtliche Mutanten, vergrößerten auch auf Kosten der bisherigen Formen ihr Areal (TIMOFEEFF-RESSOVSKY 1939a, b) und das konnte für ihre bessere Eignung sprechen. Aber es konnte das Bild auch entstehen, wenn viele Individuen einer Art vernichtet wurden und zufällig erhaltene etwas andersartige sich ausbreiteten.

Inselformen als weiterhin recht eindeutige indirekte Zeugnisse für Evolution mit Selektion unter spezifischen Bedingungen

Auf entfernten, wohl nie mit einem Festland verbunden gewesenen Inseln oder Inselgruppen finden sich endemische Formen besonderer Eigenarten, so die schon lange bekannten flugunfähigen Käfer auf sturmumbrausten Inseln. Inseln wie der **Galapagos-Archipel** wurden auch im 20. Jahrhundert weiter durchforscht. EIBL-EIBESFELDT (1960) stellte fest, daß auf den Galapagos-Inseln von 89 bekannten Arten von Brutvögeln 77 endemisch sind, daß es hier **flugunfähige Kormorane** gibt, weil eben nicht auf Flucht durch Flug ausgelesen wurde und selbst Bussarde und die Spottdrosseln sich wie ganz zahm betragen, weil eben nie Fluchtinstinkte nützlich waren. Die Spottdrosseln versuchten die Schnürsenkel von den Schuhen zum Nestbau zu entwenden.

Manche **fossilen** Formen auf Inseln verschiedener Herkunft fielen aus als **Zwergformen**, so Zwergelefanten, oder im Vergleich zu Artverwandten durch **Riesen-**

wuchs. Zu 'Riesen' gehörten in **Irland die Riesenhirsche**, auf **Neuseeland** die **Moas**, ferner (Leipziger Volkszeitung 8. 8. 2019 online, Wikipedia 2019 f. weitere Presse) ein auf **Neuseeland** gefundener Riesenpapagei/*Heracles inexpectatus*, bis 1 m hoch, bis 7 kg schwer und wohl Fleischfresse, gehörten auf Neuseeland gigantische Gänse, Kranichvögel, Adler, der **Dodo** auf **Mauritius**, die Fidschi-Riesentauben, ein 2 m hoher Storch auf Flores, große Schleiereulen in der Karibik (so LVZ 8. 8. 2019).

Aus langer Selektion erklärbare Großtrends - Der Evolutions-Vorgang "Coevolution" / Ko-Evolution

Von Co- oder Ko-Evolution wird gesprochen, wenn zwei Taxa in besonders enger Beziehung ihre Evolution wechselseitig beeinflussen, wobei die **Selektion** eine starke Rolle spielt. Das wurde besonders erörtert für die Coevolution von **Blüten und bestäubenden Tieren**, namentlich Insekten, auch Verbreitung bestimmter Früchte durch bestimmte Tiere. Aber von Coevolution kann gesprochen werden für das Gegenüber von **Beute und Räuber**, für die wechselseitigen Reaktionen von Wirten und Parasiten, das immer weiter treibende Aufschaukeln von Zugriff und Schutz oder zunehmende Vermehrung der Verminderten, und wurde auch gefaßt in den Begriff des "arms races" (R. DAWKINS et al. 1979), dem Rüstungswettlauf verfeindeter Menschenmächte. Wenn bei von bestimmten Schädlingen und Krankheiten bedrohten Kulturpflanzen oft auch gegenüber einem solchen Schädling **resistente Sorten** gefunden werden, dann sind diese irgendwann in der Evolution mit einem Schutzmechanismus, so einer vor dem speziellen Schädlinge schützenden, diesem gegenüber toxischen Substanz ausgestattet worden (O. R. GOTTLIEB et al. 1983), auch Ergebnis einer Coevolution. In dieser gegeneinander gerichteten Aufrüstung und dem immerwährenden Entstehung von Schutzmechanismen konnte **keiner Allesfresser oder all-resistant** werden. Unter den Insekten ist der Ohrwurm/*Forficula auricularia* ein fast auffallendes sehr vieles verzehrendes Tier (Wikipedia 2017).

Wird der Begriff "Coevolution" zu weit gefaßt, ist fast alle Evolution hierunter zu rechnen, denn zahlreiche ganze Gruppen waren von der Entwicklung anderer abhängig. Pflanzen und Tiere konnten einbegriffen sein oder Tiere verschiedener höherer Ordnung. Es wurde versucht, daß im einzelnen zu verfolgen, auch an Hand der Fossilüberlieferung. Bei fleisch- und pflanzenfressenden Säugetieren wurde seit dem Frühtertiär eine Gehirnzunahme auf beiden Seiten festgestellt, mit dem auch bezweifelten Vorangehen der Räuber (R. DAWKINS et al. 1979, S. 400) mit Bezugnahme auf GOULD, JERISON u. a.). Das mochte dann das als Orthogenese bezeichnete Phänomen hervorgebracht haben, bis zu nicht mehr ertragbaren

Körpergrößen (S. 507). Die Geweihzunahme beim Irischen Riesenhirsch mag dem Konkurrenzkampf um die Weibchen geschuldet sein.

Die Verbindung der beiden Partner kann so weit gehen, daß das **Verschwinden des einen** den Niedergang oder gar den **Mituntergang des anderen** nach sich zieht. Das Verschwinden blütenbestäubender Vögel hat die Fortpflanzung der von dieser Bestäubung abhängigen Blütenpflanzen in Gefahr gebracht (C. H. SEKER-CIOGLU 2011), zumal, wenn Selbstbestäubung schon verschwunden war

Weitere Erklärungen durch Selektion

Durch Selektion ließ sich noch vieles und bis alles erklären.

Bei einigen Algen gibt es in beiden unterschiedenen Geschlechtern gleichgroße Geschlechtszellen, herrscht Isogamie. Andere Algen besitzen gegenüber den winzigen männlichen Spermazellen viel größere weibliche Eizellen, haben die auch bei höheren Pflanzen und Tiere übliche **Heterogamie**. Die zu den Eizellen dringenden Spermien (R. DAWKINS et al. 1975, S. 494) hatte bei kleinerer Größe und damit besserer Beweglichkeit wohl einen Vorteil gegenüber größeren Konkurrenten. Ein **Großtrend** war die **Zunahme der Körpergröße**. Im 21. Jh. wurde sie wieder von BONNER (2013) hervorgehoben.

Vorteilhaft war, jedenfalls in vielen Lebensräumen, **Lernfähigkeit, Plastizität**. Das mußte an Gehirnentwicklung gebunden sein. Selektion brachte auch die **Verhaltenseigenschaften bei Tieren und Menschen** hervor, die angeborenen 'Instinkte'. Diese schränkten Plastizität ein, aber begründeten ein im Normalfall einigermaßen sicheres Überleben. Das junge Gänselein folgte eben der Mutter und mußte sich nicht 'frei' einen Versorger aussuchen. Aber der junge Kuckuck im Fremdnest (R. DAWKINS et al. 1975) nutzte mit seinen Schlüsselreizen, mit Farbe der Schnabelinnenseite und seinen Gejammere, den angeborenen Fütterunginstinkt der Gasteltern so aus, daß diese den 'Brutparasiten' wie normalerweise eigenen Nachwuchs behandelten. Sind Menschen frei von ihre Instinkte ansprechendem Verhalten? Wenn sie Kriegsherren folgen? Verhalten soll unten extra behandelt werden.

Geschlechtliche Zuchtwahl noch immer umstritten – aber weniger

WALLACEs Skeptizismus gegenüber der von DARWIN eingehend behandelten "Geschlechtlichen Zuchtwahl" meinte der Anatom an der Universität Riga NAUM

GREGOR LEBEDINSKY 1932 was auch bei WALLACE anklang, daß in wohlausgeprägten Sexualmerkmalen ein Indikator für den Gesundheitszustand eines Tieres zu sehen sei, diese so etwas wie ein "Manometer" des Gesundheitszustandes sind und das vom Sexualpartner bevorzugt angenommen wird.

Oft als eigenständige Evolutionsfaktoren betrachtete Vorgänge

Selektion im Sinne von Ausmerze spielt überall hinein. Was nicht lebensfähig ist, verschwindet! Aber manche Vorgänge wurden doch wie eigene Evolutionsfaktoren behandelt, denn bei ihnen erschien die bloße Selektion nicht das einzig wirksame Agens.

Evolution durch Verminderung, durch Verlust von Erbfaktoren - dabei Neubildung eines Artbildes durch genetische Verarmung

Etliche Vorgänge bewirken, daß sich von dem miteinander mischbaren Bestand einer Art **zahlenmäßig begrenzte Populationen absondern**, die **nur einen Teil der Erbanlagen der Gesamt-Art enthalten**. Es ist klar, daß jedes Individuum nur einen kleinen Anteil am Genpool einer Art oder auch nur Population enthalten. Die Gesamtheit des Genpools einer Art ist das '**Pan-Genom**', das einzelne Individuum hat nur einen Teil davon. Manche Gene kommen bei allen Individuen einer Art vor, wenn sie denn eine Spezies sein soll, das '**Core-Genom**', alles so formuliert in der Bakteriologie, so bei *Escherichia coli* (W. SCHUMANN 2012) Bleiben in abgesonderten Teile einer Population, vielleicht nur wenige irgendwie isolierte Individuen einer Art, erhalten, entsteht das Bild eines neuen intraspezifischen Taxons, gar einer neuen Species, ausgestattet mit nur einem Teil der sonst vorhandenen Erbanlagen. Neue Mutationen und besondere Selektion können das Bild dann weiter verschieben. Gedacht wird hier an Vorgänge, die **durch mehr als nur die immer** mitspielende vordergründige **Selektion** zu Änderungen im Genpool führen. Evolution, so eigenwillig das vielleicht zunächst sich anhört, beruhte also nicht nur auf Zunahme von Erbanlagen und dadurch bedingten Merkmalen mit Merkmalszunahme. Auch Ausschaltung, **Verlust, Verminderung** der Erbanlagen einer Species, eines Genpools, müßte neue Formen bringen, zumindestens eben auch.

Prinzip der "Gründer-Populationen"

ERNST MAYR, der in Südost-Asien die Vögel von Inseln erforschte, beschrieb, daß neue Vogel-Arten zumindestens öfter aus von der Hauptart abgesprengten kleinen Beständen hervorgingen, die dann nur einen Teil des Gesamtbestandes an Erbanlagen der Art mitbringen. So könnte es geschehen mit wenigen auf eine Insel verschlagenen Individuen einer Vogel-Art, wenn sich die verschlagenen Individuen in ihrem neuen Refugium vermehren können. Die eingeschränkte Menge der Erbanlagen gegenüber der Stammpopulation kann allerdings wohl auch verhängnisvoll sein, nur erfahren wir dann von dem abgespaltenen Rest kaum etwas, war eben ein Sprung "ins Nichts der Ausrottung" (H. MARKL 1983, S. 52). Baldige Neumutationen müßten die Inzucht bei zu erwartenden Schäden kompensieren. Aber es gab auch Menschengruppen, die wie die Ptolemäer-Herrscher des hochantiken Ägypten mit Verwandtenheirat nicht äußerlich degenerierten, wie KLEOPATRA nahelegt.

An der chilenischen Pazifik-Küste hat sich eine vorher nur an der nordamerikanischen Pazifik-Küste heimische **Komposite, *Ambrosia chamissonis* (Less.) Greene**, ausgebreitet, ist in Chile also ein Neophyt. An der nordamerikanischen Küste gibt es Pflanzen-Individuen dieser Art mit ganzrandigen und mit mehr oder weniger geteilten Blättern. In Chile fanden sich, jedenfalls bis 1966 (A. KOHLER), nur Individuen mit geteilten Blättern. Vielleicht ist in Chile nur eine für die geteilte Blattform homozygote Pflanzen eingetroffen und stammte von ihr aus die Masse der anderen Pflanzen dieser Art in Chile. Aber man könnte auch an Selektion denken.

Vom Menschen irgendwo bewußt oder aus Versehen in neue Regionen versetzte Arten können mit eventuelle geringerer genetischer Vielfalt sich durchaus als sehr lebensfähig erweisen. **Wenige Bisamratten**/*Fiber zibethicus* L., Nager aus Nordamerika, wurden 1907 ohne möglicher Folgen bewußt zu sein in Böhmen ausgesetzt und breiteten sich rasch aus. Das war aber offensichtlich nicht mit evolutionärer Veränderungen verbunden.

Zootier-Bestände und Auswilderung kleiner Populationen

Zoologische Gärten können von den Arten, die sie beherbergen, nur eine begrenzte Zahl von Individuen aufnehmen. Diese können dann nur einen Teil des Genbestandes des Gesamt-Art besitzen. Es ist wie bei den Gründer-Populationen MAYRs. Gerade in neueren Zeiten wurde auch bewußt darauf geachtet, in einen Zoobestand Individuen aus einer bestimmten Region und damit einer bestimmten Rasse aufzunehmen und diese als Rasse weiterzuzüchten. Ein modernen Zoo hält

nicht so sehr ein von verschiedenen Quellen zusammengekauftes Sammelsurium von Löwen, sondern beispielsweise Berberlöwen oder gar nur die selten gewordenen Indischen Löwen. Auch von diesen Beständen können nicht alle Gene in den Zoobeständen vertreten sein. Die Gefahr der Inzucht ist groß.

Auch, wenn von fast ausgestorbenen Arten einige Zuchtpaare wieder irgendwo in Freiheit gesetzt werden, ist das wie bei MAYRs Gründer-Effekt.

Varianten-Verminderung am Rande von Genzentren bei VAVILOV

Breiteten sich Kulturpflanzen aus oder wurden verbreitet, was kaum in Massenbeständen geschah, wurde dabei ebenfalls nur ein Teil all jener Gene mitgenommen, welche sich in den zentralen Verbreitungsregionen, den "Genzentren" befanden und in den Genzentren die Vielfalt des Aussehens der Individuen und auch der Sorten bewirkte. An den Grenzen der Genzentren, wie VAVILOV in seiner "Dominanzregel" ausdrückte (G. ZIRNSTEIN 1976), gab es wegen der Abnahme der dorthin gekommenen Individuen mehr homozygote Formen, konnte mehr Homozygotie auch ansonsten seltener rezessiver Merkmale zustandekommen. Es gab und damit für die Züchtung gut geeignete Linien und, so wurde empfohlen, sollte der Kulturpflanzensammler sammeln.

Die rasche Ausbreitung mancher fremder Schädlinge oder von Vögeln wie dem Gir-litz mag nur bestimmte begrenzte Genbestände und möglicherweise auch Mutations-Kombinationen sich mit ausbreiten lassen.

"Elimination" als Evolutionsfaktor: W. F. REINIG

Schwankungen im Genbestand und Minderung der Genzahl sieht W. F. REINIG, 1938, seinerzeit in Berlin, bei Tierwanderungen, welche nur durch einzelne oder allenfalls wenige Individuen einer Art stattfinden. Die dadurch ausgelöste Aussortierung nur einer Teilmenge der Gene nennt REINIG Elimination. Für die seinerzeit vereisten Regionen der Erde sieht REINIG in den durch Gletschervorstoß und Gletscherrückgang verursachter Zurückdrängung vieler Arten in südlichere Refugialgebiete und Wiederausbreitung in die eisfrei gewordenen Regionen wandernde Einzelindividuen.

Annidation (Einnischung) - Artenvielfalt durch Spezialisierung auf Nischen?

Der Begriff der "Nische" (niche) erscheint 1904 bei J. GRINNELL (P. J. DEN BOER 1980, S. 279) und wurde vor allem ausgebildet von dem englischen Ökologen ELTON zur Bezeichnung des Lebensbereiches, den eine Art oder auch intraspezifische Sippe in der Natur einnimmt. Eine 'Nische' kann etwas sehr Verschiedenes sein. Sie können den Wohnraum betreffen, die Nahrung. können abhängig sein von anderen Organismen, bei **Pflanzen** im Walde von den Waldbäumen. Und unter den Bäumen wieder von deren noch nicht entfalteter oder entfalteter Belaubung. Die Frühjahrsblüher im mitteleuropäischen Laubwald haben ihre Nische wie diejenigen Pflanzenarten, die im Schatten des Sommers gedeihen. Gedeihen in bestimmte Jahreszeit, also **phänologische Unterschiede** in Keim-, Blüte- und Reife-Zeit konnten Art-Unterschiede zementieren wie unterschiedliche Ansprüche an **Feuchtigkeit** oder an bestimmte Verbindungen von Stickstoff. Bei **Tieren**, etwa Insekten oder auch Fledermäusen erscheint die Aktivität nicht nur an bestimmte Jahreszeiten gebunden zu sein, sondern auch Tages- oder Nachtzeiten. Offen bleibt, **wie eng** kann **eine Nische** überhaupt **definiert werden**, Jeder Einzelstandort, auch wenn er zu einem bestimmten allgemeinen Biotop-Typ gehört, hat auch Besonderheiten (P. J. DEN BOER 1980, S. 301).

Erfahrungen, welche ohne Verwendung des Begriffs 'Nische' mit ihr verknüpfbare Vorstellungen vorweg nahmen gab es manche. Auch gibt es Verknüpfung mit der mit ökologischen Veränderungen verbundenen Evolution. Daß in **Extremstandorten** manche **Arten** vorherrschend in **oft großer Individuenzahl** leben weist auf den Vorteil einer ziemlich konkurrenzfreien Umwelt für Vermehrung und Ausbreitung hin, aber verlangte für diese 'Einnischung' Herausbildung dafür geeigneter Merkmale. FRIEDRICH DAHL, Berlin, später Kiel, vertraut mit Spinnen und Asseln/Isopoda, fand, daß "geringfügige Unterschiede der ökologischen Faktoren" (1921, S. 24) darüber entschieden, ob in einem bestimmten Biotop eine oder die andere Art vorkommen. DAHL (1906) hatte sich zunächst auf die **Wolfsspinnen**/Lycosidae konzentriert und stellte unterstützt von der Kgl. Akademie der Wissenschaften in Berlin die Stellung der ihm zugänglichen Wolfsspinnen in der Natur fest. Wolfsspinnen spinnen kein Fangnetz, erjagen ihre Beute, mußten also in ihrem Vorkommen am Boden verfolgt werden. Nach Kenntnis von DAHL (1906, S. 4) gab es in Deutschland etwa 70 Arten. DAHL fand, "dass es unter den einheimischen Spinnen nicht zwei Arten gibt, welche genau die gleiche Stellung im Haushalte der Natur einnehmen." Von den sehr ähnlichen Arten *Lycosa pullata* Cl. und *Lycosa riparia* C. L. Koch fand sich die *L. pullata* "immer auf trockenerem Gelände, besonders auf Wiesen (weniger auf trockenen Weiden) ... *Lycosa riparia* dagegen an nassen, etwas sumpfigen Stellen, die mit höheren Gräsern (nicht mit

Schilf) bestanden sind (F. DAHL 1906, S. 6). Es gab zwischen den Arten auch Farbenunterschiede und vor allem waren die Kopulationsorgane so gebaut, daß Individuen der einen Art nicht mit solchen der anderen kopulieren können.

Der mögliche **Nischenraum kann also sehr eng sein**, und das nicht nur aus Konkurrenzgründen. Geringe Unterschiede in Luftfeuchtigkeit oder Temperatur könnten entscheiden. Die Evolution, vielleicht einstiger Konkurrenzkampf, hatte das so ergeben. Die Assel *Porcellio scaber* fand sich an der feuchten Meeresküste auch auf trockenen Sand, im Binnenland aber nur auf feuchten Untergrund, und DAHL schloß dann auf die Luftfeuchtigkeit als den bei dieser Spezies wirksamen Einzelfaktor (S. 22). Oder gab es für DAHL nicht feststellbare genetische Unterschiede? Jedenfalls meinte DAHL (S. 23): "Man begreift überhaupt als Anfänger auf ökologischem Gebiet gar nicht, mit wie geringfügigen Differenzen die Natur arbeitet ..." in der Hervorbringung so vieler Arten und Formen in Abhängigkeit jeweils von engen Grenzen der benötigten Umwelt-Faktoren.

Der seinerzeit an der Universität Halle a. d. S. wirkende Zoologe WILHELM LUDWIG führte die **Einnischung, Annidation**, zumindestens in Deutschland als eigenen Evolutionsfaktor ein, wenn Organismen, eine Varietät vielleicht, so abgeändert ausgestattet sind, daß sie sich in einer noch unbesetzten "Nische", einen von Konkurrenten zumindestens weitgehend freien Raum oder Nahrungsbereich, ansiedeln, sich 'einnischen', können. Eine neue Form kann dadurch erhalten bleiben, muß nicht gleich wieder Konkurrenten weichen. Die Anerkennung der "Einnischung" als eigenständiger Evolutions-Faktor blieb umstritten, wurde aber auch etwa bei DARLINGTON gesehen. Voraussetzung für neuen Arten ist selbstverständlich, daß erst einmal neue Formen auftreten, unter denen Auslese stattfinden kann.

1959 stellte der im englisch-sprachigen Raum als 'Vater der Limnologie' und gar der 'Ökologie' bezeichnete GEORGE EVELYN HUTCHINSON (Wikipedia 2014) erneut die Frage, warum **es überhaupt so viele Arten** gibt (zit. bei W. G. BRAAKHEKKE 1985, S. 319). Und die Auslese bei Anpassung an eine bestimmte Nische, eine bestimmte begrenzte Lebensweise, mochte als ein wichtiger Faktor erscheinen. Der Sache nach, ohne Hervorhebung als eigener Evolutionsfaktor, erschien die "Einnischung" bereits bei CH. DARWIN, der im 4. Kapitel seines Buches "On the Origin ..." von dem Vorteil schrieb, den eine Form hat, die aus einer Gemeinschaft unter Nahrungsdruck zu bisher ungenutzten Ressourcen überwechseln kann (zit. J. T. GULICK 1890). A. R. WALLACE legte dar (1891, S. 170 ff.) daß die Vielfalt der Naturräume eine der Arbeitsteilung vergleichbare Besiedlung durch unterschiedliche Formen nahelegt.

Der Initiator der Limnologie in Deutschland, AUGUST THIENEMANN in Plön,

hatte als eines seiner ökologischen Gesetze formuliert, daß ein Biotop mit extremen Bedingungen nur mit wenigen Arten oder nur einer Art besiedelt wird und diese dort dann teilweise in gewaltiger Individuenzahl auftreten. Ohne diese Extremstandorte und ihnen angepaßte Organismen gäbe es diese Arten aber gar nicht, und hier also erscheint Anpassung an eine spezifische Nische als entscheidend..WALLACE schrieb von der Wasseramsel, die "sich einen Platz in der Natur gesichert hat, wo" sie "wenig von Mitbewerben und Feinden zu leiden hat." ARNOLD LANG bemerkte 1888, daß im Kampf ums Dasein manche Konkurrenten ihre Bedürfnisse auf ein niedrigstes Maß senkten, um etwa in der Polarwelt außerhalb der Konkurrenz anderer Formen zu überleben. Etwa K: LORENZ (in 1978, S. 30) verwies auf die altertümlichen Krebschen *Triops cancriformis*, die **in lange Zeit trockenen Süßwassertümpeln** nach endlich einmal Wasserfüllung wie plötzlich und manchmal dann reichlich auftreten, nach einem langen Ruhestadium, als Eier etwa.. Auch im Auenwald können sie nach zurückgehender Überflutung plötzlich erscheinen. Und sie sind häufig in Tümpeln der Steppe, so in der Mongolei. Noch unglaublich größere Überlebensorganismen sind die winzigen Bärtierchen/**Tardigrada**, auch im ausgetrockneten Moos von Dachrinnen überlebend, ja unter Weltraumbedingungen..

In artenreichen Pflanzengesellschaften ist die Einnischung schwierig zu erfassen. Sie kann etwa begründet sein in unterschiedlicher **Wurzeltiefe** (W. G. BRAAKHEKKE 1985, S. 322). Auf einer einheitlich wirkenden Wiese kann es durchaus ein Mosaik kleiner örtlicher Unterschiede, die Existenz von **Mikrostandorten** geben, welche sich die Pflanzen auch wechselseitig schaffen etwa durch Klettermöglichkeiten an Pflanzen für Kletterpflanzen. Arealmäßig weit verbreitet zu sein bedeutet keine fehlende Spezialisierung auf bestimmte Standorte. Ruderalplätze sind überall. In physiologisch-ökologischen Experimenten wurde später deutlich, daß Arten auf Extremstandorten, so auf Böden mit hohem Schwermetall-Gehalt, dort nicht optimal gedeihen müssen, aber unter dem Konkurrenzdruck an anderen Standorten wegen ihrer Schwermetall-Toleranz in der Natur nur dort gedeihen können, allerdings auch schon an die Schwermetalle gebunden erscheinen. So erscheinen Zinkveilchen und Blütenpflanzen auf Kupferschieferböden als Spezialisten der Schwermetallböden. Eine Carabidenlarve muß Kälte nicht unbedingt mögen, aber kann hier vielleicht Konkurrenten entgehen (J. R. MÜLLER 1985, S. 312). Tiere erscheinen oft viel mehr eingemischt als Pflanzen, etwa viele Insekten auf bestimmte Pflanzenarten (W. G. BRAAKHEKKE 1985, S. 322).

Konkurrenz-Experimente im Gefäß im **Laboratorium** legten Konkurrenz nahe. In der zweiten Hälfte des 20. Jh. gab es statt allgemeiner Überlegungen auch eingehende **Freiland-Untersuchungen** über die Gebundenheit etwa von Laufkäfern/Carabiden an bestimmte Nischen und damit die Rolle, die sie im eventuellen Wettbewerb zwi-

schen Arten einer Gruppe spielen. Auch jahrelang, ja Jahrzehnte hindurch durchgeführte Fallenfänge zeigten die Häufigkeit bestimmter Arten in den verschiedenen Zeiten des Jahres, auch des Tages. Die vorgestellten Ergebnisse sind unterschiedlich. J. K. MÜLLER, 1985 in Bielefeld, sah Einnischung als wichtig für das Leben der Arten, die so Konkurrenz vermeiden. Durch Nahrungsmangel erwiesen sich nicht alle Entwicklungsstadien einer Art im gleichen Maße betroffen. Ein besonderes Problem ist die innerartliche Konkurrenz und hier vielleicht Einnischung von bestimmten Stadien. In den Niederlanden, bei Wageningen, kam P. J. DEN BOER (1980, 1985) zu dem entgegengesetzten Ergebnis, nämlich von viel **Koexistenz**, viel Zusammenvorkommen von verschiedenen Carabiden-Arten. Man kann aus seinen Texten fast herauslesen, daß ihm dieser Sachverhalt gefällt. Gerade verwandte Carabiden-Arten fanden sich in gleichartigen Habitaten (S. 290), so etwa spezialisiert auf die gleichen Beutetiere, leben gemeinsam an den feuchten Ufern von Teichen und Flüssen wie Species von *Elaphrus* und *Stenolophus*, sind wie *Laemostenus*-Arten Höhlenbewohner, bewohnen wie *Pogonus*-Arten Salzmarschen. DEN BOER (1980, S. 303) schlußfolgert: "... exclusion" - also Ausschluß von der gleichen Nische - "occurs, but apparently only incidentally, so that other processes can be expected to be more generally "associate with the normal course of evolution, —"

Eine "Nische" gefunden zu haben, bedeutet noch nicht, daß ein Wesen dort ewig bleiben kann. "Pionier"pflanzen, etwa Erstbesiedler auf Dünen, verändern ihren Standort so, daß andere Formen sie ablösen. Stehende Gewässer verlanden. So gibt es ganze "**ökologische Sukzessionen**". Der "Anfangseroberer eines Lebensraumes" ist "am Ende unter der Herrschaft der Spezialisten des Climax-Stadiums kaum mehr anzutreffen" (H. MARKL 1983, S. 53). Aber auch die Klimax-Stadien sind katastrophenanfällig, gibt den "Kolonisatoren" eine neue Chance – kurz, die Umwelt ändert sich auch durch die Organismen selbst immer wieder.

Eine Annahme ist auch, daß **mehr Wechsel** in der Umwelt und damit die Bildung neuer Nischen die Evolution **beschleunigen** würde (CHR. DE DUVE 1997, S. 326), und tatsächlich hat sich wohl nach der Katastrophe am Ende der Kreidezeit, ob nun vulkanisch oder kosmisch bedingt, die Evolution beschleunigt.

Zur Evolution und den Umweltgegebenheiten wird später noch einmal eingegangen.

Gendrift, Populationswelle, Sewall-Wright-Effekt

Mehr als Selektion der Passenden wäre die als zufällig anzusehende **Vernichtung vieler einer Art in einer Region** und das zufällige Überleben weniger. Das ist

wie im modernen Menschenkrieg, wo im Granatfeuer kaum irgendeine besondere individuelle Eigenschaft schützen kann, kaum ein besseres Eingraben.

Katastrophen, etwa Überschwemmungen oder Großfeuer oder ungewöhnliche Wetterbedingungen, können den größten Teil der Individuen einer Art in einem bestimmten Gebiet vernichten ohne daß dabei bestimmte Eigenschaften und bestimmte Individuen bevorzugt überleben. Massenvernichtung ist auch Selektion, aber hier fast schlagartig und ohne erkennbare Richtung in der Auslese. Die wenigen, recht willkürlich überlebenden Individuen werden dann nur einen geringen Teil des ursprünglichen Gen-Bestandes besitzen. TSCHETVERIKOV, der das um 1915 fand, sprach von "Lebenswellen", DUBININ von "genetisch-automatischen Prozessen. Während einer Würzburger Diskussion um die Beziehung von Genetik und Evolution 1938 wurde für Deutschland der Terminus "**Populationswellen**" vorgeschlagen. Gemäß TIMOFEEFF-RESSOVSKY (1939a) soll der Unterschied zur Isolation darin bestehen, daß bei den Populationswellen das zufällige Schwanken und die beschränkte Dauer des Vorgangs besteht. Bei **kleineren Populationen** (S. J. GOULD et al. 1979, S. 586) auf einem begrenzten Areal kann eine Katastrophe gewiß größere Auswirkungen haben als bei einer weiter verbreiteten Art und ihre dann überlebenden winzigen Gruppen sind dann einer auch evolutionären Neubildung ausgesetzt. Genetische Drift ist hier "der Verlust der Heterozygotie in den Populationen" (E. O. WILSON et al. 1973, S. 77).

Drift mag auch für **evolutionäre Vorgänge in der Menschheit** gelten. Als makabres Gedankenexperiment: Wenn man für die Menschheit sich das grausame Schicksal erdenkt, daß nahezu alle menschlichen Wesen plötzlich umkommen und etwa nur wenige Eskimos überleben, dann könnte aus diesem Restbestand der Menschheit durch Vermehrung eine neue Menschheit hervorgehen, allerdings würde diese wohl anders aussehen als die heutige Menschheit, bis vielleicht ausreichend Mutationen das Bild wieder vielgestaltiger werden ließen. Manche Einwanderergruppen etwa von Europäern in Übersee waren klein. Bei den von Europäern herkommenden Südafrikanern gilt das dominante und ansonsten seltene Gen für die durch gefärbten Urin ausgezeichnete **Porphyrinurie** mit bei manchen Betroffenen auch Schädigungen durch Licht mit 1% vertreten, Das soll zurückgehen auf einen 1686 nach Kapstadt eingewanderten Niederländer, der mit seinen Genen in zahlreichen Nachkommen vertreten ist (C STERN 1968, S. 721). Betroffen haben mag das den Gepsrd (s. o.) mit seiner genotypischen Monotypie. Es ist als ob die Art durch einen Flaschnhals ging, und nur eine geringe Zahl von Individuen sie fortsetzte.

Auch bei TSCHETWRIKOWs Gendrift geht es um die Erhaltung nur eines kleinen Teiles der Gene einer Art und der Auslöschung der Masse. Aber hier ist die Selektion der viele Gene auslöschende Faktor, eben die durch Umweltkatastrophen

wirkende Selektion, durch Überschwemmungen vielleicht, oder durch die Masse der Individuen auslöschende Krankheiten.

Evolutionsfaktor Isolation, "Separation"

Es gibt weitere gen-vernichtende Vorgänge als die Drift. Trennung von Teilen des Areals einer Spezies mit nur externer Unterbindung der freien Kreuzung, die biologisch noch funktionieren würde, wurde als "**Separation**" bezeichnet, während das Ergebnis der Isolation i. e. S. mit einer biologischen Kreuzungsbarriere verbunden sein sollte..

Gemäß S. S. TSCHETWERIKOW (1926/1961, S. 184) sollte eine Form in toto durch Umwandlung in eine neue Form ersetzt werden (complete transformation) können, aber Isolation und ihr vorausgehend "Separation" sollte in der Mehrzahl der Fälle wohl nötig sein. TSCHETWERIKOW meinte (1926 / 1961, S. 188): "Not selection, but isolation is the actual source, the real cause of the origin of species." TSCHETWERIKOW unterschied zwei nebeneinander verlaufende Prozesse in der Evolution:

1. der Prozeß der Differenzierung, des Aufsplitters der Spezies und Gattungen, der Prozeß der **speciation**, mit der **Isolation** als Grundlage.
2. den Prozeß der progressiven Evolution, der **adaptation**, mit der **natürlichen Selektion** als Grundlage.

Artaufspaltung, speciation Artumwandlung in toto, adaptation
durch **Isolation** durch **natürliche Selektion**

Isolation oder vor allem die Separation können sein: 1. **räumlich, territorial**, geographisch (spatial isolation), 2. **ökologisch**, das heißt hinsichtlich der Lebensansprüche an die Umwelt (ecological isolation), 3. **zeitlich**, saisonal

Räumliche Isolation - mit der damit verknüpften Wirkung der Zeitdauer der Isolation

Eine Erklärung für das Auftreten abweichender erblicher Formen in den verschiedenen Arealteilen einer Spezies geben die in den einzelnen Teilken offensichtlich unterschiedlichen Selektionsbedingungen, aber ebenso der fehlende genetische Austausch. Auch eine neutrale neue Eigenschaft, die in einem Teile eines Areals aufgetreten war, konnte sich ohne fremde Einkreuzung auf diesen Teil beschränken. Auch "Gründer-Populationen" entwickelten sich isoliert vom Rest der Art weiter.

Im allgemeinen ließ sich feststellen, daß **je isolierter** ein Lebensraum ist und **je länger** erdgeschichtlich **die Isolierung dauerte**, dann im allgemeinen **desto größer die Anzahl der** entstandenen **Endemismen** ist. Räumlich Isolierung mit Wirkung ist auch zeitliche Isolierung. Auch die Vielfalt der Variabilität der in solchen isolierten Gebieten lebenden Formen spielt natürliche eine Rolle. Die Wirkung räumlicher Isolation wird paralysiert durch alle Mittel aktiver oder passiver Ausbreitung (S. S. TSCHETWERIKOW 1926/1961). Bei wenig mobilen Organismen waren die Isolation und die durch sie begünstigte Trennung von Formen stärker als bei Organismen mit größerer Fähigkeit zur Ausbreitung im Raum. Durch relativ viele Endemismen ausgezeichnet sind vom nächsten Festland **entfernte Inseln oder Inselgruppen**, isolierte **Binnenseen**, isolierte **Hochgebirge**, überhaupt **einzelne stehende Bergstöcke** wie die Tepuis.

Die Merkwürdigkeiten in der Tier- und Pflanzenwelt von **festlandsfernen Inseln** fielen bereits im 19. Jh. auf. In der ursprünglichen einheimischen Flora der geologisch lange von anderen Territorien abgesonderten **Doppelinsel Neuseeland** erschienen gegen 66% Arten endemisch, die den Galapagos-Inseln etwa 50% (R. WOLTERECK 1931). Auf **Hawaii** forschte I. EIBL-EIBESFELDT (1992, S. 192), wo auf die aus dem Ozean aufgestiegenen Vulkaninseln die Vögel ebenfalls wie auf dem Galapagos-Archipel aus weiter Ferne gekommen sein müssen. Die verschiedenen Arten der in Radiation voneinander getrennt gewordenen Kleidervögel/'*Drepani didi*' zeigten sich mehr voneinander unterschieden als die Darwin-Finken auf den Galapagos-Inseln und EIBL-EIBESFELDT führte das darauf zurück, daß hier für die Umbildung **mehr Zeit** zur Verfügung gestanden hat.

Binnengewässer, die von Außeneinfluß stark getrennt waren, beherbergen in vielem eine eigene Welt an Organismen, jener Gruppen, welche sich nicht durch weite Flüge von See zu See verbreiten. R. WOLTERECK stellte 1931 (a, auch c) fest, daß ganz Europa etwa 10 nur ihm zukommende **Gammariden-** Flohkrebs-Arten aufweist, aber der Kaspisee etwa 100, der Baikalsee 300 derartige Species dieser Familie beherbergt. Der von anderen Seebecken weit entfernte, geologisch alte Baikalsee ist überhaupt einer der an Endemismen reichsten Räume der Erde. Der Tanganjika-See in Ost-Afrika beherbergte, nach seinerzeitiger Feststellung 73 endemische Arten der Cichliden/Maulbrüter.

Die Seen des in der Eiszeit vergletscherten Eurasien sind geologisch jung, entstanden erst mit der letzten Vergletscherung dieser Region. In ihnen gibt es im allgemeinen weit verbreitete Arten an Pflanzen und Tieren, solche die im Vorland der Vergletscherung allgemein vorkamen und sich von einem Gewässer zum nächsten ausbreiten konnten. Kälte-Relikte in norddeutschen Seen haben im allgemeinen weitere Verbreitung im Norden. Aber auch in den nacheiszeitlichen Seen begannen sich bereits etliche neue endemische Formen zu bilden. Sie können nicht jünger



Abbildung 143: Leipzig. Mischregion Raben-, Nebel-Krähe.

als die Zeit des letzten Gletscherrückzuges sein und geben somit ein Maß für die Dauer, welche die Ausbildung einer neuen Form innerhalb der Art oder gar schon neuer Arten bietet. Beispiele fanden sich bei Kleinkrebsen wie bei den auf Klarwasserseen angewiesenen Coregoniden/Maranen, einer Familie der Fische.

Durch die **Vergletscherung Mitteleuropas** wurden die überlebenden Individuen zahlreicher Arten in ein südwestliches und in ein sudstliches milderes Refugium gedrängt. Als die getrennten Bestände nach dem Ende der Vergletscherung wieder nach Mitteleuropa zurückkehrten und zusammentrafen, hatten sie sich in ihren Fluchtgebieten bis hin zu **Artbarrieren** verändert. In Mitteleuropa treffen sich bis heute, und zwar gerade im Gebiet der Elbe, also in der Mitte, 2 verwandte, aber doch unterschiedliche Arten oder Unterarten bei gewissen **Vogelarten**, eine **westliche** und eine **stliche Form**. So gibt es die westliche Nachtigall/*Erithaeus luscinia*, und den stlichen robuster wirkenden Sprosser/*Erithaeus philomela*. Zwei nahe verwandte Arten oder gar nur Unterarten weisen die Krähen auf, die westliche Rabenkrähe/*Corvus corone* L. und die stliche Nebelkrähe/*Corvus cornix* L..In einem Grenzgebiet gibt es Bastardisierung, jedoch die Bastarde erscheinen vielerorts als weniger angepaßt, wenn auch in der einzelnen Abschnitten der Kontaktzonen die Lebensfähigkeit der Bastarde unterschiedlich ist (N. V. TIMOFEEFF-RESSOVSKY et al. 1977, S. 184). Offen blieb, wie weit die Trennung schon vor der Vergletscherung, vor allem der letzten Eiszeit eingeleitet war.

Endemische Tier- und Pflanzen-Arten finden sich auf den **isolierten**, meistens aus



Abbildung 144: Raben-, Nebel-Krähe Mischregion.

quarztischem Sandstein bestehenden bis 3000 m hohen Tafelbergen, den **Tepuis** (Wikipedia 2015), im Westen des Berglands von Guyana. Auf ihre Höhen reicht der tropische Regenwald nicht hinauf. Die Tepuis sind wie 'Inseln im Regenwald'. Auch wegen der die Tepuis rings umgebenden Steilhänge ist ein Austausch von Tepui zu Tepui für viele Arten nicht möglich. Der Boden ist sehr nährstoffarm. Es haben sich zahlreiche Fleischfressende Pflanzen herausgebildet und zeugen damit von der Wirkung der Umwelt auf die Selektion angepaßter Arten.

Zeitliche Isolation liegt vor, wenn innerhalb einer Spezies sich für verschiedenen Individuen unterschiedliche Lebens- und Paarungszeiten einstellen. Verwiesen wurde schon auf *Euphrasia officinalis*/Augentrost mit seinen 2, den vor und nach dem Schnitt der Wiesengräser aufkommenden erblichen Varianten.

Biologisch-ökologische Isolation und dadurch gekommene Unterschiede

Bei Tieren in der Natur fanden sich wie bei Pflanzen nicht auffällig morphologisch, sondern rein 'biologisch', in ihren Lebensansprüchen sich unterscheidende Rassen. W. H. THORPE (zit. b. R. A. HINDE 1987, S. 624) fand bei Fütterungsversuchen mit Larven der hoch-variablen Motte *Hyponomeuta padella*, daß verschiedene Rassen im aufgenommenen Futter unterschieden, in der Akzeptanz von Äpfeln

oder Weißdorn. THORPE (1974, S. 115) beschrieb nach genauer Analyse des Gesangs bei **Vögeln 'Dialekte'**, also kleine Unterschiede im Gesang derselben Art an verschiedenen Orten. Das schien keine funktionelle Bedeutung zu haben schien, aber mochte mit beitragen zur Festigung erblicher Unterschiede in den verschiedenen Verbreitungsregionen. An den an Küsten lebenden **Winkerkrabben** wurde festgestellt, daß ihre Art der Fühlerbewegung an den verschiedenen Küsten, denen von Panama, Tahiti oder Bali, immer dieselben charakteristischen Besonderheiten zeigt, und ein Experte könne die Arten danach unterscheiden (W. H. THORPE 1974, S. 144). Vom **Tobiasfischchen**/*Ammodytes lancea* der Nordsee gibt es eine im Frühjahr und eine im Sommer sich fortpflanzende Rasse, wobei sich beide körperlich kaum unterscheiden (B. RENSCH 1991, S. 65).

Geographische Verbreitung und Arten-Aufspaltung - Rassenkreise - als Zeugnisse für Artaufspaltung und vielleicht auch von Mutationen

Daß sich innerhalb eines Verbreitungsgebietes eine Art aufspaltet in intraspezifische Taxa kann auf verschiedenen Evolutionsfaktoren beruhen. Auf der Selektion oder eben auch dieser weniger.

Daß verwandte Arten nebeneinander oder in übereinander liegenden Höhenstufen im Gebirge vorkommen, wurde öfters untersucht, ja die Vikarianz von Arten galt als regelrechtes Zeugnis für Evolution. Im 20. Jh. wurde mit wachsendem Material, mit Exemplaren von derselben Art aus den verschiedensten Verbreitungsregionen ihres Areals die von CHR. L. BREHM und einigen anderen schon begonnene Feststellung der geographischen Aufspaltung von Arten weiter fortgesetzt, Museumssammlungen waren dafür grundlegend, Und Kreuzungsversuche, bei Vögeln in Volieren, ergänzten (B. RENSCH 1991, S. 60 u. a.).

PAUL und FRITZ SARASIN (1899) hatten das Nebeneinander verwandter, auf dem Lande lebender Mollusken, Schnecken, auf der von ihnen erforschten Insel Celebes / Sulawesi, untersucht und kamen zu den "**Formenketten**". In ihnen sollte man sehen wie "eine Art zu einer anderen" wird, erkennen "ein Stück Stammesgeschichte vor unseren Augen sich abspielen" (S. 228). Das war wohl etwas zu kühn formuliert, denn man sah natürlich nicht die Umbildung aktuell vor sich gehen, in statu nascendi, sondern sah das durch vorangegangene Umbildung geronnene Nebeneinander verwandter Formen. Aber die auch hier in längeren Zeiträumen stattgefundenene Umbildung konnte man extrapolieren.

Die Untersuchung taxonomisch verwandter **räumlich benachbarter** Sippen, den Vergleich von zahlreichen Exemplaren ähnlicher Form aus den verschiedensten

Teilen eines Areals, wurde über weite Bereiche, ja ganze Breiten ausgedehnt. Das führte bei etlichen Arten zur Feststellung **geographischer Rassen- oder Formenkreise**, das Bestehen von sich allmählich ablösenden verwandten Formen beim Abschreiten der Regionen oder gar Breitengrade, ein besonders eindrucksvolles Beispiel des "geographischen Variierens". Die Übergänge von einer Form zur nächsten verwandten, ähnlichen im Raum, in einem "Rassenkreis" gar, glichen in ihrer Aneinanderreihung fossilen Reihen übereinanderliegender verwandter Formen. Aber diese Rassen- oder Formenkreise wurden aufgestellt im allgemeinen aus dem Aneinanderreihen von Sammlungsstücken etwa bei Vögeln nach der geographischen Herkunft – die auf den Fundortketten hoffentlich richtig angegeben war. Es war dabei, worauf RICHARD GOLDSCHMIDT 1935 (S. 169) energisch hinwies, "nicht festgestellt werden, ob eine nur in einem bestimmten Gebiet vorkommende Form ihre besonderen Eigenschaften nur nicht-erblicher Modifikation oder erblicher Verschiedenheit" – also letztlich Mutationen – "verdankt." Er betonte weiter: "Solange die genetische Natur der Differenzen zwischen den geographischen Rassen eines Rassenkreises nicht bekannt ist, hängt jeder Schluß über die Entstehung der Differenz völlig in der Luft."

Eindrucksvolle Rassenkreise wiesen manche Vogel- und Schmetterlings-Arten oder –Gattungen, je nach taxonomischer Einschätzung auf. Unter den Ornithologen, die zuerst Rassenkreise aufstellten, war einer, der die Abstammungslehre jedenfalls in ihrer bestehenden Form ablehnte: der ab 1927 in Wittenberg wirkende Pfarrer OTTO KLEINSCHMIDT (H. KELM 1960), der sich als Chef eines 'Instituts für Weltanschauungslehre' sah. KLEINSCHMIDT führte den Terminus "**Formenkreis**" / Formenkette ein, bekannt geworden namentlich durch sein 1926 erschienenes Buch "Die Formenkreislehre und das Weltwerden des Lebens". 1901 hat er etwa alle ineinander übergehenden benachbarten Formen der Würgfalken, ob bisher als Art oder als Rasse beschrieben, zu einem "Formenkreis" zusammengefaßt. Unterarten, Rassen, hatte innerhalb von Vogel-Arten schon viel früher ein anderer Pfarrer aufgestellt, CHRISTIAN BREHM in Renthendorf in Ost-Thüringen. KLEINSCHMIDT wollte das konsequenter durchführen, unter geographischem Ausschluß der Glieder eines Formenkreises und zu einem Formenkreis sollten auch "gute" verwandte Arten der Taxonomen gehören, wenn sie geographisch getrennt vorkommen. Zwei im gleichen Raum nebeneinander lebende Arten sollten nicht Angehörige desselben Rassenkreises sein. Veränderung sollte für KLEINSCHMIDT nur innerhalb der Art stattfinden können, nur "innerartliche Aufspaltung", nur die Bildung intraspezifischer Taxa sollte gegeben sein. Das war im wesentlichen wieder die vor-darwinsche Auffassung von Möglichkeiten der Variabilität. Die einzelnen Formenkreise, und das war nun angeblich eine neue Schöpfungslehre außerhalb des kirchlichen Dogmas, aber mit Anerkennung eines "Schöpfers" (S. 173) sollte zu verschiedenen Zeiten der Erdgeschichte entstanden sein. In gleicher Umwelt

sollten die Angehörigen verschiedener Formenkreise auch große Ähnlichkeiten aufweisen können. KLEINSCHMIDT warf den Evolutionsbiologen vor (S. 140): "Das beschränkte Menschenhirn hat einen unbewußten Trieb, alles miteinander zu verknüpfen, alles zu vereinfachen, auf eine Urzelle, einen Entstehungsort, einen Entstehungsaugenblick zusammenzudrängen." Die Formenkreislehre sollte dem "Rassenwahn" beim Menschen entgegenwirken, dessen "Rassen" eben einem Formenkreis angehörten.

Der Ornithologe ERNST HARTERT, der mit dem gewiß ornithologisch sehr kenntnisreichen KLEINSCHMIDT viel zusammenarbeitete, führte für die paläarktischen Vögel die Feststellung der Formenkreise weiter, aber als Anhänger der DARWINschen Evolutionslehre.

Gerade die Ablösung verwandter Formen und schließlich Arten im Raum sprach für die Evolutionsbiologen schon bei DARWIN für die Evolution und die Existenz von "**Rassenkreisen**", wie das dann genannt wurde, verstärkte das. Wie die Aufspaltung einer Art zu den einzelnen voneinander abweichenden Gliedern geschieht ließ auch unter evolutionstheoretischem Gesichtspunkt aber B. RENSCH (1929) noch offen, indem er etwa 1929 die "Vererbungs erworbener Eigenschaften" noch für möglich hielt. Die einzelnen Rassen eines "Rassenkreises" wurden auch als "Ökospezies" (ecospecies) bezeichnet (R. GOLDSCHMIDT 1948 / 1980), ein allerdings von TURESSON in der Botanik etwas anders verwendeter Begriff.

Einer der am besten untersuchten Rassenkreise, manche behaupteten etliche Zeit der einzige wirklich deutliche, wurde jener der **Großen Kohlmeise/Parus major**, denn hier war **an den Endgliedern eine Art-Aufspaltung** eingetreten. Eine Kette von Formen folgt von Westeuropa durch das südliche Zentralasien bis nach Ostasien, wobei die benachbarten Formen miteinander kreuzbar sind. Die westeuropäische Form hat sich aber zusätzlich, offenbar nach der Eiszeit, nördlicher und getrennt von den südlicher vorkommenden Formen durch ganz Nordsibirien ausgebreitet. In Ost-Asien traf sie auf das eine Endglied des südlicheren Rassenkreises, auf die Form "minor". Die hier aufeinander treffenden Endglieder des Rassenkreises, die westeuropäische Große Kohlmeise und die Form "minor" kreuzen sich nicht mehr. Die äußersten Varianten des Rassenkreises sind also wegen der zwischen ihnen erfolgten Abänderung zwei Arten geworden. Man mochte sie wegen der nahen Verwandtschaft als 'Semispezies' bezeichnen oder zusammenfassen zu einer 'Superspezies', Debatten wie sie RENSCH und MAYR führten (so b. O. RIEPPEL 1983, S. 61).

Untersucht wurde bei der **Kohlmeise** auch das wechselseitige Verhalten von lebenden Vertretern aus verschiedenen Teilen ihres Gesamtareals. Die Europäische Kohlmeise/*Parus major major*, oberseits grün, unterseits gelb, kreuzte sich in Vo-



Abbildung 145: Parus major L. Mitteleuropa.

lieren mit der grauen indischen Rasse, wenn ein 'rassengleicher Partner' nicht anwesend war, sonst mit dem 'rassegleichen' (nach GOMPERTS 1968 zit, bei B. RENSCH 1991, S. 62). Deutsche Kohlmeisen reagierten auf den ihnen auf Band vorgespieltem Gesang deutscher Kohlmeisen, aber nicht auf den von afghanischer Kohlmeisen (nach THIELCKE 1969 zit, bei B. RENSCH 1991, S. 62), Kreuzungen zwischen verwandten Formen führten auch zu so unterschiedlichen Erfolgen, daß die Festlegung auf die taxonomische Kategorie, ob intraspezifisch oder eigene Arten, oft problematisch blieb. Gekreuzt wurden (THOMAS und HUXLEY 1927 zit, bei B. RENSCH 1991, S. 61) Exemplare des vorwiegend metallisch-grünen japanischen **Fasans**/*Phasianus versicolor* mit Exemplaren der dem europäischen Fasan/*Phasianus colchicus versicolor* nahestehenden taiwanischen Rasse *Phasianus colchicus fimosanus* und das Ergebnis bestand an ausgeschlüpften Küken aus nur 13% der gelegten Eier und der dann noch bald absterbenden Hälfte der geschlüpften Küken. Die **Möwen um den nördlichen Polarkreis** wurden durch STEGMANN alle zu einer Spezies, nämlich *Larus argentatus Pontopp*, gezählt, die in 19 sich im Raum ablösende Subspezies zerfällt. Wo immer sie sich treffen, bilden sie Hybride (R. GOLDSCHMIDT 1948/1980), wenn auch unterschiedlich stark, ja wohl bis fehlend (O. RIEPPEL 1983, S. 62). Bei etwas anderes Nomenklatur: Die "am stärksten abweichende nordamerikanische Rasse *Larus fuscus*" drang nach-eiszeitlich auch nach Nordeuropa vor und blieb hier unvermischt mit der *Larus argentatus*-Rasse (B. RENSCH 1991, S. 62). Der wilde Kanarienvogel/*Serinus canaria* muß als geographische Rasse des europäischen **Girlitz**/*Serinus serinus*

canaria gelten (B. RENSCH 1991, S. 61). Beim Leopardfrosch/*Rana pipiens* gibt es Populationen von Kanada im Norden bis Costa Rica im Süden und bei Test im Laboratorium zeigte sich eine 'genetische Fortpflanzungsbarriere' zwischen entfernten Populationen (O. RIEPPEL 1983, S. 62). Bei der **Ringelnatter**/*Natrix natrix* (nach R. S. THORPE zit. bei O. RIEPPEL 1983, S. 61) fanden sich im mittleren und südlichen Mitteleuropa ohne Nachweis ökologisch-geographischer Barrieren 2 in der Fortpflanzung getrennte Formen, *Natrix natrix helvetica* und *N. n. natrix*, die sich um Bologna aber durchmischen. Sind es "Arten in statu nascendi", "Semispezies", die Hybriden "noch intraspezifisch ... oder schon interspezifisch, zwischenartiglich?" (S. 61). Es wird nun also genetisch untersucht, was im 19. Jh. CHR. L: BREHM bei zahlreiche Vogelarten schon als Unterarten oder dergleichen festgestellt hatte. Arttrennung beginnt ja oft nicht mit der Fortpflanzungsbarriere.

Für die Singvögel der Paläarktis nannte RENSCH 1954 1715 geographische Rassen in 363 Rassenkreisen, denen 183 isolierte Arten im älteren Sinne gegenüberstanden. Bei Säugetieren Europas nannte RENSCH 1954 in Anlehnung an OEKLAND 1937 399 Rassen in 88 Rassenkreisen und etwa 90 nicht geographisch variierende, also nicht Rassenkreisen angehörende Arten.

Die Glieder eines "Formenkreises" als durch deutliche mendelnde Mutationen getrennt zu erfassen gelang auch RICHARD GOLDSCHMIDT bei seinen eingehenden und aufwendigen Untersuchungen der aus den verschiedensten Gebieten Ostasiens erhaltenen Formen des Schwammspinners *Lymantria dispar* nicht. GOLDSCHMIDT (1963) hatte 3-mal, 1913 / 1914, 1924 bis 1926, 1929, Reisen nach Japan und China unternommen und konnte dort unter großem Entgegenkommen japanischer Kollegen Formen in Käfigen heranzüchten. Die Übergänge erwiesen sich als vielfach so fließende, daß allenfalls recht kleine Mutationen und variierende Modifikationsgene für die Entstehung der sich unterscheidenden Formen in Frage kamen. Er fand hier Ähnlichkeiten mit den Ergebnissen von SUMNER bei der amerikanischen Wildmaus *Peromyscus*.

1929 war es auch RENSCH noch wenig plausibel erschienen, daß die Merkmale von Rasse zu Rasse innerhalb eines "Rassenkreises" durch etliche Mutationsschritte und gar anschließende Selektion entstanden waren. Denn daß die ostpreußischen Mattkopfmäusen einen Schein grauer gefärbt sind als ihre Artgenossen aus Mitteldeutschland schien doch bedeutungslos für irgendwelche Selektion zu sein.

Gerade die Existenz von Rassenkreisen mit ihren sich im Raum schrittweise allmählich ablösenden Formen, bei denen sich benachbarte Formen paaren konnten, die Endglieder aber nicht mehr, mußten ungeachtet der bedingenden Faktoren für die Evolution sprechen.

Daß die unterschiedlichen Formen einer größeren Tiergruppe bis hin Familien und darüberhinaus durch isolierte Entwicklung in getrennten Regionen zustandekamen, meinten OLIVIER und K. LAMBRECHT (1933, S. 177) für die **Straußenvögel** als gültig zu sehen, geschehen nach dem Zerfall des großen Südkontinents in dessen nun isolierten Teilen. Fossile Straußenvögel wurden zuerst bekannt 1847 in Nepal. Heutige Arten sind das Nandu/*Rhea americana* und der Darwin-Strauß/Darwin-Nandu/*Rhea darwinii*/*Pterocnemia pennata* im Süden Südamerikas, der Strauß/*Struthio camelus* von Afrika, die Emus/*Dromaius* in Australien, die Kasuare/*Casuaris* von Neuguinea, ausgestorben sind die Riesenvögel/Aepyornithidae von Madagaskar und es gab isoliert umgebildet in den verschiedenen Terrains mit 38 Arten in 7 Gattungen die Moas/*Dinornis* u. a., von Neuseeland, in manchen Formen vorhanden bis in fast historische Zeiten (K. LAMBRECHT 1933, S. 177). Aber auch an konvergente Entwicklung aus unterschiedlichen Vorfahren war gedacht worden.

Entstehungszentren und von dort aus Verbreitung

Es war anzunehmen, und das war schon bei DARWIN, daß die gleiche Art nur einmal an einer Stelle auf der Erde entstanden war und die von ihr ausgehenden, vor allem mit ihrer Ausbreitung stattfindenden Umbildungen von dort ausgehen. Auch für Gattungen, ja Familien und Ordnungen fanden sich oft Schwerpunktgebiete, wo deren Entstehung und Arten-Aufspaltung ihren Anfang nahmen. Die Ausbreitung bestimmter Gruppen konnte dann - getrennt - etwa die gesamte nördliche oder südliche Erdhemispäre erfassen. Getäuscht werden konnte man bei solchen Untersuchungen durch konvergente Arten, solchen, die also zu einer anderen Verwandtschaft gehörten, aber einer anderen äußerlich dieser ähnlich sind. Man denke an Gewächse mit fleischigen Sproßachsen, Kakteen und Wolfsmilchgewächse in Trockengebieten.

Verallgemeinernde Betrachtungen hierzu führten den schon genannten Engländer JOHN CHRISTOPHER WILLIS (W. B. TURRILL 1958) zu dessen 1922 als "**Age and Area Hypothese**" bezeichneten Hypothese. 1905 in der Sehkraft beeinträchtigt, wandte er sich mehr theoretischen Überlegungen zu. Dazu leitete ihn besonders die Flora Ceylons (1915). Einmal entstandene Arten sollten sich beim Fehlen von Hindernissen ausbreiten, also ihr Areal vergrößern. Dabei sollten die sich verbreitenden Arten auch ohne Anpassungszwang Mutationen, ausbilden, Also es gab Neuentstehung erblicher Formen **ohne Selektion**, einfach weil **sich Arten verändern**. Mit dem Alter einer Art oder einer Gruppe sollte die Zahl neuer Arten zunehmen und die sich aufsplitternde Gruppe auch ihr Areal vergrößern, also ein Zusammenhang bestehen zwischen dem Alter eines Taxons und dem Verbrei-

tungsgebiet. Wie sehr war das zu verallgemeinern? Kritik an WILLIS' Hypothese gab es genug.

Mannigfaltigkeitszentren, Genzentren vor allem bei VAVILOV

Arten und deren intraspezifische Taxa, also eine größere Vielfalt von Genen einer Art, auch höhere Taxa, finden sich oft gehäuft in einer Region, die als Entstehungszentrum oder nach Wanderung anderswohin dort als für weitere Ausbreitung geeignetes Zentrum gelten kann. Man spricht auch von **Mannigfaltigkeitszentrum**. Je mehr die Arten und anderen Taxa zunächst in Europa und dann zunehmend erdweit kartiert wurden, desto deutlicher wurde die Konzentration der Arten und mit ihnen oft auch von Gattungen, Familien, ja Ordnungen in bestimmten Regionen. Diese Mannigfaltigkeitszentren können sein **Entstehungszentrum** eines Taxons oder **Überlebenszentrum** (O. R. GOTTLIEB et al, 1983).

Für die Kulturpflanzen ermittelte VAVILOV eine Reihe von **Genzentren**, also Mannigfaltigkeitszentren bestimmter Arten von Kulturpflanzen. Hier findet sich eine Häufung von intraspezifischen Taxa solcher Arten oder auch nahe verwandter Art. Bei Kulturpflanzen das trotz oder sogar wegen der Einflüsse des Menschen, die in manchen Regionen bestimmte Kulturpflanzen bevorzugt anbauten. Die Häufung zahlreicherer verwandter Arten oder intraspezifischer Taxa bestimmter Arten in Genzentren machte sie für die Pflanzenzüchter interessant, weil sie hier Formen erwarten durften, die mit bisher ungenutzten Eigenschaften ausgestattet sind und Kreuzungseltern für die Verbesserung von Sorten auch in Europa etwa sein konnten.

Die Genzentren-Theorie (G. ZIRNSTEIN 1976) wurde zuerst entwickelt namentlich von dem russischen Genetiker und Kulturpflanzenforscher VAVILOV. Dort, wo bestimmte Kulturpflanzen-Arten zuerst herausgezüchtet worden waren, war die Fortexistenz von Wildformen und Primitivsorten zu erwarten, die von ihrem Ursprungszentrum in andere Regionen nicht mitgenommen wurden. Die Genzentren sind im allgemeinen Gebiete mit größeren Reliefunterschieden, mit Vielgestaltigkeit in Klima und Boden. Wechselnde Umwelt brachte unterschiedliche Selektionsbedingungen mit sich. Schon war auch bekannt, daß sich auch in den verschiedenen Alpentälern eigenständige Landsorten herausgebildet hatte, wegen der fehlenden Vermischung über die Bergketten hinweg. Schon vor der Begründung der Genzentren-Theorie wurden Kulturpflanzenarten in verschiedensten Teilen der Welt beachtet, also auf den möglichen Wert irgendwo entstandener Kulturpflanzenarten hingewiesen. Vor seinem tragischen Ende durch STALIN hat VAVILOV

manche Sammelreise in die von ihm festgestellten Genzentren durchgeführt. Man stand noch am Anfang, wollte möglichst rasch einen Überblick gewinnen. So eilte VAVILOV oft auf dem Pferderücken durch möglichst weite Räume. Gesammelt wurde auch auf örtlichen Getreidemärkten. VAVILOV selbst reiste schon im Sommer 1924 in 'Turkestan', Afghanistan, dem türkischen Teil von Armenien, später fast im ganzen Mittelmeer-Gebiet. Mitarbeiter VAVILOVs konnten seinerzeit auch noch in Amerika reisen. Auch deutsche Pflanzenzüchter unternahmten Sammelreise auf Kulturpflanzen, so ERWIN BAUR und R. SCHICK (W. RUDORF 1959) wegen Kartoffeln in den Anden, wobei sie richtigerweise davon ausgingen, daß von den Wildkartoffeln in dem riesigen Verbreitungsgebiet wohl nur wenige Linien nach Europa überführt wurden. HANS STUBBE (1970) leitete 1941 und 1942 eine Sammelreise nach Albanien, Griechenland und auf die Insel Kreta, 1944 nach Südfrankreich und den Pyrenäen. Die weitere Forschung hat an den ursprünglichen Genzentren VAVILOVs manche Zusätze, ja Veränderung gebracht. ALFONS FISCHER (1937) fand das westliche Nordamerika als Genzentrum mancher Leguminosen.

Dabei war zu erwarten, wie für Kulturpflanzen zuerst vor allem VAVILOV (G. ZIRNSTEIN 1976) in seiner "Dominanzregel" betonte, daß die sich von einem Genzentrum oft nur in wenigen Individuen ausbreitenden Arten nur einen Teil ihrer Gene an die Grenzen der Genzentren brachten und hier also stärker homozygote Formen und damit für die Züchtung gut geeignete zu finden waren. Auch die Einkreuzung von Landsorten in Hochzuchtsorten konnte nur manches lösen (P. STAMP 2012, S. 8).

Erbunterschiede in der Menschheit

Auch in der Menschheit lebten viele **Ethnien** lange Zeit **getrennt** und bildeten ohne Verlust der Fruchtbarkeit mit allen anderen ihre **Eigenheiten** aus, biologisch und oft noch mehr kulturell. Aber es gibt auch **Heiratsschranken innerhalb einer Gesellschaft**, so zwischen den Kasten in Indien, gibt Vettern- und Stände-Ehen. Das mußte zu Gen-Isolierungen, sich **unterscheidender Genpools** führen (s. B. RENSCH 1960, S. 122). Man (ZIRNSTEIN) kann vielleicht sagen, daß seit der Bronzezeit die Eliten sich meistens nur unter sich paarten, von wenigen Aufstiegen sich als begabt erweisender unterer Leute abgesehen, vielleicht modifiziert durch den Aufstieg besonders attraktiver Frauen. Das galt in Europa für die Eliten der Kelten wie dann der Germanen, galt für ihre Einbeziehung bei den Römern und war wohl so auch bei den Slawen. So erscheint das Bild einer fast genetisch unterschiedenen Bevölkerungszweiteilung in Osteuropa, der Primitivalkoholiker auf der einen Seite und auf der anderen TOLSTOI, GORBATSCHOW und die großar-

tige ANNA NETREBKO. In Deutschland erscheinen die Unterschiede gemäßiger, bestehen aber auch. Die Durchbrechung der Unterschiede gelingt nur schwer, und wer verbindet sich auf Dauer mit einem Partner anderen Bildungsgrades? Eher gelingt wohl die Durchmischung zwischen Menschen verschiedener Ethnien, nämlich dann wenn die Bildungsgebene stimmt, und so ein größerer, begrüßenswerter Polymorphismus der Individuen sich herausbildet (B. RENSCH 1960, S. 123).

Formen-Erhaltung auch ohne Selektionsdruck - Mutationen - auch erhalten nicht unter Umweltdruck

Stetige Variabilität schafft neue Varianten, was Selektion nicht einbeziehen muß

Variationen sollten nicht nur spontan entstehen, sondern sich auch ohne Selektion erhalten können, wenn sie eben nicht durch Auslese vernichtet wurden. Das wurde immer wieder und gerade auch in neuerer Zeit immer erneut erörtert, etwa mit den Begriff der "neutralen Evolution" oder der Vorstellung, daß eben in einem bestimmten Zeitabstand jedes Gen sich fast gesetzmäßig, automatisch verändert und zur **Entstehung resp. Erhaltung von Formenvielfalt Abänderung allein ausreicht.**

Schon im Zusammenhang mit DE VRIES war die Rede von WILLIS (W. B. TURRILL 1958), 1896 - 1912 Direktor des Botanischen Gartens in Peradeniya auf Ceylon. Spezialforschung wandte er an die in den Wasserfällen tropischer Flüsse auftretenden *Podostemaceae*, die wie Algen aussehen, aber Blütenpflanzen sind. Trotz recht gleichartig erscheinender Bedingungen an diesen Standorten konnte WILLIS über 100 Species und ungefähr 22 Gattungen unterscheiden. Seine Frage: Was hatte diese Artenvielfalt erstehen lassen, bei der nicht wenige beste Arten überlebten, sondern eine Vielzahl. Durch spontane Variabilität/Mutabilität mochten sie sich gebildet haben. Und das traf wohl auch zu auf die endemischen Arten in Ceylon, welche keine klare Umweltanpassung erkennen ließen. Nach einem anderen Forscher mit ähnlichen Gedanken über Entstehung und Weiterexistenz von Formen ohne erkennbare trennende Selektion wurde auch bezeichnet als **Sewell-Wright-Effekt.**

Prozesshaftes, Vorgänge - im allgemeinen 'geronnen'

Evolutionsvorgänge ob in Populationen oder gar bei der Entstehung größerer Einheiten sind nur begrenzt direkt in statu nascendi verfolgbar. Wenn invasive Arten von anderswoher in Biozönosen einer anderen Erdgegend eintreten und dort den Artenbestand bis zum Aussterben etlicher durcheinandewirbeln mag man darin einen Ausschnitt aus kleinem Evolutionsgeschehen sehen, jedoch wurde die Entstehung der invasiven Art im allgemeinen nicht beobachtet. Sie war in ihrem Auswanderungsgebiet schon da. Züchter mögen das Auftreten erblicher Neuheiten noch am ehesten 'erleben' können.

Was untersucht werden kann, sind **'geronnene' Vorgänge**, die an Hand der geographischen Verbreitung von Arten, ihrer Ablösung im Raum, oder aus den Fossilien abzulesen sind.

8. Ablehnung und Kritik an der nur auf Genetik begründeten Evolutionstheorie zwischen 1930 bis etwa 1945

Das Konzept von zwei Formen der Evolution, zwei unterschiedlichen Formen: Mikroevolution und Makroevolution. - Die Frage nach gleichen Ursachen für beide

Es war eine alte Auffassung, vorgetragen bei LAMARCK wie viel später bei NÄGELI, daß die Ausbildung der größeren Unterschiede unter den Organismen durch andere Ursachen zustandekommt als die der die Arten und Gattungen trennenden Unterschiede. Der Göttinger Privatdozent OTTO HAMANN (1892)

hatte das immer wieder von Paläontologen vorgebrachte Argument erneuert, daß es vor dem Kambrium keine Vorstufen einer jetzt plötzlich einsetzenden hochentwickelten Organismenwelt gab und auch ansonsten in der Erdgeschichte angeblich die Zwischenformen fehlten, also die angeblichen kleinen Schritte nicht nachweisbar waren. Hier sollten also plötzliche Veränderungen die Anfänge der großen Einheiten gesetzt haben.

Im 20. Jh. hat dieses Konzept neu begründet JURII ALEKSANDROVICH FILIPCHENKO (PHILIPTSCHENKO (M. B. ADAMS 1981). Er unterschied 1. intraspezifische (innerartliche) oder **Mikro-Evolution**, 2. der interspezifische (interspezifischen) oder **Makro-Evolution** (s. u. a. G. HEBERER 1943, W. ZIM-

MERMANN 1948). Über den nach den USA gegangenen DOBZHANSKY fanden diese Begriffe Eingang in die Evolutionsbiologie der westliche Länder. Die Entstehung der Arten und der unter ihnen stehenden taxonomischen Kategorien, der intraspezifischen Taxa, sollte so geschehen, wie es die Genetiker und die auf der Genetik aufbauenden Evolutionsbiologen sahen. Das konnte im Konzept des **Aktualismus** erforscht werden. Die Entstehung der größeren Einheiten lag weit zurück, oft im Alt-Paläozoikum, und das allein mit den für die Mikro-Evolution geltenden Vorgängen, also durch deren Extrapolation zu erklären, galt oft als unzulässig. Das hätte bedeutet - und warum sollte es nicht gelten - daß auch am Anfang aller großen Gruppen, ob jener im Paläozoikum oder der im Tertiär sich herausbildenden Ordnungen und Familien der Säugetiere erbliche Abänderungen gestanden hätten, die nicht viel über jene hinausgingen, die man bei den Studien zur Populationsgenetik fand.

Eingehend hat der mit führende russische Evolutionsbiologe und vor allem Evolutionszoologe ALEKSEJ NIKOLAJEWITSCH SEWERZOW 1931 in Deutsch im Buch "Morphologische Gesetzmäßigkeiten der Evolution" die Evolution auf zwei Ebenen dargelegt, jener der Entstehung von **intraspezifischen oder intragenerischen** Taxa und jener von **transspezifischen** Taxa. A. N. SEWERZOW war der 1866 in Moskau geborene Sohn des Zoologen und Forschungsreisenden NIKOLAI ALEKSEJEWITSCH SEWETZOW, studierte an der Universität Moskau, war hier Schüler von MENZBIR. Professor war er seit 1899 in Tartu/ russisch: Jurjew, 1902 in Kiew, 1911 – 1930 in Moskau. Für seine Forschungen stand SEWERZOW und dessen Mitarbeitern in Moskau ein eigenes Laboratorium für Evolutionsmorphologie und seit 1935 erweitert auch für Paläozoologie zur Verfügung. Die "Höherentwicklung", die Evolution zu andersartigen höheren Formen, so von den Amphibien/Reptilien zu den Säugetieren, nannte SEWERZOW "**Aromorphosen**". Die Differenzierung einer Gruppe in mehrere auf gleicher Ebene, also namentlich einer Spezies in mehrere Spezies, vor allem in Anpassung an unterschiedliche Bedingungen in ihrem Verbreitungsgebiet, bezeichnete SEWERZOW als "**Idioadaptation**". Beschrieben wurden die Phänomene, ganz unterschiedliche Faktoren mußten dazu nicht angenommen werden.

Die Annahme verschiedener Evolutionsfaktoren zur Erklärung des Zustandekommens der verschiedenen Eigenschaften der Organismen, die Evolution in zwei Ebenen, war unter anderen Termini auch früher vertreten worden, so bei :

Autor **Höherentwicklung Differenzierung**

LAMARCK innere Faktoren Vererbung erworbener Eigenschaften

NÄGELI Organisationsmerkmale Anpassungsmerkmale

SEWERZOW Aromorphosen Idioadaptationen

War auch die Entstehung der großen Einheiten aktualistisch deutbar, also in Anlehnung an die erforschbaren rezente Vorgänge? Die Evolution der großen Gruppen sollte jedenfalls nach manchem auch neueren Biologen, auf Grund von **in den Lebewesen bestehenden Prinzipien** ablaufen. Letzterer hypothetischer Vorgang wurde von PHILIPTSCHENKO "Autogenesis" genannt. Die von innen her kommenden Sprünge mochten dann die gesuchten oder gar an einigen Beispielen erfaßten Makromutationen sein. Selektion konnte sicherlich auch über das Überleben von Makromutationen entscheiden, aber dem evolutionären Sprung kam doch erst einmal die entscheidende Bedeutung im Evolutionsgeschehen zu. Wie sollten solche 'Sprünge' faßbar werden?

Es war das Bemühen von Anhängern der "Synthetischen Theorie der Evolution" nachzuweisen, daß die **Entstehung der höheren taxonomischen Kategorien**, der Familien, Ordnungen, Klassen, ja Stämme, die 'Transspezifische Evolution' (B. RENSCH z. B. 1960, S. 24 u. a., s. u.) keine Sondervorgänge erfordert, sondern **in der Fortsetzung der Faktoren für die Mikroevolution** besteht.

Um zu erklären, wie in der Evolution größere Mutationen zustandekommen, wurde auch diskutiert, daß Mutation von Hormondrüsen viele Merkmale betreffende Auswirkungen haben könne. Unter den Paläontologen erörterte diese Hypothese der Baron FRANZ VON NOPCSA (1917). Das zu erhärten, untersuchte NOPCSA die Größe der Sella turcica an der Schädelbasis, wo die Hypophyse liegt, und fand bei Fossilien eine Zunahme der Hypophyse ihrem Hirn gegenüber bei Zunahme der Körpergröße, verbunden mit der Permanenz großer Knorpelmassen. Offen blieben möglich Ursachen der Funktionssteigerung der Hypophyse in der Evolution. Der eigenwillige NOPCSA erschob am 25. April 1933 in Wien zuerst seinen albanischen Partner und dann sich selbst (Wikipedia). Später hat der Evolutionsbiologe BERNHARD RENSCH debattiert, ob etwa durch Mutationen in der Hormonerzeugung jene größeren erblichen Veränderungen zustandekommen, welche noch gesucht wurden, um die Evolution zu erklären. A. BIEDL hatte diese Ansicht 1911 (S. 277) als eher geistvolle, jedoch nicht beweisbare Hypothese bezeichnet, und das gilt wohl bis heute, auch, wenn man die Korrelationen in den Kommunikationssystemen betrachtet..

Variabilität und überhaupt Evolution durch Mutationen nicht ausreichend vorstellbar?

Die Empörung über den "Lyssenkoismus" war in den westlichen Ländern besonders nach 1945/1948 gewaltig und wegen der Verfolgung von Genetikern berech-

tigt, aber auch deutsche Evolutionsbiologen, auch solche, die später die mit der Genetik verbundene "Synthetische Theorie der Evolution" ausbauten, standen **bis um 1935** der **nur auf Genetik sich stützenden Evolutionslehre** kritisch, ja **ablehnd** gegenüber. Das waren namentlich die auch oder ausschließlich in Ornithologie wirkenden STRESEMANN, RENSCH, MAYR. Der junge MAYR noch bei STRESEMANN in Berlin meinte (zitiert bei J. HAFFER 2005, S. 16), daß die Genetiker "sich bei ihren Spekulationen nur auf Experimentalmaterial stützen" und so "versuchen ... die Faktoren der Artbildung zu ergründen, ohne die Beispiele zu benützen, die uns die Natur bietet." Namentlich die feinen Abstufungen bei den Rassenkreisen schienen nicht allein mit dem 'Mutationismus' erklärbar zu sein. Jedoch wurden schon in den 20-er-Jahren des 20. Jahrhunderts auch etwa Pflanzen aus der Natur auf ihre Chromosomen untersucht und war es nicht nur Experimentalarbeit, was HAGERUP und andere unternahmen. Während sich die neue Theorie der "Synthetischen Evolution" formierte, traten auch immer wieder ihre Kritiker auf und brachten durchaus zahlreiche bedenkenswerte Argumente. **Neben den Mutationen** sollte es andere Mechanismen der Veränderung geben, wobei der Terminus "Vererbung erworbener Eigenschaften" eher vermieden wurde auch dort, wo es letztlich darauf hinauslief.

Die auf Genetik begründete Evolutionstheorie lehnte der 64-jährige bekannte Botaniker RICHARD WETTSTEIN, Wien, etwa 4 Jahre vor seinem Tode nicht ab, aber äußerte sich 1927 auf dem V. Internationalen Kongreß für Vererbungswissenschaften in Berlin doch auch mit Abstand, weil ihm die aus der Vererbungsforschung gezogenen Konsequenzen "nicht allzu bedeutungsvoll, ja vielfach geradezu negativ waren" (S. 372). und sich etwa bei JOHANNSEN und HERIBERT NILSSON sogar gegen die ansonsten doch begründete Evolutionstheorie richteten. Sollte es, so scharf wurde es nicht formuliert, um die Diskrepanz Genetik – Evolutionstheorie gehen, so wäre R. WETTSTEIN wohl für die weitere Akzeptanz der letzteren, ohne die experimentell gesicherten Ergebnisse der Genetik in Frage zu stellen. R. WETTSTEIN suchte die Problematik auch psychologisch zu begründen: "Es ist in der menschlichen Natur begründet, daß der einzelne in dem kurzen Zeitraume seines irdischen Daseins die Klärung der ihn fesselnden Probleme erleben möchte; die sich daraus ergebende Ungeduld hat schon oft zu verfrühter und darum verfehelter Verallgemeinerung an und für sich richtiger Erkenntnisse geführt" (S. 380).

Während manche wie ERNST MAYR später alle Kritiker der "Synthetischen Evolution" auch schroff zurückwiesen, hat 1976 (s. 45) etwa der Entwicklungsbiologe ERNST HADORN stellvertretend wohl auch für andere formuliert, er "übersehe auch keineswegs zahlreiche Schwierigkeiten, vor denen der Neodarwinist steht. Solange wir aber nichts Besseres kennen und solange ein Theoriengebäude heuristisch fruchtbar bleibt, sehe ich auch keine Notwendigkeit, diesem Reduktionismus un-

treu zu werden.“ Es war jenes Ausschließungsprinzip, auf die man Theorien nicht endlos stützen sollte.

Wegen der Kritik der auf der Genetik beruhenden Evolutionstheorie namentlich durch Paläontologen, trafen sich am **8. September 1929 in Tübingen** Mitglieder der Paläontologischen Gesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für Vererbungsforschung zu einer gemeinsamen Sitzung (Paläontologische Zeitschrift 11, 1929, 4, S. 275 ff.). Die unterscheidenden Standpunkte blieben. R. WOLTERECK meinte zu den Ergebnissen 1931 (d, S. 231): ”Die experimentelle Erbforschung auf der einen Seite und die Paläontologie, Ökologie und Biogeographie auf der andern Seite stehen sich heute in der Bearbeitung der Artbildungsfragen so fremd gegenüber, daß die sehr zeitgemäße Aussprache zwischen Vertretern beider Richtungen, die im vorigen Jahre in Tübingen veranstaltet wurde (...) mit einem ”non possumus” auf beiden Seiten endete.”

VICTOR JOLLOS, der die Probleme von ”Genetik und Evolutionsproblem” 1931 auf der 34. Jahresversammlung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft in Utrecht zusammenfaßte, meinte in der Einleitung (S. 252). ”Je klarer und geschlossener sich die Erfahrungen und Vorstellungen der Genetik zusammenfügten, desto zweifelhafter erschienen die Möglichkeiten, von hier aus wesentlich tiefer in das Evolutionsproblem einzudringen, desto negativer wurde aber auch die Einstellung zu den älteren Erklärungsversuchen.”

Etwa SCHINDEWOLF's und RICHARD GOLDSCHMIDT's Ablehnung der herrschenden Evolutionstheorie

In Deutschland rechnete der führende Paläontologe OTTO HEINRICH SCHINDEWOLF (ERBEN 1971) mit besonderen Mutationen für die Entstehung der Großkategorien der Organismen. Nur in einer meist sehr kurzen Phase der **explosiven, unvermittelten Typenentstehung** erschienen **neue Bauplanformen**. Waren neue Baupläne im Grundsätzlichen angelegt, so folgte eine gewöhnlich lange andauernde stammesgeschichtliche Phase der **ruhigen, orthogentisch fortschreitenden Ausgestaltung des einmal erworbenen Typenkomplexes**. Nur die zweite Phase wäre durch den Darwinismus erklärt worden (O. H. SCHINDEWOLF 1936).

Der in der Genetik so einflußreiche R. GOLDSCHMIDT (1961, S. 478) kam zu der Ansicht, es ”ist als sicher anzunehmen, daß etwas wirklich Neues nicht durch die von kleinen Mutationsschritten bewirkten Veränderungen entstehen kann, mit denen die Populationsgenetik so erfolgreich zu arbeiten vermag.” Etwa 1948 (zitiert nach 1980, S. 147) hatte GOLDSCHMIDT geschrieben, daß jene ”major syste-

matic differences and adaptations can only originate in single major steps which establish at once the main features of the new organisational and physiological pattern. If the new types resulting from such macromutations fit into a new niche, selection and selective addition of minor mutants will perfect the adaptive features." Die hoffnungsvollen neuen Formen nannte er auch "**hopeful monsters**". GOLDSCHMIDT schrieb 1948 auch (zitiert nach 1980, S. 144): "Thus the mechanism of evolution on the subspecific level is rather clear. The difficulties arise when we reach the specific level. The taxonomists since Darwin have always assumed that they are entitled to extrapolate from the subspecies to the species. This means that they take it for granted that at the extremes of a subspecific differentiation enough distinctive Adaptional factors are accumulated to make for a transition into the specific level... The idea has been phrased thus: subspecies are species *in nascendo*." Oder, wie GOLDSCHMIDT auch formulierte (1948 / 1980, S. 144): "... population genetics has not offered and cannot offer any information on the material of evolution above the subspecific level, ...". Der Fall der Kohlmeise (s. o.) wäre nach GOLDSCHMIDTs Ansicht 1948 das einzige und immer wieder angeführte Beispiel für einen geographischen Rassenkreis, dessen Endglieder den Charakter von zwei getrennten Spezies annehmen. Selbst hier wären Korrekturen erforderlich. Trotz Kreuzungsbarrieren war ihm die Trennung offensichtlich nicht scharf genug.

Großmutationen der von GOLDSCHMIDT angenommenen Größe schien es in der Gegenwart jedoch nicht zu geben. Sie nur als vergangene Ereignisse anzunehmen widersprach der aktualistischen Betrachtung der Geschichte der Natur. Die Hypothese von Großmutationen war immerhin eine Anregung, nach solchen zu suchen. Aber wirklich 'Neues', muß man fragen wann war es in der Erdgeschichte denn zuletzt erschienen?

Dauermodifikationen – JOLLOS. - WOLTERECKs Skepsis gegenüber der Evolution nur durch Mutation

Als eine besondere Art von Abänderungen, wenn auch offensichtlich von keinem Nutzen für die Evolution, führte der zunächst namentlich als Protistenforscher wirkende VICTOR JOLLOS 1913 die "**Dauermodifikation**" ein. JOLLOS, 1913 am Zoologischen Institut der Universität München, setzte Zuchten namentlich des Pantoffeltierchens *Paramecium caudatum* höheren wie niederen Temperaturen und als "Gifte" wirkenden Chemikalien, einer verdünnten Lösung von arseniger Säure, aus. Manche der dabei erzielten Abänderungen wurden auf die durch Teilung entstandenen Tochterindividuen übertragen, verloren sich jedoch völlig nach Kopulation und auch ohne solch plötzlich. JOLLOS sah, daß es sich deshalb nicht

um Mutationen handeln kann, aber diese Abänderungen unterschieden sich "andererseits auch von den gewöhnlichen Modifikationen durch ihre langdauernde", in einem Fall 600 Teilungsschritte überdauernde Konstanz "bei Zurückversetzung in die ursprünglichen Lebensbedingungen" (S. 232/233). Ein neuer Begriff schien notwendig zu sein, und der Terminus "**Dauermodifikation**" wurde vorgeschlagen. Nebeneinander gab es bei den Protisten offensichtlich "Modifikationen, Dauermodifikationen und echte Mutationen" – wobei über Evolution durch Dauermodifikation zunächst nichts gesagt wurde.

Für WOLTERECK konnte die nur mit mendelnden Mutationen rechnende Evolutionstheorie viele Umbildung in der Evolution nicht erklären. Im Jahre 1931 (e, S. 227) meinte WOLTERECK: "Es ist verständlich, daß die Konstitutionsforschung und die Auffassung der Vererbung als Übertragung einer spezifischen ganzen Reaktionsnorm in Gegensatz steht zu denjenigen Genetikern, die im Organismus lediglich ein Mosaik von additiven Eigenschaften finden, das durch den Mechanismus der Chromosomen und der Gene determiniert, vererbt und verändert wird. Diese Forscher vernachlässigen, wie von Herbst, mir und anderen wiederholt hervorgehoben wurde, die konstitutiven Eigenschaften, die doch auch vererbt werden und die auch - bei Artänderungen - verändert werden müssen.". Der Begriff "Reaktionsnorm", einst von WOLTERECK geschaffen, wird bei ihm anders verwendet als in der Genetik üblich geworden war. In der Genetik war die "Reaktionsnorm" die Weite der Abweichung auf gleicher Grundlage von Erbfaktoren. Nach WOLTERECK war das Gen-Gefüge mehr als das summenhafte Mosaik, es wäre ein "ganzes Gefüge". Auch die "Lebewelt" auf der ganzen Erde wäre ein "Ganzes Gefüge". Für Forscher mit vorzugsweise analytischem Geist mochten solche Aussagen Kopfschütteln auslösen.

WOLTERECK brachte auch Einzeltatsachen gegen die neue Evolutionsvorstellung vor, die teilweise nur im Zweifel an den Aussagen der Genetiker bestanden. So wurde bezweifelt, daß es einzelne, auf den Chromosomen aufgereihete Gene gibt. WOLTERECK bemerkte (1931 e) wie auch andere Forscher WOLTERECK (1931 e), daß "höhere" Organismen in ihrem Genom nicht mehr Chromosomen besitzen als niedere, öfters sogar weniger. Ferner verwies auch WOLTERECK wie vorher andere darauf, daß sich die grundlegenden Merkmale der großen taxonomischen Einheiten im Kreuzungsexperiment nicht testen lassen, also sich ein Wirbeltier nicht mit einem Wirbellosen kreuzen läßt, wodurch nicht ermittelt werden kann, daß die Anlage einer Wirbelsäule generell auch auf mendelnde Erbfaktoren zurückgeführt werden kann. WOLTERECK leitete ab (1931 e, S. 285): "Für diese "Merkmale" finden wir nicht nur deshalb keine Gene, weil sie der Kreuzungsanalyse sich entziehen (das ist ein landläufiges, aber lahmes Argument), sondern weil es keine diskreten Gene des Grundgefüges gibt ..." WOLTERECK meinte auch

(1931 e, S. 286), daß sich die verschiedenen Spezies derselben Gattung eigentlich an allen Organen, allen Geweben und Zellen sowie in allen ihren Funktionen und Reaktionen spezifisch voneinander unterscheiden. Das lehnte die Auffassung vom Merkmals-Mosaik ab. Einzelne Mutationen beträfen aber nur einzelne Merkmale, trennten also keine neue Arten ab. Mutationen ließen stets die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Spezies erkennen, wären also nicht zu einer neuen Spezies führende Abänderungen. Alle Züchtung hätte nicht eine einzige Art in eine andere verwandelt. Daß die Entstehung von erblichen Abänderungen noch nicht die Entstehung von Fortpflanzungsbarrieren und damit Arttrennung bedeutete, hatte allerdings auch DOBZHANSKY hervorgehoben. WOLTERECK meinte schließlich (1931 e, S. 300, 301), daß Arten-Umwandlung nicht nachgewiesen ist. Arten wären "nicht gesteigerte oder vervielfachte Varianten ... , sondern Naturdinge und Naturgesetzmäßigkeiten, die einer anderen Kategorie als die Varianten angehören." Für die großen Umwandlungen wäre eine andere Substanz maßgebend als die Erbsubstanz. Die Gene würden auf die andere Substanz wirken, aber sie wären nicht mit ihr identisch.

PLATE und andere in Jena

Etliche Biologen mit anderen Auffassungen als denen der genetisch orientierten Evolutionsbiologen waren mit der Universität Jena wenigstens etliche Zeit verbunden. Hier hatten auch HAECKEL und dessen Nachfolger LUDWIG PLATE die "Vererbung erworbener Eigenschaften" als einen Modus der Variabilität anerkannt. Der Anatom und Histologe, der die Organe und Gewebe auch in ihrer Entwicklung in der Keimesgeschichte und unter verschiedenen Bedingungen beobachtet, geht sicherlich anders an die Betrachtung von Lebewesen heran als der auf die Weitergabe einzelner Merkmale fixierte Genetiker.

BÖKERs "aktive Umkonstruktion"

Eigenwillig waren Auffagen von HANS HEINRICH BÖKER (1937: E. TH. NAUCK 1940) BÖKER wurde geboren 1886 als Sohn des Chefs eines Überseehandelshauses in Mexico City und war als 3-jähriger nach Deutschland gekommen. Er studierte Medizin Freiburg i. Br., Kiel und Berlin. BÖKER war 1912 Assistent bei WIEDERSHEIM in Freiburg in Br. und wurde Anatom, Kurzzeitig 1922/1923 war BÖKER ao. Professor in Jena, kehrte nach Freiburg zurück, war aber ab 1. Oktober 1932 o. Professor der Anatomie in Jena. 1938, ein Jahr vor seinem Tode, kam er als Ordinarius nach Köln. Auf Reisen, so außer nach Korsika, den Kanaren und der Sahara, war er 1928 ein halbes Jahr und nochmals 1932 im Amazonasgebiet

und 1937 auf Santo Domingo (UA Jena, B. A. 920, Wikipedia 2015). 1934 wurde BÖKER Mitglied der Nazi-Partei und der SA und nutzte in der Zeit gegebene Aussprüche auch über 'Ganzheit'. Er vertrat auch eigene der NS widerprechende Ansichten. Es ist wohl falsch, seine auch bereits vor 1933 vertretenen Auffassungen nun der NS-Ideologie zuzuschreiben.

BÖKER kam auf Grund seiner Kenntnisse der Anatomie zahlreicher Tiere und dem Aufeinanderabgestimmtsein der Merkmale, auch aus den Lebendbeobachtungen und aus den Lebensäußerungen zu der Ansicht, daß es "die Lehre von den Mutationen nicht vermag, uns das Werden und Bestehen der biologisch-anatomischen Harmonie zu erklären" und "so müssen wir zu einer anderen Lösung dieses Grundproblems der Biologie zu kommen suchen" (H. BÖKER 1937, S. V). Im Vergleich von verwandten Arten, etwa der Spechte, ließe sich eine evolutionäre Änderung von einer Form zu einer anderen erkennen, aber es wäre eben der ganze Körper oder wenigstens die entscheidenden Merkmale in diese Umbildung einbezogen gewesen. Es bestünde also vor allem auch von gleich oder ähnlich lebenden Tieren die Annahme einer bei evolutionären Veränderungen immer den ganzen Körperbau zugleich erfassenden "**aktiven Umkonstruktion**" der Lebewesen, ihrer aktiven Anpassung mit Vererbung dieser. BÖKER wurde sogar (TH. NAUCK 1940) Erneuerer phylogenetischer Forschung genannt. Die Wissenschaft folgte ihm im Ganzen nicht (R. MERTENS 1955).

Von seinem anatomischen Vorgehen zeugt schon seine Staatsexamensarbeit über die Entwicklungsgeschichte des Schädels der Eidechse/Lacerta und die 1917 angefertigte Habilitationssarbeit über die Entwicklungsgeschichte der Luftröhre der Zauneidechse. Die Mutationslehre habe nach BÖKER die Hoffnungen auf die Erklärung der Evolution nicht erfüllt (1931). Mutationen betreffen nur "Verzierungen". Eigentlich beschrieben sie (so 1932) nur die Umwandlungen unter Ausblendung der möglichen inneren Vorgänge. In Brasilien habe er Arten in Umkonstruktionen festgestellt. Eingehend beschrieb BÖKER (so 1936) das beim Schopfhuhn/*Opisthocomus cristatus*, einem in Brasilien lebenden und zu den Kuckucken gehörendem Vogel. Der mit 53 Jahren am 28. April 1939 früh Verstorbene konnte sein Werk über die 'Vergleichende Biologische Anatomie der Wirbeltiere' nicht mit einem 3. Band vollenden. Im 2. Band, der sich mit der 'Biologischen Anatomie der Ernährung' befaßte, resümierte er (1937, S. 216), daß bei einer evolutionären Umgestaltung "niemals gewinnt der Organismus das gestörte Gleichgewicht dadurch wieder, daß sich einmal hier, ein andermal dort irgendein kleines anatomisches Merkmal durch Genmutation ändert, und daß Selektion so lange ausmerzt, bis die richtige Kombination der Merkmale erreicht wird." Mutationen gäbe es bei Haustieren und beim Menschen und sie wären degenerativ (1937, S. 90). Zur Klärung hoffte BÖKER auf eine 'experimentelle vergleichende biologische Morphologie' (1937, S.

VII). BÖKER (1937, S. 16) führt kaum leicht erklärbare Beispiele **für bewundernswerte Konstruktionen** an. Bei dem von BÖKER im Mündungsgebiet des Amazonas beobachteten, an der Wasseroberfläche schwimmenden **Vieraugenfisch**/*Anapbeys tetraophthalmus* blicken die Augen in der oberen Hälfte in die Luft und liegen in der unteren Hälfte unter Wasser, und die Hälften sind wegen der unterschiedlichen Lichtbrechungsverhältnisse in den beiden Medien in den Hornhäuten in den Augen oben und unten dem Sehen in jeweils ihrem Medium angepaßt.

Wie komplexe Anpassungen in der Zeit entstanden wird vielleicht nachvollziehbar, wenn es auch fossile Vertreter gibt wie bei dem seiner Lebensweise als Fischfänger heute so eindrucksvoll angepaßten **Schlangehalsvogel**/*Anhinga rufa* (1937, S. 66). Der Paläornithologe KALMAN LAMBRECHT (1933, S. 859 ff.; b. BÖKER 1937, S. 69; s. a. O. ABEL 1936, Wikipedia 2016) kannte Schlangehalsvögel aus dem Eozän, von ihm *Protoplotus beauforti* genannt. Sie erschienen als wasserlebend, aßen jedoch Samen und Körner, worauf die im fossilen Skelett liegenden Magensteine verweisen, und sie besaßen weder den Schleudermechanismus für die Nahrungsaufnahme noch die Flügelproportionen für den statischen Segelflug. Im unteren Pliozän findet sich im "pannonisch-pontischen Asphalt von Tataros im ungarischen Komitat Bihar" (K. LAMBRECHT 1933, S. 860) *Plotus pannonicus*, bei dem wohl der 8. Halswirbel schon besonders verlängert war, der Schleudermechanismus also wohl bestand und er wohl Fischfresser war. Eine Ganzkörperumbildung hat also stattgefunden. Eine Evolution des **Aufeinanderangewiesenseins** bietet auch das **Verhältnis von Nervensystem und Hormonen** (1937, S. 234). Saloppe Formulierungen haben BÖKERs Anliegen kaum gestützt, denn was heißt "Die Reptilien sind aus Umlandwirbeltieren entstanden, als ein trocken heißes Klima sie zwang, das Wasser zu verlassen und zu echten Landbewohnern zu werden ..." (1937, S. 10). Was heißt, muß man (ZIRNSTEIN) fragen: 'sie' 'verließen', alle, so ohne weiteres, oder nur wenige, die eben doch mutativ verändert waren? Andere, K. GUENTHER etwa, hatten einmal vom Problem der 'Coadaption' gesprochen. Und Funktionsänderungen von aktiv tätigen Strukturen mußten selbstverständlich auch die für sie zuständigen Nerven, ja ihre Verankerung im Nervensystem einbeziehen. Es lagen gewiß Herausforderungen vor der Evolutionsbiologie.

Noch einmal soll an die sicherlich irgendwie in historischen Zeiten entstandenen, gegen 365 (Wikipedia 2015) reinen Hunderassen erinnert werden, die alle doch im Gesamtkörperbau 'funktionieren', sehr gut bis hin zu eher leidvollen und dennoch lebendfähigen Zwerggrassen. Hunde - wie kamen sie zu allen ihren Umgestaltungen - durch eine Schöpfung wohl kaum, denn die hätte ja in geschichtlichen Zeiten stattfinden müssen - ein wohl gutes Argument.

Immerhin auch ALFRED KÜHN wenigstens 1935

ALFRED KÜHN meinte 1935 (S. 10): "Daß Genmutation und Auslese das einzige Mittel der Artumbildung sei, dürfen wir noch nicht behaupten; aber es ist der einzige rassenbildende Vorgang, den wir bisher physiologisch scharf erfassen können." "Die Ausbildung des Einzelwesens", meinte KÜHN weiter, "ist die Gesamtreaktion eines Systems, in welchen ein Gen nur eine von sehr vielen Systembedingungen darstellt".

HARMS' Evolution in "statu nascendi" beim angeblich noch beobachtbar stattfindenden Übergang vom Wasser- zum Landleben

Der Jenaer Zoologe und Endokrinologe JÜRGEN HARMS (vgl. UA Jena, Bestand D, No. 1090), 1935 Nachfolger von PLATE an der "Zoologischen Anstalt" der Universität Jena, beobachtete Tiere im Grenzbereich von Wasser und Land (1934) im Verlandungsgürtel der Tropen wie auch am süddeutschen Federsee und nahm hier an, daß er den Übergang vom Wasser- zum Landleben regelrecht verfolgen könne. HARMS (O. PFLUGFELDER 1966) war 1885 als Sohn eines Landwirtes unweit von Uelzen geboren worden, studierte in Marburg und Cambridge, promovierte bei EUGEN KORSCHELT, war Assistent in Bonn und übernahm, nachdem er sich in Marburg 1910 habilitiert hatte, im Jahre 1922 den Lehrstuhl für Zoologie in Königsberg, ging 1925 nach Tübingen, 1935 nach Jena. Letzteres verließ er 1949. Seine zahlreichen Forschungsreisen führten HARMS vor allem nach dem tropischen Südost-Asien, 1956 auch nach Chile.

Am Meer gibt es Arten, die dem Leben sowohl im Salzwasser wie im Süßwasser und auch auf dem feuchten Lande angepaßt sind und sich teilweise je nach gerade herrschenden Bedingungen auch verändern, vor allem neuartige physiologische Eigenschaften annehmen. Die Schlammpringer, *Periophthalmus*, sind amphibisch lebende Fische in den Mangroven. Nach HARMS sollte die Plastizität der Tiere in der heutigen Verlandungszone die evolutionäre Umwandlung von Wasser- oder Feuchttieren in Landtiere noch heute vorführen, also regelrecht Evolution in statu nascendi vorführen. So wird etwa als Möglichkeit einer evolutionären Wandlung beschrieben, wie Fische bei Sauerstoffmangel im Wasser an die Oberfläche kommen, und, "im Anschluß an diese "Notatmung" (Winterstein 1921) "werden zunächst Luftblasen in die Mundhöhle aufgenommen, wird eine "stärkere Durchblutung der Mundhöhlenschleimhaut herausbildet" (S. 60). Auch Haut wird bei notwendiger stärkerer Atmung stärker durchblutet. Während die genetisch ausgerichteten Evolutionsbiologen in diesen Wandlungen nur eine breite Reaktionsnorm, einen anpas-

sungsfähigen Phänotypus von einem durchaus festen Genotypen, also einer festen Spezies sehen, veränderten und verändern für HARMS die veränderten Anforderungen die "Physiologie des Zellplasma" und bei längerer Dauer wirke sich das auf den Zellkern aus. Es kam zur Formenumbildung. Mutationen wären meist letal, wären nicht auf eine neue "Umwelteinrichtung" gerichtet (S. 12). Kleinmutationen könnten sich bei gerichtetem Auftreten steigern. Aber neue Zyklen, also neue Lebensgänge, entstünden auf dem Wege der Dauermodifikationen, "indem eine Nachwirkung einer Umweltinduktion auch in den folgenden Generationen beibehalten wird (Nachwirkungen einer induzierten Reaktionsnorm), ohne daß die Außenfaktoren noch wirksam sind. Die Änderungen sind indessen noch nicht fixiert, sondern es kann eine allmähliche Rückkehr zur Norm stattfinden." Die Selektion wirke durchaus, ja doch für "die Entstehung der Variationen sind aber die funktionellen Anpassungen (Lamarckismus) keineswegs zu entbehren." Daß die Schilddrüse die Ausbildung zur Landform beeinflusst, konnte ein weiteres physiologisches Mittel sein, das Artumbildung bewirkt. Im Jahre 1939 hat HARMS "Lamarckismus und Darwinismus" als historische Theorien und beide als überlebt bezeichnet, aber läßt mit veränderten Formulierungen eigentlich beide nebeneinander als gültig bestehen. Er schrieb klar (S. 14): "In bezug auf das Problem der Artbildung befinden sich die extremen Chromosomen-Theoretiker im Irrtum, wenn sie versuchen, lediglich aus Defektmutationen oder gerichteten Mutationen eine Artbildung zu konstruieren. Denn sie arbeiten nicht mit der Fülle der gesamten belebten Welt, sondern nur mit einigen Spezialformen."

HARMS berichtete nach dem Zusammenbruch des Dritten Reiches, daß er "1938 als Direktor des Phyletischen Museums wegen lamarckistischer Gesinnung abgesetzt" wurde, also wegen Akzeptierung der "Vererbung erworbener Eigenschaften", die jedenfalls in seinem Falle disziplinarisch geahndet wurde. "Nach der" aus Protest dagegen erfolgten "Amtsniederlegung der Professur und der Direktion des Zoologischen Institutes" wurde er jedoch, in eigenen Worten, "vom Kultusministerium Berlin wieder voll eingesetzt." Da HARMS sich keiner nationalsozialistischen Organisation angeschlossen hatte, trotz einstiger Zugehörigkeit zum Alideutschen Verband, wurde er im Oktober 1945 als "eine bedeutsame Kraft für die deutsche Jugend im neuen Geiste" eingesetzt. Als HARMS nach der Gründung der DDR das Kapitel über Genetik und Abstammungslehre in seinem damals verbreiteten Lehrbuch "Zoobiologie" "unter Beratung" von "fortschrittlichen Sachverständigen" im Sinne der die "Vererbung erworbener Eigenschaften" anerkennenden Lehre LYSSENKO umarbeiten sollte, legte er aber aus Protest sein Amt in Jena ab 1. Januar 1950 nieder. Nun, auf dem Höhepunkt der LYSSENKO-Kampagne, wurde in der DDR sogar dem "lamarckistischen Biologen" HARMS mißtraut und dieser ging, ein Leben im Schatten auch der "Vererbung erworbener Eigenschaften", nach Marburg. HARMS Lehrbuch der Zoologie blieb aber in der DDR im Gebrauch.

WILHELM LUDWIG, Halle, und andere – ihre Zwischenposition

Von seiner Position eines gemäßigten Neo-Lamarckismus schrieb etwa in den 40er-Jahren des 20. Jh. der damals in Halle wirkende Zoologe WILHELM LUDWIG. Während der nationalsozialistischen Zeit hatte LUDWIG wegen oppositioneller Haltung an der Universität Halle ein ziemliches Nischendasein führen müssen. Trotz interessanter Veröffentlichungen wurde er erst 1948 an der Universität Heidelberg Ordinarius (R. WETTE 1959). Etwa 1940 erwies LUDWIG auch dem "Neo-Darwinismus" seine Anerkennung, meinte jedoch, daß es Schwachstellen im Neo-Darwinismus gibt und diese von zumindestens teilweise lamarckistischen Positionen ausgefüllt werden können. Mehr aus internen Äußerungen als aus seinen Veröffentlichungen geht hervor, wie stark er dem Lamarckismus anhing (s. R. WETTE 1959). In einem Bericht nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges, in welchem LUDWIG sein antifaschistisches Verhalten, seine ständige Feindschaft mit der nationalsozialistischen Dozentenschaftsleitung und seine fortgeführten Kontakte mit jüdischen Wissenschaftlern und Emigranten betonte, nannte er sich "Einzigster Vertreter des Lamarckismus" (UA Halle, PA 10 311). In einem Schreiben an das Kuratorium der Martin-Luther-Universität Halle vom 11. Januar 1946 nannte er sich ebenfalls "(einzigster Vertreter der lamarckistischen Umweltlehre nach 1933)" (Klammer im Original).

Der Zoologe HANS KRIEG

Der Zoologe HANS KRIEG (1964), der namentlich in Süd-Amerika geforscht hatte und nach 1927 Direktor der Zoologischen Sammlung des bayrischen Staates in München war, konnte wie manche andere auch in Mutationen vor allem nur "Pannen der Entwicklung" (S. 141) sehen. Zur Annahme von den Mutationen als den einzigen für die Evolution zuständigen Abänderungen und deren Selektion meinte er: "Was ich bezweifle ist nicht ihre Logik und gelegentliche Richtigkeit, sondern die allzu billige Annahme, sie sei allgemeingültig." Als er einmal eigene Vorstellungen vortrug, auf dem internationalen Kongreß der Genetiker in Stockholm, stellte er fest, daß dies mit "säuerlicher Miene zur Kenntnis genommen" wurde, und er seinen Freunden anmerkte, "wie unbehaglich ihnen dieser "interessante Gedanke" war, waren sie doch durch ihre Bücher und Vorlesungen ganz und gar auf die allein seelig machende Mutationslehre eingeschworen. Alles andere fürchteten sie als eine Störung ihres Lebenswerkes."

HEIKERTINGER, Wien, sucht Anpassungen zu widerlegen und somit die Wirkung der Selektion zu verkleinern

Manche **Anpassungsdeutungen experimentell zu widerlegen**, ja ins Lächerliche zu ziehen, versuchte vor FRANZ HEIKERTINGER (1925,1927,1930,1933) (H. STROUHAL 1954), unterstützt in den Argumenten von anderen Vertretern der Wiener Entomologenschule, so von HANDLIRSCH (W. ZIMMERMANN 1938). Wurde eine bisherige Deutung des Nutzens bestimmter Merkmale zweifelhaft, war zwar die Evolutionstheorie nicht widerlegt und auch zur Faktorenfrage wenig gewonnen, aber wurde deutlich, daß die Selektionstheorie auf doch teilweise ungesicherten Voraussetzungen aufbaute.

HEIKERTINGER war hauptberuflich höherer Postbeamter, hat in der Freizeit große Insektensammlungen angelegt und über Schutzanpassungen und zur Mimikry experimentiert. HEIKERTINGER zog aus seinen Untersuchungen die für alle zu rascher Generalisation neigenden Anpassungsforscher warnende Schlußfolgerung: "Jedes Beutetier muß Art für Art jedem Räuber Art für Art in klarer Versuchsanordnung gegenübergestellt werden" 1917, S. 456; unterstrichen im Original) und "Die Zeit der hypothetischen Schablone muß von einer Zeit des unbefangenen Experiments abgelöst werden." Im Jahre 1932 meinte er (S. 8): "Überall, wo wir in diesen Hypothesen schärfer hinsehen, blickt uns unbewußter Anthropomorphismus entgegen. Die Befreiung von menschenhaften Grundvorstellungen muß die erste Forderung zur wissenschaftlichen Lösung dieser Probleme sein."

Die Warnfarbendeutung war für HEIKERTINGER obsolet für die Coccinelliden (1932). Bei afrikanischen Nymphaliden stünde das Farbkleid in einer Reihe mit gleichen Grundelementen wie das der nichtmimetischen Verwandten (F. HEIKERTINGER 1935). Viele Bockkäfer hätten die Gestalt von Wespen, aber nicht deren Farbe, wobei die Gestalt vielleicht durch eine einzige Variation zustande gekommen ist (F. HEIKERTINGER 1932). F. HEIKERTINGER (1927) behauptete, daß "Zufall" die Ameisenähnlichkeit der in Ameisenbauten mitlebenden Tiere, der "Ameisengäste", hervorbrachte oder daß sie auf Grund ihrer Aufenthaltsorte den Körperbautypus des "Kleinhöhlenbewohners" angenommen hätten. Nachahmung von Ameisen wäre zudem wenig zweckmäßig, da doch etliche Tiere sich auf Ameisen als Beute spezialisiert haben (s. a. K. PETER 1930).

Tiergifte, die Feinde von Beute abhalten sollten, so K(C)antharidin bei *Lytta* (1917 a), aber auch der gelbe und angeblich ekeleregende Saft der Marienkäfer (F. HEIKERTINGER 1932), würde einem Teil der potentiellen Verzehrer dieser Beutetiere nicht schaden. Kantharidin schade weder dem Igel, der Großtrappe, den Frochlurchen. Die Eidechse *Lacerta agilis* verschmähte zwar die kantharidinhaltige *Lytta*, aber sie verschmähte alle Käfer, und auch die Ablehnung von mit *Lytta*-

Extraktbestrichenen bestrichenen Heuschrecken der Gattung *Stenobothrus* konnte nicht viel besagen, da die *Lacerta agilis* nicht im gleichen Biotop wie die Heuschrecke lebt. Zufällig wirke Kantharidin auf den Menschen als Gift, aber nicht als schützendes Gift wäre es entstanden. Es wurde von HEIKERTINGER (1930,1932) untersucht auch die Mägen von Vögeln auf gefressene Insekten mit Schutzanpassungen und auch das schien ihm keinen klaren Beweis für Schutz der Beutetiere zu bringen.

F. HEIKERTINGER (1917 b) meinte auch, daß der Maulwurf zwar mit Grab-schaufelgliedmaßen gräbt, jedoch die Spitzmäuse ebenfalls graben, ohne Schaufeln. Deshalb stünde hinter den Grabwerkzeugen des Maulwurfs nicht die Selektion. Aber graben die Spitzmäuse ebenso gut und mit ebensolchem grobem Körper? Der gewöhnliche Maikäfer trotzte mit seinen vielgestaltigen Merkmalen jeder speziellen Anpassungsdeutung (F. HEIKERTINGER 1932).

Evolution und Chemismus in der Organismenwelt

Einheit der großen Stoffwechselschritte bei Verschiedenheit im Sekundärstoffwechsel und den individuellen Protein-Unterschieden

Namentlich in den 20er-Jahren des 20. Jh. wurde deutlich, daß die **grundlegenden Stoffwechselschritte** bei allen Lebewesen gleichartig sind. Den einst in der Morphologie/Anatomie aufgefallenen Gemeinsamkeiten bei großen Organismengruppen traten nun also jene im Stoffwechsel an die Seite, ja übertrafen sie, so sehr, daß sie für die Klärung von Verwandtschaftsverhältnissen zunächst ausfielen. Die **großen Gemeinsamkeiten in den grundlegenden Stoffwechselschritten**, zuerst des **Glykogen-Abbaus über den Traubenzucker** und dann über Brenztraubensäure zu Ethanol resp. Milchsäure wurde vor allem in den 20er-Jahren des 20. Jahrhunderts aufgeklärt, durch MEYERHOF, EMBDEN, PARNAS und andere.. Das legte also die Einheitlichkeit des Lebens nahe, wie es einst auch die Zellenlehre tat. Die für den Pharmazeuten interessanten spezifischen Stoffe erschienen als "sekundäre Pflanzenstoffe", die man auf den Großstoffwechsel als Nebengleise zurückzuführen suchte.

Da jedoch die grundlegenden Stoffwechseleigenschaften von sehr frühen Stadien des Lebens bis zu den höchsten die Gemeinsamkeiten aufwiesen, ließ sich nicht wie bei der Morphologie abgestufte Verwandtschaft ausmachen, sich also keine Höherentwicklung feststellen. Bevor die morphologischen Veränderungen, die anatomische Differenzierung in der Organismenwelt voranschritt, müssen die grundlegenden Stoffwechselschritte entstanden sein (a. C.L. PROSSER 1960/1961) und

haben sich ungeachtet der morphologischen Veränderungen weithin erhalten. Die Wandlungen in der Evolution, ohnehin etwa vermittelt in der Fossilgeschichte, hatte die Morphologie festgestellt und mußte dies im wesentlichen weiterhin tun. Der Entwicklungsphysiologe ERNST HADORN betonte 1976 (S. 45): "Für die Biochemie, namentlich für die pharmazeutische Forschung, wird die Universalität zum wunderbaren Geschenk. Was für Schwierigkeiten wären doch zu überwinden, wenn die verschiedenen Mikroorganismen, Pflanzen- und Tierarten für ihre Lebensleistungen je eigene Privatchemismen gefunden hätten!"

Das artgebundene, ja individuelle im Substanzbestand der Lebewesen

Den Pharmazeuten und Botanikern früherer Zeit war vor allem aufgefallen, daß die Pflanzen und auch Tiere sich in Farbe, Geruch, Geschmack und anderem unterscheiden und das erwies sich als bedingt durch unterschiedliche **chemische Substanzen** in den Lebewesen. Auf diese spezifischen Substanzen durften die spezifischen Heilwirkungen von Pflanzen zurückzuführen sein, ihnen galt die Aufmerksamkeit der Chemiker und der Vertreter der physiologischen Chemie. Auch für den Evolutionsbiologen mochte es eine Frage sein, warum in der Gattung *Digitalis*, Fingerhut, und ausgerechnet in ihm, Substanz mit Wirkung auf das menschliche Herz fanden und ein wertvolles, später durch abgewandelte Derivate ersetztes Heilmittel war. Lag das an gemeinsamen Zügen im Stoffwechsel, bei Pflanze und Mensch und die der Arzt zusammenbrachte? Ähnliche oder gleiche Substanzen in verschiedenen Arten wurde gar als Verwandtschaftskriterium angesehen. Aber diese 'chemische Verwandtschaft' mancher Art widersprach oft offensichtlicher morphologischer Verwandtschaft, d. h. wegen ihrer morphologischen Eigenschaften in getrennten Familien eingeordnete Arten konnten gleichartige Substanzen enthalten.

Als sehr artspezifisch, aber auch mit Beziehungen zu offensichtlich verwandten Arten, erwiesen im Lichte der sich ab 1900 stärker entwickelnden Immunologie die Eiweißstoffe, die Proteine. Auf Immunreaktionen wurde die Serodiagnostik aufgebaut. In einen Wirt eingedrungene Bakterien oder in das Blut eines Tieres eingespritztes Serum einer anderen Tierart oder gar eines anderen Individuums der gleichen Art riefen hier die Bildung spezifischer Antikörper hervor. Immerhin wies die Antikörperbildung auch darauf hin, daß "verwandte" Spezies "verwandte" Eiweißstoffe aufweisen. War beispielsweise ein Kaninchen gegen Serum von Schimpansen sensibilisiert worden, dann reagierte sein Serum auch gegen Serum von anderen Menschenaffen und vom Menschen, in offensichtlich je nach Verwandtschaftsgrad abgestufter Stärke. Das war eine Einsicht in die Art-Individualität von Proteinen, was dann mit Erkundung von Blutfaktoren ausgebaut wurde zur Er-

kenntnis der einem Individuum, auch bei Menschen, eigenständigen Proteine. In der Serodiagnostik bestand allerdings die Gefahr des Zirkelschlusses, wenn aus der ähnlichen Immunreaktion auf Verwandtschaft geschlossen wurde und andererseits von vornherein erwartet wurde, daß "verwandte" Organismen sich serodiagnostische erkennen lassen.

Über die Entstehung grundlegender Eigenschaften in der gesamten Organismenwelt oder bei größeren Organismengruppen

Evolution wurden die großen Zusammenhänge weiterhin zu erfassen gesucht und galt es zu erklären, aus welchen Gründen gewisse umfassende Eigenschaften in der Organismenwelt sich durchgesetzt hatten.

Warum haben die meisten Organismen in den Chromosomen Diploidie?

Daß sich mit der Zeit die **Diploidie** bei den Organismen durchsetzte wurde durch das damit verbundene mögliche Mitschleppen rezessiver Gene erklärt, die bei anderen Bedingungen vorteilhaft werden könnten (s. oben).

Andererseits mochte die Diploidie auch gegenüber höheren Chromosomensätzen Vorteile haben (H. WINKLER 1916), etwa bei der Meiose, und hat sich deshalb als das "Normale" in vielen Fällen erwiesen.

Die Morphologie betreffende "Elementarprozesse" in der Evolution der Pflanzen: WALTER ZIMMERMANN

Es mochte der "Synthetischen Theorie der Evolution" entgegenkommen, wenn WALTER ZIMMERMANN, der sich auch eingehend in der Zurückweisung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" geäußert hatte, jedenfalls für die Phylogenie der Pflanzen wenige Elementarprozesse unterschied, was ihre Entstehung durch irgendwelche Mutationen nahelegen durfte. Der 1892 in dem kleinen Ort Walldürn geborene ZIMMERMANN (W. WEBER 1982) hatte 1920 bei dem Freiburger Botanik-Ordinarius OLTMANN, einem führenden Algenforscher, promoviert, war bei ihm Assistent. 1925 wurde ZIMMERMANN außerordentlicher Professor in Tübingen, 1960 Ordinarius. Von seinen Kenntnissen der Algen ausgehend

kam er zum Verständnis der grundlegenden Umwandlungen bei der höheren Kryptogamen und dem Grundsätzlichen bei der Entstehung der Blütenpflanzen.

Ausgehend von den einfachen gabeligen Sprossen der Urlandpflanzen, den "Teleomen", sah er als die "Elementarprozesse" in ihrer weiteren Entwicklung Übergipfelung, Planation (wiederzugeben mit Verebnung), Verwachsung, Reduktion, Einkrümmung. Bis zu den Urlandpflanzen waren ihm die "Elementarprozesse" die Zellverkettung, Meristemdifferenzierung, Zellachsendrehung, Verschiebung der Kernphasen, Gewebedifferenzierung.

ZIMMERMANN stellte bei der Entstehung der Gefäßpflanzen mit ausgebreiteten Assimilationsorganen folgende Grundvorgänge auf:

1. **Übergipfelung**: es übergipfelt die Sproßachse Seitenorgane,
2. **Planation**: Telome und Mesome rücken in eine Ebene,
3. **Verwachsung**: Verwachsung der Telome und Mesome durch Bindegewebe oder mit Bindegewebe zu Blättern und Achsenorganen,
4. **Reduktion** der Telome
5. **Einkrümmung** (Inkurvation) durch ungleiche Gewebeausdehnung an entgegengesetzten Flanken.

Das fossile Material bestätigte, daß diese Prozesse stattfanden und zu den verschiedenen Gruppen der Gefäßkryptogamen führten. Die Kleinblätter der Bärlappe und Schachtelhalme entstanden wohl anders aus seitlichen Auswüchsen (Emergenzen).

Aus den "Urlandpflanzen" (Rhyniaceae) entstanden so mindestens 3 verschiedene Gruppen der Gefäßkryptogamen, nämlich die

Pteropsida - Farne,

die zu den Blütenpflanzen führten

Vorfahren: Primofilices **Lycopsida** - Bärlappe

hierher auch die Lepidophyta

...: Protolpidodendrales **Sphenopsida** - Schachtelhalme

...: Sphenophyllales, Hyeniales

mit **Großblättern**, durch Telom-Verschmelzung mit **Kleinblättern**, aus Emergenzen

Die aufeinanderfolgenden Ontogenesen führten zur "Hologenie", und in ihr konnte es auf unterschiedlichen Stadien von Ontogenesen zu Abänderungen kommen.

Gradualismus - Punktualismus

Gab es die sprunghaft weiterführenden Großmutationen, dann geschah die Evolution nicht nur wie in kleinen Schritten, durch schrittweise Umbildung, was auch "Gradualismus" heißt, sondern durch plötzliche Sprünge, als "Saltationen" bezeichnet, eine auch "Punktualismus" genannte Auffassung (H. HÖLDER 1983). Allerdings konnte auch durch rasch aufeinanderfolgende kleine Schritte so etwa wie Punktualismus erscheinen, waren Gradualismus und Punktualismus eher beschreibende Sachverhalte, die nicht unbedingt schon die Antwort auf die Ursachen enthalten mußten.

Aber im allgemeinen galt:

Gradualismus Punktualismus

wie Mikroevolution durch kleine Schritte, die sich nur häuften: **additive Typogenese** große Mutationen, Großmutationen, Saltationen, diskontinuierliche Evolution

Gänzliche oder fast gänzliche Ablehnung der Evolution um die Mitte des 20. Jahrhundert

Bei HERIBERT NILSSON

Der schwedische Botaniker und Genetiker HERIBERT NILSSON (so 1935, 1938, 1953) lehnte schließlich die Evolution ab. Er war durchaus ein erfahrener Genetiker, hervorgetreten etwa mit Kreuzungen in der Baumgattung *Salix*, Weide. H. NILSSON sah die Gene als konstant, die so wenig wie ein Atom miteinander verschmelzen können. Mutationen entstünden immer nur dieselben, wären schon dagewesen (1938). Variation beruht auf neuen Gen-Kombinationen. Variabilität bleibt im Rahmen der Species – so wie es das 19. Jahrhundert vor DARWIN auch lehrte. Ähnlichkeit von Naturkörpern zwingt nicht zum Schluß auf "gemeinsame Abstammung... braucht ... nicht mehr als ähnliche Konstitution zu bedeuten. Das ist in den exakten Naturwissenschaften selbstverständlich" (1938, S. 379). Wenn H. NILSSON 1938 etwa an ähnliche chemische Elemente dachte, was allerdings nicht dasteht, so muß allerdings dem entgegenhalten, daß sich der Evolutionsgedanke für die seitdem auch durchsetzte.

Vor allem meinte H. NILSSON, daß sich die großen Pflanzengruppen ohne Beziehung zu Vorgängern durchsetzten. Man kennt keine Vorläufer der Moose, die erst in der Kreide erscheinen. Die baumartigen Farne waren schon Samenpflanzen, womit Samenpflanzen also älter als die Gefäßkryptogamen sind. "Unsre *rezenten* Farne passen sehr gut als Stammformen für Samenpflanzen. Aber diese treten schon gleichzeitig mit den Farnen im Paläozoikum auf" (1938, S. 381). Im Devon gab es vielleicht keine echten Farne, jedoch Samenfarne/Pteridospermen. Die Bennettitales, eigenartige Blütenpflanzen im Mesozoikum, hatten keinen Anschluß nach unten und nicht zu den Angiospermen, die in den oberen Schichten der unteren Kreide vorfahrenlos erscheinen (S. 382). Die Organismenwelt habe sich mehrfach in der Erdgeschichte plötzlich verändert, was er die **Theorie der Emikation** nannte, wohingegen er argumentierte: "... the theory of evolution has not been verified by experimental investigation of the origin of species" (1935, S. 236), der "Evolutionsgedanke ist eine Fiktion, eine ganz naturphilosophische Spekulation ... die nicht durch Tatsachen verifiziert werden kann ..." (1953, S. 1060). Mit LAMARCK, DARWIN und DE VRIES kämen wir nicht weiter. Dabei wird er nicht Kreationist, denn wir können akzeptieren "weder eine *creatio divina ex nihilo*" noch eine "*creatio darwiniana ex una cellula*" (1938, S. 385). Es war also alles über die Organismengeschichte offen – nicht offen nur gegenüber DARWIN, sondern auch gegenüber 'Moses', während das plötzliche Auftreten neuer Gruppen immerhin unabweisbar blieb..

Die Zukunft der menschlichen Gesellschaft hing nach HERBIBERT NILSSON wohl ohnehin mehr von "stabilization" als von Evolution ab (1935, S. 237).

9. Morphologie, Physiologie und andere Problemfelder in der Evolutionsforschung bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts

Ältere Probleme neu debattiert

Was über gemeinsame, also monophyletische oder polyphyletische Abstammung, das Nebeneinander von primitiven und weiterentwickelten Merkmalen und anderes schon in den frühen Jahrzehnten der Evolutionstheorie erörtert wurde, kam angesichts neuer Funde und Befunde immer wieder zur Diskussion und bereicherte das Bild von der Evolution der Organismen immer wieder. Es wurden teilweise die alten Termini beibehalten, aber auch viele neue formuliert. Ältere, auch einst wegweisende Arbeiten, werden in neuerer Literatur zur Evolution oft nicht mehr

angeführt, wenn es nicht gerade DARWIN ist,

Fortlaufende Wortmeldung der Paläontologie, aus der Fossilgeschichte

Die Fossil-Entdeckung ging über alle Jahrhundertgrenzen und neuen Entwicklungen in der Evolutionsbiologie weiter. Funde, mit welchen die Evolutionstheorie grundsätzlich in Frage gestellt wurde, gab es nicht. Wurden ganz neue Großgruppen auch selten aufgestellt, so war die Zahl neuer von Paläontologen aufgestellten Arten, Gattungen, Familien und Ordnungen beträchtlich. Manches Erstauftreten von Gruppen in der Erdgeschichte wurde gefunden und das Erstauftreten dann in der Erdgeschichte teilweise weit zurückgeschoben werden, Bekannte Gruppen wurden eingehend und auch mit neuen Methoden untersucht. Auch wenn es nie ohne gewisse eingetretene Spezialanpassungen abging, in zahlreichen Merkmalen zwischen Gruppen stehende bemerkenswerte 'Zwischenformen' wurden gefunden. **Zwischen Isndlebenden Säugetieren und Walen** fand sich der etwa 42 Millionen Jahre alte *Peregocetus*, etwa in der Art *pacificus* /Tagesspiegel 09. 04. **2019** online) mit 4 Beinen, kleinen Hufen, Schwanz. Genverluste, etwa für Speichel, standen am Weg des Übergangs. Daß man wirklich offene 'Nullformen' findet war angesichts der Millionen Jahre Evolution kaum zu erwarten. Jenen, die keine 'Zwischenformen' anerkennen wollten, mußten sich fragen lassen: "Wie viele Bindeglieder braucht man, bevor man einräumt, dass nichts mehr fehlt" (R. DAWKINS 2016, S. 225). Bemerkenswert ist auch, daß "niemals wurde auch nur ein einziges Fossil gefunden, bevor es hätte entstehen können" (R. DAWKINS 2016, S. 162) aus anzunehmenden Vorfahren, niemals also Vögel oder Säugetiere vor Amphibien und Reptilien, sondern nach deren höherer Ausbildung Säugetiere und Vögel ziemlich gleichzeitig.

Aus dem Reiche der Pflanzen

Zur Geschichte der **Gefäßkryptogamen** erschien weiteres Licht **1903** mit der Entdeckung von FRANCIS WALL OLIVER (E. J. SALISBURY et al. 2004) und DUKINFELD HENRY SCOTT (A. ARBER et al. 2004, C. W. WARDLOW 1975), daß offenbar zahlreiche der "Farne" des Carbon "**Samenfarne**", **Pteridospermen**, sind. Bei vor allem durch WILLIAM CRAWFORD WILLIAMSON in ihren vegetativen Organen beschriebenen Formen, so *Lyginopterys oldhamia*, hatten sich charakteristische Drüsen feststellen lassen, die OLIVER auch auf Schalen von einer Art Samen einer damals als getrennt betrachteten Art, *Lagenostoma*

lomaxi, fand. Solche Samen waren ohnehin vorher in der Nähe von Lyginopteris-Resten gefunden worden, aber die Herkunft beider von derselben Form war offen, nunmehr offensichtlich. Pflanzen mit Farnwedeln trugen also Samen. OLIVER war lecturer, ab 1890 Professor der Botanik am University College London. SCOTT, finanziell unabhängig, zeitweise in Zusammenarbeit mit WILLIAMSON, war seit 1892 Direktor des Jodrell Laboratory in Kew. ROBERT KIDSTON, lange Paläobotaniker des British Geological Survey, fand dann Samen direkt auf den farnartigen Wedeln getragen, bei *Neuropteris heterophylla*, dann fanden sich solche in den USA, der französische Paläobotaniker GRAND-EURY stieß ebenfalls 1903 bei der fossilen *Pecopteris Pluckenetii* Hunderte von Samen auf Wedeln, Samen ähnlich denen auf den zu den Nacktsamern gehörenden, von ihm als Gruppe aufgestellten **Cordaiten**.

SCOTT erörtern um 1911 auch die Stellung der in Jura und Kreide verbreiteten **Benenettiales**, die Merkmale der Cycadeen und der Blütenpflanzen vereinen und der Wurzelgruppe der Blütenpflanzen zumindestens nahestehen. HUGH HAMSHAW THOMAS (T. M. HARRIS 2004, D. M. SIMPKINS 1976) fand im April 1911 im Jura eine erste Probe der **Caytoniales**, die ihm NATHORST als völlig neuartigen Typ bestätigen konnte und die THOMAS 1925 als ausgestattet mit Gemeinsamkeiten mit den Angiospermen beschrieb, obwohl sie nicht deren direkte Vorfahren waren, jedoch Formen auf dem bisher unbekanntem Wege zu den Angiospermen bildeten. Ein männliches Organ war erst 1922 gefunden worden.

Als die **ersten Landpflanzen**, noch küstengebunden, wurden die im frühen Devon resp. dem späten Silur erscheinenden "Psilophyten"/**Psilophytales** durch KIDSTON und WILLIAM HENRY LANG (1917, 1917/ 1918), Victoria University in Manchester, um **1917** endgültig nachgewiesen, und es konnten aus dem verkie-selten Material Dünnschliffe hergestellt werden. Canadas einst führender Geologe und Paläontologe Sir JOHN WILLIAM DAWSON (S. SHEETS-PYENSON 2004), Erforscher unter anderem der Geologie von Nova Scotia, Professor an der McGill University in Montreal, hatte **1859** auf der Halbinsel Gaspé im niederen Devon eine primitives Gewächs nachgewiesen, *Psilophyton princeps*, genannt wegen Ähnlichkeiten mit dem rezenten *Psilotum*. Aber erst nun wurden die Psilophyten allgemein anerkannt, In der aufgedugenen Schicht konnte man (1917, S. 764) "... in imagination see a land surface subject at intervals to inundation, covered with a dense growth of Rhynia Gwynne-Vaughani", wie die erste untersuchte Art genannt wurde. Weitere Arten, auch mit Blättchen, die an Bärlappe erinnerten.

Wegen mancher Lücken in der Pflanzengeschichte gab es auch eine so eigenwillige Hypothese wie die von Sir ALBERT CHARLES SEWARD, daß die **mesozoischen Landpflanzen** erneut, also unabhängig von den Gefäßkryptogamen, aus dem Meer

gestartet waren (s. D. H. SCOTT 1924).

Altes aus der Welt der Tiere

Tierische Fossilien wurden wichtige gefunden. Sie **schlossen** teilweise größere bestehende Lücken, 'links', in der schon angenommenen Fossilabfolge, welche somit als bereits recht erschlossen gelten konnte, haben sich stets **dem Bild von der Evolution eingefügt** (M. G. RUTTEN 1962, S. 126),.

Größere **Expeditionen** in paläontologisch neu erschlossene Regionen erbrachten teilweise großartige neue Fossilfunde. Erschlossen wurden einige Teile von **Afrika**. Nach vielen interessanten Funden in **Südafrika** aus Perm und Trias, also noch vor der Zeit der Riesenformen, hat von Deutschland aus HANS RECK (H. TOBIEN 19) 1912 bis 1913 auf der **Tendaguru-Expedition** nach **Ost-Afrika** großartige Saurierfunde getätigt. Auch Berlin konnte in seinem Naturkundemuseum nun Riesensaurier ausstellen. 1913 / 1914 grub RECK in der Oldaway-Schlucht, die später vor allem unter LEAKEY und auch mit RECK weiter erschlossen wurde.

Keine Mühe und keine Strapazen beim Präparieren etwa von verendeten Walen und auf Fossil-Sammelreisen scheute der 1884 geborene Amerikaner ROY CHAPMAN ANDREWS (J. W. CHAMBERS II 1960), der das **zentrale Asien** nördlich des Himalaja, so die **Gobi**, auch Burma, in die paläontologische Erschließung der Erde einbezog, zu einer Zeit, da Europa nach dem Ersten Weltkrieg finanziell recht gebunden war. ANDREWS wird beschrieben als der Typ des romantischen Entdeckers. Er wies die *Titanotherien* auch in Asien nach, fand Schädel und Skelett-Teile vom bis dahin größten Land-Säugetier, dem *Baluchitherium*, entdeckte, eine Sensation ersten Ranges, 1928, die ersten **Dinosaurier-Eier**, in 3 Nestern, mit etwa 24 Stück.

Längst haben auch die Museen in Peking und Ulan-Bator ihre großen Saurier-Skelette.

EHRENBERG wurde, in der Mitte des 19. Jh., hauptsächlicher Begründer der "Mikropaläontologie", und auch von vielen Mikrofossilien wurde bekannt, daß sie an bestimmte Erdperioden gebunden sind, also Leitfossilcharakter haben. sind. Von wichtigen Gruppen gibt es die **Dinoflagellaten** seit dem Perm, die **Diatomeen** seit der Kreidezeit (G. und H. WAHLERT 1977).

Zu den **aufsehenerregenden** Fossilentdeckungen gehörten immer jene, die **Anfangsformen irgendwelcher größerer Gruppen** sein konnten. Immer wieder konnten anschließend auch **noch weiter zurückliegende Anfangsvertreter** solcher Gruppen gefunden werden und relativierten so die zu einer bestimmten Zeit

als älteste bekannte Vorfahren gefeierten fossilen Arten.

TRAQUAIR untersuchte und beschrieb die "Fische" des Silur in Schottland, die nicht den erst später entstandenen Knochenfischen zugehören und ebenfalls davon zeugen, daß 'Fisch' taxonomisch etwa recht Verschiedenes war. Der Schwede ERIK HELGE OSVALD STENSIÖ meisterte die älteren fossilen Fische resp. Fischartigen, mit Gruppen, welche wohl als eigene Klassen der Wirbeltiere zu betrachten waren (O. KUHN 1938). Der 1891 geborene und 1984 93-jährig gestorbene STENSIÖ (Wikipedia 2014) war nach Lehrtätigkeit in Uppsala 1923 Professor und Kurator für Zoopaläontologie/Paläozoologie am Schwedischen Museum für Naturgeschichte in Stockholm geworden und wurde hier schulebildend. Gesammelt hat STENSIÖ mehrfach aus Spitzbergen. Bedeutsam war die Auffindung der **ältesten** wenigstens teilweise auch auf dem Lande **lebenden Amphibien**-Gattungen ***Ichthyostega*** und *Ichthyostegopsis* **1931** auf der dänischen Ostgrönland-Expedition (C. PATTERSON 1990). Der Fund, etliche Schädel, gelang zwei an der Expedition teilnehmenden Studenten, GUNNAR SÄVE-SÖDERBERGH aus Uppsala, 21 Jahre alt, und EIGIL NIELSEN, 20 Jahre als, aus Kopenhagen. SÄVE-SÖDERBERGH beschrieb die neuen Gattungen 1932. Im Jahre 1937 zum Professor in Uppsala ernannt, mußte SÄVE-SÖDERBERGH wegen seiner Tuberkulose viel Zeit in der Heilanstalt verbringen und starb 1948. Als Nachfolger STENSIÖs bearbeitete ERIK JARVIK auch das 1881 in einer Fossilsammlung gefundene und noch zu den Fischen gehörende *Eusthenopteron* (R. DAWKINS 2016, S. 191). Ebenso beeindruckend war die 2005 in Kanada auf der Ellesmere-Insel gefundene ***Tiktaalik roseae***.

Daß sich im Wasser beheimatete Tiere dem Landleben anpaßten war wohl stark dadurch bedingt, daß **Gewässer austrockneten** und dann auf dem Weg **über Land nach** noch bestehenden **Gewässern** zu suchen war, also "das trockene Land" war die "vorübergehende Brücke, um sich wieder ins Wasser zu flüchten" (R. DAWKINS 2016, S. 190). Nahrung konnte zuerst wohl kaum auf das Land locken. Auch rezente Fische wie der Aal können längere Landstrecken bis zum Auffinden eines neuen Gewässers überstehen. Auch DARWIN (A. DESMOND et al. 1994, S. 329) kannte jene auch auf dem trockenen Schlamm ruhenden und auch kletternden Fische im Mangrovenwald, die Schlammpringer/*Periophthalmus*. Kiemen oder Lunge - man was nicht unüberbrückbar in den Bereichen getrennt.

Als Primitivform der Ordnung der Froschlurche/Anura, hatte JEAN PIVETEAU, veröffentlicht 1936, in der unteren Trias von Madagaskars einen ***Protobatrachus*** gefunden (O. KUHN 1938, S. 44). Bisher kannte man den ersten Frosch aus dem oberen Jura. PIVETEAU (Wikipedia 2014) wurde dann bekannt wegen seiner Untersuchung von Menschenfossilien. Er wurde 1942 Professor der Paläontologie an der Sorbonne in Paris.

Nach unten, in das **Präkambrium**, wurde der "fossil record" stark vervollständigt, als 1946 durch R. C. SPRIGG bei den Untersuchungen alter Minen im Ediacara-Bergland nördlich von Adelaide in Süd-Australien Abdrücke vielzelliger Tiere, zu einem überwiegenden Teil Coelenterata, auch Ringelwürmer/ Annelida, gefunden worden, ohne Schalen und ohne Skelett. Vor allem MARTIN FRITZ GLAESSNER (1984) untersuchte sie genauer, eine erste reichhaltigere Fauna aus dem Präkambrium (E. KUHN-SCHNYDER 1977), die **Ediacara-Fauna**. GLAESSNER (H. ZAPFE 1992) war 1906 als Sohn eines Industriellen der pharmazeutischen Industrie in Aussig, tschechisch Usti, in Böhmen geboren, promovierte 1929 als Jurist wandte sich dann zur Paläontologie und arbeitete 1923 bis 1932 an der Geologisch-Paläontologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien. Er ging dann in die Sowjetunion und arbeitete in der Petroleum-Forschung. Ab 1938 war GLAESSNER bei der Anglo-Iranian Oil Company und arbeitete auf Neuguinea und dann in Australien. Seit 1950 wirkte er an der Universität Adelaide, seit 1964 als Professor ad personam. Präkambrische Tiere in geringerer Menge kannte man schon von Namibia. Andere solche Faunen wurden gefunden in den 70-er-Jahren des 20. Jahrhundert in **Nord-Rußland**, auch in der westlichen Ukraine.

Ableitungen aus der Fossil-Geschichte

Der zeitweilig sicherlich führende deutsche Paläontologe, der mit am meisten in die Debatten um die Evolution und deren Kausalität eingriff, war zweifellos OTTO H. SCHINDEWOLF. Er war Kenner der fossilen Ammoniten, auch der Korallen und anderer Tiergruppen. Seit 1948 war SCHINDEWOLF Ordinarius in Tübingen. Nach seiner Kenntnis (1947, 1955 u. a.) war in Gruppen wie den Ammoniten, Korallen u. a. die Fossilüberlieferung so **vollständig**, daß mit größeren Lücken nicht mehr zu rechnen war. Der grundlegende Verlauf der Evolution in diesen Gruppen mußte also bekannt sein.

Nicht nur in der zeitlichen Abfolge konnten bei zahlreiche Linien größere Lücken ausgeschlossen werden, manche Formen boten zahlreiche gleichzeitig eingebettete Individuen, so viele, daß das Bild einer Art oder Gattung aus zahlreichen Exemplaren rekonstruiert werden konnte und sich die Reste in den Museen stapelten. Selbst für Wirbeltiere lagen etwa 1947 schon für einzelne Arten zahlreiche Exemplare vor, so 600 der riesigen Flugsauriergattung *Pteranodon* aus der Oberen Kreide von Kansas, 3000 vom Säbeltiger *Smilodon* aus der Alteiszeit. Nach einer Schätzung von W. D. MATTHEW (s. O. H. SCHINDEWOLF 1947) enthielt ein einziger Fundpunkt im Miozän von Nebraska etwa 16000 Individuen einer kleinen Nashorn-Gattung, von *Diceratherium*.

Aus der Fossilabfolge abgeleitete Aussagen durften also als begründet angesehen

werden. Die Fossilabfolge war zudem allein in der Lage, das zeitliche, das chronologische Nacheinander der einzelnen Gruppen der Tiere und Pflanzen zu bieten. Die Paläontologen und namentlich auch SCHINDEWOLF (1947, S. 122) forderten daher ein gewichtiges Mitspracherecht auch in Fragen der Kausalität der Evolution: "Die uns vorliegenden Stichproben aus der großen Zahl der Generationen einer Art und selbst auch nur aus der Riesenfülle der Arten sind bei exakter Durcharbeitung für stammesgeschichtliche Fragestellungen völlig ausreichend."

Fossile Formen gaben SCHINDEWOLF die Anregung, daß grundlegend neue Merkmale früh in der Ontogenese auftreten, also Großmutationen, denen keine allmählich sich umbildenden Zwischenformen vorangingen. Ein die Annahme formulierender Ausspruch war etwa "Der erste Vogel schlüpfte" plötzlich "aus einem Reptilien-Ei." Dann wurde vergeblich nach einer langen Vorfahrenreihe gesucht, die Schritt für Schritt zu Vögeln führte. Solche umfangreicheren Neumutationen sollten das erste Stadium einer Stammeslinie kennzeichnen und wurde als Stadium der Typenentstehung, der Typogenese, bezeichnet. In dem dann viel längeren Stadium der Typenausbildung geht gemäß dem DARWINschen Schema mit kleinen Mutationen und deren Selektion zu und gibt es Übergänge zwischen den Formen. Zuletzt soll sich die Entstehung aberranter häufen, die Typolyse.

Ablauf der Evolution aus der Fossilgeschichte

Aus der Fossil-Abfolge, dem "fossil record", wurden Schlüsse gezogen auch auf die vermeintlich nur den Genetikern zustehenden Ursachen, die Kausalität, der Evolution, die den Meinungen der Genetiker wenigstens nicht voll entsprachen, jedoch auch nicht auszuklammern waren. Aber letztlich war auch vieles aus den Befunden der Paläontologen und der Genetiker miteinander vereinbar.

Der Wiener Paläontologe OTHENIO ABEL erblickte etwa 1928 in der Orthogenesis die **relative Unabhängigkeit der Evolution von der Umwelt** und sprach für das Beibehalten einer einmal eingeschlagenen Entwicklung von einem "Biologischen Trägheitsgesetz" sprach. Auch Mutationen, hatten die Genetiker festgestellt, brachten nicht Beliebigen hervor.

Auch in genaueren Untersuchungen bestätigten sich die großen und schon im 19. Jahrhundert erkannten **großen Faunensprünge**, die reiche erstmalige Herausbildung zahlreicher Lebensformen am Beginn des Kambrium und die Sprünge an den **Grenzen von Perm - Trias** wie an der Grenze **Kreide - Tertiär** (u. a. O. H. SCHINDEWOLF 1955, 1958).

Für das erstmalige Auftreten zahlreicher Tier-Gruppen, nur Wirbellose, ab dem Beginn des **Kambrium**, DARWIN durchaus bekannt und immer wieder von Paläontologen

diskutiert, wird zurückgeführt auf das jetzt erfolgte Auftreten von besser erhaltungsfähigen Tieren mit festem Außenskelett, mit Kalk oder Chitin. In British-Columbien im westlichen Canada waren in den Burgess-Schiefern auch Reste von weichen Tieren, Quallen, reichlich gefunden worden und die skelettlosen Tiere, etwa die Coelenterata, starben also nach dem Präcambrium nicht aus. Aus der Jura-Zeit fand man solche Tierreste bei Solnhofen.

SCHINDEWOLF und SEILACHER untersuchten den immer mehr als erdweit erkannten **Faunenwechsel vom Perm zur Trias** in der Salt Range in Pakistan. Diskordanzen in den Gesteinen waren ihrer Meinung nach nicht zu ermitteln. In Südafrika erfaßte DAVID MEREDITH SEARES WATSON (H. HARTLEY et al. 2004, F. R. PARTINGTON 1974) den abrupten Wechsel bei den Reptilien an der Perm-Trias-Grenze, wobei er allerdings noch Lücken in der Überlieferung annahm. Auch anderswo verschwinden die artenreichen herbivoren Dicynodonten. Es erscheinen erste Vertreter der Thecodontier, von denen sich die im Mesozoikum aufblühenden Gruppen ableiten ließen.

Bei offensichtlich erdweitem Faunenwechsel schieden lokale Faktoren oder solche in nur einem Lebensraum, etwa nur das Meer betreffende Einflüsse, als Ursache aus. SCHINDEWOLF u. a. dachten daher an einen kosmischen Faktor, so eben zeitweilig stärkere **kosmischen Strahlung**.

Nach SCHINDEWOLFs Tod wurde für das Massenaussterben ein neuer kosmischer Faktor erörtert, der Einfall von **großen Meteoriten**. Zumindestens dessen fernere Auswirkungen sollten zum Aussterben geführt haben. Nicht ganz klar wurde, wieso dieses Verschwinden von zahlreichen Taxa möglicherweise über noch immer recht lange Zeiträume fortging. Andere Geologen und Paläontologen führten den Wechsel der Faunen und Floren **weiterhin auf irdische Einflüsse** zurück, etwa Veränderungen im Meerwasser oder die durch Gebirgsbildungen veränderten Lebensräume. Tabellen, die hierfür bestehende Koinzidenzen beweisen sollten, blieben aber immer lückenhaft.

Für einzelne Gruppen wurden auch besondere Faktoren für das Aussterben erörtert (s. O. H. SCHINDEWOLF 1958). Für das Aussterben der Rudisten, einer Gruppe von Muscheln, wurde an Sauerstoff-Mangel gedacht, für das Aussterben der Dinosaurier an Mangel an Phosphorsäure. Verwiesen wurde auf eine Formen" verwilderung", ein Auftreten aberranter Formen, in manchen Gruppen etliche Zeit vor dem Aussterben. Auch SCHINDEWOLF spricht von dieser "Typolyse" als gar einem eigenen Stadium in einem stammesgeschichtlichen Ablauf. Für diese Formenverwilderung konnte es verschiedene Ursachen geben, von fehlender Selektion durch fehlende Feinde bis hin zu Mutanten durch die verstärkte kosmische Strahlung. Manchmal wurde so etwas wie ein Tod, ein natürliches Absterben der Gruppen

erörtert, was einen physiologisch kaum überzeugenden Vergleich zwischen dem Lebenszyklus eines Individuums und einer Gruppe voraussetzte.

In Zeiten, in denen durch das Aussterben größerer bisher herrschender Gruppen Lebensräume frei wurden, konnten neue Gruppen aus offensichtlichen Wurzelgruppen Formen in verschiedener Richtung (G. G. SIMPSON 1960/1961) ausbilden, was als **Radiation** bezeichnet wurde, schon von DARWIN, besonders auch OSBORN und anderen gesehen. Von den wenigen Säugetier-Gruppen am Anfang des Tertiär entfalteten sich die zahlreichen Ordnungen, In den einzelnen Linien gibt es das Bild der "Orthogenesis", so im Trend zur **Größenzunahme** in mehreren Gruppen oder der Rückbildung der Zehenzahl bei den Pferden Pferde waren zuerst keine Unpaarhufer.

Parallel-Evolution, etwa Ausbildung äußerlich recht ähnlicher konvergenter Formen fanden sich bei den Beuteltieren wie bei den placentalen Säugern. Die Bezeichnungen der im äußeren altweltlichen Säugern so ähnlichen Tieren wie "Beutelwolf", "Beutelmarder" und andere kennzeichnen das .Die Säugetiere, so erschien es auch, stammten aus mehreren Wurzeln (G. G. SIMPSON 1960/1961).

Was nochmals die **Radiation** betrifft: HENNIG (M. SCHMITT 2013, S. 133) überlegte, ob in den auseinanderdriftenden Linien etwa der Säugetiere nun ein unbegrenzter Art-Bildungsprozeß abläuft und überhaupt in der Phylogenese, wenigstens der nach der Kreidezeit neu aufgekommenen Gruppen, die Zahl der Arten sich immer mehr erweitert.

Verlauf der Abänderungen in der Keimesentwicklung der Organismen in Beziehung zur Evolution

Neu gesehen wurden die Beziehungen zwischen Phylogenese und Embryogenese, indem deutlich wurde, daß das **Primäre die Embryogenesen** / Ontogenesen sind und in ihrer Abwandlung in bestimmten Stadien, nicht in allen sofort, die Phylogenese, die Evolution, stattfindet. Frühe Stadien ähnelten den frühen Stadien der Ausgangsformen, wenn erst auf späteren Stadien die Abwandlung geschah. Dem "Gesetz" von der Rekapitulation, von dem es auch schon bei HAECKEL zahlreiche Ausnahmen geben sollte, kam also nur eingeschränkte Gültigkeit zu und es mußte neu interpretiert werden.

Eingehend untersuchte die Abänderungen, die auf den verschiedenen Stadien der Embryogenese stattfinden konnten, der führende russische, noch morphologisch ausgerichtete Evolutionsforscher A. N. SEWERZOW (1931), der .verschiedene **Modi der Abänderung** in der Embryogenese unterschied:

1. **Anabolie:** Erweitere Embryogenese, Ansetzen eines neuen Endstadiums an den überlieferten Ablauf der Embryogenese. Im Falle der Anabolie wiederholen die Nachkommen die bei den Vorfahren vorhandenen Stadien und dann erscheint das neu hinzugekommene Endstadium. Hier entsteht das Bild einer "Wiederholung der Stammesgeschichte in der Keimesgeschichte", die einst zum "Biogenetischen Grundgesetz" erhoben wurde.

2. **Deviation:** Abweichung in Mittelstadien, wodurch nicht nur ein neues Endstadium angesetzt wird, sondern auch in der Keimesentwicklung wenigstens im mittleren Bereich neue Bildungen einsetzen.

3. **Archallaxis:** Abweichung der Keimesentwicklung von Anfang an, alles an der neuen Form ist anders als bei den Vorfahren. Durch Archallaxis konnten die großen Bauplanänderungen erklärbar werden.

Außerdem nahm SEWERZOW **Veränderungen im zeitlichen Ablauf** der Schritte in der Embryonalentwicklung an, die auch Evolution bewirkten:

1. **Heterochronien:** Verschiebungen im zeitlichen Auftreten und der zeitlichen Abfolge von Entwicklungsschritten.

2. **Accelerationen:** Beschleunigungen einzelner Entwicklungsschritte, etwa bei der Ausbildung bestimmter Organe oder Strukturen.

Aus fossilen Befunden, die hier also ebenfalls zur Ermittlung von Veränderungen der Ontogenese verwendet wurden, fand SCHINDEWOLF (1937), daß es Fälle gibt, bei denen neue Merkmale zuerst in Jugendstadien auftreten und sich im Laufe der Stammesgeschichte auf spätere Stadien ausdehnen. SCHINDEWOLF sprach von **Proterogenese**, auch dem "Gesetz der frühontogenetischen Typenentstehung". Im Unterordovicium haben die ältesten Nautiloideen ein stabförmiges, gerades Gehäuse, so Orthoceras. Dann erscheinen Formen, bei denen die frühesten Stadien eingekrümmt sind, was bei den dann stabförmig weiterwachsenden Gehäusen sich sich erhält. Zuletzt, Cyclolituities, ist das Gehäuse fast insgesamt eingerollt und nur der letzte Umgang liegt noch etwas frei auf dem vorangehenden. Die Einrollung erfolge, was hier eigentlich nicht so zutrifft, ziemlich unvermittelt. Prinzipiell sollten aber die "meist qualitativ" neuartigen "Merkmalskomplexe sprunghaft in mehr oder weniger frühen Stadien der Ontogenese" sich ausbilden (S. 201). Das deckt sich mit Annahmen von DE BEER.

WALTER ZIMMERMANN prägte den Begriff der "**Hologenie**", den man vielleicht besser "Hologenese" nennen sollte, der Folge der Ontogenesen, der individuellen Entwicklungen. Erbliche Abänderungen sollten auf den verschiedensten Ontogenese-Stadien auftreten, wie es auch SEWERZOW sah. Gab es eine an die bisher übliche Keimesentwicklung angehängte Abänderung, lief die bisherigen On-

togenese ab und erst am Ende trat etwa Neues auf – was das Bild einer Wiederholung der Stadien vor dem Endprodukt ergab.

Im späteren 20. Jahrhundert wurden unterschieden die **Neotenie s. str.**, im engeren Sinn, wenn die Entwicklung verzögert ist und in der weiterhin normalen Lebenszeit die Fortpflanzung auf einem Jugendstadium erfolgt, und die **Progenese** mit beschleunigter Entwicklung, wobei kleinere und kurzlebige Formen entstehen, die sich aber fortpflanzen (s. U. KULL 1983). Der Riesensalmänder ist eine Dauerlarve mit Teilumwandlung, **partielle Neotenie**.

Neotenie, Paedomorphosis – als wichtiger Vorgang in der Evolution

Neue Formen sah man auch entstehen, wenn frühe Stadien der Keimesentwicklung bereits zur Fortpflanzung kamen und spätere Stadien wegfielen, also sozusagen "Kaulquappen" als Endstadium blieben und nicht daraus noch Frösche wurden. War das eingetreten, dann mußten geschlechtsreife, aber eben auf einem Frühstadium stehengebliebene Tiere oder Pflanzen als Frühformen erscheinen, während sie doch von der Phylogenese her eine längere Geschichte hatten. Man konnte natürlich meinen, daß es zur Rekonstruktion von Stammformen gleichgültig wäre, ob man echte Frühformen als solche einschätzte oder sekundär zu solchen gewordene.

Daß Formen auf Jugendstadien fortpflanzungsreif werden läßt sich an Fossilien kaum ermitteln. Das muß **von heutigen Jugendformen her angegangen werden** (H. W. SMITH 1959).

Im 19. Jahrhundert hatten etliche Zoologen, WAGNER in Kasan, MEINERT in Kopenhagen, PAGENSTECHER in Heidelberg und 1865 LEUCKART in Gießen gefunden, daß bei einigen kleinen, gallenerzeugenden Zweiflüglern schon die Larven Eier legen. LEUCKERT sammelte diese Larven zu Tausenden unter der Rinde eines pilzkranken Apfelbaumes und zog sie im warmen Zimmer heran, im Verlaufe von 1865 bis zur 3. Generation.

Es war von "Neotenie", auch von "Fötalisation" gesprochen worden.

Der namentlich als Ichthyologe hervorgetretene WALTER GARSTANG verwendete den Terminus "**Paedomorphosis**" (paedomorphosis), dem Erhalten des kindlichen Aussehens, wenn man erwachsen ist, ja schon zur Fortpflanzung schreitet. Durch Neotenie entstanden sah er die ozeanischen Appendicularien, eine lebenslang frei schwimmende Gruppe von Manteltieren / Tunicata, die ihm geschlechtstreif gewordene Larven anderer Tunicata / Manteltiere zu sein schienen, solcher Tunicata,

die die erwachsen festsitzen. Frühe pelagische Chordaten waren nach GARSTANG möglicherweise entstanden aus den Larven von sessilen Echinodermata. Aber der Prozeß konnte selbstverständlich nur indirekt behauptet werden.

In England hat Sir GAVIN RYLAND DE BEER (E. J. W. BARRINGTON 1973, J. YOUNG 2004) erörtert, daß die entscheidenden Schritte in der Evolution erfolgreicher großer Gruppen in Jugendstadien der Vorfahren erfolgt sein mochten, was dann die gesamte spätere Keimesentwicklung veränderte. Solche Jugendstadien mochten kaum fossil erhalten bleiben, weshalb man für große Gruppen keine fossilen Vorfahren findet, sondern die Gruppen eher schon fix und fertig plötzlich im "fossil record" antrifft. DE BEER sprach von "**clandestine evolution**". Mit "Neotenie" war es nicht gleichzusetzen. Der "Paedomorphosis", dem Geschlechtsreifwerden von Jugendstadien, stand gegenüber die "gerontomorphosis", die auch mögliche und in manchen Gruppen erfolgte Transformation von Erwachsenenstadien aus. Die Rekapitulationsauffassung war für DE BEER damit jedenfalls in wesentlichen Teilen entthront, aber nunmehr wären wir in der Lage "to make a better synthesis of our knowledge of embryology and evolution" (zit. aus E. J. W. BARRINGTON 1973, S. 71).

Neotenie bei etlichen Gruppen von **Pflanzen** sah der Botaniker LUDWIG DIELS (1906, 1907, J. MILDBRAED 1949). Seit 1921 Direktor des Berliner Botanischen Gartens und Professor an der Universität Berlin hatte er 1900 mit Aufenthalt in Süd-Afrika in West-Australien als Botaniker geforscht. Manche Pflanzen-Arten und -Gruppen bilden in ihrer Individual-Entwicklung nacheinander **verschiedene Blattformen** aus, haben also gemäß GOEBELs Bezeichnung eine heteroblastische Entwicklung. So beginnt der Baldrian *Valeriana dioica* mit ungeteilten Blättern und dann folgen tief fiederspaltige. Mit dem Erscheinen solcher fiedersplattigen Blätter blüht der Baldrian. Viele ontogenetische Blatt-Metamorphosen weist der Gift-Hahnenfuß, *Ranunculus sceleratus* L. auf. Bisweilen blühen Pflanzen, etwa unter dem Einfluß von Trockenheit, wenn sie noch die Blattform des Jugendstadiums aufweisen, auf der sie normalerweise nicht blühen. Eine Art der Korbblütler-Gattung Bidens, Zweizahn, *B. radiatus*, die in der Jugend ungeteilte Blätter, dann 3-teilige und schließlich manchmal sogar 5-teilige Blätter ausbildet. Unter ungünstigen Bedingungen blieb die Pflanze klein und besaß nur flächige Blätter, blühte aber auf diesem Stadium. Zahlreiche Arten auf Muschelkalk blühen, namentlich auch wenn es recht trocken ist, als nicht voll ausgebildete Zwergformen, eine als **Nanismus** bezeichnete Erscheinung. DIELS verglich das mit der Geschlechtsreife der Axolotl auf dem Larvenstadium. Das wäre aber noch keine erblich gefestigte dauernde Vorverlegung der Geschlechtsreife. Aber DIELS deutete an, daß von hier aus neue phylogenetische Entwicklungen stattfinden können. Er stand, jedenfalls 1907, noch auf dem Standpunkt von KLEBS von Artengrenzen

überschreitenden Variationen ohne klare Festlegung der erblichen Konstanz. Bei fortdauernd zum Blühen auf Frühstadien gezwungene Pflanzen könnte dieses verfrühte Blühen erblich werden, was "Vererbung erworbener Eigenschaften" wäre (L. DIELS 1906, S. 109). DIELS hatte Arten gefunden, bei *Proteaceae* in Australien in den Gattungen *Grevillea* und *Hakea*, die immer blühten, als sie noch Blattformen besaßen, die bei verwandten Arten nur ein Durchgangsstadium sind, also wohl nun erblich auf diesem Stadium Blüten bildeten. Die in Kälteregeionen vorkommende *Ranunculus pygmaeus* blüht ebenfalls mit Blattformen, die bei *Ranunculus sceleratus* einem Frühstadium entsprechen.

Mögliche Evolution bei Plankton-Organismen

Der Planktonforscher LOHMANN hat 1912 etliche Probleme erörtert, die sich ihm bei der Erforschung des Meeresplanktons stellten. Was die Variabilität betrifft, so schien sie ihm an 3 Dinge geknüpft zu sein: 1. Abhängigkeit von der allgemeinen Organisation des Lebendigen überhaupt, mußte also lebensfähig sein - was als Selbstverständlichkeit erscheinen mag, 2. Abhängigkeit von den Organisationsverhältnissen der Vorfahren, 3. Anpassung an die gegenwärtige Umwelt. Die Umwelt von Planktonorganismen im Ozean schien LOHMANN weithin gleich zu sein. Anpassung an spezifische Umwelt konnte dann hier keine besondere Rolle spielen. LOHMANN meinte daher (S. 62), daß für die Evolution hier die in den Organismen selbst liegenden Faktoren für die Entstehung der unterschiedlichen Formen namentlich innerhalb der Gruppen wichtig sind. Einzelne Arten überwogen im Ozean dermaßen, daß LOHMANN fragte, wieso andere verwandte Arten überhaupt zustandekamen. Schon der Planktonforscher VICTOR HENSEN hatte gemeint, daß bei dem hohen Alter des Planktons im Ozean alle überhaupt existenzmöglichen Arten bereits gebildet wurden und neue konkurrenzfähige Arten nicht auftreten könnten. Mutationen könnten aber auftreten, würden Vorzeitformen wiedererscheinen lassen, hielten sich aber nur kurze Zeit.

Neue Überlegungen zur Phylogenese - ohne Paläontologie

Aus den Merkmalen rezenter Formen allein versuchte WILLI HENNIG (M. SCHMITT 2013) die Abstammungsverhältnisse zu klären und Konvergenzen auszuschalten. **Monophylie** bedeutet Herkunft einer Gruppe aus einer gemeinsamen Wurzel, etwa aller Pilze von einer Algen-Gruppe oder eben nicht. Bei Konvergenzen bestehen Merkmalsähnlichkeiten bei unterschiedlicher Herkunft. In neuerer Zeit werden die **Verwandtschaftsverhältnisse aus Genom-Untersuchungen**, aus dem mehr weniger ähnlichen oder unterschiedlichen Gen-Bestand abgeleitet.

Wie 'monophyletisch' sind die Formen? Trifft Monophylie schon die Zelle, der Ausgangspunkt aller Vielzeller? Wobei auch die Möglichkeit besteht, daß derselbe Typ von Zelle auch mehrmals zustandekam. Reptilien sind die Vorfahren der heutigen Reptilien wie der Vögel und auch der Säugetiere. MAYR betonte die Reptilien als eine eigene Klasse, andere, auch HENNIG (M. SCHMITT 2013, S. 146/147) betonten die Herkunft der Vögel von kleinen Dinosauriern und wie schon bei HUXLEY und die Reptilien gelten als '**paraphyletische**' Klasse, eine, von der ein dazugehöriger Teil, hier die Vögel, abgesondert wurden.

10. Ausbau der 'Synthetischen Theorie der Evolution' - namentlich ab etwa 1935

Theoretische Erörterung - Auseinandersetzung mit den Kritikern

Die Entstehung neuer innerartlicher Formen, also intraspezifischer Taxa, auch neuer Arten, ebenso Gattungen nach den von den Anhängern der 'Synthetischen Theorie der Evolution' angenommenen Evolutionsfaktoren, wird weithin akzeptiert, Auch die über die Spezies-Grenzen hinausführende Evolution, die „transspezifische Evolution“ oder Makro-Evolution, wurde in der 'Synthetischen Theorie der Evolution' auf die bereits bekannten Mechanismen resp. Faktoren zurückgeführt, die auch bei der Mikro-Evolution wirken. Diese Auffassung wurde bezeichnet als die "**gradualistische**" **Auffassung**, die "**Synthetische Theorie**" der "**Additiven Typogenese**" (H. HÖLDER 1983), als die '**Transspezifische Evolution**' (B. RENSCH 1954 u. a.). "Gradualistisch" heißt schrittweise, und in normalen Schritten sollte es zu einer Anhäufung von sovielen Abänderungen kommen, daß der Artrahmen überschritten wurde. Durch Summierung von Abänderungen, „additiv“, sollten neue Formen, neue "Typen" entstehen. Auszuschließen waren beispielsweise alle inneren Prinzipien einer zielstrebigen Höherentwicklung. Die seit vielen Erdzeitaltern nicht veränderten Formen hätten beim Vorhandensein innerer Entwicklungsfaktoren sich wohl verändern müssen, nicht aber, wenn gleichbleibende Umwelt Abänderungen nicht durch Selektion begünstigte (B. RENSCH 1991, S. 88/89. Auf der Grundlage derselben Faktoren wie die intraspezifischen Abänderungen sollten die großen taxonomischen Kategorien, die Familien, Ordnungen, Klassen, ja sogar Stämme, zustandegekommen sein, letztlich durch Summierung der auf die Gene zurückführbaren Mutationen im wesentlichen von dem bekannten Ausmaß und Grad.

BERNHARD RENSCH (1979), der in den Diskussionen mit den auch immer neue Einwände vorbringenden Kontrahenten eine bedeutende Stelle einnahm, war langjähriger Ordinarius in Münster und für etliche Jahrzehnte wohl führender deutscher Evolutionsbiologe, Verfasser des bald auch international beachteten Buches "Neuere Probleme der Abstammungslehre. (Die transspezifische Evolution)" von 1954 und zahlreicher weiterer Beiträge. Für die transspezifische Evolution auf derselben Basis wie die zu intraspezifischer Abänderung führenden Vorgänge sprach für ihn etwa die Vielfalt in Gruppen von gemeinsamer Grundstruktur wie bei den Blüten der Orchideen oder von Asseln/Isopoda im Meer (1991, S. 68/69), also stärkere Abwandlungen, die für die Bildung auch einmal für die Entstehung taxonomisch stärker unterschiedener Gruppen denkbar waren. Gewisse Mutationen mit größerer Auswirkung weil an wirkungsvoller Stelle wurden von RENSCH nicht ausgenommen. RENSCH dachte wie auch andere an '**konstruktive Gene**', die auf etliche Merkmale wirken, also stark 'pleiotrop' sind. Das mußte bei Genen der Fall sein, die auf **Hormondrüsen** wirken oder die Wachstumsgradienten in einem Organismus veränderten. HARMS (1934; a. zit. B. RENSCH 1991, S, 72) hatte bei dem an tropischen Stränden lebenden Fischen der Gattung *Periophthalmus* durch Behandlung mit dem Schilddrüsenhormon **Thyroxin** solche Veränderungen erzielt, daß nahezu ein neues Artbild entstand. Aber die genetische Grundlage blieb wohl, und es war nur eine Modifikation im Rahmen der 'Reaktionsnorm' zustandgekommen. Wie aber, wenn sich die Schilddrüse mutativ verändert hätte und so von innen her der Thyroxin-Gehalt bei allen folgenden Generationen höher als bisher gewesen wäre? Hätte die in der höheren Thyroxin-Produktion ausgezeichnete Schilddrüse dann ausgereicht, um ohne weitere Erbänderungen ein neues Artbild als für den Beschauer völlig normal aufrechtzuerhalten? Oder überhaupt (ZIRNSTEIN): Ein Mensch mit Mangel an Schilddrüsen-Hormon wird zum Kretin, aber das Wachstumshormon Somatostatin läßt Menschen wachsen - und das also bei unveränderter Erbsubstanz. Und die genetische Geschlechtsbestimmung, war sie durch Gaben des Hormons des anderen Geschlechts nicht überwindbar (s. B. RENSCH 1991, S. 73)? **Erbliche Änderungen an Hormondrüsen reichten aus, um neue Wesen zu schaffen?** Die Änderung der Wachstumsgradienten führte zu **Wachstumsallometrien**, zu Verschiebungen in den Größenproportionen der verschiedenen Körperteile. Das Bild von den kleinen bis winzigen Mutationen, die nur bestimmte begrenzte, ja eng begrenzte Merkmale betrafen, war also wohl zu korrigieren. Dem nach Kriegsende wieder in Münster tätigen RENSCH (1979, S. 126) ging es nun vordergründig darum, "die Ganzheitlichkeit der körperlichen Wandlungen bei der Entstehung neuer Arten zu erfassen."

Es blieb ein bestehendes, schon im 19. Jh. diskutiertes Problem, ob in der fortgeschritteneren Stammesgeschichte der Organismen noch ganz neue Organe und Eigenschaften entstanden oder ob ab einem gewissen Grad erreichter Organisati-

onshöhe nur noch Umbildungen bestehender Strukturen stattfand (s. a. E. MAYR 1960/1961). G. G. SIMPSON meinte (1960/1961), daß in der überlieferten Geschichte des Lebens **nichts de novo** entstand, sondern **alle neuen Merkmale und Strukturen aus Vorangegangenem transformiert** wurden. Bei den Wirbeltieren gingen eben aus Kiemenbögen die Kiefer hervor, aus gewissen Knochen des Oberkiefers die Gehörknöchelchen, aus Brustflossen die Vordergliedmaßen., aus dem Endostyl die Schilddrüse.

Bei manchen Organen besteht der Eindruck, daß sie schon vor dem Funktionieren im fertigen Zustand vorlagen. Es wären Strukturen entstanden, die zunächst gar nicht nötig waren und dann, bei schrittweiser Verbesserung, schrittweise geeignete Funktionen übernahmen. Jede schrittweise Verlängerung des Halses der Giraffen erhöhte die Möglichkeit, anderen Tieren unerreichbare Blattnahrung zu ergreifen (E. MAYR 1960/1961).

Wie E. MAYR (1960/1961) ausführte, konnte ein Organ gleichzeitig 2 - oder mehr - Funktionen ausüben. Diese mehreren Funktionen konnten sich bei weiterer Evolution auf Teile des zunächst vielseitigeren Organs spezialisieren. So wird im Magen vieler Säugetiere die Nahrung mechanisch durch die Muskelbewegung durchmischt, aber auch chemisch verdaut. Im Wiederkäuermagen wurden die beiden Funktionen getrennt, wobei, sich diese Trennung nur im Nachhinein als nunmehr feststehende Tatsache beschreiben Gliedmaßen früher und auch vieler späterer Tetrapoden waren und sind in zwei Medien, unter Wasser ebenso wie auf dem Festland benutzbar. In der Evolution geschah die Spezialisierung auf gewöhnlich nur ein Medium, so bei Pferden und Walen.

In den USA trat immer wieder ERNST MAYR für die "Synthetische Theorie der Evolution" auf (1959).

Rassenkreise

RENSCH, der auch einmal "lamarckistisch" dachte, hat dann in besonderem Maße die "Synthetische Theorie der Evolution" bereichert und dabei die Rassenkreise herangezogen. Daß in den verschiedenen Gebieten der Formen eines Rassenkreises unterschiedliche Selektionsbedingungen erschien ihm dann doch plausibel, konnte zumindestens eine Ursache der Formenaufsplitterung. Wenn von den Gliedern eines Rassenkreises die größere stets in den kälteren Regionen auftritt, kann das auf die bessere Wärmeökonomie der größeren Rasse zurückgeführt werden.

Die Überlegungen über Rassenkreise gelten auch für **Menschen"rassen"**, und manche Gene oder gar Kombination von Genen sind in etlichen Gebieten häufiger als anderswo, folgen also einem **"geographischen Verteilungsmuster"**, wobei

sich die rassischen Unterschiede meist auf Hautfarbe, Haar- und Augenfarbe, Haarform, Augenstellung und anderes beziehen und für psychische Eigenschaften, ob nun wirtschaftliches Geschick und Zähigkeit, kaum faßbar sind. Chinesische Neugeborene oder Kinder der Navaho-Indianer sollen von Natur aus sich ruhiger erhalten als der Nachwuchs europäischer Völker (E. O. WILSON o. J.).

Untersuchung laufender Veränderungen in Populationen - also Evolution in statu nascendi auf der Grundlage der von der "Synthetischen Theorie der Evolution" anerkannten Faktoren: Populationsgenetik

Evolutionäre Umbildungen jedenfalls im Art-Rahmen und auch darüber hinaus sollten nicht von Individuen allein her gesehen werden, sondern man sollte die in einem begrenzten Revier miteinander in Fortpflanzungsgemeinschaft lebenden Individuen gesamt sehen, das Leben der **Populationen**. Es wurde versucht, noch vor sich gehende **Wandlungen** im Artbild in **isolierten, begrenzten Populationen** in der Natur zu erfassen, unter Erfassung des Wirken und auch Zusammenwirken der verschiedenen Evolutionsfaktoren, zumindestens für die Mikroevolution. Dazu kam **experimentelles Vorgehen**. Diese Forschung führte zur 'Populationslehre' (N. W. TIMOFEEFF et al. 1977) oder 'Populationsgenetik' (so D. SPERLICH 1973).

Als "**Population**" wurde bezeichnet eine Fortpflanzungsgemeinschaft einer Art oder eines intraspezifischen Taxons, also der Bestand solcher in einem begrenzten Territorium, innerhalb dessen sich die Individuen paaren, in Panmixie leben. Um die Definition von A. W. TIMOFEEFF-RESSOVSKY (et al. 1977, S. 11) anzuführen: "... die Population ... ist bestimmt als lange Zeit in der Natur existierende und einen bestimmten Lebensraum einnehmende Gruppe von Individuen einer bestimmten Art in deren Grenzen in unterschiedlichem Maße panmiktische Paarung und Vermischungen von Individuen auftreten." Oder noch bei demselben Autorenkollektiv (S. 41): "Unter **Population** wird die Gesamtheit der Individuen einer bestimmten Art verstanden, die im Verlauf einer ausreichend langen Zeit (einer Reihe von Generationen) einen bestimmten Raum besiedeln, in dem in einem bestimmten Grad Panmixie realisiert wird und keine wirksamen Isolationsmechanismen vorliegen. Die beschriebene Gesamtheit ist von benachbarten ähnlichen Gesamtheiten von Individuen der gleichen Art durch unterschiedlich ausgeprägten Druck verschiedener Isolationsformen getrennt" (kursiv im Original). Die Panmixie wird besonders betont, sie "bestimmt in erster Linie die Einheitlichkeit der Population als Evolutionseinheit" (S. 42). Oder D. SPERLICH (1984, S. 169) deshalb;

”Population ... eine Gruppe von Individuen, die untereinander in Zeugungszusammenhang stehen.” W. WICKLER (et al. 1977, S. 50) definierte: ”Die meisten Tierarten sind in Individuen-Gruppen eingeteilt, die durch bloße Entfernung oder andere Hindernisse voneinander getrennte Populationen bilden.” Die **Gesamtheit der Gene einer Art** in einer solchen Population bilden deren ’**Genpool**’. Das einzelne Individuum besitzt nur einen Teil der Gene der Individuen in einer Population einer Art, fast jedes Individuum ist von anderen in seinem Genbestand unterschieden, aber der Unterschied zwischen den Individuen ist nicht so groß, daß keine sexuelle Verbindung möglich ist. Das Individuum ist nur ”für seine kurze Lebenszeit Gefäß für einen kleinen Anteil dieses Genpools” (W. WICKLER et al. 1977, S. 84). Genetische Veränderungen in solchen Populationen, also das Auftreten neuer Mutationen, die Neukombination von Erbfaktoren, das Herausmendeln von rezessiven Mutationen erschien unter Mitwirkung anderer Evolutionsfaktoren als Grundvorgang der Evolution, wenigstens der der Entstehung der intraspezifischen Taxa und soll schließlich führen zur Trennung in dann miteinander normalerweise nicht mehr miteinander fruchtbarer Arten. Wie es W. WICKLER (et. al. 1977, S. 50) recht verstehbar formulierte: ”Das Evolutionsgeschehen spielt sich also nicht einheitlich in der ganzen Art, sondern innerhalb der einzelnen Populationen ab und zwar nicht notwendig bei allen” Populationen derselben Art ”in gleicher Richtung und Geschwindigkeit.” Beim Menschen sind alle Individuen prinzipiell miteinander fruchtbar, auch wenn sie nicht in Populationen getrennt sind.

Populationen sind kaum völlig von anderen Populationen derselben Art isoliert, aber der **Genaustausch zwischen** auch benachbarten **Populationen** muß als **eingeschränkt** gesehen werden. Ein Bestand von Kohlmeisen in einer Gartenanlage, ein Bestand von Zauneidechsen an einem sonnigen Hang, ein Bestand von Grünen Wasserfröschen in einem Tümpel, ein isolierter Bestand an Eichen - das wären solche Populationen. Die Kohlmeisen einer Gartenanlage paaren sich größtenteils der Annahme nach mit Kohlmeisen der Anlage. Maikäfer bilden saisonal gebundene Populationen (S. 79). Die Individuen der Population einer Art sind ungeachtet der genetischen Unterschiede der Individuen miteinander fruchtbar. **Populationen einer Art** bleiben **innerhalb der Art-Grenzen**, Zur Artbildung gehört die normalerweise dann stattfindende Unfruchtbarkeit. Schon an sichtbaren Merkmalen mochten als genetisch anzunehmende Unterschiede sich ausdrücken, aber an den Chromosomen und Genen und ihren chemische Folgen konnte das erst richtig deutlich werden. Sich vegetativ vermehrende Lebewesen, die zwar auch in Beständen vorkommen können, bilden keine Populationen, haben keine Panmixie. Die Grenzen der Populationen sind natürlich mehr oder weniger fließende (S. 24). Populationen sind auch Teil einer Biozönose (s. a S. 19, 23), also von zu ganz anderen Taxa gehörenden Arten, mit denen sie sich prinzipiell nicht vermischen, aber in wohl Wechselbeziehungen stehen können. Völlige Verbreitungsschranken sind

große Gewässer oder Gebirge, oder, sofern man dort lebensfähig ist, ganz andere Umwelten. Sie werden die Trennung vertiefen.

Die Untersuchung der Verbreitung, Ausbreitung und des stabilen Vorkommens der Mutationen bei den Organismen in der Natur war es, die zu der neuen biologischen Wissenschaftsdisziplin, der **Populationsgenetik**, führte. Die Untersuchung von Populationen wurde stark angeregt von TSCHETWERIKOV/CETVERIKOV und viel von Russen fortgesetzt (TIMOFEEFF-RESSOVSKY et al. 1977, S. 93). Wichtige Untersuchungen stammen auch aus der Oxforder Schule von FORD (1956), Begründer einer auch als **”ecological genetics”** bezeichneten Forschungsrichtung. Ein Ergebnis war, daß **”in certain conditions evolution takes place in natural populations much more rapidly than had previously been suspected.”** Das Vorhandensein zahlreicher verschiedener Allele in den Populationen war die Voraussetzung für raschen Wandel. Die Rekombination ließ in den Erbanlagen immer wieder neu zusammengesetzte Individuen erscheinen und die Selektion hatte Auswahl aus zahlreichen Varianten. Von S. S. TSCHETWERIKOW (1926/1961) stammt das **Bild von der Spezies oder Population als einem ”Schwamm”, der die immer wieder entstehenden rezessiven Mutationen aufsaugt**, die bei den meisten Individuen sich wegen des dominanten anderen Allels nicht manifestieren, aber eben auch immer wieder homozygot erscheinen und so immer wieder Vielfalt erzeugen.

Evolution erschien als gebunden an Populationen: **”Populationen sind nicht weiter teilbare elementare evolutionistische Einheiten, die ein eigenes Evolutionsschicksal haben, über welche weder Individuen noch kurzlebige Gruppen aus wenigen Individuen verfügen”** (kuriv im Original: N. V. TIMOFEEFF-RESSOVSKY et al. 1977, S. 177). Es sind **”keine genetisch absolut identischen Populationen”** (S. 178) anzunehmen, die Arten splintern sich auf. Auch innerhalb einer Population findet natürlich Selektion statt (S.180) wie zwischen benachbarten Populationen, mit Ausbreitung der einen auf Kosten anderer (S. 182). Aber es gilt auch: wenn **”... der Genpool einer Population optimal an die gegebenen Umweltverhältnisse angepaßt ist”** gibt es hier keine Veränderungen und nur **”Umweltveränderungen hingegen können dazu führen, daß neues genetisches Material vorteilhaft ist”**, wie im Gefolge der die Umwelt weithin verändernden Industrialisierung Europas (D. SPERLICH 1973, S. 38).

Nicht jede Änderung in den Proportionen der verschiedenen Gene wird sichtbar, aber im **”Genpool”** einer **Population**, einer Fortpflanzungsgemeinschaft, gibt es schon infolge der ständigen Rekombination bei der sexuellen Fortpflanzung ständig Änderungen. Intraspezifische Unterschiede gibt es zwischen den Individuen und bilden sich offensichtlich noch mehr zwischen verschiedenen Populationen einer Art. Und diese müßten nun als Teilstück der Evolution gelten. Man sollte betonen:

in die **evolutionären Veränderungen einer Population** sind ja **nicht nur die für auffällige Merkmale zuständigen Gene** einbezogen, auch nicht nur jene, welche Kleinmutationen bewirken, sondern gibt es welche mit unterschiedlicher Penetranz und Expressivität, dazu jene, die 'additiv', kumulativ etwa das Größenwachstum beeinflussen, gibt es die sich wieder aufspaltenden und die länger stabilen oder immer bleibenden auf Variationen beruhenden Kreuzungen, sind viele der genetischen Unterschiede gar für das Leben belanglos. Es ist immerzu das ganze genetische System in jedem Individuum einer Art in diese Veränderungen einbezogen. So ist **eine Population immer** in einem oft kaum bemerkbaren **Fluß der Veränderung** und geschieht das bei anderen Populationen auch und dort vielleicht anders, so werden die Populationen unterschiedlicher. Die 'geographische/allopatriische Artbildung' nimmt möglicherweise ihren Lauf. Je polymorpher eine Population ist, desto mehr müßten bei Umweltänderungen Individuen auftreten, welche dem vielleicht besser angepaßt sind und lassen so die Art auch beim Sterben vieler bisher überlebensfähiger Individuen überleben. Populationsevolution hat es also mit mikroevolutionären Vorgängen zu tun und hier ist Forschung im Sinne des **Aktualismus** der Geologen und DARWINs möglich. Sicherlich wurde angenommen. **mit der Populationsgenetik auch der Artbildung näher** zu kommen, so im Sinne von gradualer Änderung von Spezies zu Rassen, dann vielleicht Subspezies, schließlich gar neue Spezies. Eine neue Spezies mußte von der Ausgangsform durch die Fortpflanzungsbarriere getrennt sein. Morphologische Veränderung und Reproduktionsisolation gehen aber auch getrennt vor sich, also können morphologisch geänderte Individuen noch lange im bisherigen Artverband bleiben (s. in Anlehnung u. a. an MÜNTZING bei G. L. STEBBINS et al, 1985, S, 61).

Aus dem Einst der Forschung: Das Ehepaar TIMOFEEFF-RESSOVSKY (1941) stellte auf dem teilweise parkähnlichen, 12 Hektar großem Gelände des Kaiser Wilhelm-Instituts für Hirnsforschung in Berlin-Buch durch Fänge in Fangflaschen auf den etwa 120 festgelegten Quadraten während 2 Jahren in wiederholten 1-wöchigen täglichen Untersuchungen fest, in welcher Stärke *Drosophila*-Arten in den einzelnen Teilen auftreten. Die einzelnen Arten wiesen eine unterschiedliche saisonale Verteilung auf. *Drosophila melanogaster* fand sich in 3 nicht transgredierenden, getrennten Populationen, *Drosophila funebris* in 5 Populationen, von denen aus aber Flug einzelner Individuen nach anderswohin möglich war. Mit Wiedereinfängen markierter *Drosophila*-Individuen konnte das Ausmaß des Wechsels in andere Populationen ermittelt werden.

"Evolution", formulierte E. O. WILSON et al. (1973, S. 13) "kann allgemein als jede Veränderung in der genetischen Zusammensetzung einer Population bezeichnet werden „, jede Veränderung der Genhäufigkeit.“ Aber (E. O. WILSON et al.

1973, S. 13): "da die meisten Merkmale der Kontrolle multipler Loci unterliegen und die natürliche Auslese ebenfalls komplexer Natur ist, kann die Aufzählung einiger weniger Genfrequenzen wahrscheinlich niemals ein vollständiges Bild liefern. Dennoch muß die systematische Beschäftigung mit der Populationsgenetik auf dieser Ebene beginnen." Einst bestenfalls an sichtbar gemachten Chromosomen abzulesen, hat die Protein-Analyse und dann die Sequenzierung der DNA hier eine große Erweiterung geschaffen, um Unterschiede im Genpool aufzuklären, wenn genügend Individuen auf Protein- oder Gen-Unterschiede untersucht werden (s. a. M. LYNCH 2007). PAINTER, BAUER, HEITZ waren also damit zu übertreffen. **Wie unterschiedlich** muß man die **Gen-Unterschiede in einer Population** einundderselben Art, den **Polymorphismus**, einschätzen? Genome (s.u.), also die Gesamtheit der Erbsubstanz eines Individuums, zu sequenzieren war zunächst schwierig. Aber Gene exprimieren sich in Proteinen und **Protein-Unterschiede geben also Gen-Unterschiede, auch sehr feine**, wider. Unterschieden sich die Proteine von Individuen, waren auch Unterschiede in den Genen anzunehmen. B. C. LEWONTIN und J. I. HUBBY (zit. aus D. SPERLICH 1984, S. 170/172, E. O. WILSON et al. 1973, S. 62) haben 1966 durch hochauflösende **Elektrophorese**, die Feststellung feinsten Unterschiede in der Laufgeschwindigkeit von Proteinen von *Drosophila pseudoobscura* einer Population in einem elektrischen Feld, festgestellt, "daß sich an etwa 30% aller Loci in einer einzelnen Population zwei oder mehr Allele in polymorphem Zustand befanden und die Individuen der Population für etwa 12% ihrer Loci heterozygot waren." Die nebeneinander liegenden Gene, die Allele, erschienen also in hohem Grad unterschiedlich. Das war eine unerwartet hohe Frequenz und "jeder polymorphe Locus bedarf einer stabilisierenden Selektion, wenn er seinen polymorphen Zustand beibehalten soll", die Selektion muß also stark genug sein, damit etwa 2000 Loci polymorph bleiben (E. O. WILSON et al. 1973, S. 62), Zeugnis der Überlegenheit der Heterozygotie, der 'Heterosis' (E. O. WILSON et al. 1973, S. 57). Die Eiweiß-Unterschiedlichkeit der einzelnen Individuen konnte verfeinert festgestellt werden bei Bruchstücken der Proteine, ihren Peptiden, und noch mehr bei den DNA-Unterschieden. Fast alle diese Unterschiede konnten nicht auf eine bessere Überlebenschance der einen vor anderen zurückgeführt werden. Sie traten auf, weil eben die Erbsubstanz sich veränderte, waren als für das Leben 'neutral' zu sehen und von ihnen aus entwickelte MOTOO KIMURA vom japanischen 'National Institute of Genetics' die 'The Neutral Theory of Molecular Evolution' (zit. bei G. L. STEBBINS et al. 1985, S. 58). Daß zahlreiche Merkmale wohl keinen besonderen Nutzen besitzen und kaum Schaden anrichten, war schon öfters hervorgehoben worden. KIMURA bezog sich auf den Nachweis der vielen DNA-Verschiedenheiten, die eben entstanden, eben so, brachte also eine Theorie **für die molekulare Ebene**, wonach die "most of the genetic differences neither foster nor hinder an organism's survival and that their persi-

stence or elimination within a population is a matter of chance" (zit. aus G. L. STEBBINS et al. 1985, S. 58).

Wenn man in all die verschiedenen Menschengesichter blickt und die Besonderheiten jedes einzelnen beachtet, weshalb man ja erwartete Leute auf dem Bahnsteig meistens sofort erkennt, dann ist das wohl ein sichtbar gewordener Ausdruck der **genetischen Individualität jedes einzelnen**, der hier auf die Makroebene gehoben ist. Und ebenso steht es um die jedem Menschenindividuum eigenen **Fingerabdrücke**, deren Unterschiede in den 1890-er-Jahren GALTON (R. SCHWARTZ-COWAN 2004, S. 348) erkannte und die dann von der Polizei als Identifikationsmerkmal benutzt und erst mit der DNA-Analyse teilweise ersetzt wurden. Diese individuellen Unterschiede hatten wohl keinen besonderen Nutzen für den einzelnen, sondern sind Ausdruck einer spontanen genetischen Vielfalt. So wie nicht geklärt werden konnte, ob die **Blutfaktoren** etwa beim Menschen, die Verschiedenheiten der großen Blutgruppen A, B, AB, O mit so manchen Komplikationen bei Bluttransfusion, oder gar der zu Geburtskomplikationen führende Rhesus-Faktor, irgendwann vorteilhaft waren. War hier ein Weg zur Ausschaltung bestimmter Paarungen vorgezeichnet, und das warum?

Frivole Blicke auf begrenzte menschliche Populationen

Kein Mensch gleicht außer bei 1-zelligen Zwillingen genetisch einem anderen Menschen und in vielem sind auch die nicht auf Erziehung oder Gewohnheit zurückführbare Unterschiede damit verbunden, der Fähigkeiten auf verschiedenen Gebieten, der Art des Sprechens, der Kommunikationsfähigkeit und -neigung, der Bedrohung durch bestimmte Tumore, Herzkrankheiten, Demenz, Hirnabbau, ja der möglichen Lebensdauer. Manche könnten auch manche neidisch werden und können doch nichts ändern. Alle Menschen sind zwar prinzipiell miteinander fruchtbar, gehören damit zu einer Art. Aber ganze Völkerschaften waren bis in die Neuzeit voneinander getrennt, durch Meeresschranken zwischen den Kontinenten oder Wüsten innerhalb von Eurasien. Oft gab es bis in die Neuzeit das Verbleiben vieler einfacher Menschen in einer begrenzten Umgebung und sie heirateten dort. Dann gab es jene vielleicht manchmal auch übertrieben so genannten und manchmal mehr durch Alkohol geschädigten **Inzuchtdörfer**, in denen mentale oder körperliche Schäden oder beides auftrat, Folgen aber auch einer begrenzten Menschenbevölkerung mit begrenztem Genbestand. Bestimmte rezessive Gene häuften sich und es kam öfters zu ihrer Homozygotie. Sich häufende Hämophilie in einem abgelegenen Schweizer Dorf beschrieb in einem romanhaften, aber der Wirklichkeit nicht ganz fremdem Roman der viel schreibende Schweizer Schriftsteller ERNST ZAHN 1911 in 'Die Frauen von Tannö'. Der Gen-Locus für die Hämophilie befindet sich in einem der

Geschlechtschromosomen, also der 2 X-Chromosomen der Frau, und ein Mann, welcher das zu seinem 1 Y-Chromosomen das betroffene X-Chromosomen erhält, ist betroffen, ob nun nach Heirat der Frau in der Inzuchtgemeinde oder außerhalb. Der betroffene Mann gibt sie, falls er bis dahin überlebt, über eine von ihm geschwängerte Frau weiter, und in Tannö waren eben viele Männer betroffen. Daß angesichts der zahlreichen geborenen Unglücklichen die Frauen in Tannö auch ohne spezielle genetische Kenntnisse schließlich auf Kinder verzichteten, war wohl eine Erwartung von ZAHN für solche Fälle. Partner einschränkungen können lockerer sein, bestehen aber doch, denn man überquerte für Tanzveranstaltungen zum Kennenlernen von Partnern nicht dauernd große Flüsse, mit kaum Brücken und oft eingeschränktem Fährbetrieb. Sicherlich hat sich in der neueren Zeit da vieles verändert. Aber Inzuchtfolgen auf Dörfern bestehen keineswegs überall. Bei Festumzügen in Tiroler Dörfern (s. YouTube) sieht man sehr schöne Menschen, einschließlich attraktiver Frauen.

Die **europäischen Herrscher** saßen zwar auf territorial weit voneinander getrennten Thronen, aber **in der Heirat** waren sie eine sehr **kleine** zusammengehörende und die eheliche Verbindung mit 'Normalmensch' ablehnende **Population** (ZIRNSTEIN). Die Herrscherfamilien auf den höchsten Thronen hatten wohl nicht mehr potentielle Ehepartner als eine Kohlmeise in einer Kohlmeisen-Population in einer größeren Kleingartenanlage, und bei den Kohlmeisen gibt es wohl immerhin allerhand Auslese. Auch bei den Herrscherfamilien haben sich einige Erbkrankheiten anormal häufig immer wieder eingestellt, die witzigerweise mit 'blauem Blut' verbundene Porphyrinurie. Der letzte Zarensohn war von der Hämophilie gezeichnet. Eine ganze Reihe von **HABSBURGER** Herrschern war ausgezeichnet durch eine große Nase, verschlafene Augen und manchen sehr lästig "der weit vorstehende Unterkiefer, der Sprechen und Nahrungsaufnahme extrem erschwerte" und so die Lebensqualität empfindlich beeinträchtigte (F. HUSS 2008, S. 18). Über den mit 18 Jahren ab 1658 als Kaiser wirkenden jungen LEOPOLD I. berichtete der türkische Gesandte in Wien an seinen Sultan: "Immer, wenn er spricht, spritzt und trieft ihm der Speichel aus seinem Mund und von seinen Kammellippen, als ob er erbrechen würde, da wischen ihm dann die strahlend schönen Pagen, die ihm zur Seite stehen, mit riesigen roten Mundtüchern ständig den Geifer ab. ... Seine Finger sehen aus wie lange Gurken" (so zit. bei F. HUSS 2008, S. 18). Bei Hunden würde man die Heranzüchtung von solchen Mißbildungen im 20. Jh. möglichst verbieten. Bei Menschen sind absurde Gestalten auch möglich und sind zu tolerieren. Aber die Weitergabe fördern? Gemälde stellen LEOPOLD I. weniger unangenehm dar. Nach MARIA THERESIA verbesserte sich die Lage. Wenn Kaiser KARL V. während seines Aufenthaltes 1546 auf einem Reichstag mit der 19-jährigen Regensburger Tochter eines Gürtlermeisters, der schönen BARBARA BLOMBERG, den energischen Sohn DON JUAN DE AUSTRIA zeugte, dann

war hier die verhängnisvolle Inzucht einmal unterbrochen. Bei den GONZAGA in Mantua erschienen immer wieder Bucklige (K. SIMON 1991, S. 68). Es wurde wohl höchste Zeit, daß im 21. Jh. 'Bürgerliche' gehäuft in die Herrscherhäuser einheirateten.

Einzeluntersuchungen zu offensichtlich in Selektion entstandenen Abänderungen

PORTMANN, der so kritisch zum Weltbild der rein naturwissenschaftlichen Biologie stand, bot 1956 einen Überblick über in der Literatur verstreut mitgeteilte Experimente, bei denen die **Überlebenschancen** offensichtlich **durch** Mutation entstandener **Tarneigenschaften** geprüft wurden, so wie es CESNOLA bei Gottesanbeterinnen vorgeführt hatte. Die angepaßten Individuen hatten die höheren Lebenschancen, waren natürlich nicht absolut geschützt. Farbmutanten, die dem Untergrund entsprachen, hatten wohl generell einen Vorteil.

GEROULD (aus zit.) fand, daß blaugrün statt wie üblich grasgrün gefärbte Rau-pen des Schmetterlings *Colias philodice* erheblich mehr weggefressen wurden. SUMNER brachte dunklere und hellere Individuen von Fischen der Gattung *Gambusia*, der Vertilger der Larven der Malaria-Mücken, in Tanks mit dunklem und solche mit hellem Untergrund, von dem sich jeweils die Fische mehr oder weniger abhoben. Sie wurden gejagt von kleinen Pinguinen von den Galapagos-Inseln, aus der Gattung *Spheniscus*. Von total 2672 Fischen wurden 1150 von den Pinguinen erjagt, wobei 395 der erjagten Fische in der Färbung mit dem Untergrund übereinstimmten, 755 sich von ihm abhoben, also 66% gegen 34% der in der Farbe geschützten Individuen. DICE, ebenfalls USA, ließ, veröffentlicht 1947, Schleier- und Waldohreulen kleine, in der Färbung sich unterscheidende Weißfußmäuse, *Peromyscus maniculatus*, jagen. Die Böden wurden mit einer Art künstlichem Wald ausgestattet, um sicherzustellen, daß die jagenden Eulen ihre Beute nicht ohne Einsatz ihrer Augen finden. Die Beute der jagenden Eulen bestand aus 125 unangepaßten und 71 der Untergrundfarbe angepaßten Weißfußmäusen.

Untersucht wurde auch der **Mageninhalt** von Vögeln. Die ungenießbaren Marienkäfer waren nach KLUIJVER / Niederlande erheblich unterrepräsentiert, was für die Warnfarben-Hypothese sprach. In Untersuchungen anderer vermieden Vögel Insekten in Wespen-Tracht.

FORD begann seine Untersuchungen zum Polymorphismus und den durch ihn bewirkten Wandel im Erscheinungsbild von Populationen zwischen 1914 und 1918. Er verfolgte (E. B. FORD 1960, S. 183 ff.) 1917 einen relativ isolierten Bestand des Schmetterlings *Euphydryas (Melitaea) aurinia* auf einem sumpfigen Gelände

von etwa 10 acres zu über die Jahre hin. Als in den Jahren 1920 bis 1924 der Bestand rapide wuchs gab es viel Variabilität, auch deformierte Formen. Während dieser Populationszunahme gab es offenbar neue Genkombinationen, kamen auch rezessive Gene zusammen. Nachdem ab 1925 die Individuenzahl konstant blieb, war nur noch eine Form vorhanden, unterschiedlich von der vor dem Auftreten der Variabilität. Die Selektion hatte wohl die überlebenden Variationen wieder eingeschränkt. FORD unterschied dann (1956 b):

1. **Balanced Polymorphism:** Ständige Erhaltung verschiedener Variationen in einer Population, weil die Selektionsfaktoren (selective agencies) eine gewisse Vieltgestaltigkeit begünstigen,

2. **Transient Polymorphismus:** Zeitweilige Verschiedenheit der Population, weil vorher ungünstige Gene unter neuen Bedingungen durch die Selektion begünstigt werden und die vorher begünstigten zunehmend ersetzen.

Beobachtungen an markierten Schmetterlingen führten DOWDESWELL, FISHER und FORD durch. In einem sumpfigen Gelände bei Oxford wurde eine isolierte Kolonie der Motte *Panaxia dominula* (Hypsidae) verfolgt, mit Markieren, Freilassen und Wiedereinfangen. Offenbare Änderungen in der genetischen Konstitution wurden hier auf Selektion zurückgeführt.

Ein fast paradigmatisches Beispiel, die Entstehung einer neuen Form durch Mutation und Selektion zu erklären, bot die Zunahme, ja Durchsetzung **melanistischer Formen** bei bisher vorwiegend hell gefärbten Schmetterlingen, auch experimentelle untersucht namentlich durch en FORD- Schüler B. D. KETTLEWELL (1955, 1956a,b) beim Birkenspinner (*Biston betularia* L., einst *Amphidasis betularia* L.). In der weitgehend unbeeinflussten Natur erschienen die hellgefärbten Falter auf hellem Untergrund, etwa mit hellen Flechten bewachsenen Bäumen, und ihre helle Färbung durfte als Schutzfarbe in ihrem Lebensraum angesehen werden. Mit der Industrialisierung und dem Ruß, mit der Flechtenzerstörung auf der Baumrinde durch die Luftverschmutzung verschwand heller Untergrund. Bei *Biston betularia* erschienen die ersten dunklen, "melanistischen", Individuen wahrscheinlich um 1850 in der Umgebung von Manchester und im 20. Jh. wurden zunehmend vielerorts dunkel gefärbte Individuen vom Birkenspinner beobachtet. Der Melanismus, der jetzt zur Schutzfärbung wurde, beruhte zumindestens in zahlreichen Fällen auf einem einzigen dominanten Gen. Daß hier Selektion etwa durch schmetterlingsfressende Vögel wirkte, wurde schon wahrscheinlich, weil sich dieser offensichtliche "Industrie-Melanismus" (industrial melanism) bei hellgefärbten Schmetterlingen fand, nicht bei schon bisher farbigen. Auf den Britischen Inseln wurde bei etwa 70 von insgesamt etwa 780 Arten von Großschmetterlingen (Macrolepidoptera) der zunehmende Ersatz der hellen durch melanistische Formen festgestellt.

Durch KETTLEWELL wurden an von Freiland umgebenen Gehölzen (Baumgruppen) hell und dunkel gefärbte markierte Falter des Birken spinners (*Biston betularia*) freigelassen. Isoliert liegende Gehölze wurden benutzt, weil zu Recht erwartet werden durfte, daß die Falter in ihnen verbleiben, sich nicht in großer Zahl aus den ihnen zum Lebensraum dienenden Gehölzen entfernen. Einige Zeit nach dem Freisetzen, nach einigen Tagen, wurde durch Lockweibchen von jedem Phänotyp und von Quecksilberlicht ein Rückfang der freigesetzten Schmetterlinge durchgeführt. Bei Birmingham mit seinen Industrieemissionen und dem Absterben der Flechten an der Baumrinde wurden in dem benutzten Waldstück wurden mehr dunkle als helle Falter zurückgefangen, was für die Wirksamkeit der Schutzfarbe sprach. Die auf dunklem Untergrund auffallenderen, hellen Individuen waren offenbar häufiger gefressen worden. In einem industriefernen, sauberen Gebiet, in Dorset an der Südküste Englands, wurde das umgekehrte Ergebnis, eine Begünstigung der hellen Variante, nachgewiesen. Die Untersuchungen wurden ergänzt durch Freßversuche in großen Volieren mit der Kohl-Meise (*Parus major*) (H. B. D. KETTLEWELL 1955), durch Beobachtungen über die bevorzugte Wahl verschieden gefärbter Sitzplätze durch die Falter, über eventuell wirksame Pollutionsrückstände in den Blättern. In den USA gelang es TED SARGENT an der University of Massachusetts allerdings nicht, die Ergebnisse wie KETTLEWELL zu bestätigen (G. S. ROBINSON 2002). An anderen Orten wurde die Raupe der melanistischen Form als widerstandsfähiger als die der hellen Variante erkannt und so mochte die Selektion auch bereits bei den Raupen ansetzen. R. GOLDSCHMIDT (1948/1980) sah eine größere Widerstandsfähigkeit der Raupen der melanistischen Formen gegen gewisse Metallsalze als erwiesen an. Es mochte durchaus sein, daß in verschiedenen Gebieten unterschiedliche Faktoren bei den Formen einer Art selektionswirksam sind und die Natur sich wieder als vielseitig erweist. Auch gibt es melanistische carbonaria-Formen im eher sauberen schottischen Hochland. KETTLEWELL hat nach drei vergeblichen Versuchen, ihn als Mitglied in die Royal Society zu wählen, 1979 seinem Leben offenbar bewußt ein Ende gesetzt (G. S. ROBINSON 2002).

Eine auf einem einzigen dominanten Gen beruhende selektionsbegünstigte Form konnte sich auch nach anderweitigen Erfahrungen ziemlich rasch durchsetzen. Bei Hamburg ersetzte eine 1904 aufgetretene melanistische Form der Motte *Tetlea* or (einst: *Cymatophora* or F.) die helle *albigensis*-Form weitgehend in 8 Jahren (zit. bei S. S. TSCHETWERIKOW 1926/1961). S. S. TSCHETWERIKOW (1926/1961, S. 185) jubelte fast: "a living page of the actual adaptive evolutionary process in front of us."

Die vielerorts gut bekannten **Vögel** boten manche weitere eingehende Untersuchung von Populationen, so durch DAVID LAMBERT LACK (C. M. PERRINS

2004, W. H. THORPE 1974), der sich vom Schullehrer zu einem führenden Populationsbiologen entwickelte und gleichzeitig bekennender Christ blieb. 1938/1939 hatte er ein Jahr auf den Galapagos-Inseln verbracht und die von DARWIN trotz mancher landläufigen Meinung nur unzureichend beachteten **Darwin-Finken** eingehend untersucht.

Paläontologen für die "Synthetische Theorie der Evolution"

Bei allen **Angaben zur Paläontologie** ist zu berücksichtigen, daß gerade auf diesem Gebiet immer neue Befunde gemacht werden, so in bisher nur unzureichend bekannten Regionen im hohen Norden, der Antarktis, auch in China. Angaben zu Fossilien sind teilweise bald wieder überholt, sind zumindestens zu ergänzen.

Etliche Paläontologen schlossen sich der neuen Auffassung an und interpretierten ihre Befunde entsprechend. Hierzu gehörte namentlich der Amerikaner GEORGE GAYLORD SIMPSON (a. h. B. WHITTINGTON 1986).

Zeitmaße der Evolution

Ob die Evolution gemäß der "Synthetischen Theorie der Evolution" vonstatten gehen konnte, mußte auch von der zur Verfügung stehenden Zeit für die Umbildung der Organismen abhängen. Es mußte wichtig sein, eine Vorstellung von den verfügbaren Zeitmaßen zu besitzen. Umbildungen erfolgten in den verschiedenen Gruppen unterschiedlich rasch. Eingehend mit den Zeitmaßen für die Herausbildung höherer, nur durch Fossilien in ihrer zeitlichen Abfolge faßbaren Kategorien befaßte sich SIMPSON (s. 1951). Für die **unterschiedliche Geschwindigkeit des evolutionären Wandels** in den einzelnen Gruppen führte SIMPSON (1951) Begriffe ein:

1. Gruppen mit "normaler" Evolutionsgeschwindigkeit, wie sie die Carnivora aufwiesen, wurden "**horotelisch**" genannt.
2. Gruppen mit langsamer oder gar seit langem ausgebliebener Wandlung heißen "**bradytelisch**".
3. Übernormal hohe Evolutionsgeschwindigkeit wurde als "**tachytelisch**" bezeichnet.

Neue intraspezifische Taxa und selbst Spezies konnten rasch erscheinen. Geologisch von kurzer Dauer existierten viele Arten der **Ammoniten**. Die oft an einzelnen

Zonen gebundenen Arten sind dann hervorragende Leitfossilien.

Aus Nordamerika nach Bildung einer Landbrücke nach Südamerika eingewanderten Formen bildeten sich für Südamerika endemische Formen (O. H. SCHINDEWOLF 1955).

Überschaubar erschien SIMPSON (1951) die Dauer der Evolution für die Pferde zu sein. In einem anderen Fall stellte er fest, daß Säugetiere aus dem Norden vor 1 bis 2 Millionen Jahren in Süd-Amerika eindringen, dort seitdem eigene Gattungen, aber keine endemischen Familien entwickelten. Für Lebewesen mit rascher Generationenfolge fand sich keine raschere Evolution als für langlebige, erst nach Jahren geschlechtsreife Organismen. Mäuse oder Opposums vermehren sich rasch, aber veränderten sich offensichtlich nicht schneller als Elefanten, die über die Tertiärperiode hinweg immer neue, im Aussehen recht unterschiedliche Formen ausbildeten. Mäuse waren oder sind eben ihrer Umgebung offenbar so angepaßt, daß Mutationen nicht zu neuen Formen führen. Aber gemeint wurde auch (s. W. SCHAUMANN 2002, S. 143), daß die Nager eine 2-mal so hohe Evolutionsgeschwindigkeit hatten wie die Paarhufer und 4-mal so hoch wie die der Primaten. Als Grund für die langsame Primaten-Evolution wurde etwa vermutet ein verbesserter Reparaturmechanismus bei Genstörungen. Mit der gleichmäßigen Mutationsrate, der 'molekularen Uhr', erschien das schlecht vereinbar.

Auf bestimmte Süßwasserseen Nordamerikas beschränkte Rassen der Robbe *Phoca vitulina* müssen gemäß der Entstehungszeit der Seen 3000 bis 8000 Jahre alt sein (G. G. SIMPSON 1951). Die Evolutionsgeschwindigkeit innerhalb einer Linie kann sich ändern. Aus der horotelischen Muschel-Gattung *Gryphaea* ging die bradytelische *Ostraea* hervor (G. G. SIMPSON 1951).

SCHINDEWOLF (1955) betonte die Unterschiede in der Umbildung größerer Gruppen, nämlich rasche Umbildung am Anfang und zu Zeiten der Abgabelung neuer Linien. Maxima und Minima der Umbildung wechselten mehrfach.

Früher und auch in der Gegenwart leben Organismen nebeneinander, die eine ganz unterschiedlich starke Umbildung hinter sich haben. So leben, oft in Koexistenz oder gar aufeinander angewiesen, Menschen wie Bakterien. In einer gleichbleibenden Umgebung, so in größeren Meerestiefen, konnten manche Gattungen die gesamte Erdgeschichte ohne sichtbare Veränderung überleben. Wohl die längste Dauer als Art weist die Brachiopoden-Gattung *Lingula* auf, die vom Ordovicium bis zur Gegenwart ohne sichtbare Änderungen überdauerte (O. H. SCHINDEWOLF 1955). Da im Gehäuse die Eindrücke der Muskulatur und von Gefäßen gleich blieben, können sich auch diese Weichteile nicht geändert haben, ist auch mit stärkeren anatomischen Änderungen nicht zu rechnen. Eine langlebige Gattung ist die seit mindestens etwa 250 Millionen Jahren existierende Kruster-Gattung *Triops*. Unter

Süßwassertieren ist alt der Krebs *Triops cancriformis*, bekannt schon im Mittleren Keuper vor 180 Millionen Jahren. Bei diesem Krebschen ist der Erhaltungszustand oft so gut, daß bis zu einzelnen Borsten, den hauchdünnen Schwimmfüßen und den mit Eiern gefüllten Eibehältern die Übereinstimmung festgestellt wurde. Seit der Untertrias vor 200 Millionen Jahren findet sich die Meeres-Schnecken-Gattung *Pleurotomaria*.

Allerdings haben sich wenigstens viele alte Formen irgendwie in der Zeit **geändert**, Anpassungen an neue Bedingungen ausgebildet. Die Crossopterygier der erdgeschichtlichen Vergangenheit sind nicht die gleichen wie an den Ozeanhängen der Südhalbkugel heute. Allenfalls angenähert läßt sich nach neuerer Auffassung von rezenten Formen als von **”lebenden Fossilien”** sprechen.

SCHINDEWOLF (1955) diskutierte eine Beschleunigung von Umbildungen mit Zunahme der Mannigfaltigkeit und einem vermutlich dadurch verstärkten Konkurrenzkampf, jedoch fand sich eine generelle Beschleunigung der Umbildungen nicht.

Umbildungen in historischen Zeiten

Für manche Formen ist ihre Umbildung in historischen Zeiten, nach dem Auftreten der Menschen, ja der Begründung der Landwirtschaft, erschließbar, was schon für Unkräuter aus Äckern, so *Camelina*, oder Wiesen-Pflanzen im Kapitel über ”Selektion” erörtert wurde.

In erst in neuerer Zeit gebildeten **Seen** konnten ihre endemischen Formen erst danach erhalten.

In schon ziemlich historischen Perioden haben wohl auch Parasiten des Menschen manche ihrer Eigenschaften ausgebildet. Die Cercarien, die Larven der *Schistosoma haematobium*, die etwa 48 Stunden leben, schwärmen namentlich in den Tageszeiten, in denen Menschen baden und sich oder ihre Kleidung an offenen Gewässern waschen (F. R. SANDBACH 1976) und haben so am ehesten Gelegenheit, in die Haut eines Menschen einzudringen.

Das mit eindrucksvollste Beispiel von Artenbildung in relativ junger Zeit sind die **Buntbarsche**/Cichlidae des Victoria-Sees und anderer Seen in Ost-Afrika. Alt sind der Malawi- und der Tanganjikasee, aber die Niederung des Victoria-Sees bildete sich erst vor etwa 400.000 Jahren, dann war die Senke mehrfach ausgetrocknet, zuletzt noch vor rund 17.000 Jahren. Dann erst bildete sich also die etwa 450 Arten umfassende Fauna an Buntbarschen (R. DAWKINS 2016, S. 302). JOHN ENDLER und andere (b. R. DAWKINS 2016, S. 165 ff.) fanden rasche Veränderungen

bei **Guppies**/*Poecilia reticulata* auf und von der Insel Trinidad. Als besonders beeindruckend zeigte sich: In Gewässern mit Feinden überwog die Schutzfärbung die offensichtlich Weibchen anziehende Buntheit in Bächen ohne Feindgefahr und auch der Kiesuntergrund wirkte sich auf die Färbung aus.

Die "Synthetische Theorie der Evolution" als die bevorzugte Evolutionstheorie in der Lehre - erneute Hochschätzung von DARWIN

Im Unterricht von Hochschulen und allgemeinbildenden Schulen erhielt die "Synthetische Theorie der Evolution" eine Vorzugsstellung, ja wurde als die Evolutionstheorie schlechthin vorgetragen. Die abweichenden Ansichten wurden nur randlich, öfters wohl gar nicht mehr erwähnt. Die "Synthetische Theorie der Evolution" war DARWINs ehemaliger Theorie wieder ähnlicher als anderen Evolutionshypothesen in der Zwischenzeit, von der WEISMANNs abgesehen. E. MAYR meinte zum 100. Jahrestag der Veröffentlichung von CHARLES DARWINs Buch "On the Origin of Species ..." im Jahre 1959 (S. 31), vielleicht übertrieben, aber vom Standpunkt der "Synthetischen Theorie der Evolution" nicht unberechtigt: "Der Evolutionsforscher hundert Jahre nach DARWIN ähnelt dem in die Irre gegangenen Reisenden, der sich nach langem Umherwandern in Kreisen dort wiederfindet, woher er ausgezogen war." MAYR meinte fernerhin: "Die Genetik trägt viel zur kausalen Erklärung der Evolutionsvorgänge bei, aber es ist heute so wahr wie in den Tagen von DARWIN, daß es der Naturforscher im alten Sinne ist, der den Verlauf aufdecken muß, den die Evolution genommen hat."

Gegenüber den Theorien von DARWIN und WEISMANN waren neu:

1. Die **erbliche Variationen**, die Mutationen, wurden deutlich von nicht-erblichen, also rein phänotypischen Modifikationen abgegrenzt. Auch waren die Ursachen von erblicher Variabilität in den Zellkernen und auch im chemischen Aufbau der Vererbungssubstanz bekannt geworden,
2. Gab es über die Wirkungen der **Selektion** mathematische Modelle als auch messende Untersuchungen in Laboratoriumsgefäßen wie in der freien Natur.

Bei aller Neuheit dieser Dinge: Sie waren Vertiefungen, Erweiterungen, bis zu gewissem Grade Umstürze, aber nicht solche, die vorangegangene Gedanken in Frage stellten und sie als sinnlos erscheinen ließen. Auf dem Wege von DARWIN und WEISMANN zur modernen "Synthetischen Theorie der Evolution" gab es wenigstens auch eine beeindruckende Kontinuität.

Zu-oder Abnahme der Variabilität

Von etlichen Autoren wurde diskutiert, ob die **Variabilität mit dem Fortgang des Evolutionsprozesses zu-oder abnimmt**. Beide Möglichkeiten wurden bejaht und verneint.

Allgemeingültige Abläufe

Umstritten war, ob die Evolution prinzipiell ‚offen‘ bleibt oder in jeder Stammeslinie einem bestimmten Ablaufschema folgt, das auf in den Organismen liegenden Eigenschaften beruht. Einen vorgegebenen, man könnte sagen ‚programmierten‘ Ablauf nahm SCHINDEWOLF an. Er nannte das den **”Typostrophismus”**, **”Typostrophentheorie”** (H. HÖLDER 1983). Wie ein Individuum sollte auch eine Stammeslinie so etwas wie einen Lebenslauf besitzen. In der Entwicklung einer Organismengruppe sollte es folgende 3 Phasen geben:

Auch bei den Muscheln gibt es in der Kreidezeit aberrante Typen, so die Rudisten. Es sind aber wohl mehr Seitenlinien und sie unterbinden nicht die Weiterentwicklung normal wirkender Muschel-Formen.

Auch wenn der evolutionäre Ablauf in manchen Gruppen bis zu gewissem Grade diesem Schema folgt, so haben die Genetiker ihm widersprochen, weil keine Anzeichen für das Altern von Keimbahnen erkennbar waren.

11. Der Weg in die Molekulargenetik und Molekularbiologie, in die molekulare Grundlage der Evolution

Für alle die zahlreichen Vererbungsbiologen bis tief in die Mitte des 20. Jh. mit ihren zahlreichen sogar kartierten Erbfaktoren blieb dennoch die Vererbungssubstanz und das Wesen der Gene etwas Unbekanntes, allenfalls spekulativ erschließbares. Daß eine chemische Grundlage für die Unterschiede für die offenbaren genetischen Unterschiede selbst der Individuen einer Art gegeben sein müßte, legte die **Individualität wenigstens zahlreicher Proteine** nahe. Für die **Unterschiede im Proteinbestand** auch ziemlich verwandter Arten und dann auch von Individuen einer Art sprachen die **Immunreaktionen**, die Bildung von spezifischen Antikörpern auf die Proteine im Blutserum, die Blutgruppen und anderen Blutfaktoren. Die Sequenz von Proteinen war eher aufgeklärt als die der eigentlichen

Vererbungssubstanz, der DNA, wobei zunächst nicht ausgesprochen war, daß die anzunehmenden Gene für jeweils ein Protein zuständig sind, also Gene und Proteine korrespondieren. Wenn jedes Individuum seine spezifischen Proteine hat, dann muß das auf Unterschiede in der DNA zurückgeführt werden und umgekehrt führen die Unterschiede in der DNA, deren Einmaligkeit jedem Individuum zuzuschreiben ist, zu Proteinunterschieden. Hier erscheinen die wichtigen Begriffe: **Genom** - die Gesamtheit der Erbanlagen, der Gene, in einem Individuum, **Proteom** - die Gesamt der Proteine in einem Individuum. Auch jedes Menschenindividuum hat, in etlichen Unterschieden zu einem anderen Menschenindividuum sein Genom und damit sein Proteom. Genom wie Proteom müssen miteinander **korrespondieren**. Aus den Proteom-Unterschieden sind Genom-Unterschiede zu erschließen, und Genom-Unterschiede lassen Proteom-Unterschiede erwarten.

Etwa die im Blut Sauerstoff transportierenden Moleküle unterscheiden sich bei den Organismengruppen mit rotem Blut und von denen mit anderen solchen Molekülen wie bei den Mollusken. Aber auch die Proteine waren sicherlich der Evolution und Selektion ausgesetzt gewesen, und beim Hämoglobin ist in den äußeren Teilen der Ketten eine höhere Evolutionsrate als im inneren Teil, was auf die hier einst größere negative Auslese weniger geeigneter zentraler Teile der Hämoglobin-Kette verwies (W. SCHAUMANN 2002, S. 145).

Was aber war nun die Vererbungssubstanz? Für die Forscher noch in den 30er und auch den 40er Jahren des 20. Jh. schienen nur **die Eiweißstoffe** mit ihren nahezu unzähligen Kombinationsmöglichkeiten auch chemische Basis der zahlreichen anzunehmenden Vererbungsfaktoren zu sein. Aber wie stand es mit den an eine Vererbungssubstanz zu stellenden Anforderungen? Chemiker nahmen sich der Suche nach der eigenwilligen Substanz lange Zeit nicht an. Sie schien überhaupt nicht von dieser Welt der Chemie zu sein. Denn normale Substanzen wandeln sich bei chemischen oder physikalischen Manipulationen um, oft zerfallen sie. Unbekannt war eine offenbar so komplizierte Substanz, die sich **identisch reduplizierte**, immer und immer wieder, von einer Generation zur nächsten. Auch Autokatalyse schien da nicht viel zu erklären. **”Was ist ein Gen?”** - war also eine wohl sehr interessante, aber erschien lange Zeit als eine kaum beantwortbare Frage in der Biologie.

Mit der chemischen Aufklärung der Vererbungssubstanz, der Aufklärung von deren chemischer Konstitution, war also dort die Ursache der Erbänderungen zu suchen – war damit die **Evolution** zumindestens auch **auf die molekulare Ebene** geführt, ja wurde das dann als der wesentliche Teil aller Überlegungen zur Evolution gesehen. **”The molecules of life are now the chief source of new insights into the nature of the evolutionary process”** und löste ab, was für ein Jahrhundert galt, daß **”working at the level of the whole organism ...”** war **”the**

main" Angelegenheit "to knowledge of evolution" (A. C. WILSON 1985, S. 164). Die vielen festgestellten Veränderungen in Zahl und Struktur der Chromosomen hatten noch keine Aussagen über die chemischen Grundlagen gebracht, sondern lagen noch auf einer morphologischen Mikroebene. Von den äußeren Phänomenen war man auf die Zellebene, auf die Ebene von Zellstrukturen – also namentlich den Chromosomen, und nunmehr bis zu Molekülen, großen, gekommen.

Nicht mehr wurde nur von den Phänomenen der Vererbung auf die **Vererbungs-substanz** geschlossen, sie also versucht indirekt zu konstruieren, sondern konnte die Substanz **direkt untersucht** werden.

Bevor die Vererbungssubstanz in ihrer Konstitution aufgeklärt war, gab es die **Annäherung** an sie, die Feststellung, wer sie ist. Gewisse Andeutungen auf die Vererbungssubstanz schienen sich zu finden, als noch spekulativ erörtert wurde, daß die **Viren** und vor allem auch die einst als **D'Herellen** bezeichneten Bakteriophagen möglicherweise **freilebende**, allerdings auf andere lebende Organismen angewiesene **Gene** sind. Im Jahre 1935 konnte WENDELL MEREDITH STANLEY das Virus der Tabakmosaik-Krankheit (**TMV**) **kristallisieren**. Das verwies auf eine chemisch wohl einheitliche Zusammensetzung dieses Virus. Durfte ein Virus als Gen gelten, konnte mit der Aufklärung der Chemie eines Virus auch die Chemie eines Gens entschleiert werden. Verschiedene Forscher, in Deutschland GERHARD SCHRAMM, wandten sich dem kristallisierbarem Tabakmosaik-Virus zu „in der Überzeugung, daß die Konstitutionsermittlung der Viren einen Schlüssel zum Verständnis der Natur der Gene und ihrer Wirkungsweise liefern könnte“ (A. BUTENANDT 1971 / 1981, S. 810).

Es war schon eine Leistung und vom Wirken verschiedener Forscher abhängig, daß die **Desoxyribonukleinsäure (-acid), DNA**, und auch die **Ribonukleinsäuren**, die **RNA**, als **Vererbungssubstanz wahrscheinlich gemacht** und als solche aufgeklärt wurden. Erste Hinweise für die DNS oder RNS als Vererbungssubstanz kamen aus der Bakteriologie und der Virenforschung. GRIFFITH fand bei Pneumokokken, daß **bestimmte Kapseleigenschaften von der Kultur eines Stammes auf einen anderen übertragen** werden konnten, was die Frage nach dem Wesen des "**transformierenden Prinzips**" stellen ließ. SCHRAMM bewies 1942/1943 für den Virus der Tabakmosaikkrankheit (TMV) (A. BUTENANDT 1969, 1971 / 1981, A. GIERER und G. SCHRAMM 1956), daß deren RNS und nicht das Protein der umgestaltende Faktor in den infizierten Pflanzenzellen sein muß. Gewiß erschien ihm die Infektiosität von Viren mit der Proteinhülle höher als ohne zu sein, aber ihr wurde eine Schutzfunktion zugeschrieben. Arbeiten aus Deutschland wurden damals in der angelsächsischen Welt aber kaum beachtet, zumindestens, wenn sie nicht kriegswichtig zu sein schienen. Des Emigranten ERWIN SCHRÖDINGERS kurze Abhandlung über das Leben legte die Problematik

bloß. Einen entscheidenden Hinweis auf die DNS als Vererbungssubstanz brachte OSWALD AVERY (1944) mit seinen Mitarbeitern (A. S. KAY 1970). Allerdings wurde offengelassen, ob nicht vielleicht ganz geringe Mengen einer an der DNS angehefteten andersartigen Substanz wirksam sind. SALVADOR EDWARD LURIA und DELBRÜCK zeigten, daß **Bakteriophagen** Gene besitzen, mit ihnen Vererbungsforschung möglich ist. A. D. HERSHEY und MARTHA CHASE fanden (195.) mit Hilfe von radioaktiv markiertem Schwefel und Phosphor, daß **von den Bakteriophagen nur die DNS in das Innere der Bakterienzelle** eindringt und dort die Umsteuerung der Funktionen vornimmt. Entscheidender Schritt war die Aufklärung der **Struktur der Desoxyribonukleinsäure**, der DNS/DNA (A = engl. acid). Durch chemische Untersuchung und namentlich mit Hilfe der **Röntgenstrukturanalyse** wurde die chemische Struktur der DNS entschlüsselt, 1953 von den jungen Forschern CRICK und WATSON das DNS-Modell vorgestellt. Verständlich wurde aus diesem Modell die identische Reduplikation der Vererbungssubstanz. CRICK und WATSON konnten auch mit entschlüsseln, wie die DNS Informationen speichert und Proteine codiert werden durch die Abfolge von Basen an den Ketten. **Mutation** beruht dann auf **Änderung der Reihenfolge** der Basen. Die von einer Basenfolge bestimmten Gene wären für jeweils ein Protein zuständig.

Sequenzierung des Genoms, der Basenabfolge an der Desoxyribonucleinsäure/DNA - und damit auch Beziehung zu den Proteinen

Wichtig wurde, an einzelnen Stücken eines Chromosoms und an ihrer Gesamtheit die Basenfolge aufzuklären und damit einen Blick zu gewinnen in die Unterschiede in der Vererbungssubstanz der verschiedenen Arten, ja Individuen. Was Variation war, hier ließ es sich in seiner chemischen Grundlage sichtbar machen. Und so erklärte 1982, zum DARWIN-Gedenken, der USA-Mikrobiologe BERNARD DAVIS (zit. bei R. LEWIN 1982, S. 1091) diesen Weg in die molekulare Struktur der Vererbungssubstanz als "... the beginning of a grand new synthesis in evolutionary biology." 'Synthese' nicht nur mit den lediglich von außen im Kreuzungsexperiment erschlossenen angenommen Erbanlagen wie bei der 'Modern Synthesis' in der Formulierung von JULIAN HUXLEY, der "Zweiten Darwinschen Revolution" (TH. JUNKER 2004), sondern jetzt mit der Erbsubstanz direkt.

Sequenzierung wurde bei allen Makromolekülen angestrebt. Bei Eiweißen war es die Abfolge der Aminosäuren. Bei der DNA eben die Basenabfolge. Aus der **Sequenz der Aminosäuren in einem Protein** konnte also auf die **Struktur eines Gens in der DNA** geschlossen werden: "There is a simple relation between the sequence

of amino acids in a protein and the sequence of bases in the gene that codes for the protein. Specifically, each replacement of an amino acid in a protein can be ascribed to a point mutation in a gene. Investigators have therefore gained insight into molecular evolution by comparing amino acid sequences” (A. C. WILSON 1985, S. 164). Bestand ein Gen aus einem Triplet aus 3 Basen, dann erschien für das codierte Protein nicht als gleichgültig, welcher Teil in einem Gen sich geändert hatte und welche Aminosäureabfolge im Protein damit anders war, weil ein als Enzym wirkendes Protein dann unterschiedliche Schadwirkungen ausübte, und nicht jeder von einer Erbkrankheit wie der Phenylketonurie Betroffene war gleich schlimm betroffen.

Es wurde und wird aber angenommen, daß Unterschiede in Enzymen oder auch den menschlichen Blutgruppen als solche oft jedenfalls selektionsneutral sind und somit selektionsneutrale Abänderungen in den für sie zuständigen Teilen der Erbsubstanz widerspiegeln. Wenn, wozu es Gründe gibt, angenommen werden darf, daß die Differenzen mit der Zeit der Trennung von Stammeslinien zunehmen und das vielleicht mit ziemlich regelmäßiger Folge, dann kann **aus den Differenzen in der Erbsubstanz das Alter der Trennung abgelesen werden.**

Dem Sichtbarmachen der Sequenz von Einzelstücken folgte die Sequenzierung **des ganzen Genoms**, nach der von Mikroben schließlich **auch beim Menschen**. Interessant erschien die Erbsubstanz der verschiedenen Völker, vor allem auch jener, die lange isoliert waren und bei denen gegenüber den Haupt'rassen' der Menschheit die größten Abweichungen zu erwarten sind. Diese Forschung drängt, da die lange isolierten Völker rasch ihren Isolationsstatus verlieren, sich vermischen oder austerben. Erbliche Unterschiede nicht nur an vagen Außenmerkmalen, sondern auch an der Erbsubstanz selbst festzustellen wurde nicht von jedermann begrüßt. Unterschiede hätten Vorurteile beflügeln können. Je mehr Sequenzierung bei immer mehr Arten, desto mehr war 'Verwandtenfeststellung' möglich. Um 2010 gelang sie auch bei dem als so primitiv erscheinendem Schnabeltier (R. DAWKINS 2016, S. 368).

Im Auffinden von Unterschieden in der Gen-Sequenz wurden manche aus morphologischen Merkmalen aufgestellte Verwandtschaften von Tier- und Pflanzengruppen geändert. **Wie maßgebend sind Sequenzunterschiede?** Das **Genom** und damit gemessen etwa an 'serum albumin' (A. C. WILSON 1985, S. 168) korrespondierende **Proteom** sind bei **Schimpanzen und Menschen** sehr ähnlich. Und das ist auch verständlich, denn bei beiden müssen Verdauung, Nierentätigkeit und anderes etwa gleichartig funktionieren. Aber welche Genom-Unterschiede bewirken, daß Menschen sich wohl doch in ihren geistigen Leistungen erheblich unterscheiden?

Eingriffe in die Vererbungssubstanz - die zu Recht auch als gefährlich angesehene von Menschen gemachte Evolution

War die DNS oder RNS die Vererbungssubstanz, dann kam schon bald die Ansicht, daß es möglich sein mußte, nicht nur auf spontane Mutationen zu warten, sondern durch chemische Veränderung an ihr, an ihrer Basenfolge, Mutationen hervorzubringen, wie gelenkt im einzelnen auch immer. Das gelang bei der RNA von Tabakmosaikvirus G. SCHRAMM (A. BUTENANDT 1969 / 1981). **Gezielt in die Vererbungsusbtanz einzugreifen** wurde ein Ziel, bei Mikroben und schon dort nicht als gefahrlos betrachtet, und dann zunächst nur diskutiert bei menschlichen Embryonen. Es kam die berechtigte und nötige ethische Debatte ein, inwieweit von neuen 'gemachten' Mikroben Gefahren drohen und andererseits vielleicht 'Designerbabies' konstruiert werden könnten. Einen gezielteren Weg als mutagene Agenzien zu Eingriffen in die Vererbungssubstanz boten die **Restriktionsenzyme**, die **Restriktionsendonucleasen** (W. ARBER 1978 a, b). Für ihre Erforschung und Auffindung erhielten WERNER ARBER, DANIEL NATHANS, HAMILTON O. SMITH im Jahre 1978 den Nobelpreis für Physiologie oder Physiologie (Les Prix Nobel 1978). Restriktionsendonukleasen greifen die DNS an ganz bestimmten Stellen an. Die Existenz dieser Restriktionsendonukleasen zeigte eine wohl auch in der Natur immer schon vorhandene Möglichkeit, wie aus dem genetischen Material herausgeschnittene Teile entstehen und von einem Organismus in einen anderen übertragen werden konnten (W. ARBER 1978 a).

12. Überall Evolution - Weiteres im Lichte der Biologie der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts

Überall Evolutions-Betrachtung

Die bevorzugt morphologisch-anatomische Evolutionsbiologie wurde mehr denn je erweitert durch die Beachtung der Evolution auch der physiologischen, der biochemischen und anderer Phänomene der Lebewesen. BERTA SCHALLER, eine der Mitentdeckerin der Neuroendokrinologie, erwartete im Zusammenhang mit der Untersuchung der Signalstoffe im Lebewesen 1987 (S. 7): "... the search for the evolutionary history of these all-important phenomena will continue to bear fruit."

Evolution durch neue Einpassung in die Biosphäre – Ökologische Be-

trachtung der Evolution - noch einmal Einnischung

Mit der Zuwendung zur Erforschung der Lebensräume und der Biosphäre wurde, was die Erdgeschichtsforscher schon vor 1859 aufgenommen hatten und DARWIN bekannt war, die Umwelt schon durch ihre jeweiligen Selektions- und Isolations-Bedingungen (B. WILLIS 1910) als stark mitbestimmend für die Evolution deutlich.

Entscheidende Evolutionsschritte waren mit der **Meisterung neuer Lebensbedingungen** verknüpft, **anfangs** mit der Besiedlung bisher nicht von Lebewesen bewohnter Lebensräume, von bisher von Lebewesen her **konkurrenzlosen Nischen**. Solches war schon der Weg vom Meer über küstennahe Feuchtgebiete zum Festland, dann der Weg der zuerst wohl an Sümpfe gebundenen Großpflanzen zu Gewächsen die auch in trockeneren Regionen überdauern konnten, ja in Höhenlagen emporstiegen. **Die Lebewesen selbst** haben entscheidend mit dazu beigetragen, die Vielgestaltigkeit der Örtlichkeiten auf der Erde zu vergrößern, **für weitere, ihnen folgende Organismen die Bedingungen herzustellen**. Evolution brachte neue Ökologie. Evolutionsbiologie und Ökologie haben sich so zu verbinden wie Evolutionsbiologie mit Morphologie, Genetik und Physiologie. Den Pflanzen folgten ihre Verwerter. Pilze mit der Fähigkeit zum Lignin-Abbau beendeten die für das Carbon übliche Art der Kohlebildung.

Um neue Lebensräume besiedeln zu können, auch neue Nahrung zu verwerten, **mußten** aber die dafür **geeigneten Eigenschaften**, mußten **bestimmte physiologische Fähigkeiten**, in den Lebewesen **ausgebildet** sein. HOMER W. SMITH (1959) hat eingehend dargelegt, wie etwa zur Besiedlung des Festlandes und beim Gang vom Meer zum Süßwasser und auch zurück sich die Exkretionsorgane ausgebildet haben mußten, bevor überhaupt an Leben in den genannten Bereichen zu denken war. Ebenso setzte die Homoiothermie, die gleichbleibende Körpertemperatur, damit die Temperatur-Regulation, etliches an Eigenschaften voraus, so die Nervenkontrolle der Weite der Blutgefäße. Physiologische Eigenschaften und nicht nur Wettbewerb können Organismengruppen die Besiedlung neuer Räume verwehren. Wer ist unter höheren Tieren schon zum Leben im Wasser geeignet. Manchmal sprechen Evolutionsbiologen, auch H. W. SMITH, bei diesen voraussetzenden Neuerungen von "Erfindungen", 'inventions', was sich wohl leichter ausspricht als in den umbildenden Möglichkeiten der Organismen nachzuweisen.

Die **Vielgestaltigkeit der Erdoberfläche** bedingte die Vielgestaltigkeit der Lebewesen (H. W. SMITH 1959). **Gebirgsbildung** verursacht als solche keine Variabilität, aber durch sie entstehen **neue Nischen**, diese waren eventuell für neue Merkmale geeignet. **Tropenwälder** sind besonders artenreich und es erhob sich die Frage, warum das so ist (R. DAWKINS 2016 b, S. 299) Die Ökosysteme waren

also für die Evolution die eine "Hierarchie-Ebene" (M. GRENE 1987), eine andere waren die Vererbungsfaktoren. Auf der Ebene der Erbfaktoren wurde über das Angebot an Variationen entschieden. Auf der ökologischen "Ebene" wurde jedenfalls mit entschieden, welche Individuen und damit welche Gene und die von ihnen bewirkten Phäne, Merkmale, überhaupt überlebten und weiterkamen.

Die Evolution wurde etwa bei dem Ichthyologen und Meeresforscher in Bremerhaven und ab 1962 Museumsmitarbeiter in Ludwigsburg (M. SCHMITT 2013, S. 84/85) GERD VON WAHLERT (1977). und dann auch von anderen, nicht primär von den taxonomischen Gruppen her beschrieben, sondern von der **Besetzung der verschiedenen Bereiche und Nischen in der Biosphäre**. Er beurteilt **das Aufkommen der einzelnen Tiergruppen nach ihrer ökologischen Stellung**. **Holometabole** Insekten, also mit getrennten Larven-, Puppen- und Imago-Stadium, besitzen gegenüber den sich ohne scharf absetzende Larvenstadium heranwachsenden heterometabolen Insekten die Fähigkeit, daß dieselbe Spezies mehr als einen Lebensraum ausnutzt, den einen als Larve, den anderen als Imago – was man als Vorteil in der Raumausnutzung werten kann. **Vögel** beziehungsweise die Vogelvorfahren "fanden" den Fluchtweg durch die Zweige und am Boden und besaßen damit wohl neuartigen Verfolgerschutz, was ihren Aufstieg begünstigt haben soll. Die **Wiederkäuer** trennten Nahrungsaufnahme und Verdauung, was erlaubte, die Verdauung an ruhigen, geschützteren Plätzen vorzunehmen also nicht dort, wo beim Fressen eher Gefahr durch Raubtiere drohte, haben damit also eine eigene geschütztere Nische wenigstens für einen Teil ihres Lebensganges erschlossen. Die **Dungkäfer** Australiens wurden mit dem Dung der Känguruhs fertig, nicht jedoch mit dem Vieh, welches die Europäer am Ende des 18. Jh. einführten. Dem Vieh mußten Dungkäfer aus Europa nachgesandt werden. Als **ganz große Nischen-Erweiterung** (s. R. DAWKINS 2016 b, S. 586) in der Frühzeit des Lebens kann gelten das **Aufkommen der Sauerstoff-Atmosphäre** mit den grünen Pflanzen, und nun mußte sich an diese Atmosphäre angepaßt werden, an jenen den vorangegangenen Organismen meist giftigen Sauerstoff. Und mit den **Mitochondrien** waren jene 'Kraftwerke' in den Eukaryotenzellen gegeben, durch die **Endothermie**, Wärmeerzeugung im Körperinneren möglich wurde. Bei den frühen Säugern war diese mehr oder weniger konstante Körperwärme niedriger als bei späteren Säugetiere und vermied die Notwendigkeit der Kühlung durch Verdunstung, aber die **frühen**, wohl bepelpen **Säuger** konnten auch bei ihrer geringen Körpergröße in kühleren Orten und auch nächtlich leben und damit in für sie relativ geschützten Nischen bestehen (A. CLARKE et al. 2010, S. 703 ff.).

Isolierte Regionen, Inseln oder gar Kontinente wie **Australien**, hatten in vielen Gruppen ihre eigene Tier- und Pflanzenwelt entstehen lassen, besaßen die von den Taxonomen schon lange beachteteten **Endemismen**. Aber nicht nur eigenständige

Sippen waren in solchen Regionen vorhanden, sondern es hatten sich auch **eigene Ökosystem** herausgebildet, gab diesen Regionen eigene Pflanzenvereine. Der Endemismus hat auch eine ökologische Komponente.

In **Neuseeland** hatte es nie große pflanzenfressende Säuger gegeben (L. COCKAYNE 1928, S. 1 ff.), die anderswo Grasfresser waren, und auch die dort wohnenden Maori besaßen solche Tiere nicht. Neuseeland besaß nur eine eingeschränkte Grasflora. Die in der Mitte der 19. Jh. sich dort ansiedelnden Briten mußten die für ihre Schafzucht notwendigen Wiesen durch eingeführte Pflanzen erst einmal schaffen. Wenn große Teile Neuseelands heute aussehen wie Wiesenflächen in Wales, dann ist das ein Ergebnis der Einwanderung. Auch solche Inseln wie St. Helena oder die Galapagos-Inseln wiesen ihre eigenen Ökosysteme auf. Auch sie wurden größtenteils ersetzt und nur Schutzmaßnahmen können die einige Ursprünge erhalten.

Es konnten wegen neu erscheinender Formen auch bestimmte **Biotop**e in der Erdgeschichte **wieder wegfallen**. Im Posidonienschiefer des Unteren Jura, etwa in Holzmaden, gibt es fossile **Baumstämme**, die **im Meer trieben** und mit Muscheln und langstieligen Seelilien dicht besetzt sind (E. NITSCH et al. 2009). Solches Treibholz im Meer erscheint in späteren Schichten nicht mehr, fehlt dort also, und das wird zurückgeführt auf das Aufkommen der **holzerstörenden Bohrmuschel**-Gattung *Teredo*, die ins Meer gesunkene Baumstämme beseitigte.

Organismen, die einen **Boden benötigen**, gar einen humosen, konnten erst mit der Entstehung von Böden erscheinen. Für die Schleimpilze hob das hervor JOHN TYLER BONNER (2013).

Eine ökologische Betrachtung der Evolution war auch, wenn festgestellt wurde, daß gerade die **stabilen**, mit günstiger Umgebung ausgestatteten **Lebensräume** einer reichen evolutionären Entfaltung und dabei **Spezialisierung** günstig waren, etwa die tropischen Regenwälder mit ihrer großartigen Artenfülle. In dieser stabilen und gleichzeitig vielseitigen Umwelt konnten sich die verschiedensten Spezialisten in den unterschiedlichsten ökologischen Nischen herausbilden. In einer dynamischen, also sich rasch **wandelnden Umgebung** wäre es günstig gewesen, '**Generalist**' **zu bleiben** und damit Veränderungen besser zu überleben. Lebensräume mit **Extrembedingungen**, Eisgebiete oder Wüsten, konnten nur von wenigen, eben den dafür angepaßten Formen besiedelt werden. Aber auch Wüsten weisen ihr reiches Leben, ebenso mit relativ wenigen Arten, auf.

Das Durchsetzungsvermögen der einzelnen Lebensformen in den Lebensräumen und vor allem auch den neuen war recht unterschiedlich. Als recht erfolgreich sind die mit der Ausbildung der Blütenpflanzen verbundenen **sozialen Insekten** zu sehen, die fast weltweit verbreiteten Ameisen und auch die in Tropengebiete

ten häufigen Termiten und auch die Wespen (C. A. E. STRÖMBERG 2005, S. 1983). In den Wäldern Brasiliens bilden diese Insektengruppen etwa 20 Prozent des Gewichtes sämtlicher dortiger Landtiere (E. O. WILSON o. J.).

Eine grundlegende **Neuerung im Nahrungsspektrum** waren die im mittleren Tertiär aufkommenden, nach Verbiß sich teilweise sehr gut und rasch **regenerierenden Gräser**, die eine so dichte und dauerhafte Pflanzendecke wie keine andere Pflanzengruppe hervorbringen, die zur Nahrung vieler Säugetiere, auch und gerade der wiederkäuenden, wurden. Die Pflanzenfresser wurden die Nahrungsbasis auch der Raubtiere. Es wurde gefragt, ob etwa die großen am Ende der Kreidezeit aussterbenden Saurier vielleicht mit den Gräsern nicht fertig wurden und der Verlust ihrer bisherigen Nahrungspflanzen zu ihrem Ende führte oder wenigstens beitrug. Möglicherweise hat gerade die Herausbildung der Gräser den gewaltigen Aufstieg der Säugetiere im Tertiär bedingt, sowohl der Pflanzenfresser wie der von ihnen lebenden Raubtiere. Für 99 Fundorte von pflanzenführenden Gesteinen in Nordamerika hat die Schwedin CAROLINE A. E. STRÖMBERG (2005) aus Pollenuntersuchungen das in der Spät-Kreide beginnende Aufkommen der Süßgräser/Poaceae verfolgt. Dominant wurden solche Gräser, die namentlich an offene Landschaften gebunden waren, vor 7 - 11 Millionen Jahren im späten Oligozän und frühen Miozän. Eine Abkühlung im Spät-Oligozän und dann fortgehend ins Miozän hatte wohl die Ausbildung von Grasländern als Ursache. Ein niedrigerer CO₂-Gehalt der Atmosphäre führte zur Herausbildung von C₄-Gasern und deren Ausbreitung im Spät-Miozän (S. 11983).

In den 20er- und 30er-Jahren des 20. Jh. erforschte PAUL BUCHNER in Leipzig mit seinen Schülern die **Symbiose** zwischen höheren Tieren und Mikroorganismen, die etwa beim **Aufschließen von Zellulose** im Säugetierdarm oder beim Leuchten von Meerestieren wirksam sind. Nur durch die Symbiose mit Mikroorganismen, die Zellulose verdauen konnten, konnte eine Tiergruppe wie die Termiten zu Holznahrung übergehen. Das wiederum war mitbestimmend für den Stoff-Kreislauf in der Natur, hier für den Zellulose-Abbau.

Der neue Evolutionsfaktor: Die viel umfassende Symbiose – Evolutionsfaktor bei den Prokaryonten, Transduktion und frühe Evolution

Manche Formen, ganze Gruppen, entstanden in **Co-Evolution** zueinander. sind "absolutely essential" gegenwärtig aufeinander angewiesen (C. E. McCLUNG 1926, S. 564). Das betrifft etwa die auch zu bei der Spezialisierung von manchen Pflanzen auf bestimmte Bestäuber oder speziell ihre Samen verbreitende Tiere bei anderen

Gewächsen. Aber es gibt noch viel engere Kontakte zwischen Organismen.

Symbiose wurde von DE BARY das Phänomen benannt, daß zwei auch taxonomisch weit getrennte Organismen aufeinander angewiesen zusammenleben. Das wurde damals im wesentlichen nur **statisch** betrachtet, also bestehende Symbiosen wurden aufgeklärt und nur andeutungsweise ihr mögliches Entstehen angedeutet.

Für die bisher als eigenständige Arten beschriebenen **Flechten** fand SIMON SCHWEN-DENER 1868/1869 deren Zusammensetzung aus Grünalgenfäden und Pilzhyphen (G. HABERLANDT 1929). Flechten sind auf extremen Standorten oft die einzigen Pflanzen und oft wohl die Erstbesiedler, welche dann ersten Humus anhäufen. Es war mit einer **Flechte** so etwas wie in **neuer Organismus** aus zwei getrennten entstanden, mit höherer Anpassung an Extremfaktoren. Der Botaniker ERNST STAHL konnte im Experiment erreichen, daß aus Flechtensporen entsprossene Pilzhyphen ihnen dargebotene Algenzellen umspinnen und daraus kleine Flechtenthalli entstehen. Flechten haben auch Vermehrungsgebildet, die sie als Gesamtwesen verbreiten, also nicht immer wieder neu entstehen lassen. Ohne volle Inkorporation der einen in einen anderen Körper funktioniert die "**Mycorrhiza**", das für das Leben wohl beider Partner stattfindende Umspinnen von Wurzeln von Bäumen und anderen Gewächsen durch Pilzhyphen. gefunden 1885 (a) durch den damals an der Berliner Landwirtschaftlichen Hochschule als Ordinarius tätige Botaniker ALBERT BERNHARD FRANK. Diese Verbindung von Bäumen und Pilzen sollte, wie FRANK (1885 b) vermutete, wechselseitige Ernährungsvorteile bringen. Orchideen und auch Heidekrautgewächse, wie etwa BURGEFF nachwies, sind von der Keimung an aufeinander angewiesen.. Der Meereszoologe KARL BRANDT, ging, 1881/1882, dem schon beobachteten Phänomen nach, daß manche Wassertiere, so Süßwasserschwämme, Süßwasserpolyphen, verschiedene Infusorien und Strudelwürmer einzellige grüne und gelbe Algen und damit Chlorophyllkörner enthalten, **Zoochlorellen**, die nicht als ursprüngliche Bestandteile der Tierzellen gelten sollten, aber durch die in ihnen stattfindende Photosynthese den sie beherbergenden Tierzellen dienen mußten. Die Zoochlorellen erwiesen sich auch isoliert als lebensfähig, wanderten offenbar in die Tierzellen ein. Warum sollten sie nicht mit den Tierzellen mit vermehrt werden?

Schon aus solchen vor 1900 bekannt gewordenen Beispielen von Symbiose wurde abgeleitet, daß durch Symbiose neue Organismen zustandekommen könnten, hier also wegen der Entstehung neuer Organismen ein eigenständiger **Evolutionsfaktor** besteht, eine Faktor zur Hervorbringung neuer Formen. Der Botaniker ANDREJ SERGEJEWITSCH FAMINTZIN (FAMINCYN), seit 1890 Direktor des Instituts für Anatomie und Physiologie der Pflanzen der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg und dort 1918 gestorben, meinte etwa 1907, das Zusam-

mentreten zweier vorher getrennter lebender Komponenten wäre möglicherweise ein Vorgang von Evolution. Die grünen Chloroplasten in den Zellen der grünen Pflanzen mochten von von außen hinzugetretene Gebilde sein, die innig mit dem Leben der Pflanzenzelle verwoben wurden und mit ihr vermehrt werden.

Weiter in der Annahme von **Symbiogenesis** ging der ebenfalls russische Biologe KONSTANTIN SERGEJEWITSCH MERESCHKOWSKY(1905, 1910). Er meinte, daß er mit der Annahme von Symbiogenesis gerade auf den Frühstufen des Lebens neue Evolutionstheorie zustandebringe. Der 1855 geborene KONSTANTIN S. MERESCHKOWSKY (L. SHUMEYKO et al. 2007) war trotz einigen Aufsehens, das seine Hypothese fand, eine tragische Gestalt. Er war Sohn eines hohen zaristischen Beamten und Bruder des antibolschewistischen Schriftstellers DMITRI S. MERESCHKOWSKY, Verfasser eines einst bekannten biographischen Romans über LEONARDO DA VINCI. KONSTANTIN S. MERESCHKOWSKY löste sich als junger Mann von der Religion und sympathisierte mit den Anarchisten, im Zerwürfnis mit seinem Vater. Er wurde Meereszoologe, untersuchte die Kieselalgen/Diatomeen, forschte an der Westküste der USA, hatte Probleme mit seiner Umwelt, wurde, politisch gewendet, Professor an der Universität Kasan, bis 1914.. Nach Westeuropa regelrecht geflohen, wurde ihm, durchaus begründet, Pädophilie nachgesagt. Als reicher Mann hatte er sich einst einen jungen Diener halten können und das war nun nicht mehr möglich. In einem Hotel in Genf beging der 66-jährige am 10. Januar 1921 Suizid. Ist hier ein begabter Mann einem nicht beherrschbaren Trieb zum Opfer gefallen? Wie MERESCHKOWSKY **1905** darlegte, fiel die Unabhängigkeit im Stoffwechsel der Chromatophoren, der Farbträger, also der grünen Chloroplasten auf SCHIMPER hatte deren Selbstvermehrung in den Zellen nachgewiesen, wobei ihr Frühstadium als Leukoplasten das verdeckt hatte. Bei MERESCHKOWSKY waren die Chloroplasten nun nicht mehr Zellbestandteile, "die sich in irgendeiner uns unbekanntem Weise allmählich aus dem farblosen Plasma des Zelleibes differenziert hatten" (S. 593). Sie waren eigenständige Gebilde, "Abkömmlinge" von "Urchromatophoren", verhalten sich unabhängig vom Zellkern, bilden ihr Chlorophyll immer wieder neu aus, in einem eigenständigen Stoffwechsel, Sie sind nicht "Organe" in der Zelle, "sondern ... in die Zelle eingewanderte, fremde Organismen" (S. 601). Die "Pflanzenzelle", also die der höheren Pflanzen und nicht die der Cyanophyceen, ist "nichts anderes als eine Tierzelle mit in sie eingedrungenen Cyanophyceen" (S. 601). Die Tierzelle ist also älter als die Chromoplasten enthaltende höhere Pflanzenzelle, die "Pflanzenwelt" damit "von der Tierwelt anzuleiten. Die Urpflanzen waren nichts anderes als Amöben oder Flagellaten, in welche Cyanophyceen eingewandert waren" (S. 601/602) (Hervorhebung im Original). Eine solche Einwanderung von Cyanophyceen mag mehrfach stattgefunden haben, und "so ist der Ursprung der Pflanzenwelt ein in hohem Grade polyphyletischer" (S. 602) (Hervorhebung im Original).

Die Chromatophoren resp. Chloroplasten sind so etwas wie die Zoochlorellen, die winzigen grünen Algen etwa in *Amoeba viridis* oder in *Hydra viridis* (S. 598). Im Unterschied zu den Chloroplasten können die Zoochlorellen auch außerhalb der tierischen Zelle leben und vermehren (S. 599). Nicht berührt wurde, wie denn nun die Cyanophyceen-Zellen und die in ihnen als Wirte dienenden Tierzellen einmal entstanden waren. Erklärt wurde also die Entstehung der höheren Pflanzen resp. ihrer Zellen. 1910 führte MERESCHKOWSKI aus, daß es in den Organismen zwei Plasma-Arten gibt. Aus ihrem ehemaligen Zusammentreten sollten die höheren Organismen entstanden sein. Das Amöboplasma war die Grundlage für den Ursprung für Pflanzen, Tiere und Mensch. Es benötigt Sauerstoff. Das andere, das Mykoplasma, das Plasma der Bakterien, Pilze und Cyanophyceen, benötigte jedenfalls nicht unbedingt Sauerstoff. Es konnte vor dem Auftreten des Amöboplasma auf der Erde erscheinen. Höhere Pflanzen sollten durch Symbiose des Amöboplasma mit den aus Mykoplasma bestehenden Cyanophyceen entstanden sein. Bei Tieren galt der Zellkern als aus der Symbiose von Amöboplasma mit Mykoplasma hervorgegangen. Neben den aus einst freilebende Blau"algen", Cyanophyceen, herkommenden Chloroplasten sollte auch der Zellkern der Zellen höherer Organismen sollte von einst freilebenden Bakterien stammen.

MERESCHKOWSKYs Hypothese blieb seinerzeit auf sich beruhen. Die **sachliche Symbiose-Forschung** ging weiter.

Der Zoologe PAUL BUCHNER (1928, 1932 / 1933), Breslau und Leipzig und dann auf der Insel Ischia, untersuchte mit seinen Schülern eingehend das Vorkommen von Bakterien und Hefen in Insekten, die dort, im Darm, die **Zellulose-Verdauung** bewerkstelligen. Solche Insekten, namentlich die Termiten, können also Holzverzehrer sein, wie die Bohrmuscheln, die das zelluloseverdauende Enzym selbst bilden sollten. Zellulose und damit Holz verdauende Insekten haben sich wie viele Symbionten auch anderer Art damit eine **neue Nische** erschlossen. Bakterien wie die Zelluloseverdauung in Körper eines Lebewesens ist wie Aufnahme von Fremdgenen, ist Gentransfer, Transduktion. Für BUCHNER gingen die Vorstellungen etwa MERESCHKOWSKYs und anderer, so über die Mitochondrien als in die Zellen der höheren Organismen aufgenommener Bakterien, allerdings etwa 1928 zu weit. Bakterien in Insekten wurden seitdem manche gefunden. In Blattläusen/Aphids, Homoptera, gibt es besondere Zellen, Bakteriocyten, für Bakterien der Gattung *Buchnera*, die für den Wirt bestimmte essentielle Aminosäuren produzieren, aber den *Buchnera* fehlen alle Gene für Zelloberflächen-Komponenten, für Zellschutz (S. SHIGENOBU et al. 2000). *Buchnera*, deren Gensequenz aufgeklärt wurden, kann allein in der für sie 'begrenzten Nische' der Bakteriocyten ihrer Wirte leben, beiden aufeinander angewiesen, in 'wohl vollständigem **Mutualismus**'.

Nach 1950 haben sich die Vorstellungen über symbiontische Entstehung der grund-

lagenden niederen Gruppen verstärkt. Immer wieder bezweifelt, erlangte die Auffassung von **umfassenden Symbiose-Schritten in der frühen Evolution**, als die grundlegenden Merkmale höherer Lebewesen sich herausbildeten, weite Anerkennung (s. a. J. SAPP 1994). Einmal als **Bakterien** entstanden, **wären** die sich autonom vermehrenden Organellen in der Eukaryotenzelle als Symbionten in diese aufgenommen worden. Die von der Vermehrung des Zellganzen unabhängige Teilung der Zellkerne und der das Chlorophyll tragenden Chloroplasten war schon im 19. Jh. bekannt geworden und wurde nun für weitere Zellbestandteile festgestellt. **Also die Erzeuger, die "Erfinder", der Chloroplasten, der Mitochondrien, gar des Zellkerns, vielleicht auch der Flimmerhaare** (R. DAWKINS 2002), waren einst noch selbständig lebende Blaubakterien oder andere Bakterien gewesen. Blaualgen/Blaubakterien/Cyanophyta waren also Bakterien, welche andere Bakterien aufgenommen haben, die Chloroplasten 'erfunden' hatten. MULLER hatte einmal die Gene als in die Zelle gedrungene Viren betrachtet, und nun waren also Bakterien Symbiose-Partner. Biologen des 20. Jh. haben durchaus einleuchtende Vorstellungen entwickelt, die Erstaunen erregen müssen und auch das Bild der frühen, natürlich auch Hunderte Millionen Jahre währenden Evolution veränderten. Evolution wenigstens auf den frühen Stufen bei entscheidenden Schritten war also nicht nur "evolutio" im Sinne von "Auswicklung, Auseinandergehen zu Neuem, sondern "Zusammenfügung", dauerndes Zusammenblieben getrennter Partner. Hier kam es also, sicherlich in langen Zeiträumen, durch Symbiose zu so etwas wie Großmutationen, hier ganz anderer Art, zur **Entstehung ganz neuer Großgruppen von Organismen**. Das mag sich **mehrfach** abgepielt haben. Die Entstehung der großen Algen-Gruppen, der Algen-Stämme, mit ihren Unterschieden in Farbstoffen, mag darauf zurückgehen (P. H. RAVEN 1970). Symbiogenese betraf die Variabilität, Groß-Variabilität, die Herausbildung neuer Formen. Selektion und Einnischung behielten gegenüber auch diesen Formen ihre Bedeutung. In den **1960-er-Jahren** war mit der erfolgten Aufklärung der DNA überhaupt erkannt worden, daß die DNA der **Chloroplasten und auch der Mitochondrien eigene DNA** sind, diese Organellen ein begrenztes eigenes Erbgut haben, mit etlichen selbstständigen Leistungen. Das sprach für die Herkunft dieser Organellen von einst souverän lebenden Prokaryoten. DNA ist in der pflanzlichen Eukaryotenzelle also verteilt auf 3 Zell-Kompartimente, auf Chloroplasten, Mitochondrien, Zellkern - letzterer mit den einst auch 'Zellschleifen' genannten Chromsomen. Aber was sich in der Zelle an Organellen mit eigener DNA selbst vermehrt, mit der Zellteilung, kann das nicht oder nicht mehr außerhalb der Zelle (G. SCHATZ 2008). Die Autonomie in der Vermehrung dieser Zellorganellen ist jedenfalls nunmehr an die Gesamtzelle gebunden. Mit ihrer eigenen DNA muß der Zellkern an den Organellen mitwirken. Einige ihrer Proteine oder Teile von solchen können die Chloroplasten selbst herstellen, bei anderen sind sie auf die

Zulieferung vom Zellkern angewiesen, behielten also nur '**Semiautonomie**' (B. PARTHIER 1981, S. 14), Erforderlich ist dabei der 'intrazelluläre Transport' von Genprodukten des Zellkern in die Organellen, "für die Symbiose-Idee besonders interessant" (B. PARTHIER 1981, S. 16). Was in den Chloroplasten aus H₂O und CO₂ an Substanzen aufgebaut wird, darauf ist natürlich andererseits die ganze Zelle angewiesen. Das Problem war, **wie es gelang**, daß in einfache prokaryotische Zellen aufgenommene **Bestandteile dort eingefügt** wurden und wie die **Koordination**, die Gestaltung von Beziehungen zwischen den 'alten' und den 'neuen' Bestandteilen, etwa den aufgenommenen Mitochondrien, zuwege gebracht wurde.

Die **Mitochondrien** sind die Bestandteile und Orte der Sauerstoff-Verwertung in der Zelle. Die Mitochondrien können erst als solche aufgetreten sein, als in der Atmosphäre ausreichend Sauerstoff vorhanden war, so viel, daß Sauerstoffveratmung möglich war. Diese Sauerstoff-Verwertung, welche das Leben auf der Erde total veränderte, wäre also eine Erfindung von Bakterien, die, stark verändert, nach dem Eintritt in die Zellen mehrzelliger Lebewesen deren Existenz in der Sauerstoff-Welt und der damit verbundenen viel besseren Energie-Gewinnung zustandegebracht haben (G. SCHATZ 2008). Etwa 5 bis 7 kg des erwachsenen Menschen sind Mitochondrien. Auch die Mitochondrien haben DNA und diese ist weitergegeben durch die Eizellen auch beim Menschen nicht an der allgemeinen genetischen Durchmischung der übrigen DNA beteiligt (R. DAWKINS 2016 b, S. 482 ff.).

Und ebenfalls wird diskutiert: Sind die **Flimmerhaare** in höhere Zellen aufgenommene und in mitvermehrte, aber nur in manchen Zellen ausgebildete niedere kernlose Organismen mit Geißeln? Es erhob sich nun auch die Frage nach der symbiontischen Herkunft des **Zellkerns**, jener so ganz wichtigen und den größten Teil der Erbsubstanz in sich tragenden Organelle, welche die Eukaryotenzelle von der Prokaryotenzelle mit ihrer freien DNA unterscheidet.

Die **Zellen** der Organismen mit Zellkern, Mitochondrien, in Pflanzen auch Chloroplasten, also die Eukaryotenzellen, ob als Einzeller einzeln lebend oder in Massen in vielzelligen Organismen, wären dann sich selbst vermehrende Kolonie niederer Organismen? So wie Einzeller, etwa zu den Algen gestellte grüne Einzeller, ihrerseits Kolonien bilden, etwa die aus einer größeren Zahl grüner Zellen bestehende kugelige *Volvox*? Die Vielzeller, wie auch der Mensch, beständen dann nicht nur als Zellenstaat aus den vielen differenzierten Zellen, sondern **die einzelnen Zellen** wären ihrerseits **Kolonien noch einfacherer lebender Gebilde**. Zusammentritt, Symbiose, ist dann ein grundlegender Vorgang in den entscheidenden Stufen der Evolution,

Stickstoff-bindende Bakterien wurden allerdings wohl nirgends in Pflanzen-

zellen oder die Zellen des Termitendarmes und der Wiederkäuer aufgenommen, leben aber mit manchen höheren Organismen in enger Symbiose. Gerade hier liegt der Symbiose eine längere **Co-Evolution** zugrunde. Die Arten der stickstoffbindenden Bakteriengattung *Rhizobium* sind spezifisch für bestimmte Schmetterlingsblütler, also spezifisch für Erbse, Luzerne, Lupine usw. (B. PARTHIER 1989, S. 13).

Wieso wurde die Erdoberfläche bereit zur Aufnahme von Leben? Anorganische Umwelt als Evolutions-Bedingung

Die Umwelt wird nicht als Evolutionsfaktor angeführt. Aber Evolution findet in einem Raum statt, und zwar je nach Umwelt in verschiedener Weise. Insofern gehört die Umwelt zu jenen Faktoren, welche sowohl der Entstehung des Lebens überhaupt als dann auch die Evolution bestimmten.

Ein Erdgeschichtsforscher wie der US-amerikanische Geologe BAILEY WILLIS (1910) wies etwa 1910 darauf hin, daß die **Evolution nicht losgelöst** von den **Umgestaltungen der Erdkruste** ablief. Man müßte, geht etwa aus seinen Ausführungen hervor, auch diese zu den Faktoren der Evolution rechnen, wenigstens als indirekte Faktoren. Durch Orogenesen, durch den "Diastrophism", wurde die Erdoberfläche immer einmal wieder neu strukturiert, entstanden differenziertere Umwelträume, wurden auch Gebiete voneinander abgetrennt. Das entschied mit darüber, ob bestimmte Mutanten in einem speziellen Gebiet im Vorteil waren oder nicht und führte auch zur Isolierung von Formen. Anders war es, wenn die Gebirge abgetragen waren und eine viel gleichmäßiger gestaltete Erdoberfläche einen stärkeren Austausch von Lebewesen über weite Räume ermöglichte. Nur die Lebewesen veränderten sich unumkehrbar, gaben damit, was so auch nicht voll akzeptiert wurde, den erdgeschichtlichen Veränderungen eine Richtung. Der 'Diastrophismus', also die Gebirgsbildungen, damit irdinnere Kräfte aber schufen die Bedingungen für Erosion, Sedimentation, chemische Vorgänge auf der Erde (chemical activity) und auch die organische Evolution. Von der Energie im Erdinneren kam die sich rhythmisch äußernde "initiative action", sie war das "general principle", das die "correlative principles" bestimmte, ihren Rhythmus, ihre nur zeitweiligen Umgestaltungen einbezog. Auf einer keiner Veränderung unterworfenen Erdoberfläche wäre die Evolution anders abgelaufen, aber "since environment has ever been changing, adaptation to modified external influences has played a dominant role" (S. 242). Die gegenwärtige Erdperiode wäre wohl in besonderem Maße durch Differenzen ausgezeichnet. Eiskappen an der Polen hätte es oftmals nicht gegeben. Den allgemeinen, eher deduktiv aufgestellten Gesichtspunkten, mußte die Untersuchung der Verhältnisse im einzelnen folgen, zumal B. WILLIS mit in der gesamten Erd-

geschichte bestehenden Ozeanbecken und keiner Kontinentalverschiebung rechnete.

Fitness der Umwelt der Erde für Lebensentstehung und Evolution: L. J. HENDERSON u. a.

Wie die Bedingungen auf der Erde, das Vorkommen der verschiedenen chemischen Elemente und Verbindungen und deren Eigenschaften, so die besonderen Eigenschaften des Wassers, sowie die Temperatur- und Druck-Verhältnisse allein die Evolution ermöglichte arbeitete der USA-Physiologe LAWRENCE JOSEPH HENDERSON (dtsch. etwa 1914, engl u. a. 1927) heraus. Gesprochen wird von der "Fitness of the Environment" für die Entstehung des Lebens. Abgeleitet wird, daß wohl eben in dieser Umwelt die Entstehung des Lebens und seine Weiterentwicklung nahezu mit Notwendigkeit erfolgte, "wir", die Menschen, also unserer Existenz letztlich nicht entrinnen konnten. Lebensentstehung - das war also weniger Zufall als MONOD einmal meinte.

Eine eigenwillige Auffassung über die **Abhängigkeit der Evolution von den radioaktiven Vorgängen in der Erdkruste** und ihrer dabei erfolgten Wärmebildung äußerte 1908, also noch in den Pionierjahren der Erforschung der Radioaktivität, der 1907 als Professor nach Danzig berufene und später, ab 1914, als Ordinarius in Halle als wirkende FERDINAND VON WOLFF. Hätte die aus radioaktiven Vorgängen erzeugte Wärme nicht die Abkühlung der "Oberflächenschale" der Erde vom glutflüssigen Zustand aus gewaltig verzögert und wären dadurch nicht die "unendlichen langen Zeiträumen" der Erdgeschichte "geschaffen worden", hätte sich die "organische Lebewelt" nicht "zu ihrer heutigen Höhe ... entwickeln können" (S. 459). Auch der radioaktive Zerfall schwerer Elemente in der Erdkruste war also ein Faktor für DARWINs langsame Evolution.

Wandlungen der Erdoberfläche und Evolution - Erdgeschichtsforschung und Evolutionsbiologie

Evolution - so waren sich Geologen und Evolutionsbiologen oft einig - war in vielen ihrer Züge, auch den großen, mit den Wandlungen auf der nur Erdoberfläche verknüpft. Das galt für Ausdehnung und Tiefe der Meeresbecken und ebenso oder gar noch mehr für Gebirgsentstehung. **Gebirge**, überhaupt Oberflächenunterschiede, **schufen Biotope**. Und an die neuen verschiedenen Biotope mußten sich die Lebewesen unterschiedlich einpassen, mußten sich "**einnischen**". SERGE VON BUBNOFF (1954, S. 225) meinte unter anderem: "Ohne die Überschneidung gümstiger

geographischer und klimatischer Bedingungen wäre z.B. weder die Entwicklung der Fische und Tetrapoden in den Aestuaren des devonischen Oldred-Kontinents, noch die üppige Entfaltung der Pflanzenwelt in den oberkarbonischen Saumsenken der variszischen Gebirge verständlich.”

Die einmal entstandene Organismenwelt, namentlich die Vegetation, beeinflussten dann über Verwitterung, Bodenbildung, Beeinflussung des Wassergehalts der Atmosphäre, die weitere Evolution, so die der Tierwelt, stark. Organismen, besonders die Vegetation, waren Umwelt für andere, auch für sich.

Ein erdgeschichtlich jüngeres Geschehen für den Einfluß von Gebirgsbildungen auf die Entstehung neuer Biotope und neuer Arten sind die Folgen der **Hebung der Anden**, wodurch aus den abgeschwemmten Massen das **Amazonas-Becken** entstand, und **in den dortigen Regenwäldern** die großartige dortige **Biodiversität** zustandekam (C. HOORN et al. 2010), Beispiel für ”The process of species diversification is strongly linked to tectonism and climate, both in the terrestrial and marine realms” (zit. S. 927). Das bergige Ost-Brasilien ist viel artenärmer (S. 931).

Ursprung des Lebens in der Sicht der Biochemie- Leben in der Einordnung in die frühe Erdgeschichte

Im glutheißen Zustand auf der Ebene von Elementarteilchen und Atomen gibt es nicht so etwas wie Leben mit meistens fortwährendem Stoffwechsel und ’Fließgleichgewicht’. Leben benötigt Moleküle, und aus einfachen Molekülen mußten komplexere werden, Polymere (so W. H. THORPE 1974, S. 33). Die **’Natürliche Schöpfungsgeschichte’** beginnt mit der ’Chemischen Evolution’, der Entstehung von organischen Verbindungen im Urmeer, welche die Substanzen zur Bildung von Leben zeigenden Strukturen waren. Aufbauend auf vielen Kenntnissen aus der Physik, Chemie und über die Mikroorganismen hat sie große Wahrscheinlichkeit für sich. Immer wieder wurden auch einmal neue Gesichtspunkte gefunden und eingebaut und es ist viel an Kenntnis gewonnen worden seit der Zeit, als der Freiburger Chemiker CLEMENS WINKLER 1890 der Ansicht war, daß die Erde numehr ein ’alternder Planet’ sei, ”dessen innere chemische Stürme nahezu ausgetobt haben und auf dessen starren Krustenpanzer vorwiegend der Einfluss der Sonnenwärme und des Sonnenlichtes ein wohl ebenfalls im allmählichen Hinschwinden begriffenes chemisches Leben zeitigt.” Leben und damit Evolution der Organismen erschien eher als eine Schlußphase irdischer Entwicklung als ihr hoffnungsvoller Anfang, aber Jahrmilliarden standen der Erde nach ihrer Existenz als glühender Gasball zur Verfügung. Gegenüber all den wissenschaftlichen Auffassungen erscheint es lächerlich, wenn von vielen immer noch die ’mosaische Schöpfungsgeschichte’ gelehrt, ja geglaubt wird.

Ältestes nachweisbares Mineral ist Zirkon und dessen bestimmbares Alter zeigt, wann auf jeden Fall eine **Erdkruste bestand**, vor 3,5 'eons' (P. F. CLOUD Jr. 1968, S. 730). Wann war **Wasser** auf der Erde? 'Pillow'-Laven, also Lava-Abscheidung in Kissenform, gilt in der Bildung als untermeerisch. 'Pillow lavae, "mud cracks"/Sprünge im Schlamm und Rippelmarken wurden in Ablagerungen im Swaziland auf ein zurückliegendes Alter von 3.2 eons datiert, also war damals Wasser vorhanden. **Sedimente** kommen nicht ohne **Verwitterung** und damit nicht ohne Atmosphäre zustande, wobei dabei Sauerstoff nicht nötig war. Da auch in prä-kambrisch gebildeten Regionen, in den alten Schilden, Fennoskandia etwa, Gebirgsbildungen nachgewiesen wurden und Gebirge aus untermeerischen Geosynklinalen entstehen, gilt auch das als Nachweis für größere Wasserbecken (C. SAGAN et al. 1972, S. 53). Für die Entstehung von Leben mit maßgebend war die **Atmosphäre** (u. a. M. H. HART 1978), die Tatsache, daß die Erde überhaupt eine Atmosphäre besitzt und welche Schicksale sie in der noch kein oder dann einfaches Leben aufweisenden Frühzeit hatte (P. F. CLOUD Jr 1968). HAROLD CLAYTON UREY (1952), Deuterium-Entdecker und Chemie-Nobelpreisträger 1934, befaßte sich dann eingehend mit dem möglichen Urprung und der Entwicklung der Planeten des Sonnensystems und wertete vor allem auch deren Atmosphäre und die chemischen Vorgänge dort aus, soweit sie damals von der Erde aus zu ermitteln waren. Für die Erde schloß er auch eine **einstige reduzierende Atmosphäre** und ihr mit Methan CH₄, Ammoniak NH₃, Wasser H₂O sollten sich der organischen Chemie zuzurechnende Moleküle gebildet haben. Hierzu nachahmende Experimente durchzuführen lag nahe. Reichlich in die Höhe aufgestiegenes und reichlich auf der Erde entstandenes Wasser soll durch photochemische Einwirkung, also namentlich UV-Licht, zersetzt worden sein. Der Wasserstoff verschwand ins Weltall, der **Sauerstoff** wurde wichtiger Bestandteil der Atmosphäre. Auf rein anorganischem Wege woll er also, 1952(H. C. UREY 1952, S. 150/151) sich in der Erdatmosphäre angereichert haben. Er veränderte durch Oxydationen den Chemismus auf der Erde. So wurde Ammoniak reduziert zu Stickstoff N₂ und H₂O, Schwefelwasserstoff ergab über die Schwefeloxide SO₂ und SO₂ schließlich Sulfate. Edelgase sind im Kosmos reichlicher vorhanden als in der Erdatmosphäre und gingen der Erdatmosphäre wohl ebenso verloren wie der leichte Wasserstoff. Neben der Lebewesen später haben juvenile Quellen für Gase, das Erdinnere oder Meteoriten, die Atmosphäre immer auch verändert. Reichlich vertreten war in früheren Atmosphären wohl oft das, **Kohlendioxid, CO₂**, das dem Erdinneren entstammte. Mit viel, wenig oder fast keinem Kohlendioxid war vieles in der Erd-und Lebensgeschichte verbunden. Für die ehemalige '**reduzierende Atmosphäre**' heiß das nicht, daß das gewichtsmäßig am reichlichsten vertretene Element Sauerstoff in und auf der Erdkruste nirgends vorhanden war, in Verbindungen wie dem Kohlendioxid ja auf jeden Fall.. Als Zeugnis für eine einst reduzierende Atmosphäre wurde die Zusam-

mensetzung alter Lagerstätten, so von Erzlagern, gesehen (M. G. RUTTEN 1962), mit unter Bedingungen reduzierender Atmosphäre stabilen Mineralien. 1955 bot der Finne KAARLO KALERVO RANKAMA, Universität Helsinki, einen als ersten geltenden Versuch, aus dem Verhältnis von $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ in Diorit auf dessen Entstehung in reduzierender, also das geringer oxydierte FeO zulassende reduzierende Atmosphäre zu schließen (so b. M. G. RUTTEN 1962, S. 97 ff.). Angenommen wurde das dann auch für die Pechblende, für Pyrit und andere Sulfida, die aber auch später noch entstehen konnten. **Rote Ablagerungen**, 'red beds', entstanden unter oxydierender Atmosphäre, wie es sie gibt im späten Prä-Kambrium (S. 112), und nach Gebirgsbildungen im Devon und Perm sowieso.

War die Entstehung des Lebens **gesetzmäßig**? Zahlreiche mit den Dingen befaßte Forscher sind der Ansicht: Auf der noch organismenfreien Urerde **mußten** sich **auf Grund ihrer chemischen Eigenschaften jene Substanzen herausbilden und miteinander in Reaktion treten**, die **zu als lebend** anzusehenden Strukturen führten und seitdem den Stoffwechsel in den Organismen bestimmen. Der belgische Zellforscher und Teil-Nobelpreisträger für Physiologie und Medizin 1974 CHRISTIAN DE DUVE nennt Leben eine '**kosmische Zwangsläufigkeit**' (in 1997). Es mußte aber wohl als völligkommen **offen** angenommen werden, was daraus hätte werden können, welche Höherentwicklung oder auch nicht; ein endloses Verbleiben auf Mikrobengrund oder gar ein Abbruch waren sicherlich denkbar. Menschen mußten nicht zustandekommen und waren auch Äonen nicht auf der Erde vorhanden. Es wurde für den Lebensbeginn zunehmend angenommen, daß die Substanzen des Lebens nicht plötzlich und aus Zufall entstanden, sondern sich Schritt für Schritt und in wechselseitigen Reaktionen die Substanzen bildeten, bis hin zu den Eiweißen, zu den Nukleinsäuren, den Farbstoffen und anderen. Den ersten Lebewesen ging also, wie das vor allem der US-amerikanische Biochemiker MELVIN CALVIN darlegte, eine "**chemische Evolution**" in einer an organischen Substanzen reichen "**Ursuppe**" des Weltmeeres voraus. Sicherlich muß diese 'Ursuppe' nicht das ganze Weltmeer ausgefüllt haben. Ihr Vorhandensein in gewissen Regionen konnte zur Entstehung von Leben ausreichen. Bis zu dieser Erkenntnis waren schon etliche Forscher am Werk gewesen: ALEXANDER IWANOWITSCH OPARIN (dtsch. etwa 1957, Vowort) hatte hierzu **1924** als Broschüre und 1936 als Buch erweitert grundlegende Gedanken geboten und in neuen Auflagen verbessert. Der britische Biologe HALDANE war gefolgt. Ein Zwischenstufe zum Leben sollten nach OPARIN die "**Koazervate**" sein, Eiweiß-Klümpchen, die jedoch bald umstritten waren.

Es wäre höchst aufschlußreich, wenn es gelänge, auch **auf anderen Himmelskörpern Leben** zu finden, das irdische Leben mit dem anderswo zu vergleichen und vielleicht zu finden, daß anderswo das Leben noch auf frühen Stufen steht, dort viel-

leicht gar bei aller Entwicklung auch von Stoffkreisläufen auf so etwas wie Mikrobenstadium verblieb. Noch gibt es keine Anzeichen von Leben anderswo als auf der Erde. Sollte die Erde wegen ihrer Stellung im Sonnensystem, ihrer für das Leben günstigen Entfernung von der Sonne und ihrer Achsenneigung eine einmalige Ausnahmestellung besitzen und allein Leben tragen? Einige Trabanten der großen Planeten wurden am ehesten als Himmelskörper gesehen, die ähnliche Bedingungen aufweisen. Ferne Planeten ferner 'Sonnens' - wie hier so etwas wie Leben nachweisen?

Verstärkte Diskussion um die **Entstehung des Lebens, die "biopoesis"** (BERNAL, PIRIE) folgten ab etwa 1950 (H. GAFFRON 1960, 1961) und damit Diskussionen auch über die frühe Atmosphäre und den frühen Chemismus auf der Erdoberfläche. Von einfacheren organischen Substanzen zu höheren zu gelangen war auch im Bereich der Aminosäuren und damit der Vorstufen der Eiweiße schon möglich gewesen. **Peptide**, einfache Aminosäure-Verbindungen und Grundlage der Eiweiße, der Proteine, hatte THEODOR WIELAND **schon 1951** erhalten, als er synthetisierte Aminosäure-Thioester in Wasser gab und das ohne Anwesenheit eines Katalysators (DUVE 1997, S. 66). Hier war aber von fertigen Aminosäuren ausgegangen worden. In den USA fand SIDNEY W. FOX (DUVE 1997, S. 64) 1958, an der Florida State University, ebenfalls einen Weg, daß sich **Aminosäuren zu Proteinoiden** zusammenfügten und auch kleine Membranen bildeten, Mikrosphären, die FOX sogar Protozellen nannte. Diese erschienen ihm als 'missing link' zwischen organischen Verbindungen und lebenden Zellen (Wikipedia 2015).

Problem war, wie **aus anorganischen Molekülen, einfachen, organische** Moleküle wurden und dabei auch komplexere, die für Lebenserscheinungen in Frage kamen. In diesem Zusammenhang erfolgte das berühmte, damals noch einmalige Experiment des seinerzeitigen Studenten STANLEY LLOYD MILLER, der 1953/1954 auf Anregung von UREY in dessen Laboratorium in Gefäßen ein Gasgemisch einfüllte, daß möglicherweise der frühen Atmosphäre glich (s. bes. 1959). Dieses Gasgemisch aus Methan, Ammoniak, Wasserstoff, Wasserdampf setzte elektrischen Funken aus, also kleinen künstlichen Blitzen. Blitze und elektrische Entladungen mochte es auch in der Uratmosphäre ausreichend gegeben haben. Die Dauer des Versuchs betrug 175 Stunden. Als danach in dem Gefäß nachgewiesen wurden mitgeteilt unter anderem weiterhin Ammoniak, Blausäure, Aldehyde und schließlich Aminosäuren, Blausäure/Wasserstoff-Cyanid, HCN, erwies sich bei Versuchen anderer als recht katalytisch (M. G. RUTTEN 1971, u. a. S. 109). Als bemerkenswert erscheint, daß die Aminosäuren erst nach etlicher Zeit, nach 25 Stunden auftraten und sie weiterhin zunahmen. Zeit hat auf der frühen Erde ja asureichend bestanden, um vielleicht noch weitere Umsetzungen anzunehmen. Bemängelt wurde, daß oft zu wenig hervorgehoben wurde, daß die für das Leben

bedeutsamen organischen Verbindungen hier aber nur in geringer Menge entstanden (R. WANDTNER 1991). Das MILLER-Experiment war ein wegweisendes, anregendes Experiment, das zur Bestätigung durch Wiederholung aufforderte, aber zahlreiche weitere Forscher zur Nachahmung **unter** vor allem auch **abgeänderten Bedingungen** stimulierte. Was einst der atheistische bolschewistische Staat zur Zurückweisung der biblischen Schöpfung mit OPARINs Werk unterstützt hatte, wurde weit verbreitetes Thema. Die Frage war, **welche für das Leben nötigen Substanzen** noch ohne schon vorhandenes Leben, also in der **'chemischen Evolution'**, **zustandekamen** und so **Voraussetzungen** für Leben gegeben waren. Die Identifizierung der in den Versuchen gebildeten Substanzen hatte schon wegen ihrer oft geringen Mengen die modernen Methoden der Identifizierung der Substanzen ohne deren chemische Zerlegung zur Voraussetzung, war also gebunden an Chromatographie, Elektrophorese, Massenspektroskopie (M. G. RUTTEN 1971, S. 113 ff.). Von der Erzeugung und dem Nachweis der Bildung organischer und vor allem auch lebensnotwendiger Substanzen aus anorganischen hing ab, ob die Entstehung von Leben von den natürlichen Voraussetzungen her möglich war. Das **Endergebnis** war, daß die **für das Leben nötigen Substanzen mit Sicherheit entstehen konnten** (M. G. RUTTEN 1971, S. 110 ff.). Bei ähnlichen Bedingungen im Weltall müßte solche Entstehung für das Leben nötiger organischer Substanzen aus anorganischen ebenfalls geschehen. Der Weg in der Natur der Früherde konnte dem im Laboratorium ähnlich gewesen sein, aber es gab wohl auch noch andere Wege. Was ziemlich offen blieb trotz der Bildung auch von Komplexen und Membran war die Entstehung erster echter Zellen, auch der prokaryotischen.

Im einzelnen fanden sich: A. T. WILSON (zit. b. M. G. RUTTEN 1971, S. 98/99) **gab zu** seinem Ausgangsmaterial **Schwefelwasserstoff/H₂S** und erhielt mehr Makromoleküle. Pyrit-Körner, FeS, damit eine einfach Schwefel-Verbindung, hatte es auf der Urerde bestuimmt gegeben. Wirksamer Faktor auf der Urerde mochte auch das **UV-'Licht'** gewesen sein. Kurzwelliges UV-Licht tötet ab bestimmter Stärke heutige Lebewesen und es ist zu fragen, wieso Leben nicht bald wieder ausgelöscht wurde (M. G. RUTTEN 1971, S. 97) . Aber in der chemischen Evolution mag UV-Licht in photochemischen Reaktionen entscheidend mitgewirkt haben und UV-Licht mochte reichlicher als elektrische Ladungen gewirkt haben und wohl beständig bei Sonnenschein auf die Erde gesandt worden sein. Für die Bildung von Vitamin D in der Haut wird auch heute UV benötigt. C. PONNAMPERUMA und Mitarbeiter (1965, zit. bei M. G. RUTTEN 1971 S. 94 ff.) benutzten in ähnlichen Versuchen wie denen MILLERs **UV.Strahlung** und erhielten Aminosäuren, Purine, Blöcke von Protein und Nucleinsäuren. Gebildete organische Substanzen wie der Aminosäure Glycin und aus Bernsteinsäure/succinic acid mochten von anorganischen Substanzen aus auf der Früherde **Protoporphyrine** und schließlich komplexe Porphyrin-Verbindungen und auch Chlorophyll hervorgebracht haben (J.

R. NURSALL 1959). In Anwesenheit von Blausäure/HCN entstanden aus den bei PONNAMPERUMA aus anorganischem Material entstandenen Aminosäuren nun ebenfalls Peptid-Ketten, mit Phosphorsäure gab es **Nucleotide** (S. 95). Und es entstanden ADP und ATP, die Energiespeicher in den Zellen aller Lebewesen. Mit der Entdeckung, daß die **Desoxyribonukleinsäure**/DNS/DNA die Vererbungs-substanz ist, mußte auch deren Entstehung erklärt werden und namentlich die Herausbildung von deren Zusammenwirken mit Eiweißen. Vermutlich gab es vor der DNA und den Eiweißen **RNAs**, die **auch als Enzyme wirken** können und das, bevor selbständig gewordene Proteine die Rolle von Enzymen übernahmen. Es gab wohl eine ganze 'RNA-Welt' (s. R. DAWKINS 2016, S. 472). Allerdings mußte bei solchen Überlegungen auch bedacht werden, daß das, was "chemisch möglich ist ..." nicht unbedingt "historisch tatsächlich so geschah" (M.-D. WEITZE 1999, S. 37). Diesen Prozessen mußte die Schlüsselrolle bei der Entstehung organisierten Lebens zukommen. J. ORO´ und Mitarbeiter verzichteten auf UV und untersuchten die Molekülbildung für das Leben wichtiger Substanzen **unter höheren Temperaturen**, wie sie auf der Erde geherrscht haben mögen. Gestartet wurde bei ORO´ mit "a formaldehyde-hydroxylamine solution, a formaldehydhydrazine solution, or from a solution containing hydrogen cyanamide" und Aminosäuren entstanden. Auch konnten Peptid-Ketten gebildet werden. Von einer Hydrogencyanid/Blausäure Lösung in Wasser mit Ammoniak entstanden auch hier Stickstoffbasen der Nukleinsäuren, ergaben sich **Purine** und **Pyrimidine** (M. G. RUTTEN 1971, S. 99). S. W. FOX (M. G. RUTTEN 1971, S. 103) nahm an, daß der beim Zusammentritt von Aminosäuren erfolgende Wasseraustritt in bei höheren Temperaturen bis 170° C in trockener Umgebung leichter geschieht und komplexere Moleküle vielleicht an Vulkanen zustandekamen. Höhere Proteine mit Molekulargewicht bis 300.000 erschienen, wenn Asparaginsäure und Glutaminsäure gebildet waren und es gab sogar Mikrosphären. CALVIN (1965, zit. b. M. G. RUTTEN 1971, S. 109) sah Dehydration beim Zusammentritt von Aminosäuren nicht an höhere Temperatur gebunden. Als katalytisch wirksam bei der Bildung von für das Leben wichtigen organischen Substanzen mußte auch **Ton** sein (D. W. BRUCE et al. 1992

Die mögliche Bildung der für das Leben nötigen Substanzen auf der Urerde wird im 21. Jh. in manchem Laboratorium weiter untersucht, auch an der Universität Jena, so die Bildung von **Ammoniak/NH₃**, aktiviert an Übergangsmetall-Schwefelbindungen in einer Dissertation von CLAUDIA WOLF:

RUTTEN (1961, S.43) sah den Übergang vom Nichtlebenden zum Belebten nicht als scharfen Schnitt: "„, between extremely simple systems of metabolism and reproduction which are very similar to chemical reactions, but still belong to living forms, and complicated chemical reactions between very large molecules, which still

have to be considered non-living.”

Frühe Milliarden und Millionen Jahre dauernde Entwicklung von Leben und im Zusammenhang mit der Erdentwicklung

Über die ersten und langwährenden anzunehmenden Frühstufen des Lebens war immer diskutiert worden, bei PFLÜGER und bei HAECKEL im 19. Jh. Mit zahlreichen neuen Erkenntnissen in der organischen Chemie sowie bei der Erdschließung alter, auch prä-kambrischer Sedimente und deren im 20. Jh. wenigstens grob bestimmbar Alter kamen **immer neue Gesichtspunkte**. Wie für die 'chemische Evolution' wurde neben- und nacheinander viel diskutiert und ist eine chronologische Abfolge in den Hypothesen und Theorien kaum zu erstellen, aber in 'Nature', 'Science' und anderen Zeitschriften und Sammelwerken zu verfolgen.. Bei allen vorgestellten Annahmen kamen bald **immer wieder Einwände**, daß **gewisse Faktoren nicht berücksichtigt** wurden und gab es Ergänzung auf Ergänzung. Bei den Debatten um die Faktoren, welche die Menschengeschichte bis zur Gegenwart bestimmten, gab und gibt es wohl noch mehr Meinungsunterschiede und hier waren zudem Experimente nicht möglich.

Was wurde nun erfaßt?: Die **außerirdische Entstehung** wurde einmal wieder angedacht, weil manche Lebewesen auf der Erde seltene Elemente verwerten, etwa Molybdän als Bestandteil des Enzyms für die Stickstoff-Bindung (A, BANIN et al. 1975). Auch Jod gehört aber nicht zu den häufigen Elementen, aber spielt eine Rolle bei Meeresalgen. Das irdische früheste Leben, so darf als so gut wie sicher angenommen werden, **entstand auf der Erde selbst**.

Erste Lebewesen waren **heterotroph**, ernährten sich von organischen Stoffen, jenen, die auf Grund der 'chemischen Evolution' in der "Ursuppe" womöglich reichlich vorhanden waren. Frühe heterotrophe Lebensformen mögen auch **mehrfach** und nicht etwa nur in einem Exemplar zustande gekommen sein. Aber es gibt auch große **Gemeinsamkeiten** in der Welt der **Lebewesen**, bei allen die Vererbungssubstanz und auch die Energiebindung und Energiefreisetzung durch ADP – ATP. Wegen der Gemeinsamkeit in der Vererbungssubstanz und des genetische Code können in Bakterien-Zellen in sie eingeschleuste Gene, etwa für die Bildung von Menschen-Insulin, wirksam werden. Die trotz aller Besonderheiten bestehenden Gemeinsamkeiten in den Lebewesen bis hinab zu den Mikroorganismen lassen formulieren: "**Es gibt nur ein Leben**" (DUVE 1997, S. 25, Hervorhebung ZIRNSTEIN), und selbst bei mehrfacher Herausbildung sind viele gleiche Eigenschaften zustande gekommen oder haben sich durchgesetzt. Und "Die energieumformenden Systeme in Atmung und Photosynthese weisen große Ähnlichkeit auf; beide besitzen partikuläre, elektronentransportierende Cytochrom-Systeme, die mit der ATP-Synthese gekoppelt sind" und vermutlich nicht unsbhängig voneinander" zu-

standekamen" (K. DECKER et al. 1970, S. 170). Nur durch die Gleichartigkeit in der stofflichen Zusammensetzung der Organismen konnten und können die einen die anderen fressen (M. G. RUTTEN 1962, S. 45), wenn nicht sekundäre abweisende oder giftige Substanzen das verhindern. Die meisten nur im Laboratorium erzeugten 'organischen' Substanzen der Chemiker sind nicht verdaulich. Aber bei aller individuellen Unterschiedlichkeit der Eiweiße ist deren Bauplan so gleichartig, daß ein sich von ihnen ernähernder Organismus sie mit seinen Fermenten **zu** den Grundbestandteilen, den **Aminosäuren, abbauen** kann und **eigene Eiweiße zusammensetzt**. Nur etwa die Keratine, die Hornsubstanzen, widertstehen der Verdauung. Fremdeiweiße unmittelbar ins Blut gespritzt, sind nicht verwertbar, rufen Immunreaktionen hervor, sind sogar lebensbedrohend. Mit Aminosäuren könnte man sich ernähren.

Ob und wie das Leben sich **weiterentwickelte** hing von manchen auch den frühen Organismen eigenen inneren **Voraussetzungen** ab. Hätte es nicht einen **Abbruch geben können, wenn nicht** die Fähigkeit zum Aufbau organischer Stoffe aus anorganischen, also die **Fähigkeit der Autotrophie**, gekommen wäre und später nicht Organismen kamen, die **dem Sauerstoff widerstanden**?

Umweltveränderungen haben wohl zu mancher Organismenevolution auch schon auf tiefen Stufen geführt -und diese wirkten auch zurück. Teilweise extreme Bedingungen und damit wohl solche **wie auf der Urerde** ertragen manche **Archaebakterien**, die aus oft schon bekannten Gruppen 1977/1978 durch CARL WOESE als neue Unterreich ausgegliedert wurden (O. KANDLER 1981). Es gibt an hohe Wassertemperaturen angepaßte 'stark thermophile' Archaebakterien, hohe Salzgehalten ertragene Halophile, die nur anaerob lebensfähigen Methanbakterien. Haben sie einst die Mikrowelt bestimmt? Und haben sinkende Wassertemperaturen dazu geführt, daß Mikroben mit **verfestigten Membranen** entstanden, welche wiederum, durch ihre Etherlipide, so gestaltet sein mußten, daß der Stoffwechsel mit der Umgebung weiterging (DUVE 1997, S. 206/207) ? Ganze Gruppen von Lebewesen haben **die Stoffkreisläufe und die Vorgänge in der Biosphäre** immer einmal wieder entscheidend **verändert** und bestimmt, und damit nicht nur die Existenz von Leben auf der Erde überhaupt gerettet, sondern auch Weiterentwicklung ermöglicht. Aber Ereignisse in der Erdkruste haben auch Gase wie Kohlendioxid CO₂ freigesetzt und so auf die Organismenwelt eingewirkt. Für das Meer mit der 'Ursuppe' von organischen Substanzen wird angenommen, daß **die organischen Substanzen** der "Ursuppe", **der** seinerzeitigen **Ozeane, zunehmend aufgebraucht** waren. H. MARKL (1984, S. 20) sieht: "Der Chemoselektionsdruck auf die ersten Lebensformen muß enorm gewesen sein" und die freien Ressourcen vorräte waren bald verbraucht. Und: "Seither war der Ozean für fast 4 Milliarden Jahre die Wüste, die er hinsichtlich organischer Produktivität bis jetzt geblieben

ist." Wirklich? Gab es keine freien organischen Substanzen mehr, konnte "primär ... von nun an nie mehr wieder Leben entstehen, die Tür zum alternativen Leben schloß sich - die frappante biochemische Grundübereinstimmung aller Lebewesen spricht dafür; der Schoß des Urozeans wurde unfruchtbar." Das primitive Leben war ohne organische Substanzen in den Ozeanen in eine Krisensituation gekommen, sein Erlöschen war möglich. Die Rettung brachte die Entstehung chemosynthetischer und photosynthetischer, auf jeden Fall **autotropher**, von organischen Substanzen unabhängiger Organismen, also die Erfindung der '**Autotrophie**', nicht nur einmal, sondern mehrfach, weshalb es "verschiedenartige Varianten autotropher Strategien bei Bakterien gibt" (H. MARKL 1984, S. 20). Chlorophyllführende Bakterien wurden wohl in Symbiose auch von anderen aufgenommen, trugen so ebenfalls Chlorophyll in sich, wie auf viel höherer Ebene später Nebenbei: Hatten einst Bakterien chlorophyllführende Bakterien in ihre Körperzellen aufgenommen und kamen so chlorophyllführende Zellen zustande, so wiederholten Riffkorallen (H. MARKL 1984, S. 25) und einige andere Organismen eine Aufnahme chlorophyllführender Eukaryoten. Die autotrophrn Lebewesen gewannen Energie aus anorganischen Stoffen, vor allem Kohlendioxid und Wasser "oder anderen Wasserstoffdonatoren", also aus 'Abfallstoffen' bisherigen Stoffwechsels (S. 20), und bauten aus solchen nun ihre organischen Substanzen auf. Es gab also in der Evolution den entscheidenden Weg zur **Unabhängigkeit** von einer Vielzahl organischer Stoffe in der Umwelt, ja **von organischen Stoffen** überhaupt (C. B. VAN NIEL 1956), von den organischen Stoffen im Urmeer. Von "primitiv" möchte man bei diesen Organismen nicht sprechen. Sie bilden schließlich ebenfalls Endglieder in der Kette der biochemischen Evolution.

Sauerstoff mag in die Atmosphäre gekommen sein auch durch die Zersetzung von Wasser unabhängig von Lebewesen, aber entgegen noch der Vorstellung von UREY (1952) wird angenommen, daß nach Berechnungen von LLOYD VIEL BERKNER und L. U. MARSHALL 1963/1964 in der nach ihnen benannten **Berkner-Marshall-Theorie** (J. M. OLSON 1970) autotrophe Lebewesen, und das waren wohl noch lange vor allem **Cyano"phyten"** resp. Cyanobakterien, den **Sauerstoff in die Atmosphäre** lieferten, und zwar bei den chlorophyllführenden Cyanophyten freigesetzt **im Licht**. Daß es auch Zweifel gab erscheint verständlich. Vorher schon, **1959** (S. 97), hatte WOLFGANG Freiherr VON ENGELHARDT aus den vorliegenden Daten über die Menge des fossilen Kohlenstoffs, also des hauptsächlich in den Kohlen, Carbonaten, in den Sedimenten der Erdrinde vorliegenden Kohlenstoffs geschlossen, daß der von den grünen Pflanzen aus dem Kohlendioxid/CO₂ der Atmosphäre gebildete Sauerstoff ausgereicht habe, **allen** Sauerstoff der Atmosphäre hervorzubringen. Durch Zersetzung von Wasserdampf wäre jedenfalls nur wenig Sauerstoff geliefert worden, aber eine "kleine Sauerstoffmenge müßte allerdings auf anorganischem Wege entstanden sein falls die ersten Pflanzen schon

einen geringen Sauerstoffgehalt benötigten” (S. 98). Aber der Sauerstoff wird jedenfalls heute durch die grünen Pflanzen aus Wasser erzeugt. Das CO₂ wird in organische Verbindungen eingebaut. Aber auf jeden Fall wird bei der Photosynthese Sauerstoff freigesetzt, ohne sie auch nicht ausreichend aus dem Wasser, Und die kohlenstoff-haltigen Gesteine, die Kohlen, die Carbonate sind ein Maß vergangener Photosynthese und damit des bleibenden CO₂-Verbrauchs. Jedenfalls erst mit der Zunahme von **grünen Organismen, reicherte sich Sauerstoff in der Atmosphäre** an. Das Verhältnis von Schwefel-Isotopen an 3000 Millionen Jahren sedimentären Baryten/Barits im Swaziland wies auf einen niedrigeren Grad an Oxydation als später und somit auf noch niedrigeren Sauerstoff-Druck im frühen Prä-Kambrium (J. MONSTER et al. 1971). Die **Evolution der** durch Sauerstoff stark mitbestimmten **Biosphäre** brachte eine **neuartige Erdatmosphäre**. Es veränderten sich die Zustände auf der Erde und in der Atmosphäre, es endete die 'reduzierende Atmosphäre'. UREY meinte einmal an, daß diese reduzierende Atmosphäre etwa vor 800 Millionen Jahren endete (zit. b. J. R. NURSALL 1959, S. 1171). Nur in einer Richtung verlief die Entwicklung aber offenbar nicht. Manchen erschien der initiale Anstieg noch nicht erklärt und dazu gab es in der Erdgeschichte Schwankungen, auch im Betrag der durch viel Sauerstoff auch absinkenden Photosynthese (L. VAN VALEN 1971). Erschlossen aus Aufschlüssen aus dem Bergland von Guayana und Nachbarländern wurde von RUTTEN (s. D. F. ESCHMANN 1971?) angegeben die Existenz von 2 anoxygenischen Atmosphären, also getrennt durch eine schon oxydierende (R. T. CANNON 1965).

Mit dem Sauerstoff entstand eine 'oxydierende' Atmosphäre. Der nun in die Atmosphäre gelangte Sauerstoff wurde bald auf der Erdoberfläche durch die dort befindlichen **Mineralien** in Verbindungen, in **oxydierte**, überführt, entstanden die roten Eisenerzlager, entstanden Sulfate, und erst als das ausreichend geschehen war, gab es ausreichend Sauerstoff in der Atmosphäre (O. KANDLER 1981. S. 191) . Die zur Entstehung der roten Eisenerz-Lager verbrauchte Sauerstoffmenge wird auf das 20-fache der gegenwärtigen Sauerstoffmenge in der Atmosphäre geschätzt. Betroffen davon muß gewesen sein der Gehalt an **Ammoniak/NH₃** in der Atmosphäre (C. SAGAN et al. 1972). NH₃ **nahm ab**, Leben mußte sich an molekularen N₂ halten, und der mußte gebunden werden zu Nitrit und weiter oxydiert zu Nitrat/NO₃, alles Werk von Bakterien. Nachdem die Substanzen der Erdkruste oxydiert waren und also viel Sauerstoff der Atmosphäre entzogen war, konnten mit dem nunmehr **reichlicher** in der Atmosphäre verbleibendem **Sauerstoff** in Berührung mit der Atmosphäre nur **Organismen überleben**, die sich **dem Sauerstoff anpaßten**, ja ihn verwerteten. **Wegen des UV-Lichtes** konnten Lebewesen **für höhere Wasserschichten oder gar das Festland** erst entstehen, als diese Organismen vor der aus dem Weltall kommenden harten UV-Strahlung geschützt waren, durch Farbstoffe für die UV-Absorption, Mechanis-

men für die DNS-Reparatur entwickelt hatten, und vor allem durch das vor zu viel UV schützenden dünnen '**Ozonschild**' in der Hochatmosphäre, das sich bei etwa 2% Sauerstoff-Gehalt zu bilden begann und dies ins Silur angesetzt wurde (O. KANDLER 1981, S. 191). Nur durch den im später 20. Jh. durch menschengemachte Gase, durch Fluorkohlenwasserstoffe und andere gefährdete Ozonschild konnte höheres Leben unter einem klaren Festlandhimmel existieren. Freien Sauerstoff in der Atmosphäre als konstanten Bestandteil schätzte J. R. NURSALL 1959 als vorhanden vor erst 600 Millionen Jahren. Für die 'red beds' im Bergland von Guyana wurde von RUTTEN (zit. bei R. T. CANNON 1965) für die gegenwärtige 'oxygenic atmosphere' um 1963, 1965 ein Alter von vor 1000 Millionen Jahren angegeben, also damit das Ende jeder 'reduzierenden Atmosphäre'. Nur in sauerstoffarmen Nischen, etwa unter der Erde, leben noch heute durch Sauerstoff zu Schaden, ja zu Tode kommende **anaerobe** Bakterien wie die Tetanus-Erreger und andere durch Sauerstoff gefährdete Lebewesen, ob nun Überlebende aus den Zeiten der reduzierenden Atmosphäre oder später entstanden in ihren Nischen, "auf eine schon überwundene Entwicklungsstufe zurückgefallen" (K. DECKER et al. 1970, S. 172).

Es wurde überlegt, daß die einfachen grünen Pflanzen der Atmosphäre zunächst **so viel Kohlendioxid entzogen**, daß wegen der damit geschwächten Wärmezurückhaltung die Prä-paläozoische Eiszeit zustandekam oder gar deren mehrere. **Kohlendioxid** ist entscheidend für das Gleichgewicht der von der Sonne kommenden Energie-**Einstrahlung** und Energie-**Ausstrahlung**, für deren **Gleichgewicht**, für den 'greenhouse effect' (C. SAGAN et al. 1972). Dem Mars fehlt das CO₂. Auch die grünen Pflanzen erzeugen im Dunkeln Kohlendioxid, aber erst **mit** wieder ausreichenden **heterotrophen Organismen**, Tieren und Pilzen, kam wieder soviel Kohlendioxid in die Atmosphäre, daß wieder ein ausreichendes Wärmeschutzschild zustandekam. Die **heterotrophen** Lebewesen waren nötig, damit die Substanz der grünen Pflanzen abgebaut wurde und sich nicht anhäufte, beides mußte Hand in Hand gehen, ja heterotrophe Lebewesen mußten vorangehen (s. a, N. A. MORAN 2007). Auch die lebende **grüne autotrophe Pflanze** ist in vielen Fällen von heterotrophen Lebewesen abhängig oder im Verlaufe der Evolution **abhängig geworden**, von den Pilzhyphen bei der Mykorrhiza, bei Bestäubungsvorgängen bei den viel später erschienenen Blütenpflanzen. Mehr CO₂ wegen starkem Vulkanismus in der mittleren Kreidzeit ließ angenommenweise für etliche Organismengruppen die Temperaturen ins für sie Unerträglichen steigen (R. L. LARSON 1995), und eventuell hat der Meteoriteneinfall nur den Rest gegeben.

Angesichts der Weite der irdischen Atmosphäre, erschlossen für den Menschen erst mit den Luftverkehr, erscheint ein Wechsel der Zusammenetzung fast unglaublich, aber in natürlich langen Zeiträumen hat das stattgefunden und nun, im 21. Jh.

steht nach vielleicht 200 Jahren Industrienentwicklung die Menschheit vor einer von ihr verursachten gefährlichen geänderten Zusammensetzung, wirksam trotz der Geringfügigkeit.

Mit den autotrophen Organismen, den **grünen Pflanzen** zumal, standen **wieder organische Stoffe** zur Nahrung zur Verfügung. Jetzt konnten höhere **heterotrophe Lebewesen** leben, die **Tiere** und als Verwerter abgestorbener Pflanzensubstanz die Pilze. Ohne Sauerstoff wäre wohl die Welt der **Metazoa**, der vielzelligen Tiere, nicht möglich gewesen. Der Ursprung der neuen Heterotrophen ist wohl in jenen Heterotrophen zu sehen, welche noch im Urmeer mit noch organischen Stoffen überlebt hatten (J. R. NURSALL 1959). bevor dort alles spontan entstandene organische Material verbraucht war. Wenig ist auszumachen über die Herkunft jener heterotrophen Lebewesen, die als 'Tiere', als **Konsumenten**, zu bezeichnen sind, wobei die **Destruenten** der Ökologen ja auch **Konsumenten** sind, denn sie leben von Material von grünen Pflanzen, das sie auch enzymatisch zersetzen wie Tiere in ihrem Verdauungsapparat. Mußte so etwas wie Tiere überhaupt entstehen? Hätten die Mikroben als Zersetzer von Pflanzensubstanz nicht ausgereicht, den Stoffkreislauf unter Lebewesen aufrecht zu erhalten? Eine ertragreiche Nahrungsquelle ist der **Pflanzensaft**, aus dem manches synthetisiert werden muß. Die neuen Heterotrophen haben dann **so viel Kohlendioxid abgegeben**, daß die **Wärmeabgabe** ins Weltall **gestoppt** wurde und es nach prä-paläozoischer Eiszeit wieder wärmer wurde (P. F. CLOUD Jr. 1968, S. 734). Welch ein sich immer wieder neu einpendelnde Gaszusammensetzung der Atmosphäre, mit für das Leben gravierenden Folgen. Hat das immer wieder Jahrmillionen gedauert, oder ging es schneller?. In Anpassung an den Sauerstoff haben viele Organismen bei der **Energie-Gewinnung** den **Sauerstoff** sich nutzbar gemacht und er wurde bei vielen **höheren Organismen unabdingbar**, sie wurden 'obligate Aerobier'. Die Sauerstoff verwertenden Lebewesen, die **Aerobier**, sind als die **jüngsten** Organismen (K. DECKER et al. 1970) in der Großgeschichte des Lebens. Manche ansonsten Sauerstoff verbrauchende Organismen können noch in Beschränkung auf die Kohlenhydratverwertung auf den 'Pasteur-Abbau' zur Energiegewinnung **umschalten**, also ihre Energie ohne Sauerstoff gewinnen, aber damit dann auch Energie nur in viel geringerem Maße erhalten, sind also 'fakultative Aerobier', oder bei ihnen wird wie beim Darmbakterien/Enterobakterium (K. DECKER et al. 1970, S. 171) *Escherichia coli* bei Sauerstoff-Angebot "ein cytochrom-oxidase-abhängiger Energiestoffwechsel induziert" (S. 172), also angeschaltet. Auch viele Mikroben, auch die halophilen und thermoacidophilen Archaeobakterien (DUVE 1997, S. 215) sind aerob, unterscheiden sich in ihrem Lebensraum von den anareoben wie dem Tetanus-Erreger oder auch den Milchsäurebakterien (K. DECKER et al. 1970, S. 171). **Vielzeller** mit Sauerstoff-Verwertung konnten erst entstehen, nachdem die Sauerstoff-Konzentration der Atmosphäre so hoch geworden war, daß

der Sauerstoff in das Innere solcher Lebewesen eindringen konnte. Fast alle Abbau-Schritte der Kohlenhydrate, vom Glykogen über den Traubenzucker zu Milchsäure oder Ethanol geschieht ohne Sauerstoff-Einschaltung. Erst die **'Veratmung' der letzten Stoffwechsel-Produkte** benötigt Sauerstoff,. Dabei läßt sich ein Vielfaches der Energie des bisherigen alleinigen Kohlehydrat-Abbaus gewinnen, etwa 20-mal mehr. Und mit der Verwertung von Sauerstoff durch die Tiere konnte der von den Pflanzen ja im Lichte ständig ausgeschiedene Sauerstoff auch wieder zu Wasser werden (DE DUVE 1997, S. 215), mit der Tierwelt konnte der Sauerstoff-Gehalt der Atmosphäre auf einem bestimmten Betrag, 'level', festgehalten werden. **In die Tiefen der Ozeane** drang der **Sauerstoff** erst **später**. Vor 580 Millionen Jahren gab es eine letzte präkambrische Eiszeit, die Gaskiers glaciation, und Untersuchung ihrer Sedimente zunächst an der Avalon Halbinsel von Neufundland zeigte am Eisengehalt, daß damals der tiefe Ozean anoxisch war und erst danach der Sauerstoff Evolution vorantrieb und die Ediacara-Fauna brachte (D. E. CABFIELD et al. 2007). Damit Sauerstoff in die Ozeane drang soll der Sauerstoff-Gehalt der Atmosphäre sogar höher als gegenwärtig gewesen sein, 15% höher (S. 94). Die schmelzenden Gletscher erhöhten den Nährstoff-Gehalt im Meerwasser, es wurde Kohlendioxid gebunden und Sauerstoff an die Atmosphäre abgegeben und das Sulfid auf den Kontinenten wurde zum Sulfat und dieses wurde auch in Meer geschwemmt.

Die verschiedenen Lebensformen kamen **in** neue **wechselseitige Abhängigkeit**, die Tiere von den grünen Pflanzen und zum Abbau der organischen Substanzen wieder in anorganische mit der Mikrowelt: "..., so daß ein planetarer Überorganismus entsteht, die Biosphäre, deren Stoffwechsel sich im ständigen Recycling der wichtigsten biologischen Elemente zeigt" (CHR. DE DUVE 1997, S. 213). Scharf formuliert (S. 329). "Hätte das Leben nicht Mittel und Wege gefunden, um die Produkte seiner eigenen Tätigkeit wieder zu zersetzen, gäbe es keine Biosphäre, sondern nur eine leblose Hülle aus Biopolymeren", also den Kohlenhydraten wie Stärke oder den Eiweißen, und Anhäufung der industriell-chemisch erzeugten Plaste schaffe gerade eine 'Plastosphäre'.

Leben ist **an Stickstoff-Verbindungen geknüpft**. Leben wurde möglich, indem es in einem Stickstoff-Kreislauf ausreichend an gebundenen Stickstoff angeschlossen wurde. Pflanzen entnehmen ihren Stickstoff Nitraten und Ammonium-Verbindungen des Bodens und können Luftstickstoff nicht binden. Das können allein gewisse freilebende und an Pflanzenwurzeln symbiontisch gebundene Bakterien. M. BERTHELOT (C. GRAEBE 1909) zeigte 1876, daß unter dem Einfluß stiller **elektrischer Entladungen** Stickstoff der Atmosphäre in Stickstoffoxide eingeht und diese mit den Niederschlägen als (salpetrige Säure, Salpeter-) Säure in den Boden gelangen, in gewitterreichen Tropengebieten wohl nicht unerheblich. In fernen

Zeiten der Erdgeschichte entstanden möglicherweise mehr als heute durch elektrische Entladungen in der Atmosphäre Stickoxide und wurden durch Niederschläge auch in den Boden geführt. **Luftstickstoff wird** aber **gebunden** vor allem durch freilebende wie durch in Symbiose mit höheren Pflanzen lebende Mikroben (A. I. VIRTANEN 1953). Im Jahre 1885 teilte BERTHELOT vor der französischen Akademie mit, daß in tonhaltigen Erdproben bei Anwesenheit von Luft der Stickstoffgehalt in einem stärkerem Maße anstieg als bei Zufuhr von Ammoniak und Salpeterzufuhr aus Regenwasser zu erwarten war, daß aber nach dem Erhitzen der Erdproben über 100 Grad Celsius diese Stickstoff-Zunahme aufhörte. An der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin zeigte HANS HEINRICH LANDOLT (R. PRIBRAM 1911) in den 80er Jahren des 19. Jh., daß nach dem Hitzesterilisieren weder der Boden als ganzes noch einzelne Teile Ammoniaksalze nitrifizieren, also in Nitrate verwandeln können. Das sprach für im Boden **freilebende stickstoff-fixierende Mikroorganismen**, die bei Hitze sterben, erforscht dann namentlich von S. WINOGRADSKY. HELLRIEGEL und WILFARTH von der Landwirtschaftlichen Versuchsstation Bernburg teilten auf der Naturforscherversammlung in Berlin 1886 ihren bedeutenden Befund mit, daß in den **Wurzelknöllchen** der Leguminosen (Erbse, Bohne, Luzerne usw.) lebende Mikroben den Stickstoff der Atmosphäre binden und damit den Boden mit Stickstoff anreichern. M. W. BEIJERINCK konnte die Knöllchenbakterien, Gattung Rhizobium, isolieren und Leguminosenwurzeln mit ihnen unter Knöllchenbildung infizieren. Wiederauf Freisetzung des Stickstoffs als Gas war zu erwarten, wenn sich nicht fortlaufend Stickstoff im Boden nur anhäufen sollte. HOPPE-SEYLER fand keine Stickstoff-Freisetzung bei Abwesenheit von Sauerstoff. ALEXANDER EHRENBERG (1887 a, b) schrieb 1887, "dass weder bei Anwesenheit, noch bei Abwesenheit von freiem Sauerstoff, weder in Flüssigkeiten, noch in wenig feuchten - von Gasen gut durchdringbaren - Fäulnisgemischen gasförmiger Stickstoff durch die Thätigkeit der Mikroorganismen in Freiheit gesetzt wird". BR. TACKE von der Versuchsstation der Landwirtschaftsakademie in Poppelsdorf stellte in wenig durchlüfteten, festen, schweren, mit Wasser getränkten und sauren Böden jedoch Stickstoffverluste fest (1887, 1889), was also auf "**Denitrifikation**", den Abbau von Stickstoffverbindungen zu freiem Stickstoff, anzeigte und den Kreislauf schloß. Ohne reichliche Stickstoff-Bindung aber, unter Einbeziehung von Bakterien und Blaualgen, wäre höheres Leben in der Evolution kaum möglich geworden (ARTURI I. VIRTANEN 1953), auch wenn heute in ökonomisch entwickelten Ländern oft zu viel Stickstoff aus Dünger und den bei Verbrennungen entstehenden $NxOy$ -Verbindungen in die Böden kommt..Durch die "Krebse" im Meer und andere Meeresorganismen werden Stickstoff und Phosphor daran gehindert, durch Absinken auf den Meeresgrund für lange aus dem Stoffkreislauf im Meereswasser auszuschcheiden. Sauerstoff war Voraussetzung für Stickoxide, für die Bildung von Nitraten aus Nitriten /J. M.

OLSON 1970). Im 21. Jh. hat etwa CLAUDIA WOLF in Jena wie NH₃ durch Aktivierung an Übergangsmetall-Schwefel-Bindungen entsteht und einst so entstanden sein könnte.

Kreisläufe änderten sich wie Gesteins-Bildung mit dem Fortgang der Evolution. Erst in der Kreidezeit kamen die **Phanerogamen** und die Nadelhölzer traten zurück. Die **weichen, voluminösen Blätter zersetzten sich leichter** als die Nadeln, was den Stoffumsatz beschleunigen mußte, wie FRANK BERENDSEN, Professor der Ökologie an der niederländischen Universität Wageningen sah (R. H. LATUSSEK 2009) – wobei einst sicherlich auf die Farne relativ weiche Blätter hatten.

Immer einmal wurde versucht, die **Großereignisse in der Geschichte des Lebens** (so a. S. C. MORRIS 1987) zu fassen und zu erklären. Der Anfang der **Eukaryoten-Zelle**, also jener, die über die zellkern-losen Cyanophyta hinausreicht, wird angesetzt auf wenigstens 1,3 Millionen Jahre vor der Gegenwart. Die auf 620 - 700 Millionen Jahren zurückliegende **'Ediacara-Fauna'** präkambrischer Gesteine gehört den Eukaryoten an. Statt Fossilien gibt es im Präkambrium und auch danach **Spuren**, wie etwa wurmförmige Tiere in Schlamm erzeugen. Auch in den Spuren schon des Präkambrium ließ sich **Evolution** ablesen. Sie wurden mit der Zeit komplizierter, was auf komplexere, sich auch vertikal bewegende Verursacher verwies (S. C. MORRIS 1987, S. 163). Es gibt kaum präkambrische Fossilien, aber bis in neueste Zeiten fanden sich auch keine fossilen Plattwürmer, obwohl sie kaum erst in neuer Zeit entstanden, aber sie ergeben eben auf Grund ihrer Weichheit keine Fossilien und so war es mit den im Präkambrium sich herausbildenden Wesen auch (R. DAWKINS 2016, S. 170). Mit dem Kambrium erscheinen **schalentragende Tiere** verschiedener Zugehörigkeit, und erst diese konnten reichlicher Fossilien werden, und wurde auch die untere Grenze des Kambrium auf deren Erscheinen festgelegt. Es gab kleine, in ihrer Zugehörigkeit nicht festzulegende Schalen, gab Mollusken, dann auch die bei den Krebstieren einzuordnenden Trilobiten. In den Burgess-Schiefern in West-Kanada wurden, große Sensation, ab 1909, durch CHARLES DOOLITTLE WALCOTT (E. L. YOCHELSON 1967, 1996) immer wieder ausgebeutet, auch fossile weiche Tiere, Medusen, gefunden, im Mittel-Kambrium. Für die schalentragenden und mit Außenskelett ausgestatteten Tiere war Frage, wodurch die Schalenbildung ausgelöst wurde, ob vielleicht durch mehr Kohlendioxid im Meerwasser. Niedriger Kohlendioxid-Druck begünstigt die Bildung der Calciumcarbonat-Variante Aragonit, hoher begünstigt die Bildung von Calcit. Mehr Kohlendioxid mag so zu den Kalkschalen, also Calcit, geführt haben (S. C. MORRIS 1987; S. 166)

Der **Übergang vom Wasser- zum Landleben** wurde immer wieder einmal nach teilweise neuen Gesichtspunkten zusammengefaßt, unter Hervorhebung des-

sen, was sich beim Übergang vom Wasser- zum Landleben bei Pflanzen (H. WALTER 1967) oder Tieren geändert haben mußte. Neue Gesichtspunkte brachte der zuletzt in New York tätige USA-Physiologe HOMER WILLIAM SMITH (s. 1959), aufbauend auch auf T. C. CHAMBERLIN, gemäß dessen die **”Fische”** nicht aus dem Meer kamen, sondern **von Süßwasser-Organismen**, von denen sich welche den Bedingungen im Meer anpaßten. Auch die ferneren Fisch-Vorfahren, aber eben diese, waren einst natürlich dem Meer entstiegen.

Zahlreiche Umgestaltungen erfolgten auch bei der **Rückkehr von Landorganismen**, Pflanzen wie Tiere, **ins Feuchte**, bis hinein **ins Wasser** (R. M. M. CRAWFORD 1978). Bei tauchenden Tieren wie Pflanzen in Sumpf und Wasser gab es sogar Analogien, Konvergenzen, in der Umgestaltung des Stoffwechsels. Es fehlte nun an Luft-Sauerstoff und da Sauerstoff aus dem durch diese Rückkehrer nicht ohne weiteres wieder aus dem Wasser entnommen werden konnten, wie bei Kiementieren, mußte der Stoffwechsel wieder auf die nicht Sauerstoff benötigende Weise umgestellt werden. Andererseits entwickelten Pflanzen im Sumpf auch besser luftzuführende Gewebe, Aerenchym, auch in Atemwurzeln. Als schädigend kamen in nassen Böden hinzu giftige Ionen.

Die großen Schritte der Evolution wurden aus der Gesamtbetrachtung immer einmal wieder herausgelesen. So, wenn HUBERT MARKL (1984, S. 9) zu den für das Leben notwendigen Ressourcen betont: „,, wenn auch nur eine dafür notwendige Ressource nicht mehr unbegrenzt verfügbar ist, so mußte Leben von Anbeginn an und durch alle Milliarden Jahre kontinuierlicher Entwicklung immer ein Leben in ökonomischer Konkurrenz sein“, galt also das **’Ökonomieprinzip’** der Evolution, **”ein anderes Wort für Darwins ’natürliche Selektion’.** **”Variantenentstehung unter Knappheitsbedingungen”** führt **”notwendig zu evolutivem Wandel unter vervollkommnender Anpassung”** (S. 16). Der Magen-Darm-Schlauch der Vielzeller wurde zum erfolgreichen Bauprinzip, nicht diffus Nahrung aus dem Wasser aufzunehmen, sondern es erst einmal in größeren Stücken in den Körper aufzunehmen (H. MARKL 1984, S. 26), Aber: Wie man schon bei der Hervorhebung der Vorteile der Unspezialisierten zu Anfang des 19. Jh. wußte: **”... mit jeder Steigerung der Komplexität”** in diesem Daseinskampf **”wird neuer evolutiver Wandel schwerer, die größere Sicherheit des Angepaßtseins wird durch Einbußen an Anpassungsfähigkeit bezahlt”** (S. 18). Sind Konkurrenten **”aus dem Felde geschlagen”**, vermehrt man sich selbst und die Ressourcenerschöpfung besteht nach einige Zeit wieder (S. 13). Von einem Fitneßgipfel kann es nur noch wieder abwärts gehen (S. 29).

Aussterben ganzer Gruppen wurde unter anderem auf durch starke **untermeerische Vulkantätigkeit** (R. L. LARSON 1995) mit **viel Freisetzung von Kohlendioxid** und folgender Erwärmung zurückgeführt, wie sie in der mittleren Kreidezeit stattfand. Die globalen Mitteltemperaturen sollen um 10°C abgestiegen sein

Deshalb starben am Ende der Kreidezeit ganze Gruppen von Meerestieren aus (D. M. McLEAN 1978) und gaben den Weg frei für die Evolution der Überlebenden. Aber auch oder als einzige Ursache wird auch ein Meteorit angeführt.

Feinatomische und morphologische grundlegende Eigenschaften der Lebewesen, namentlich auch bei den Tieren

Neben den Stoffwechselschritten ziehen sich aber auch manche feinatomischen Züge, so schon lange bekannt die Zellen, durch die gesamte Organismenwelt hin, Grundlegende solche Merkmale der Organismen waren also "einmalige" "Erfindungen", bewahrt wegen ihrer Bewährung.

Eine vielleicht nicht einmalige Erfindung ist die der **Vielzeller**. Relativ lose Kolonien aus deutlich erkennbaren einzelnen Zellen gibt es einfachen Grünalgen, so bei **Volvox**. Für das Zusammenschließen von Einzelzellen gibt es fast wunderbares, beobachtbares Phänomen: Die im Boden von Laubwäldern lebende Amöbe *Dictyostelium*, von denen sich bei Nahrungsknappheit Hunderttausende zusammenschließen, kann daher als Modellorganismus für die Vorgänge auch höherer Organismen dienen (B. WETTERAUER 2001), Zellzusammenschlüsse rezent. Was bei **Einzellern** von der einen Zelle geleistet wurde, wurde in der Evolution beim **Vielzeller** oft von spezialisierten Zellen in hoher Form im Interesse des ganzen vielzelligen Lebewesens übernommen, aber ist prinzipiell den Leistungen in der Einzeller-Zelle vergleichbar. Zellen, die Veränderungen in der Umgebung wahrnahmen, wurden Vorläufer der spezielleren **Sinneszellen**.

In der **Feinatomie** erwies sich durch das Organismenreich als einheitlich der Feinbau der Flimmerhaare, Spermaschwänze und der Fibrillen der Zellteilungsapparate, gebaut nach der 9 + 2 - Formel, "wobei 2 zentrale Röhrrchen von einem Kranz von 9 peripheren Mikrotubuli umgeben sind" (E. HADORN 1976, S. 45), gültig für Härchen an Muschelkiemen wie an Farnspermien.

Substanzen begleiten die Evolution - so bei der Kommunikation in den Organismen - Nervensystem und Hormonsystem

Die Reaktion von Zellen auf Substanzen, ob bei Einzelzellen oder bei Zellen im Verband, ist uralt. Einzeller reagieren auf zahlreiche Substanzen in ihrer Umgebung und können nur so sich ernähren und Schädigungen ausweichen. Chemische Signale dienen der Kommunikation zwischen Zellen in einem Organismus, ob Prostaglandine oder Stickstoffmonoxid, und dienen auch der Kommunikation zwischen den Individuen einer Spezies. Substanzen für die Kommunikation zwischen den Indi-

viduen einer Spezies wurden "Pheromone" genannt. Die Übermittlung chemischer Signale über eine Körperflüssigkeit, speziell über das Blut, und hier "Hormone" genannt, ist somit eine Weiterentwicklung der schon in den Anfangsstufen des Lebens angelegten Reaktion auf Substanzen (D. BÜCKMANN 1999). Daß die in speziellen innersekretorischen Drüsen gebildeten Hormone zuerst genauer untersucht wurden, hat von der Erkenntnis der Allgemeinverbreitung der chemischen Kommunikation abgelenkt.

Das Nervensystem ist eine Spezifität der Tiere, tritt aber schon bei niederen Organismen auf. Auch Nervenzellen wirken auf andere Nervenzellen wie auf Zellen anderer Art, also auf die Zellen der Erfolgsorgane, durch Abgabe von spezifischen Substanzen, "Transmitter". Die grundlegenden Nervenvorgänge wiederholen sich auch im Tierreich.

In den 50er Jahren des 20. Jh. klärten ALAN LLOYD HODGKIN, ANDREW FIELDING HUXLEY sowie BERNARD KATZ entscheidende Vorgänge der **Nerventätigkeit am Riesenaxon** des Tintenfisches, eines fast 1 mm dicken Nervenstranges, der durch die Verschmelzung der Fasern vieler einzelner Nervenzellen entstanden sein muß und bei dem sich die in den Nerven abspielenden Vorgänge besonders gut untersuchen ließen. Aktionspotentiale entstehen beim Einstrom von Natrium-Ionen in die Zelle und in einem verzögerten verzögerten Ausstrom von Kalium-Ionen aus der Zelle. Die Verschlüsselung der Information in der Anzahl von Aktionspotenzialen pro Zeiteinheit erwies sich als eine sehr alte "Erfindung" in der Evolution, die dann bis zu den Organismen an den Spitzen der Stammeslinien kaum nicht verändert wurde (H.-J. PFLÜGER 2000). 1981 (H. BODENMÜLLER et al. 1981) wurde über ein sequenziertes **Neuropeptid** berichtet, daß sich mit fast gleicher Struktur **in** Nervenzellen des primitiven Nervensystems des Süßwasserpolyphen *Hydra attenuata* findet und hier für das spezifische Kopfwachstum und Differenzierungsprozesse wirkt, und das auch aus dem Hypothalamus des **Menschen**, des **Rindes** und des Darmes der **Ratte** isoliert wurde, "... the first example of a neuropeptide conserved structurally intact from a most primitive nervous system to the advanced nervous system represented in humans" (S. 579). Gleichheit im Chemischen verbindet die Organismen von Unten nach Oben und spricht damit auch für Evolution im Sinne des verbindenden Zusammenhänge.

Evolution und Parasiten – namentlich mikroskopische Parasiten

Schon METSCHNIKOW (s. o.) hatte auf das Verständnis für Krankheit aus der Evolution verwiesen, aber noch 1999 wurde gemeint (R. M. NESSE et al. 1999,

S. 38): "erkennt man erst allmählich die Evolutionsbiologie auch als Teilgebiet der medizinischen Grundlagenforschung." Das Weltbild vieler Ärzte scheint dem a-religiösen und Härte ausstrahlendem Evolutionsgedanken oft nicht günstig gewesen sein. Die Unvollkommenheiten deuten auf die natürliche Herkunft hin, die eben keinen vollkommenen Menschen entstehen ließ. Fieber ist wie die durch Ansammlung von weißen Blutkörperchen gekennzeichnete Entzündung ein Abwehrmechanismus, die aber nicht vollkommen funktionieren, wie eben vieles Kompromiß zwischen den physiologisch gegebenen Möglichkeiten ist.

Der Australier Sir MACFARLANE BURNET (1959), der vielleicht bedeutendste Virenforscher des 20. Jh., hatte jedoch schon das Verhältnis von **Infektionskrankheiten auslösenden Erregern und ihren Wirten** als Ergebnis von Evolution betrachtet. Konnte das aufgenommene Kleinstlebewesen die Oberhand gewinnen, erkrankte der Wirt und eine Infektion war gegeben. Protozoen umschließen kleinere Lebewesen und verdauen sie intrazellulär. Ähnlich handeln die weißen Blutzellen, bis hin zum Menschen, die versuchen die eingedrungenen Erreger intrazellulär, in "Phagozytose", zu verdauen. Licht fiel auf die Natur von Infektion und Immunität. Sex schafft Nachkommen mit neuem kombinierten Genbestand und das galt als vorteilhaft für Anpassungen. WILLIAM DONALD HAMILTON (M. RIDLEY 2004), der als genial wie unangepaßt erscheinende Evolutionsbiologe (O. HARMAN 2013 über U, SEGERSTRALE 2013), der "wahrscheinlich ... größte Evolutionsforscher in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts" (R. DAWKINS 2016 b, S. 250) ging einen Schritt weiter, und sah in der **neuen Gen-Kombination** durch sexuelle Vermehrung die entscheidende Strategie, damit den sich immer rasch evolutionär umbildenden Krankheitserregern immer wieder neue genetische Verhältnisse des Wirtes entgegentreten und so **dem Krankheitserreger Abwehr** begegnet. HAMILTON sah Klonen gerade beim Menschen als Gefährdung, als Zerstörung unseres genetischen Erbes, das auf Kombination angewiesen war. **Gattenwahl** sollte nach **Gesundheit** geschehen. Ästhetik, Schönheit ist ein Signal für guten Genbestand. In bezug auf Eugenik stand HAMILTON den wildesten Vorgängern nicht nach (s. in O HARMAN 2013)..

Krankheitserreger folgen, ausgelesen, verschiedenen **Strategien**: keine zu großen Schäden im Wirt und dabei rasche Ausbreitung wie bei Schnupfen oder schlimme Auswirkung mit relativ begrenzter Infektiosität, wie auch bei Ebola, ja bei dem nur auf dem Wege des Blutes oder von Schleim übertragenen HIV-(Aids-) Virus. Der schwere und oft mit der Tode des Betroffenen endende Durchfall des **Chole-
ra**-Bakteriums begünstigt dessen rasche Ausbreitung durch Wasser, aber mit dem Tode des Wirtes kommen die Erreger in "eine Sackgasse" und nur genügend erreichbare Opfer sichern das Überleben des Erregers über das Trinkwasser. Aber mit verbesserter Hygiene, und das wird durch die Evolution verstehbar, arbeitet

die Auslese zugunsten des weniger gefährlichen Typs, den die Ausbreitung unter weiterhin Lebenden begünstigt (nach P. W. EWALD 1994 zit. bei R. N. NESSE et al. 1999, S. 42), Bei der Bakterienruhr wurde die aggressivere *Shigella flexneri* nun durch die eher "gutartige" *Shigella sonnei* begünstigt (ebenda).

Manche Parasiten haben für ihre Wirte Strategien entwickelt, welche den Wirt im Interesse der Parasiten manipulieren, Viren, betrachtet als freie Gene, können den von ihnen befallenen Wirt behandeln, wie es fremde Gene zugetraut werden könnte und etwa durch **im Gehirn der Wirtstiere hervorgerufene Verhaltensweisen** ihre Vermehrung sichern. Das durch gewisse Reize als Reaktion hervorgerufene Niesen und Husten bewirkte Ausbreiten von **Grippe-Viren** mag meistens relativ harmlos sein – und Taschentücher können den Viren gewisses Paroli bieten. Viel tragischer ist, wenn sich im Nervensystem eines höheren Tieres die **Tollwut-Viren** erfolgreich eingeknistet haben und der Befallene dann andere Tiere – oder Menschen – beißt, und dabei die Viren verbreitet.

Tierisches Verhalten als Ergebnis der Evolution

Verhalten der Tiere weise auf Sicherung des Überlebens. Auf der Anerkennung der **in den Genen** festgeschriebenen, in der Evolution herausgebildeten und den Arten das Überleben sichernde, also im Prinzip **determinierte Verhalten** beruht die von den Verhaltensforschern, den Vertretern der **Ethologie**, gegebene Erklärung für zahlreiche Bereiche des tierisches Verhalten. KONRAD LORENZ, IRENÄUS EIBL-EIBESFELDT und andere haben das ausgebaut. Behavioristen wie J. B. WATSON hatten angeborene Verhaltensweisen bestritten, Verhalten sollte demgemäß also immer wieder den Umständen gemäß neu konstruiert werden. WHITMAN schon im 19. Jh. und HEINROTH um 1910 standen dem als erste entgegen und verwiesen auf Homologien im Verhalten, und ein bestimmtes Verhalten war dann so sehr **Artmerkmal** wie ein morphologisches Merkmal. Für die **Hunderassen** (s. Wikipedia) wird stets auch auf ihre **speziellen** und bewußt herangezüchteten, also evolutionär zu verstehenden **Verhaltenseigenschaften** verwiesen. Der Bluthund oder Hubertushund ist bestens geeignet für das Verfolgen von Spuren, etwa von verwundetem, entkommenen Wild, aber gilt auch als dem Menschen anhänglich und sanft, der bei den Kelten und Germanen herausgebildete Hund der königlichen Meuten im 16. Jh. Die hochbeinigen Windhunde hetzen Wild auf Sicht und nicht auf Geruch und sind die schnellsten Säugetiere neben dem Gepard. Der 'Labrador Retriever ist ein wasserfreudiger Apportierhund. Teilweise jahrelange Beobachtungen, auch von Amateuren, haben bei zahlreichen Arten Vorgänge des Verhaltens zusammengetragen und es ließ sich Zweckmäßigkeit, Anpassung an die ökologischen Verhältnisse (W. WICKLER

1959, 1970) herauslesen. So gibt es eine 31-jährige **Langzeitstudie** beim Trauerschnäpper/*Ficedula/Muscicapa hypoleuca* (HUK und WINKEL 2006 zit. bei E. VOLAND 2009, S. 130) und wurden hier monogame oder bigame Verpaarung der Weibchen und die pro Jahr durchschnittlich 5 flüggen Jungtiere bei sich monogam verhaltenden Weibchen festgestellt. Heuristisches Prinzip sollte sein, für jedes Merkmal und auch beim Verhalten einen Anpassungswert zu erwarten und daraufhin zu prüfen (W. WICKLER et al. 1977, S. 50). Auch DARWIN hatte das erkannt, im 20. Jh. TINBERGEN diese Seite der Ethologie ausgebaut. TINBERGEN (hier zit. aus W. WICKLER 1959, übersetzt, S. 505) schrieb in seinem Buch 'Instinktlehre'/'The study of instinct' von 1950: "Nur wenige sind sich schon dessen bewußt, wie unglaublich gut angepaßt sehr viele ... Verhaltensweisen sind und welche entscheidende Rolle sie in den Beziehungen des Tieres zu seiner Umgebung spielen." **Ererbt** ist etwa für bestimmte Tier-Arten die **Soziabilität** etwa die, **in Familien, Gruppen, Schwärmen** zu leben. Das erniedrigte für das einzelne Individuum, die einzelne Imago der Eintagsfliege (E. VOLAND 2009, S. 28), das einzelne Gnu in der Gnu-Herde etwa in der Serengeti-Steppe oder für einen Fisch in einem Elritzen-oder Herings-Schwarm die Gefahr zur Räuberbeute zu werden, Die Herden-Zugehörigkeit wurde nicht immer wieder neu geregelt, sie gehörte zum ererbten Artbild. In einer Gemeinschaft zu leben schließt Konkurrenz unter den Individuen nicht aus (V. C. WYNNE-EDWARDS 1962, S. 14). Die Amseln oder Buchfinken im Frühlingswald singen gegeneinander an, aber andererseits hat das nur Sinn in einer Gemeinschaft und eine Amsel verdrückt sich nicht nach dorthin, wo sie wegen fehlender Konkurrenz nicht singen muß. Sie 'will' gehört werden (S. 14). Oder singt die Amsel manchmal auch für sich, als Überschlußhandlung? Auch Menschen können nur in der Gesellschaft gegeneinander konkurrieren. 'Robinson' brauchte keine Konkurrenz zu fürchten. Bei Tieren muß man im Klaren sein, daß vieles Verhalten an bestimmte Nerven, Muskeln, Skelettelemente, überhaupt an viel Morphologie gebunden ist und die Herauslösung des Verhaltens in der Forschung eine jener Analysen ist, die ohne Beachtung auch der 'Ganzheit' nicht geht. Wenn in einer Art bestimmte Individuen Sicherungsfunktion haben, müssen sie zum Beispiel Aufrechtstehen (ZIRNSTEIN), wie beim Erdmännchen/*Suricata suricatta*, und müssen etwa fähig zum Anlegen von Röhren sein, zum Abgeben von Warnsignalen und anderem.

Eine aus ihrer evolutionären Vorgeschichte abzuleitende **Triebhandlung** mußte man gemäß LORENZ (1932, S. 66) verstehen als "einen auf vererbten Bahnen des Zentralnervensystems beruhenden Handlungsablauf, der als solcher ebenso wenig veränderlich ist wie seine histologische Grundlage oder irgend ein morphologisches Merkmal." Alle Einzeltiere einer Art müßten sich darin gleich verhalten (S., 83).



Abbildung 146: Verhalten, Haltung = angeboren.

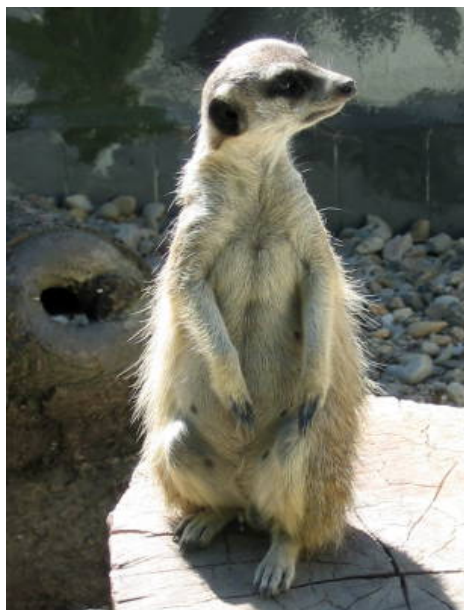


Abbildung 147: Genetisch bedingtes Sozialverhalten: Erdmännchen.

Der Botaniker kann einfügen, daß auch bestimmte Pflanzen, auch bestimmte Pilze, stets in Gruppe, in hoher **'Soziabilität'**, auftreten, andere nicht. Bei Pflanzen mag das mit den Möglichkeiten der Verbreitung, mit Ausläufern und solchen Dingen.

Als angeborenes Verhalten wurde vieles nachgewiesen. TINBERGEN und LORENZ fanden, daß Tiere **auf Einzelmerkmale, "Signale" reagieren**, 'Schlüsselreize', kurze 'Auslöser', die im Gehirn einen **'Angeborenen Auslösenden Mechanismus'/AAM** ansprechen und eine eventuell sogar lange Reaktionskette auslösen, viel mehr als eine einfache Reaktion in einem Reflex. Wo die AAM im Gehirn liegen, mußte Angelegenheit der Hirnforscher sein. **Sexualmerkmale** wirken auf andere Individuen, auf Konkurrenten vor allem bei männlichen Tieren und auch den Sexualpartner. Als Signal fand sich bei Rotkehlchen die rote Brust der Männchen, die bei einem anderen Männchen Kampfverhalten auslöst. Signale wie dieses konnten durch Attrappen ersetzt und sogar verstärkt werden. Signale sind auch bestimmte Bewegungen, die als **'Ausdrucksbewegungen'** 'durch Stimmungsübertragung an der Steuerung sozialen Verhaltens mitwirken' (K. LORENZ 1951), JULIAN HUXLEY sprach von 'Ritualisierung': Gibt es lange keinen bestimmten Schlüsselreiz, ist auch **'Leerlauf'** möglich, so der Flug eines jungen unerfahrenen Stares nach einer nicht vorhandenen Fliege (K. LORENZ 1932, S. 90), wobei "der vollständige Mangel von Zweckvorstellungen von Seiten des Tieres zu Tage tritt" (S. 87). Es ist Instinktablauf auch "mangels auslösender Reize" (K. LORENZ 1937, S. 308). Mehr als angenommen erschien LORENZ (1932) als ererbte Triebhandlung etwa der Nestbau der Vögel. LORENZ (1932, S. 59) hat zur Feststellung von "arteigenen Triebhandlungen" und Erlerntem "vielen Vögeln ... beim Nestbau zugesehen ..." Die "Bestimmung des Nistplatzes" erschien "gar nicht durch "Wählen" seitens des Vogels zu erfolgen" und auch "recht kluge Vögel" schienen "rein reflektorisch auf einwirkende Reize zu reagieren" (S. 64). Rohrsänger, "um es grob auszudrücken", tauchten eine Pflanzenfaser zum Erweichen in Wasser, um es dann, zum Nestbau, "um einen Zweig" zu wickeln (S. 73) und das konnte nicht von Eltern abgeschaut sein, ist eine ererbte "Handlungsweise" (S. 74). Angeborenes und Erlernbares war in der "Triebdressurverschränkung" (S. 76) nach LORENZ' (1932, S. 56 ff.) Beobachtungen bei den verschiedenen Vögeln unterschiedlich. Im Unterschied zur beachtlichen Lernfähigkeit der Rabenvögel, erschien bei "geistig weniger hochstehenden Vögeln ... die Kenntnis des zu verwendeten Nistmaterials auf das Genaueste angeboren" (S. 56). In Gefangenschaft oder bei Krankheit gingen die ererbten Triebhandlungen auch verloren und LORENZ sah in deren Verlust bei Haustieren und im Verlust an angeblich ererbtem Verhalten auch beim Menschen ein Zeichen von Domestikation, die beim Menschen bedenklich sein sollte.

Wenn LORENZ feststellte, daß eine ganz junge **Graugans** auf das **erste sich**

bewegende Objekt geprägt (1935/1965) wird, dann war das normalerweise zweckmäßig, weil die geschlüpfte Graugans dann im allgemeinen der Mutter folgte. Die Entdeckung der Prägung bei der Graugans war eine Zufallsentdeckung 1932 und genauer veröffentlicht 1949 (B. HASSENSTEIN 2004, S. 20). LORENZ wollte ganz genau beobachten, wie ein Graugans-Küken aus dem Ei schlüpft. Die junge Gans bemerkte als erstes einen Menschen. Es war nicht möglich, sie dann im Bauchgefieder einer Hausgans unterzubringen. LORENZ (1935/1965, S. 137 ff.) selbst war für die junge Graugans das erste sich bewegende Objekt, und es wurde, so "verrückt" das zunächst erscheinen mag, ihm gefolgt, es "war das Objekt der artgenossenbezüglichen Triebhandlungen nicht angeboren." Solche **Prägung** geschah in solcher Frühzeit des Gänselebens, weshalb LORENZ (1973, S. 112) einen bedingten Reflex ausschloß und die Fähigkeit zur Prägung war so genetisch festgelegt wie die Fähigkeit zum Spacherwerb bei den meisten Menschen. Der Prägungsvorgang war nur auf einem ganz bestimmten physiologischen Entwicklungszustand der jungen Graugans möglich, war irreversibel. Sich auf LORENZ zu orientieren war von der Warte der Graugans her eine Fehlleistung, aber immerhin war LORENZ ein guter Gänsevater, ein annehmbarer Ersatzvater. 'Prägung' war gebunden an ein artspezifische Gehirn, war für den Einzelfall außenbedingt, also hin zu LORENZ 'erworben', aber unumkehrbar wie man es oft zu drastisch für ererbte Dinge hielt (s. a. N. BISCHOF 1993, S. 117). LORENZ überlegte, ob bei Menschen mit Prägung auf absurde Triebobjekte Ähnliches passiert war, wenn auch nicht schon nach der Geburt. Gab es also so etwas wie eine Prägung auf Damenschlüpfer oder Damenschuhe?. Was etwa die **Prägung** betrifft, so gibt es in der Vogelwelt wie bei anderen Merkmalen beträchtliche **Unterschiede**: die junge Graugans spricht auch auf den Menschen an, aber für Brachvogel/*Numenius* und Uferschnepfe/*Limosa* nannte LORENZ (1935/1965) ein angeborenes 'Schema' der Elterntiere, Was war das 'Homologe'?, die 'Prägung' überhaupt? (ZIRNSTEIN).

In England suchte wie LORENZ in Deutschland und Österreich der ebenso in Ornithologie bewanderte WILLIAM HOMAN THORPE durch eigene Forschungen und die Zusammenstellung solcher durch andere festzustellen, was im Verhalten bei Vögeln ist angeboren, was ist trotzdem im Leben veränderbar, auch was gibt es für Variabilität. THORPE hatte für seine Forschungen 1950 in Madingley bei Cambridge eine Station eingerichtet (R. DAWKINS 2016 b, S. 213). THORPE forschte an Vogelstimmen und suchte sie in einer Notenschrift festzuhalten (S. 213). Der von LORENZ beeindruckte und LORENZ auch kritisierende THORPE (zit. b. R. A. HINDE 1987, S. 629) fand beim Grünfüßigen Teichhuhn/*Gallinula chloropus* und beim Bläßhuhn/*Fulica atra* **größere Reversibilität** in der Prägung. THORPE (1974, S. 114) zog junge Buchfinken/*Fringilla coelebs* in verschiedenen Graden sozialer Isolation auf und ließ sie von anderen Vogelstimmen und dann auch dem **Buchfinken-Gesang** berieseln. Schließlich äußerten sie sich bevorzugt in dem

arteigenen Buchfinken-Gesang (R. A. HINDE 1987, S. 628). 1862 in Neuseeland und 1900 in Südafrika eingeführte Buchfinken behielten dort ihren art-typischen Gesang. Auch andere Vögel, Tauben, zeigten sich unabhängig vom Hören der art-eigenen Rufe (R. A. HINDE 1987, S. 629). Anders bei Dompfaff/Gimpel/*Pyrrhula pyrrhula*, der jung mit Kanarienvögeln aufgezogen deren Gesang annimmt (nach NICOLAI 1959 zit. in W. H. THORPE 1974, S. 114), Seevögel variieren ihre Rufe so, daß sie auf andere Individuen, Gatten oder Junge, abgestimmt sind und diese darauf reagieren (S. 117 ff.). Hier kann man auch von Prägung sprechen. **Nestbau** ist sehr variabel, aber es fanden sich ebenso angeborene Komponenten. Kanarienvögel wurden anders als in ihren artüblichen Nestern in Filz-Nestern aufgezogen. Erwachsene, wurden ihnen langes Fasermaterial geboten. Sie bauten damit: arteigen (W. H. THORPE 1974, S. 157).

Aber von erblichen Variationen auch im Verhalten und ihrer Auslese muß die Vielheit der ererbten Triebhandlungen verstanden werden, was bei LORENZ' Betrachtungen etwa 1932 trotz seines Bekenntnisses zu DARWIN eher unterging (ZIRNSTEIN). Von Mutationen im Verhalten war keine Rede. 1937 (S. 310) kam bei LORENZ die **Phylognese der ererbten Triebhandlungen** aber zur Sprache und betonte LORENZ, daß man der Auffassung des US-Zoologen CHARLES OTIS WHITMAN von schon 1889 zustimmen muß, daß sich Instinkthandlungen in der Phylognese nach denselben Gesetzen und in denselben Zeiträumen entwickeln wie Organe. WHITMAN (Wikipedia engl. 2015) hatte an Tauben-Species geforscht. H. S. JENNINGS (dtsh. 1910, S. 307), der das Verhalten von Einzellern und Coelenterata erforscht hatte, sah "Variationen der Reaktion bei Individuen der gleichen Art", und meinte, daß geeignete, "durch die natürliche Auslese erhalten bleiben". Frage war, ob man ohne 'Vererbung erworbener Eigenschaften' auskommt. Bei hochdifferenzierten Formen sollte nach LORENZ (1937) wohl gelten, daß hohe Entwicklung und Spezialisierung der Instinkthandlungen die Höherentwicklung von variablen Verhaltensweisen hemmt. die Entwicklung der letzteren setzte offenbar die weitgehende Reduktion der Instinkthandlungen voraus. Bei Insekten hätten die hochentwickelten Formen der sozialen Insekten viel mehr Instinkthandlung als freilebende, wäre die Dressur einer Küchenschabe "vielleicht" leichter als die einer Biene. Angeboren und wohl durch Auslesezüchtung herausgeformt waren auch die unterschiedlichen Verhaltensweisen der verschiedenen Hunde-Rassen und auch wegen dieser 'psychischen' Unterschiede wurden von den einen Hundehaltern die eine Rasse und von anderen eine andere bevorzugt. Der für Kinder geeignete Hund war ein anderer als jener, den der Jäger oder die Polizei heranzog.

Die Entstehung der **individuellen Brutpflege** sah EIBL-EIBESFELDT (1992, S. 241) als einen großen Schritt in der Evolution der Tiere, "eine Sternstunde der Verhaltensrevolution". Niedere Tiere entwickelten auch Schutzmaßnahmen für die

Brut durch Ei-Ablage an geeigneten Stellen bis hin zum Herumtragen am eigenen Körper, aber das war nicht Brutpflege wie bei den Vögeln. In der **Reproduktion** wird nunmehr unterschieden die **r- und die K-Strategie** (s. E. VOLAND 2009, S. 172 ff.), ausgelesen je nach den Bedingungen. Bei der r-Selektion wurden ausgelesen bei Abwesenheit begrenzender Faktoren eine hohe Vermehrungsrate bei geringem Aufwand der nur relativ kurzlebigen Eltern für den Nachwuchs. K-Selektion brachte geringe Nachkommenzahl mit hohem Aufzuchtaufwand und langer Lebensdauer der Eltern. Sinnvoll wird der Unterschied nur im Vergleich, Ein Fisch mit vielleicht 6000 Eiern pro Jahr erscheint gegenüber der Auster mit 5 Millionen Eiern pro Jahr als K-Strategie, aber als r-Strategie im Vergleich zu Säugern (E. VOLAND 2009, S. 174).

Ein besonderes Kapitel im Verhalten von höheren Tieren bildet die **Traditionsübernahme** (W. WICKLER 1981, S. 135 ff.) Japanische Rotgesichtsmakaken, Verwandte der Rhesusaffen, begannen anfangs mit einem Weibchen ab Herbst 1953 mit dem Waschen von Bataten in einem Bach. Es konnte erfolgt werden wie mehr und mehr dieser Affengruppe das nachahmte. 1962 wuschen sie Bataten auch am Meeresstrand und fanden den Geschmack ganz offensichtlich wegen des Salzes besser und benutzten ab 1962 nur mehr Salzwasser. Gewaschen wurde dann auch Getreide und ließen die Körner vom fließenden Wasser von der Spreu trennen. Die einzelnen Individuen zeigten unterschiedliche Lernfähigkeit, also **unterschiedliche Lernbegabung**.

Der vorwiegend qualitativen Verhaltensforschung von LORENZ schloß sich, bei TINBERGER, DAWKINS (2016) und anderen auch eine stark quantitativ ausgerichtete Verhaltensforschung an und wurden auch niedere Tiere einbezogen. Wenige Beispiele sollen das erläutern.

Zur Feststellung ererbten Verhaltens zog DAWKINS (2016 b, S. 161) Hühner-**Küken** ausschließlich in von unten kommendem Licht auf. Dann bot DAWKINS ihnen ein von oben und ein von unten beleuchtetes Foto von einem Tennisball. Obwohl ihnen bisher alle Gegenstände ausschließlich von unten beleuchtet geboten worden waren, pickten sie, entgegen ihren vorangegangenen Erfahrungen, vorwiegend an der von oben beleuchteten 'Halbkugel', also waren offenbar genetisch für die durch die Sonne von oben her beleuchtete Welt ausgestattet. Die Orientierung an Licht von oben wurde nicht ausgeschaltet durch den Versuch, "den Tieren des Gegenteil beizubringen". Bei **Fliegen** (R. DAWKINS 2016 b, S. 202 ff.) wurden die verschiedenen **Putzbewegungen**, Reiben der Vorderbeine, Wischen über die Augen und andere unterschieden und verfolgt, ob bestimmte Bewegungen aufeinander folgen, stets, oder ob es variabler ist.

Umstrittene Gruppen-Selektion

Manche Forscher verdeutlichten, daß die Selektion nicht nur Mechanismen zustandebrachte, die im Dienste der Erhaltung von Individuen der Arten stehen. Es gibt **Zweckmäßigkeiten**, die **der Art als Ganzem nützlicher** sind als **einzelnen Individuen**. Individuen werden dabei sogar geopfert.

Eine **natürliche Selektion** wurde auch **zwischen sozialen Gruppen als evolutionärer Einheiten** gesehen. SEWALL WRIGHT meinte (1930, zitiert nach V. C. WYNNE-EDWARDS 1963): "selection between the genetic systems of local populations of a species ... has been perhaps the greatest creative factor of all in making possible selection according to the net effects of alleles". Die Selektion zwischen ganzen Gruppen geriet aber etwas in Vergessenheit und wurde von dem in Aberdeen wirkendem Zoologen VERO COPNER WYNNE- EDWARDS wieder aufgegriffen, vorgestellt in einem umfangreichen Buch **1962** 'Animal dispersion in relation to social behaviour'. WYNNE-EDWARDS hat hier zusammengetragen, was es an sozialem Verhalten für die Existenz tierischer Gemeinschaften gibt, so Signale der Kommunikation, Synchronisation im Verhalten der Individuen einer Art wie der Morgengesang aller Amseln in Frühlingwald oder das Schwärmen von bestimmten Mücken zu bestimmter Tageszeit. Die morgendliche Gesangsdichte zeigte auch die Populationsdichte. Die Selektion sollte ausgelesen haben, was zum besten für eine ganze Gruppe war und nützliche Anpassung bedeutete. Hervorgehoben und als nützlich berechnet wurde, daß es günstig erschien, wenn **Kämpfe** zwischen den Individuen einer Art nicht tödlich endeten, sondern auf dem Niveau von **Kommentkämpfen** verharrten. So blieb der beim Herbstkampf besiegte Rothirsch meistens am Leben und trollte sich frauenlos davon. K. LORENZ sah das ebenfalls. WYNNE-EDWARDS nahm weiterhin an, daß (1962, u. a. S. 7, 9, 12, 190; 1963, 1965) es für sozial lebende höhere Tier-Arten eine das Überleben der Art sichernde Eigenschaft wäre, wenn sie bei zu großer Individuenzahl zu einer Beschränkung der Zahl der Nachkommen kommen und so ein Zusammenbruch der Populationen verhindert würde. Diese Vermehrungsregulierung sollte nicht erst eintreten, wenn es keine Nahrung mehr gibt, sondern etwa schon bei territorialer Enge. Dem katastrophalem Zusammenbruch ganzer Populationen wurde vorgebeugt und diente der Erhaltung von Spezies. Es wären deshalb Mechanismen ausgelesen worden, mit denen die **Dichte von Populationen begrenzt** wird. Das sollte für das ganze Tierreich gelten Wie schrieb: „For the present it can be accepted that more or less effective methods of regulating their own numbers have been evolved by most types of animals“ (V. C. WYNNE-EDWARDS 1965, S. 1544). Als Methoden nannte WYNNE-EDWARDS 1962 (S. 9): "... varying the quota of breeders, the number of eggs, the resorption of embryos ... auch ejecting surplus members of the population ..." Es gibt bei erhöhter Populationsdichte

verstärkte Aggression zwischen den Individuen, und diese kann dann einen Teil der Individuen verschwinden lassen. Vögel erzwingen eben ein bestimmtes Territorium gegenüber artgleichen Mitbewerbern. Die Hackordnung zwingt etliche Individuen nieder. Die Rückkoppelung der sozialen Situation und Stimulation auf das Individuum geschieht durch das Hormonsystem. Selektion zwischen den Gruppen würde „promoting those with more effective social organizations while the less effective ones go under“ (V. C. WYNNE-EDWARDS 1965, S. 1547) und dazu gehörte die Individuenbegrenzung. Man muß postulieren, daß „social organizations are capable of progressive evolution and perfection as entities in their own right“. Das Überleben von Gruppen als Ganzes wird gesichert. WYNNE-EDWARDS (1965) zitiert JESPERSEN, der schon 1924 feststellte, daß die Menge der Seevögel im Nordatlantik nicht durch die Menge der Biomasse, sondern durch in den Vögeln liegende Faktoren reguliert wird. Auch für den Menschen hätten nach WYNNE-EDWARDS solche Mechanismen einmal bestanden, so im Paläolithikum. Aber diese Regulation wäre verlorengegangen. Ergebnis war die in einigen Weltgegenden verhängnisvolle Übervölkerung. Auch Messuren in Burschenschaften endeten manchmal tödlich und bei Duellen ging es meistens um mehr als nur einen Kommentkampf.

Ausgelesen werden aber **Individuen**. Wenn dabei Gene ausgelesen werden, die ein der Art nützliches Verhalten verursachen, und auch in nachfolgende Genome eingehen, dann gewinnt die Art davon (s. R. DAWKINS 2016 b, S. 226 u. a.), wie natürlich auch die dafür zuständigen Gene. Das ist dann keine mystische Auslese einer ganzen Gruppe. Auch Populationen können nicht „Einheit der natürlichen Auslese“ sein, sind „nicht stabil und nicht einheitlich genug, als dass sie einer anderen Population gegenüber selektiert werden können“ (R. DAWKINS 2016 b, S. 229). Über abgeänderte Individuen verändern sich Populationen.

Selektion von den Genen her- Begünstigung von Verwandten wegen Gen-Gemeinsamkeiten

Nicht ganz neu war die erneut betonte Betrachtung der **Selektion von den** Erbanlagen, nunmehr den **Genen** her. Angeknüpft werden konnte an WEISMANN. Bei im Kampf ums Dasein stehenden Einzeller setzten sich welche durch, die sich mit einer Hülle weiterer Zellen umgaben, Vielzeller wurden, in einem Soma lebten. Fortpflanzung geschah weiterhin – aber eben nicht ausnahmslos - nur durch die sich immer wieder früh vom Soma escheidenden Fortpflanzungszellen, die potentiell unsterblich waren. Das Verhalten der Vielzeller ist auf die Vermehrung der Erbfaktoren, der Gene, eingerichtet und abgestimmt. Ihrer Vermehrung dient der Körper des Vielzeller, auch mit seinem ererbten Fortpflanzungstrieb, mit der „blind

machenden Liebe". Natürlich gibt es auch ausreichend Menschen, deren Gehirn so funktioniert, daß Karriere vor Familie und Fortpflanzung rangiert. Vielleicht stirbt dieser Typ aber einmal aus, da er sich unzureichend vermehrt. Wenn starke Sexualität die Fortpflanzung erhöht, dann werden die sexualstarken Individuen in der menschlichen Gesellschaft zunehmen müssen. Da auf Sexualität und Fortpflanzung ausgelesen wird, sind die Reproduktionsorgane wenigstens in jüngeren Jahren im allgemeinen wohl weniger von Krankheit betroffen als andere Organe. Bei den Tieren, namentlich den höheren Tieren, setzen sich Gene also vornehmlich durch die Steuerung tierischen Verhaltens durch.

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde die unter anderer Terminologie schon bei WEISMANN voll vertretene Auffassung vom Primat der Erbanlagen ausgebaut, auf die Gene angewandt, durch den englischen Evolutionsbiologen RICHARD DAWKINS, Professor in Oxford auf dem Lehrstuhl für "Förderung des öffentlichen Verständnisses der Wissenschaft". Im Herbst **1976** war des damals 35-jährigen DAWKINS' vieldiskutiertes Werk "The Selfish Gene", "**Das egoistische Gen**" erschienen. Bis 2006 war es in 27 Sprachen übersetzt und über eine Million mal verkauft worden. Evolution sollte von den Genen her gesehen werden, denn die Gene stehen im Wettbewerb um ihre Vermehrung und ihre Verbreitung. Die entwickelten Organismen sind die Maschinen, festsitzend oder gar beweglich, die ihre Vermehrung und ihre Verbreitung sichern. Die Selektion der Organismen bringt Selektion unter den Genen. Gene mit den besten Überlebensmaschinen, also den geeignetsten von den Genen her entstandenen Phänotypen, müßten am ehesten überleben. Einmal entstandene erfolgreiche Gene konnten auch eingeordnet in immer neue Genkombinationen und konnten, auch durch Mutationen verändert, hypothetisch ewig überleben. Nur ihre Überlebensmaschinen, die organismischen Individuen, waren sterblich, mehr oder weniger rasch, und ein Eichenbaum konnte jahrhundertlang immer wieder Überlebensmaschinen, Eichenbäume, für die in den Eichenzellkernen vorhandenen Gene hervorbringen, so viele, daß die meisten 'Überlebensmaschinen' an Raumnot starben. Auch "Tiger und Schlangen" sind "DNA-Verdoppelungsmaschinen ... aber schöne, elegante, kompliziert gebaute, aufwendige DNA-Verdoppelungsmaschinen", die Mensch besonders im Falle der Tiger in Naturschutzgebieten vor dem restlosen Aussterben bewahren will (R. DAWKINS 2016, S. 440). Umwelt für jedes einzelne Gen sind vor allem auch die anderen Gen in dem Genom, und dem Genpool, zu dem es gehört. Die von ihm ausgeübten phänotypischen Effekte hängen auch von den anderen, im Genom neben und außer ihm vorhandenen Genen ab (R. DAWKINS 2016 b, S. 650), also ist seine Durchsetzung in der Evolution nicht ohne Hindernisse möglich. Aber: **Jede Brutpflege, jede Vorsorge für Nachkommen**, ist Begünstigung der in einem Individuum vorhandenen Gene, und die Gen-Überlebensmaschine lebendes Individuum ist so ausgestattet, daß sie dies triebhaft erfüllt. Die Blattschneiderameisen

schneiden die Blätter kaum, "um ... jetzt oder später ihren eigenen Appetit auf Grünzeug zu befriedigen", sondern für Kompost für die Pilze der Nachkommen, wenn die blatttragenden Individuen längst gestorben sind (R. DAWKINS 2016 b, S. 306). Glücklicherweise gibt es bei verantwortungsvollen Menschen wohl auch verstandesgelenkt das 'Förster-Prinzip', der **Waldpflanzung und Waldpflege auch für die Nachkommen**, dem die Suche nach schnellwachsenden Hölzern nicht widerspricht, wohl aber mangelnde Bodenpflege mit Billigung von Erosion, Bodenverdichtung und anderem.

Aus der Vielfalt der Bakterien mit ihrem unterschiedlichen Stoffwechsel haben aber wohl nur wenige, über die Symbiose mit Chloroplasten-Bakterien und den der Mitochondrien den Weg zur Eukaryotenzelle und dann den Vielzellern als Gene im Wettbewerb bestimmende Lebewesen beschritten.

Verwandtenbegünstigung

Es wurde zuerst besonders von dem in London wirkenden WILLIAM HAMILTON 1964 (W. WICKLER et al. 1977, S. 95) in einem 2-teiligen Aufsatz im 'Journal of Theoretical Biology' (E. O. WILSON 1999, S. 331) vorgestellt. Dann wurde auch von CHARLES WILLIAMS, JOHN MAYNARD SMITH, ROBERT TRIVERS "in Kosten-Nutzen Rechnungen ermittelt" (I. EIBL-EIBESFELDT 1992; S. 272), wie sich Tiere verhalten müssten, wenn nicht allein die in ihrem Körper befindlichen Gene, sondern auch die in Verwandten vorhandenen, ihnen zu einem Teile gleichen Gene Vorteile in der Vermehrung haben sollen, Für Gene resp. bestimmte Genkombinationen konnte es zu ihrer Durchsetzung geeignet sein, wenn sich die trotz aller 'genetischen Verdünnung' vorhandenen Träger vieler gleichartiger Gene, also **Verwandte**, und zwar nicht nur Eltern und Kinder, sondern auch Geschwister und Onkel und Tanten, 'Seitenlinien', **altruistisch zueinander verhalten**, sich gegenseitig helfen, 'Nepotismus' betreiben. Das geschah natürlich völlig unwillentlich. Und das sollte ausgelesen worden sein. Und sollte das Problem lösen, wie Selbstaufopferung, etwa bei Ameisen, entgegen der Darwinschen Individualauslese konnten ausgelesen werden (E. O. WILSON 1999, S. 332 ff.) . MAYNRD-SMITH nannte das '**kin selection**' (R. DAWKINS 2016 b, S. 176). WRIGHT hatte wichtige mathematische Grundlagen, die Feststellung des 'Verwandtschaftskoeffizienten' geliefert (E: O. WILSON 1999, S. 334). HAMILTON galt als mit der genialste Evolutionsbiologe des 20. Jh., und "Vor Hamiltons Revolution war unsere Welt von einzelnen Lebewesen bevölkert, die engstirnig darauf hinarbeiteten, selbst am Leben zu bleiben und Kinder zu haben. ... Das alles änderte Hamilton ...", ohne aber "den Organismus von seinem Sockel zu stoßen" und die Evolution, die Organismenbildung aus der Sicht des sich vermehren 'wollenden' Gens zu sehen (R.

DAWKINS 2016 b. S. 569).

Um Verwandten zu dienen, mußte ein Tier "Verwandtschaftsbeziehungen feststellen können" (W. WICKLER et al. 1977, S. 142), **seine Verwandten erkennen**. Gesah das? Das altruistische Verhalten hatte sich besonders bei **sozialen Insekten** herausgebildet, wo Gerüche der Verwandtenerkennung dienen konnten. Die haploiden Männchen, die Drohnen, waren den diploiden Schwestern wegen der Gen-Unterschiede wenig wert und wurden bei den Bienen fallengelassen, **Uferschwalben/*Riparia riparia*** brüten an sandigen bis lehmigen Steilufern von Fließgewässern in großer Zahl in nebeneinander angelegten Höhlen. Die Eltern füttern die Jungen in den Höhlen und danach, aber trotz des großen Durcheinanders nur ihre eigenen Jungen, die mit dem ersten Flugversuch einen individuell erkennbaren Ruf ausbilden (BEECHER et al. 1981 so zit. b. E. VOLAND 2009, S. 196). Zu Tausenden bis Millionen leben in Höhlen in Südamerika die Guanaco-Fledermäuse/*Tararida brasiliensis mexicana*. Die Weibchen bringen je ein Jungtier zur Welt. Die Mütter fliegen zum Nahrungssammeln aus. Entgegen früherer Annahme finden die in das Jungfledermaus-Gewimmel mit Nahrung in die Höhle zurückkehrenden Mütter ihnen genetisch verwandte Jungtiere und nur in 17% der Fälle nicht das eigene Kind (McCRACKEN 1984 zit. b. E. VOLAND 2009, S. 198). Das Eltern-Kinder-Erkennen besteht also! In großen Gruppen und Herden lebende Tiere, "in denen Gruppenabgrenzung kaum möglich ist", sollten "kein auf Gen-Selektion gründendes differenziertes Sozialverhalten zeigen" (W. WICKLER et al. 1977, S. 143) und auch das wurde erkannt.

Für die Gen-Durchsetzung wirkendes Verhalten wurde für **Löwen-Rudel** ermittelt seit 1966 in der Serengeti-Steppe durch GEORGE BEALS SCHALLER und B. BERTRAM (W. WICKLER et al. 1977, S. 85 ff.). Der 1933 in einer deutsch-amerikanischen Familie in Berlin geborene SCHALLER (H. W. GREENE 2013, Wikipedia 2016) wanderte 1947 mit Mutter und Bruder in die USA aus. Er nannte sich in einer Autobiographie (H. W. GREENE 2013) einen 'unkultivierten'/'feral' Naturforscher, beschrieben als ein "introverted, difficult child who favored solitude". Schon als Student an der Universität von Wisconsin unternahm er Feldwerk in Alaska. SCHALLERs erstes großes Forschungswerk, seine Dissertation, war die durch ihn erstmals durchgeführte Erforschung der Berggorillas in ihrer Heimat. Er kam auf seinen Traumjob bei der Wildlife Conservation Society, Dann kam die Löwenforschung. Ein in einem Revier von mehreren Kilometern Durchmesser lebendes Löwenrudel besteht aus 3 - 12 geschlechtsreifen Weibchen und 1 - 6 ausgewachsenen Männchen. Heranwachsende jüngere Männchen werden aus ihrem Herkunftsrudel schließlich ausgestoßen. Sie attackieren geschlechtstreif geworden, also nach 5 oder 6 Jahren, ein anderes Rudel. Gelingt ihnen hier unter Vertreibung der verbliebenen Männchen der Einbruch, töten sie die dort befindlichen

Jungtiere. Die Kindermutter wird nun rasch wieder befruchtungsfähig. Die neuen Männchen setzen mit den von ihnen gezeugten folgenden Jungtieren ihre Gene durch. Für 3 Jahrzehnte forschte SCHALLER (H. W. GREENE 2013) dann auf der unwirtlichen Chang Tang Ebene an der Grenze von Tibet und der Autonomen Region der Uiguren und der Quinghai Province. Begleitet auch von chinesischen Kollegen forschte er hier in der, wie genannt "richest remaining megafauna outside of Africa", über die wegen der für teure hochgeschätzte Schals einmal fast ausgerotteten Antilope chiru/*Pantholops hodgsonii*.

Auch für Rauchschnäbel/*Hirundo rustica* wird berichtet (MÖLLER 1988 zit. b. E. VOLAND 2009, S. 136), daß unverpaarte aggressive Männchen fremde Brut zerstören und mit der Mutter in Fortpflanzung treten, ein fast an SHAKESPEARES Hamlet-Tragödie erinnerndes Verhalten.

Sollte es beim Menschen auch instinktiv wegen etlicher Gengleichheiten sein, daß man sich für sein Vaterland opfert, für Menschen, die einem genetisch vielleicht näherstehen und ungern war man Söldner für Fremde? Für Engländer und Deutsche konnte der genetische Unterschied aber kaum sehr groß sein.

Auch "Zufälle" bestimmen und lenken die Evolution - Geschehnisse aus dem Kosmos

Schon bei SCHINDEWOLF und anderen war vermutet worden, daß die kosmische Strahlung in manchen Perioden der Erdgeschichte stärker als heute war und dadurch etliche große Gruppen ausstarben und andererseits überlebensfähige Mutationen entstanden, die Wurzel neuer Entwicklungen waren. Namentlich durch WALTER und LUIS W. ALVAREZ von der University of California in Berkeley wurde die Hypothese entwickelt, daß der Aufprall (impact) eines großen Asteroiden das Massenaussterben an der Kreide-Teritär-Grenze auslöste. Andere Fälle von Massenaussterben, so an der Grenze von Perm und Trias mochten durch ebenfalls einen Asteroiden-Einfall bewirkt worden sein. Die Oberfläche des Erdmondes und mancher anderen Himmelskörper zeigt, wie stark Meteoriten die Oberfläche eines Himmelskörpers mit bestimmten können, wobei der Erdmond ohne Atmosphäre noch stärker betroffen wurde als die Erde, durch deren Atmosphäre jedoch große Meteoriten ebenfalls dringen können. Für die Erdoberfläche wurde die Gestaltung durch Meteoreinschlag lange verkannt. Aber sowohl in Wüsten, zuerst in Arizona, fanden sich eindeutige Einschlagkrater von größeren Meteoriten. Als Ergebnis eines Meteoreinschlages, nicht von kontinentenweiter Wirkung, aber mußte schließlich auch das "Nördlinger Ries", ein flaches und fast kreisrundes Becken mit Ringwallresten inmitten einer viel hügeligeren Landschaft um die alte Reichsstadt

Nördlingen anerkannt werden. Spuren des Meteoriten sollten sich in einer Zunahme bestimmter chemischer Elemente in bestimmten obersten Kreideschichten finden. Ausgestorben sind am Ende der Kreidezeit die Dinosaurier, die Ammoniten, gewisse Dinoflagellaten. Es gab und gibt jedoch auch gewichtige Einwände gegen die Meteoriten-Hypothese. Das Aussterben in gewiß geologisch kurzer Zeit dauerte immerhin noch wenigstens 2 Millionen Jahre, geschah also nicht ruckartig mit dem Aufprall des Meteoriten. Eher sekundäre Folgeereignisse haben das Aussterben bewirkt. Gedacht wurde an die Vergiftung der Meere durch Metalle. Viele Blütenpflanzen, in der Oberkreide erst entstanden, erscheinen auch im Tertiär. Umfangreicheres Aussterben zu anderen geologischen Zeiten hat sicherlich andere Ursachen gehabt und Aussterben muß also nicht nur Folge eines Meteoriteneinfalls sein.

Der US-amerikanische Evolutionsbiologe GOULD schrieb dem oder auch anderen Meteoriteneinfällen entscheidende Auswirkung auf die Evolution zu. Außerirdische Einwirkungen und damit der "Zufall" haben die Entwicklung der Organismenwelt also stark bestimmt. Erst mit dem Verschwinden der "Saurier", so GOULD, wurde der Weg freigeschlagen für den Aufstieg der Säugetiere. Zwar gab es kleine Säugetiere seit der Trias, aber sie konnten sich wegen der Konkurrenz der herrschenden Reptilienformen nicht entfalten. Und die Saurier hätten wohl weiterhin geherrscht, wenn nicht der Meteorit gefallen wäre. Das spräche für eine große Stabilität der im Erdmittelalter vorhandenen Biozönosen. Innere Faktoren, gar Degeneration, hätte allenfalls wenige Gruppen der mesozoischen Tierwelt betroffen und war nach dieser Auffassung keine Allgemeinerscheinung und gar eine allgemeine Ursache des Wandels in der Tierwelt von der Kreidezeit zum Tertiär.

Da die Entstehung der **Menschen** an die Entfaltung der Säugetiere gebunden war, es wäre also auch der Mensch ein **Produkt des "Zufalls"** eines Meteoritenfalls auf die Erde. Wie G. G. SIMPSON 1949 in seinem Buch 'The meaning of evolution' formulierte (zit. aus H. B. WHITTINGTON 1986, S. 534): " 'Man is the result of a purposeless and materialistic process that did not have him in mind'. Yet man has a unique status and 'in man a new form of evolution begins. ...' " Ja, es ging Millionen von Jahren ohne ein solches Wesen wie den Menschen, und wenn er auch unutilgbare Spuren hinterlassen würde, das Leben, die Evolution, würde mit seinem Untergang **ohne** erdweite oder astronomische Katastrophe enden. Wie bei allen Lebewesen hing das Überleben der Menschen ab von ererbtem sozialen Verhalten, wenn auch lange nur in engen Gruppenstrukturen.

Andere Gründe des Massenaussterbens wurden auch weiterhin etwa in der Erwärmung der Meere gesehen (S. M. STANLEY 1984).

Manche Tiergruppen, auffällig die Insekten, verhalten sich auf Grund ihrer In-

stinkte, die festliegen. Es gibt bei den Bienen keine Regierung, keinen Neid, keinen Aufruhr, keine Revolution. Instinktives Verhalten verlangt jedoch eine ziemliche Kontinuität der Situation, da es sich nicht an neue Anforderungen plastisch anpaßt. Plastizität kann gefährlich sein, wenn die Gefahr, aus der gelernt werden muß, zu rasch tödlich ist. Es wurde erfaßt, daß **dreidimensionale Raumerfassung** ein Selektionsvorteil ist, der gleichzeitig höhere Gehirnleistung erfordert.

Besondere Aufmerksamkeit fand auch die **Ko-Evolution** (Coevolution), die Evolution zweier Organismen, auch Organismengruppen, in wechselseitiger Bedingtheit.

Wenn das Verschwinden der Saurier, aus welchen Gründen auch immer, Voraussetzung war, damit die Säugetiere Raum zur Entfaltung hatten, dann war das allerdings das Gegenteil von Co-Evolution.

Von Weltanschaulichem in der Evolutionsbiologie vor allem nach 1950

'Geisteswissenschaftler' gegen die biologische Betrachtung der Menschen und die Antwort des Biologen LORENZ

Wie sollte man das Wesen des Menschen sehen? Der auch Religiösem zugewandte englische Verhaltensforscher WILLIAM HOMAN THORPE (entnommen R. A. HINDE 1987, S. 631) zitierte in einer beachteten Lecture den im 17. Jh. lebenden PASCAL: "It is dangerous to show man how much he resembles the beast without at the time showing him his greatness. It is also dangerous to allow him too clear a vision of his greatness without his baseness."

Der mit vielen Widersprüchen hervorgetretene Nationalökonom WERNER SOM-BART bedauerte 1938 in seinem Buche 'Vom Menschen. Versuch einer geisteswissenschaftlichen Anthropologie' (S. 93) "die verhängnisvolle Tatsache, daß das naturwissenschaftliche Denken Herrschaft über Menschen gewann." Der Mensch falle aus dem Naturganzen heraus. Geist solle unabhängig von Naturforschung betrachtet werden.

Verkannte er: leider ist der Geist im Körper eingezwängt, augenscheinlich abhängig von der 'Vererbung als Schicksal' (PFAHLER), der ach so hoffnungslos abhängige 'Geist', der in der Evolution in biologischen Gesetzen gebildete, der dennoch viel denken konnte. Eine Fehlverteilung eines Chromosoms wie im Falle des Down-Syndroms oder der genbedingte Ausfall eines Stoffwechselschrittes wie bei der Phenylketonurie, kurze Zeit Unterbrechung der Sauerstoff-Zufuhr zum Gehirn oder Anhäufung gewisser zur Demenz führender Eiweiße im Alter - und vom geistigen Zustand des Menschen bleibt nicht viel, Der großartige Menscheng Geist ist vom

Stoffwechsel voll abhängig. Kommen "im Gehirn physiologisch abnorme Bedingungen zustande," "prägt sich das aus "in einer Anomalie der Geistesverfassung" (C. STERN 1968, S. 586) und alle geistige Leistungsfähigkeit ist irgendwie vom gesteuerten Stoffwechsel abhängig. Drogen und Aufputzmittel zeigen das auch überdeutlich.

Dieses Wissen schließt **nicht** aus, daß Kunst oder Diskussion über Moral über Erkenntnisvermögen, daß Geschichtsphilosophie und Politik nun **immerfort an ihre biologischen Voraussetzungen denken** müssen, so wenig, wie im Alltag fortlaufend bewußt an die Atmung oder den Herzschlag gedacht wird.

Über die für den Schulunterricht im nationalsozialistischen Deutschland maßgebenden Leuten wie dem erst hochmaßgebenden und dann auch in vielem abgehalfterten KRIECK (Wikipedia 2015) und dem überall so etwas wie Religion fordernden SCHARRELMANN (Wikipedia 2015) erfuhr LORENZ, daß sie der Naturforschung und namentlich der Abstammungslehre ablehnend gegenüberstehen "und neben einem unlogischem Abbiegen der Diskussion ins Mystische findet sich stets die persönlich Diffamierung des Gegner" (K. LORENZ 1940, S. 24). LORENZ trat für die Naturforschung ein, gegen die "uralte Denkgewohnheit der Menschheit, "der Gegenüberstellung der Gegensätze" (S. 25) "real" und "ideal". LORENZ formulierte dann jene oft zitierte Auffassung (S. 26): "Unsere Ehrfurcht vor der wahren Größe der Natur nimmuns jede Furcht, durch ihre Entschleierung in eine enttäuschende Ernüchterung zu erfahren, keine der Mythen, die je von Menschen um sie gewoben wurden, war je auch nur annähernd so erhaben, wie die Natur selbst wirklich ist. Ein Bedürfnis nach außernatürlichen Ursachen kann nur der haben, der für die wahre Wesenheit des wirklich Seienden blind ist. ... noch nie hat die Natur als ein entlarvter Gaukler dagestanden, der seinen Ruf des Zaubernkönnens verloren hat, sondern immer noch hat die Aufdeckung der ausnahmslosen Ursächlichkeit ihres Geschehens Tatsachen ans Licht gebracht, von deren ehrfurchtsgebietender Großartigkeit sich die vorherige mystische Deutung nicht einmal eine blasse Vorstellung machen konnte" (Hervorhebungen im Original). Auch für den Menschen gilt die Naturgesetzlichkeit. Als "Materialist" will LORENZ aber nicht bezeichnet werden (S. 34). Als Evolutionsbiologe konsequent sieht LORENZ die **Rassen nicht** als **unveränderlich**, schreibt LORENZ (1940, S. 30) in ausdrücklicher Kursivschrift: "Daher weisen wir in der Fiktion der Unveränderlichkeit der Rasse eine schwere Gefahr. Sie muß zum rassepolitischen Fatalismus führen." Man müsse "in höchstem Maße beunruhigt sein", wenn man die andere Rassenvorstellung von einem Manne hört, der als Autorität in unserer Schule gilt. Aber dann meinte LORENZ (S. 31) auch, daß Nationalsozialismus und Abstammungslehre zusammengehören, daß im katholisch beherrschten Österreich "Biologe, Darwinist und Nationalsozialist" als gefährlich galten (S. 30), daß gerade

unsere Rasse noch eine großartige Höherentwicklung möglich sei. "Unsere Weltanschauung" lasse "Tatsachen sprechen", und erkenne die Gleichheit aller Menschen als unhaltbaren "Traum" (S. 31). Immerhin war noch keine Rede von den "Sieben Todsünden der Menschheit", ihrem drohenden Untergang..

Tief in die Weltanschauung: Zweckmäßigkeit des Verhaltens, angeborenes Verhalten - Ergebnis der Selektion auch beim Menschen

LORENZ, EIBL-EIBESFELDT begründeten auch für das **Verhalten der Menschen**, daß es in der Evolution im Zuge von Variabilität und Auslese entstand. Das normale menschliche Verhalten - als ein **Ergebnis der Evolution** im Menschen'stamm', manchen suspekt und anderen eine Erleuchtung. In der **Steinzeit und Bronzezeit nötige Verhaltensweisen**, wie Abwehr anderer Stämme, hohe Fortpflanzungsrate und Denkstrukturen wie Autoritätengläubigkeit im Interesse der Stammeseinheit, sollten sich auf Grund der Langsamkeit der Evolution, dem Beibehalten von Ererbten, bis in die moderne Zeit erhalten haben, auch wenn sie nun schädlich sind. Bis zum Beginn der Neuzeit, ja der wissenschafts- und industrie-geprägten 'Neuesten Zeit' waren die steinzeitlich geprägten Verhaltensweisen noch angebracht. Die christliche Religion hat sie nur teilweise und unzureichend geändert, selbst viel von dem alten Verhalten bewahrt. Sozialutopisten und überhaupt 'Linke' traten gegen die evolutionäre Verhaltensforschung der LORENZ und EIBL-EIBESFELDT in teilweise wüster Weise auf (I. EIBL-EIBESFELDT 1992), In manchem wurde durch die **Humanethologie** ausgebaut, was am Anfang des 20. Jh. etwa FOREL oder METSCHNIKOFF schon ziemlich klar war. Und immer wieder wurde zur Erklärung menschlichen Verhaltens **auch das Verhalten der Menschenaffen** untersucht und hier ein stammesgeschichtliches Vorfeld gesehen. Gerade LORENZ hätte hinter manche seiner Ausführungen aber ein Fragezeichen setzen sollen, als Zeichen für noch unausgegrenzte Gedanken, an denen widerlegend eingehakt werden konnte. Erfahrungen aus der Kindheit und solche im späteren Leben sollten nach einem 'Psychogramm' seines von 1966 bis 1973 bei LORENZ tätigen Assistenten und späterem Psychologie-Professor in Zürich NORBERT BISCHOF (1993) in die Feder geflossen sein, oft behaftet von Vorurteilen und unausgegrenzter als seine rein biologischen Forschungen. Selten wurde ein weltweit bekannter Wissenschaftler wohl so durchleuchtet KONRAD LORENZ (u. a. Wikipedia 2016) war am 7. November 1903 geboren worden als zweiter Sohn des fast 50-jährigen weltbekannten Orthopäden ADOLF LORENZ und einer 41-jährigen Mutter. In der elterlichen Villa hoch über der Donau wuchs der Knabe KONRAD LORENZ auf. Hier konnte er sich auch mit Tieren umgeben. Der Vater

erzwang, daß auch der Sohn KONRAD Medizin studierte. Das geschah kurz an der Columbia University in New York, dann 1923 - 1928 in Wien. Als Assistent am Anatomischen Institut von FERDINAND HOCHSTETTER in Wien durfte er nebenbei seinen ethologischen Forschungen nachgehen. Als dessen Nachfolger das untersagte, wurde KONRAD LORENZ Privatgelehrter mit Sitz in der väterlichen Villa. Seine Gattin MARGARETHE geb. GERHARDT war ihm eine seit dem Alter von 3 Jahren bekannte Jugendfreundin, die nun als Ärztin ihren Mann finanziell absichern konnte. 1933 promovierte nach der Promotion als Mediziner auch in Zoologie. Ein Forschungsantrag bei der Notgemeinschaft war zuerst abgelehnt worden, wobei die Rassenzugehörigkeit zunächst in Zweifel stand und LORENZ also klar wurde, wie man sein mußte, um mit dem seit 1938 auch in Österreich herrschenden Regime klar zu kommen. Wissenschaftliche bekannt geworden wurde LORENZ am 31. August 1940 Professor am Lehrstuhl für Psychologie der Universität Königsberg. LORENZ war politisch in einer Zeit 'geprägt' worden, von der zu Recht viele später nichts mehr wissen wollten und hat sich in manchen Äußerungen dem wohl nicht nur nach außen hin angepaßt und sich an rassekundlichen Studien im Warthegau beteiligt. Einige Äußerungen in einem Beitrag von 1940 sollte man in seinem größeren Zusammenhang, der Verteidigung des Evolutionstheorie, lesen. 1940 bestand immer noch der HITLER-STALIN-Pakt und wurde von vielen eine neue Weltordnung ausgemacht. 1948 aus der Kriegsgefangenschaft in der Sowjetunion zurückgekehrt, wurde LORENZ die Professur in Graz nicht zugestanden, aber er konnte dann arbeiten an der von der Max-Planck-Gesellschaft in Buldern in Westfalen eingerichteten Forschungsstelle für Vergleichende Verhaltensforschung. Das ließ LORENZ in Deutschland bleiben anstatt Angeboten aus Oxford zu folgen, was seine internationale Anerkennung sehen läßt. 1955 richtete die Max-Planck-Gesellschaft das Institut für Verhaltensforschung in Seewiesen in Oberbayern ein, wo LORENZ nach dem Tode der ersten dortigen Direktors HOLST 1961 - 1973 Direktor war. Als Emeritus und Teil-Nobelpreisträger 1973 wieder in Österreich stritt er für Naturschutz, so erfolgreich für die Donauaue östlich von Wien. 2015 erkannte die Universität Salzburg LORENZ die ihm 1983 verliehene, seine elfte Ehrendoktorwürde ab, nicht einstimmig. Sollen von nun an die LORENZ-Schriften nicht mehr gelesen werden? Grundsätzlich sollte wohl alles kritisch gelesen werden, ob LORENZ, DARWIN, HAECKEL, Bibel oder Koran! Manche der Ansichten von LORENZ wurden zurückgewiesen von seinem Schüler und Nachfolger in dem dann aufgegebenen Institut in Seewiesen, durch WOLFGANG WICKLER.

Was hatte LORENZ so gefunden? Dem **Menschen angeborene Signalreize** waren das zu Pflegehandlungen animierende '**Kindchen-Schema**', großer Kopf und schwacher Körper, das dem Baby und Kind die zum Überleben nötige Pflege sicherte. Bei der **Gattenwahl**, dem "Sich-Verlieben", gibt es instinktmäßige Reak-

tion auch bei "hochstehenden und auch sonst mit guter Fähigkeit zur Selbstkritik begabten Menschen" (K. LORENZ 1937, S. 312) Eine Verhaltensweise wie **Suche nach Sicherheit** in Schwärmen und Gemeinschaften und Körperkontakten ginge weit in die evolutionäre Vergangenheit zurück und gelten auch beim Menschen, vor allem auch beim Menschenkind, das sich notfalls an einen wolligen Teddy klammert (I. EIBL-EIBESFELDT 1970/1976 b). Angeboren war für LORENZ die **Neigung zu Traditionen**. Trotzdem sie angeboren sein sollten, fürchtete LORENZ ihren Verlust. Hierzu wurde er kritisiert von D. CAMPBELL (s. LORENZ/EVANS 1977, S. 91), der zu LORENZ schrieb von "dem ältlichen Nörgler, der automatisch jede Abweichung von einer sentimental idealisierten Version der Vergangenheit verdammt", beispielsweise die an Dörfer gebundene traditionelle, nur im vergleichenden Blick auf ein weites Land variantenreiche Kleidung liebt. Aber, schrieb CAMPBELL, der einzelne Dörfler war doch an seine Dorftradition gebunden, während "der moderne Stadtbewohner" sich doch individuell heterogen kleiden kann, also viel mehr Freiheit genießt. LORENZ protestierte "zu viel und zu automatisch gegen alle Aspekte der Modernität und idealisiert ... zu viel wilde und archaische ländliche Lebensformen, die nicht mehr bestehenden ökologischen Nischen angepaßt sind," LORENZ "expliziert aber nicht, für welche soziale Ordnung er an Stelle jener, die er verdammt, eintritt." Auch bei der Beschreibung der angeborenen Verhaltensweisen bei Tieren konnte man (ZIRNSTEIN) stutzig werden, daß LORENZ deren Entstehung offensichtlich in eine sehr ferne Vergangenheit verlegte und nicht von weitergehendem mutativen Wandel sprach. Auch CAMPBELL sah, daß zu viel Veränderung, auch an Mutation in der Natur, "Entwicklungsanpassung unmöglich macht" (LORENZ/EVANS 1977, S. 90). Der von CAMPBELL weiterhin verehrte LORENZ antwortete dann aber (S. 111) u. a. mit "Entwicklung und Geschichte sind Einweg-Prozesse, es gibt keinen stationären Zustand, der als ideal betrachtet werden kann", war also nun wieder der Evolutionsbiologe.

LORENZ postulierte, 1963, ausgebaut 1970 (a. I. EIBL-EIBESFELDT 1975, S. 11) im **aggressiven Verhalten** ein der Arterhaltung dienendes ererbtes Merkmal, das für die Durchsetzung der Stärksten diene, oft aber auch nur 'Komentkämpfe', 'Imponiergehabe' darstellt. Und das sollte auch für den Menschen gelten, ein ererbtes Dominanzstreben und eine davon ausgehende **innerartliche Aggression**. So bildet sich bei Affen, auch Menschenaffen, eine "soziale Rangordnung" (I. EIBL-EIBESFELDT 1975, S. 76), die dem geeignetsten Männchen die führende, die Alpha-Stellung bringt und die Gruppe am besten sichert. Das jeweils ranghöchste Tier mußte keineswegs das aggressivste sein und unter Menschen-Kindern (I. EIBL-EIBESFELDT 1976, S. 15) erwiesen sich nicht "etwa die aggressivsten" als "die ranghöchsten ..., sondern jene, die sich als gute Organisatoren erweisen, die gute Führungseigenschaften haben, Streitigkeiten schlichten etc."

Der nicht-kastrierte Hundemann, die Rüde, reagiert zum Ärger vieler Hundehalter auf andere männliche Hunde mit aggressivem Verhalten, auch an der Leine. Raubtiere namentlich reagieren nach Rankämpfen auf **Demutsgebärden des Unterlegenen** und lassen ihn am Leben, eine ausgelesene Eigenschaft, welche der Gefahr der Ausrottung dieser beißstarken Tiere entgegenwirkt (K. LORENZ 1955/1978), da auch als einmal Unterlegene sich noch fortpflanzen können. Viele Fische, wenn auch nicht alle, fressen allerdings auch ihre eigenen Jungen. Und wie W. WICKLER (1981, S. 80/81) betonte, wird bei vielen Adler-Arten von den 2 im allgemeinen geborenen Jungen das jüngere von seinem Geschwister getötet, ohne Eingreifen der Elternvögel. Im Unterschied zu Tieren wie dem Wolf würden Menschen bei harten Kämpfen nicht auf Demutsgesten des Besiegten eingehen, was bei den Fernwaffen ohnehin nicht möglich ist. Das wäre die Gefahr für den Menschen. Aber LORENZ meinte auch, daß das Durchschauen dieser Dinge erlaube, sie **nicht** als **unabwendbar** zu betrachten, jedenfalls Aggressivität nicht in volle Vernichtung des Gegners ausschlagen zu lassen. So hatte auch HUXLEY ja einst gemeint, daß man nicht die Evolution der Natur nachahmen müsse. Man (ZIRNSTEIN) kann ergänzen: Irgendwie gibt es, im allgemeinen unblutig, öfters aber psychisch belastend, ein Dominanzstreben in fast jedem Arbeitskollektiv oder -team in jedem Büro, in jeder Lehrerschaft und besonders auch an Hochschulen. Erfreulich, wenn sich dabei zwei gleichartige Gruppen bilden und so nicht einzelne Individuen 'gemobbt' untergehen. Es würde so (I. EIBL-EIBESFELDT 1975, S. 113) in einer Gruppe eine '**Rangordnung**' hergestellt, in die der einzelne sich meistens einfügt. Dominanz (I. EIBL-EIBESFELDT 1975, S. 109) aber würde auch angemeldet durch Symbole, Status-Symbole wie Schmuck, Kleidung, besonders hervorstechende Automobile, eine Untergebenen nicht erlaubte Büroausstattung. Man (ZIRNSTEIN) kann ergänzen: Manche geben unverhältnismäßig viel Geld dafür aus. Für eine ungeheuer teure Uhr, die auch nur die Zeit wie eine Billiguhr anzeigt. Luxus schafft Arbeit - dank in der Evolution aufgekommener Eigenschaften, welche von nüchtern-praktisch eingestellten Menschen oft nur verachtet werden. Kleiderordnungen gibt es zum Ärger mancher glücklicherweise nicht mehr. "Neid" (I. EIBL-EIBESFELDT 1975, S. 105) "wirkt ... (SCHOECK 1966) den Äußerlichkeiten des Imponierens entgegen." Das "Rangstreben der Rangniedereren" bewirkt, "daß die Rangordnung dynamisch bleibt" (S. 105). Revolutionen und Kulturrevolutionen haben bisher nie eine als Revolutionsziel verkündete 'Gleichheit' lange durchgehalten und eine neue Elitenbildung verhindert, wie als Soziologe und Historiker VILFREDO PARETO (C. BAUER 1965) hervorhob. Wie EIBL-EIBESFELDT ergänzte, wird aggressives Verhalten oft getätigt, um den sozialen Handlungsspielraum auszutasten, würden schon Kinder versuchen, in '**explorativer Aggression**' (1975, S. 106), die Schwächen des anderen herauszufinden. Das sollte der Erzieher wissen. und andererseits kann Erziehung "Kampflust und Wild-

heit" durchaus steigern (S. 140). Ist es die evolutionär-genetische Aggressivität, wenn es nach mancher Schilderung in bayerischen Wirtshäusern immer wieder zu ziemlich grundlosen Schlägereien mit geworfenen Bänken und Tischen kommt und wenn Fußball-Fans Böller werfen und Bänke zertrümmern? Aber vielleicht ist ein solcher Gewaltausfluß jendem als Bombenflieger oder mit aufgepflanztem Bajonett vorzuziehen? Das Gebrülle und der Siegestaumel von Zuschauern bei Fußball und anderen Sportveranstaltungen erscheinen durchaus auch als primitiv aggressiv, aber selbst Politiker sind sich für lächerliche Bilder dieser Art nicht zu schade. Wohl gut, daß es nicht nur Theater gibt, sondern auch Film, der in Kriegsdokumentarfilmen und Spielfilmen wie auch in 'Krimis' Aggressivität ableitet und auch zum Nachdenken über die Sinnlosigkeit vieler Gewalt zwingt. Beruhigende Katharsis nach Gewaltfilmen kann mit der Zeit auch aufgehoben ins Gegenteil umschlagen (EIBL-EIBESFELDT 1975, S. 138). Daß die Aggressions-Auffassung von LORENZ bald viel debattiert und von Ethologen auch experimentell untersucht wurde verweist auf die Wellen, die hier geschlagen wurden.

Im Englischen erschien das Buch über die Aggressivität von LORENZ 1966. THORPE (1974, S. 250) hat der Theorie vom Angeborensein einer allgemein verbreiteten Aggressivität, 'dem Appetit auf Kampf' (W. WICKLER) ebensowenig zugestimmt wie der LORENZ-Schüler WOLFGANG WICKLER (1981, S. 92).. Aggressives Verhalten, wenn vorhanden, wäre sehr art-verschieden. Gorilla-Gruppen lebten miteinander friedlich. Beim Buntbarsch war ererbte Aggressivität angenommen worden und ließ sich dann doch nicht bestätigen (W. WICKLER et al. 1977, S. 299). Bei Zootieren erscheine Aggressivität beim Zusammenpferchen auch bei Arten, bei denen es in der Natur nicht kennzeichnend wäre. 'Territorien' von Vögeln wären "elastisch", nicht so scharf abgegrenzt wie manchmal behauptet wurde. Säugetiere hätten keine Territorien, sondern immer wieder aufgesuchte einzelne Plätze in einem größeren Raum, etwa Stellen zum Trinken. Beim Menschen wären eher Bevölkerungsdichte und nicht einmal Nahrungsmangel Auslöser für Aggression. Eine so eng bewohnte Stadt wie Hong Kong zeichne sich aber nicht durch hohe Gewaltbereitschaft aus (THORPE 1974, S. 265). Wohl aber gäbe es, so schrieb jedenfalls THORPE (S. 264), einige Ethnien Afrikas, die ohne Nahrungs- und Raummangel sich bekriegten. Und in Europa habe die bewußte Herausstellung von Kriegsruhm Menschen zum Krieg geführt, regelrecht hypnotisiert (S. 265). Kindern von 5 Jahren sähen im Film Mord, aber Liebesszenen, jedenfalls bis vor einiger Zeit, durften erst mit 18 Jahren gesehen werden (S. 267). THORPEs Schlußfolgerung war jedenfalls 1974 (S. 252): "Above all we must avoid the cardinal error of assuming that in the higher animals and in man group aggressiveness is the necessary and inevitable result of hereditary constitution." (Hervorhebung THORPE). Aber bei weiterer Überbevölkerung wäre Anwachsen von Gewalt nicht auszuschließen (S. 266). EIBL-EIBESFELDT bemerkte (1992, S. 240)

andererseits, daß "viele Kritiker bewußt Passagen in Lorenz' Werk unterschlagen ..., " haben, "um ein verzerrtes Bild seiner Ansichten zu präsentieren" und ebenso erging es ergänzenden Ansichten von EIBL-EIBESFELDT. Man beschuldigte LORENZ, "aggressives Verhalten als natürlich entschuldigen zu wollen" und damit jenen zu dienen, welche "die prinzipielle Unveränderlichkeit der Gesellschaft predigen" (I. EIBL-EIBESFELDT 1992, S. 12), welche den Menschen "weitgehend aus der Selbstverantwortung entlassen" (S. 197). Der Mensch habe hohe Fähigkeit zu lernen, Die Anhänger der Milieu-Theorie meinten, auch gegen LORENZ, daß menschliche Aggression **nur** ein Ergebnis menschlicher Bedingungen sei, daß angeboren nur die Disposition der Orientierung nach einem sozialen Vorbild ist und Aggressivität kommt, wenn jemand lernt, daß sie für ihn erfolgreich ist (I. EIBL-EIBESFELDT 1975, S. 95) oder auch, nur aus unbefriedigtem Geschlechtstrieb stammt (S. 136). Die ererbten Ursachen der Aggressivität zu durchschauen sollte aber nach LORENZ beitragen, sie vielleicht abzublocken. Aus der Evolution stamme auch, daß **tradierte Verhaltensformen** dem Menschen **Sicherheit geben** - und die Tradition bekämpfende "Gehirnwäsche" den Opfern diese Sicherheit raubt (1973, S. 269). LORENZ sah das Problem, daß einst die Menschen oder wenigstens viele in ihrer **Moral** durch die Drohung mit Gott und Hölle zu einem einigermaßen sozial verträglichen Verhalten geführt worden wären. Mit der auch durch die Abstammungslehre erfolgten Abkehr von der Religion schien die Gefahr einer Verwilderung in den zwischenmenschlichen Beziehungen zu kommen. Moralfragen wie sie in Königsberg im 18. Jh. auch KANT gestellt hatte. LORENZ setzte auf das in der Evolution ausgelesene, ererbte soziale Verhalten der Menschen ihren Mitmenschen gegenüber. LORENZ sah dieses ererbte Verhalten in Gefahr, so wie vieles von der von ihm geschätzten Tradition. Die Festigung alter Doktrinen und Hypothesen habe auch eine gewisse Notwendigkeit, aber eben auch Gefahren. In der Technikgeschichte zeige das lange Festhalten an der Kutschenform bei den Eisenbahnwaggons in Europa mit den einzelnen Coupes wie man sich an Traditionen hielt, während in Nordamerika der Durchgangswagen 30 Jahre früher kam (S. 308). Sich, ererbt, apriori, **ans Gewohnte zu halten**, zu "binden", sah LORENZ 1941 (auch 1977, S. 184) bei der Wildgans wie beim 'primitiven Menschen', letzteres nicht im Sinne von Rasse gemeint. Denn "... für einen Organismus, der über einen räumlich-zeitlich-kausalen Überblick über eine bestimmte Situation nicht verfügt, wird es allemal rätlich sein, an dem als ungefährlich und erfolgreich erprobten Verhalten starr festzuhalten" (1941/ hier 1977, S. 184). Das schien am ehesten zum Überleben zu führen. Selbst an alten Aberglauben wurde sich gehalten. Aber die Situation wurde ganz anders mit Bombern und Panzern statt Reiterkriegern! Ererbt und damit apriori wäre die **Disposition zur Bildung bedingter Reflexe**, die "Verbindung einer Erfahrung mit dem regelmäßig auf die folgenden post hoc", was nichts mit kausalem Denken zu tun hätte (K. LORENZ 1941/1977, S. 185), da

das nicht ursächlich gesehen werden mußte. Ein Glockensignal war nicht der Faktor, die 'Ursache', für das Servieren von Nahrung. Und wie EIBL-EIBESFELDT (1976, S. 15) sagte, es war eben auch nicht die Meinung von LORENZ, daß der Mensch "ausschließlich instinktgesteuert" sei.

Immerhin konnte der am 27. Februar 1989 86-jährig gestorbene LORENZ in Deutschland abgesehen wohl von ein paar Farbbeuteln ungefährdet forschen, publizieren und vielerorts auch reden, 1989!

Ergänzend zu LORENZ' Aggressionsvorstellung wurde von anderen (LAGERSPETZ 1974 zit. bei I. EIBL-EIBESFELDT 1975, S. 74) festgestellt, daß für mehr friedliches oder stark aggressives Verhalten jedenfalls bei Hausmäusen Erbanlagen zuständig sind. Jedenfalls ließen sich bei Hausmäusen friedliche und aggressive Stämme züchten. Junge, die Müttern eines anderen Stammes unterschoben wurden, verhielten sich ihrer genetischen Herkunft nach, also Junge aus einem aggressiven Stamm von Müttern eines friedlichen Stammes aufgezogen, verhielten sich aggressiv. Im 21. Jh. spricht man von einem bei Menschen-Männern die Aggressivität fördernden MAOA-Gen (A. VONDERACH, Internet 2015). Wenn man (ZIRNSTEIN) an die endlosen und vielfach sinnlosen 'Heldenkämpfe' gerade auch der nordische Völker denkt, dann kann man wohl froh sein, daß all die 'Recken' sich wohl in großem Maße ausgelöscht haben und ein weitaus friedlicher gesinnter 'Rest' verblieb. Wen lüstert es heute noch, grundlos nach blutigen Ritterkämpfen auszufahren? Fußball etwa bietet in weitaus mehr geregelter Weise Ersatz, aber auch manchen 'Fans' Gelegenheit, sich sinnlos aggressiv auszutoben.

Der auch mit LORENZ bekannte US-amerikanische Biologe EDWARD O. WILSON gründete eine neue Wissenschaftsdisziplin, die mit LORENZ' Bestrebungen in Einklang stehende **Soziobiologie** (s. a. N. WADE 1976). Hierzu veröffentlichte WILSON 1975 das Werk "Sociobiology: The New Synthesis". Kritiker sahen darin eher Wiederholung von Gedanken von LORENZ und so alten Wein in einem neuen Schlauche. Als Soziobiologe suchte E. O. WILSON die **Einzelheiten des menschlichen Verhaltens in der Gesellschaft als für die Evolution nützlich und damit durch Selektion entstanden** zu erklären. Er wollte also die "biological basis of sociality" feststellen, "social behavior" als "genetically determined" beschreiben (N. J. MACKINTOSH 1979, S. 735), wobei sich seine Ansichten oft mit den von EIBL-EIBESFELDT herasugearbeiteten decken. WILSON (1999, S. 349) meinte: "Obgleich der Mensch sich frei entscheiden und viele Richtungen einschlagen kann sind die Kanäle seiner psychischen Entwicklung - wie sehr wir uns auch wünschten, es wäre anders - doch durch die Gene in gewissen Richtungen tiefer ausgehoben als in anderen." Zu **dieser 'erbten 'Natur des Menschen'** sollten gehören: "die Arbeitsteilung zwischen den Geschlechtern, affektive Bindung zwischen Eltern und Kindern, erhöhter Altruismus gegenüber den nächsten

Verwandten. Inzesthemmung", also allgemeinen Abneigung gegen Sexualität unter Geschwistern, "sonstige Formen ethischen Verhaltens, Mißtrauen gegenüber Fremden, Tribalismus, Dominanzhierchien in Gruppen, allgemeine männliche Dominanz und territoriale Aggression zur Sicherung begrenzter Ressourcen." Das sollte im Großen und Ganzen auf alle Ethnien zutreffen. Altruismus besonders gegenüber Verwandten oder Angehörigen des eigenen Volkes oder der eigenen Rasse verbessere die Überlebensbedingungen von Genen, die man wenigstens zu einem gewissen Teil selbst besitzt. Sexualität oder besser Erotik dient nicht nur der Fortpflanzung, sondern binde verschiedengeschlechtliche Wesen aneinander im Interesse der Nachkommen-Aufzucht. Monogamie vor allem der Frau bedeute beim Menschen einen Selektionsvorteil. Fremdgehen des Mannes verbreite aber seine Gene weiter. Fähigkeit der Individuen zur Konformität, selbst wenn es sich um zweifelhafte, ja politisch-verbrecherische Ansichten handelt, stärkten eine Gemeinschaft, ob politisch oder religiös. Auch Religion sei biologisch erklärbar. Selbsterkenntnis sollte das in Frage stellen können. Jedenfalls meinte E. O. WILSON (o. J., S. 188): "Falls es gelingt, die Religion einschließlich der dogmatischen weltlichen Ideologien systematisch zu analysieren und als ein Produkt der Evolution des Gehirns zu erklären, wird ihre Macht als eine äußere Quelle der Moral für immer gebrochen sein, ..." Das war zwar 'Materialismus' in Reinkultur, jedoch die Marxisten-Leninisten lehnten die Soziobiologie ab, wohl weil sie ihre Ziele damit allzu nüchtern betrachtet und bloßgestellt sahen. Es ist natürlich auch zweifelhaft, ob die Einsicht allein ausreicht, sich von Trieben zu befreien. Auch der "Westen", Studenten etwa in den USA, lehnten die Soziobiologie ab. Genetische Prädetermination sollte zu politischen Aussagen mit Nachteilen für zahlreiche Menschen führen. So hatte WILSON zurückgebliebene Kulturen ebenso wie etwa die männliche Dominanz über Frauen beim Menschen als biologisch begründet erklärt. Er tat das aber keineswegs als erster, nur eben mit besserer Kenntnis der Genetik. Der Mensch war wie im Calvinismus prädeterminiert, zu Höchstem oder zum Verfall. Solange man über seine Gene nicht genau bescheid wußte, konnte man sich aber zu den Auserwählten zählen. Die Gegner, die 'meisten Gesellschaftstheoretiker (E. O. WILSON 1999, S. 351) sahen "die menschliche Natur ausschließlich von Erfahrungen geformt", also von der Umwelt. Sie warfen WILSON (1999, S. 352 vor: "Wenn die menschliche Natur im Erbgut verankert sie, dann ... seien bestimmte Formen des Sozialverhaltens wahrscheinlich kaum zu verändern oder zumindestens könnten die herrschenden Eliten sie als schwer veränderbar erklären." Gegen ihn (E. O: WILSON 1999, S. 355) standen unter führenden Biologen der USA, wie WILSON am 'Museum of Comparative Zoology' tätig, GOULD und LEWONTIN. In einem am 13. November 1975 in der 'New York Review of Books' erschienenem Brief erklärte die gegnerische Sociobiological Study Group etwa, daß der Soziobiologie die Grundlagen fehlten, sie politisch gefährlich sei und sie diene der Herrschaftsfestigung von

Eliten. WILSON wurde von anderen angegriffen als "Rassist oder Sexist", es wurde durch seine Gegner teilweise sogar seine Familie bedroht.

IRENÄUS EIBL-EIBESFELDT (1992) suchte durch auch mehrfachen Besuch **bei Völkern auf anderer ökonomischer Stufe** als jener der entwickelten Staaten allen Menschen gemeinsames ererbtes Verhalten zu finden, weit über LORENZ" aus dem Alltag und dem Zeitgeschehen abgeleitete Ansichten hinaus. Die besuchten Ethnien waren die neben der Jäger- und Pflanzertätigkeit mit Pflanzungen beginnenden Yanomami in Südamerika, die als neolithische Pflanzler zu sehenden Eipo in West-Neuguinea und die als Jäger und Sammler sich ernährenden Buschleute der zentralen Kalahari, EIBL-EIBESFELDTs (1975, S. 230) Ergebnis war: "Tatsächlich sind wir Menschen uns über die kulturelle Aufsplitterung hinweg in unserem Repertoire angeborener Verhaltensweisen bis in die Einzelheiten gleich geblieben. Wir repräsentieren verhaltensbiologisch eine Art ..." EIBL-EIBESFELDT fand, daß **bestimmte Gesten** wie die offene Hand oder bestimmte Mimik wie das Lächeln bei wohl allen Menschen als **überall verstehbare Signale für Frieden** gelten. Der Mensch wäre prinzipiell ein Kulturwesen, wenn auch mit vielem aus der Stein- und Bronzezeit überkommenen Verhalten. Selbst kleine Kinder entwickelten aber im Spiel Regeln, an die sich alle Teilnehmer zu hätten, und "Regeln vermitteln ihnen Sicherheit und Ordnung (Eibl-Eibesfeldt 1973)" I. EIBL-EIBESFELDT 1975, S. 14), und das wäre für eine Menschengemeinschaft positiv. EIBL-EIBESFELDT sah aber auch eine nach seiner Meinung für alle Ethnien geltende **Xenophobie**, ein Mißtrauen, ja eine Abwehr gegenüber Fremden, eine in der Evolution herasugebildete, den Ethnien das Überleben sichernde Schutzmaßnahme. Dazu kam die **Territorialität** der Ethnien. Die 'aggressionslose Urgesellschaft' erschien als "Mythos" (I. EIBL-EIBESFELDT 1975, S. 149 ff.). EIBL-EIBESFELDT (1976; S. 19) fragte: "Wie sich überhaupt die These von den "friedfertigen" Jägern und Sammlern entwickeln konnte, ist mir einfach ein Rätsel" und die Mordrate unter den Buschleuten übertreffe die in den USA. Andererseits hatten Jäger und Sammler viel Freizeit, waren am Tage "viele Stunden damit befaßt, freundliche Kontakte zu pflegen", ihre Kinder zu betreuen. Die Ansicht von der nicht vorhandenen generellen Friedfertigkeit der Menschen etwa auf dem Jäger- und Sammler-Status und auch danach brachte EIBL-EIBESFELDT große Feindschaft ein. EIBL-EIBESFELDT sprach und schrieb dagegen, daß "Wir" - wer 'wir'? - "wollen die Zügel, die uns die Natur in Form unseres stammesgeschichtlichen Erbes anlegt, nicht wahrhaben." Und, so veurteilenswert es ist: "Die Geschichte der Menschheit ist bis heute die Geschichte der erfolgreichen Eroberer" (S. 217). Aber alles oder vieles wieder verlieren konnte man auch!

Das **Erkenntnisvermögen**, die "Begreif"-Fähigkeit des Menschen, wurde nunmehr als Ergebnis der von der Selektion bestimmten Evolution betrachtet, aus-

gelesen als vorteilhaft im Kampf ums Dasein. Auch sein Intellekt, die herausragende Fähigkeit des Menschen, war entstanden wie die anderen Merkmale. Man sprach von der **”evolutionären Erkenntnistheorie”**, begründet vor allem durch K. LORENZ, RUPERT RIEDL von biologischer Seite und etwa von GERHARD VOLLMER von der Philosophie her. Im späten 19. Jh. sprach DU BOIS REYMOND vom ’Igmoramus’ für viele Dinge. Wie W. WICKLER (1959) herausfand hat der Paläobotaniker W. POTONIE’ schon 1913 (zit. bei W. WICKLER 1959, S. 509) gemeint: ”Die sämtlichen logischen Denkformen sind ebenso im Kampfe ums Dasein entstanden wie die Formen der organischen Wesen.” Nicht zum Erkennen des ”Unendlichen”, allein zum Überleben auf der Erdoberfläche, war der Geist da, der nicht ”vom Himmel fiel”. Die Erkenntnis konnte sich auf die zum Überleben notwendigen Bereiche der Wirklichkeit beschränken. Wie STEVEN WEINBERG bemerkte (Zitat aus E. O. WILSON o. J., S. 10), ist ”die physikalische Realität selbst für Physiker deshalb so geheimnisvoll, weil es äußerst unwahrscheinlich ist, daß sie geschaffen wurde, um vom menschlichen Geist begriffen zu werden.” Im ”Geiste” liegen zweckäßige ”Kategorien”, Prinzipien zur Einordnung der Sinnesempfindungen, die das Erkennen erleichtern und ebenso Ergebnis der Evolution sind. Die Herausbildung der von KANT postulierten **a priori-Kategorien** findet somit eine Erklärung durch die Evolution, und in dieser versuchten wesentlichen Vertiefung der KANTschen apriori-Auffassung kam LORENZ nicht unberechtigt an KANTs Universität Königsberg, 1940 als Professor der Vergleichenden Physiologie. Umstritten in seiner Moral ist der folgende Dienst von LORENZ als Kriegspsychiater.

KONRAD LORENZ sah im Gehirn nicht nur den ’Spiegel’, der über die Sinnesorgane die Außenwelt wahrnimmt, ’widerspiegelt’, sondern fragte sich, wie das Gehirn, dessen Struktur, dessen Eigenschaften bestimmen, was von den Signalen der Außenwelt aufgenommen wurde und in welche Form. Vielleicht nicht auf den ersten Blick ganz verständlich schrieb LORENZ von der **’Rückseite des Spiegels’** (1973), dem Begreifvermögen des Sinnesindrücke akzeptierenden Gehirns. Am Gehirn selbst, dessen Anatomie und Feinanatomie, hat LORENZ nicht hantiert, sondern aus anatomisch Bekanntem und vor allem dem Erkenntnisvermögen des Menschen und dem Verhalten von Tieren Rückschlüsse gezogen. Die Bogengänge des Labyrinths im Innenohr des Menschen mit ihren 3 Ebenen sollten zu der apriorischen Anschauung des **Raumes als 3-dimensional** geführt haben (1973, S. 20). Es war augenscheinlich von Vorteil, erleichterte das Zurechtfinden in der Welt wenigstens einst, wenn die Menschen **die Dinge** nicht abgestuft, nicht in Grautönen, sondern **in scharfem Kontrast** sahen, in ”Schwarz” und ”Weiß”, in ”Gut” und ”Böse”, die Welt geteilt in **”disjunktiven Begriffen”** (1973, S. 242): ”..., die Gegenüberstellung von Alpha und Nonalpha, ist eine Denkform, die wie die Neigung zu einheitlichen Erklärungsprinzipien dem Menschen offenbar angebo-

ren ist und gewissermaßen ein Gegengewicht gegen sie bildet" (S. 63). Schon 1940 (S. 25) stellte sich LORENZ gegen das disjunktive Begriffspaar "real" und "ideal", wobei das als edler geltende "ideal" eine verhängnisvolle Ablehnung der Naturwissenschaften bedeutete, als ob die nicht in ihrer Untersuchung der 'Realität' des 'Idealen' entbehrten. Der Wissenschaftler sollte in Mahnung von LORENZ (1973, S. 233) die "apriorischen Funktionen unseres Weltbilapparates" stets "ins Kalkül" ziehen. Gerade wil das 'Schwarz-Weiß-Denken angeboren erscheint, sollte man immer versuchen, sich das Verhängnisvolle dieses Denkens vor Augen führen, sich davon lösen, vor allem auch in der Wissenschaft (ZIRNSTEIN). Aber LORENZ hat mit der Gegenüberstellung von "Hochwertige" und "Minderwertige" (N. BISCHOF 1993, S. 104 ff.) beim Menschen selbst seine Warnung vor disjunktiven Begriffen verletzt, hier massiv ohne Grautöne argumentiert und kam zu gefährlichen Auslese-Ausmerze-Tönen.

Manche Menschen läßt das Grübeln über alle diese Dinge niemals los, während andere sachliche Dinge bevorzugen, etwa die Flora einer Region und ihre Veränderungen in ihrer Lebenszeit vorstellen.

Unabhängig von LORENZ und EIBL-EIBESFELDT erforschte die **Evolution** des **Psychischen** namentlich im Vorfeld **zum Menschen** in dem von DARWIN vorgezeichnetem Weg RENSCH (1959, 1960). Zum einen untersuchte und maß RENSCH die Gehirne von Säugetieren verschiedener Entwicklungshöhe, von Mäusen bis hinauf zu den Menschenaffen. Zum anderen verfolgte RENSCH mit seinen zahlreichen Schülern Verhalten von Säugetieren verschiedener Größe, etwa Lernleistungen beim Bewegen in Labyrinthen, und wandte sich namentlich den Leistungen der Schimpansen zu. Getestet wurde **Dressur** und vor allem auch das "Behalten" des Andressierten und die Fähigkeit des Eingehens auf Abwandlungen des Andressierten (B. RENSCH 1959, S. 110). Einer der Schüler von RENSCH untersuchte auch die als 'beachtlich' eingeschätzten Lernleistungen von Känguruhs (B. RENSCH 1959, S. 106). Zu den vom Menschen ererbten Verhalten zählte für RENSCH (1960, S. 135) der '**Rangordnungsinstinkt**', die Anerkennung einer Rangordnung mit einer Führungspersönlichkeit an der Spitze. Deshalb wäre es in der Menschengeschichte unabhängig bei den verschiedensten Völkern, bei "Ägyptern, Sumerern, Akkadern, Hethithern, Chinesen, Inkas usw." zu "Staaten mit einem Herrscher an der Spitze und mit einer fein abgestuften Hierarchie von Beamten und Würdenträgern" gekommen. Hierbei verbanden sich also **Evolution und Menschheitsgeschichte**. Eine Demokratie ohne Führungspersönlichkeiten konnte dann nicht bestehen? Zur **Erkenntnisfähigkeit** meinte RENSCH (1979, S. 254), "daß es sich bei den logischen und Wahrscheinlichkeitsgesetzen um kosmische Gesetzmäßigkeiten handelt, an welche sich das Verhalten der Lebewesen und das Denken der Menschen im Laufe der Stammesgeschichte angepaßt haben." HAECKEL

dachte an 'Kristallseelen'. So weit ging RENSCH nicht. Aber Propyrisches sollte schon bei Atomen dabei sein und hat sich in der Stammesgeschichte entfaltet.

Manches Schwerwiegende im Verhalten von Menschen leitet der 1995 - 2015 als Professor an der Universität Gießen (Wikipedia 2016) wirkende Biophilosoph und Soziobiologe ECKART VOLAND (s. 2009) aus der auf HAMILTON (s. o.) für Tiere gefundenen **angeborenen Verwandtenbegünstigung** ab. Das sieht man in voller Übereinstimmung mit DARWIN (S. 217). Wo man vielleicht willentliches Denken, Vernunftdenken, Begünstigung nur wegen Bekanntschaft schlechthin erwartet, soll es evolutionär in die Gene eingepprägtes Verhalten sein, daß also der Mensch gar nicht anders kann, als 'Nepotismus', als Familienpolitik zu betreiben und zwar im Interesse der auch ihm eigenen Gene. Stiefkinder werden deshalb oft weniger geliebt, kommen in eine schlechtere Ausgangsposition: "Die natürliche Selektion konnte kein Motivationssystem hervorbringen, das Eltern sich gegenüber allen Kindern biologischen wie sozialen unterschiedlos verhalten lässt, weil dies ihrem genzentrierten Prinzip zuwiderlaufen würde..." (E. VOLAND 2009, S. 200) und es gibt in "Stieffamilien" deshalb "eine mehr oder weniger leicht aufbrechende Konfliktbereitschaft" (S. 201). Nachtgeschrei des eigenen Kindes wird vom Vater daher besser toleriert als das anderer Kinder. Schwiegermütter haben an der Partnerin nur so lange Interesse, als diese Schwiegertochter mit dem Sohn "kooperiert" (S. 110) und wohnten, gefunden in Ostfriesland, Schwiegermütter nahe der Schwiegertochter gab es höheres Risiko für Totgeburten (S. 211). Feindschaft der Schwiegermutter gegenüber der Schwiegertochter könnte dem eigenen Sohn neue Partnerschaften und damit Vermehrung der eigenen Gene bringen (S. 211). Kinder verfolgen ihre eigenes "gen-egoistisches Interesse" und das läßt sie ihre Vollgeschwister mit nur 1/2 der eigenen Gene spüren (S. 213). Eltern erziehen ihre Kinder so, "dass diese ihr Leben lang zum reproduktiven Erfolg der Eltern beitragen" (S. 216), also deren in den Kindern investierten Gene weitertragen. Ein Weiterleben der Großmütter über ihre Fortpflanzungszeit wurde positiv ausgelesen wegen der möglichen Hilfe für ihre gen-verwandten Enkel, als "post-generative Helferinnen" (Hervorhebung Original, S. 207). **Andererseits** ist nötige Variabilität gebunden an **Kindeszeugung mit möglichst nicht-verwandten Genen** und über **Gerüche**, die Gen-Genähnlichkeit oder Gen-Unähnlichkeit signalisieren, binden sich Mann und Frau im Interesse von für das Immunsystem günstiger Unterschiedlichkeit der Gene. Gerüche machen 'Liebe', anders als bei einer Vernunftehe. Also (E. VOLAND 2009, S. 141): "Je ähnlicher die Gene, desto weniger fühlen sich Frauen zu ihren Männern erotisch hingezogen, desto mehr außereheliche Sexualpartner geben sie an und desto generell erotisch interessanter erscheinen andere Männer, insbesondere während der feuchten Phase des Ovulationszyklus." Durch die natürliche Selektion soll auch hervorgebracht worden sein eine '**Inzuchthemmung**', "einen psychischen Mechanismus, der sexuelle Leidenschaft

unter nahen Verwandten weitestgehend ausschließt (nach BISCHOF 1985, WOLF 2005 bei E. VOLAND 2009; S. 146). Soll durch Verwandtenehen einer Zersplitterung von "familiären Besitz" oder politischem Einfluß vorgebeugt werden, gibt man dem Nachwuchs günstige Wettbewerbschancen, aber die "zukunftsfähige Stärkung der eigenen Linie wird erkaufte mit Nachteilen für die Vitalität der Nachkommen ("Inzucht-Depression")." Viel mehr als bei LORENZ wird hier aus tierischem Verhalten abgeleitet!

Als Schlußfolgerung kann man ziehen: Eine große **Mehrheit von Menschen** will oder kann **nicht begreifen**, daß wegen der Herkunft auf dem Wege der nichts Vollkommenes hervorbringenden Evolution **vieles nicht begriffen werden** kann und man etwa über Gott und seine 'himmlischen Heerscharen' keinerlei Glaubenszwang ausgeübt werden sollte, und Religion wohl viel weniger 'Kitt in der Gesellschaft' ist als sich 'Kitt' in der Internationale der sich in vielen Methoden einigen Wissenschaftler aller Nationen findet. Mögen das 'fromme Mütterlein' oder auch die fanatisierten jungen Leute inbrüstig singen: "Ich weiß, daß man Erlöser lebt ...", **sie wissen es nicht!** Woher denn das wissen? Zeugnisse?! Dem Staat ins Stammbuch: ohne ausdrückliches Religionsverbot **größtmögliche religiöse Distanz!** Mit dem DU BOIS REYMOND'schen 'Ignoramus' leben scheint für viele unmöglich zu sein und die Religion soll mit ihren Lehren das überwinden.

Mit den Agnostikern möge man sagen: Man kann Gott weder beweisen noch widerlegen: Aber **Religionen** haben ihre Evolution, ihre Geschichte, eine Herausbildung ihrer Auffassungen. Beim Christentum geschah das von Konzil zu Konzil. Etwa mit der Erhöhung der Jungfrau Maria erst im 4. Jh. Wie bei den Parteitagungen der Kommunisten wurden immer wieder neue Beschlüsse als verbindlich gefaßt - und wurden jedesmal Opponenten, 'Abweichler', im Kommunismus 'Trotzkisten', ausgestoßen, ja umgebracht. Das erscheint bei den einen wie den anderen als reines **Werk fehlbarer Menschen!** Daß 'Gott' hinter einer, 'meiner' Meinung steht, kann jeder behaupten!

Die **Grenzen unserer Erkenntnisfähigkeit** wollen oder können viele Menschen nicht begreifen und wenden sich völlig ungläubhaften Vorstellungen etwa zur Erdgeschichte zu. Und die Lehren der Religion: wieso soll ein Gott die alle geschaffen haben?

Grenzen des naturwissenschaftlichen Betrachtung des Lebendigen? – ADOLF PORTMANN, und auch THORPE

Der seinerzeit von der Öffentlichkeit viel beachtete und von der Fachwissenschaft teilweise geschnittene Schweizer Biologe ADOLF PORTMANN (J. ILLIES 1976)

erkannte einerseits vieles von der Evolution an und wandte sich andererseits aber gegen eine Entseelung der lebenden Natur. Weil PORTMANNs Vater allen "bürgerlichen Klimbim" ablehnte, durfte der junge PORTMANN nicht das Gymnasium besuchen, sondern wurde auf das Realgymnasium geschickt. Hier las er unter anderem BÖLSCHKE, der ihn sehen ließ, "die durch DARWIN und die Selektion gedeutete Welt, in der es keine Geheimnisse gibt, in der aber die Schönheit neben der Zweckmäßigkeit der Formen und Funktionen ihren hohen Wert behält." Fernerhin las er FABRE. Der studierte Zoologe war 1931 bis 1968 Ordinarius an der Zoologischen Anstalt Basel.

Zur Verbreitung von Vorstellungen der Synthetischen Theorie der Evolution trägt bei sein allgemeinverständliches Werk "Tarnung im Tierreich" von 1956, das eine Fülle von Beispielen auch aus der neueren Forschung zusammengetragen hat. Andererseits meinte PORTMANN, das von den Mensch als "schön" Empfundene, wie der Gesang der Vögel oder die Architektur der Blüte eines Schwertlilie, nicht nur vom Standpunkt der Nützlichkeit gesehen werden könnten, ja daß etwa an einer Schwertlilien-Blüte gerade "das Schönste" "zwecklos" ist, was aber nicht "sinnlos" bedeute (1967). Der Jugend-, Herbst- und Wintergesang der Singvögel, hatte PORTMANN 1965 (S. 219) gemeint, werden "funktionslos um ihrer selbst willen geäußert", dienen keinem Zweck, und in diesem Singen wäre der "Höhepunkt der Gesangsentwicklung erreicht", läßt sich – so der Jugend- und Herbstgesang der Dorngrasmücke - "als "freie" Betätigung im Appetenzbereich auffassen" (S. 218). Das Amsel-Männchen singt auch, wenn die Paarung längst vollendet ist und keine Werbung mehr erforderlich scheint, und zur Revierverteidigung müßte es fortlaufend singen. Es soll Funktion des Amsel-Gesanges nicht bestritten werden, aber das ist nicht alles (1955). Die **Natur bringe mehr hervor, als unbedingt notwendig** ist – eine schon manchmal geäußerte Ansicht. Und nunmehr vertrat eine ähnlich Ansicht auch für die Amsel THORPE (1974, S. 205): "During the reproductive period the song is highly functional and the bird is competing with others in its task of securing a territory and attracting a mate ...", aber wenn die Brut gesichert, kein Territorium mehr zu makieren ist, wird fernerhin gesungen, "in a manner so closely resembling our own ideas of musical form ..." und kommen zu einem "type which we call "art music". Auch bei den Laubenvögeln/Ptilonorhynchidae Australiens und Neuguineas mit ihren kunstvollen und mit glänzenden Gegenständen ausgeschmückten tunnelförmigen Nestern am Erdboden sahen THORPE (1974, S. 5) und der zitierte führende Ökologe C. E. HUTCHISON von der Yale University ein "something true aesthetic appreciation", durch "ordinary selection principles still seems to be inexplicable." Luxurieren - auch das bringt eben die Natur hervor, und damit '**Kunst**', die aber nun vererbt Amseln, Laubenvögel und anderen Wesen angehört und hier nicht mehr weglaßbarer Luxus ist.

PORTMANN fürchtete, daß aus dem vermeintlich Grausamen und Harten der Natur zu viel für menschliches Handeln abgeleitet werde, "dürfen aber nicht glauben, es ließen sich aus dem Unheimlichen, Düsternen in der Natur einfache Entschuldigungen für das Dunkle und Lastende im Menschenleben ableiten" (1967, S. 40). Oder es heißt: "Die Fülle der Vegetation, die wir in Maientagen hervorbrechen sehen – sie spielt in manchen Lebenslehren der jüngsten Zeit eine wichtige Rolle; sie tritt auf als das Bild blinder Naturmacht, die ungezählte Blüten hervortreibt und verwelken läßt, um dem Ganzen, der "Art", Erhaltung zu gewähren. Dieses Bild von vegetativer Lebensmacht und Vergänglichkeit des einzelnen ist in den letzten Jahrzehnten arg mißbraucht worden, um dem Menschen klarzumachen, wie unwichtig sie als Individuen seien, wie wertlos, wie austauschbar!" Aber solche Bilder, die rauschhafte Hingabe an vermeintlich höhere Ziele bewirkt hätten, sind gefährlich, "wie alle Bilder, die wir der Natur entnehmen", weil solche Bilder "immer richtig sind und falsch zugleich." Wir sind Glieder der Natur, aber "jedes Bild aus der unmenschlichen Natur" kann nicht erfassen "das Eigenartige, gerade das Menschlichste an uns ..." (S. 16 / 17). Es ging um die Komplementarität des Menschen als Naturwesen und als Geistwesen, dessen der Mensch sich bewußt sein sollte.

Mochte PORTMANN die Evolutionstheorie nicht weitergebracht haben, so doch das Nachdenken über manches.

PORTMANN wirkte nicht religiös-kirchlich, während etwa der führende, aus dem baltischen deutschen Adel stammende kenntnisreiche Saurier-Paläontologe FRIEDRICH Freiherr VON HUENE (1944) die Verbindung zur biblischen Schöpfungslehre suchte.

THORPE (1974, S. 378) sah das 'Religiöse' in den Menschen zumindestens tief eingeeignet, aufgekommen mit dem noch wachsenden Gehirn, mindestens vor 70.000 Jahren erkennbar an Begräbniszeugnissen und auch dem ritualen Menschenfressen. THORPE schien das 'Religiöse' gebilligt zu haben, sah in ihm nicht wie andere Evolutionsbiologen nur einen Irrweg. Sicherlich ein sehr wackliges Terrain. Für LORENZ gab es in der Evolution ausgelesene, ererbte für das Sozialleben nötige Verhaltensweisen.

Die Religion stellt weiterhin ihre Forderungen

Wurde die Evolution der Organismen und auch die körperliche Evolution im Menschenstamm zugegeben, so wollte der Vatikan bestimmte Forderungen weiterhin eingehalten wissen. In der Enzyklika 'Humani Generis' unter Papst PIUS XII. 1950 war gefordert worden, daß jede 'polygenetische' Auffassung der Menschenevolu-

tion mit der katholischen Kirche unvereinbar wäre, also unbedingt am Anfang der eine Stammvater mit der einen Stammutter zu sehen wäre. Die DNA der Mitochondrien der heutigen Frau weist auf einmalige Herkunft hin, aber Frauen mit anderer mitochondrialer DNA konnten ausgestorben sein (G. WOLTERS 2010, S. 44). Es sollte doch die 'Seele' von Gott jedem Menschen eingegeben werden. Es verwarf Papst JOHANNES PAUL II. 'die Evolution des Geistes' (G. WOLTERS 2010, S. 43/44). Aber ab wann in der Evolution zum Menschen kam diese Seeleneinfügung auf? Beim Australopithecus? Den man vielleicht als Seitenlinie abtun konnte? Schon früher? Erst beim Neanderthaler? Es ist ohnehin aber für die Menschenevolution schwierig zu sagen, wie kamen die aus der Affenwelt und dann auch bei weiterer schrittweiser Gehirnsverbesserung ausscherenden Glieder zustande, als einmalige Mutanten, die sich mit unveränderten Exemplaren kreuzen mußten? Vielen Menschen mag es schwerfallen oder unmöglich sein, sich als 'Gen-Überlebensmaschinen' im Sinne von DAWKINS zu sehen. Aber mit der Einsicht in diese Dinge war eben doch ein 'Mehr' erreicht worden, die Möglichkeit einer bewußten Lebensgestaltung, wenn es denn geschieht. Und klar ist, ungeachtet aller Computer-Phantasiewelten: "... müssen wir in der realen Welt überleben, nicht in einer Welt der Träume oder Halluzinationen" (R. DAWKINS 2016 b, S. 670).

Sir JULIAN HUXLEY spricht 1959 in einer Kirche in Chicago Klartext

Zum Darwin-Jahr 1959 versammelten sich im Spätjahr 50 Wissenschaftler aus verschiedenen Ländern zu einer 5-tägigen Darwin-Konferenz (B. RENSCH 1979, S. 189 ff.). Am 'Thanksgiving day' zogen die Gelehrten zusammen mit einheimischen Professoren zur Universitätskirche, wo der aus England gekommene Sir JULIAN HUXLEY eine Rede halten sollte und es dann manchen Ärger gibt über das, was er von einer Kirchenkanzel sagte. HUXLEY (wiedergegeben von B. RENSCH 1979, S. 191) erläuterte die Evolution vom Anorganischen bis zum Menschen und ging endete mit den Fragen zur Gegenwart, "der Bevölkerungsexplosion und der Konsumexplosion", mit denen es fertig zu werden gilt. Die Religionen haben in der Menschengeschichte eine bedeutende Rolle gespielt, aber ihre Vorstellungen wären nun so überholt wie jene der frühen Chemie von den "Grundelementen Erde, Luft, Feuer und Wasser." Heute aber "könne" der "Mensch nicht mehr Schutz suchen bei einer göttlichen Vaterfigur, die er selbst geschaffen hat, und er dürfe sich nicht länger der härteren Aufgabe entziehen, seine künftige Fortentwicklung selbst zu meistern." Andersdenkende und wissenschaftliche Erkenntnisse, also die Evolution, dürften nicht mehr verfolgt werden.

DAWKINS - Verkünder des Atheismus auf dem Boden der Abstammungslehre

DAWKINS, der 1976 mit "egoistischen Gen" viel Aufsehen erregte hatte und fest auf dem Boden der Evolutionstheorie stand, verkündete offen und immer wieder seinen **Atheismus**, was ihn bei religiösen Leuten nicht beliebt machte, aber die ihm gezollte hohe Anerkennung nicht minderte. Die Natur gehorche knallharten Regeln. Namentlich Intellektuelle hätten sich damit abgefunden. Arme und Bedrückte suchten ihren Trost noch immer in der Religion. DAWKINS' Ansicht rief zahlreiche Gegner auf den Plan, Rechte wie Linke, Feministinnen wie Kultur- und Sozialwissenschaftler und Gläubige ohnehin (M. ANHAUSER 2006). Man wollte die Menschen nicht sehen als 'Marionetten' der Gene. DAWKINS biete nur ein düsteres Menschenbild (J. A. COYNE 2006).

Aber auch nach DAWKINS wären wie bei HUXLEY die Menschen in der Lage, die von ihnen durchschaute knallharte in der Natur herrschende **Auslese** durch **das menschliche Wissen für die menschliche Gesellschaft bewußt zu vermeiden**. Aber wer nicht sehen will, wie Evolution funktioniert, kann nicht gestalten. Eine "darwinistische Gesellschaft", wird DAWKINS zitiert, wäre eine Ultra-Nazi-Gesellschaft, die er nicht will. "Ich will die Welt, in der ich lebe, dahin ändern, dass" es "die natürliche Auslese nicht mehr gibt" (zit. bei T. SCHIMMECK 2001, S. 3), also jedenfalls nicht unter den Menschen. In einem Brief an Prinz CHARLES im britischen Königshaus hat DAWKINS im Jahre 2000 darauf hingewiesen, daß der Mensch, wenn man das so sagen wolle, schon immer Gott spiele, daß Landwirtschaft, Technik und Medizin den Menschen aus der natürlichen Lebensweise herausnahme und ohne Untergang keine Rückkehr mehr möglich ist. Die Natur kennt keine Voraussicht. Gerade "weil des Darwinismus wahr ist", schrieb DAWKINS (S. 49), "wird es noch wichtiger für uns, gegen die natürliche Selbstsucht und die Ausbeutungstendenzen der Natur zu kämpfen. ... Die Natur kennt keine Voraussicht, keine Mechanismen, die davor warnen könnten, dass die selbstsüchtigen Vorteile zur Auslöschung der Art führen werden ... Langfristige Planung – und damit überhaupt erst die Möglichkeit eines schonenden Umgangs mit der Umwelt – ist auf der Erde etwas vollkommen Neues, ja Fremdes. Sie findet sich allein im menschlichen Gehirn. Die Zukunft ist eine ganz neue Erfindung der Evolution." DAWKINS (2016 b, S. 226/227) schrieb: "Wir können voraussehen, dass wir eine glückliche Zukunft haben werden, wenn wir die Geburtenrate beschränken, so dass weniger Menschen geboren werden und sich dann eines reichhaltigeren Lebens erfreuen können. Wir können die Entscheidung treffen, in der Gegenwart Selbstbeschränkung zu üben, die sich in der Zukunft auszahlen wird. Die natürliche Selektion jedoch kann nicht voraussehen." Höhere Vermehrung setzt sich durch, siegreich ist die Fähigkeit, "Nachkommen effizienter hervorzubringen

als andere" (R. DAWKINS 2016 b, S. 228). Der Geburtenkrieg, der Kampf um die höhere Geburtenzahl gegenüber anderen, ob aus politischen oder weltanschaulich-religiösen Gründen - hat das nicht bis in die Gegenwart stattgefunden? Und ist beendet?

Würde es – möchte man fragen – genügend maßgebende Menschen geben, welche ihre sicherlich angeborene Selbstsucht hinter die Maßnahmen zur Erhaltung der Menschheit stellen?

Mit seinem Buch '**God Delusion'Der Gotteswahn'** hat DAWKINS dann in besonderem Maße die Gläubigen und viele Geistliche verschreckt. Bis etwa 2016 hat sich der 'Gotteswahn' mehr als 3 Millionen Mal verkauft, davon 2 Millionen in Englisch und die weiteren in 35 Sprachen (R. DAWKINS 2016 b, S. 426). Manche wollen sich nicht, und können vielleicht auch nicht, sich damit abfinden, daß sie nicht "zu irgendetwas da sind, ..." und nicht nur "schlicht Produkte der Evolution" darstellen (R. DAWKINS 2016 b, S. 464). Aber mit irgendwelcher Sinngebung für Vaterland und Gott wurde auch entsetzlicher Wahnsinn angestellt und wäre die Freude "auf ein gutes Mittagessen" humaner gewesen. Wann wird das Evolutionsdenken sich in menschlichem Sinne ausreichend durchgesetzt haben?

Vom Menschen gelenkte Evolution

Es war schon eine Frage des 19. Jh., in wieweit die Erkenntnisse der Evolutionsforschung dazu dienen konnten, lenkend in den Prozeß der Evolution einzugreifen und auch **die großen Probleme zu verstehen**, die Folgen der unbeeinflussten Massenvermehrung der Menschen und dem damit unabwendbaren Ressourcenverbrauch. Mit dem Menschen aber "erstand erstmalig" in der Geschichte des Lebens auch "die Fähigkeit, den eigenen Zustand zu betrachten, die Bedingungen seiner Existenz zu begreifen und künftige Entwicklungen vorauszudenken" (H. MARKL 1984, S. 30) - wenn man es denn wollte und der Verstand dazu ausreichte. Aber verwendet habe der Mensch seine "kulturellen Mittel" bisher am ehesten dazu, "das gleiche darwinische Fitneßrennen noch wirkungsvoller fortzuführen" (H. MARKL 1984, S. 32).

In die Organismenumbildung einzugreifen, durch **Züchtung**, namentlich bei an den Menschen gebundene Pflanzen und Tiere, also **Kulturpflanzen und Haustiere**, hoffte man zuerst vor allem auf die bewußt vorgenommene Auslese. Züchter haben schon lange, bei Pferden etwa bewußt schon in der alten Geschichte nicht nur Auslese betrieben, sondern auch Kreuzungen zwischen kreuzbaren unterschiedlichen Rassen oder gar Arten versucht. Alle Bewegung etwa im ländlichen Bulgarien außer der des Menschen selbst war noch tief im 20. Jh. gebunden an die

wegen der Bastardunfruchtbarkeit immer wieder neu vorzunehmende Kreuzung zwischen Pferd und Esel zur Erzeugung der Maultiere. DARWIN hat versucht aus den Züchtererfahrungen zu lernen und seine Evolutionstheorie lieferte zunächst kaum neue Erkenntnisse, systematisierte höchstens das Wissen. Wesentlich wichtiger für gelenkte Evolution wurde die Genetik und deren Verknüpfung mit der Evolutionstheorie. Die Feststellung des Unterschiedes von erblichen und nichterblichen Abänderungen, also von Mutationen und Modifikationen, half natürlich zum Verständnis dafür, welche Variationen prinzipiell überhaupt von bleibendem züchterischem Wert waren. Speziell mußte man natürlich die Mutationen von den Modifikationen unterscheiden lernen. Außerdem wurde deutlich, daß Massenauslese zwar allmählich zu einer Häufung erwünschter Mutationen führen müßte, aber die Auslese von einzelnen mutierten Individuen und deren isolierte Vermehrung sehr viel schneller eine neue Sorte ergibt. Eine andere Art des menschlichen Eingriffs in die Evolution ist die mindestens **seit dem Neolithikum** ablaufende unbewußte oder bewußte **Schaffung neuer Umwelten**, die **ganz neue Nischen** entstehen ließ, ob schließlich Kultursteppe, Forsten, devastierte Wälder, aber auch künstliche Gewässer wie Teiche, Kanäle begradigte und umgelenkte Flüsse. Aber weiter in die Vergangenheit zurück: Durch die seit der Benutzung des Feuers mögliche Erzeugung großer Brände, die auf riesige Steppen und trockene Wälder übergriffen, oft nicht unbedingt beabsichtigt, und die Bejagung der **Großtiere** mit noch primitiven Waffen haben nach neuerer Erkenntnis diese oft großen Säugetiere selbst Südamerikas und Australiens wie auch Nordamerikas und die Mammute Nordasiens ausgelöscht (Y. N. HARARI 2015, S. 14/15, mit zit. von Science u. a.). Wie schnell das geht, zeigt die Vernichtung der Großstraußenvögel, der Moas, auf **Neuseeland**, seit der Ankunft der Maori um das Jahre 1000 n. Chr., was die Auslöschung einer wichtige Fleischquelle bedeutete, und zu Kannibalismus geführt habe. COOK schenkte den Neuseeländern Schweine, die dem ein Ende gesetzt haben.

Menschen machen den Menschen zum Objekt der Evolution

Wie weit der **Mensch in die Evolution seiner eigenen Art eingreifen** sollte, war und blieb umstritten. Bei der Komplexität der Dinge, man denke an Penetranz und Expressivität bei Erbleiden, ist ein Zurückschauen vor Eingriffen verstehbar. Aber ist ein grundsätzliches Nichtstun, eine gar religiöse geprägte Ignoranz, das Bessere? Man sehe auf das zu Anfang des 21. Jh. in allem zurückschauernde Deutschland und das eugenisch energische Singapur!

Erblich bessere oder wenigstens **nicht verschlechterte Menschen** wünschte mit Einsicht in die Gesetze der Vererbung und so auch der Evolution FRANCIS GALTON (R. S. COWAN 2004). GALTON veröffentlichte dazu 1873 den Artikel 'Hereditary Improvement'. Vererbung gelte für 'Körper und Geist', aber

fälschlicherweise würde nicht anerkannt werden, daß dies "could ever be of large practical benefit to humanity" (S. 116). Auch durch Umweltverbesserung könne manches erreicht werden, so die Fernhaltung mancher Krankheiten, aber das habe nur einen begrenzten Einfluß im Vergleich zur mentalen Verbesserung. Seine Ansichten über die nötige Auslese der geeigneten Menschen zur Fortpflanzung sieht GALTON als in Übereinstimmung mit den "laws of nature" (S. 120). GALTON nutzt den Beitrag auch zu kritischen Äußerungen in der damaligen britischen Gesellschaft, in ihrer Politik (S. 118). GALTONs Ansicht nur im Dienste der Bourgeoisie anzusiedeln wird hinterfragbar, wenn GALTON sich gegen Heiraten nur im Interesse der Vermögen ausspricht, für Auswahl der Partner nach dem Studium der Börsenberichte der Bank von England über den Besitz der Ausgewählten (S. 123), ohne Beachtung der persönlichen Qualitäten des Partners. Die Intelligentesten würden in die Städte ziehen und dort weniger Nachkommen als auf dem Lande haben und würden Widerstandsfähigkeit selektionieren. Nach der Hungersnot in Irland hätten hier nach etlicher Meinung (S. 118) 'prognathe' Gesichter zugenommen. So wie in Tropenländern auf Malariaresistenz ausgelesen würde unter Inkaufnahmen schlechters Charaktere. Als wenig intelligent betrachtet GALTON die das ganze Land und nicht nur Kommunen regierenden Politiker, 'statesmen', die ihre Ansichten nicht in "intelligible language" vermitteln können (S. 118). Auf die Zukunft der Rasse gelte es zu sehen und nicht nur auf die Wohlfahrt der Zeitgenossen. Bei aller Zuwendung zu Leidenden und Schwachen, "the highest action of all is to provide a vigorous, national life", und die Ungeeigneten sollten zölibatör leben (S. 120). Rekrutenerhebung in Frankreich, Auswahl auf ein Schulschiff in England bewiesen den sinkenden Standard in den Eigenschaften vieler Jugendlicher (S. 122). Von Ausmerze ist keine Rede. Aber die Begünstigten sollten so streng nur unter sich heiraten wie der 'deutsche Adel' (S. 123), und sollten in England heiraten nach der "natural nobility". Es entstünden zwar Kasten, diese würden wohl auch abgesondert wohnen, aber ihre Tätigkeit käme auch den weniger Begünstigten zugute (S. 129). Die Verbesserung der Rasse würde wohl etliche Generationen dauern, aber die Forstwirtschaft benötigte auch lange Zeit zur Begründung unserer Wälder (S. 130).

Der Kritiker des späten 20. und 21. Jh. müßte fragen, wie man ohne Frauenstudium die geeigneten Partnerinnen hätte finden können - aber das war zu GALTONs Zeit noch nicht spruchreif.

GALTON hat in Vorträgen und weiteren Veröffentlichungen seine Ansichten immer wieder vorgestellt, und die "human imprvement" sollte sein "openly" (F. GALTON 1901, S. 659). Für dieses Anliegen, "... aim and scope", prägte er, nach eigener Darstellung (F. GALTON 1907, S. 7), **1883** den Begriff '**Eugenics**'. Im Jahre 1907 führte GALTON aus: "... we men may be the chief, and perhaps the only executi-

ves on earth. ... Wir wissen ausreichend klar "to justify our interference with the pitiless course of Nature, ..." (S. 9). Die öffentliche Meinung müsse für die Eugenics gewonnen werden, 'Liebe' unterliege durchaus der öffentlichen Meinung (S. 19), und es müsse geführt werden ein 'Jihad' or Holy against customs and prejudices that impair the physical and moral qualities of our race" (S. 20). Wie PLATO berichtet, galten nackte Athleten zuerst als lächerlich und er Schnurbart kam erst mit dem Krimkrieg, also änderten sich Moden und Ansichten und sollte Anerkennung der eugenics entgegen bisheriger Ansicht auch zustandekommen. GALTONs '**Genie und Vererbung**' erschien 1910 auch in deutscher Übersetzung. GALTON will hier nicht von den großen Genies reden, aber, nicht ganz wild wie NIETZSCHE mit dem Übermenschen, aber doch in nicht ungefährlicher Abhebung von den Normalmenschen und fremden Ethnien meinte der Begründer des Begriffs Eugenik (S. XII): "Wir finden nichts in der Geschichte der Domestikation der Tiere oder in der Evolution, was und bezweifeln läßt, daß eine Rasse gesunder Menschen gebildet werden kann, die den modernen Europäern geistig und moralisch ebenso überlegen wäre, als die modernen Europäer den niedrigsten Negerrassen überlegen sind." Bezweifelt die Gleichheit der Menschen, Erkennt auch an "die Macht der Erziehung und der sozialen Einflüsse auf die Entwicklung der aktiven Geisteskräfte ebenso wie ... die Ergebnisse der Übung bei der Entwicklung der Armmuskeln eines Grobschmiedes ..., aber auch nicht mehr" (S. 13). Die Maximalleistung jedes Menschen ist begrenzt. Und jeder spürt bald, was er kann und nicht kann. Wenn die großen Genies in ihrer frühen Kindheit vertauscht worden wären, hätten sie, in ganz anderer Umgebung, ebenso große Leistungen gebracht (S. 37). GALTON prüft, in wie weit in Familien mit bedeutenden Männern andere bedeutende Geister ebenfalls aufgetreten sind. Auch die "Neger" können hervorragende Menschen hervorbringen, aber der intellektuelle Zustand doch "zwei Grade tiefer". Die Schwachen drohen die Begabten zu majorisieren. Schwere Vorwürfe erhebt GALTON (1910. S. 373) **gegen die Kirche**, die mit dem Zölibat die Besten von der Fortpflanzung auszuschloß. und so handelte wie "den rohesten Teil der Gemeinschaft allein zu Eltern der kommenden Generationen auszuwählen ..." wie "Züchter" es "anwenden würden, die es lieben grausame, bösertige und stumpfe Naturen zu züchten" (S. 373). Es wäre kein Wunder, "daß das Faustrecht jahrhundertlang über Europa herrschte" (S. 373). Viele Brauchbare wurden hingerichtet, mußten emigrieren, wurden politisch verfolgt (S. 373). Am spanischen Volke wären die Folgen noch zu spüren. GALTON widerspricht hier manchen seiner Äußerungen über starke Naturen, so dem Bedauern über das Aussterben des abenteuerlichen Geistes (S. 361 ff.)? Viele von GALTONs Äußerungen gleichen denen von HAECKEL.

Ein **Macher in der Menschenverbesserung** im 20. Jh. wollte der Genetiker und Nobelpreisträger HERMANN JOSEPH MULLER sein. Daß der Mensch sich evolutionär verändern soll, war ein MULLER wieder und wieder bewegendes Anliegen.

MULLER hat es in übertriebener Weise verkündet, dieser selbe begabte jüdische Forscher, welcher die Induzierung von Mutationen (s. o.) nachwies. MULLER (E. A. CARLSON 1974, G. PONTECORVO 1968, T. W. SONNEBORN 1968), der in vielen Fragen der Evolution mitsprach, geboren 1890 in New York, stammte jedenfalls väterlicherseits von Einwanderern aus Deutschland ab, wobei der Vater starb, als MULLER 9 Jahre alt war. MULLER, den der Großvater etwa in das New Yorker Naturkundemuseum mitnahm, studierte ab 1907 an der Columbia University in New York namentlich auch Zoologie. Er wirkte auch im Umkreis von MORGAN, aber, wohl auch durch seine Eigenwilligkeit, gehörte dann nicht zum engeren Zirkel dieser MORGAN-Schule. 1915 ging MULLER an der Rice Institute in Houston / Texas und wurde nach einer Zeit als Associate Professor 1925 Professor der Zoologie an der Universität von Texas in Austin. Mit einem Guggenheim-Stipendium ging MULLER 1932 zu OSCAR VOGT und TIMOFEEFF-RESSOVSKY an das Kaiser Wilhelm-Institut für Hirnforschung in Berlin-Buch, wich nach der Machtegreifung der Nationalsozialisten nach der Sowjet-Union aus, an das Institut für Genetik der Akademie der Wissenschaften der Sowjetunion in Leningrad und dann in Moskau. MULLER, der finanziell beengte Verhältnisse erlebt hatte, war schon vorher "links" gewesen, was auch zu seiner Überwachung durch den amerikanischen Geheimdienst geführt hatte. 1935 veröffentlichte MULLER, in New York, das Buch "**Out of the Night**", in dem er für eine genetische Verbesserung der Menschheit, also für Eugenik, eintrat. So sollten sich möglichst viele brauchbare Frauen mit den Spermien von Menschen wie LENIN oder EINSTEIN befruchten lassen, um hervorragende Kinder, sozial denkende Persönlichkeiten und nicht "Al Capones" zu gebären. Der "Mensch" oder wenigstens eine Elite von Menschen sollte die weitere "Evolution" in die eigenen Hände nehmen, so wie mit Hilfe anderer Naturwissenschaften und der Technik die Natur ebenfalls gemeistert wurde und schließlich man auch in der Medizin biologische Eingriffe tätige. Im Sozialismus sollten solche Projekte eher verwirklicht sein als in Amerika, denn vom Kapitalismus hielt und den in der kapitalistischen Gesellschaft emporstiegenderen und damit ausgelesenen Charakteren hielt MULLER damals nicht viel. Eine allgemeine genetische Verschlechterung der Menschheit erschien MULLER offensichtlich. Nachdem MULLER wegen der Nazis Berlin-Buch verlassen hatte und in die Sowjetunion wechselt, hoffte MULLER sogar auf STALINs Wohlwollen. Wie sich aus LENINs Erbe entstandene mehrere "Lenins" zueinander verhalten hätten entzog sich offenbar dem rein naturwissenschaftlichen Denken von MULLER. In der Sowjetunion kam es aber in der Mitte der 30-er-Jahre des 20. Jahrhunderts zunehmend zur Unterdrückung der Genetik. MULLER konnte die Sowjetunion noch verlassen, ging auf die republikanische Seite im Bürgerkrieg in Spanien. 1937 bis 1940 war MULLER Dozent an der Universität Edinburgh. Er wurde sowohl in Amerika wie in der Sowjetunion kritisch gesehen, wurde aber 1945 bis 1953 Professor an

der Indiana University in Bloomington, wo eine der Hochburgen der neuen Molekulargenetik entstand. 1946 hatte MULLER namentlich für seinen Nachweis der Induzierung von Mutationen den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin erhalten. MULLER warnte auch über 1946 hinaus immer wieder vor der zunehmenden genetischen Belastung der Menschheit, dachte hier also auch an alle, die eben als Menschen ins Leben getreten waren. Von Bloomington aus kämpfte er gegen die unter STALIN in den kommunistischen Staaten geknebelte "Science in Bondage" (1951). Mit der von manchen angestrebten Ausschaltung der Humangenetik erschien für MULLER wieder die kuriose und nicht unbekannte Doktrin, "that the laws of biological science", also auch die Evolution mit ihrer Variabilität, "stop short with man" (1951, S. 29), eine nicht überzeugende Auffassung, eine kuriose, nicht akzeptable Annahme von der völligen Unabhängigkeit des Menschen von biologischen Naturgesetzen. Die Verhaltensbiologen sahen das ebenso. Im Jahre 1961 schreibt MULLER nicht mehr von der Befruchtung vieler Frauen mit den Spermien von LENIN oder EINSTEIN, aber wünscht neben der Wiederbelebung sinnvoller Eugenik, daß auch die verheiratete Frau nicht unbedingt auf den Spermien ihres Ehemanns bestehen sollte, sondern Kinder müßten von bestem Samen herkommen, der strahlungsgesichert war und entnommen von jungen Männern auch keine Altersmutationen aufweist. Liebe zu einem Partner schlosse Befruchtung mit fremden hervorragenden genetischem Material nicht aus. Wer einen Hund liebt, müßte doch auch ein so zustande gekommenes Kind lieben können. - Frauen, die ohne Partner ein Kind gebären wollten, handelten natürlich zunehmend so, bevorzugten aber statt Spermien von jungen Männern oft solche gestandener Größen.

Ein verantwortungsbewußte sinnvolle Eugenik lehnte auch der aus Deutschland in die USA emigrierte Humangenetiker CURT STERN nicht ab. Aber ihm (s. 1968) ist auch bewußt, wie schwer es ist, nicht nur in Intelligenztests 'Intelligenz' überhaupt festzustellen, sondern auch noch ihre erbliche Weitergabe vorauszusagen. Wobei auch ihm deutlich ist, daß aus gebildeten Familien stammende Kinder wohl nicht nur wegen der besseren Umwelt, sondern auch durch Vererbung, auch multifaktoriell, bildungsfähiger sind. Aber dem einen nicht unbegabten Gymnasiasten graust vor jeder Mathematikarbeit, dem anderen bietet sie erfreuliche Bestätigung seiner Leistungsfähigkeit - und das unterschied sogar Vater und Sohn (ZIRNSTEIN). STERN meinte dann (1968, S. 669): Früher konnte sich die eugenische Beratung nur auf unzureichendes Wissen und Vorurteile stützen und stiftete auf diese Weise viel Übel. Mit zunehmender Kenntnis ergeben sich künftig Möglichkeiten für eine umsichtige Planung. Dann wird die genetische und eugenische Beratung die Grundlage für die Lenkung der menschlichen Evolution aussagen in eigener Sache bilden. Mögen eugenische Probleme im Augenblick vielleicht noch nicht so dringend der Lösung bedürfen wie Pessimisten es glauben, so läßt sich ihre

letztlich große Bedeutung kaum je zu hoch bewerten.“

Abtreibung von Föten oder auch schon herangewachsenen Embryonen mit schweren Erbfehlern wird allgemein gebilligt. Zypern hat mit Abtreibung betroffener Individuen die **Thalassämie** ausgerottet schon wegen der nicht zu bewältigenden Kosten, ganz abgesehen vom gehemmten Leben der nun nicht in ein leidendes Leben gesetzten Betroffenen.

Eugenik fand noch manche Unterstützung. Der im Jahre 2000 gestorbene W. D. HAMILTON (s. O. HARMAN 2013), gepriesen als "Gentle giant of genetics", sprach sogar für Infantizid von genetisch Schwachen. 'Nazi-Deutschland' spielt bei anderen in der Welt da keine Rolle. Sehr weit in seinen Ansichten zur Machtbarkeit durch die Menschen ging JAMES DEWEY WATSON, neben CRICK Mitentdecker der Struktur der Desoxyribonukleinsäure/DNA, 1962 einer der 3 Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin. WATSON hatte mit der Strukturformel für die DNA zwar eine wichtige Grundlage für die Evolution aufgeklärt, aber für die auf Arten orientierten Biologen und damit auch Evolutionsbiologen hegte er tiefe Verachtung. Evolution war reduziert auf DNA - Triumph des Reduktionismus. EDWARD O. WILSON (1999, S. 526 ff.), der kurz vor WATSON Professor an der Harvard University geworden war, klagt über seinen Kollegen: ... der bereits in jungen Jahren unsterblichen Ruhm erlangt hatte, wurde der Caligula der Biologie." "giftete gegen alles, was nicht auf seiner Linie lag. Höflichkeit und Toleranz gegenüber Andersdenkenden waren ihm fremd", ... "Man gewährte ihm das Vorrecht, alles zu äußern, was ihm in den Sinn kam, ..." Wie viele Naturforscher bekannte sich WATSON (2003, S. 75) zur Religionslosigkeit: "Ich habe nie geglaubt, dass die Grundlage des Lebens spirituelle Natur ist, und ist dankbar, daß sein Vater keine religiösen Überzeugungen besaß. Religiöse "Fesseln" banden ihn nie, auch nicht durch die katholisch getaufte und ebenfalls indifferente Mutter. WATSONs (2006, S. 62) Auffassung in Anerkennung der Evolution war: "Ich denke, wenn man realisiert, das wir nicht das Ergebnis einer Schöpfung sind, sondern der Evolution, dann muß man die Dinge nicht akzeptieren, wie sie sind." WATSON ging in vielem **über die übliche Eugenik hinaus**. Den Nazi-Genetik verurteilte WATSON (1997) aber dabei wegen ihrer Beteiligung an der bis zur Vernichtung gehenden Judenfeindschaft und ihrer Rücksichtslosigkeit gegenüber der nun einmal Geborenen. In seiner Meinung hielt er ansonsten die Menschheit für befähigt und berechtigt, in die Natur, in die von der Evolution her stammenden Unzulänglichkeiten einzugreifen, bis zur rechtzeitigen Föten-Abtreibung von durch Erbkrankheit bedrohten und so zum Unglück bestimmten Menschenkindern. Alles schien WATSON am 'Erbgutfaden' zu "hängen" (P. TEUWSEN 2007). WATSON (2001), der einst viel interviewte, wollte nur jenen das Leben zubilligen, welche von den ihnen mitgegebenen biologischen Voraussetzungen die Chance auf ein gleichberechtigtes Leben

mit den anderen haben. WATSON (S. 42) meinte: "Wer von Frauen verlangt, ein gesitig behindertes Spastikerkind mit fürchterlichen Verkrampfungen zu lieben, verlangte etwas Anormales von ihnen, „, Die Evolution hat uns nicht dazu gemacht, ein Baby zu lieben, das einen nicht einmal anblicken kann." Aber nicht wie HITLER bereits Geborene sollten getötet werden, sondern mit dem Recht auf Abtreibung sollte das gelöst werden. FRANCIS CRICK, der mit WATSON die DNA-Formel aufgestellt hatte und einer der 3 Nobelpreisträger von 1962 war, hat sich 1968 zu ethischen Fragen geäußert, meinte "Man sollte zwei Tage bis nach der Geburt warten, bevor man etwas als Leben deklariert, also ein Kind mit Zukunft" (zit.b. WATSON 2001, S. 45). WATSON (2001) betonte, daß entgegen mancher Annahme nicht er das gesagt hat, aber ergänzte "aber ich halte das wirklich für eine sehr gute Idee." Man (ZIRNSTEIN) möchte fragen: Wie viele Frauen mehr würden sich für ein Kind entscheiden, wenn ihnen die Angst vor dem Lebenmüssen mit einem schrecklich entstelltem genommen wäre? Ein wegen unheilbarer Leiden zum Tode verurteiltes Kind stirbt als Neugeborenes vielleicht ohne jene Qualen, die es später erleiden müßte. In Indien gibt es wohl sogar längerfristige Regelungen dieser Art (ZIRNSTEIN hörte 1999 in Indien). Es kommen noch ausreichend später eintretende Leiden hinzu, denen man sich stellen muß. WATSON litt unter dem einen seiner 2 Söhne, dem geistig behinderten, der ihm die 'Freiheit' stark einschränkte und dessen Geburt nach seiner Heirat mit einer 30 Jahre jüngeren Frau in WATSONs Alter von 42 Jahren er bedauerte. In den Genen müsse liegen, daß "die Erziehung zur Selbständigkeit" für den an Schizophrenie Leidenden nichts brachte (P. TEUWSEN 2007). Mit 'Gutmenschen' rechnet WATSON (2001, S. 43) ab: "Ich mag kaltherzige Heuchler nicht, die nur von Fürsorge reden und Dinge sagen, weil sie nett klingen, ohne jegliche tiefe moralische Überzeugung." Und ihn störte ein Argument wie (2005): "Manche Leute sagen, Christus hat gelitten, deshalb müssen auch wir die Erfahrung des Leidens machen." WATSON wandte sich auch gegen "exzessive" Mittelausgabe für Alzheimerkranke, Leute, die immerhin großenteils einmal vernünftig gelebt haben. "Genetik und Evolution können grausam sein und manche Menschen haben einfach Pech bei diesem Spiel gehabt" (J. WATSON 2005). Im Jahre 2000 sagte er in einem Zeitungsinterview: "ich persönlich glaube, dass Individuen das Recht haben sollten, ihre Zukunft oder die ihrer Zukunft zu perfektionieren ... Wenn jemand schon zwei Söhne hat, ist es dann schlecht, dass man sich ein Mädchen wünscht", also herstellt. Entgegen der scharfen nachvollziehbaren ratio von WATSON könnten solche, die ihm widersprechen wollten, auf Zooerfahrungen (A. H. SCHULTZ zit. bei W. H. THORPE 1974, S. 280/281) verweisen, wonach Affenmütter kranke oder tote Kinder fest an ihrer Brust hielten und die Kinder ihnen nur mit Gewalt entrissen werden konnten, was man als **eingeborene Empathie mit dem Schwachen** deuten kann, Für das individuelle Entscheidungsrecht der Mütter im Falle drohender Leiden ihrer

werdenden Föten hat WATSON immer plädiert. Im Jahre 2007 stellte WATSON (R. DEGEN 2007, TH. KIELINGER 2007) in einem Zeitungsinterview die Intelligenz der Schwarzen generell unter die der Weißen, was zu Recht große Empörung auslöste und die auch durch seine Entschuldigung nicht gedämpft wurde. Vorgesehene Vorträge in Großbritannien kamen nicht mehr zustande. Fast fluchtartig reiste WATSON in die USA zurück. Seine Stellung und seine Titel verlor er. Was nicht hinderte, daß andere den hohen Intelligenzquotienten/IQ der Asiaten hervorhoben (R. DEGEN 2007, S. 28), eine Abwertung anderer im umgekehrten Sinn?.

Ärzte hielten teilweise **Eingriffe in die Evolution** für **verwerflich**. Der französische Kinderarzt JERO' ME LEJEUNE (Wikipedia 2015) hatte Möglichkeiten für gelenkte Evolution gesschaffen und war doch dagegen, 1959 hatte LEJEUNE nachgewiesen, daß das Down-Syndrom auf einer Trisomie des Chromosoms 21 beruhte. Das ließ sich im Fruchtwasser vor der Geburt nachweisen. Kirchliche Kreise und auch der katholische, mit dem Papst befreundete LEJEUNE wollten auch für Kinder, deren Behinderung im Mutterleib nachgewiesen war, keine Abtreibung. LEJEUNE stand also in der Tragik zwischen der von ihm möglich gemachten pränatalen Diagnostik und den dadurch begründeten Abtreibungen. Das in einer Gesellschaft, in der die Frau längst das Recht auf 'ihren 'Bauch' erstritten hatte, Verhängnisverhütung und Abtreibung an der Tagesordnung waren. .Der säkulare Evolutionsbiologe mit Kenntnis der Grausamkeiten der Natur wird wohl anders denken als LEJEUNE, trotz aller Vorwürfe mancher 'Gutmenschen' gegen Menschengzuchtung. Kinder von Müttern mit Down-Syndrom hätten, bei der Aufteilung des Chromosoms 21 mit 2 + 1, Aussicht, daß die Hälfte ihrer Kinder normal ist. Aber ein normales Kind mit einer Mutter mit Down-Syndrom? Was darf man einem menschlichen Wesen antun? Evolutionsbiologie sollte nicht behinderte Wesen wollen, wie immer sie vielleicht sich selbst ganz glücklichen sehen. Was heißt, der 'Mensch darf nicht Gott spielen'? Und wo soll der alles richtende, dem Unglücklichen helfende Gott sein? Religion braucht Leiden. Mit Kenntnissen aus der Evolutionsbiologie sollte man rechtfertigen, sie aus der menschlichen Welt zu schaffen!

Durch die intellektuellen Fähigkeiten von Menschen wurden **Techniken** geschaffen, welche die physischen Fähigkeiten des Menschen weit übertrafen. Man denke nur an das schon im Neolithikum erfundene Rad, mit dessen Hilfe an verschiedenen Transportmitteln sich nunmehr Milliarden Menschen fortbewegen. Brille, Hörgerät, Impfung, Geburtszange und andere technischen Mittel beseitigen Mängel, welche in Vorzeiten Auslese begünstigt hätten. G. und H. WAHLERT meinten (1977, S. 179) aber warnend auch: „Das Gehirn ist gegenüber dem älteren Steuerungssystem der Erbanlagen und der Auslese, dem Genom, nicht nur relativ unabhängig oder autonom; es wirkt sich als antinomisch, als gegensätzlich aus. Wir

können durch Gehirnleistung unsere eigene Existenz aufheben.“ Aber, wie DOBZHANSKY bemerkte, ist die menschliche Kultur von dem menschlichen Genotyp ebenso abhängig“ (zitiert auch E. O. WILSON o. J.), wäre ohne diesen nicht vorhanden. Was 'sagt' unser Genom zur Erdenrettung? Zur Ressourcenfrage? Manche wollen allen Pessimismus ablehnen. Gewiß: Das Internet hat die Überfüllung der Bibliotheken gebremst. Flugzeuge, die über den Wolken nur mit Sonnenenergie fliegen, könnten Flugbegrenzungen aufheben. Für die künftige Evolution wurde jedoch auch deutlich, daß **der wirtschaftende Mensch** vielen Spezies durch seine mit der Bevölkerungsvermehrung verknüpfte Tätigkeit **vielen Spezies den Garaus** macht, daß einmalige und möglicherweise unwiederholbare genetische Zusammensetzungen, für immerdar verschwinden., Etliche Tiere wie Pflanzen haben sich als Kulturfolger erwiesen, auch manche, wie die Amsel, von denen es zunächst kaum erwartet wurde. Aber eine Verarmung der Biodiversität und damit der genetischen Vielfalt in der Welt des 21. Jh. ist vorhanden und die ist so irreversibel wie im Falle der am Ende des 19. Jh. verschwundenen und vorher in Unmassen in Nordamerika fliegenden Wandertaube.

Der um die Evolution Wissende wird sich einerseits mit vielem abfinden, wird andererseits mit seinen Kenntnissen verändern wollen. Bemühungen, **allen Menschen** die Naturgebundenheit und damit **die aus der Evolution stammende Gebundenheit beizubringen**, ihr Handeln etwa bei der Zeugung danach einzurichten, ist bis ins 21. Jh. **an vieler Religiosität** auf der Welt **nur begrenzt erfolgreich** gewesen! 1982 wurde in aller Welt und gerade auch in den USA an den 100. Todestag DARWINs in Würdigung für den großen Mann gedacht. Und heute?

Und eines sollte auch klar sein: **Ohne Evolutionstheorie werden die Lehren der Religion auch nicht wahrer!** Schöpfung ist eine Legende schon immer. Evolution oder Schöpfung sind deshalb keine Alternativen! Das eine, 'Schöpfung', ist Legende, das andere, 'Evolution', auf jeden Fall der Versuch einer vernunftgemäßen Theorie. Atheismus und Religionsspeksis sind viel älter als 'Darwin'. Und alles begreifen? Geht das? Eine Sinngebung in allgemeiner Skepsis nicht möglich? Milliarden Sterne und Gott ausgerechnet auf der Erde?

Literatur

(Vornamen wurden so behandelt, ausgeschrieben oder abgekürzt, wie in der zitierten Originalarbeit, auch wenn vollständig bekannt waren)

Archivalien: Universitäts-Archiv Erlangen, T. II, Pos. 1, Nr. 27: Albert Fleischmann. - Staatsarchiv Schwerin, MFU 1913: Wiederbesetzung Lehrstuhl Zoologie; Siegfried Becher.

Zur Erinnerung an Ernst Hadorn. 1976. Darin auch Vortrag von HADORN auf der Tagung "In der Debatte: Chemie" am 6. Februar 1976 an der ETH Zürich, S. 43 - 46.

anonym, 1926: Dr. Paul Kammerer. Nature, Vol. 118, Nr. 2974, 30. Oktober, S. 635 / 636.

Nachruf auf John Stevens Henslow in Proceedings of the Linnean Society of London entnommen aus " 'Gardeners' Chronicle' for June 1, 8 and 15, 1861"

A., R. L. et al., 1911: St. Helena. The Encyclopaedia Britannica, Volume XXIV.

F., J. B., 192: William Bateson – 1861 – 1926. Proceedings of the Royal Society, Series B, Volume 101, No. B 706, S. I – V.

K., V. L., 1958: Burbank, Luther. Dictionary of American Biography, Volume II, S. 265 – 270.

M., G. P., 1961: Leidy, Joseph. Dictionary of American Biography, Volume VI, S. 150 – 152.

Anonym, 1833: Rezension von LYELL, CH.: Principles of Geology...Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde. Jg. 1833, S. 207 - 209.

anonym, 1926: Dr. Paul Kammerer. Nature, Vol. 118, Nr. 2974, 30. Oktober, S. 635 / 636

ABEL, OTHENIO, 1926: Amerikafahrt. Eindrücke, Beobachtungen und Studien eines Naturforschers auf einer Reise nach Nordamerika und Westindien. Jena.

ABEL, O., 1928: Das Biologische Trägheitsgesetz. Biologia Generalis, IV.

ABEL, OTHENIO, 1929: Paläobiologie und Stammesgeschichte. Jena.

ABEL, OTHENIO, 1931: Louis Dollo. 7. Dezember 1857 - 19. April 1931. Ein Rückblick und Abschied. Palaeobiologica, IV, S. 321 - 344.

ABEL, OTHENIO, 1936: Kalman Lambrecht. Paläontologische Zeitschrift, Volume 18, Juli, S. 11 ff. (Im Internet).

ADAM, KARL DIETRICH, 1980: Das Steinheimer Becken – eine Fundstätte von Weltgeltung. Monumenta geologica et palaeontologica. Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg, 135. Jahrgang, S. 32 – 144.

ADAMS, MARK B., 1981: Filipchenko (Philipschenko), Jurii Aleksandrovich. Dictionary of Scientific Biography, Vol. 17 (Supplement II), S. 297 - 303.

AGARDH, C. A., 1829: Über die gegen meine Ansichten in der Physiologie der Algen gemachten Einwürfe. Nova Acta... Leopoldina, 14, 2. Abtheilung, S. 733 - 768.

AGARDH, C. A., 1832: Allgemeine Biologie der Pflanzen. Aus dem Schwedischen von F. C. CREPLIN. Greifswald

ALTUM, BERNHARD, 1868: Der Vogel und sein Leben. 3. Auflage. Münster.

AMBRONN, H. und H. HELD, 1896: Beiträge zur Kenntnis des Nervenmarks. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte..., S. 202 - 213.

ANDREWS, CHARLES WILLIAM, 1906: A Descriptive Catalogue of the Tertiary Vertebrata of the Fayu[^]m, Egypt. London.

ANHÄUSER, MARCUS, 2006: Der wahre Egoist kooperiert. Wie Richard Dawkins ... Süddeutsche Zeitung, Donnerstag, 28. Oktober, Nr. 247, S. 16.

ANKEL, W. E., 1957: Zur Geschichte der wissenschaftlichen Biologie in Gießen. Ludwigs-Universität Justus Liebig-Hochschule 1807 - 1957, S. 308 - 340. Gießen.

ANKER, J. und S. DAHL, 1928: Werdegang der Biologie. Leipzig.

ARAGO, FRANZ, deutsch 1855: Cuvier. - In: ARAGO, FRANZ, 1855: ... sämtliche Werke. Mit einer Einleitung von ALEXANDER VON HUMBOLDT. Deutsche Original-Ausgabe. Herausgegeben von DR. W. G. HANKEL. 3. Band, S. 461 - 466.

ARBER, AGNES, rev. ALEXANDER GOLDBLOOM; 2004: Scott, Dukinfield Henry. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 49, S. 363 / 364

ARBER, WERNER, 1978 a: Promotion and Limitation of Genetic Exchange. Nobel Lecture, 8 December 1978. Les Prix Nobel. Stockholm.. S. 181 - 192.

ARBER, WERNER, 1978 b: Restriktionsendonucleasen. Angewandte Chemie, 90. Jg., Heft 2, S. 79 - 85.

ARESCOUG, F. W. C., 1882: Der Einfluss des Klimas auf die Organisation der Pflanzen, insbesondere auf die anatomische Struktur der Blattorgane. Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie, herausgegeben von A. ENGLER, 2. Band, S. 511 - 526.

ARESCOUG, F. W. C., 1888: Betrachtungen über die Organisation und die biologischen Verhältnisse der nordischen Bäume. Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie, herausgegeben von ADOLF ENGLER, 9, S. 70 - 85.

ARNOLD, CARL-GEROLD, 1981: Julius Schwemmle 1894 - 1979. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bnad 94, S. 749 - 756.

AVERY, OSWALD T.; COLIN M. MAC LEOD, MACLYN MC CARTY, 1944: Studies on the chemical Nature of the Substance inducing Transformation of pneumococcal Types. Induction of Transformation by a Desoxyribonucleic Acid Fraction isolated from Pneumococcus Type III. The Journal of Experimental Medicine, 79, 2 .

AYALA, FRANCISCO, 2007: Darwin's greatest discovery: Design without designer. PNAS, Volume 104, suppl. 1, S. 8567 - 8573.

AYALA, FRANCISCO J., 2009: Darwin and the scientific method. PNAS, vol. 106, suppl. 1, June 16, S. 10333 - 10039.

BABCOCK, E. B./A. F. BLAKESLEE, 1933: John Belling. Genetics.

BANIN, AMOS; JERZY NAVROT, 1975: Origin of Life: Clues from Relations between Chemical Composition of Living Organisms and Natural Environments. Science, Volume 189, 15 August, S. 550/551.

BAER, K. E. v., 1827: Beiträge zur Kenntnis der niedern Thiere. Verhandlungen der Kaiserl. Leopoldin.-Carolin. Akademie der Naturforscher, 13. Band, 2. Abteilung, Bonn. S. 525 - 762.

BAER, 1834 /1864: Das allgemeinste Gesetz der Natur in aller Entwicklung. Ein Vortrag... 1834. In: BAER, K. E. v.: Reden ... 1. Theil. St. Petersburg 1864: 35 - 74

BAER, KARL ERNST von, 1838: Ueber die Verbreitung des organischen Lebens. Vortrag . In : BAER, K. E. v.: Reden...1. Theil. St. Petersburg 1864: 161 - 235.

BAER, K. E., 1865: Nachrichten über Leben und Schriften des Herrn Geheimrathes Dr. Karl Ernst von Baer, mitgetheilt von ihm selbst. Veröffentlicht bei Gelegenheit fünfzigjährigen Doctor-Jubiläums am 29. August 1864, von der Ritterschaft Ehstlands. St. Petersburg

BARKLEY, GARETH E., 2004: Jenkin, (Henry Charles) Fleeming. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 29, S. 939 - 941.

BARRETT, PAUL H.; s. DARWIN, CH. 1977.

BARRINGTON, E. J. W., 1973: Gavin Rylands de Beer. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 19, S. 65 - 93.

BARY, A. DE, 1861: Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit, ihre Ursache und ihre Verhütung. Eine pflanzenphysiologische Untersuchung in allgemein verständlicher Form angestellt von ... Leipzig

BARY, A. DE, 1863: Untersuchungen über die Entwicklung einiger Schmarotzerpilze. Im Auszug mitgetheilt von .. Flora, N. R. XXI / no. 11: 161 - 169.

BARY, A. DE, 1878: Ueber Symbiose. Tageblatt der 51. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Cassel 1878, S. 121 - 126.

BATES, HENRY WALTER, 1862: Contributions of an Insect Fauna of the Amazon Valley. Lepidoptera: Heliconidae. The Transactions of the Linnean Society of London, XXIII.

BATESON, W., 1899: Hybridisation and Cross-Breeding as a Method of Scientific Investigation. Journal of the Royal Horticultural Society, 24, S. 59 – 66.

BATESON, WILLIAM, 1902: Reports to the Evolution Committee. Report I. London.

BAUER, CLEMENS, 1965: Vilfredo Pareto als politischer Denker. Gesammelte Aufsätze zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte, S. 411 ff. Freiburg, Basel, Wien.

BAUER, HANS, 1935: Die Speicheldrüsenchromosomen der Chironomiden. Die Naturwissenschaften, Heft 26 / 28, 28. Juni, S. 475 /476.

BAUMGÄRTNER; K. H., 1855: Anfänge zu einer physiologischen Schöpfungsgeschichte der Pflanzen-und Thierwelt ... Stuttgart

BAUMGÄRTNER, K. H., 1858: Ueber die Bedeutung des Menschengeschlechts in den Werken der Schöpfung. Amtlicher Bericht über die 34. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Carlsruhe im September 1858. Carlsruhe. S. 15 - 19.

BAYLISS und STARLING, 1906: s. STARLING.

BECHSTEIN, JOHANN MATTHÄUS, 1800: Naturgeschichte der schädlichen Waldinsecten. Neue verbesserte Auflage. Nürnberg.

BELJAJEFF, M. M., 1927: Ein Experiment über die Bedeutung der Schutzfärbung. Biologisches Zentralblatt, 47, 2.

BENECKE, WILHELM, 1932: Johannes Reinke. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, L (50), S. (170) - (202).

- BENEKE, F. W., 1858: Physiologische Vorträge. Für Freunde der Naturgeschichte. 1. Band. Oldenburg.
- BERGMANN, C. und R. LEUCKART; 1852: Anatomisch-physiologische Uebersicht des Thierreichs. Stuttgart.
- BERNAYS, A., 1878: Die Entwicklungsgeschichte des Kniegelenkes des Menschen, mit Bemerkungen über die Gelenke im Allgemeinen. Morphologisches Jahrbuch 4, 3, S. 403 - 446.
- BERTALANFFY, LUDWIG VON; 1949 (2. verbesserte Auflage): Vom Molekül zur Organismenwelt. Grundfragen der modernen Biologie. Potsdam.
- BERTHOLD, A. A., 1837: Lehrbuch der Physiologie des Menschen und der Thiere. 2 Bände. Göttingen.
- BICKEL, MARCEL H., 1972: Marcell Nencki 1847 - 1901. Berner Beiträge zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften ... Neue Folge, Band 5. Bern, Stuttgart, Wien.
- BIELKA, HEINZ, 2003: Diskurse über Medizin und Biologie in Berlin-Buch. Hierin, S. 20 – 56: Das Leben der Timofeeff-Familie in Berlin-Buch 1939 bis 1945. Berlin.
- BISCHOF, NORBERT, 1993: 'Gescheiter als alle die Laffen'. Ein Psychogramm von Konrad Lorenz. München, Zürich.
- BLAGOWESTSCHENSKI, A. W., 1955: Die biochemischen Grundlagen des Evolutionsprozesses der Pflanzen. Berlin.
- BLAKESLEE, ALBERT FRANCIS, 1921a: The Globe, a simple trisomic mutant in *Datura*. Proceedings of the National Academy of Science of the ... 7, 5.
- BLAKESLEE, ALBERT FRANCIS, 1921b: The Globe Mutant in the Jimson Weed (*Datura Stramonium*). Genetics, 6.
- BLAKESLEE, ALBERT FRANCIS, 1921c: Types of Mutations and their possible Significance in Evolution. Paper presented before the American Society for Naturalists at the Chicago meeting, December 30, 1920. The American Naturalist, Vol. LV, No. 638: 254 - 267.
- BLAKESLEE, ALBERT FRANCIS, 1922a: A haploid Mutant in the Jimson Weed, „*Datura Stramonium*“. Science, LV, No. 1433
- BLAKESLEE, ALBERT FRANCIS, 1922b: Studies of the Pollen Tubes and Abortive Ovules of the Globe Mutant of *Datura*. Science, LV, No. 1431.

BLAKESLEE, ALBERT FRANCIS, 1922c: Variations in *Datura* due to Changes in Chromosome Number. *The American Naturalist*, Vol. LVI: 16 - 31.

BLAKESLEE, ALBERT F., 1924: Distinction between primary and secondary Chromosomal Mutants in *Datura*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Volume 10, March 15, No. 3. S. 109 – 120.

BLAKESLEE, ALBERT FRANCIS, 1931: The Genetic View-Point. Presidential address delivered at the annual Dinner of the American Society of naturalists, Cleveland, Ohio, January 1, 1931. *Science*, Vol. 73, No. 1900: 571 - 577.

BLAKESLEE, ALBERT FRANCIS, 1934: New Jimson Weed from old Chromosomes. *The Journal of Heredity*, XXV, 3.

BLAKESLEE, ALBERT FRANCIS, 1937: Methods of inducing doubling of chromosomes in plants. *The Journal of Heredity*, XXVIII, 12.

BLATTNER, FREDERICK R., 1983: Biological Frontiers. *Science*, Volume 222, Number 4625, 18 November, S. 719/720.

BLOCH, KONRAD, 1965: Die Biosynthese des Cholesterins. Nobel-Vortrag am 11. Dezember 1964. Übersetzung. *Angewandte Chemie*, 77. Jahrgang, Nr. 21, S. 944 - 954.

BLUMENBACH, J. F., 1789: Ueber den Bildungstrieb. Göttingen.

BLUMENBACH, JOHANN FRIEDRICH, 1790a. Über Menschen-Racen und Schweine-Racen. *Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte ...* 6, 1. Stück, S. 1 - 13.

BLUMENBACH, JOHANN FRIEDRICH, 1790b: über Künstleleyen oder zufällige Verstümmelungen am thierischen Körper, die mit der Zeit zum erblichen Schlag ausartet. *Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte ...* 6, 1. Stück, S. 13 - 23.

BLUMENBACH, JOHANN FRIEDRICH, 1798: Über die natürlichen Verschiedenheiten im Menschengeschlecht. - Nach der 3. Ausgabe und den Erinnerungen des Verfassers übersetzt, und mit einigen Zusätzen und erläuternden Anmerkungen herausgegeben von JOHANN GOTTFRIED GRUBER. Leipzig.

BOAS, J. E. V. , 1896: Ueber Neotenie. *Festschrift zum Siebenzigsten Geburtstage von Carl Gegenbaur am 21. August 1896. Zweiter Band*, S.1 - 20. Leipzig.

BODENMÜLLER, HEINZ & H. CHICA SCHALLER, 1981: Conserved amino acid sequence of a neuropeptide, the head activator, from coelenterates to humans. *Nature*, Volume 293, 15 October, S. 579/580.

- BÖKER, HANS, 1931: Biologisch-anatomische Beobachtungen zur Umwandlung der Arten. Die Naturwissenschaften, 19, 6.
- BÖKER, HANS, 1932: Umweltänderung und Artumwandlung bei brasilianischen Säugetieren. Die Naturwissenschaften, 20, 12.
- BÖKER, HANS, 1936: Was ist Ganzheitsdenken in der Morphologie. Zeitschrift für die gesamte Naturwissenschaft, 2, 7, S. 253 – 276.
- BÖKER, HANS, 1937: Einführung in die Vergleichende Biologische Anatomie der Wirbeltiere. Zweiter Band: Biologische Anatomie der Ernährung. Jena.
- BONNER, JOHN TYLER, 2013: Randomness in evolution. Princeton University Press.
- BONNET, R., 1888: Die stummelschwänzigen Hunde im Hinblick auf die Vererbung erworbener Eigenschaften. Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, 4, 2, S. 69 - 92-
- BORISSIAK, A., 1930: W. Kowalewsky, sein Leben und Werk. Palaeobiologica, Jahrgang III, S. 131 – 256.
- BORY DE SAINT-VINCENT, J. B. M., 1837: Der Mensch. Weimar.
- BRAAKHEKKE, W. G., 1985: The significance of competition for plant diversity. Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung. 23, S. 315 - 327.
- BRAUS, HERMANN, 1905: Ueber den Entwicklungsmechanismus beim äusserlichen hervortreten der Vorderbeine der Unke und über künstliche Abrachie. Naturhistorisch-Medizinischer Verein Heidelberg, Sitzung 20. 6. 1905: Münchener Medizinische Wochenschrift, 52, 36: 1749 - 1751
- BRAUS, HERMANN, 1906: Vordere Extremität und Operculum bei Bombinatorlarven. Ein Beitrag zur Kenntnis morphogener Correlation und Regulation. Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch, 35, 4: 509 - 590
- BRONN, HEINRICH GEORG, 1835 - 1837: Lethaea Geognostica, oder Abbildungen und Beschreibungen der für die Gebirgs-Formationen bezeichnendsten Versteinerungen. Stuttgart.
- BRONN, HEINRICH GEORG, 1841 1. Band, 1843, 2. Band: Handbuch einer Geschichte der Natur. Stuttgart.
- BRONN, HEINRICH GEORG, 1858a: Untersuchungen über die Entwicklungsgesetze der organischen Welt während der Bildungs-Zeit unserer Erd-Oberfläche.

eine von der Französischen Akademie im Jahre 1857 gekrönte Preisschrift. Stuttgart.

BRONN, HEINRICH GEORG, 1858b: Morphologische Studien über die Gestaltungsgesetze der Naturkörper überhaupt und der organischen insbesondere. Gebildeten Freunden allgemeiner Einblicke in die Schöpfungs-Pläne der Natur gewidmet. Leipzig und Heidelberg.

BROWNE, JANET, 1988: Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon (1707 - 88). Endeavour, New Series, Volume 12, No. 2, S. 86 - 90.

BRUCE, DUNCAN W. and DERMOT O' HARE, 1992: Inorganic materials. Chichester.

BRÜCHER, HEINZ, 1943: Experimentelle Untersuchungen über Selektionswert künstlich erzeugter Mutanten von *Antirrhinum majus*. Zeitschrift für Botanik, 39, 1: 1 - 47.

BUBNOFF, SERGE von, 1954 (3. Auflage): Grundprobleme der Geologie. Berlin.

BUCH, LEOPOLD von, 1825: Physikalische Beschreibung der canarischen Inseln. In: L. v. BUCH: Gesammelte Schriften, 3. Band, Berlin 1877.

BÜCHNER, L., 1860: Eine neue Schöpfungstheorie. In: BÜCHNER, L., 1874. Aus Natur und Wissenschaft. Leipzig 1874. S. 270 - 280.

BÜCHNER, LUDWIG, 18648: Kraft und Stoff. Empirisch - naturphilosophische Studien. In allgemein - verständlicher Darstellung. 8. verm. u. verb. Auflage. Leipzig.

BÜCKMANN, DETLEF, 1999: Entstehen und Vielfalt hormonaler Systeme im Tierreich. Professor Dr. Dr. h. c. Peter Karlson zum 80. Geburtstag gewidmet. Naturwissenschaftliche Rundschau, 52. Jahrgang, Heft 4, S. 133 - 144.

BUFFON, ab 1749.: Allgemeine Historie der Natur nebst allen ihren besonderen Theilen, abgehandelt nebst einer Beschreibung der Naturalienkammer Sr. Majestät des Königs von Frankreich. 2. Theil, 1. Band. Hamburg und Leipzig. - Mit Kommentaren.

BUFFON, 1837, 1841: Buffons sämmlliche Werke samt den Ergänzungen nach der Klassifikation von G. CUVIER. Einzige Ausgabe in deutscher Uebersetzung von U. J. SCHALTENBRAND. Allgemeine Gegenstände. 1. Band 1837, Berlin. - 2. Band 1840, Köln.

BÜNNING, ERWIN, 1949: Theoretische Grundfragen der Physiologie. Stuttgart.

- BURDACH, K. F., 1810; Die Physiologie .. Leipzig.
- BURDACH, K. F., 1826: Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Leipzig.
- BURDACH, K. F., 1837: Anthropologie für das gebildetet Publicum. Stuttgart.
- BURGEFF, H., 1941: Konstruktive Mutationen bei Marchantia. Die Naturwissenschaften, 29. Jahrgang, 16. Mai, Heft 20, S. 289 – 299.
- BURLINGAME, LESLIE J., 1973: Lamarck, Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet de. Dictionary of Scientific Biography, Volume VII, S. 584 – 593. New York.
- BURMEISTER, HERMANN, 1855: Geologische Bilder zur Geschichte der Erde und ihrer Bewohner. 1. Band, 2. vermehrte Auflage. Leipzig.
- BURMEISTER, HERMANN, 1856: Geschichte der Schöpfung. Eine Darstellung des Entwicklungsganges der Erde und ihrer Bewohner. 6 verbesserte Auflage. Leipzig.
- BURNET, Sir MACFARLANE, 1959: Natural History of Infectious Disease. Second Edition. Cambridge.
- BUTENANDT, ADOLF, 1971: Vorwort zu Baupläne der Lebens-Probleme und Ergebnisse der Biochemie. München 1971. In. BUTENANDT, A., 1981: Das Werk eines Lebens. Göttingen. S. 809 - 815.
- BUTTEL-REEPEN, H. von, 1903: Die phylogenetische Entstehung des Bienenstaates, sowie Mitteilungen zur Biologie der solitären und sozialen Apiden. Biologisches Centralblatt, XXII, in Fortsetzungen, S. 4 ff., Schluß der letzten Fortsetzung S. 195.
- CAIN, A. J., 1951 a: So-called Non-Adaptive or Neutral Characters in Evolution. Nature, Volume 168, September 8, S. 424.
- CAIN, A. J., 1951 b: Non-adaptive or Neutral Characters in Evolution. Nature, Volume 168, No. 4285, December 15, S. 1049.
- CAIN, A. J., 1979: Introduction to general discussion. - Diskussion zu meeting 'Aadaptation by means of natural selection' - Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Volume 205, Biological Sciences, S. 599 - 604.
- CAMPBELL, DONALD, s. LORENZ, K. und RICHARD I. EVANS 1977.
- CAMPER, PETER, 1782: Rede über den Ursprung und die Farbe der Schwarzen. - In: CAMPER: Kleinere Schriften. Leipzig 1782.

- CANFIELD, DON E., SIMON W. POULTON; GUY M. NARBONNE, 2007: Late-Neoproterozoic Deep-Ocean Oxygenation and the Rise of Animal Life. *Science*, Volume 315, 5 January, S. 92 - 95.
- CANNON, R. T., 1965: Age of the Transition in the Pre-Cambrian Atmosphere. *Nature*, Vol. 205, February 6, S. 586.
- CARLSON, ELOF AXEL, 1974: Muller, Hermann Joseph. *Dictionary of Scientific Biography*, Volume IX, S. 564 / 565, New York.
- CARNEIRO, ANA; ANA SIMOES, MARIA PAULA DIOGO and TERESA SALOME MOTA. 2013: Geology and Religion in Portugal. *Notes and Records of the Royal Society*, 67, S. 331 - 354.
- CARR-SAUNDERS, A. M., 1936 (reprinted 1937): *World Population. Past Growth and Present Trends*. Oxford.
- CARROLL, SEAN B., 2001: Chance and necessity: the evolution of morphological complexity and diversity. *Nature*, Vol. 409, 22 February, S. 1102 - 1109.
- CARUS, C. G., 1823: Beitrag zur Geschichte der unter Wasser an verwesenden Thierkörpern sich erzeugenden Schimmel-und Algengattungen. *Nova Acta ... Leopoldina*, 3, 2. Abtheil., S. 493 - 522.
- CASPERSSON, TORBJÖRN, 1948: Würdigung der Nobelpreisverleihung für Physiologie oder Medizin an HERMANN JOSEPH MULLER. *Les Prix Nobel en 1946*. Stockholm. S. 39 - 43.
- CESNOLA, A. P., 1904: Preliminary Note on the Protective Value of Colour in *Mantis religiosa*. *Biometrika*, III.
- CHAMBERS, JOHN WHITECLAY II, 1960: Andrews, Roy Chapman. *Dictionary of American Biography*, Supplement Six, S. 17 - 19.
- CHAMBERS, R., 1844 bis 1853 10 Auflagen: *Vestiges of the Natural History of Creation*. London. Dtsch. 1851: *Natürliche Geschichte der Schöpfung des Weltalls, der Erde und der auf ihr befindlichen Organismen, begründet auf die durch die Wissenschaft errungenen Thatsachen*. Aus dem Englischen nach der sechsten Auflage von CARL VOGT.
- CHETVERIKOV, S. S.: siehe TSCHETWERIKOW.
- CHRIST, H., 1902: Prof. Wilhelm Schimper. 1856 - 1901. *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*. Zofingen. S. XCVI -XCVIII.
- CHRISTENSEN, CARL, 1932: Carl Hansen Ostenfeld. *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft*, L (50), S. (164) - ((168)).

- CHUN, CARL, 1900: Aus den Tiefen des Weltmeeres. Jena.
- CLAPHAM, A. R. and J. L. HARLEY, 1979: William Owen James. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 25, S. 350 - 365.
- CLARK, J. F. M., 2014: John Lubbock, Science and the Liberal Intellectual. Notes & Records The Royal Society Journal of the History of Science, 68, S. 65 - 87.
- CLARKE, ANDREW and HANS-OTTO PÖRTNER, 2010: Temperature, metabolic power and the evolution of endothermy. Biological Reviews, 85, S. 703 - 727.
- CLAUSEN, J., 1922: Studies on the Collective Species *Viola tricolor* L. (Preliminary Notes). Botanisk Tidsskrift, 37, Heft 3, Heft 5.
- CLAUSEN, R. E. und T. H. GOODSPEED, 1925: Interspecific Hybridization in *Nicotiana*. II. A Tetraploid *glutinosa*-*Tabacum* Hybrid, an Experimental Verification of Winge's Hypothesis. Genetics, Volume 10, S. 278 - 284.
- CLOUD, PRESTON F., Jr., 1968: Atmospheric and Hydrospheric Evolution on the Primive Earth. Science, Volume 160, 17 May, S. 729 - 736.
- CLUTTON-BROCK, T. H. and P. H. HARVEY, 1979: Comparison and adaptation. Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Volume 205, Biological Sciences, S. 547 - 565.
- COCKAYNE, L., 1928: The Vegetation of New Zealand. 2nd eidtion, almost entirely rewritten, thoroughly revistes, and enlarged. - Die Vegetation der Erde, XIV. - Leipzig.
- COHEN, SEYMOUR S., 1970; Mirsky, Alfred Ezra. Dictionary of Scientific Biography, Volume 18, Supplement II, S. 633 - 636, New York.
- COHN, F., 1855 a: *Empusa Muscae* und die Krankheit der Stubenfliegen. Ein Beitrag zur Lehre von den durch parasitische Pilze charakterisierten Epidemieen. Verhandlungen / Novorum Actorum der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Academie der Naturforscher, 17: 292 - 360.
- COHN, F., 1855 b: Über die Fortpflanzung von *Sphaeroplea annulina*. Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Kgl. preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1855. Berlin.
- COHN, F., 1895: Nathanael Pringsheim. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, VIII, S. (10) - (33).
- COLBERT, EDWIN H., 1975; National Academy of Sciences of the United Staes of America, Volume XLVI (46), S. 90 - 133.

COLEMAN, WILLIAM, 1970: Blainville, Henri Marie Ducrotay de: Dictionary of Scientific Biography, Volume II, S. 186 - 188, New York.

COMFORT, NATHANIEL, 2015: Dawkins, redux. - Rezension von Dawkins Autobiography 'Brief Candle in the Dark ... Nature, Volume 225, 10 September, S. 184/185.

CONDORCET, ANTOINE, Marquis de, 1794 / 1963: Entwurf einer historischen Darstellung der Fortschritte des menschlichen Geistes. Herausgegeben von WILHELM ALFF. Französisch - Deutsch. Europäische Verlagsanstalt. - Französischer Originaltitel: Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain.

CONRAD von MEGENBERG, 14. Jahrhundert: Das Buch der Natur. Die erste Naturgeschichte in deutscher Sprache. In Neu - Hochdeutscher Sprache bearbeitet und mit Anmerkungen versehen von Dr. HUGO SCHULZ. Greifswald.

CORRENS, CARL, 1900: G. Mendel's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 18, 4. Auch in: CORRENS, C., 1924: Gesammelte Abhandlungen zur Vererbungswissenschaft aus periodischen Schriften, 1899 - 1924. Berlin.

CORRENS, C., 1929: Ein Beispiel für die Konkurrenz unter nächstverwandten Pflanzensippen. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen ...WILHELM ROUX, 116. Band, Festschrift für Hans Spemann, Erster Teil, S. 253 - 265.

COWAN, RUTH SCHWARTZ, 2004: Galton, Sir Francis. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 21, S. 346 - 349.

COYNE, JERRY A., 2006: Seine Geschichte ist wahr. Vor dreißig Jahren hat Richard Dawkins das egostische Gen erfunden. Merkur, 60. Jahrgang, Heft 11, November, S. 1076 - 1083.

CRAWFORD, R. M. M., 1978: Biochemical and Ecological Similarities in Marsh Plants and Diving Animals. Naturwissenschaften, 65, S. 194 - 201.

CREESE, MARY R. S., rev., 2004: Saunders, Edith Rebecca. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 49, S. 33 / 34.

CROOK, D. P., 2004: Kidd, Benjamin. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 31, S. 520 - 522.

CUVIER, deutsch 1830: Die Umwälzungen der Erdrinde in naturwissenschaftliche und geschichtlicher Beziehung. Nach der 5. Original-Ausgabe übersetzt von Dr. J. NÖGGERATH. 1. Band. Bonn.

CUVIER, 1804: Sur l'Ibis des Anciens Egyptiens. Annales du Museum National

d'Histoire Naturelle, 4. An VII, S. 116 - 135.

CUVIER, 1806: Sur les e´le´phants vivans et fossiles. Annales du Muesum National d'Histoire Naturelle, 8. An IX, S. 1- 57, 93 - 155, 249 - 269.

DAHL, FRIEDR., 1906: Die physiologische Zuchtwahl im weiteren Sinne. Biologisches Centralblatt, XXVI. Band, 1. Januar, No. 1, S. 3 - 15.

DAHL, FRIEDR., 1908: Die Redeschlacht in Berlin über die Tragweite der Abstammungslehre. Eine kritische Besprechung mit Anmerkungen. Jena.

DAHL, FRIEDRICH, 1913: Vergleichende Physiologie und Morphologie der Spinnentiere unter besonderer Berücksichtigung der Lebensweise. Erster Teil Die Beziehungen des Körperbaues und der Farben zur Umgebung. Jena.

DAHL, FRIEDRICH, 1920: Der sozialdemokratische Staat im Lichte der Darwin-Weismannschen Lehre. Jena.

DAHL, FRIEDRICH, 1921: Grundlagen einer Ökologischen Tiergeographie. Jena.

DAHL, FRIEDRICH, 1923: Grundlagen einer Ökologischen Tiergeographie. Zweiter, spezieller Teil. Jena.

DARLINGTON, C. D., 1953: The Facts of Life. London.

DARLINGTON, C. D., 1956: Chromosome Botany. London.

DARLINGTON, C. D., 1958: Evolution of Genetic Systems. Second Edition Edinburgh, London. – First 1939, Cambridge University Press.

DARLINGTON, C. D., 1954: The Place of Botany in the Life of a University. An Inaugural Lecture delivered before the University of Oxford on 27 November 1953. Oxford.

DARWIN, CHARLES, 1846/1878: Beschreibung des feinen Staubes, welcher oft auf Schiffe im atlantischen Ozean fällt. Englisches Original in: The Quarterly Journal of the Geological Society of London, 2 . Dtsch. in: CHARLES DARWIN's gesammelte Werke. Aus dem Englischen übersetzt von V. CARUS. 12. Band, 2. Abteilung. Stuttgart 1878.

DARWIN, C., 1859: Extract from an unpublished Work on Species by C. DARWIN ... - Abstract of a Letter from C. DARWIN ... to Prof. ASA GRAY. Boston, U.S., dated Down, September 5th, 1857. Journal of the Proceedings of the Linnean Society. Zoology, Vol. III, S. 46 - 53.

DARWIN, CHARLES, 1860: über die Entstehung der Arten im Thier-und Pflanzen-Reich durch natürliche Züchtung, oder Erhaltung der vervollkommeneten Rassen im Kampfe um's Daseyn. Nach der zweiten Auflage von Dr. H. G. BRONN: Stuttgart. - 1872: On the Origin of Species by means of Natural Selection... 6. Edition. London. Dtsch. von J. VICTOR CARUS.

DARWIN, CHARLES, 1862, 1877 2: On the Various Contrivances by which Orchids are fertilised by Insects. London. - Dtsch.: Nach einer Übersetzung von H. G. BRONN 1862 folgte die Übersetzung von J. VICTOR CARUS: Die verschiedenen Einrichtungen durch welche Orchideen von Insecten befruchtet werden. Stuttgart 1877.

DARWIN, CHARLES, 1862: On the Two Forms, or Dimorphic Condition, in the Species of Primula and the remarkable Sexual Relations. Journal of the Proceedings of the Linnean Society. Botany. Volume VI, S. 77 - 98.

DARWIN, CHARLES, 1867, 1875 2: The Movements and Habits of Climbing Plants. 1. Auflage im „Journal of the Linean Society“, Botany 9. - Dtsch.: Die Bewegungen und die Lebensweise der kletternden Pflanzen. Übersetzung von J. VICTOR CARUS, Stuttgart 1876.

DARWIN, CHARLES, 1868, 18752: The Variation of Animals and Plants under Domestication. London. - Deutsch: Das Variieren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Übersetzt von J. VICTOR CARUS. Stuttgart 1868, 18732. Eine 3. Auflage 1878 folgte der 2. englischen Auflage..

DARWIN, CHARLES, 1871: The Descent of Man and Selection in Relation to Sex. London. - 2. Auflage 1874. - Deutsch hier benutzt: Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl. Übersetzt von CARL W. NEUMANN. Philipp Reclam jun. o. J. Leipzig.

DARWIN, CHARLES, 1875: Insectivorous Plants. London. - Dtsch.: Insektenfressende Pflanzen. Übersetzung von J. VICTOR CARUS. Stuttgart.

DARWIN, CHARLES, 1876, 1878 2: The Effects of Cross and Self Fertilisation in the Vegetable Kingdom. London. - Dtsch.: Die Wirkungen der Kreuz-und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich. Übersetzung von J. VICTOR CARUS. Stuttgart 1877.

DARWIN, CHARLES, 1868, 1875 2: The Variation of Animals and Plants under Domestication. London. Deutsch: Das Variieren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation. Übersetzt von J. VICTOR CARUS. Stuttgrat 1868 u. a.

DARWIN, CHARLES, 1872: On the Origin of Species by means of Natural Selec-

tion... 6. Edition. London. Dtsch. von J. VICTOR CARUS.

DARWIN, CHARLES, nachgelassen Autobiographie, herausgegeben u. a. etwa von J. SOBOL Jena 1959.

DARWIN, CHARLES, 1982: Erinnerungen an die Entwicklung meines Geistes und Charakters (Autobiographie 1876 - 1881) - Tagebuch des Lebens und Schaffens (Journal) 1838 - 1881 - Francis Darwin Erinnerungen aus meines Vaters täglichem Leben 1887. Einführung KONRAD SENGLAUB. Jena, Leipzig, Berlin.

DARWIN, CHARLES, edited by PAUL H. BARRETT, 1977: The Collected Papers of Charles Darwin. (With a Foreword by THEODOSIUS DOBZHANSKY). Two Volumes in One. The University of Chicago Press. Chicago and London.

DARWIN, FRANCIS: A. C. SEWARD (ed.), 1903: More Letters of Charles Darwin. A Record of his Work in a Series of hitherto unpublished Letters. Vol. I, II. London.

DARWIN, FRANCIS, 1909: President Address. Report of the Seventy-Eight Meeting of the British Association for the Advancement of Science, held London. S. 3 - 27

DAWKINS, RICHARD, 1978: Das egoistische Gen. Übersetzt von KARIN DE SOUSA FERREIRA. Berlin, Heidelberg, New York.

DAWKINS, R. and J. R. KREBS, 1979: Arms races between and within species. Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Volume 205, Biological Sciences, S. 489 - 511.

DAWKINS, RICHARD, 2006: Wir spielen Gott. Ein Brief an Prinz Charles. Aus dem Englischen von MICHAEL BISCHOFF. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Mittwoch, 24. Mai, Nr. 120, S. 49.

DAWKINS, RICHARD, 2008 (zuerst 2001): Gipfel des Unwahrscheinlichen. Wunder der Evolution. Originalzeichnungen von LALLAWARD. Deutsch von SEBASTIAN VOGEL. Reinbek bei Hamburg. - Original 1999: Climbing Mount Improbable. London.

DAWKINS, RICHARD, 2016 (6. Auflage, dtsh. zuerst 2010): Die Schöpfungslüge. Warum Darwin recht hat. Aus dem Englischen von SEBASTIAN VOGEL. Berlin. - Original 2009: The greatest Show on earth. New York.

DAWKINS, RICHARD, 2016: Die Poesie der Naturwissenschaften. Autobiographie. Aus dem Englischen von SEBASTIAN VOGEL. Berlin. - Original 2013, 2016.

- DECKER, K.; K. JUNGERMANN und R. K. THAUER, 1070: Wege der Energiegewinnung in Anaerobiern. *Angewandte Chemie*, 82. Jahrgang, Nr. 4, S. 153 - 173.
- DEGEN, ROLF, 2007: Das Dumme am schwarzen IQ. *Weltwoche*, Nr. 44, S. 28 - 32.
- DEN BOER, P. J., 1980: Exclusion or coexistence and the taxonomic or ecological Relationship between Species. *Netherlands Journal of Zoology*, 30, 2, S. 278 - 306.
- DEN BOER, P. J., 1985: Exclusion, competition or coexistence? A question of testing the right hypothesis. *Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung*, Band 23, Heft 4, S. 259 - 274.
- DESMOND, ADRIAN J., 1979: Designing the Dinosaur: Richard Owen's Response to Robert Edmond Grant. *Isis*, 70, No. 252, S. 224 - 234.
- DESMOND, ADRIAN/JAMES MOORE, 1994 (dtsch zuerst 1992 München: Darwin. Deutsch von BRIGITTE STEIN. Reinbek bei Hamburg. - Original 1991: Darwin. London.
- DESMOND, ADRIAN, 2004: Grant, Grant Edmond. *Oxford Dictionary of National Biography*, Volume 23, S. 337 - 340.
- DETMER, W, 1887: Zum Problem der Vererbung. *Archiv für die gesammte Physiologie des Menschen und der Thiere...* PFLÜGER, 41. 203 - 215
- DETMER, W, 1887: Zum Problem der Vererbung. *Archiv für die gesammte Physiologie des Menschen und der Thiere...* PFLÜGER, 41. 203 - 215
- DETTO, C., 1905: Blütenbiologische Untersuchungen. I. Über die Bedeutung der Insektenähnlichkeit der Ophrysblüte nebst Bemerkungen über die Mohrenblüte bei *Daucus carota*. *Flora*, 94, S. 287 - 329.
- DIELS, L., 1906: Jugendformen und Blütenreife im Pflanzenreich. Berlin.
- DIELS, L., 1907: Das Verhältnis von vegetativer Entwicklung und generativer Reife im Pflanzenreich. *Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, Neue Folge VI. Band (ganze Reihe: XXII. Band), Sonntag, den 24. Februar 1907, S. 117 - 121.
- DINGFELDER, J., 1888: Beitrag zur Vererbung erworbener Eigenschaften, Zweite Mitteilung. *Biologisches Centralblatt*, 8, 7: 210 - 217.
- DOBZHANSKY, THEODOSIUS, 1937 (3. Auflage 1951). *Genetics and the Origin of Species*. Columbia University Press, New York.

DOBZHANSKY, THEODOSIUS, 1967: Sergei Sergeevich Tshetverikov. *Genetics*, 55: 1 - 3.

DOFLEIN, FRANZ, 1900: Über die Vererbung von Zelleigenschaften. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, 10. Jahresversammlung, 18. - 20. 8. 1900, Graz: 135 - 142.*

DOFLEIN, FRANZ, 1919: *Das Problem des Todes und der Unsterblichkeit bei den Pflanzen und Tieren. Jena.*

DOHRN, ANTON, 1875: *Der Ursprung der Wirbeltiere und das Prinzip des Funktionswechsels. Genealogische Skizzen von ... Leipzig.*

DREW, G. C., 1939: Mc Dougall's Experiments on the Inheritance of Acquired Habits. *Nature*, 143 , No. 3614, 4. 2. 1939: 188 - 191

DRUDE, OSCAR, 1913: *Die Ökologie der Pflanzen. Braunschweig.*

DUVE, CHRISTIAN DE, 1997 (dtsch. Copyrigh 1995: *Aus Staub geboren. Leben als kosmische Zwangsläufigkeit. Deutsch von SEBASTIAN VOGEL. Reinbek bei Hamburg. - Original: Vital Dust. Life as a Cosmic Imperative. New York 1995.*

EAST, E. M., 1936: Heterosis. *Genetics*, Volume 21, S. 175 – 397.

ECKSTEIN

EHRENBERG, C. G., 1820: Zusatz (zu Bemerkung von NEES von ESENBECK). *Flora...*, Nr. 34: 534 - 542.

EHRENBERG, C. G., 1830 a: Syzygites eine neue Schimmelgattung ... *Verhandlungen der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin, 1: 98 - 109.*

EHRENBERG, C. G., 1830 b: Organisation, Systematik und geographisches Verhältniss der Infusionsthierchen. 2 Vorträge, in der Akademie der Wissenschaften zu Berlin gehalten in den Jahren 1828 und 1830. Berlin.

EHRENBERG, C. G., 1832: Ueber das Entstehen des Organischen aus einfacher sichtbarer Materie, ... *Annalen der Physik und Chemie ... POGGENDORFF, 24, 1, S. 1 - 48.*

EHRENBERG, CHRISTIAN GOTTFRIED, 1839: Ueber die Bildung der Kreidefelsen und des Kreidemergels durch unsichtbare Organismen. *Abhandlungen der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1838. Berlin.*

EHRENBERG, CHRISTIAN GOTTFRIED, 1840: Über noch zahlreich jetzt lebende Thierarten der Kreidebildung. Nach Vorträgen in der Akademie der Wis-

senschaften zu Berlin in den Jahren 1839 und 1840. Berlin.

EHRENBERG, C. G., 1849: III. Über weitere atmosphärische mikroskopische Verhältnisse während der Berliner Cholerazeit von 1848 und über schalenlose Infusorien der Atmosphäre. Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneteren Verhandlungen der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin: 91 - 98.

EHRENBERG, C. G., 1872: Übersicht der seit 1847 fortgesetzten Untersuchungen über das von der Atmosphäre unsichtbar getragene reiche organische Leben. Ebenda... 1871. Berlin 1872: 1 - 150.

EHRlich, PAUL, 1901: Die Schutzstoffe des Blutes. Medicinische Wochenschrift, 27, 50, S. 865 - 867.

EHRMANN, PAUL, 1916 / 1917: Heinrich Simroth †. Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig, 43. und 44. Jahrgang, S. 47 - 81.

EIBL-EIBESFELDT, I., 1960: Die Galapagos-Inseln – die Arche Noahs im Pazifik. Vortrag / Autoreferat. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 105, S. 336 / 337.

EIBL-EIBESFELDT, 1975: Krieg und Frieden aus der Sicht der Verhaltensforschung. München, Zürich.

EIBL-EIBESFELDT, I. , 1976: Kein Warten auf den neuen Menschen. Ein Gespräch, mit ADELBERT REIF: Ist der moderne Mensch überhaupt in der Lage, in Millionengesellschaften friedlich zu leben? Zürich.

EIBL-EIBESFELDT, IRENÄUS, 1976 b (1. Auflage 1970): Liebe und Haß. Die Naturgeschichte elementarer Verhaltensweisen. München.

EIBL-EIBESFELDT, IRENÄUS, 1978: s. K. LORENZ 1978.

EIBL-EIBESFELDT, IRENÄUS, 1992: Und grün der Baum des Lebens. Erfahrungen eines Naturforschers. Köln.

EIMER, THEODOR, 1888: Die Entstehung der Arten auf Grund von Vererben erworbener Eigenschaften nach den Gesetzen organischen Wachstums. Jena.

EIMER, THEODOR, 1897: II. Teil zu vor.: Orthogenesis der Schmetterlinge. Ein Beweis bestimmt gerichteter Entwicklung und Ohnmacht der natürlichen Zuchtwahl bei der Artbildung. Leipzig.

EIMER, THEODOR, 1901: dass. III: Teil: Vergleichend-anatomisch-physiologische Untersuchungen über das Skelett der Wirbeltiere. Nach seinem Tode herausgegeben von Dr. C. FICKERT (Tübingen) und Dr. Gräfin M. von LINDEN.

- ELTON, CHARLES, 1927, 7. Auflage 1956: *Animal Ecology*. London.
- ENGELHARDT, WOLF Freiherr VON, 1959: Kreislauf und Entwicklung in der Geschichte der Erdrinde. Vortrag auf der Jahresversammlung der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina am 11. Mai 1959 in Halle/Saale. *Nova Acta Leopoldina, N.F.*, Nummer 142, Band 21, S. 85 - 99.
- ENGELS, FRIEDRICH, : Über die Urbilder des mathematisch-Unendlichen in der wirklichen Welt. *Dialektik der Natur. Notizen und Fragmente. MARX-ENGELS Werke*, Bd. 20. Berlin 1973
- ENGLEDOW, F. L., 1993: Biffen, Sir Rowland Harry /1871 - 1949). *The Dictionary of National Biography 1941 – 1950*, Oxford University Press, S. 76 / 77.
- ERBEN, 1971: Nachruf auf OTTO HEINRICH SCHINDEWOLF. *Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz. Jahrbuch 1971*. S. 75 - 86.
- ERNST, ALFRED, 1917: Über den Ursprung der apogamen Angiospermen. *Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, 62. Jahrgang, S. 336 – 348.
- ERNST, ALFRED, 1922: Chromosomenzahl und Rassenbildung. *Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, 67. Jahrgang, S. 75 – 108.
- ESCHMANN, DONALD F., 1971?: Memorial to Martin Gerard Rutten. *Geological Society of America*. S. 175 - 181. (Im Internet).
- ESCHRICHT, 1841: Untersuchungen über die Entstehung der Eingeweidewürmer. *Neue Notizen aus dem Gebiete der Natur-und Heilkunde ... (FRORIEP)*, Nr.430, Nr. 12 des XX. Bandes, Spalte 177 - 183.
- FAMINTZIN (FAMINCYN), A., 1907: Die Symbiose als Mittel der Synthese von Organismen. *Biologisches Centralblatt*, XXVII, 12.
- FARLEY, J., 1974: *The Spontaneous Generation Controversy from Descartes to Oparin*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London.
- FAST, GERTRUD, 1953: Über laciniate Mutanten von *Chelidonium majus* L. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, LXVI, S. 188 - 198.
- FEDDE, FR., 1936: *Papaveraceae*. – In: *Die natürlichen Pflanzenfamilien ... 2. Auflage. ENGLER ... Band 17 b*.
- FETSCHER, RAINER, 1928: Der jetzige Stand von der Lehre der Vererbung erworbener Eigenschaften. *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 54, nr. 47, 23. November: 1975 - 1978

FICK, L., 1859: Ueber die Gestaltung der Gelenkflächen. Aus dem wissenschaftlichen Nachlasse des verstorbenen L. FICK Mitgeteilt von A. FICK. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin: 657 - 672

FICK, RUDOLF, 1920: Bemerkungen zur „Vererbung erworbener Eigenschaften“. Anatomischer Anzeiger, 53, 18 / 19: 475 - 479.

FICK, RUDOLF, 1922: Tätigkeitsanpassung der Gelenke und Muskeln nach Versuchen am Hund. Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften, XXIV: 353 - 383.

FICK, RUDOLF, 1923: Weitere Bemerkungen über die Vererbung erworbener Eigenschaften. Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, XXXI, 1/2: 134 - 152.

FICK, RUDOLF, 1939: Inwieweit ist die Frage der „Vererbung erworbener Eigenschaften“ entschieden? Nach einem Vortrag in der Preußischen Akademie der Wissenschaften am 15. 12. 1938. Forschungen und Fortschritte, 15, 12: 163 / 164.

FIRBAS, FRANZ, 1928: Über die Bedeutung des thermischen Verhaltens der Laubstreu für die Frühjahrsvegetation des sommergrünen Laubwaldes. Beihefte zum Botanischen Centralblatt, XLIV, S. 179 - 198.

FIRBAS, FRANZ, 1931: Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Hochmoorpflanzen. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, LXXIV, S. 459 - 695.

FIRBAS, FRANZ und ADOLF PASCHER, 1937: Karl Rudolph. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, LV, S. (277) - (292).

FISCHER, A., 1937: Über die Herkunft züchterisch wichtiger Lupinenarten. Forschungen und Fortschritte, 13.

FISHER, R. A., 1936: The Measurement of Selective Intensity. In. A Discussion on the Present State of the Theory of Natural Selection. Proceedings of the Royal Society of London. Series B - Biological Sciences, Vol. CXXI, No. B 820, S. 58 - 62.

FITTING, HANS, 1919: Hermann Vöchting. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 37: (41) - (77).

FLEISCHMANN, ALBERT, 1901: Die Descendenztheorie. Gemeinverständliche Vorlesungen über den Auf- und Niedergang einer naturwissenschaftlichen Hypothese. Leipzig.

FOCKE, WILHELM OLBERS, 1881: Die Schutzmittel der Pflanzen gegen niedere Pilze. Kosmos, V. Jahrgang, X. Band, S. 412 - 416.

- FORD, EDMUND BRISCO, 1956 a: Introduction zu: A discussion on the dynamics of natural populations. Arranged by E. B. FORD. Proceedings of the Royal Society. Series B, no. 920, vol. 145, 24 July: 291 - 293.
- FORD, EDMUND BRISCO, 1956 b: Polymorphism and Taxonomy. Heredity, 9, Part II: 255 - 264.
- FORD, EDMUND BRISCO, 1957: Polymorphism in Plants, Animals, and Man. Nature, Vol. 180, No. 4598: 1315 - 1319.
- FORD, EDMUND BRISCO, 1960. Evolution in Progress. In: TAX, SOL (Edit.): Evolution after Darwin ... Vol. I. University of Chicago Press.
- FOREL, AUGUSTE, 1924: Der Weg der Kultur. Leipzig, Wien.
- FOREL, F. A., 1872/73, publ. 1874: Fauna profunde du lac Le ´man. Verhandlungen der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Schaffhausen am 18., 19. und 20. August 1873. 56 Jahresversammlung, S. 136 - 152.
- FOSTER, PAUL, 2004: White, Gilbert. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 58, S. 568 - 576.
- FRANCHINI, JOSEPH, 1931: Antonio Vallisneri. Annals of Medical History, New Series, Vol. III, No. 1, January, whole No. 53. S. 58 - 68.
- FRANK, A. B., 1873 - 1874: Ueber den Einfluss des Lichtes auf den bilateralen Bau der symmetrischen Zweige der Thuja occidentalis. Jahrbuch der wissenschaftlichen Botanik (PRINGSHEIM), 9: 147 - 190.
- FRANK, ALBERT BERNHARD, 1885: Ueber die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 3, S. 128 - 145.
- FRESKA, F., 1927: J. W. Harms †. Zoologischer Anzeiger, 20. Supplementband: 485 - 489.
- FRANK, ALBERT BERNHARD, 1885 a: Ueber die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, III: 128 - 145.
- FRANK, ALBERT BERNHARD, 1885 b: Neue Mittheilungen über die Mycorhiza der Bäume und der Monotropa hypopitys. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, III: XXVII - XXXIII.
- FREIESLEBEN, JOHANN CARL, 1807: Geognostische Arbeiten. 1. Theil: Geognostischer Beytrag zur Kenntnis des Kupferschiefergebirges mit besonderer Hinsicht auf einen Theil der Grafschaft mansfeld und Thüringen. Freyberg. - 2. Theil:

1809. Freyberg. - 3. Theil: 1815. Freyberg. - 4. Theil: dto..
- FRENCH, C. STACY, 1989: Jens Christian Clausen. National Academy of Sciences of the United States of America, Biographical Memoirs, Volume 58, S. 74 – 107.
- FRESENIUS, G., 1847: Zur Controverse ueber die Verwandlung von Infusorien in Algen. Frankfurt a. M.
- FORNROHR; 1822: über HORNSCHUCH, s. dort.
- GABUNDA; L. K., 1971: Dollo, Louis Antoine Marie Joseph. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 147 / 148, New York.
- GAFFRON, HANS, 1960, 1961: The Origin of Life. - In: TAX, SOL (Edit.): Evolution after Darwin. Volume I. University of Chicago Press.
- GALTON, F., 1870/1871: Experiments in Pangenesis, by Breeding from Rabbits of a pure variety, in whose circulation blood taken from other varieties had previously been largely transfused. Proceedings of the Royal Society of London, Volume XIX, from June 16, 1870 to June 15, 1871, London 1871, S. 393 - 410.
- GALTON; FRANCIS, 1873: Hereditary Improvement. Fraser's Magazine ... New Series, Volume VII, No. XXXVII, January, S. 116 - 130.
- GALTON, FRANCIS, 1889: Natural Inheritance. London.
- GALTON, FRANCIS, 1901: The possible improvement of the Human Breed under the existing Conditions Law and Sentiment. The second Huxley Lecture of the Anthropological Institute, delivered September 29, 1901. Nature, LXIV, May to October, 31. 10, S. 659 - 660.
- GALTON, FRANCIS, 1907: Probability, the Foundation of Eugenics. The Herbert Spencer Lecture delivered on June 5, 1907. Oxford (At the Clarendon Press) 1907.
- GALTON, FRANCIS, 1910: Genie und Vererbung. (Autorisierte Übersetzung von Dr. Otto Neurath ...) Philosophisch soziologische Bücherei, Band XIX. Leipzig.
- GEER, CARL DE, 1743: Beschreibung eines Insektes, Podura fusca, globosa, nitida, antennis longis, articulis plurimis, genannt. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik, ... Aus dem Schwedischen übersetzt, von ABRAHAM GOTTHELF KÄSTNER, 5. Band, Hamburg 1751. S. 239 - 245.
- GEGENBAUR, C., 1861: Ueber den Bau und die Entwicklung der Wirbelthier-Eier mit partieller Dotterteilung. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissen-

schaftliche Medicin ... REICHERT und EMIL DU BOIS-REYMOND, S. 491 - 529.

GEGENBAUR, CARL, 1864: Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 1. Heft: Carpus und Tarsus. Leipzig.

GEGENBAUR, CARL, 1865: ... 2. Heft: 1. Schultergürtel der Wirbelthiere. 2. Brustflosse der Fische. Leipzig.

GEGENBAUR, CARL, 1872: ... 3. Heft: Das Kopfskelett der Selachier, ein Beitrag zur Erkenntnis der Genese des Kopfskeletts der Wirbelthiere. Leipzig.

GEGENBAUR, CARL, 1873: Ueber das Archipterygium. Jenaische Zeitschrift ... 7.

GEGENBAUR, CARL, 1880: Kritische Bemerkungen über Polydactylie als Atavismus. Morphologisches Jahrbuch, 6, 4: 584 - 596.

GEGENBAUR, CARL, 1888: Über Polydactylie. Morphologisches Jahrbuch, 14

GEIKIE, ARCHIBALD,

GEINITZ, H. B., 1899: Othniel Charles Marsh. Leopoldina, Heft XXXV, S. 122 / 123.

GEITLER, LOTHAR, 1929: Der feinere Bau der Chromosomen bei Crepis. Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, Berlin-Dahlem. (Im Internet 2016).

GIERER, ALFRED und GERHARD SCHRAMM, 1956: Die Infektiosität der Nukleinsäure aus Tabakmosaikvirus. Zeitschrift für Naturforschung, 11 b, 3, S. 138 - 142.

GILLISPIE, CHARLES C., 1956: The formation of Lamarck's evolutionary theory. Archives Internationales d'Histoire des Sciences, Tome XXXV, S. 323 - 338.

GLASS, BENTLEY, 1970/ 1971: Painter, Theophilus Shickel. The American Philosophical Society, Year Book 1970, S. 151 - 153.

GLASS, H. BENTLEY, 1977: Shull, George Harrison. Dictionary of American Biography, Supplement Five, S. 628 / 629.

GLASS, BENTLEY, 1980: The strange encounter of Luther Burbank and George Harrison Shull. Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 124, No. 2, April, S. 133 - 153.

GLASS, BENTLEY, 1990: Theophilus Shickel Painter. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume 59, S. 308 - 337.

- GLAESSNER, MARTIN F., 1984: The dawn of animal life. A biohistorical study. Cambridge University Press.
- GOEBEL, KARL, 1887: Ueber künstliche Vergrünung der Sporophylle von *Onoclea Struthiopteris* Hoffm. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft V: LXIX - LXXIV.
- GOEBEL, KARL, 1893: Zur Geschichte unserer Kenntnisse der Correlationsvorgänge. Flora, 77: 38 - 42.
- GOEBEL, KARL, 1895: Ueber die Einwirkung des Lichtes auf die Gestaltung der Kakteen und anderer Pflanzen. Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung, 70, S. 96 - 116.
- GOEBEL, KARL, 1896: Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung der Kakteen und anderer Pflanzen. II. Die Abhängigkeit der Blattform von *Campanula rotundifolia* von der Lichtintensität und Bemerkungen über die Abhängigkeit der Heterophyllie anderer Pflanzen von äusseren Factoren. Flora ..., 82: 1 - 13.
- GOEBEL, K., 1897: Julius Sachs. Flora ..., 84, Ergänzungsband, S. 101 - 130.
- GOEBEL, KARL, 1898: Ueber Studium und Auffassung der Anpassungserscheinungen bei Pflanzen. Festrede gehalten in der öffentlichen Sitzung der Kgl. bayerischen Akademie der Wissenschaften in München zur Feier ihres 139. Stiftungstages am 15. März 1898. München.
- GOEBEL, K., 1904: Die kleistogamen Blüten und die Anpassungstheorien. Biologisches Centralblatt, XXIV. Band, 1. November, Nr. 21 u. 22, S. 673 ff., Nr. 24, 1. Dezember S. 769 - 787-
- GOEBEL, KARL, 1908: Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Leipzig und Berlin.
- GOEBEL, K., 1924 (2. neu bearbeitete Auflage): Die Entfaltungsbewegungen der Pflanzen und deren teleologische Deutung. Ergänzungsband zur 'Organographie der Pflanzen'. Jena.
- GOEBEL, KARL, 1930: Ernst Stahl zum Gedächtnis. Die Naturwissenschaften, 8, 8: 141 - 146
- GOLDSCHMIDT, RICHARD, 1935: Geographische Variation und Artbildung. Die Naturwissenschaften, 23. Jahrgang, 15. März, Heft 11, S. 169 - 176.
- GOLDSCHMIDT, RICHARD B., 1948/1980: Ecotype, Ecospecies, and Macroevolution. - In: PITERNICK, L. K. (edit.): Richard Goldschmidt - Controversial

Geneticist and Creative Biologist. Basel, Boston: Stuttgart: Birkhäuser. S. 140 - 152.

GOLDSCHMIDT, RICHARD B., 1959: Erlebnisse und Begegnungen. Aus der großen Zeit der Zoologie in Deutschland. Hanburg und Berlin.

GOLDSCHMIDT, RICHARD B., 1963: Im Wandel das Bleibende. Mein Lebensweg. Hamburg und Berlin.

GOLDSCHMIDT, RICHARD B., 1961: Theoretische Genetik. In deutscher Sprache bearbeitet und herausgegeben von Prof. Dr. FRANZ SCHWANITZ Übersetzt von ... FRANZ SCHWANITZ und HANNA SCHWANITZ. Berlin. . Original: Theoretical Genetics. Berkeley and Los Angeles 1955.

GOENS, HERMANN, 1939: Hugo von Buttel-Reepen. Niedersächsische Lebensbilder, 1. Band, S. 48 - 61. Hildesheim und Leipzig.

GOTTLIEB, B. J., 1942: Jan de Wale. Zwei Briefe über die Bewegung des Chylus und des Blutes an Thomas Bartholin. Leipzig.

GOTTLIEB, L. D., 1980: Rezension zu LEWIS, WALTER H.: Poyplodie. Biological Relevane. Proceeidings of a conference. St. Louis, May 1979.

GOTTLIEB, OTTO R.; KLAUS KUBITZKI, 1983: Ecogeographical Phytochemistry. A Novel Approach to the Study of Plant Evolution and Dispersion. Naturwissenschaften, 70, S. 110 - 126.

GOULD, S. J. and R. C. LEWONTIN, 1979: The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptional programme. Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Volume 205, Biological Sciences, S. 581 - 598.

GRAEBNER, PAUL, unter Mitwirkung von OTTO von BENTSHEIM, 1904: Handbuch der Heidekultur. Leipzig.

GRAF, G. E., 1939: Kulturgeographische Wandlungen im deutschen Lebensraum durch systematische Pflanzenzüchtung. Geographische Zeitschrift, 45. Jahrgang, S. 81 - 91.

GRANGER, GILLES, 1971: Condorcet, Marie Jean-Antoine-Nicolas Caritat, Marquis de. Dictionary of Scientific Biography, Vol. III, New York. S. 383 - 388.

GREENE, HENRY W., 2013: Rezension zu SCHALLER, GEORGE B., 2012; A Naturalist's Journeys on the Roof of the World. Washington.

GREGORY, WILLIAM K., 1936: On the Meaning and Limits of Irreversibility of Evolution. The American Naturalist, Volume LXX (70), S. 517 ff.

GREGORY, WILLIAM K., 1937: Henry Fairfield Osborn 1857 - 1935. Biographical Memoir, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XIX, S. 50 – 119.

GRENE, MARJORIE, 1987: Hierarcies in Biology. American Scientist, Volume 75, S. 504 – 510..

GRIMM, HANS, 1961: Einführung in die Anthropologie. Jena.

GRISEBACH, A., 1864 - 1866: Die geographische Verbreitung der Pflanzen Westindiens. Vorgetragen in der Sitzung der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften vom 3. December 1864. Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, 12, Physikalische Classe, Göttingen 1866. S. 1 - 80.

GRISEBACH, A., 1872, 18842: Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung. Ein Abriss der vergleichenden Geographie der Pflanzen. Leipzig.

GRUBER, JACOB W., 2004: Mivart, St. George Jackson. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 38, S. 465 – 468.

GRUBER, MAX von, 1923: Der Anteil von Anlage und Umwelt an der Persönlichkeit. Festrede, gehalten in der öffentlichen Sitzung der Preußischen Akademie der Wissenschaften zur Feier des 164. Stiftungsfestes am 27. 6. 1923. München.

GRUITHUISEN, F. P., 1809: Ueber die chemischen und dynamischen Momente bey der Bildung der Infusorien mit einer Kritik der Versuche des Herrn Fray. Journal für die Chemie, Physik und Mineralogie... hrsg. von...GEHLEN. 8, 3/4, S. 511 - 547.

GRUITHUISEN, F. P., 1821: Die Branchienschnecke und eine aus ihren Ueberresten hervorwachsende lebendiggebaehrende Conferve. Nova Acta ... Leopoldina... 10, 2. Abteilung, S. 439 - 452.

GULICK, ADDISON, 1924: John T. Gulick: A Contribution. The Scientific Monthly, Vol. XVIII: 83 - 91.

GULICK, JOHN THOMAS, 1890: Divergent Evolution through Cumulative Segregation. (Communicated by ALFRED RUSSEL WALLACE). The Journal of the Linnean Society. Zoology. Vol. XX. London. S. 189 - 274.

GÜMBEL, 1876: Bronn, Heinrich Georg. Allgemeine Deutsche Biographie, 3, S. 355 - 360.

GÜMBEL, 1878: Freiesleben, Johann Karl. Allgemeine Deutsche Biographie, 7, S. 339 / 340.

- GUENTHER, KONRAD, 1905: Der Darwinismus und die Probleme des Lebens. Zugleich eine Einführung in das einheimische Tierleben. Freiburg i. Br.
- GUENTHER, KONRAD, 1938: Ein Leben mit der Natur. Zweiter Teil Studienzeit an Hochschule und Meeresstrand. Stuttgart.
- GUYER, M. F. und E. A. SMITH, 1920: Transmission of Eye-Defects induced in Rabbits by means of Lens-Sensitized Fowl-Serum. Proceedings of the National academy of Sciences of the United States of America, Vol. 6: 134 - 136
- HAACKE, WILHELM, 1893a: Die Schöpfung der Tierwelt. Leipzig und Wien.
- HAACKE, WILHELM., 1893b: Gestltung und Vererbung. Eine Entwicklungsmechanik der Organismen. Leipzig.
- HABERLANDT, G., 1877: Die Schutzeinrichtungen in der Entwicklung der Keimpflanze. Eine biologische Studie... Wien.
- HABERLANDT, G., 1905a: Die Sinnesorgane der Pflanzen. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 76. Versammlung zu Breslau, 18. - 24. September 1904, S. 72 - 87. Leipzig.
- HABERLANDT, G., 1905b: Über den Begriff "Sinnesorgan" in der Tier- und Pflanzenphysiologie. Biologisches Centralblatt, 25, 13, S. 446 - 451.
- HABERLANDT, G., 1918, 5. neubearbeitete und vermehrte Auflage: Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig.
- HABERLANDT, GOTTLIEB, 1929: Gedächtnisrede auf Simon Schwendener. Bericht über die Festsitzung am Sonnabend, den 9. Februar 1929, zu Ehren von Simon Schwendener, aus Anlaß seines 100. Geburtstages. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 47, S. 1 - 20.
- HAECKEL, ERNST, 1862: Die Radiolarien (Rhizopoda Radiaria). Eine Monographie. Mit einem Atlas. Berlin.
- HAECKEL, ERNST, 1863: Ueber die Entwicklungstheorie Darwin's. 38. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Stettin, S. 17 - 30.
- HAECKEL, ERNST, 1865: Ueber die Entstehung des Menschengeschlechts. Vortrag gehalten im October 1865 in einem Privat-Kreise zu Jena. In: Gesammelte populäre Voträge aus dem Gebiete der Entwicklungslehre. 1. Heft. Bonn 1878.
- HAECKEL, ERNST, 1866: Generelle Morphologie der Organismen. I. Band. Berlin.
- HAECKEL, ERNST, 1868: Monographie der Moneren. Jenaische Zeitschrift, 4.

HAECKEL, ERNST, 1921 (also posthum): Entwicklungsgeschichte einer Jugend. Briefe an die Eltern 1852/1856. Leipzig.

HADORN, ERNST, 1959: Zur Problematik der Dominanz. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 104, 27. Juni, S. 227 – 235.

HADORN, E., 1976: Vortrag ... gehalten an der Tagung "In der Debatte: Chemie" am 6. Februar 1976 an der ETH Zürich. – In: Zur Erinnerung an Ernst Hadorn, S. 43 – 46.

HAFFER, JÜRGEN, 2005: Zur Biographie des Ornithologen und Harvard-Professors ERNST MAYR (1904 – 2005). Blätter aus dem Naumann-Museum, Heft 24, S. 1 – 33.

HAGERUP, O., 1932: Über Polyploidie in Beziehung zu Klima, Ökologie und Phylogenie. Chromosomenzahlen aus Timbuktu. Hereditas, Band XVI, S. 19 – 40.

HAGERUP, O., 1940: Studies on the Significance of Polyploidy. IV. Oxyccoccus. Hereditas, Band XXVI (26), S. 309 – 410.

HAHLBROCK, KLAUS, 2009: Kann unsere Erde die Menschen noch ernähren? Bevölkerungsexplosion - Umwelt - Gentechnik. Frankfurt am Main.

HAHN, EDUARD, 1903: Entstehung des Getreidebaues. Zeitschrift für Ethnologie, 35, S. 1007 - 1013

HAHN, EDUARD, 1906: Die primitive Landwirtschaft. eine Erwiderung auf Herrn dr. RICHARD LASCHs Artikel „Die Landwirtschaft der Naturvölker“ und eine Darlegung meiner Theorie der Entstehung der Pflugkultur. Zeitschrift für Socialwissenschaft, IX, S. 73 - 88.

HAHN, MARTIN, 1902: Marcel v. Nencki. Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXV, S, 4503 - 4521.

HAKANSSON, ARTHUR, 1929/1930: Über verschiedene Chromosomen-Zahlen in Scirpus palustris L. Hereditas, Band XIII, S. 53 - 60.

HAMANN, OTTO, 1892: Entwicklungslehre und Darwinismus. Eine kritische Darstellung der modernen Entwicklungslehre und ihrer Erläuterungsversuche mit besonderer Berücksichtigung der Stellung des Menschen in der Natur. Jena.

HAEMMERLEIN, HANS-DIETRICH, 1985: Der Sohn des Vogelpastrors, Szenen, Bilder, Dokumente aus dem Leben von Alfred Edmund Brehm. Berlin.

HANDLIRSCH, ANTON, 1906, 1907: Die fossilen Insekten und die Phylogenie der rezenten Formen. Ein Handbuch für Paläontologen und Zoologen. Leipzig.

HANSEMANN, D. VON, 1909: Deszendenz und Pathologie, Vergleichend-biologische Studien und Gedanken. Berlin.

HARARI, YUVAL NOAH, 2015 (19. Auflage): Eine kurze Geschichte der Menschheit. Aus dem Englischen von JÜRGEN NEUBAUER. München.

HARDER, RICHARD; PAUL FILZER, ALFRED LORENZ, 1931: Über Versuche zur Bestimmung der Kohlensäureassimilation immergrüner Wüstenpflanzen während der Trockenzeit in Beni Unif (algerische Sahara). Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 75, S. 44 - 177.

HARDER, RICHARD, 1938: Über Farb- und Musteränderungen bei Blüten. Die Naturwissenschaften, 26. Jahrgang, 4. November, Heft 44, S. 714 – 722.

HARMAN, OREN; 2013: Gentle giant of genetics. Rezension von SEGERSTRALLE, ULLICAs Buch 'Nature's Oracle: A Life of W. D. Hamilton. Oxford University Press 2013. - Nature, Volume 495, 21 March, S. 313.

HARMS, J. W., 1934: Wandlungen des Artgefüges unter natürlichen und künstlichen Umweltbedingungen. Beobachtungen an tropischen Verlandungszonen und am verlandenden Federsee. Tübingen.

HARMS, J. W., 1939: Lamarckismus und Darwinismus als historische Theorien - ein Kampf um Überlebtes. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, Band LXXIII, S. 1 - 27.

HARMS, JÜRGEN, 1948: Eugen Korschelt zum Gedächtnis. Forschungen und Fortschritte, 24. Jahrgang, Heft 1/2, Januar, S. 21/22.

HARRIS, TOM M., 2004: Thomas, Hugh Hamshaw. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 54, S. 336 / 337.

HART, MICHAEL H., 1978: The Evolution of the Atmosphere of the Earth. Icarus, 33, S. 23 . 39. Im Internet.

HARTIG, TH., 1833: Abhandlung über die Verwandlung der polycledonischen Pflanzenzelle in Pilz-und Schwamm-Gebilde und der daraus hervorgehenden sogenannten Fäulniß des Holzes. Berlin.

HARTLEY, HAROLD, rev. ROBERT BROWN, 2004: Watson, David Meredith Seares. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 57, S. 608 / 609.

HASSELQUIST, FRIEDRICH, dtsh. 1762: Reise nach Palästina in den Jahren

von 1749 bis 1752. Auf Befehl Ihrer Majestät der Königin von Schweden herausgegeben von CARL LINNÄUS. Rostock.

HASSENSTEIN, BERNHARD, 2004: Tief beeindruckt von Konrad Lorenz (1903 - 1989). Acta Historica Leopoldina, 39, Vorträge und Abhandlungen zur Wissenschaftsgeschichte 2000/2001, S. 9 - 40.

HAUCH, L. A., 1927: Die Bedeutung W. Johannsen's für den dänischen Waldbau. Hereditas, Band IX, S. 102 - 111,

HAUFF, DOROTHEA, 1997: Münch, Ernst. Neue Deutsche Biographie, 18, S. 517.

HEBERER, GERHARD (Herausgeber), 1943: Die Evolution der Organismen. Jena.

HEBERER, G., 1959: s. WALLACE, A. R.

HEER, OSWALD, 1865: Die Urwelt der Schweiz. Zürich.

HEIKERTINGER, FRANZ, 1917 a: Über einige Versuche mit *Lytta vesicatoria* L. zur selektionistischen "Schutzmittel" - Frage. Biologisches Zentralblatt, 37.

HEIKERTINGER, FRANZ, 1917 b: Das Scheinproblem von der Zweckmäßigkeit im Organischen. Ein Beitrag zur Kritik selektionstheoretischer Probleme. Biologisches Zentralblatt, 37.

HEIKERTINGER, FRANZ, 1922: Sind die Wanzen (Hemiptera heteroptera) durch Ekelgeruch geschützt? Biologisches Zentralblatt, 42, 10 und 11.

HEIKERTINGER, FRANZ, 1925: Über die Begriffe "Mimikry" und "Mimese" mit besonderer Berücksichtigung der Myrmekoidie. Zugleich eine Antwort an E. WASMANN. Biologisches Zentralblatt, 45, 5.

HEIKERTINGER, FRANZ, 1927: Die Ameisenmimese. IV. Die Lösung des Problems. Biologisches Zentralblatt, 47, 8.

HEIKERTINGER, FRANZ, 1930: Über "transformative Schutzfärbung" und ihre wissenschaftliche Begründung. Biologisches Zentralblatt, 50, 4: 193 - 219.

HEIKERTINGER, FRANZ, 1932: Die Coccinelliden, ihr "Ekelblut", ihre Warntracht und ihre Feinde. Spezielle Untersuchungen zu allgemein-ökologischen Problemen. Biologisches Zentralblatt, 52, 2: 65 - 102; II. Teil: Die Feinde der Coccinelliden: 385 - 412.

HEIKERTINGER, FRANZ, 1933: Das Rätsel des *Papilio dardans* und seine Lösung (Kritik der Schmetterlingsmimikry I). Biologisches Zentralblatt, 53, 11/12.

HEIKERTINGER, FRANZ, 1933: Die Mimikrytypen der afrikanischen Nymphaliden und ihr Verhältnis zu den nichtmimetischen Verwandten (Kritik der Schmetterlingsmimikry III). Biologisches Zentralblatt, 55, 9/10.

HEIKERTINGER, FRANZ, 1935: Die Mimikrytypen der afrikanischen Nymphaliden und ihr Verhältnis zu den nichtmimetischen Verwandten (Kritik der Schmetterlingsmimikry III). Biologisches Zentralblatt 55, 9/10.

HEILBORN, O., 1924: Chromosome Numbers and Dimensions, Species-Formation and Phylogeny in the Genus Carex. Hereditas, Band V, S. 129 – 216.

HEILBORN, OTTO, 1934: On the Origin and Preservation of Polyploidy. Hereditas, Band XIX, S. 233 – 242.

HEIN, LOTTE, 1961: Unser Haushuhn. Die Neue Brehm-Bücherei. Wittenberg.

HEINRICHER, EMIL, 1884: Ueber isolateralen Blattbau mit besonderer Berücksichtigung der europäischen, speciell der deutschen Flora. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, herausgegeben von Dr. N. PRINGSHEIM, 15, S. 502 - 567.

HEITZ, EMIL, 1955: Über die Struktur der Chromosomen und Chloroplasten. Vortrag auf der Jahresversammlung der "Leopoldina" anlässlich des Empfanges der SCHLEIDEN-Medaille 1955 am 13. November 1955 in Halle. Nova Acta Leopoldina, N. F., 17, S. 517 ff.

HELDMAIER, GERHARD, 2004: Vergleichende Tierphysiologie. Band 2: Vegetative Physiologie. = 2. Band von: HELDMAIER, GERHARD; GERHARD NEUWEILER. Vergleichende Tierphysiologie. Berlin, Heidelberg, New York.

HENDERSON, LAWRENCE J., 1914: Die Umwelt des Lebens. Eine physikalisch-chemische Untersuchung über die Eignung des Anorganischen für die Bedürfnisse des Organischen. Nach dem vom Verfasser verbesserten und erweiterten englischen Original übersetzt von R. BERNSTEIN. Wiesbaden.

HENDERSON, LAWRENCE J., 1927: The Fitness of the Environment. An Inquiry into the Biological Significance of the Properties of Matter. New York.

HENLE, J., 1840/1910: Von den Miasmen und Kontagien und von den miasmatisch-kontagiösen Krankheiten. - Neu in: Klassiker der Medizin, hrsg. von K. SUDHOFF. Leipzig 1910.

HERBIG, JOST, 1974: Das Ende der bürgerlichen Vernunft Wirtschaftliche, technische und gesellschaftliche Zukunft. München.

HERBST, CURT, 1901: Ueber isolateralen Blattbau mit besonderer Berücksichtigung der europäischen, speziell der deutschen Flora. Jahrbücher für wissenschaftliche

Botanik, 15: 502 - 567.

HERBST, CURT, 1919: Beiträge zur Entwicklungsphysiologie der Färbung und Zeichnung der Tiere. I. Der Einfluß gelber, weißer und schwarzer Umgebung auf die Zeichnung von *Salamandra maculosa*. Abhandlungen der heidelberger Akademie der Wissenschaften. Stiftung HEINRICH LANZ. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, 7. Abhandlung 1919: 1 - 64.

HERBST, CURT, 1924: ... 2. Die Weiterzucht der Tiere in gelber und schwarzer Umgebung. Archiv für Mikroskopische Anatomie und Entwicklungsmechanik, 102, 1 - 3: 130 - 164.

HERBST, CURT, 1938: Untersuchungen zur Bestimmung des Geschlechts. VII. Mittheilung; Die Gene als Realisatoren und die Natur der Prospektiven Potenz. Roux' Archiv für Entwicklungs-Mechanik der Organismen, 138, 3/4, S. 450 - 464.

HERBST, CURT, 1944: Die Bedeutung der Salzversuche für die Frage nach der Wirkungsart der Gene. Zusammenschau einer Hydratations- bzw. Mikrolaboratorienbautheorie der Genwirkungen. Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen, 142, 2, S. 319 - 378.

HERING, EWALD:

HERSHEY, A. D. and MARTHA CHASE, 195.: Independent Functions of Viral Protein and Nucleic Acid in Growth of Bacteriophage.

HERTWIG, OSCAR, Auflage 1918: Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen Darwinismus. Jena.

HERTWIG, OSCAR, 1922: Das Werden der Organismen. Zur Widerlegung von Darwins Zufallstheorie. Dritte, verbesserte Auflage. Jena.

HERTWIG, PAULA, 1959: Mutationsforschung in ihrer Bedeutung für die Evolution. Jahresversammlung Leopoldina 1959. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, Nummer 142, Band 21, S. 117 . 148,

HERTWIG, RICHARD, 1903: Ueber Wesen und Bedeutung der Befruchtung. Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der k. bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München, XXXII, 1903: 57 - 73.

HERTWIG, RICHARD, 1906: Über die Methoden zoologischer Forschung. Eröffnungsansprache auf der 16. Jahresversammlung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, Marburg 5. - 7. Juni 1906. Leipzig. S. 9 - 18.

- HERTWIG, RICHARD, 1927: Abstammungslehre und neuere Biologie. Jena.
- HILDEBRAND, FRIEDRICH, 1873: Die Verbreitungsmittel der Pflanzen. Leipzig.
- HILDEBRAND, FRIEDRICH, 1873 - 1874: Die Schleuderfrüchte und ihr im anatomischen Bau begründeter Mechanismus. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik... (PRINGSHEIM), 9: 235 - 276.
- HILDEBRAND, FRIEDRICH, 1879: Die Farbe der Blüten. Leipzig.
- HILDEBRAND, FRIEDRICH, 1882: Die Lebensdauer und Vegetationsweise der Pflanzen, ihre Ursachen und ihre Entwicklung. Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie, herausgegeben von A. ENGLER, 2. Band, S. 51 - 135.
- HILDEBRAND, FRIEDRICH, 1902: Über Ähnlichkeiten im Pflanzenreich. Leipzig.
- HILGENDORF, F., 1877a: Noch einmal Planorbis multiformis. Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, XXIX (29), S. 50 - 62.
- HILGENDORF, F., 1877b: Neue Forschungen in Steinheim. Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, XXIX, S. 448 - 456.
- HILGENDORF, F., 1879: Zur Streitfrage des Planorbis multiformis. Kosmos, III. Jahrgang, V.
- HINDE, R. A., 1987: William Homan Thorpe. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 33, S. 621 - 639.
- HIS, WILHELM, 1868: Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Die erste Entwicklung des Hühnchens im Ei. Leipzig
- HIS, WILHELM, 1870: Ueber die Bedeutung der Entwicklungsgeschichte für die Auffassung der organischen Natur. Rektoratsrede, gehalten am 4. November 1869. Leipzig.
- HIS, WILHELM, 1872: Über die Aufgaben und Zielpunkte der wissenschaftlichen Anatomie. Rede, gehalten beim Antritt der anatomischen Professur der Universität Leipzig den 4. November 1872. Leipzig. In: Offene Fragen der pathologischen Embryologie. Festschrift für Rudolf Virchow, I: 177 - 193.
- HIS, WILHELM, 1874: Unsere Körperform und das physiologische Problem ihrer Entwicklung. Briefe an einen befreundeten Naturforscher. Leipzig.
- HOFFMANN, HERMANN, 1869: Untersuchungen zur Bedeutung des Werthes

von Species und Varietät. Ein Beitrag zur Kritik der Darwin'schen Hypothese. Giessen.

HOFFMANN, H., 1887: Culturversuche über Variation. Botanische Zeitung, 45, Nr, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 15, 16, 18, 46, 47.

HOLBACH, PAUL THIRY D', 1770/1960: System der Natur oder von den Gesetzen der physischen und moralischen Welt. Berlin.

HÖLDER, HELMUT, 1983: Zur gegenwärtigen Problematik der Evolutionsforschung. Paläontologische Zeitschrift, 57, 3 / 4, S. 177 - 188.

HOORN, C., F. P. WESSELINGH, H. ter STEEGE und 14 weitere Autoren, 2010: Amazonia Through Time: Andean Uplift, Climate Change, Landscapa Evolution, and Biodiversity. Review. Science, Volume 330, 12 November, S. 927 - 931.

HOPPE, B., 1993; Die Biologie der Mikroorganismen von F. J. Cohn (1828 - 1898). Entwicklung aus Forschungen über mikroskopische Pflanzen und Tiere. Sudhoffs Archiv, 67, 2: 158 - 189.

HOPPE-SEYLER, FELIX, 1891: Physiologische Chemie. Berlin.

HORNSCHUCH, CHR. F., 1821: Einige Beobachtungen und Bemerkungen über die Entstehung und Metamorphose der niederen vegetabilischen Organismen. Nova Acta... Leopoldina... 10, 2. Abtheil., S. 513 - 582.

HORNSCHUCH, 1822: Darstellung seiner Auffassungen durch F. (muß sein FÜRNRÖHR): Beobachtungen und Bemerkungen über die Entstehung und Metamorphose der niedern vegetabilischen Organismen, ... dem III. Bande der Nov. act. Academ. natur. entnommen. Flora ..., Nro. 45, 7. Dec., S. 704 - 714.

HORNSCHUCH, 1848: Ueber Ausartung der Pflanzen. Flora, No. 2, 14. Januar, S. 17 - 28; No. 3, 21. Januar, S. 53 - 44; No. 4, 29. 1., S. 50 - 64; No. 5, 7. Februar, S. 66 - 67.

HUARD, P.; M. J. IMBAULT-HUART, 1976: Vicq d'Azyr. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIV, S. 14 - 17, New York.

HUBBARD, C. E., 1975: John Hutchinson. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 21, S. 344 - 365.

HUBER, BRUNO, 1953: Das Prinzip der Mannigfaltigkeit in der belebten Natur. Rede gehalten beim Stiftungsfest der Ludwig-Maximilians-Universität am 4. Juli 1953. München.

HUMPHREY, DAVID, 1813: On a new Variety in ther Breeds of Sheep. ...In a Letter to the Right Hon. Sir Joseph Banks, ... Read January 14, 1813. Philosophical

- Transactions... For the Year MDCCXIII, Part I: 88 - 95.
- HUENE, FRIEDRICH Freiherr VON; 1944: Arbeitserinnerungen. Halle (Saale).
- HUSKINS, C. LEONHARD, 1930: The Origin of *Spartina Townsendii*. *Genetica*, 12. Deel, S. 531 – 538.
- HUSS, FRANK, 2008: Der Wiener Kaiserhof. Eine Kultugeschichte von Leopold I. bis Leopold II. Gernbach.
- HUXLEY, JULIAN, 1942, weitere Auflagen 1943, 1944, 1945, 1948, 1955, verändert 1963: *Evolution. The Modern Synthesis*. London: George Allen & ...
- HUXLEY, LEONARD, 1903: s. HUXLEY, THOMAS HUNT, 1903.
- HUXLEY, THOMAS HENRY, 1863: *Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur*. Aus dem Englischen von J. V. CARUS. Braunschweig.
- HUXLEY, THOMAS HUNT, 1893: *Ethik und Entwicklung*. *Die Zukunft*, 4, S. 103 ff.
- HUXLEY, THOMAS HUNT, 1895: *Natürliche und politische Rechte*. *Die Zukunft*, 10, S. 55 ff.
- HUXLEY, THOMAS HENRY, 1903: *Life and Letters of Thomas Henry Huxley by his son LEONARD HUXLEY in three Volumes, Vol. I, Vol. II*. London.
- IHERING, H. von, 1898: *Die Anlage neuer Colonien und Pilzgärten bei Atta sexdens*. *Zoologischer Anzeiger*, Band 21, S. 238 - 245.
- IHNE, EGON und J. SCHROETER, 1892: Hermann Hoffmann. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 10, S. (11) – (27).
- ILLIES, JOACHIM, 1976: Adolf Portmann. *Ein Biologe vor dem Geheimnis des Lebendigen*. München.
- ILTIS, H., 1924: Gregor Johann Mendel. Berlin.
- INGEN-HOUSZ, JAN, 1783:
- INGEN-HOUSZ, J., 1784: *Uiber den Ursprung und die Natur der Priestley'schen grünen Materie, des Flußwasserfadens und zweyer Arten von Tremellen, und über die Verwandlung des Wassers in dephlogistirte Luft*. In: INGEN-HOUSZ, J.: *Vermischte Schriften physisch-medicinischen Inhalts*. 2. Band. Wien. S. 127 - 236.
- ISTRATI, PANAIT, 1928: *Die Disteln des Baragan*. Leipzig 1968.
- JACOB, FRANCOIS and ELIE L. WOLLMAN, 1961: *Scientific American*, Volume 204, Number 6, June, S. 93 – 107.

JAEGER, GUSTAV, 1874 a: In Sachen Darwin's insbesondere contra Wigand. Ein Beitrag zur Rechtfertigung und Fortbildung der Umwandlungslehre. Stuttgart.

JAEGER, GUSTAV, 1874 b: Eine neue Darstellung der Descendenzlehre. Das Ausland, 47, 6, S. 118/ 119.

JANICKI, C. v., 1906: Über Ursprung und Bedeutung der Amphimixis. Ein Beitrag zur Lehre von der geschlechtlichen Zeugung. Biologisches Centralblatt, XXVI. Band, 15. Oktober, No. 22, S. 769 - 791. - (Schluss) ..., 1. November, No. 23, S. 833 - 854.

JENNINGS, H. S., 1910: Das Verhalten der niederen Organismen unter natürliche und experimentellen Bedingungen. Autorisierte deutsche Übersetzung von ERNST MANGOLD. Leipzig und Berlin.

JENNINGS, H. S., 1935: Genetic Variations in Relation to Evolution. A Critical inquiry into the Observed Types of Inherited Variation, in Relation to Evolutionary Change. Princeton University Press.

JENSEN, J. VERNON, 1988: Return to the Wilberforce - Huxley Debate. British Journal of the History of Science (BJHS); 21, S. 161 - 172.

JOHANNSEN, WILHELM; 1903: Über Erbllichkeit in Populationen und in reinen Linien. Ein Beitrag zur Beleuchtung schwebender Selektionsfragen. Jena.

JOHANNSEN, WILHELM, 1909: Elemente der exakten Erblchkeitslehre. Deutsche wesentlich erweiterte Ausgabe in fünfundzwanzig Vorlesungen. Jena. – 2. Auflage 1926. – Dänisches Original 1903.

JOHANNSEN, WILHELM, 1915: Experimentelle Grundlagen der Deszendenzlehre; Variabilität, Vererbung, Kreuzung, Mutation. In: Die Kultur der Gegenwart. Band: Allgemeine Biologie. Leipzig und Berlin.

JOLLOS, VICTOR, 1913: Experimentelle Untersuchungen an Infusorien. (Vorläufige Mitteilung). Biologisches Centralblatt, 33. Band, S. 222 – 236.

JOLLOS, VICTOR, 1930: Studien zum Evolutionsproblem. I. Über die experimentelle Hervorrufung und Steigerung von Mutationen bei *Drosophila melanogaster*. Biologisches Centralblatt, 50. Band, S. 541 - 554.

JOLLOS, VICTOR, 1931: Gerichtete Mutationen und ihre Bedeutung für das Evolutionsproblem. Erwiderung auf L. Plates "Bemerkungen zu den Jollo'schen Orthomutationen von *Drosophila*. Biologisches Zentralblatt, 50. Band, S. 137 - 140.

- JOLLOS, VICTOR, 1931b: Genetik und Evolutionsproblem (Referat). Zoologischer Anzeiger, 5. Supplementband, Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft e. V. auf der 34. Jahresversammlung in Utrecht, 26. – 28. 5. 1931. S. 252 – 295. Leipzig.
- JONES, D. F., 1958: East, Edward Murray. Dictionary of American Biography, Supplement Two, S. 167 / 168.
- JONKER, F. P., 1977: Der Tendenzbegriff: Eine Anschauung gerichtet auf die Evolution im Pflanzenreich. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 90, S. 391 - 396.
- JORDAN, H. J., 1929: Allgemeine Vergleichende Physiologie der Tiere. Berlin und Leipzig.
- JÖRGENSEN, C. A., 1925: Studies on Callitrichaceae. Botanisk Tidsskrift, Bind 38, S. 81 – 122.
- JÖRGENSEN, C. A., 1927: Cytological and Experimental Studies in the Genus *Lamium*. Hereditas, Band IX, S. 126 – 136.
- JÖRGENSEN, C. A., 1928: The Experimental Formation of Heteroploid Plants in the Genus *Solanum*. Journal of Genetics, Volume XIX (19), January, No. 2, S. 134 – 210 + 5 Tafeln.
- JOSEPHI, WILHELM, 1790: Grundriß der Naturgeschichte des Menschen. Hamburg.
- JUEL, H. O., 1900: Vergleichende Untersuchungen über typische und parthenogenetische Fortpflanzung bei der Gattung *Antennaria*. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Bandet 33, N. 5, Stockholm.
- JUNGNER, J. R., 1891: Anpassungen der Pflanzen an das Klima in den Gegenden der regenreichen Kamerun-Gebirge. Botanisches Centralblatt, XII. Jg., Nr. 38, S. 353 - 360.
- JUNKER, THOMAS, 2004: Die zweite Darwinsche Revolution. Geschichte des Synthetischen Darwinismus in Deutschland 1924 bis 1950. Marburg.
- KÄLIN, J., 1959: Zur Frage der Kausalität in der Makroevolution, Die Naturwissenschaften. 46, 1, S. 1 - 9.
- KALM, PETER, 1754 a: Des Herrn Peter Kalms ... Beschreibung der Reise die er nach dem nördlichen Amerika ... unternommen hat. der erste Theil. Eine Uebersetzung. Göttingen.

- KAMMERER, PAUL, 1912 / 1913: Monistische und dualistische Vererbungslehre. Das monistische Jahrhundert, 1: 225 - 235.
- KAMMERER, PAUL, 1925: Neuvererbung oder Vererbung erworbener Eigenschaften. Stuttgart - Heilbronn.
- KANDLER, OTTO, 1981: Archaeobakterien und Phylogenie der Organismen. Naturwissenschaften, 68. S. 183 - 192.
- KANT, IMMANUEL, 1755/1912: Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonschen Grundsätzen abgehandelt. Königsberg und Leipzig.- In: KANT, IMMANUEL: Werke.
- KANT, IMMANUEL: Rezension von Moscatis Schrift: Von dem körperlichen wesentlichen Unterschiede zwischen der Struktur der Tiere und Menschen. - In: KANT, IMMANUEL, 1912: Werke, Band II. Belin.
- KAPELKIN, W., Die biologische Bedeutung des Silberglanzes der Fischschuppen. Übersetzung ... Biologisches Centralblatt, XXVII. Band, 10. April, No. 8, S. 252 - 256.
- KAPPERT, HANS, 1978: Vier Jahrzehnte miterlebte Genetik. Herausgegeben von WOLFGANG HORN und GÜNTER WRICKE. Berlin und Hamburg.
- KAUNHOWEN, F., 1914: Zum Gedächtnis Henry Potoniés. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. B. Monatsberichte. Nr. 8 / 11. S. 384 - 406.
- KAY, ALAN S., 1970: Avery, Oswald. Dictionary of Scientific Biography, Vol. I. New York. S. 342 / 343.
- KELM, HANS, 1960: Journal für Ornithologie, Band 101, Nr. 1 / 2, S. 404 - 471.
- KERNER von MARILAUN, A., 1876: Die Schutzmittel der Blüten gegen unberufene Gäste. Festschrift zur feier des fünfundzwanzigjährigen Bestehens der k. k. Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. S. 187 - 261.
- KETTLEWELL, B. D., 1955: Selection Experiments on Industrial Melanism in the Lepidoptera. Heredity, 9, Part 3, S. 323 - 342.
- KETTLEWELL, B. D., 1956 a: A Resumee of investigations on the evolution of melanism in the Lepidoptera. In: FORD, E. B. (Edit.): A discussion on the dynamics of natural populations. Proceedings of the Royal Society. Series B. Vol. 145, No. 290, S. 297 - 303.

- KETTLEWELL, B. D., 1956 b: Further Selection Experiments on Industrial Melanism in the Lepidoptera. *Heredity*, Vol. 10, Part 3, S. 288 - 301.
- KETTLEWELL, B. D., 1965: Insect Survival and Selection for Pattern. *Science*, 14, S. 1290 - 1296.
- KIDD, BENJAMIN, 1895: *Soziale Evolution*. Jena. - Original: *Social Evolution*. London 1894.
- K.,B. = KIDD, BENJAMIN, 1911: *Sociology*. *The Encyclopaedia Britannica ... Volume XXV*, S. 322 -331.
- KIDSTON, R. and LANG, W. H., 1917: On Old Red Sandstone Plants showing Structure, from the Rhynie Chart Bed, Aberdeenshire. Part I, Rhynia Gwynne-Vaughani ... *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, LI, Sessions 1915 – 1917, Part III.
- KIDSTON, R. and LANG, W. H., 1917 / 1918: On Old Red Sandstone Plants showing Structure from the Rhynie Chart Bed, Aberdeenshire, Part II: Additional Notes on Rhynia Gwynne-Vaughani Kidson und Land, with Desriptions of Rhynia major, n. sp., and Hornea Lignieri ... *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, LII, Part III.
- KIELINGER, THOMAS, 2007: Der menschliche Makel. *Die Welt*, Montag, 20 Oktober, S. 10, Magazin.
- KIRCHNER, O., 1893: Christian Konrad Sprengel, der Begründer der modernen Blumentheorie. *Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, VIII (12. März), No. 11, S. 101 - 105.
- KLATT, B., 1954: Gedanken zur Zoologie als einer theoretischen Wissenschaft. *Studium Generale*, 7. Jahrgang, Heft 1 - Sonderabdruck.
- KLEBS, GEORG, 1901 - 1906: Über künstliche Metamorphosen. *Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle*, XXIV.
- KLEBS, GEORG, 1879: Ueber die Formen einiger Gattungen der Desmidiaceen Ostpreussens. *Inaugural-Dissertation der mathematischen und naturwissenschaftlichen Facultät der Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg ... Königsberg 1879*.
- KLEBS, GEORG, 1901 - 1906: Über künstliche Metamorphosen. *Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle*, XXIV.
- KLEBS, GEORG, 1903: Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. *Ein Beitrag zur Physiologie der Entwicklung*. Jena.

- KLEBS, GEORG, 1904: Über Probleme der Entwicklung. Biologisches Centralblatt, XXIV. 6 Fortsetzungen.
- KLEBS, GEORG, 1907: Studien über Variation. Archiv für Entwicklungsmechanik ..., 24, 1.
- KLEBS, GEORG, 1909: Über die Nachkommen künstlich veränderter Blüten von *Sempervivum*. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse.
- KLEBS, GEORG, 1913: Über das Verhältnis der Außenwelt zur Entwicklung der Pflanzen. Eine theoretische Betrachtung. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Abteilung B, Biologische Wissenschaften. 4. Abhandlung.
- KLEBS, GEORG, 1916: Zur Entwicklungs-Physiologie der Farnprothallien. 1. Teil. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften...
- KLEBS, GEORG, 1917: Über das Verhältnis von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. Biologisches Centralblatt, 37, S. 373 - 415.
- KLEINSCHMIDT, O., 1926: Die Formenkreislehre und das Weltwerden des Lebens. Eine Reform der Abstammungslehre und der Rassenforschung zur Artbildung einer harmonischen Weltanschauung. Halle / S.
- KLOTZLI, F., 1976: Grenzen von Laubwäldern in Europa. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 89, S. 371 - 380.
- KLUNZINGER, C. R., 1899: Theodor Eimer. Ein Lebensabriss mit Darstellung der Eimerschen Lehren nach ihrer Entwicklung. Württembergische Jahreshefte, LV, S. 2 - 22.
- KLUYVER, A. J. and C. B. VAN NIEL, 1956: The Microbe's Contribution to Biology. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. - Darin, S. 155 - 176: VAN NIEL: Evolution, as viewed by the microbiologist.
- KNAPP, EDGAR, 1978: Hans Burgeff. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 91, S. 261 - 273.
- KNIEP, HANS, 1907: Beiträge zur Keimungs-Physiologie und -Biologie von *Fucus*. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 44. Band, S. 635 - 724.
- KNIEP, HANS, 1915: Gregor Konrad Michael Kraus. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 33, S. (90) - (95).
- KNIEP, HANS, 1919: Christian Ernst Stahl. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 37, S. (85) - (104).

- KNIEP, H., 1930: Zeitschrift für Botanik. 23. Band, Festschrift zum 70. Geburtstage von Friedrich Oltmanns. S. 510 – 531.
- KNIGHT, DAVID, 1986: The age of science: the scientific world-view in the nineteenth century. Oxford, New York.
- KNÖRZER, KARL-HEINZ, 1978: Entwicklung und Ausbreitung des Leindotters (*Camelina sativa* s. I.) Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 91, S. 187 - 195.
- KOHLER, ALEXANDER, 1966: *Ambrosia chamissonis* (Less.) Greene, ein Neophyt der chilenischen Pazifikküste. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 79, S. 313 - 323.
- KOEHLER, OTTO, 1933: Das Ganzheitsproblem in der Biologie. Schriften der Königsberger Gelehrten Gesellschaft, 9. Jahr. Naturwissenschaftliche Klasse, Heft 7.
- KÖHLER, WOLFGANG, 1921, neu 1963: Intelligenzprüfungen an Menschenaffen. Berlin, Göttingen, Heidelberg.
- KOKEN, ERNST, 1893: Die Vorwelt und ihre Entwicklungsgeschichte. Leipzig.
- KOKEN, ERNST, 1901: Paläontologie und Descendenzlehre. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 73. Versammlung zu Hamburg, 22. - 28. September 1901. S. 213 - 228.
- KOELLE, A., 1827: Entdeckungen über die Entstehung des organischen Lebens. Archiv für die gesammte Naturlehre... hrsg. von ... KASTNER, 12, 3, S. 348 - 361.
- KÖLLIKER, ALBERT, 1886: Das Karyoplasma und die Vererbung, eine Kritik der Weismann'schen Theorie von der Kontinuität des Keimplasma. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 44, 1/ 2: 228 - 238.
- KÖLLIKER, A., 1867: Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 5. umgearbeitete Auflage. Leipzig
- KÖLLIKER, ALBERT, 1886: Das Karyoplasma und die Vererbung, eine Kritik der Weismann'schen Theorie von der Kontinuität des Keimplasma. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 44, 1/ 2: 228 - 238.
- KÖLLIKER, ALBERT, 1887: Eröffnungs-Rede. Verhandlungen der 1. Versammlung der Anatomischen Gesellschaft, Leipzig 14. / 15. April 1887. S. 326 - 345.
- KÖLREUTER, J: G., 1761: Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen mit Beobachtungen. Leipzig

KONRAD: s. CONRAD.

KÖPPELLE, WINFRIED, 2013: Der andere Darwin. Laborjournal, 12, S. 58/59.

KOROTNEFF, ALEXIS, 1886: Ctenoplana Kowalewskii. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, S. 242 - 251.

KORSCHINSKY, S., 1901: Heterogenesis und Evolution. Ein Beitrag zur Theorie der Entstehung der Arten. Flora, 89, Ergänzungsband zum Jahrgang 1901. – Original: 1899.

KORTUM, HANS, 1966: Charles Perrault und Nicolas Boileau. Der Antike-Streit im Zeitalter der klassischen französischen Literatur. - Neue Beiträge zur Literaturwissenschaft, Band 22. Berlin.

KOESTLER, ARTHUR, 1972: Der Krötenküsser. Der Fall des Biologen Paul Kammerer. Zürich. Englischer Titel: The Case of the Midwife Toad.

KRAUS, GREGOR, 1911: Boden und Klima auf kleinstem Raum. Versuch einer exakten Behandlung des Standorts auf dem Wellenkalk. Jena.

KRIEG, HANS, 1964: Die grosse Unruhe. Mein Lebensweg als Tierfreund und Biologe. Hamburg und Berlin.

KRÜGER, J. F., 1828: Geschichte der Urwelt. In Umrissen entworfen ... Zweiter Theil. Quedlinburg und Leipzig.

KRUMBIEGEL, INGO, 1961: Rückbildungserscheinungen im Tierreich. neue Brehm-Bücherei. Wittenberg.

KRUSCH, 1914: Felix Wahnschaffe. Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. B. Monatsberichte. Nr. 1.

KRIZEHECKY, J., 1965: Gregor Johann Mendel. Leipzig.

KUGLER, HANS, 1955: Einführung in die Blütenökologie. Jena.

KÜHN, ALFRED, 1935: Physiologie der Vererbung und Artumwandlung. Die Naturwissenschaften, 23, 1.

KÜHN, ALFRED, 1936: Versuche über die Wirkungsweise der Erbanlagen. Die Naturwissenschaften, 24, 1, S. 1 - 10.

KÜHN, ALFRED, 1938: Grenzprobleme zwischen Vererbungsforschung und Chemie. Vortrag, gehalten in der Sitzung der Deutschen Chemischen Gesellschaft am 11. Oktober 1937. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 31, A. S. 107 - 114.

KÜHN, ALFRED, 1961: Fritz von Wettstein zum Gedächtnis. Jahrbuch der Akademie der Wissenschaften in Göttingen für das Jahr 1961, S. 47 – 55.

KÜHN, ALFRED, 1955: Vorlesungen über Entwicklungsphysiologie. Berlin, Göttingen, Heidelberg.

KUHN, OSKAR, 1938: Die Phylogenie der Wirbeltiere auf paläontologischer Grundlage. Jena.

KUHN-SCHNYDER, EMIL, 1977: Paläozoologie zwischen gestern und heute. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 122, S. 159 – 195.

KUHN-SCHNYDER, EMIL, 1982: Lang, Arnold. Neue Deutsche Biographie, Band 13, S, 529 ff. - online.

KULL, ULRICH, 1975: Molekulare Grundlagen der Evolution. Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg, 130. Jahrgang, S. 5 – 35.

KULL, ULRICH, 1983: Evolution und Stammesgeschichte der Angiospermen. Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg, 138. Jahrgang, S. 21 – 56.

KUTSCHERA, ULRICH, 2013: Autodidakt und Exzentriker der Biologie: Alfred Russel Wallace. Biologen in unserer Zeit, 43, 5, S. 306 - 312.

KÜTZING, FRIEDRICH TRAUGOTT, 1844: Über die Verwandlung der Infusorien in niedere Algenformen. Nordhausen.

LAMARCK, JEAN BAPTISTE, dtsh. 1805: Hydrogeologie oder Untersuchung über den Einfluss des Wassers auf die Veränderung der Erdoberfläche. Aus dem Französischen übersetzt und mit Anmerkungen versehen von E. F. WREDE, Professor der Mathematik und Naturwissenschaft in Berlin. Berlin.

LAMARCK, JEAN BAPTISTE, 1809 / 1876: Zoologische Philosophie. Übersetzt von ARNOLD LANG. Jena.

LAMBRECHT, KARL MAHN, 1933: Handbuch der Palaeornithologie. Berlin.

LA METTRIE, HULIEN OFFRAY DE, 1751, 1784 / 1909: Der Mensch eine Maschine. Deutsche Übersetzung von MAX BRAHN, 1909. Leipzig.

LANDA, DIEGO DE, 2017 (auch 1990): Bericht aus Yukatan. Aus dem Spanischen übersetzt von ULRICH KUNZMANN. ... Reclam-Taschenbuch Nr. 20485. Stuttgart.

LANG, ARNOLD, 1887: Mittel und Wege phylogenetischer Erkenntnis. Erste

öffentliche Rede gehalten am 27. Mai 1887 in der Aula der Universität Jena entsprechend den Bestimmungen der Paul von Ritter'schen Stiftung für phylogenetische Zoologie. Jena.

LANG, ARNOLD, 1888: Ueber den Einfluss der festsitzenden Lebensweise auf die Thiere und über den Ursprung der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Theilung und Knospung. Jena.

LANG, ARNOLD, 1889: Zur Charakteristik der Forschungswege von Lamarck und Darwin. Gemeinverständlicher Vortrag, gehalten am 29. Juni in der Aula der Universität Jena entsprechend den Bestimmungen der Paul von Ritter'schen Stiftung für phylogenetische Zoologie. Jena.

LANG, ARNOLD, 1903: Beiträge zu einer Trophocöltheorie. Betrachtungen und Suggestionen über die phylogenetische Ableitung der Blut- und Lymphbehälter, insbesondere der Articulaten. Mit einem einleitenden Abschnitt über die Abstammung der Anneliden. Jena.

LANG, ARNOLD, 1909: Über Vererbungsversuche. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, 19. Jahresversammlung, Frankfurt a. M., 1. - 3. Juni 1909. Leipzig. S. 17 - 84.

LANG, ARNOLD, 1910 / 1911: Die Erblchkeitsverhältnisse der Ohrenlänge der Kaninchen nach Castle und das Problem der intermediären Vererbung und Bildung konstanter Batsradrassen. Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, 4.

LANG, ARNOLD, 1914: Die experimentelle Vererbungslehre in der Zoologie seit 1900. Ein Sammelwerk und Hilfsbuch bei Untersuchungen. Jena.

LANGE, O. L., 1964: Franz Firbas (1902 - 1964). Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 77, S. (224) - (237).

LANKESTER, E. RAY, 1907: President Address. Report of the Seventy-Sixth Meeting of the British Association for the Advancement of Science, York, August 1906. London. S. 3 - 42.

LARSEN, MOGENS TROLLE, 2010: Versunkene Paläste. Wie Europa den Orient entdeckte. Aus den Dänischen von HANS.JOACHIM MAASS. Berlin.

LARSON, ROGER L., 1995: Die Superblume-Episode in der mittleren Kreidezeit. Spektrum der Wissenschaft, Juli, S. 48 -52.

LATUSSEK, ROLF H., 2009: Die Blume ... Die ersten Blütenpflanzen haben sich selbst gedüngt - ... Die Welt, Dienstag, 14. Juli.

LEBEDINSKY, N. G., 1932: Darwins Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl im Lichte der heutigen Forschung. Zugleich eine Untersuchung über das "Manometerprinzip" der Sexualelektion. *Bibliographica genetica*, IX.

LECHE, W., 1902: Ein Fall von Vererbung erworbener Eigenschaften. *Biologisches Centralblatt*, XXII, 3: 79 - 82.

LEHMANN, CHRISTIAN Sen., 1699: Historischer Schauplatz derer natürlichen Merckwürdigkeiten in dem Meißnischen Ober-Ertzgebirge... Leipzig.

LEHMANN, JOHANN GOTTLOB, 1756: Versuch einer Geschichte von Flötz-Gebürgen, betreffend deren Entstehung, Lage, darinne befindliche Metallen, Mineralien und Fossilien, gröstentheil aus eigenen Wahrnehmungen, chymischen und physicalischen Versuchen und aus denen Grundsätzen der natur-Lehre hergeleitet. Berlin.

LEHMANN, K. B., 1933: Frohe Lebensarbeit. München.

LEIBNIZ

LERNER, J. MICHAEL, 1959: The Concept of Natural Selection: A Centennial View. *Proceedings of the American Philosophical Society*, vol. 103, nr. 2: 173 - 182.

LEROY, KARL GEORG, 1807: Philosophische Briefe über die Verstandes- und Vervollkommnungsfähigkeit der Thiere, sammt einigen Briefen über den Menschen. frei aus dem Französischen übersetzt von D. JOHANN ANTON MÜLLER... Nürnberg.

LESCH, JOHN E., 1975: Romanes, George John. *Dictionary of Scientific Biography*, Vol. XI, New York: 516 - 520.

LEU, URS B., 2009: Oswald Heer (1809 - 1883): Paläobotaniker und Kritiker Darwins. *Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, 154, 3/4, S. 83 - 95.

LEUCKART, FRIEDRICH SIGISMUND, 1827: Versuch einer naturgemäßen Eintheilung der Helminthen nebst dem Entwurfe einer Verwandtschafts - und Stufenfolge der Thiere überhaupt. Heidelberg und Leipzig.

LEUCKART, RUD., 1851: Ueber Metamorphose, ungeschlechtliche Vermehrung, Generationswechsel. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 3. Band, S. 170 - 188.

LEUCKART, RUD., 1865: Ueber die Fortpflanzung der viviparen Cecidomyienlarven. *Nachrichten von der K. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-*

- Augusts-Universität aus dem Jahre 1865. S. 215 - 219.
- LEWIN, ROGER, 1982 a: Molecules Come to Darwin's Aid. *Science*, Volume 216, 4 June, S. 1091/1092.
- LEWIN, ROGER, 1982 b: Adaptation Can Be a Problem for Evolutionists. *Science*, Volume 216, 11 June, S. 1212/1213.
- LINDEN, MARIA von, 1898: Professor Dr. Theodor Eimer. *Biologisches Centralblatt*, XVIII.
- LINDFORSS, BENGT, 1909: Fredrik Wilhelm Christian Areschoug. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 27, S. (47) - (58).
- LINNÉ, CARL, 1739 / 1740:
- LINNÉ, CARL, 1740: Gedanken von Gründen der Oeconomie aus der Naturkunde und Physik. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechnaik, ... Aus dem Schwedischen übersetzt. 2. Band, Hamburg 1749. S. 187 - 206.
- LINNÉ (LINNÄUS), CARL, 1746: Eine seltsame Phryganea in der Moldaz vom Herrn Canzleyrath Eduard Carlson gefunden. *Wie vor.*, Hamburg 1753. S. 196 - 198.
- LINNÉ, CARL von, dtsh. 1777: Die Oeconomie der Natur. – In: *Auserlesene Abhandlungen ...*, 2. Band, Leipzig.
- LINSKENS, H. F. und G. MELCHERS, 1989: Joseph Straub 1911 – 1987. *Botanica Acta*, 102, No. 1, S. A 1 - S. A 7.
- LOEB, JACQUES, 1899: Einleitung in die vergleichende Gehirnphysiologie und die vergleichende Psychologie mit besonderer Berücksichtigung der wirbellosen Tiere. Leipzig.
- LOCK, ROBERT HEATH, 1911: *Recent Progress in the Study of Variation, Heredity, and Evolution*. London.
- LOHMANN, 1912: Die Probleme der Planktonforschung. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft auf der 22. Jahresversammlung zu Halle am 28. bis 31. Mai 1912*, S. 16 ff.
- LORENZ, KONRAD, 1932: Betrachtungen über das Erkennen der arteigenen Triebhandlungen der Vögel. *Journal für Ornithologie*, 80. Jahrgang. S. 50 - 98.
- LORENZ, KONRAD, 1935 , wieder 1965: Der Kumpan in der Umwelt des Vogels. *Journal für Ornithologie*, 83, 2. - Wieder in LORENZ, KONRAD, 1965: Über

tierisches und menschliches Verhalten. Aus dem Werdegang der Verhaltenslehre. S. 115 - 282. München.

LORENZ, KONRAD, 1937: Über die Bildung des Instinkt Begriffes. Die Naturwissenschaften, 25, 19, S. 289 - 300; Fortsetzung: 25, 20: S. 307 - 318.

LORENZ, KONRAD, 1940: Nochmals: Systematik und Entwicklungsgedanke im Unterricht. Der Biologe, IX, 1/2, S. 24 - 36.

LORENZ, KONRAD, 1940 b: Durch Domestikation verursachte Störungen art-eigenen Verhaltens. Zeitschrift für angewandte Psychologie und Charakterkunde, 59/Juni, 1 und 2, S. 2 - 81.

LORENZ, KONRAD, 1941, wieder 1977: Kants Lehre vom Apriorischen im Lichte gegenwärtiger Biologie. Blätter für Deutsche Philosophie, Band 15, S. 94 - 125. - Neu gedruckt in: LORENZ, KONRAD, 1977: Gespräche mit Richard J. Evans, S. 162 - 191. Frankfurt a. M.

LORENZ, KONRAD, 1951: Ausdrucksbewegungen höherer Tiere. Kurzfassung des Vortrages auf der Tagung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte am 25. Oktober 1950 in München. Die Naturwissenschaften, 38, 5, S. 113 - 116.

LORENZ, KONRAD, 1953: Die Entwicklung der vergleichenden Verhaltensforschung in den letzten 12 Jahren. Zoologischer Anzeiger, 17. Supplementband, S. 36 - 58.

LORENZ, KONRAD, 1955, wieder 1978: Über das Töten von Artgenossen. Jahrbuch der Max-Planck-Gesellschaft Göttingen, S. 105 - 140. - Neu gedruckt in: LORENZ, KONRAD, 1978: Das Wirkungsgefüge der Natur, S. 275 - 298. München, Zürich.

LORENZ, KONRAD, 1965: Darwin hat recht gesehen. Pfullingen.

LORENZ, KONRAD, 1970: Das sogenannte Böse. Zur Naturgeschichte der Aggression. Wien.

LORENZ, KONRAD, 1973: Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte des menschlichen Erkennens. München, Zürich.

LORENZ, KONRAD, 1975: Evolution des Verhaltens. Nova Acta Leopoldina, N. F. 42, Nr. 218, S. 271 - 290.

LORENZ, KONRAD, herausgegeben von RICHARD I. EVANS, 1977: Gespräche mit Richard I. Evans, ein Briefwechsel mit Donald Campbell und vier Essays. Frankfurt am Main, Berlin, Wien.

LORENZ, KONRAD, 1976, wieder 1978: Die Vorstellung einer zweckgerichteten

Weltordnung. ... politisch-historische Klasse der Österreichischen Akademie der Wissenschaften Wien 1976, 113, S. 39 - 51. 1978 in: Das Wirkungsgefüge ... S. 24 - 35.

LORENZ, KONRAD, 1978: Das Wirkungsgefüge der Natur und das Schicksal des Menschen. Gesammelte Arbeiten. Herausgegeben und eingeleitet von IRENÄUS EIBL-EIBESFELDT. München, Zürich.

LOTSY, J. P., 1911: Fortschritte unserer Anschauungen über Deszendenz seit Darwin und der jetzige Standpunkt der Frage. Progress Rei Botanicae. 1. band, heft 3 und 4: 361 - 388.

LOTSY, J. P., 1912: Versuche über Artbastarde und Betrachtungen über die Möglichkeit einer Evolution trotz Artbeständigkeit. Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, VIII.

LOTSY, J. P., 1916: Die endemischen Pflanzen von Ceylon und die Mutations-theorie. Biologisches Centralblatt, Band XXXVI (36), 20. Mai, No. 5, S. 207 - 209.

LOUIS, HERBERT, 1958: Albrecht Penck und sein Einfluß auf Geographie und Eiszeitforschung. Die Erde, 89, 3/4: 161 - 182.

LUDWIG, WILHELM, 1940: Selektion und Stammesentwicklung. Die Naturwissenschaften, 28, 44 / 45: 689 - 705.

LUNDEGARDH, HENRIK, 1960: Pflanzenphysiologie. Jena.

LUNDSTRÖM, AXEL N., 1887: Pflanzenbiologische Studien. II. Die Anpassungen der Pflanzen an Thiere. Nova Acta Reginae Societas Scientiarum Upsaliensis. Serici Tertiae, Vol. XIII, S. 1 - 88.

LYELL, CHARLES, 1829: On a recent formation of fresh water Limestone in Forfarshire, and on some recent Deposits of feshwater Marl. Transactions of the Geological Society of London, 2. Ser., Volume II.

LYELL, CH., 1830 - 1833 und weitere Auflagen: Principles of Geology. being an Attempt to explain the Former Changes of the Earth's Surface by References to Causes now in Operation. London.

LYELL, CHARLES, 1863: The Geological Evidence of the Antiquity of Man, with remarks on theories of the origin of species by variation. London. Weitere Auflagen 1863, 1873, auch Auflagen in den USA. - Deutsch: Das Alter des Menschengeschlechts auf der Erde und der Ursprung der Arten durch Abänderung, nebst einer Beschreibung der Eiszeit in Europa und Amerika. Übersetzt von Dr. LOUIS BÜCHNER. Leipzig 1864. Weitere, z. T. geänderte Auflagen 1867, 1874.

- LYNCH, MICHAEL, 2007: The frailty of adaptive hypotheses for the origins of organism complexity. PNAS, Volume 104, suppl. 1, May 15, S. 8597 - 8604.
- MACKINTOSH, N. J., 1979: Rezension von EDWARD O. WILSON: On Human Nature. Science, Vol. 204, S. 735 - 737.
- MÄGDEFRAU, KARL, 1953 (2. vermehrte und verbesserte Auflage): Paläobiologie der Pflanzen. Jena.
- MAKATSCH, WOLFGANG, 1949: Unser Kuckuck. Wittenberg.
- MANGELSDORF, PAUL C., 1975: Jones, Donald E.. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XLVI (46), 134 - 156.
- MANIER, EDWARD, 1978: The Young Darwin and his Cultural Circle. A study of influences which helped shape the language and logic of the first drafts of the theory of natural selection. Studies in the History of Modern Science. Volume 2. Dordrecht-Holland/Boston-USA.
- MARKL, HUBERT, 1983: Anpassung und Fortschritt: Evolution aus dem Widerspruch. Zum 100. Todesjahr von Charles R. Darwin. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 112. Versammlung, 19. Bis 22. September 1982, Mannheim, S. 41 - 58. Stuttgart.
- MARKL, HUBERT, 1984: Dasein in Grenzen: Die Herausforderung der Ressourcenknappheit für die Evolution des Lebens. Konstanz.
- MÄRKLIN, G. F., 1823: Betrachtungen über die Urformen der niederen Organismen. Heidelberg.
- MARQUARD, HANS, 1974: Friedrich Oehlkers 1890 - 1971. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 87, S. 185 - 192.
- MARSHALL, WILLIAM, o. J.: Neue Spaziergänge eines Naturforschers. 3. Reihe. Leipzig.
- MATTHEW, WILLIAM DILLER, 1931: Ein Gedenkblatt für Othenio Abel (Wien). Palaeobiologica, IV, S. 1 - 24.
- MAURER, F., 1921: Zur Frage von der Vererbung erworbener Eigenschaften. Anatomischer Anzeiger, 54, 9 / 10: 201 - 205.
- MAYR, ERNST, 1959: Zufall oder Plan, das Paradox der Evolution. Ursprünglich als TIEGS Memorial Lecture. Deutsch in: KURTH, GOTTFRIED (Hrsg.): Evolution und Hominisation. Zweite, ergänzte und erweiterte Auflage. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.

- MAYR, ERNST, 1960, 1961: The Emergence of Evolutionary Novelties. In: TAX, SOL (edit.): Evolution after Darwin. University of Chicago Press: 349 - 380.
- MAYR, E., 1984: Die Entwicklung der biologischen Gedankenwelt. Vielfalt, Evolution, Vererbung. Übersetzt von K. DE SOUSA FERREIRA. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo. - Original: The Growth of Biological Thought. Harvard University Press ...
- MAYR, ERNST, 2002: Die Autonomie der Biologie. Zweite Walther-Arndt-Vorlesung. Naturwissenschaftliche Rundschau, 55. Jahrgang, Heft 1, S. 23 - 29.
- McCLUNG, C. E., 1926: The Unity of Life. Science, Vol. LXIV, December 10, No. 1667, S. 561 - 569.
- Mc KINNEY, LEWIS, 1970: Bates, Henry Walter. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 500 - 504. New York.
- Mc KINNEY, H. LEWIS, 1972: Wallace and Natural Selection. Yale Studies in the History of Science and Medicine, 8. New Haven and London, Yale University Press.
- McLEAN, DEWEYM., 1978: A Terminal Mesozois "Greenhouse": Lesson from the Past. Science, Volume 201, 4 August, S. 401 - 406.
- MECKEL, J. F., 1821: System der vergleichenden Anatomie. 1. Theil: Allgemeine Anatomie. Halle.
- MEDICUS, F. K., 1803: Pflanzen-physiologische Abhandlungen. 3. Bändchen: Entstehung der Schwämme. Leipzig.
- MEIER-RUST, KATHRIN, 1997: ... Richard Dawkins ... Astrologen sähe er am liebsten im Gefängnis. Die Weltwoche, Nummer 18, 1. Mai, S. 41.
- MEINERS, CHRISTOPH, 1811: Untersuchungen über die Verschiedenheiten der Menschennaturen. Tübingen.
- MENDEL, GREGOR, 1866: Versuche über Pflanzenhybriden. Verhandlungen des Naturforschenden Vereins Brünn, IV. - Neudruck: Ostwalds Klassiker, Leipzig 1901. - Original: Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn, Band IV, für 1865, erschienen 1866, S. 3 - 47.
- MENZ, HEIKE, 2000: Martin Heinrich Rathke (1793 - 1860). Ein Embryologe des 19. Jahrhunderts. Marburg.
- MERESCHKOWSKY, C., 1905: Über Natur und Ursprung der Chromatophoren im Pflanzenreiche. Biologisches Centralblatt, XXV. Band, 15. September, No. 18, S. 593 - 604.

MERESCHKOWSKY, C., 1910: Theorie der zwei Plasmaarten als Grundlage der Symbiogenese, einer Lehre von der Entstehung der Organismen. Biologisches Centralblatt, XXX.

MERKER, ERNST, 1927: Ernst Siegfried Becher. Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Allgemeine Zoologie und Physiologie der Tiere, Band 43.

MERTENS, ROBERT, 1955: Böker, Hans. Neue Deutsche Biographie, Band 2, S. 397 (online).

MERXMÜLLER, HERMANN, 1967: Chemotaxonomie. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 80, S. 608 - 620.

METSCHNIKOFF, ELIAS, 1910, 2. durchgesehene Auflage: Studien über die Natur des Menschen. Eine optimistische Philosophie. Leipzig.

MEYEN, F. J. F., 1827: Ueber die Priestleysche grüne Materie, wie über die Metamorphose der *Protococcus viridis* in *Priestleys botryoides* und in *Ulva terrestris*. *Linnaea*, 2, S. 388 - 409.

MEYER, EDUARD, 1891: Die Abstammung der Anneliden. Der Ursprung der Metamerie und die Bedeutung des Mesoderms. Biologisches Centralblatt, 10. Band, S. 296 - 308.

MIKULINSKIJ, SEMEN ROMANOVIC; LJUDMILA ARTEMEVNA MARKOVA, BORIS ANATOLEVIV STAROSTIN, 1980: Alphonse de Candolle (1806 - 1893). Biographien bedeutender Biologen, Band 3. Jena.

MILDBRAED, J., 1949: Ludwig Diels. Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie ... ENGLER, 74. Band, S. 173 - 198.

MILDE, 1867: Materialien zur Beurtheilung der Darwin'schen Theorie. Botanische Zeitung, 25. Jahrgang, S. 153 - 156.

MIRSKY, A. E. and HANS RIS, 1948: Isolated Chromosomes. The Journal of General Physiology, Volume Thirty First / 31, S. 1 - 5.

MIRSKY, A. E. and HANS RIS, 1951: The Desoxyribonucleic Acid Content of Animal Cells and its Evolutionary Significance. The Journal of General Physiology, Volume 34, No. 4, March 20, S. 451 - 462.

MITTMANN, ROBERT, 1893: Material zu einer Biographie Christian Konrad Sprengel's. Naturwissenschaftliche Wochenschrift, VIII, Nr. 13, S. 124 - 128; Nr. 14, S. 138 - 140; Nr. 15, S. 147 - 149.

MIVART, ST. GEORGE, 1871: The Genesis of Species. 2. Auflage. London and New York.

MIVART, ST. GEORGE, 1873: Man and Apes, an Exposition of Structural Resemblances and Differences bearing upon Questions of Affinity and Origin. London.

MÖBIUS, M., 1927: Heinrich Schenck. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 45, S. (89) - (101).

MODEER, ADOLPH, 1769: Geschichte des Insects Gyrinus Natator. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik, ... Aus dem Schwedischen übersetzt von ABRAHAM GOTTHELF KÄSTNER. 32. Band, Leipzig 1774. S. 321 - 334.

MOES, R. J. and O' MALLEY, C. D.; 1960: Realdo Colombo, On those things rarely found in anatomy, An Anoted translation from the De Re Anatomica (15599. Bulletin of the history of medicine, 34, 6.

MOJSISOVICS von MOJSVAR, EDMUND, 1879: Die Dolomit-Riffe von Südtirol und Venetien. Beiträge zur Bildungsgeschichte der Alpen. Wien.

MOLISCH, HANS, 1916: Julius von Wiesner. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 34, S. (71) - (99).

MOLISCH, HANS, 1933: Pflanzenchemie und Pflanzenverwandtschaft. Jena.

MONSTER, JAN; THOMAS REIMER, 1971: Sulfur Isotopes in Swaziland System Barites and the Evolution of the Earth's Atmosphere. Science, Volume 171, 12 March, S. 1015/1016.

MORAN, NANCY A., 2007: Symbiosis as an adaptive process and source of phenotypic complexity. PNAS, vol. 104, suppl. 1, May 15, S. 8627 - 8633.

MORGAN, T. H., 1911: The Origin of nine wing mutations in Drosophila. Science, N. S., Volume XXXIII, No. 848, S. 496 - 499.

MORGAN, THOMAS HUNT, 1924: Human Inheritance. The American Naturalist, LVIII, September - October, No. 658, S. 385 - 409.

MORGAN, THOMAS HUNT, 1925: Evolution and Genetics. Princeton.

MORGAN, T. H., 1926: William Bateson. Science, Vol. LXIII, May 28, No. 1639.

MORGAN, THOMAS HUNT, 1935: The Scientific Basis of Evolution. Second Edition. New York.

MORO, ANTONIO-LAZZARO,

MORRIS, SIMON CONWAY, 1987: The Search for the Precambrian-Cambrian Boundary. American Scientist, Volume 75, March - April, S. 157 - 167.

MORRIS, SIMON CONWAY, 1987: The Search for the Precambrian-Cambrian Boundary. *American Scientist*, Volume 75, S. 157 - 167.

MORRIS, SUSAN W., 1994: Fleeming Jenkin and The Origin of Species: a reassessment. *The British Journal for the History of Science*, Volume 27, Part 3, No. 94, S. 313 – 343.

MOSCATI, PETER, 1771: Von dem körperlichen wesentlichen Unterschiede zwischen der Structur der Thiere und der Menschen. (Eine akademische Rede gehalten auf dem anatomischen Theater zu Pavia). - Aus dem Italienischen von JOHANN BECKMANN. Göttingen.

MÜLLER, FRITZ, 1864: Für Darwin. Leipzig.

MÜLLER, FRITZ, 1867: Notes on some of the Climbing-Plants near Desterro , in South Brazil. ... in a letter to C. Darwin. *The Journal of the Linnean Society. Botany*. Vol. IX. S. 344 - 349.

MÜLLER, HERMANN, 1881: Alpenblumen ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben. Leipzig.

MÜLLER, G. F.: 1842: Die Entstehung des Menschengeschlechts. Ist der Mensch Geschöpf eines persönlichen Gottes oder Erzeugniß der Natur und stammt die Menschheit von Einem oder mehreren Paaren ab? Erlangen.

MULLER, HERMANN JOSEPH, 1927: Artificial transformation of the Gene. *Science*, LXVI, July 1922, No. 1699: S. 84 - 87.

MULLER, H. J., 1930: Evidence that natural Radioactivity is inadequate to explain the Frequency of "Natural" Mutations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Volume 16, S. 277 – 285.

MULLER, H. J., 1935: *Out of the Night. A Biologist's View of the Future*. New York.

MULLER, H. J., 1948: The Production of Mutations. Nobel Lecture, delivered at Stockholm, December 12, 1946. *Les Prix Nobel en 1946*. Stockholm. S. 257 - 274.

MULLER, H. J., 1951: Science in Bondage. *Science*, Volume 118, January 12, S. 25 – 29.

MULLER, H. J., 1961: Human Evolution by Voluntary Choice of Germ Plasm. *Science*, Volume 134, Number 3480, 8 September, S. 643 - 649.

MÜLLER, J., 1852: Über *Synapta digitata* und über die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Berlin.

- MÜLLER, J. K., 1985: Konkurrenzvermeidung und Einnischung bei Carabiden (Coleoptera). Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung, Band 23, Heft 4, S. 299 - 314.
- MÜNCH, ERNST, 1937: Standortrassen der Waldbäume. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, LV, 9, S. (63) - (72).
- MÜNTZING, ARNE, 1927 / 1928: Chromosome Number, Nuclear Volume and Pollen Grain Size in Galeopsis. Hereditas, Band X, S. 241 - 260.
- MÜNTZING, ARNE, 1929 / 1930: Outlines to a Genetiv Monograph of the Genus Galeopsis. With special Reference to the Nature and Inheritance of Partial Sterility. Hereditas, Band XIII, S. 185 - 341.
- MÜNTZING, ARNE, 1930 / 1931: Über Chromosomenvermehrung in Galeopsis-Kreuzungen und ihre phylogenetische Bedeutung. Hereditas, Band XIV, S. 153 - 172.
- MÜNTZING, ARNE, 1935 / 1936: The Evolutionary Significance of Autopolyploidy. Hereditas, Band XXI, S. 263 - 378.
- MURBECK, SV., 1933: Monographie der Gattung Verbascum. Lunds Universitets Årsskrift, N. F. Avd. 2. Bd. 29. Nr. 2. Lund.
- MURKEN, JAN und HARTWIG CLEVE (Herausgeber), 1994 (5. neu bearbeitete Auflage): Humangenetik. Stuttgart.
- MYLIUS (MILII), ABRAHAM, 1670: Merkwürdiger Discurs Von dem Ursprung der Thier/ und Außzug der Völcker. Dtsch. von JOH. CHRISTOPH BITTERKRAUT. Saltzburg.
- NAEF, ADOLF, 1917: Die individuelle Entwicklung organischer Formen als Urkunde ihrer Stammesgeschichte. (Kritische Betrachtungen über das sogenannte "biogenetische Grundgesetz"). Jena.
- NÄGELI, CARL WILHELM, 1884: Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München und Leipzig.
- NAUCK, E. TH., 1940: Hans Böker zum Gedächtnis. Gegenbaurs Morphologische Jahrbücher, 84, S. 1 - 16.
- NAWASCHIN, M., 1925: Morphologische Kernstudien der Crepis-Arten in bezug auf die Artbildung. Zeitschrift für wissenschaftliche Biologie, Abteilung B, Zeitschrift für Zellforschung und mikroskopische Anatomie, 2, 1.
- NAWASCHIN, M., 1927: Variabilität des Zellkerns bei Crepis-Arten in bezug auf die Artbildung. Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik, Abteilung B: Zeitschrift

für Zellforschung und mikroskopische Anatomie, 4, 2.

NEES von ESENBECK; C. G., 1814: Die Algen des süßen Wassers nach ihren Entwicklungsstufen dargestellt. Bamberg.

NEES von ESENBECK, 1820; (ohne Titel). Flora... , Nr. 34: 527 - 534.

NESSE, RANDOLPH M.; GEORGE C. WILSON, 1999: Der evolutionäre Ursprung von Krankheiten. Spektrum der Wissenschaft, Januar, S. 38 - 46.

NEUMAYR, MELCHIOR, 1880: Paläontologie und Descendenzlehre. Verhandlungen der kaiserlich-königlichen Geologischen Reichsanstalt, Jg. 1880, Nr. 6, S. 83 - 88

NEUMAYR, MELCHIOR, 1889: Die Stämme des Tierreiches. Wirbellose Thiere. 1. Band. Wien und Prag.

NIENBURG, WILHELM, 1928 - 1933: Johannes Reinke. Nachruf ... Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Neue Folge, Abteilung Kiel, S. VII - XIII.

NILSSON, HERIBERT, 1935: The Problem of the Origin of Species since Darwin. (Inaugural Address delivered at Lund University on April 14th 1934. Heredity, XX, !, 2, S. 227 - 237.

NILSSON, HERIBERT, 1938: Der Evolutionsgedanke und die vergangene Pflanzenwelt. Vortrag ... 1937. Hereditas, Band XXIV (24), S. 377 - 385.

NILSSON, HERIBERT, 1953: Synthetische Artbildung. Lund.

NISBET, ROBERT, 1975: Turgot and the Contexts of Progress. Proceedings of the American Philosophical Society, Volume 119, No. 3, June, S. 214 - 223.

NITSCH, EDGAR / MATTHIAS FRANZ, 2009: Der Frühe und Mittlere Jura. Biologie in unserer Zeit, 39, 4, S. 278 - 287.

NOWIKOFF, M., 1930: Das Prinzip der Analogie und die vergleichende Anatomie. Eine Studie über eine Gesetzmäßigkeit in der Biologie. Jena.

NURSALL, J. R., 1959: Oxygen as a prerequisite to the origins of the Metazoa. Nature, Volume 183, April 25, S. 1170 - 1172.

NUSSBAUM, J., 1910: Zur Beurteilung und Geschichte des Neolamarckismus. Biologisches Centralblatt, 30, 1.

REINKE, J., 1897: Untersuchungen über die Assimilationsorgane der Leguminosen. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 30: 1 - 70.

- O'BRIEN, STEPHEN J.; DAVID E. WILDT and MITCHELL BUSH, 1986: The Cheetah in Genetic Peril. *Scientific America*, Volume 254, No. 5, S. 68 – 76.
- OKEN, LORENZ, 1805: *Die Zeugung*. Bamberg und Wirzburg
- OLBY, ROBERT, 2004: Bateson, William. *Oxford Dictionary of National Biography*, Volume 4, S. 334 – 337.
- OLSON, JOHN M., 1970: The Evolution of Photosynthesis. *Science*, Volume 168, 24 April, S. 438 - 146.
- OPARIN, A. I., 1957: *Die Entstehung des Lebens auf der Erde*. Berlin
- OSBECK, PETER, 1755: Beschreibung eines Fisches, Lotse gennant. *Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik, ... Aus dem Schwedischen übersetzt, von ABRAHAM GOTTHELF KÄSTNER*. 17. Band. Hamburg und Leipzig. S. 72 - 75.
- OSBORN, HENRY F., 1897: Organic Selection. A discussion introduced by Professor Henry F. Osborn and Professor Edward B. Poulton at the Detroit meeting of the American Association, Wednesday, August 11th. *Science*, N. S. Vol. VI, October 15, No. 146: 583 - 587.
- OSBORN, HENRY F., 1922: Migrations and Affinities of the Fossil Proboscidi-ans of Eurasia, North and South America and Africa. *The American Naturalist*, Vol. LVI: 448 - 455.
- OSBORN, H. F., 1926: The Problem of the Origin of Species as it appeared to Darwin in 1859 and as it appeared to us to-day. *Science*, LVIV, No. 1658, S. 337 - 341.
- OSBORN, HENRY FAIRFIELD, 1929: Edward Drinker Cope. *Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America*, Volume XIII, S. 126 – 317.
- OSCHE, 1963: Parasitismus und Evolution. *Naturwissenschaftliche Rundschau*, 5.
- OSPOVAT, ALEXANDER, 1976: Werner, Abraham Gottlob. *Dictionary of Scientific Biography*, Vol. XIV, S. 257 - 264. New York.
- OSTENFELD, C. H., 1904: Zur Kenntnis der Apogamie in der Gattung *Hieracium*. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, XXII, S. 376 - 381.
- OSTENFELD, C. H. and O. ROSENBERG, 1908: Experimental and Cytological Studies in the Hieracia. II. Cytological Studies an the Apogamy in *Hiercia*. *Botanisk Tidsskrift*, 28, 1.

OSTENFELD, C. H., 1910: Further Studies on the Apogamy and Hybridization of the Hieracia. (Experimentel and Cytological Studies on the Hieracia, by C. H. OSTENFELD and O. ROSENBERG, Part III). Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, III.

OVERBECK, FRITZ, 1964: Franz Firbas. Jahrbuch der Akademie der Wissenschaften in Göttingen für das Jahr 1964. S. 115 - 132.

OVERBECK, FRITZ, 1968: Botanik. – In: Geschichte der Christian-Albrechts-Universität Kiel 1665 – 1965, Band 6: Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Landwirtschaftswissenschaften, herausgegeben von KARL JORDAN, S. 127 – 160.

OWEN, (1862) 1866: On the Aye-aye (*Chiromys*, *Cuvier*; *Chiromys madagascariensis*, *Desm.*, *Sciurus madagascariensis*, *Gmel*, *Sonnerat*; *Lemur psilodactylus*, *Schreber*, *Shaw*). Transactions of the Zoological Society of London, Volume V, S. 33 - 97.

PAINTER, T. S., 1933: A New Method for the Study of Chromosome Rearrangements and the Plotting of Chromosome Maps. Science, Volume 78, No. 2034, S. 585 / 586.

PALEY, 1836: Natural Theology. Volume I, London. PUNNETT, R. C., (deutsch) 1910: Mendelismus. Brünn

PANUM, P. L., 1847: Beobachtungen über das Masercontagium. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und klinische Medizin (*VIRCHOWs Archiv*), 1, S. 492 - 512.

PARRINGTON, F. R. and T. S. WESTOLL, 1974: David Meredith Seares Watson. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 20, S. 483 – 504.

PARTHIER, BENNO, 1981: Die cytologische Symbiose am Beispiel der Biogenese von Zellorganellen. Sitzungsberichte der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Band 114, Heft 4.

PARTHIER, BENNO, 1989: Stickstoff-Bindung in Wurzelknöllchen - 100 Jahre nach ihrer Entdeckung. Sitzungsberichte der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Band 121, Heft 5.

PASTEUR, L., 1864: Die Generatio spontanea. Vortrag im Rahmen der wissenschaftlichen Abende in der Sorbonne am 7. 4. 1864. Revue des cours scientifiques, 1. 257 - 265. - In: PASTEUR, L., 1964: Pasteur und die generatio spontanea. Aus den

- Werken Pasteurs ausgewählt, übers. ... J. TOMCSIK. Bern und Stuttgart.
- PÄTAU, K., 1944: Das Wrightsche Modell der Evolution (Genetische Theorie der Evolution der Organismen I.). Die Naturwissenschaften, 32, 27/29: 196 - 202.
- PATTERSON, C., 1990: Erik Helge Osvald Stensiö. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 35, S. 363 - 380.
- PAX, FERDINAND, 1921: Die Tierwelt Schlesiens. Jena.
- PENNISI, ELIZAETH, 2013: Nervous System May Have Evolved Twice. Science, Volume 339, 25 January.
- PENZLIN, HEINZ, 1986: Die Erscheinung des Lebendigen in unserer Welt. Sitzungsberichte der Sächsischen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Band 119, Heft 2.
- PENZLIN, HEINZ, 2008: Ilja Ilic Mecnikov erhält den Nobelpreis für Medizin und Physiologie. Biologie in Unserer Zeit, 38, 5, S. 342 - 344.
- PERRINS, C. M., 2004: Lack, David Lambert. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 32, S. 174.
- PETER, KARL, 1930: Über die Bedeutung der Schutztracht. Biologisches Zentralblatt, 50, 1.
- PETRISCHEK, HANNES, 2014: Neophyten in Mitteleuropa. Biologie in unserer Zeit, 44, Heft 6, S. 410 -419.
- PERTY, MAXIMILIAN, 1876: Ueber das Seelenleben der Thiere. Thatsachen und Betrachtungen. 2. umgearbeitete, sehr bereicherte Auflage. Leipzig und Heidelberg.
- PFEFFER, WILHELM, 1877: Osmotische Untersuchungen. Leipzig.
- PFITZER, E., 1887: Entwurf einer natürlichen Anordnung der Orchideen. Heidelberg.
- PLATE, LUDWIG, 1906: Über Vererbung und die Notwendigkeit der Gründung einer Versuchsanstalt für Vererbungs- und Züchtungskunde. Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie, 3, 6.
- PLATE, LUDWIG, 1909: Charles Darwin. Festschrift des Deutschen Monistenbundes zu seinem 100. Geburtstage. Berlin und Leipzig.
- PLATE, L., 1928: Über Vervollkommnung, Anpassung und die Unterscheidung von niederen und höheren Tieren. Festschrift zum sechzigsten Geburtstage des Herrn

Professor Dr. Rischard Hesse in Berlin. Herausgegeben von MAX HARTMANN. Zoologische Jahrbücher, Band 45, S. 745 - 798. Jena.

PFLÜGER, E., 1883: Ueber den Einfluss der Schwerkraft auf die Theilung der Zellen und auf die Entwicklung des Embryo. Archiv für die gesammte Physiologie ...(PFLÜGER), 9, S. 21 - 79.

PFLÜGER, HANS-JOACHIM, 2000: Was wir dem Tintenfisch zu verdanken haben. Forschung an wibellosen Tieren trägt zum Verständnis komplexer Nervensysteme bei. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 11. Oktober, Nr. 237, S. 55.

PFLUGFELDER, OTTO, 1966: Harms, Jürgen Wilhelm. Neue Deutsche Biographie, 7, S. 685 / 686.

PIEPER, M. C., 1902: Thesen über Mimikry (sensu generali). Verhandlungen des V. Internationalen Zoologen-Kongresses zu Berlin, 12. bis 16. August 1901. Jena.

PIQUEMAL, JACQUES, 1973: Jordan, (Claude Thomas) Alexis. Dictionary of Scientific Biography, Volume VII, S. 165 - 167, New York.

PLATE, L., 1907: Ultramontane Weltanschauung und moderne Lebenskunde Orthodoxie und Monismus. Die Anschauungen des Jesuitenpaters Erich Wasmann und die gegen ihn in Berlin gehaltenen Reden. Jena.

PLATE, LUDWIG, 1908, 2. Auflage 1913: Selectionsprinzip und Probleme der Artbildung. Jena.

PLATE, LUDWIG, 1924: Allgemeine Zoologie und Abstammungslehre. Zweiter Teil: Die Sinnesorgane der Tiere. Jena.

PLATE, LUDWIG, 1925: Die Abstammungslehre Tatsachen, Theorien, Einwände und Folgerungen in kurzer Darstellung. Zweite Auflage des "Leitfadens der Deszendenztheorie". Jena.

PLATE, L., 1931: Bemerkungen zu den Jollosschen Orthomutationen von Drosophila. Biologisches Zentralblatt, 50. Band, S. 135 - 136.

PLATE, LUDWIG, 1932: Vererbungslehre mit besonderer Berücksichtigung der Abstammungslehre und des Menschen. Jena.

PLATE, LUDWIG, 1933: Deszendenztheorie. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Zweite Auflage, 2. Band, S. 1039 / 1040.

PLATEAU, F., 1894: Einige Fälle falscher Mimikry. Biologisches Zentralblatt, XIV, 13.

PLUCHE, N. A., 1760: Schau - Platz der Natur oder Unterredungen von der Beschaffenheit und den Absichten der Natürlichen Dinge. 2. Theil. Frankfurt und Leipzig.

POMPECKY, JOSEF FELIX, 1925: Umwelt, Anpassung und Beharrung im Lichte erdgeschichtlicher Überlieferung. Rede zum Antritt des rektorates der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am 15. Oktober 1925. Berlin.

PONTECORVO, G., 1968: Hermann Joseph Muller. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 14, S. 349 – 389.

POPOFF, M., 1906: Fischfärbung und Selektion. Biologisches Zentralblatt, XXVI, 9, S. 272 - 282.

PORSCH: OTTO PORSCH zum 12. September 1935 von Redaktion und Verleger der Biologia Generalis. Biologia Generalis, Band XI, 2. Hälfte, S. I - IV.

PORSCH, OTTO, 1905: Der Spaltöffnungsapparat im Lichte der Phylogenie. Ein Beitrag zur "phylogenetischen Pflanzenhistologie". Jena.

PORSCH, O., 1931: Richard Wettstein. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, XLIX, S. (180) - (190).

PORTMANN, ADOLF, Radio-Sendung 1955: Ein Naturforscher erzählt. Vom Geheimnis des Alltäglichen. Basel.

PORTMANN, ADOLF, 1956: Tarnung im Tierreich. Berlin, Göttingen, Heidelberg.

PORTMANN, ADOLF, 1965: Aufbruch der Lebensforschung. Zürich.

PORTMANN, ADOLF, 1967: Alles fließt. Wege des Lebendigen. Freiburg, Basel, Wien.

POTONIE, HENRY, 1901: Die von den fossilen Pflanzen gebotenen Daten für die Annahme einer allmählichen Entwicklung vom Einfacheren zum Verwickelteren. Antrittsvorlesung zur Habilitation für Paläobotanik an der Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin. Gehalten in der Aula der Universität am 6. März 1901. Naturwissenschaftliche Wochenschrift, N. F. I (ganze Reihe XVII), 1, S. 4 - 8.

POULTON, 1916: The Hereditary Transmission of Small Variations and the Origin of Butterfly Mimicry. Proceedings of the Linnean Society of London. 128 th session. From November 1915 to June 1916. London. S. 21 - 52.

PRIESTLEY, JOSEPH, 1774:

PRINGSHEIM, N., 1855: Über die Befruchtung der Algen und das Wesen des

Zeugungsactes. Besonders abgedruckt aus dem Monatsberichte der Kgl. Akademie der Wissenschaften. Berlin.

PROSSER, C. LADD, 1960, 1961: Comparative Physiology in relation to evolutionary Theory. In: TAX, SOL (Edit.): Evolution after Darwin. University of Chicago Press, S. 569 - 594.

PRZIBRAM, HANS, 1912: Die Umwelt des Keimplasmas. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen ... ROUX, 33. Band, S. 666 - 681.

PUNNETT, R. C., (deutsch) 1910: Mendelismus. Brunn

QUIRING, HEINRICH, 1955: Berendt, Gottlieb. Neue Deutsche Biographie, 2. Band, S. 69 / 70.

RADL, E., 1909: Geschichte der biologischen Theorien. Leipzig

RATZEL, FRIEDRICH, Wagner, Moritz. Allgemeine Deutsche Biographie, 40, S. 532 - 543.

RATZEL, FRIEDRICH, 1903: Burmeister, Hermann. Allgemeine Deutsche Biographie, 47, S. 394 - 396.

RAUNKIÄER, C., 1918: Über den Begriff der Elementarart im Lichte der modernen Erblchkeitsforschung. Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, XIX, 1 / 2.

RAVEN, PETER H., 1970: A Multiple Origin for Plastids and Mitochondria. Science, Volume 169, 14 August, S. 641 - 646.

REINHARDT, OTTO, 1917: Georg Volkens. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 35, S. (65) - (82).

REINIG, W. F., 1938. Elimination und Selektion. Eine Untersuchung über Merkmalsprogressionen bei Tieren und Pflanzen auf genetisch- und historisch-chorologischer Grundlage. Jena.

REINKE, J., 1897: Untersuchungen über die Assimilationsorgane der Leguminosen. Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik ... N. PRINGSHEIM, 30. Band, S. 1 - 70, Fortsetzung S. 529 - 614.

REINKE, JOHANNES, 1900: Die Entwicklung der Naturwissenschaften insbesondere der Biologie im neunzehnten Jahrhundert. Rede zur Feier des Jahrhundertwechsels gehalten am 13. Januar 1900 in der Aula der Universität zu Kiel. Kiel.

REINKE, JOHANNES, 1905: Hypothesen, Voraussetzungen, Probleme in der Biologie. Biologisches Centralblatt, 25, 13, S. 433 - 446.

REINKE, J., 1920: Kritik der Abstammungslehre. Leipzig.

REINKE, JOHANNES, 1925: Mein Tagewerk. Freiburg i. Br.

REMANE, ADOLF, 1952: Die Grundlagen des natürlichen Systems der vergleichenden Anatomie und der Phylogenetik. Leipzig.

RENNER, O., 1936: Hugo de Vries. Die Naturwissenschaften, 24. Jahrgang, 22. Mai, Heft 21, S. 321 - 324.

RENNER, OTTO, 1961: William Bateson und Carl Correns. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse.

RENSCH, BERNHARD, 1924: Das D p r tsche Gesetz und die Regel von der Kleinheit der Inselformen als Spezialfall des Bergmannschen Gesetzes und ein Erklärungsversuch desselben. Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, XXXV.

RENSCH, BERNHARD, 1929: Das Prinzip geographischer Rassenkreise und das Problem der Artbildung. Berlin

RENSCH, BERNHARD, 1930: Eine biologische Reise nach den kleinen Sunda-Inseln. Berlin.

RENSCH, BERNHARD, 1940: Die Bergmannsche Regel bei Warmblütern. Forschungen und Fortschritte, 16, 5: 56/57

RENSCH, BERNHARD, 1954: Neuere Probleme der Abstammungslehre. (Die transspezifische Evolution). Stuttgart.

RENSCH, BERNHARD, 1959: Gerichtete Entwicklung in der Stammesgeschichte. Vortrag auf der Jahresversammlung der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina am 11. Mai 1959 in Halle/Saale. Nova Acta Leopoldina, N. F., Nummer 142, Band 21, S. 101 - 115.

RENSCH, BERNHARD, 1960: The Laws of Evolution. In: TAX, SOL (Edit.): Evolution after Darwin. Vol. I. The University of Chicago Press.

RENSCH, BERNHARD, 1960: Homo sapiens. Vom Mensch zum Halbgott. Göttingen.

RENSCH, BERNHARD, 1961: Die Evolutionsgesetze der Organismen in naturphilosophischer Sicht. Philosophia Naturalis, VI, 3: 288 - 326.

- RENSCH, BERNHARD, 1979: Lebensweg eines Biologen in einem turbulenten Jahrhundert. Stuttgart, New York.
- RENSCH, BERNHARD, 1991 (2. Auflage/posthum): Das universale Weltbild: Evolution und Naturphilosophie. Durchgesehen und mit Anmerkungen sowie einem Vorwort versehen von FRANZ M. WUKETIS. Darmstadt.
- RICHTER, W., 1888: Zur Vererbung erworbener Eigenschaften. Biologisches Centralblatt, VIII, 10: 289 - 301.
- RIDLEY, MARK, 2004: Hamilton, William Donald. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 24, S. 930 - 932.
- RIEPEL, OLIVIER, 1983: Kladismus oder die Legende vom Stammbaum. Basel, Boston, Stuttgart.
- RISLER, HELMUT, 1968: August Weismann 1834 - 1914. Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg i. Br. 58, S.77 - 93.
- ROBINSON, GADEN S., 2002: How a moth lost its spots. Fantasy and fraud in the stories of evolution. - Rezension von: JUDITH HOOPER: Of Moths and Men. Intrigue, tragedy and peppered moth. - TLS, July 19, S. 3/4.
- ROBINSON, GLORIA, 1975: Plate, Ludwig Hermann. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 19/20. New York.
- ROMANES, GEORGE JOHN, 1886: Physiological Selection; an Additional Suggestion on the Origin of Species. The Journal of the Linnean Society. Zoology. Vol. XIX: 337 - 411.
- ROMANES, G. J., 1893: Eine kritische Darstellung der Weismann'schen Theorie. Mit Bewilligung des Verfassers aus dem Englischen übersetzt von KARL FIEDLER. Leipzig.
- ROMANES, GEORGE JOHN, 1897: Darwin und nach Darwin. Leipzig.
- ROEMER, T., 1914: Mendelismus und Bastardzüchtung. Berlin.
- ROEMER, T., 1933: Transgressionszüchtung. Zeitschrift für Züchtung, Reihe 1 Pflanzenzüchtung, Band 8, 2/3.
- ROEMER, FUCHS, ISENBECK, 1938: Die Züchtung resistenter Rassen bei Kulturpflanzen. Kühn-Archiv, 45.
- ROSA, DANIEL, 1905: Es gibt ein Gesetz der progressiven Reduktion der Variabilität. Erwiderung an Herrn Professor L. PLATE. Biologisches Centralblatt, 25, 10.

ROSEN. F., 1889: Ferdinand Cohn. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, XVII, S. (172) - (201).

ROSENBERG, O., 1904: Über die Individualität der Chromosomen im Pflanzenreich. Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung, 93.

ROSS-IBARRA, JEFFREY; PETER L. MORELL, and BRANDON S. GAUT, 2007: Plant domestication, a unique opportunity to identify the genetic basis of adaptation. PNAS, Volume 104, suppl.1, May15, S. 8641 - 8548.

ROßMÄßLER, E. A., 1844: Iconographie der Land- und Süßwasser-Mollusken mit vorzüglicher Berücksichtigung der europäischen, noch nicht abgebildeten Arten. II. Band, VI. (XII.) Heft. Dresden und Leipzig.

ROßMÄßLER, E. A., 1874: Mein Leben und Streben im Verkehr mit der Natur und dem Volke. Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben von KARL RUß. Hannover.

ROTHMALER, W., 1957: Der Zeitfaktor in der Artbildung. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 70, S. (16) - (18).

ROUSSEAU, JEAN JACQUES, 1750, dtsh. 1779: Abhandlung über die Frage: Ob die Wiederentdeckung der Künste und Wissenschaften zur Verbesserung der Sitten beigetragen hat. Eine Preisschrift, welche den im Jahre 1750 von der Akademie zu Dijon ausgesetzten Preis erhalten hat. In: ROUSSEAU, JEAN JACQUES, 1779: Philosophische Werke. Reval und Wesenberg.

ROUSSEAU, JEAN JACQUES, frz. 1754, dtsh. 1756: Abhandlung von dem Ursprunge der Ungleichheit unter den Menschen, und worauf sie sich gründe. Berlin. Französischer Originaltitel: Discours sur l'origine et les fondements de l'inégalité parmi les hommes.

ROUX, WILHELM, :der Descendenzlehre zur Erklärung der Zweckmässigkeiten des thierischen Organismus. In: ROUX, W., 1895: Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen. Leipzig.

ROUX, WILHELM, 1881 / 1895: Der züchtende Kampf der Theile oder die „Theilauslese“ im Organismus. In: ROUX, W., 1895: Gesammelte Abhandlungen ... (wie vor.).

ROUX, WILHELM, 1883: Beiträge zur Morphologie der functionellen Anpassung . 1.Structur eines hoch differenzierten bindegewebigen Organes (der Schwanzflosse des Delphins). Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte...: 76 - 162

ROUX, WILHELM, 1913: Über den Erwerb vererbbarer Eigenschaften bei Tieren. Aus der Berliner Gesellschaft für Rassenhygiene, Sitzung vom 18. Dezember 1912.

Archiv für soziale Hygiene... 8, 1: 131 - 144.

ROUX, WILHELM, 1915: Das Wesen des Lebens. Die Kultur der Gegenwart. 3. Teil, 4. Abteilung. 1. Band: Allgemeine Biologie. Leipzig und Berlin. S. 173 - 187.

ROUX, WILHELM, 1918: „Immunisierung durch Teilauslese“ gegen Vergiftung und verminderte Ernährung. Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten, 87, 1: 283 - 301.

ROUX, WILHELM, 1920: Bemerkungen zur Analyse des Reizgeschehens und der funktionellen Anpassung sowie zum Anteil dieser Anpassung an der Entwicklung des Reiches der Lebewesen. Archiv für Entwicklungsmechanik, 46, 2 / 3: 485 - 536.

ROUX, WILHELM, 1921: Ueber den gegenwärtigen Stand der Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften. Deutsche Medizinische Wochenschrift, 47, 15: 535 / 536.

RUDOLPHI, K. A., 1812: Beiträge zur Anthropologie und allgemeinen Naturgeschichte. Berlin. Darin: Über die Verbreitung organischen Körper. S. 107 ff.

RUDORF, W. (Herausgeber), 1959: Dreißig Jahre Züchtungsforschung. Stuttgart.

RUHLAND, WILHELM, 1948: Winkler, Hans. Jahrbuch der Bayerischen Akademie der Wissenschaften 1944 - 1948, S. 266 / 267.

RUPKE, NICOLAAS A., 1993: Richard Owen's Vertebrate Archetype. Isis, 84, S. 231 - 251.

RUPKE, NICOLAAS A., 2009: Richard Owen: biology without Darwin. The University of Chicago Press, London.

RUß, KARL, 1874: s. ROßMÄBLER, E. A. 1874.

RUTTEN, M. G., 1962: The Geological Aspects of the Origin of Life on Earth. Amsterdam, New York.

RYAN, FRANK, 2011: Metamorphosis. New Scientist, 24 September, S. 56 - 59.

SAGAN, CARL; GEORGE MULLEN, 1972: Earth and Mars Evolution of Atmospheres and Surface Temperatures. Science, Volume 177, 7 July, S. 52 - 56.

SALISBURY, E. J., rev. PETER OSBORNE, 2004: Oliver, Francis Wall. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 41, S. 241 / 242.

SAMTER, M.; R. HEYMONS, 1902: Die Variationen bei *Artemia salina* Leach. und ihre Abhängigkeit von äusseren Einflüssen. Anhang zu den: Abhandlungen der Kgl. Preußischen Akademie der Wissenschaften ...

SANDBACH, F. R., 1976: The History of Schistosomiasis Research and Policy for its Control. *Medical History*, Vol. 20: 259 - 275.

SAPP, JAN, 1994: *Evolution by association: a history of symbiosis*. Oxford University Press.

SARASIN, PAUL und FRITZ, 1899: Die Land-Mollusken von Celebes. 2. Band von: SARASIN, PAUL und FRITZ: *Materialien zur Geschichte der Insel Celebes*. Wiesbaden.

SAUER, GORDON C., 2004: Gould, John. *Oxford Dictionary of National Biography*, Volume 23, S. 72 – 74.

SAUER, KLAUS PETER, 2002: Natürliche und sexuelle Selektion und die Evolution des Paarungssystems der Skorpionfliegen. *Jahrbuch 2001 der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina (Halle Saale)*, Leopoldina (R. 3) 47, 2002, S. 521 - 547.

SCHAAFFHAUSEN, HERMANN, 1857: *Entwicklung des Menschengeschlechts und die Bildungsfähigkeit seiner Rassen*. 33. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte, Bonn.

SCHAAFFHAUSEN, H., 1865: Über die Urzeugung. Amtlicher Bericht über die 39. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Giessen im September 1864, Giessen. S. 183 - 186.

SCHALLER, G. B. s. GREENE, HENRY W., 2013.

SCHARRER, BERTA, 1987: Evolution of Intercellular Communication Channels. - In. (Edited) B. SCHARRER, H.-W. KORF, and H.-G. HARTWIG: *Functional Morphology of Neuroendocrine Systems. Evolutionary and Environmental Aspects*. S. 1 - 8. Berlin, Heidelberg, New York ...

SCHAUMANN, WOLFGANG, 2004: *Charles Darwin - Leben und Werk: Würdigung eines großen Naturforschers und kritische Betrachtung seiner Lehre*. Landsberg/Lech.

SCHAXEL, JULIUS, 1916: *Über den Mechanismus der Vererbung*. Jena.

SCHEELE, 1782, ursprünglich 1777: *Chemische Abhandlung von Luft und Feuer. Nebst einem Vorbericht von TORBERN BERGMANN*. Zweyte verbesserte Ausgabe. Leipzig.

SCHEIBE, A., 1939: Ergebnisse der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935. Vorbemerkungen. Landwirtschaftliche Jahrbücher, 88, 1.

SCHENCK, HEINRICH, 1884: Ueber Strukturveränderung submers vegetirender Landpflanzen. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, V, S. 481 - 486.

SCHENK, HEINRICH, 1889: Ueber das Aërenchym, ein dem Kork homologes Gewebe bei Sumpfpflanzen. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik... (PRINGSHEIM), 20, 4, S. 526 - 574.

SCHENCK, H., 1901: A. F. Wilhelm Schimper. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 19: (54) - (70).

SCHEUCHZER, JOHANN JAKOB, 1731:

SCHIEFENHÖVEL, WOLF, 2015: Quo vadis, Humanethologie? Naturwissenschaftliche Rundschau, 68. Jahrgang, Heft 4, S. 179 - 193.

SCHILDER, F. A., 1952: Einführung in die Biotaxonomie (Formenkreislehre). Die Entstehung der Arten durch räumliche Sonderung. Jena.

SCHILDER, F. A., 1956: Lehrbuch der Allgemeinen Zoogeographie. Jena.

SCHIMKEWITSCH, M., 1906: Die Mutationslehre und die Zukunft der Menschheit. (Vorläufige Mitteilung). Biologisches Centralblatt, XXVI. Band, 15. Januar, No. 2. S. 37 - 46. - ... (Fortsetzung): ..., 1. Februar, No. 3, S. 67 - 76. - - ... (Schluss.) ... , 15. Februar, No. 4, S. 97 - 115.

SCHIMMECK, TOM, 2001: Der Totengräber Gottes. Richard Dawkins ... Die Woche, 12. April, S. 3.

SCHIMPER, A. F. W., 1888 a: Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika. Botanische Mittheilungen aus den Tropen ... Heft 1. Jena.

SCHIMPER, A. F. W., 1888 b: Die epiphytische Vegetation Amerikas. Botanische Mittheilungen aus den Tropen, Heft 2. Jena.

SCHIMPER, A. F. W., 1891: Die indo-malayische Strandflora. Botanische Mittheilungen aus den Tropen, Heft 3. Jena.

SCHINDEWOLF, OTTO HEINRICH, 1936: Paläontologie, Entwicklungslehre und Genetik. Berlin.

SCHINDEWOLF, OTTO H., 1937: Beobachtungen und Gedanken zur Deszendenzlehre. Acta Biotheoretica, Volumen III, S. 195 - 212.

SCHINDEWOLF, OTTO H., 1947: Zum Fragenkreis der Fossilüberlieferung. Forschungen und Fortschritte, 21./ 23. Jahrgang, Heft 10 / 11 / 12, Juli, S. 120 - 124.

SCHINDEWOLF, OTTO H., 1958: Zur Aussprache über die großen erdgeschichtlichen Faunenschnitte und ihre Verursachung. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, S. 270 - 279.

SCHINDEWOLF, OTTO H., 1962: Neokatastrophismus? Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Band 114 / II, S. 430 - 445.

SCHLOTHEIM, E. F. von, 1804: Beschreibung merkwürdiger Kräuter-Abdrücke und Pflanzen-Versteinerungen. Ein Beitrag zur Flora der Vorwelt. 1. Abtheilung. Gotha.

SCHLOTHEIM, ERNST von, 1816 / 1817: Beyträge zur Naturgeschichte der Versteinerungen in geognostischer Hinsicht. Denkschriften der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu München für die Jahre 1816 und 1817, Band VI, Classe der Mathematik und Naturwissenschaften, S. 13 - 36. München 1820.

SCHMARDA, LUDWIG K., 1853: Die geographische Verbreitung der Thiere. 1. - 3. Buch. Wien.

SCHMITT, MICHAEL, 2013: From Taxonomy to Phylogenetics - Life and Work of Willi Hennig. Leiden, Boston.

SCHNECKERNBURGER, STEFAN, 2010: Fritz Müller-Desterro, Naturforscher "Fürst der Beobachter". Laborjournal, 9, S. 40 - 43.

SCHNEIDER, KARL CAMILLO, 1911: Einführung in die Deszendenztheorie. 2. Auflage. Jena.

SCHRANK, PAULA F. v., 1823: Ueber die Pflanzen-Metamorphosen. Erste Beilage zu: Flora ..., 2, S. 1 - 18.

SCHRANK, PAULA F. v., 1814: Ueber die Priestleysche grüne Materie. Zweyte Abhandlung. Denkschriften der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu München für das Jahr 1813. Classe der Mathematik und Naturwissenschaften. München.

SCHRÖDER, H., 1836: Vorläufige Mitteilung der Resultate einer experimentellen Beobachtung über generatio aequivoca. Annalen der Physik und Chemie... (POGGENDORFF), 39, ganze Folge 115, 3, S. 487 - 489.

SCHRÖDER, H. und TH. von DUSCH, 1854: Ueber Filtration der Luft in Beziehung auf Fäulnis und Gährung. Journal für praktische Chemie, 61, 8. 485 - 488.

SCHRÖDER, H. und TH. von DUSCH, 1859: Ueber Filtration der Luft in Beziehung auf Fäulnis, Gährung und Krystallisation. *Annalen der Chemie und Pharmacie*, 111, Neue Reihe 33, 1: 35 - 52.

SCHRÖDER, H., 1861: Ueber Filtration der Luft ... (Fortsetzung). 117, 3. 273 - 295.

SCHRÖTER,

SCHROETER, CARL, 1908: *Das Pflanzenleben der Alpen. Eine Schilderung der Hochgebirgsflora.* Zürich.

SCHUCHERT, CHARLES, 1938: Biographical Memoir of Othnie. Charles Marsh 1831 - 1899. *National Academy of Sciences of the United States of America Biographical Memoirs, Volume XX*, S. 1 - 78.

SCHULZ, 1936: *Erophila ... Die natürlichen Pflanzenfamilien ... Band 17 b*, S. 518 - S. 521.

SCHUMANN, WOLFGANG, 2012: Bakterien-Evolution: Das bakterielle Mobilom. *Biologie in Unserer Zeit*, 3 (42), S. 174 ff.

SCHWANN, TH., 1837: Vorläufige Mittheilung, betreffend Versuche über die Weingährung und Fäulniss. *Annalen der Physik und Chemie... (POGGENDORFF)*, 39, ganze Folge 115, 3. S. 487 - 489.

SCHWANN, TH., 1839: *Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen.* Berlin.

SCHWARTZ-COWAN, RUTH, 1970: Bonnier, Gaston. *Dictionary of Scientific Biography, Volume II*, S. 290/291. New York.

SCHWEIGGER, A. F., 1820: *Handbuch der Naturgeschichte der skelettlosen ungegliederten Thiere.* Leipzig.

SCHWYZER, MARTIN, 1991: Was war zuerst, das Virus oder der Wirt? *Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich.* Jahrgang 136, Heft 2, Juni, S. 113 - 129.

SCLATER, PHILIP LUTLEY, 1858: On the general Geographical Distribution of the Members of the Class Aves. *Journal of the Proceedings of the Linnean Society*, Vol. II, S. 180 - 145

SCOTT, DUKINFIELD HENRY, 1924: *Extinct Plants and Problems of Evolution.* Founded on a Course of Public Lecture delivered at the University College of Wales, Aberystwyth, in 1922. London.

- SCOTT, JOHN, 1865: Observations on the Function and Structure of the Reproductive Organs in the *Primulaceae*. ... Communicated by CHARLES DARWIN. The Journal of the Linnean Society . Botany. Vol. VIII. S. 78 - 126.
- SEDGWICK, A., 1850: A Discourse on the Studies of the University. The Fifth Edition. ..London.
- SEIDLITZ, WILFRIED VON, 1920: Revolutionen in der Erdgeschichte. Eine akademische Rede gehalten am 24. Juli 1920 ... Jena.
- SEGERSTRALE, ULLICA 2013 s. HARMAN, OREN 2013.
- SEKERCIOGLU, CAGAN H., 2011: Functional Extinctions of Bird Pollinators Cause Plant Declines. Science, Volume 331, 25 February, S. 1019 / 1020.
- SEMON, RICHARD, 1907: Beweise für die Vererbung erworbener Eigenschaften. Ein Beitrag zur Kritik der Keimplasmatheorie. Archiv für Rassen-und Gesellschafts-Biologie, 4, 1, S. 1 - 46.
- SEMON, RICHARD, 1911, 3. stark umgearbeitete Auflage: Die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens. Leipzig.
- SENDTNER, OTTO, 1854: Die Vegetations-Verhältnisse Südbayerns ... München.
- SETTEGAST, H., 1872: Fünfundzwanzig Jahre Fortschritt auf dem Gebiete der Landwirtschaft. Festrede gehalten in der Aula der Akademie Proskau bei der Feier ihres 25-jährigen Jubiläums. Breslau.
- SEWERZOW, ALEKSEJ NIKOLAJEWITSCH, 1931: Morphologische Gesetzmäßigkeiten der Evolution. Jena
- SHEETS-PYENSON, SUSAN, 2004: Dawson, Sir John William. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 15, S. 562 – 564.
- SHEPPARD, P. M., 1956: Ecology and its bearing on population genetics. In: FORD, E. B., 1956: A discussion on the dynamics of natural populations. Proceedings of the Royal Society, Series B, Vol. 145, No. 920, S. 308 - 315.
- SHIGENOBU, SHUJI; HIDEKI WATANABE, MASAHIRA HATTORI, YOSHIYUKU SAKAKI & HAJIME ISHIKAWA, 2000: Genome sequence of the endocellular bacterial symbiont of aphids *Buchnera* sp. APS. Nature, Volume 407, 7 September, S. 81 - 86.
- SHOR, ELISABETH NOBLE, 1976: Sumner, Francis Bertody. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 150 / 151. New York.

- SHULL, A. FRANKLIN, 1937: Discussion: The Needs of the Mimicry Theory. *Science*, 85, No. 2212: 496 - 498.
- SHULL, GEORGE H., 1907: Elementary Species and Hybrids of Bursa. *Science*, N. S., XXV, No. 641.
- SIEBOLD, CARL THEODOR von, 1839: Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Ueber Medusa, Cyclops, Loligo, Gregarina ... Neueste Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig, 3. Band, 2. Heft, S. 1 - 94.
- SIMON, KATE, 1991: Die Gonzaga. Eine Herrscherfamilie der Renaissance. Aus dem Amerikanischen übersetzt von EVELYN VOSS. Köln.
- SIMPKINS, DIANA M., 1976: Thomas, Hugh Hanshaw. *Dictionary of Scientific Biography*, Volume, New York. S. 345 / 346.
- SIMPSON, GEORGE GAYLORD, 1951: Zeitmaße und Ablaufformen der Evolution. Übersetzt von G. HEBERER. Göttingen
- SIMPSON, GEORGE GAYLORD, 1960: The World into which Darwin led us. The darwinian revolution changed the most crucial element in man's world - his concept of himself. *Science*, Volume 131, Nr. 3405, S. 966 - 974
- SIMPSON, GEORGE GAYLORD, 1960/1961: The History of Life. In: TAX, SOL (Edit.): *Evolution after Darwin*. Vol. I. University of Chicago Press. S. 117 - 180.
- SIMROTH, HEINRICH, 1901: Die Ernährung der Tiere im Lichte der Abstammungslehre. *Gemeinverständliche Darwinistische Vorträge und Abhandlungen...* Heft 3. Odenkirchen.
- SIMROTH, 1905: Neue Gesichtspunkte zur Beurteilung niederer Wirbeltiere. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft auf der 15. Jahresversammlung, zu Breslau, den 13. bis 16. Juni 1905*, S. 51 - 67.
- SINGER, CHARLES, 1925: *The Evolution of Anatomy*. London.
- SINNOTT, EDMUND W., 1959: Albert Francis Blakeslee. *Biographical Memoirs*, Vol. XXXIII, Columbia University Press 1959 for the National Academy of Sciences USA, S. 1 - 38.
- SKOTTSBERG, C., 1922: Oscar Juel. *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft*, L, S. (138) - (148).
- SKOTTSBERG, C., 1961: Nils Eberhard Svedelius. *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, Volume 7, S. 294 - 312.

- SMITH, HOMER W., 1959: From Fish to Philosopher. The Story of Our Internal Environment. ... Ciba Edition.
- SOMKIN, FRED, 1973: Lubbock, Sir John (Lord Avebury). Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, S. 527 - 529, New York.
- SONNEBORN, T. M., 1974: Jennings, Herbert Spencer. Dictionary of American Biography, Supplement Four, S. 424 - 428.
- SONNEBORN, T. M., 1968: H. J. Muller, Crusader for Human Betterment. Science, Volume 162, 15 November, S. 772 - 776.
- SPERLICH, ADOLF, 1934: Emil Heinricher. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, LII (52), S. (188) - (205).
- SPERLICH, DIETHER, 1973: Populationsgenetik. Grundlagen und experimentelle Ergebnisse. Grundlagen der modernen Genetik Band 8. Jena.
- SPERLICH, D., 1984: Populationsgenetische Aspekte der Artbildung. Zeitschrift für Systematik und Evolutionsforschung, Band 22, Heft 3, S. 169 - 183.
- SPENCER, HERBERT, 1905: Eine Autobiographie. Autorisierte deutsche Ausgabe von Dr. LUDWIG und HELENE STEIN. I. Stuttgart.
- SPIX, J., 1811: Geschichte und Beurtheilung aller Systeme in der Zoologie... Nürnberg.
- SPRENGEL, CHRISTIAN KONRAD, 1793: Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. Berlin.
- SPRENGEL, K. P. J., 1812: Von dem Bau und der Natur der Gewächse. Halle.
- STAHL, ERNST, 1897: Ueber den Pflanzenschlaf und verwandte Erscheinungen. Botanische Zeitung, 55: 71 - 109.
- STAEL; ANNE GERMAINE DE, Ausgabe 1985: Über Deutschland. Frankfurt am Main und Leipzig.
- STAGL, VERETTA & HELMUT SATTMANN, 2012: Der Herr der Würmer. Leben und Werk des Wiener Arztes und Parasitologen Johann Gottfried Bremser (1767 - 1827). Wien, Köln, Weimar.
- STAHL, ERNST, 1883 a: Ueber sogenannte Compasspflanzen. Jenaische Zeitschrift, 15 (N. F. 8), S. 381 - 383.
- STAHL, ERNST, 1883 b: Ueber den Einfluss des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, 16 (N. F. 9), S. 162 - 199.

- STAHL, ERNST, 1888: Pflanzen und Schnecken. Biologische Studie über die Schutzmittel der Pflanzen gegen Schneckenfraß. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft*, 22, Neue Folge 15: 357 - 684.
- STAHL, ERNST, 1893: Regenfall und Blattgestalt. Eigenreferat über die eigene Arbeit in Vol. XI der "Annales du jardin botanique de Buitenzorg". *Botanische Zeitung*, II. Abtheilung, 51, 10: Spalte 145 - 152.
- STAHL, ERNST, 1900: Der Sinn der Mycorrhizenbildung. Eine vergleichend-biologische Studie. *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik*, 34, S. 539 - 668.
- STAMP, PETER, 2012: Warum nur eine intensivierete Pflanzenzüchtung die globale Ernährungssicherung ermöglicht? *Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, 157, S. 1 - 8.
- STANLEY, STEVEN M., 1984: Mass Extinctions in the Ocean. *Scientific American*, Vol. 250, No. 6, S. 46 - 54.
- STARLING, ERNST H., 1906/1907: Die chemische Koordination der Körpertätigkeiten. *Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte*, 78. Versammlung zu Stuttgart. 16. - 22. September 1906. S. 246 - 260. Leipzig 1907.
- STEBBINS, G. L. jr. and E. B. BABCOCK, 1939: The Effect of Polyploidie and Apomixis on the Evolution of Species in *Crepis*. *The Journal of Heredity*, XXX, 12, S. 519 - 530.
- STEBBINS, G. LEDYARD, 1960, 1961: The Comparative Evolution of Genetic Systems. In: TAX, SOL (Edit.): *Evolution after Darwin*. University of Chicago Press. S. 197 - 226.
- STEBBINS, G. LEDYARD, Jr., 1981: Clausen, Jens Christian. *Dictionary of Scientific Biography*, Volume XVII (17) / Supplement II, S. 168 - 170. New York.
- STEBBINS, G. LEDYARD, 1981b: Turesson, Göte Wilhelm. *Dictionary of Scientific Biography*, Volume 18 / Supplement II, S. 935 / 936. New York.
- STEBBINS, G. LEDYARD and FRANCISCO J. AYALA, 1985: The Evolution of Darwinism. *Scientific American*, Volume 253, No-1, July, S. 54 - 64.
- STEINEN, KARL von den, 1905: Gedächtnisrede auf Adolf Bastian. *Zeitschrift für Ethnologie*, 37, II und III: 236 - 254.
- STEINER, HANS, 1962: Befunde am dritten Exemplar des Urvogels *Archaeopteryx*. *Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, Jahrgang 107, S. 197 - 210.
- STEINHEIMER, FRANK D.; WALTER SUDHAUS, 2006: Die Speziation der

Darwinfinken und der Mythos ihrer initialen Wirkung auf Charles Darwin. Naturwissenschaftliche Rundschau, 59. Jahrgang, Heft 8, S. 409 – 422.

STENHOUSE, JOHN, 1990: Darwin's Captain: F. W. Hutton and the Nineteenth-Century Darwinian Debates. Journal of the History of Biology, Volume 23, Number 3, Fall, S. 411 - 442.

STENT, GUNTHER S., 1997: André Michel Lwoff. Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 141, No. 1, March, S. 98 - 101.

STERN; CURT, 1968 (2. deutsche Ausgabe): Grundlagen der Humangenetik. Übersetzung ELISABETH WOLF. Redaktion der deutschen Ausgabe HANS-ALBRECHT FREYE: Jena.

STIEVE, H., 1921: Über den Einfluß der Umwelt auf die Eierstöcke der Tritonen. Ein Beitrag zur Frage nach der Vererbbarkeit erworbener Eigenschaften und der Parallelinduktion. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen, 49, 1 / 2: 179 - 267.

STOCKER, OTTO, 1923: Die Transpiration und Wasserökologie nordwestdeutscher Heide- und Moorpflanzen am Standort. Zeitschrift für Botanik, Band XV, Heft 1, S. 1 - 41.

STOCKER, OTTO, 1924: Ökologisch-pflanzengeographische Untersuchungen an Heide-, Moor- und Salzpflanzen. Die experimentelle Widerlegung der Schimper'schen Xerophyten theorie. Die Naturwissenschaften, 12, 32, S. 637 - 646.

STÖLTZNER, MICHAEL und WALTER THIRRING, 1994: Entstehen neuer Gesetze in der Evolution der Welt. Naturwissenschaften, 81, S. 243 - 249.

STÖLZLE, R., 1897: Karl Ernst von Baer und seine Weltanschauung. Regensburg.

STOMPS, T. J., 1931: Fünfundzwanzig Jahre Mutationstheorie. Jena.

STRASBURGER, EDUARD, 1874: Ueber die Bedeutung phylogenetischer Methoden für die Erforschung lebender Wesen. Rede gehalten beim Eintritt in die philosophische Facultät der Universität Jena am 2. August 1873. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, 8, Neue Folge 1. Band.

STRASBURGER, ED., 1880a: Zellbildung und Zelltheilung. 3., völlig umgearbeitete Auflage. Jena.

STRASBURGER, EDUARD, 1880 b: Die Geschichte und der jetzige Stand der Zellenlehre. Tageblatt der 53. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Danzig vom 18. – 24. September 1880. S. 61 – 68. Danzig.

- STRASBURGER', 1954 (26. Auflage): Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Bearbeitet von HANS FITTING, RICHARD HARDER, WALTER SCHUMACHER, FRANZ FIRBAS. Stuttgart,
- STRAUß, DAVID FRIEDRICH, zuerst 1872, hier Ausgabe um 1925: Der alte und der neue Glaube. Ein Bekenntnis. Leipzig.
- STRÖMBERG, CAROLINE A. E., 2005: Decoupled taxonomic radiation and ecological expansion of open-habitat grasses in the Cenozoic of North America. PNAS, Volume 102, no. 34, August 23, S. 11980 - 11984.
- STRUHAL, HANS, 1954: Franz Heikertinger gestorben. Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, 60, S. 20 - 35.
- STRÜMPPELL; ADOLF, 1925 (2. durchgesehene Auflage): Aus dem Leben eines deutschen Klinikers. Erinnerungen und Beobachtungen. Leipzig.
- STUBBE, HANS, 1934: Die Bedeutung der Mutationen für die theoretische und angewandte Genetik. Die Naturwissenschaften, 22. Jahrgang, 23. November, Heft 47, S. 781 - 787.
- STUBBE, H., 1940 a: Neue Forschungen zur experimentellen Erzeugung von Mutationen. Biologisches Zentralblatt, 60. Band, Heft 3 / 4, März / April, S. 113 - 129.
- STUBBE, H., 1940 b: Kritische Bemerkungen zu *Antirrhinum rhinanthoides* Lotsy. Biologisches Zentralblatt, 60. Band, Heft 11 / 12, November / Dezember, S. 590 - 597.
- STUBBE, H. und F. von WETTSTEIN, 1941: Über die Bedeutung von Klein- und Großmutationen in der Evolution. Biologisches Zentralblatt, 61. Band, Heft 5 / 6, Mai / Juni, S. 265 - 297.
- STUBBE, H., 1970: Das Institut für Kulturpflanzenforschung in Gatersleben (Aufgaben, Ergebnisse, Probleme) 1943 - 1968. Die Kulturpflanze, Beiheft 6. Berlin.
- STUBBE, W., 1987: Peter Michaelis 1900 - 1973. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 100, S. 69 - 79.
- STURTEVANT, A. H., 1959: Thomas Hunt Morgan. National Academy of Sciences of the United States of America, Biographical Memoirs, Volume XXXIII, S. 283 - 325. New York.
- SUKATSCHEW, W., 1928: Einige experimentelle Untersuchungen über den Kampf ums Dasein zwischen Biotypen derselben Art. Zeitschrift für induktive Abstammungs-

und Vererbungslehre, XLVII, 1.

SUMNER, FRANCIS B., 1930: Genetic and Distributional studies of three subspecies of *Peromyscus*. *Journal of Genetics*, XXIII, 2.

SVEDELIUS, N., 1921: Einige Bemerkungen über Generationswechsel und Reduktionsteilung. *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft* 39. Jahrgang, S. 178 – 187.

SZENT-GYÖRGYI, ALBERT, 1958: Muscle Research. *Science*, Volume 128, 26 September, S. 699 - 702.

TAKHTAJAN, ARMEN, 1959: Die Evolution der Angiospermen. Aus dem Russischen übersetzt von W. HÖPPNER. Jena.

TAN, C. C., 1935: Salivary Gland Chromosomes in the two Races of *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics*, Volume 20, Number 4, July, S. 392 – 402.

TANFILJEW, G., 1901: Sergej Iwanowitsch Korshinsky. *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft*, 19, S. (40) – (47).

TEDIN, OLOF, 1925: Vererbung, Variation und Systematik in der Gattung *Camelina*. *Hereditas*, Band VI, S. 275 – 386.

TEUWSEN, PEER, 2007: Tunnelblick auf den Erbgutfaden. *Weltwoche*, Nr. 44, S. 32.

THAER, ALBRECHT D.

THIEL, W., 1991, in: 1999: Die vergleichende Anatomie bei Prof. Hyrtl. - In: Herausgegeben von FRIEDRICH ANDERHUBER und REINHOLD REIMANN, 1999: "Wie von Zucker". *Der Grazer Anatom Walter Thiel*. Graz.

THOMAS, H. HAMSHAW, 1925: The Caytoniales, a New Group of Angiospermous Plants from the Jurassic Rocks of Yorkshire. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, Vol. 213, S. 299 - 359.

THOMAS, H. H.; rev. ANITA McCONNELL, 2004: Seward, Sir Albert Charles. *Oxford Dictionary of National Biography*, Volume 49, S. 825 – 827.

THORPE, W. H., 1974: David Lambert Lack. *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, Volume 20, 271 – 293.

THORPE, W. H., 1974: *Animal Nature and Human Nature*. Based on the Gifford Lectures St. Andrews University 1969 - 71. London.

TIEDEMANN, F., 1808: *Zoologie*. 1. Band. Landshut.

- TIEDEMANN, F., 1830: Physiologie des Menschen. 1. Band: Allgemeine Betrachtungen der organischen Körper. Darmstadt.
- TIMOFEEFF-RESSOVSKY, N. W., 1934: Über den Einfluss des genotypischen Milieus und der Aussenbedingungen auf die Realisation des Genotyps. Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathematisch- Physikalische Klasse, Fachgruppe IV – Biologie. Neue Folge, Band 1, Nr. 6, S. 53 – 106.
- TIMOFEEFF-RESSOVSKY, N. W., 1936: Some Genetic Experiments on Relative Viability. In: D. M. S. WATSON: A Discussion on the Present State of the Theory of Natural Selection. Proceedings of the Royal Society of London, Series B - Biological sciences, Vol. CXXI, No. B 820: 43 - 73.
- TIMOFEEFF-RESSOVSKY, N. W., 1938: Neutronenbestrahlungsversuche zur Mutationsauslösung an *Drosophila melanogaster*. Die Naturwissenschaften, Heft 21 / 22, 27. 5., S. 302 – 305.
- TIMOFEEFF-RESSOVSKY, N. W., 1939a: Genetik und Evolution. (Bericht eines Zoologen). Vorgetragen auf der Versammlung der Deutschen Gesellschaft für Vererbungswissenschaft in Würzburg am 23. 9. 1938. Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, LXXVI. (76) Band, S. 159 – 219.
- TIMOFEEFF-RESSOVSKY, NIKOLAUS W., 1939b: Genetik und Evolutionsforschung. (Gekürzte Zusammenfassung von Vorträgen; Spallanzani-Feier in Pavia April 1939, Jahresversammlung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft in Rostock Juli 1939). Forschungen und Fortschritte, 15, 35 /36, S. 433 – 436.
- TIMOFEEFF-RESSOVSKY, N. W., 1940: Zur Analyse des Polymorphismus bei *Adalia bipunctata* L. Biologisches Zentralblatt, 60. Band, Heft 3 /4, März/April, S. 130 – 137.
- TIMOFEEFF-RESSOVSKY, N. W. und E. A., 1941: Populationsgenetische Versuche an *Drosophila*. I. Zeitliche und räumliche Verteilung der Individuen einiger *Drosophila*-Arten über das Gelände. Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, 79. Band, S. 28 – 34. – II. Aktionsbereiche von *Drosophila funebris* und *Drosophila melanogaster*. ... S. 35 – 43.
- TIMOFEEFF-RESSOVSKY, N. V.; A. V. JABLOKOV und N. V. GLOTOV, 1977: Grundriß der Populationslehre. Jena.
- TISCHLER, G., 1913: Eduard Strasburger. – Ein Nachruf ... Archiv für Zellforschung, IX.
- TISCHLER, GEORG, 1935: Die Bedeutung der Polyploidie für die Verbreitung der Angiospermen, erläutert an den Arten Schleswig-Holsteins mit Ausblicken auf

andere Florengebiete. Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie, 67, 1. Heft.

TISCHLER, GEORG, 1947: Chromosomenforschung und Deszendenzlehre. Forschungen und Fortschritte, 21/23: 144 - 147.

TOBIEN, HEINZ, 19: Reck, Hans. Dictionary of Scientific Biography, Vol. New York. S. 335 - 337.

TOELLNER, R.: "Ein Unding vor der Vernunft": Die generatio spontanea im Weltbild der aufgeklärten Naturforschung. In: Perspektiven der Pharmaziegeschichte. Festschrift für Rudolf Schmitz zum 65. Geburtstag. Graz.

TOURNEFORT, JOSEPH PITTON DE, dtsh. 1776: Herrn Pitton von Tournefort ... Beschreibung einer auf königlichen Befehl unternommenen Reise nach der Levante. Aus dem französischen übersetzt. 2. Band Nürnberg 1777.

TREMBLEY, A., 1744: Memoires pour servir a l'histoire d'un genre de polypes d'eau douce. Leiden.

TREVIRANUS, GOTTFRIED REINHOLD, 1803: 1. Band, 2. Band 1803, 3. Band 1805: Biologie oder Philosophie der lebenden Natur. . 3. Band 1805. Göttingen.

TREVIRANUS, G. R., 1854: Beiträge zur Kenntnis der niedersten Algenformen nebst Versuchen ihre Entstehung betreffend. Denkschriften der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, Wien, 7: 185 - 196-

TRIPPEL, H., 1922: Darwinismus und Lamarckismus. Der Querschnittsquotient der Muskeln. Anatomischer Anzeiger, 56, 8: 181 - 202.

TSCHERMAK, ERICH von, 1900: Über künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*. Zeitschrift für das Landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, 3.

TSCHERMAK, ERICH, 1902: Über die gesetzmäßige Gestaltungsweise der Mischlinge. (Fortgesetzte Studien an Erbsen und Bohnen). Zeitschrift für das Landwirtschaftliche Versuchswesen in Oesterreich, V.

TSCHERMAK, ERICH, 1905: Die Kreuzung im Dienste der Pflanzenzüchtung. Jahrbuch der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, Band 20.

TSCHETWERIKOW, SERGEJ SERGEJEWITSCH, 1926/1961: On Certain Aspects of the Evolutionary Process from the Standpoint of Modern Genetics. Original Russisch in: Zurnal Eksperimental'noi Biologii A 2, 1926: 2 - 54 Translated by MALINA BARKER. Edited by I. MICHAEL LERNER. Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 105, 2: 167 - 195.

- TSCHIRCH, A., 1887: Julius Wilhelm Albert Wigand. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band V, S. XLI - IL.
- TSCHULOK, S., 1937: Lamarck. Eine kritisch-historische Studie. Zürich und Leipzig.
- TURESSON, GÖTE, 1923: The Scope and Import of Genecology. Hereditas, Band IV, S. 171 – 176.
- TURESSON, GÖTE, 1925: The Plant Species in Relation to Habitat and Climate. Contributions th the knowledge of Genecological Units. Hereditas, Band VI, S. 147 – 236.
- TURESSON, GÖTE, 1928: Erbliche Transpirationsdifferenzen zwischen Ökotypen derselben Pflanzenart. Hereditas, XI.
- TURESSON, GÖTE, 1929 a: Ecotypical Selection in Siberian *Dactylis glomerata* L. Hereditas, XII.
- TURESSON, GÖTE, 1929 b: Zur Natur und Begrenzung der Arteinheiten. Hereditas, XII.
- TURESSON, GÖTE, 1930 / 1931: The Selective Effect of Climate upon Plant Species. Hereditas, Band XIV, S. 99 – 152..
- TURESSON, GÖTE, 1932: The Geographical Distribution of the Alpine Ecotype of some Eurasiatic Plants. Hereditas, Band XV, S. 329 – 346.
- TURRILL, W. B., 1936: Natural selection and the Distribution of Plants. In: A Discussion on the Present State of the Theory of Natural Selection. Proceedings of the Royal Society of London, Series B - Biological sciences, Vol. CXXI, No. B 820: 49 - 52.
- TURRILL, W. B., 1958: John Christopher Willis. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 4, S. 353 – 359.
- TYLOR, EDWARD BURNETT; 1873: Die Anfänge der Cultur: Untersuchungen über die Entwicklung der Mythologie, Philosophie, Religion, Kunst und Sitte. deutsch J. w. SPENGLER und F. POSKE. Leipzig.
- TYSON, EDWARD, 1751: The Anatomy of Pygmy ... The Second Edition. London. (TYSON war 1708 gestorben).
- UHLIG, V., 1890: Melchior Neumayr. Sein Leben und Wirken. Jahrbuch der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt, XL, S. 1 - 20.

UHLIG, V., 1900: † Wilhelm Waagen. Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, S. 380 - 392.

ULRICH, WERNER, 1960: Karl Heider 1856 – 1935. Studium Berolinense S. 868 – 897.

UNGER, F., 1833: Die Exantheme der Pflanzen und einige mit diesen verwandte Krankheiten der Gewächse pathogenetisch und nosographisch dargestellt. Wien.

UNGER, F., 1836: Ueber den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Gewächse, nachgewiesen in der Vegetation des nordöstlichen Tirol's. Wien.

UNGER, FRANZ, 1841: Chloris protogaea. Beiträge zur Flora der Vorwelt. Heft 1. Leipzig.

UNGER, FRANZ, 1843: Die Pflanze im Moment der Thierwerdung. Wien.

UREY, HAROLD C., 1952: The Planets Their Origin and Development. New Haven: Yale University Press; London: Oxford University Press.

VALEN, LEIGH VAN, 1971: The History and Stability of Atmospheric Oxygen. Science, Volume 171, Number 3970, 5 February, S. 439 - 442.

VALLISNERI, ANTONIO, 1739: Historie Von der Erzeugung Der Menschen und Thiere Nebst einer Untersuchung: Ob solche durch die Saamen - Würmer oder durch die eyer geschehe; ... Aus dem Italiänischen in das Teutsche übersetzt ... D. CHRISTIAN PHILIPP BERGER. Lemgo.

VERWORN, MAX, 1905

VERWORN, MAX, 1912, Zweite Auflage: Die Entwicklung des menschlichen Geistes. Ein Vortrag. Jena.

VIRCHOW, RUDOLF, 1856 a: Die Einheits-Bestrebungen in der wissenschaftlichen Medicin. In: VIRCHOW, R: Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medicin. Frankfurt a. M, S. 1 - 56.

VIRCHOW, RUDOLF, 1856 b: Alter und neuer Vitalismus. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für die kritische Medicin, 9, S. 3 - 55.

VIRCHOW, R., 1858: Die Cellularpathologie. Berlin

VIRCHOW, RUDOLF, 1876: Die Ziele und Mittel der modernen Anthropologie. Tageblatt der 49. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Hamburg vom 18. bis 24. September 1876. Hamburg. S. 51 - 55.

- VIRCHOW, RUDOLF, 1885: Vortrag (ohne Titel) auf der 58. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Strassburg. Tageblatt der ... Strassburg.
- VIRCHOW, RUDOLF, 1886a: Deszendenz und Pathologie. Referat. Biologisches Centralblatt, VI, 4.
- VIRCHOW, RUDOLF, 1886b: Descendenz und Pathologie. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. 103, 1: 1 - 14.
- VIRCHOW, RUDOLF, 1887: Ueber den Transformismus. Vortrag, gehalten in der II. allgemeinen Sitzung der Naturforscherversammlung zu Wiesbaden. Biologisches Centralblatt, VII, 18.
- VIRCHOW, RUDOLF, 1888: Über künstliche Verunstaltung des Körpers. Tageblatt der 61. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Köln, ... Köln: S. 65 - 73.
- VIRCHOW, RUDOLF, 1896: Rassenbildung und Erbllichkeit. In: Adolf-Bastian-Festschrift, Festgruss zu seinem 70. Geburtstage, 26. 6. 1896: 1 - 43.
- VIRTANEN, ARTURI I., 1953: Atmosphärischer Stickstoff als Aufrechterhalter des Lebens auf der Erde. Angewandte Chemie, 65. Jahrgang, Nr. 1, 7. Januar, s. 1 - 11.
- VITRUV, 1. Jh. n. Chr, deutsch etwa 1865: Des Vitruvius Zehn Bücher über Architektur. Uebersetzt und durch Anmerkungen und Risse erläutert von Dr. FRANZ REBER. Stuttgart.
- VÖCHTING, H., 1893: Ueber den Einfluß des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüten. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 25.
- VÖCHTING, H., 1898 a: Ueber Blüten-Anomalien. Stastitische, morphologische und experimentelle Untersuchungen. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 31: 391 - 510.
- VÖCHTING, H., 1898 b: Ueber den Einfluss niedriger Temperatur auf die Sprossrichtung. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, XVI: 37 - 52.
- VOGELSANG, T. M., 1972: Hansen, Gerhard Henrik Armauer. Dictionary of Scientific Biography, Volume VI, S. 101 - 103, New York.
- VOGT, CARL, 1851: Zoologische Briefe. Naturgeschichte der lebenden und untergegangenen Thiere für Lehrer, höhere Schulen und Gebildete aller Stände. Erster Band: Frankfurt a. M. - Zweiter Band; Frankfurt a. M..
- VOGT, CARL, 1855: Köhlerglaube und Wissenschaft. Eine Streitschrift gegen Hofrath Rudolph Wagner in Göttingen. Gießen.

- VOIGT, FRIEDRICH SIEGMUND, 1817: Grundzüge einer Naturgeschichte, als Geschichte der Entstehung und weiteren Ausbildung der Naturkörper. Frankfurt a. M.
- VOLAND, ECKART, 2009 (3. Auflage): Soziobiologie. Die Evolution von Kooperation und Konkurrenz. Heidelberg.
- VOLKENS, GEORG, 1887: Die Flora der Ägyptisch-Arabischen Wüste auf Grundlage anatomisch-physiologischer Forschungen dargestellt von ... Berlin.
- VOLKENS, GEORG, 1912: Laubfall und Lauberneuerung in den Tropen. Berlin.
- VRIES, HUGO DE, 1889 a: Intracellulare Pangenesis. Jena. Auch in: H. DE VRIES, Opera e periodicis collata, Vol. V. Utrecht MCMXX (1920).
- VRIES, H. DE, 1889b: Über die Erbllichkeit der Zwnagsdrehung. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, VII.
- VRIES, HUGO DE, 1900: Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, XVIII, S. 83 - 90. - In: H. DE VRIES: Opera e periodicis collata, Vol. VI. Utrecht MCMXX.
- VRIES, HUGO DE, 1901, 1903: Die Mutationstheorie. Versuche und Beobachtungen über die Entstehung von Arten im Pflanzenreich. 1. Band: Die Entstehung der Arten durch Mutation. Leipzig 1901. - 2. Band. Elementare Bastardlehre. Leipzig 1903.
- VRIES, H. DE, 1901 b: Die Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung Arten. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 73. Versammlung zu Hamburg, 22. - 28. September 1901, S. 202 - 212. Leipzig.
- VRIES, HUGO DE, 1906: Die Neuzüchtungen Luther Burbanks. Biologisches Centralblatt, XXVI. Band, 1. September, No. 19, S. 609 - 621.
- VRIES, HUGO DE, 1908: Pflanzenzüchtung. Berlin.
- VRIES, HUGO DE, 1916: Die endemischen Pflanzen von Ceylon und die mutierenden Oenotheren. Biologisches Centralblatt, Band XXXVI (36), 20. Januar, No. 1, S. 1 - 11.
- WAAGEN, W., 1869: Die Formenreihe des Ammonites subradiatus. (Versuch einer paläontologischen Monographie). - In: Geognostisch-paläontologische Beiträge von E. W. Benecke, 2, 2. München.

- WADE, NICHOLAS, 1976: Sociobiology: troubled Birth for New Discipline. *Science*, Vol. 191, March: 1151 - 1155.
- WAGNER, ADOLF, 1907: Der neue Kurs in der Biologie. Allgemeine Erörterungen zur prinzipiellen Rechtfertigung der Lamarckschen Entwicklungslehre. Stuttgart.
- WAGNER, FRIEDRICH, 1964: Die Wissenschaft und die gefährdete Welt. Eine Wissenschaftssoziologie der Atomphysik. München.
- WAGNER, FRITZ, 1979: Die Anfänge der modernen Geschichtswissenschaft im 17. Jahrhundert. Bayerische Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-Historische Klasse, Sitzungsberichte 1979.
- WAGNER, MORITZ, 1868: Die Darwin'sche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen. Leipzig.
- WAGNER, MORITZ, 1871: Neue Beiträge zu den Streitfragen des Darwinismus. 11 Fortsetzungen. In: *Das Ausland*.
- WAGNER, RUDOLF, 1854: Menschenschöpfung und Seelensubstanz. 31. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte. W
- WAHNSCHAFFE, FELIX, 1900: Über Torell, Otto. *Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft*, 52, C98/99.
- WAHNSCHAFFE, FELIX, 1901: Erinnerungen an Otto Torell. *Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, XVI, 7: 69 - 73.
- WAHLERT, GERD und HEIDI, 1977: Was Darwin noch nicht wissen konnte. Die Naturgeschichte der Biosphäre. Stuttgart.
- WAITZ, THEODOR, 1859: Anthropologie des Naturvölker. 1. Theil. Leipzig.
- WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1855, dtsh. 1959: Über das Gesetz, das das Entstehen neuer Arten reguliert hat. - In: HEBERER, G., 1959: Darwin - Wallace. Dokumente zur Begründung der Abstammungslehre vor 100 Jahren 1858/1859, S. 36 - 51. Stuttgart.
- WALLACE, ALFRED RUSSELL, 1858, dtsh. 1959: Über die Tendenz der Varietäten, unbegrenzt von dem Originaltypus abzuweichen. - In: HEBERER, G., 1959: Darwin - Wallace. Dokumente zur Begründung der Abstammungslehre vor 100 Jahren 1858/1859, S. 24 - 35. Stuttgart.
- WALLACE, ALFRED R., 1860: On the Zoological Geography of the Malay Archipelago. *Journal of the Proceedings of the Linnean Society, Zoology*. Vol. IV. S. 173 - 184.

WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1870 a: Beiträe zur Theorie der natürlichen Zuchtwahl. - dtsh. Erlangen.

WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1870 b: Die Entwicklung der menschlichen Racen unter dem Gesetze der natürlichen Zuchtwahl. Ursprünglich in: Anthropological review, Mai 1864. - WALLACE, A. R., 1870: Essais. Erlangen.

WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1870 c: Die Grenzen der natürlichen Zuchtwahl in ihrer Anwendung auf den Menschen. - WALLACE, A. R., 1870: Essais. Erlangen.

WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1876: Die geographische Verbeitung der Thiere nebst einer Studie über die Verwandtschaften der lebenden und ausgestorbenen Faunen in ihrer Beziehung zu den früheren Veränderungen der Erdoberfläche. Autorisierte Übersetzung A. B. MEYER.1. Band. Dresden.

WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1878/1879: Die Färbung der Thiere und Pflanzen. Kosmos, 2. Jg., 4

WALLACE, ALFRED R., 1879: Die Tropenwelt nebst Abhandlungen verwandten Inhaltes. Autorisirt Deutsche Übersetzung von DAVID BRAUNS. Braunschweig. - Hier viele der anschließend angeführten Arbeiten.

WALLACE, ALFRED RUSSEL, dtsh. 1891: Der Darwinismus. Eine Darlegung der Lehre von der natürlichen Zuchtwahl und einiger ihrer Anwendungen. Braunschweig.

WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1891: A Theory of Bird's Nests, showing the Relation of certain Differences of Colour in femals Birds to their Mode of Nidification. - In: WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1891: Natural Selection and Tropical Nature Essays on Descriptive and Theoretical Biology, S. 167 - 185. London.

WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1891: The Development of Human Races. - In: WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1891: Natural Selection and Tropical Nature Essays on Descriptive and Theoretical Biology, S. 167 - 185. London.

WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1891: The Limits of Natural Selection as applied to Man. - In: WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1891: Natural Selection and Tropical Nature Essays on Descriptive and Theoretical Biology, S. 186 - 214. London.

WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1894: Menschheitsfortschritt. Die Zukunft, 8.

WALTER, H., 1967: Die physiologischen Voraussetzungen für den Übergang der autotrophen Pflanzen vom Leben im Wasser zum Landleben. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 80, S. 40 - 42.

WALTER, HEINRICH, 1972: Der Wasserhaushalt der Pflanzen in kausaler und kybernetischer Bedeutung. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 85, S. 301 – 313.

WANDTNER, REINHARD, 1991: Wie das Leben entstand. Von der chemischen zur biologischen Evolution. bild der wissenschaft, 1, S. 61 - 6.

WANSCHER, JOHAN HENRIK, 1975: The History of Wilhelm Johannsen's Genetical Terms and Concepts from the Period 1903 to 1926. Centaurus, Vol. 19, No. 2, S. 125 – 147.

WARDLAW, C. W., 1975: Scott, Dukinfield Henry. Dictionary of Scientific Biography, Volume XII, S. 258 – 260, New York.

WATSON, D. M. S., 1937: A Discussion on the Present State of the Theory of Natural Selection. Opening Address. Proceedings of the Royal Society of London, Series B - Biological sciences, CXXI.

WATSON, HEWETT COTTRELL, 1837: Bemerkungen über die geographische Vertheilung und Verbreitung der Gewächse Grossbritanniens, ... Uebersetzt und mit Beilagen und Anmerkungen versehen von C. T. BEILSCHMIED. Breslau.

WATSON, JAMES D., 1997: Leichte Schaten über Berlin. Die Deutschen und ihre Genetiker ... Aus dem Englischen von BENNO MÜLLER-HILL: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Samstag, 19. Juli, Nummer 165, Beilage.

WATSON, JAMES D. 2000: Sollen wir den Piloten ins Gehirn blicken? Ein Gespräch mit James D. Watson. Fragen und Übersetzung ... JOACHIM MÜLLER-JUNG. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Mittwoch, 28. Juni, Nr. 147, S. 49.

WATSON, JAMES D., 2001: "Diese Heuchler, denen das Leben heilig ist" ... Interview ERNST PETER FISCHER und LARS REICHARDT. Die Weltwoche, Nr. 23, 7. Juni, S. 42/43.

WATSON, JAMES D., 2003: 50 Jahre Doppelhelix Jeder Versuch, andere am Verbessern von Dingen zu hindern, richtet sich gegen den Geist des Menschen. Interview mit JOHN RENNIE, Chefredakteur von Scientific American. - Übersetzung in: Spektrum der Wissenschaft, April, S. 74 - 78.

WATSON; JAMES, 2005: Abtreiben als legitimes Mittel gegen Behinderung. Interview. Die Welt, Montag, 12. September, S. 31.

WATSON, JAMES, 2006: "Wir sind Tiere". Gespräch mit THERES LÜTHI und STEFANIE SCHRAMM. Weltwoche, Nr. 42, S. 62 - 65.

WEBER, WILHELM, 1982: Walter Zimmermann. Botaniker, Phylogenetiker, Naturschützer. Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg, 137. Jahrgang, S. 166 – 171.

WEESTERGAARD, M., 1964: Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 10, S. 356 – 369.

WEHNELT,

WEIGERT, CARL, 1887 / 1906: Neuere Vererbungstheorien. In: WEIGERT, C., 1906: Gesammelte Abhandlungen. Berlin

WEIGERT, CARL, 1906: Versuch einer allgemeinen pathologischen Morphologie auf Grundlage der normalen. In: WEIGERT, C.: Gesammelte Abhandlungen.

WEINGARTEN und WENZEL, 2009: Interview mit ... Artentstehung läuft nicht im Ersten Programm. Marburger UniJournal Nr. 34, Dezember, S. 44/45.

WEISMANN, AUGUST, 1876: Studien zur Descendenz-Theorie. Leipzig.

WEISMANN, AUGUST, 1878: Über das Wandern der Vögel. Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge, herausgegeben von R. VIRCHOW und F. von HOLTZENDORFF, XIII. Serie, 1. Heft.

WEISMANN, AUGUST, 1883 a: Ueber die Vererbung. Vortrag gehalten bei der öffentlichen Feier der Übergabe des Prorektorates in der Aula der Universität Freiburg am 21. Juni 1883. Jena. In: WEISMANN, A., 1892: Aufsätze über Vererbung. Jena. S. 75 - 121.

WEISMANN, AUGUST, 1883 b: Ueber die Ewigkeit des Lebens. Programm wodurch zur Feier des Geburtstages seiner Königlichen Hoheit unseres durchlauchtigsten Grossherzogs Friedrich im Namen des academischen Senates die Angehörigen der Albert-Ludwigs-Universität einladet der gegenwärtige Prorektor Dr. August Weismann. Freiburg i. B.

WEISMANN, AUGUST, 1885 / 1892: Die Continuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung. In: WEISMANN, A., 1892: Aufsätze über Vererbung. Jena. S. 191 - 302.

WEISMANN, AUGUST, 1886: Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selections-Theorie. Jena. - Auch in: WEISMANN, AUGUST, 1892: Aufsätze über Vererbung. Jena 1892. S. 303 - 395.

WEISMANN, AUGUST, 1886 b / 1892: Über den Rückschritt in der Natur. In: wie vor., S. 547 - 506.

- WEISMANN, AUGUST, 1886 c / 1892: Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selections-Theorie
- WEISMANN, AUGUST, 1888 a: Botanische Beweise für eine Vererbung erworbener Eigenschaften. Biologisches Centralblatt, VIII, 2: 65 - 79.
- WEISMANN, AUGUST, 1888 b: Botanische Beweise für eine Vererbung erworbener Eigenschaften. Biologisches Centralblatt, VIII, 2: 65 - 79.
- WEISMANN, AUGUST, 1888, 1889: Über die Hypothese einer Vererbung von Verletzungen. Tageblatt der 61. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Köln vom 18. bis 23. September 1888. Köln. S. 45 - 57.
- WEISMANN, AUGUST, 1890: Bemerkungen zu einigen Tages-Problemen. Erlangen 1890, zuerst veröffentlicht in ‚Biologisches Centralblatt‘ Band X. - Auch in: WEISMANN, AUGUST, 1892: Aufsätze über Vererbung... Leipzig. S. 639 - 672.
- WEISMANN, AUGUST, 1892: Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. Jena.
- WEISMANN, AUGUST, 1893: Die Allmacht der Naturzüchtung. Jena.
- WEISMANN, AUGUST, 1894: Äussere Einflüsse als Entwicklungsreize. Jena.
- WEISMANN, AUGUST, 1895 a: Wie sehen die Insecten? Deutsche Rundschau, LXXXIII: 434 - 452
- WEISMANN, AUGUST, 1895 b: Neue Gedanken zur Vererbungsfrage. Eine Antwort an Herbert Spencer. Jena.
- WEITZE, MARC-DENIS, 1999: Wie Chemiker das Leben erforschen. Proteine, Nukleinsäuren, Kohlenhydrate - zentrale Akteure der Molekularbiologie. Neue Zürcher Zeitung, Nr. 202, Mittwoch 1. September, S. 37.
- WENT, F. A. F. C., 1907: Über Zwecklosigkeit in der lebenden Natur. Biologisches Centralblatt, XXVII. Band, 15. April, No. 9, S. 258 - 271.
- WERNER, ABRAHAM GOTTLÖB, 1787: Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten. Dresden.
- WETTE, R., 1959: Wilhelm Ludwig †. Biometrische Zeitschrift, Band 1, Heft 3: 147 - 149.
- WETTERAUER, BIRGIT, 2001: Amöbe und vielzelliger Organismus zugleich. Dictyostelium: ein Modellorganismus für die biomedizinische Forschung. Neue Zürcher Zeitung, Mittwoch, 19. Dezember, Nr. 295, S. 51.

WETTSTEIN, FRITZ v., 1943: Warum hat der diploide Zustand bei den Organismen den größeren Selektionswert? Die Naturwissenschaften, Heft 49 / 50, S. 574 – 577.

WETTSTEIN, RICHARD, 1903: Der Neo-Lamarckismus und seine Beziehungen zum Darwinismus. Vortrag auf der allgemeinen Sitzung der 74. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Karlsbad am 26. September 1902. Jena.

WETTSTEIN, R. von, 1896 a: Der Saison-Dimorphismus als Ausgangspunkt für die Bildung neuer Arten im Pflanzenreiche. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, XIII, S. 303 – 313.

WETTSTEIN, R. von, 1896 b: Monographie der Gattung Euphrasia. Arbeiten des botanischen Instituts der k. k. deutschen Universität in Prag, Nr. IX. Leipzig.

WETTSTEIN, RICHARD von, 1898: Ueber die Schutzmittel der Blüten geophiler Pflanzen. Abhandlung des deutschen naturwissenschaftlich-medicinischen Vereines für Böhmen "Lotos", 1, 1, S. 35 - 51. Prag.

WETTSTEIN, R. von, 1900: Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse betreffend der Neubildung von Formen im Pflanzenreiche. Sammelreferat, erstattet in der General-Versammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft am 18. September 1900. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, XVIII, S. (184) – (200).

WETTSTEIN, R., 1927 / 1928: Das Problem der Evolution und die moderne Vererbungslehre. Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, Supplementband I: Verhandlungen des V. Internationalen Kongresses für Vererbungswissenschaft Berlin 1927, S. 370 – 380.

WHITE, CHARLES, 1799: An Account of the Regular Gradation in Man, and in different Animals and Vegetables and from the Former to the Latter. Read to the Literary and Philosophical Society of Manchester, in different Meetings, in the year 1795. London.

WHITTINGTON, H. B., 1986: George Gaylord Simpson. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 32, S. 526 - 539.

WICKLER, WOLFGANG, 1959: Die ökologische Anpassung als ethologisches Problem. Die Naturwissenschaften, 46, 17, S. 505 - 509.

WICKLER, WOLFGANG, 1970: Soziales Verhalten als ökologische Anpassung. Verhandlungsbericht der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, 64, S. 291 - 306.

WICKLER, WOLFGANG/UTA SEIBT, 1977: Das Prinzip Eigennutz. Ursachen und Konsequenzen sozialen Verhaltens. Hamburg.

WICKLER, WOLFGANG, 1981 (1. Auflage 1971): Die Biologie der Zehn Gebote. München.

WIEDERSHEIM, R., 1887: Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit. Freiburg I. B. - 1902, ..., Dritte, gänzlich umgearbeitete und stark vermehrte Auflage. Tübingen. - 1908, ..., Vierte, gänzlich umgearbeitete und stark vermehrte Auflage. Tübingen.

WIESNER, JULIUS, 1894: Bemerkungen über den factischen Lichtgenuss der Pflanzen. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, XII, S. (78) - (89).

WIESNER, JULIUS, 1902: Ueber die Beziehung der Stellungsverhältnisse der Laubblätter zur Beleuchtung. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 20, S. (84) - (97).

WIGAND, ALBERT, 1874: Der Darwinismus und die Naturforschung Newtons und Cuviers. Braunschweig.

WILCKENS, MARTIN, 1893: Die Vererbung erworbener Eigenschaften vom Standpunkt der landwirtschaftlichen Tierzucht in Bezug auf Weismann's Theorie der Vererbung. Biologisches Centralblatt, 13/14: 420 - 427.

WILLE, N., 1892: Fredrik Christian Schübeler. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, X: (44) - (52).

WILLEMOS-SUHM, RUDOLF von, 1984: Die Challenger-Expedition. Zum tiefsten Punkt der Weltmeere 1872 - 1876. Rudolf von Willemoes-Suhms Briefe von der Challenger-Expedition mit Auszügen aus dem Reisebericht des Schiffingenieurs W. J. J. Spry. Herausgegeben, bearbeitet und eingeleitet von Gerhard Müller. Stuttgart.

WILLIS, BAILEY, 1910: Principles of Paleogeography. Address of the vice-president and chairman of Section E – Geology and Geography. American Association for the Advancement of Science, Boston, December 28, 1909. Science, N. S., Vol. XXXI, No. 790, Friday, February 18, S. 241 – 260.

WILLIS, J. C., 1916: The Endemic Flora of Ceylon, with Reference to Geographical Distribution and Evolution in General. Philosophical Transaction of the Royal Society of London, Series B, Volume 206.

WILSON, ALLAN C., 1985: The Molecular Basis of Evolution. Scientific American, Volume 253, NO 4, October S. 164 - 173.

WILSON, E. O., W. H. BOSSERT, 1973: Einführung in die Populationsbiologie. Übersetzt von K. DE SOUSA FERREIRA, Heidelberg und bearbeitet von Dr. U. JACOBS, München. Berlin, Heidelberg, New York.

WILSON, EDWARD O., o. J.: Biologie als Schicksal. Die soziobiologischen Grundlagen menschlichen Verhaltens. Aus dem Amerikanischen von FRIEDRICH GRIESE. Ullstein.

WILSON, EDWARD O., 1999 (dtsch. zuerst 1994): Des Lebens ganze Fülle. Eine Liebeserklärung an die Wunder der Welt. Aus dem Englischen von THORSTEN SCHMIDT. München. - Original: Naturalist Washington 1991.

WINKLER, CLEMENS, 1898: Die Frage nach dem Wesen der chemischen Elemente. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. 63. Versammlung zu Bremen, 15. - 20. September 1890. Leipzig. S. 146 - 155.

WINKLER, HANS, 1913: Die Chimärenforschung als Methode der experimentellen Biologie. Sitzungsberichte der Physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg, 6: 95 / 96.

WINKLER, HANS, 1916: Über die experimentelle Erzeugung von Pflanzen mit abweichenden Chromosomenzahlen. Zeitschrift für Botanik, 8. Jahrgang, S. 417 - 520.

WINSOR, MARY P., 1975: Savigny, Marie-Jules-César Lelorgne de. Dictionary of Scientific Biography, Volume XII, S. 130 / 131, New York.

WOLF, CLAUDIA, Dissertaion Universität Jena im Internet: Optimierung der Reaktionsbedingungen zur Aktivierung kleiner Moleküle an Übergangsmetall-Schwefelbindungen.

WOLFF, F. von, 1908: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 60. Band, S. 431 - 465.

WOLFF, GUSTAV, 1905: Mechanismus und Vitalismus. 2. verm. Auflage. Leipzig.

WOLFF, GUSTAV, 1927: Zur Frage der "fremddienlichen Zweckmässigkeit". Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen, herausgegeben von WILHELM ROUX. Festschrift für HANS DRIESCH. 1. Band.

WOLTERECK, 1905: Zur Kopffrage der Anneliden. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft auf der 15. Jahresversammlung zu Breslau, den 13. bis 16. Juni 1905, S. 154 - 185.

WOLTERECK, R., 1909: Weitere experimentelle Untersuchungen über Artveränderungen speziell über das Wesen quantitativer Artunterschiede bei Daphniden. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, 19. Jahresversammlung, Frankfurt am Main, 1. - 3 Juni 1909, S. 110 - 173. Leipzig.

WOLTERECK, R., 1910: Beitrag zur Analyse der "Vererbung erworbener Ei-

enschaften: Transformation und Präinduktion bei Daphnien. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft mit der 20. und 21. Jahresversammlung zu Graz, am 19. August 1910 und zu Basel, vom 6. bis 9. Juni 1911.

WOLTERECK, RICHARD, 1919: Variation und Artbildung. Analytische und experimentelle Untersuchungen an pelagischen Daphniden und anderen Cladoceeren. Erster Teil: Morphologische, entwicklungsgeschichtliche und physiologische Variations-Analyse. Bern.

WOLTERECK, RICHARD, 1923: Ansiedlung einer dänischen Rasse von *Daphnia cucullata* im Lago di Nemi. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie... IX: S. 221 / 222.

WOLTERECK, RICHARD, 1931 a: Vererbungswissenschaft und endemische Arten. Forschungen und Fortschritte, 7, Nr. 11, S. 164 / 165.

WOLTERECK, RICHARD, 1931 b: Ergebnisse und Aufgaben der ökologischen Artforschung. Forschungen und Fortschritte, 7, Nr. 13, S. 188 / 189.

WOLTERECK, RICHARD, 1931 c: Über die Entstehung endemischer Arten und Rassen. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie..., 25, S. 272 - 283.

WOLTERECK, RICHARD, 1931 d: Beobachtungen und Versuche zum Fragenkomplex der Artbildung. I. Wie entsteht eine endemische Rasse oder Art? Biologisches Zentralblatt, 51, 5, S. 231 - 253.

WOLTERECK, RICHARD, 1931 e: Vererbung und Erbänderung. In: DRIESCH, HANS (Hrsg.): Das Lebensproblem im Lichte der modernen Forschung. Leipzig. S. 235 - 310.

WOLTERS, GEREON, 2010: Ambivalenz und Konflikt. Katholische Kirche und Evolutionstheorie. Konstanzer Universitätsreden. Universitätsverlag Konstanz.

WYNNE-EDWARDS, V. C., 1962: Animal Dispersion in relation to Social Behaviour. Edinburgh and London.

WYNNE-EDWARDS, V. C., 1963: Intergroup Selection in the Evolution of Social Systems. Nature, Vol. 200, November 16. S. 623 - 626.

WYNNE-EDWARDS, V. C., 1965: Self-Regulation Systems in Populations of Animals. A new hypothesis illuminates aspects of animal behavior that have hitherto seemd unexplainable. Science, Vol. 147, March, S. 1543 - 1548.

YOCHELSON, ELLIS L., 1967: Charles Doolittle Walcott. Biographical Memoirs, National Academy of sciences of the United States of America, Volume XXXIX, S. 471 - 540.

YOCHELSON, ELLIS L., 1996: Discovery, Collection, and Description of the Middle Cambrian Burgess Shale Biota by Charles Doolittle Walcott. Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 140, No. 4, December, S. 469 - 545.

YOUNG, JOHN, rev., 2004: Beer, Sir Gavin Rylands de. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 4, S. 814 / 815.

ZAHN, ERNST, 1911: Die Frauen von Tannö. Huber, Frauenfeld.

ZAPFE, HELMUTH, 1992: Martin G. Glaessner. Mitteilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft, 84. Band, S. 377 / 378.

ZEUNER, AUGUST, 1846: auf der 24. Verdammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Kiel.

ZIEGLER, 1886

ZIEGLER, HEINRICH ERNST, 1902: Ueber den derzeitigen Stand der Descendenzlehre in der Zoologie. Vortrag, gehalten in der gemeinschaftlichen Sitzung der Naturwissenschaftlichen Hauptgruppe der 73. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte zu Hamburg am 26. 9. 1901. Jena.

ZIEGLER, HUBERT; WALTER KAUSCH, OTTO L. LANGE, ULRICH LÜTGE, 1982: Otto Stocker. 1888 bis 1979. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 95, S. 375 - 386.

ZIMMERMANN, EBERHARD AUGUST WILHELM, 1778: Geographische Geschichte des Menschen und der allgemein verbreiteten vierfüßigen Thiere, nebst einer hierher gehörigen Zoologischen Weltcharte. 1. und 2. Band. Leipzig.

ZIMMERMANN, W., 1930: Der Baum in seinem phylogenetischen Werden. Gekürzte Wiedergabe des Vortrags gehalten auf der Botanikertagung in Erfurt am 11. 6. 1930. Berichte der Deutschn Botanischen Gesellschaft, Band XLVIII(48, S. (34) - (49).

ZIMMERMANN, WALTER, 1938: Vererbung "erworbener Eigenschaften" und Auslese. Jena.

ZIMMERMANN, WALTER, 1948: Grundfragen der Evolution. Frankfurt a. M.

ZIMMERMANN, WALTER, 1949: Geschichte der Pflanzen. Stuttgart..

ZIMMERMANN, WALTER 1953: Evolution. Eine Geschichte ihrer Probleme und Erkenntnisse. Reihe "Orbis academicus". München.

ZIMMERMANN, WALTER, 1959: Die Phylogenie der Pflanzen. Stuttgart.

ZIRKLE, C., 1936:

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1976: Zur Geschichte der Beziehungen von Pflanzenzüchtung und Biologie von den Anfängen bis in die dreißiger Jahre des 20. Jh. Manuskript, ungedruckte Dissertation.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1976: Das erste Vierteljahrhundert in der Geschichte der Mutationstheorie. Zum 75. Jahrestag der Veröffentlichung von Hugo de Vries Werk "Die Mutationstheorie". Biologische Rundschau, Jahrgang 14, Heft 3, S. 121 – 132.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1978: Grundprobleme der Biogeographie vor 1859. NTM, 15, 2, S. 94 - 11.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1979: Die Hauptaspekte von LAMARCKs Evolutionshypothese und die Biologie vor 1859. Zum 150. Todestag von JEAN BAPTISTE DE LAMARCK am 18. Dezember 1979. Biologische Rundschau, 17, S. 345 - 366.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1980: Charles Lyell. Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner, Band 48. Leipzig.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1981: Die Erforschung und Bewertung der Lebenserscheinung "Variabilität" in der Biologie vor 1859. NTM, 18, 2, S. 58 - 78.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1982 (4. erw. Auflage): Charles Darwin. Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner. Band 13. Leipzig.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1984: Ernst Haeckel - Leben und Wirken, Erfolg und Widerspruch. - In: Ernst Haeckel und die Gegenwart. Urania Präsidium, Sektion Biologie. S. 5 - 19.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1987: Aus dem Leben und Wirken des Leipziger Zoologen Richard Woltereck (1877 – 1944). NTM, 24, S. 113 – 120.

ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 2001: Plate, Ludwig. Neue Deutsche Biographie, Band 20, S. 507/508.

Archivalien

- Dresden, Staatsarchiv: Akte 10 281: Der außerordentliche Professor Dr. phil. Richard Ludwig Friedrich Woltereck

- Jena, Universitätsarchiv,

- Merseburg, jetzt Berlin

Namensregister

ABEL, OTHENIO, 1875 - 1946

ACOSTA, JOSE D', 1539 – 1600

AGASSIZ, LOUIS, 1807 . 1873

ALLARD, HARRY ARDELL, 1880 - 1963

ALTRUM, BERNHARD, 1824 - 1928)

ALVAREZ, LUIS W.

ALVAREZ, WALTER

ANDREWS, CHARLES WILLIAM, 1866 - 1924

ANDREWS, ROY CHAPMAN, 1884 - 1960

ANKERMANN, BERNHARD, 1859 - 1913

ARBER, WERNER, geb. 1929

ARESCHOU, FREDRIK WILHELM CHRISTIAN, 1830 – 1908

ARRHENIUS, SVANTE, 1859 - 1927

ASHLEY, ANTONY ASHLEY-COOPER, Lord SHAFTESBURY, 1801 - 1885

ASHLEY, Lady EMILY CAROLINE CATHERINE FRANCES COWPER, gest.
1872, Gattin des vorigen

AUERBACH, CHARLOTTE, 1899 - 1994

AVELING

AVERY, AMOS G.

AVERY, OSWALD, 1877 - 1955

BABCOCK, ERNEST BROWN, 1877 - 1954

BACON, FRANCIS, 1561 - 1626

BALFOUR, FRANCIS MAITLAND,

BAER, KARL ERNST von, 1792 - 1876

BARY, ANTON DE, 1831 - 1888

BASTIAN, ADOLF, 1826 - 1905

BATES, HENRY WALTER, 1825 – 1892
BATESON; WILLIAM, 1861 – 1926
BAUER, HANS GUSTAV EMIL, 1904 - 1988
BAUHIN, GASPARD
BAUMGÄRTNER
BAUR, ERWIN, 1875 - 1933
BEADNELL, H. J. L.
BEBEL, AUGUST, 1840 - 1913
BECHER, ERNST SIEGFRIED, 1884 - 1926
BECHSTEIN, MATTHÄUS, 1757 - 1822
BEER, GAVIN RYLANDS DE, 1899 – 1972
BEETHOVEN, LUDWIG VAN, 1770 - 1827
BELL, THOMAS, 1792 - 1880
BELLING, JOHN, 1866 - 1933
BENEKE, FRIEDRICH WILHELM, 1824 – 18
BERENDSEN, FRANK
BERGMANN, CARL, 1814 - 1865
BERKNER, LLOYD VIEL, 1905 - 1965
BERLIOZ
BERMANN, CARL, 1814 - 1865
BERNAYS, GEORG, 1824 - 1889
BERTALANFFY, LUDWIG VON, 1901 - 1972
BERTHOLD, ARNOLD ADOLPH, 1803 – 1881
BERTRAM, B.
BERTRAM, CHRISTIAN
BEYRICH, HEINRICH ERNST, 1815 - 1896
BIFFEN, Sir ROWLAND HARRY, 1874 - 1949

BISCHOF, NORBERT, geb. 1930, Psychologe
BLAGOWESTSCHENSKI, A. W.
BLAINVILLE, HENRI MARIE DUCROTAY DE, 1777 - 1850
BLAKESLEE, ALBERT FRANCIS, 1874 - 1954
BLOMBERG, BARBARA, 1527 - 1597
BLUMENBACH, JOHANN FRIEDRICH, 1752 - 1840
BLYTT, AXEL, 1843 - 1898
BOAS, JOHAN ERIK VESTI, 1855 - 1935
BÖKER, HANS HEINRICH, 1886 – 1939
BOLK, LOUIS (LODEWIJK), 1866 - 1930
BÖLSCHE, WILHELM, 1861 - 1939
BONNER, JOHN TYLER
BONNET, CHARLES, 1720 - 1793
BONNIER, GASTON, 1853 - 1922
BORY DE SAINT-VINCENT, JEAN BAPTISTE MARCELLIN, 1780 - 1846
BOVALLIUS, CARL
BRANCA, CARL WILHELM FRANZ VON ... /BRANCO, 1844 - 1928
BRAUER, AUGUST, 1863 - 1917
BRAUN, ALEXANDER, 1805 - 1877
BRAUS, HERMANN, 1868 – 1924
BREHM, CHRISTIAN LUDWIG, 1787 - 1864
BREHM, ALFRED EDMUND, 1829 - 1884
BREMSER, JOHANN GOTTFRIED, 1767 - 1827
BRIDGES, CALVIN BLACKMAN, 1889 - 1938
BROCKMANN - JEROSCH, HEINRICH, 1879 - 1939
BRONN, HEINRICH GEORG, 1800 - 1862
BUBNOFF, SERGE von, (SERGIUS NIKOLAJEWITSCH ...), 1888 - 1957

BÜCHNER, LUDWIG, 1824 - 1899
BUFFON, GEORGES LOUIS LECLERC DE, 1707 – 1788
BUMPUS, HERMON CAREY, 1862 - 1943
BURBANK, LUTHER, 1849 - 1926
BURDACH, KARL FRIEDRICH, 1776 – 1847
BURGEFF, HANS, 1883 - 1976
BURMEISTER, HERMANN, 1807 - 1892
BURNET, Sir MACFARLANE, 1899 – 1985
BUTLER, 1774 - 1839
BUTLER, SAMUEL, 1835 - 1902
BÜTSCHLI, OTTO, 1848 - 1920
BUTTEL-REEPEN, HUGO-BERTHOLD von, 1860 - 1933
CAIN, ARTHUR J. (JAMES), 1921 - 1999
CALVIN, MELVIN, 1911 -
CAMPBELL, DONALD
CAMPER, PETER, 1722 - 1789
CARR-SAUNDERS, Sir ALEXANDER MORRIS, 1886 - 1966
CARUS, CARL GUSTAV, 1789 - 1869
CHAMBERS, ROBERT, 1802 – 1871
CHRISTY, HENRY
CHUN, KARL, 1852 - 1914
CLAUSEN, J.ENS CHRISTEN, 1891 - 1969
COHN, FERDINAND, 1828 - 1898
COLOMBO, REALDO, 1516 - 1559
COMTE, ISIDORE MARIE AUGUSTE FRANCOIS XAVIER, 1798 - 1857
CONDORCET, MARIE JEAN ANTOINE NICOLAS CARITAT Marquis DE,
1743 - 1794

CONRAD VON MEGENBERG
COPE, EDWARD DRINKER, 1840 – 1897
COPERNICUS
CORRENS, CARL, 1864 - 1933
CRAMPTON
CRICK, FRANCIS HENRY COMPTON, 1916 - 2004
CUE´NOT, LUCIEN CLAUDE JULES MARIE, 1866 - 1951
CURIE, MARIE
CURIE, PIERRE
DAHL, FRIEDRICH, 1856 - 1929
DAMES, WILHELM BARNIM, 1843 - 1898
DANTON
DARLINGTON, CYRIL DEAN, 1903 - 1981
DARWIN, CAROLINE SARAH, 1800 - 1888, Schwester
DARWIN, CHARLES, 1809 - 1882
DARWIN, EMILY CATHERINE, 1810 - 1866, jüngere Schwester
DARWIN, EMMA geb. WEDGWOOD, 1808 - 1896
DARWIN, ERASMUS, 1731 - 1802, Großvater
DARWIN, ERASMUS, 1804 - 1881, älterer Bruder von CHARLES
DARWIN, FRANCIS, 1848 – 1925, Sohn
DARWIN, ROBERT WARING, 1766 - 1848, Vater
DARWIN, SUSANNAH, geb. WEDGWOOD, 1765 - 1817, Mutter
DAVENPORT, CHARLES BENEDICT, 1866 – 1944
DAVIS, BERNARD, 1916 - 1994
DAWKINS, RICHARD
DAWSON, Sir JOHN WILLIAM, 1820 - 1899
DEN BOER, P. J.

DETMER, WILHELM, 1850 - 1930
DELPINO, FEDERICO, 1833 - 1905
DESCARTES, RENÉ, 1596 - 1650
DETTO, C.
DEWITZ, J.
DICE
DIELS, LUDWIG, 1874 - 1945
DOBZHANSKY, THEODOSIUS, 1900 - 1975
DOFLEIN, FRANZ, 1873 - 1924
DOHRN, ANTON, 1840 - 1909
DOLLO, LOUIS ANTOINE MARIE JOSEPH, 1857 - 1931
DON JUAN DE AUSTRIA, 1547 - 1578
DRIESCH, HANS, 1867 - 1941
DRUDE, OSCAR
DUBININ, NIKOLAI PETROWITSCH, 1906 -
DU BOIS-REYMOND, EMIL, 1818 – 1896
DUCHESNE, ANTOINE NICOLAS, 1747 - 1827
DUMAS, JEAN-BAPTISTE-ANDRÉ, 1800 – 1884
DUNN, CASEY,
EAST, EDWARD MURRAY, 1879 - 1938
ECKSTEIN, GUSTAV
EAST, EDWARD MURRAY, 1879 - 1938
EHRENBERG, CHRISTIAN GOTTFRIED, 1795 - 1876
EHRlich, PAUL, 1854 – 1915
EIBL-EIBESFELDT, IRENÄUS, geb. 1928
EICHWALD
EIGENMANN

EIMER, THEODOR, 1843 – 1898
EINSTEIN, ALBERT
ELTON, CHARLES SUTHERLAND, 1900 - 1991
EMBDEN
ENDERS, JOHN
ENGELHARDT, WOLF Baron (in der Literatur auch Freiherr) VON, 1910 -
2008
ENGELS, FRIEDRICH, 1820 – 1895
ERNST, ALFRED, 1875 - 1968
ERRERA, LEO, 1858 - 1905
EUSTACHIO, BARTOLOMEO, 1520 - 1574
FABRE, JEAN-HENRI, 1823 - 1915
FAMINZYN / FAMINTZIN, ANDREJ SERGEJEWITSCH, 1835 - 1918
FEDDE, FRIEDRICH KARL GEORG, 1873 - 1942
FETSCHER, RAINER, 1895 - 1945
FEUERBACH
FILIPCHENKO (PHILIPTSCHENKO), JURII ALEXANDROVICH, 1882 - 1939
FIRBAS, FRANZ, 1902 – 1964
FISCHER, ALFONS
FISHER, RONALD AYLMER, 1890 - 1962
FLEISCHMANN, ALBERT, 1862 - 1942
FLEMING, JENKIN, 1833 - 1886
FOCKE, WILHELM OLBERS, 1834 – 1922
FORD, EDMUND BRISCO, 1901 - 1988
FOREL, AUGUSTE HENRI, 1848 - 1931
FOREL, FRANCOIS-ALPHONSE, 1841 - 1912
FORSTER, GEORG, 1754 - 1794

FOX, SIDNEY W., 1912 - 1998
FRANCÉ, RAOUL, 1874 - 1943
FRANK, ALBERT BERNHARD, 1839 - 1900
FRANZ von ASSISSI
FREISLEBEN, RUDOLF, 1906 - 1943
FRESENIUS, GEORG, 1808 – 1866
FRIEDENTHAL, HANS WILHELM CARL, 1870 - 1942
FRIEDRICH II. von Preußen, der 'Große', 1712 - 1786
FRISCH, KARL VON, 1886 - 1882
GALTON, FRANCIS, 1822 - 1911
GARNER, WIGHTMAN WELLS, 1875 - 1955.
GARRETT, 19. Jh,
GARSTANG, WALTER, 1868 - 1949
GASSNER, JOHANN GUSTAV, 1881 - 1965
GATES, 20. Jh.
GÄTKE, HEINRICH, 1814 - 1897
GAUß
GEGENBAUR, (C)KARL, 1826 – 1903
GEINITZ, HANNS BRUNO, 1814 - 1900
GEROULD 20. Jh.
GIARD, ALFRED, 1846 - 1908
GIBBON, EDWARD, 1737 - 1794
GLAESSNER, MARTIN FRITZ, 1906 - 1989
GOEBEL, KARL, 1855 – 1932
GODRON, DOMINIQUE-ALEXANDRE, 1807 – 1880
GOLDSCHMIDT, RICHARD B. (= BARUCH-BENEDIKT), 1878 - 1858
GOETHE, JOHANN WOLFGANG von, 1749 – 1832

GOODSPEED, THOMAS HARPER, 1887 –
GÖPPERT, HEINRICH, 1800 - 1884
GORBATSCHOW, MICHAEL SERGEJEWITSCH, geb. 1931
GOTTSCHICK, FRANZ, 1865 – 1927
GOULD, JOHN, 1804 - 1881
GOULD, STEPHEN JAY
GRAEBNER, FRITZ, 1877 - 1928
GRAEBNER, PAUL, 1871 – 1933
GRAND-EURY, FRANCOIS-CYRILLE, 1839 – 1917
GRANT, ROBERT EDMOND, 1793 - 1874
GRAY, ASA, 1810 - 1888)
GREGORY, WILLIAM KING, 1876 – 1970
GRELL; KARL GOTTLIEB, 1912 - 1994
GRINNELL, J.
GRISEBACH, AUGUST, 1814 - 1879
GRUBER, MAX von, 1853 - 1927
GUENTHER, KONRAD, 1874 - 1955
GUIGNARD, JEAN-LOUIS LE'ON, 1852 - 1928
GULICK, JOHN THOMAS, 1832 - 1923
GÜMBEL
GUYER, MICHEL FREDERIC, 1874 – 1959
HAACKE, JOHANN WILHELM, 1855 – 1912
HABERLANDT, GOTTLIEB, 1854 – 1945
HAECKEL, ERNST, 1834 - 1919
HADORN, ERNST, 1902 - 1976
HAGERUP, OLAF, 1889 - 1961
HAHN, EDUARD, 1856 – 1928

HAHN, OTTO
HA°KANSON, ARTUR, 1896 - 1961
HALDANE, JOHN BURDEN SANDERSON, 1892 - 1964
HALDANE-SPURWAY, HELEN, etwa 1917 - 1977
HALLER, ALBRECHT von, 1708 - 1777
HALLERMEIER, M.
HALLEY
HAMILTON, WILLIAM DONALD, 1936 - 2000
HANDLIRSCH, ANTON, 1865 - 1935
HANSEMANN, DAVID PAUL VON, 1858 - 1920
HANSEN, GERHARD HENRIK ARMAUER, 1841 - 1912
HARDER, RICHARD, 1888 - 1973
HARMS, JÜRGEN, 1885 – 1956
HARTERT, ERNST, 1859 - 1933
HARTMANN, KARL ROBERT EDUARD VON, 1842 - 1906
HARTMANN, NICOLAI, 1882 - 1950
HARVEY, WILLIAM, 1578 – 1658
HAUCH, L. A.
HAUSMANN
HEBERER, GERHARD, 1901 – 1973
HEGEL, GEORG WILHELM FRIEDRICH, 1770 - 1831
HEILBORN, OTTO, 1892 - 1943
HEIKERTINGER, FRANZ, 1876 - 1953
HEINRICHER, EMIL JOHANN LAMBERT, 1856 – 1934
HEINROTH, OSKAR, 1871 - 1945
HEITZ, JOHANN HEINRICH EMIL, 1892 - 1965
HENDERSON, LAWRENCE JOSEPH, 1878 - 1942

HENLE

HENSLOW, JOHN STEVENS, 1796 - 1861

HERIBERT-NILSSON, NILS, 1883 - 1955

HERING, EWALD, 1834 - 1918

HERSCHEL, Sir JOHN FREDERICK WILLIAM; 1792 . 1871

HERTWIG, OSCAR, 1849 - 1922

HERTWIG, RICHARD, 1850 - 1937

HILDEBRAND, FRIEDRICH HERMANN GUSTAV, 1835 – 1915

HILGENDORF, FRANZ, 1839 - 1904

HIS, WILHELM sr., 1831 – 1904

HITLER, ADOLF

HOCHSTETTER, FERDINAND, 1861 - 1954

HOFFMANN, HERMANN, 1819 - 1891

HOLBACH, PAUL THIRY D', 1723 - 1789

HOLST, ERICH VON, 1908 - 1962

HOLTZENDORF, FRANZ von, 1829 - 1889

HOENSBRECH, PAUL Graf VON, 1852 - 1923

HOOKER, JOSEPH DALTON, 1817 - 1911

HOPPE-SEYLER, FELIX, 1825 -

HOERNES, MORIZ, 1815 - 1868

HORNSCHUCH, CHRISTIAN FRIEDRICH, 1793 - 1850

HUBBY, J. L.

HUBER, BRUNO, 1899 - 1969

HUMPHREY, DAVID

HUENE, FRIEDRICH Freiherr VON, 1875 - 1969

HUNTINGTON, GEORGE, 1850 1916, Mediziner

HUTCHINSON, GEORGE EVELYN, 1903 - 1991

HUTCHINSON, JOHN, 1884 - 1972
HUTTON, FREDERICK WOLLASTON, 1836 - 1876
HUXLEY, THOMAS HENRY, 1825 – 1895
HYATT, ALPHEUS, 1838 - 1902
IHERING, HERMANN ALBRECHT FRIEDRICH von, 1850 - 1930
INGENHOUSZ, JAN, 1730 - 1799
ISTRATI, PANAIT, 1884 - 1935
JAEKEL, OTTO, 1863 – 1929
JENKIN, HENRY CHARLES FLEEMING, 1833 – 1885
JENNINGS, HERBERT SPENCER, 1868 - 1947
JOHANNES PAUL II., Papst
JOHANNSEN, WILHELM LUDWIG, 1857 - 1927
JOLLOS, VIKTOR (VICTOR), 1887 – 1941
JONES, DONALD F. ORSHA, 1890 - 1963
JORDAN, (CLAUDE THOMAS) ALEXIS, 1814 - 1897
JÖRGENSEN, CARL ADOLF, 1899 - 1968
JUEL, HANS OSCAR, 1863 - 1931
KAMMERER, PAUL, 1880 – 1926
KANT, IMMANUEL, 1724 - 1804
KAPPERT, HANS
KARL V., Kaiser, 1500 - 1558
KARPETSCHENKO, GEORGI DMITRIJEWITSCH, 1899 – 1942
KEIBEL
KELLOGG, ARTHUR REMINGTON, 1892 - 1969
KERNER, ANTON JOSEPH, Ritter von MARILAUN, 1831 – 1898
KETTLEWELL, (HENRY) BERNARD DAVIS, 1907 - 1979
KEYSERLING, ALEKSANDER ANDREJEWITSCH, 1815 – 1891

KIDD, BENJAMIN, 1858 - 1916
KIDSTON, ROBERT, 1852 - 1924
KIHARA
KIMURA, MOTOO, 1924 - 1994
KIRK, JOHN, 1832 - 1922
KJELDAL
KLAATSCH, HERMANN, 1863 - 1916
KLATT, BERNHARD, 1909 - 1958
KLEBS, GEORG, 1857 – 1917
KLEINSCHMIDT, OTTO, 1870 - 1954
KLEOPATRA
KLUIJVER
KNIEP, HANS, 1881 - 1930
KNUTH, PAUL, 1854 - 1900
KNY
KOCHER, THEODOR
KÖHLER, WOLFGANG, 1887 - 1967
KOKEN, 1860 - 1912
KÖLLIKER, ALBERT, 1817 - 1905
KOLLMANN
KOELREUTER, JOSEPH GOTTLIEB, 1733 – 1806
KOLTZOFF/KOLTSOV, NIKOLAI KONSTANTINOWITSCH, 1889 - 1940
KÖNIG
KOROTNEFF, ALEXIS
KORSHINSKY, SERGEJ IWANOWITSCH, 1861 – 1900
KORSCHOLT, EUGEN
KOESTLER, ARTHUR, 1905 – 1983

KOWALEWSKAJA geb. KORWIN-KRUKOWSKY, SOPHIE (SONJA), 1850 - 1891

KRAUS, GREGOR, 1841 - 1915

KRIECK, ERNST, 1882 - 1947

KRIEG, HANS

KROPOTKIN, PJOTR, 1842 - 1921

KUHN, FRIEDRICH ADALBERT MAXIMILIAN, 1842 - 1894

KÜTZING, FRIEDRICH TRAUGOTT, 1807 – 1893

LACK, DAVID LAMBERT, 1910 - 1973

LAMARCK, JEAN BAPTISTE, 1744 - 1828

LAMBRECHT, KALMAN, 1889 - 1936

LAMPRECHT, KARL, 1856 – 1915

LANG, ARNOLD, 1855 – 1914

LANG, WILLIAM HENRY, 1874 - 1932

LARTRET, E´DOUARD ARMAND ISIDORE HIPPOLYTE, 1801 - 1871

LEBEDINSKIJ, NAUM GREGOR

LEHMANN, FRANZ, 1860 – 1942

LEIDY, JOSEPH, 1823 - 1891

LEIN, ALFRED, geb. 1912

LEJEUNE, JERO´ME, 1926 - 1984

LENHOSSEK, M von

LENIN

LEONHARD, KARL CÄSAR von, 1779 - 1862

LEONARDO DA VINCI

LEOPOLD I., , 1640 - 1705, ab 1658 Kaiser

LEROY, CHARLES GEORGES, 1723 - 1789

LESZCYC-SUMINSKI

LEUCKART, FRIEDRICH SIGISMUND, 1794 - 1843
LEUCKART, RUDOLF, 1822 - 1898
LEWONTIN, RICHARD, geb. 1929
LINNÉ, KARL (von), 1707 – 1778
LOCK, ROBERT HEATH, 1879 – 1915
LORENZ ADOLF, 1854 - 1946
LORENZ, KONRAD, 1903 - 1989
LORENZ, MARGARETHE geb. GERHARDT
LOTSY, JAN PAULUS, 1867 - 1931
LUDWIG, WILHELM, 1901 - 1959
LUNDSTRÖM, AXEL N.
LUBBOCK, Sir JOHN, Lord AVEBURY, 1834 - 1913
LUTZ, A. M.
LWOFF, ANDRÉ MICHEL, 1902 - 1994
LYELL, CHARLES, 1797 - 1875
MAC DOUGAL, D. T.
MAHLER-WERFEL, ALMA, 1879 - 1964
MARCHANT
MARGULIS, LYNN, 1938 - 2011
MARIA THERESIA, 1717 - 1780
MARKL, HUBERT, 1938 - 2015
MARSH, OTHNIEL CHARLES, 1831 - 1899
MARSHALL, L. U.
MARTINEAU, HARRIET, 1802 - 1876
MARX, KARL, 1818 - 1883
MATTHEW, PATRICK, 1790 - 1874
MATTHEW, WILLIAM DILLER, 1871 - 1930

MAYER

MAYR, ERNST, 1904 - 2005

McCLINTOCK, BARBARA, 1902 - 1992

MECKEL, FRIEDRICH, 1781 - 1833

MEDICUS, FRIEDRICH KASIMIR, 1736 – 1808

MEINERS, CHRISTOPH, 1747 - 1811

MEINERT, FREDERIK VILHELM AUGUST, 1833 - 1912

MEITNER, LISE, 1878 - 1968

MENDEL, GREGOR, 1822 – 1884

MENDELEJEV, DMITRI IWANOWITSCH, 1834 - 1907

MENZBIR, MICHAEL ALEKSANDROWITSCH, 1855 - 1935

MERESCHKOWSKIJ, DMITRIJ SERGEJEWITSCH, 1866 - 1941

MERESCHKOWSKIJ, KONSTANTIN SERGEJEWITSCH, 1855 - 1921

MECNIKOV/METSCHNIKOFF, ELIAS, 1845 - 1916

METTRIE, JULIEN OFFRAY DE LA, 1709 - 1751

METZGER

MEYER, EDUARD,

MEYEN, FRANZ JULIUS FERDINAND, 1804 – 1840

MEYER, H. von,

MEYERHOF

MICHAELIS, PETER, 1900 - 1975

MILDE, KARL AUGUST JULIUS, 1824 - 1871

MILJE: s.: MYLIUS

MIRSKY, ALFRED EZRA, 1900 - 1974

MITSCHURIN

MIVART, SAINT GEORGE JACKSON, 1827 - 1900

MÖBIUS, KARL, 1825 - 1908

MOHL, HUGO VON, 1806 - 1872
MOLISCH, HANS, 1856 - 1937
MONTELIUS, GUSTAV OSCAR, 1843 - 1921
MONTFORT
MORGAN, LEWIS HENRY, 1818 – 1881
MORGAN, THOMAS HUNT, 1866 - 1945
MOROZ, LEONID,
MORTON, SAMUEL GEORGE, 1799 - 1851
MORTILLET, GABRIEL DE, 1821 - 1898
MOSCATI, PIETRO, 1739 - 1824
MOZART
MÜLLER, FRITZ, 1822 - 1897
MÜLLER, GEORG FRIEDRICH
MÜLLER, HERMANN, 1829 - 1883
MÜLLER, JOHANNES, 1801 - 1858
MÜLLER, J. K.
MULLER, HERMANN JOSEPH, 1890 - 1967
MÜNCH, ERNST, 1876 – 1946
MÜNTZING, ARNE, 1903 -
MURBECK, SVANTE SAMUEL, 1859 -
MYLIUS, ABRAHAM VAN DER, 1563 – 1637
NACHTSHEIM, HANS
NAEF, ADOLF, 1883 - 1949
NÄGELI, CARL WILHELM, 1817 – 1891
NAPOLEON
NATHANS, DANIEL, geb. 1928
NAWASCHIN, MICHAEL SERGEJEWITSCH, 1897 - 1973

NAWASCHIN, SERGEI GAWRILOWITSCH, 1857 - 1930
NEEDHAM, JOHN TUBERVILLE, 1713 - 1781
NEES VON ESENBECK, GOTTFRIED, 1776 – 1858
NEMEC, BOHUMIL, 1873 - 1966
NENCKI, MARCELI (MARCEL von), 1847 - 1901
NETREBKO, ANNA
NEUMAYR, MELCHIOR, 1845 - 1890
NEWTON, ISAAC, 1643 - 1727
NIELSEN, EIGIL, 1910 - 1968
NILSSON-EHLE, HERMAN, 1873 - 1949
NOPCSA, FRANZ, 1877 - 1933
NOWIKOFF, M. 20. Jh.
NURSALL, J. R., 20. Jh.
OEHLKERS, FRIEDRICH, 1890 - 1971
OKEN, LORENZ, 1779 – 1851
OLIVER, FRANCIS WALL, 1864 - 1951
OLTMANN, JOHANN FRIEDRICH, 1860 - 1945
ONO
OPARIN, ALEXANDER IWANOWITSCH, 1894 – 1980
OPPEL, CARL ALBERT, 1831 - 1865
ORO', J.
ORBIGNY, ALCIDE D', 1802 - 1857
OSBORN, HENRY FAIRFIELD, 1857 - 1935
OSCHE, GÜNTHER, 1926 - 2009
OSTENFELD, CARL HANSEN, 1873 - 1931
OWEN, RICHARD, 1804 – 1892
PAGENSTECHE, HEINRICH ALEXANDER, 1825 - 1889

PAINTER, THEOPHILUS SHICKEL, 1889 - 1969
PALEY, WILLIAM, 1743 - 1805
PANNEKOEK, ANTON, 1873 - 1960
PANUM, LUDWIG, 1820 – 1885
PARETO, VILFREDO FEDERICO/WILFRID FRITZ, 1848 - 1923
PARNAS
PAULY, AUGUST, 1850 – 1914
PAX, FERDINAND ALBERT, 1885 - 1964
PEABODY, GEORGE
PERTY, MAXIMILIAN, 1804 - 1884
PETER der GROßE
PETRONIEVICS, BRONISLAV
PEYRERE, ISAAC LA, 1594 - 1676
PFEFFER, WILHELM
PFISTER, ERNST HUGO HEINRICH, 1846 - 1906
PFLÜGER, EDUARD, 1829 - 1910
PHILIPTSCHENKO: s. = FILIPCHENKO
PICKERING, CHARLES
PIECH, KAZIMIERZ ANTONI, 1893 - 1944
PIEPER, M. C.
PITTENDRIGH, COLIN STEPHENSON, 1918 - 1996
PIUS XII.
PIVETEAU, JEAN, 1899 - 1991
PLATE, LUDWIG HERMANN, 1862 - 1937
PLATO(N)
PLATTER, THOMAS
PLINIUS

PLÖTZ, ALFRED, 1860 - 1940
PLUCHE, N. A.,
POMBAL
PONNAMPERUMA, C.
PORSCH, OTTO, 1875 - 1959
PORTMANN, ADOLF, 1897 - 1982
POST, LENART von, 1884 - 1951
POTONIE, HENRY, 1857 - 1913
PRÉVOST
PRIESTLEY, JOSEPH, 1733 - 1804
PRINGSHEIM, NATHANAEL, 1823 – 1894
PRZIBRAM, HANS LEO, 1874 - 1944
PUSCHKIN
QUENSTEDT, FRIEDRICH AUGUST, 1809 - 1889
RALEIGH, WALTER, etwa 1552 - 1618
RANKAMA, KAARLO KALERVO, 1913 - 1995
RATHKE, MARTIN HEINRICH, 1793 - 1860
RAUNKIAER, CHRISTEN CHRISTIANSEN, 1860 - 1938
RECK, HANS, 1886 - 1937
REDI, FRANCESCO, 1626 - 1697
REINIG, W. F.,
REINKE, JOHANNES, 1849 – 1931
REMANE, ADOLF, 1898 - 1976
RENNER, OTTO
RENSCH, BERNHARD KARL EMANUEL, 1900 – 1990
RIEDL, RUPERT, 1925 - 2005
RITTER, PAUL VON

ROBESPIERRE
ROBSON, J. M.
ROMANES, GEORGES JOHN, 1848 - 1894
ROMER, A. S.
ROEMER, THEODOR, 1883 - 1951
ROSEN, FELIX, 1863 - 1928
ROSENBERG, GUSTAV OTTO, 1872 -
ROSS, Sir JAMES CLARK; 1800 - 1862
ROßMÄßLER, EMIL ADOLF, 1806 – 1867
ROTHMALER, WERNER, 1908 - 1962
ROTHSCHILD, WALTER
ROUSSEAU, JEAN JACQUES, 1712 - 1778
ROUX, WILHELM, 1850 - 1924
RUDOLPH, KARL, 1881 - 1937
RUDORF, WILHELM HERMANN FRIEDRICH, 1891 - 1969
RUPPKE, NICOLAAS
RUSCONI, MAURO, 1776 - 1849
RUTTEN, MARTIN GERALD, 1910 - 1970
SACHS, JULIUS, 1832 – 1897
SAUNDERS, EDITH REBECCA, 1865 - 1945
SÄVE-SÖDERBERGH, GUNNAR, 1910 - 1948
SAVIGNY, MARIE-JULES-CÉSAR LELORGNE DE, 1777 - 1851
SCHAAFHAUSEN, HERMANN, 1816 - 1893
SCHALLER, GEORGE BEALS, geb. 1933
SCHARRELMANN, HEINRICH LUDWIG FRIEDRICH, 1871 - 1940
SCHAXEL, JULIUS, 1887 - 1943
SCHAZKI, E. A.

SCHEELE. CARL WILHELM, 1742 -1786
SCHEITLIN, PETER, 1779 - 1848
SCHENCK, HEINRICH, 1860 - 1927
SCHEUCHZER, JOHANN JAKOB, 1672 - 1733
SCHILDER, FRANZ XAVER ALFRED JOHANN, 1896 - 1970
SCHIMPER, A. F. WILHELM, 1856 - 1901
SCHINDEWOLF, OTTO HEINRICH (OTTO H.) NIKOLAUS, 1896 - 1971
SCHLEICHER, AUGUST, 1821 - 1868, vergleichender Sprachforscher
SCHLEIDEN, MATTHIAS, 1804 - 1881
SCHLOTHEIM, ERNST FRIEDRICH von, 1765 - 1832
SCHMARDA, LUDWIG K., 1819 - 1908
SCHMEIL, OTTO, 1860 - 1943
SCHMIDT, HEINRICH, 1874 - 1935
SCHMIDT, EDUARD OSCAR, 1823 - 1886
SCHRAMM, GERHARD, 1910 - 1969
SCHRANK, FRANZ PAULA von, 1747 - 1835
SCHRÖDER, HEINRICH, 1810 - 1885
SCHROETER, CARL
SCHUEBELER, FREDERICK CHRISTIAN, 1815 – 1892
SCHULZE, E. FRANZ, 1840 -
SCHWANITZ, FRANZ
SCHWANN, THEODOR, 1810 - 1882
SCHWEIGGER, AUGUST FRIEDRICH, 1783 - 1821
SCHWEMMLE, JULIUS, 1894 - 1979
SCHWENDENER, SIMON, 1829 - 1919
SCLATER, PHILIP LUTLEY, 1829 - 1913
SCOPE, JOHN THOMAS, 1900 - 1970

SCOTT, DUKINFELD HENRY, 1854 - 1934
SCOTT, JOHN
SEDGWICK, ADAM, 1785 – 1873
SEDGWICK, 1854 - 1913
SEIDLITZ, WILFRIED von, 1880 - 1945
SEILACHER
SELENKA, EMIL, 1842 - 1902
SELENKA, MARGARETHE LEONORE, 1860 - 1902
SEMON, RICHARD, 1859 – 1918
SENDTNER, OTTO, 1813 - 1859
SENGBUSCH, REINHOLD von, 1898 - 1985
SERNANDER, RUTGER, 1866 - 1944
SETTEGAST, HERMANN, 1819 - 1908
SEWERZOW, ALEKSEJ NIKOLAJEWITSCH, 1866 – 1936
SEWERZOW, NIKOLAI ALEKSEJEWITSCH, 1827 - 1885
SHAKESPEARE, WILLIAM
SHULL, GEORGE HARRISON, 1874 - 1954
SIEBOLD, KARL THEODOR ERNST (von), 1824 - 1885
SIEMENS
SIMPSON, G. G.
SIMROTH, HEINRICH, 1851 – 1917
SMITH, GRAFTON ELLIOT, 1871 - 1937
SMITH, HAMILTON O., geb. 1931
SMITH, HOMER WILLIAM, 1895 - 1962
SMITH, JOHN MAYNARD, 1920 - 2004
SOMBART, WERNER, 1863 - 1941
SPALLANZANI, LAZZARO, 1729 - 1799

SPENCER, HERBERT, 1820 - 1903
SPERLICH, DIETHER,
SPIX, JOHANN BAPTIST von, 1781 - 1826
SPRENGEL, CHRISTIAN KONRAD, 1750 - 1816
SPRENGEL, KURT POLYKARP JOACHIM, 1766 - 1833
SPRENGER, PHILIPP STEPHAN
SPRIGG, R. C.
STAEEL, ANNE LOUISE GERMAINE DE, - HOLSTEIN, 1766 - 1817
STAHL, ERNST, 1848 - 1919
STANFORD, EDWARD
STANLEY, WENDELL MEREDITH, 1904 – 1971
STEBBINS, G. (= GEORGE) LEDYARD, 1906 – 2000
STEGMANN
STEIN, E.
STEINMANN, GUSTAV, 1852 - 1929
STENO, NICOLAUS, 1638 - 1686
STENSIÖ, ERIK HELGE OSVALD, 1891 - 1984
STERN, CURT, 1902 - 1981
STOCKER, OTTO, 1888 - 1979
STÖCKHARDT, ADOLF, 1809 – 1886
STOMPS, THEODOR JAN, 1885 - 1973
STRASBURGER, EDUARD ADOLF, 1844 - 1912
STRAUB, JOSEPH, 1911 – 1987
STRAUß, DAVID FRIEDRICH, 1898 - 1874
STRESEMANN, ERWIN, 1889 - 1972
STRÖMBERG, CAROLINE A. E.
STUBBE, HANS, 1902 - 1989

SUKATSCHEW, WLADIMIR NIKOLAJEWITSCH, 1880 - 1967
SUMNER, FRANCIS BERTODY, 1874 - 1945
SUESS, EDUARD, 1831 - 1914
SUTTNER, BERTHA von
SVEDELIUS, NILS EBERHARD, 1873 - 1960
SWAMMERDAM, JAN, 1637 – 1680
TAKHTAJAN, ARMEN TACHADSCHJAN, 1910 - 2009
TANN, C. C.
TEDIN, OLOF, 1898 – 1966
THAER, DANIEL ALBRECHT, 1752 - 1828
THESING, CURT, 1879 - 1956
THIENEMANN, AUGUST, 1882 - 1960
THOMAS, HUGH HAMSHAW, 1885 - 1962
THOMSEN, CHRISTIAN JÜRGENSEN, 1788 – 1865
THORNDIKE, EDWARD L., 1874 - 1940
THORPE, WILLIAM HOMAN, 1902 - 1986
TIEDEMANN, FRIEDRICH, 1781 - 1861
TIMIRJASEW, KLIMENT ARKADJEWITSCH, 1843 - 1920
TIMOFEEFF-RESSOWSKY, NIKOLAI WLADIMIROWITSCH, 1905- 1981
TISCHLER, GEORG, 1878 - 1955
TOLSTOI, LEO NIKOLAJEWITSCH, 1828 - 1910
TORNIER, GUSTAV, 1859 - 1938
TOURNEFORT, JOSEPH PITTON DE, 1656 – 1708
TOWER, erste Hälfte 20. Jahrhundert
TOWNSEND, FREDERICK, gestorben 1905
TREMBLEY, ABRAHAM, 1710 - 1784
TREVIRANUS, GOTTFRIED REINHOLD, 1776 – 1837

TRIMEN, HENRY, 1843 - 1896
TRIVERS, ROBERT LUDLOW "BOB", geb. 1943
TSCHETWERIKOW, SERGEJ SERGEJEWITSCH, 1880 - 1959
TSCHULOK, SINAI
TURESSON, GÖTE WILHELM, 1892 - 1970
TURGOT, ANNE-ROBERT-JACQUES, 1727 - 1781
TYLOR, EDWARD BURNETT, 1832 - 1913
TYNDALL, JOHN, 1820 - 1893
TYSON, EDWARD, 1650 / 1651 - 1708
ULLRICH
UNGER, FRANZ, 1800 - 1870
UREY, HAROLD CLAYTON, 1893 - 1981
VALLISNERI, ANTONIO, 1661 - 1730
VAVILOV s. WAWILOW
VERDI
VERWORN, MAX, 1863 - 1921
VERSCHUER, OTMAR VON, 1896 - 1969
VICO, GIOVANNI BATTISTA, 1668 - 1744
VICQ D'AZYR, FELIX, 1748 - 1794
VIRCHOW, RUDOLF, 1821 - 1902
VIRTANEN, ARTURI I.
VÖCHTING, HERMANN, 1847 – 1917
VOGT, CARL
VOGT, OSCAR
VOIGT, FRIEDRICH SIEGMUND, 1781 - 1850
VOLAND, ECKART, geb. 1949
VOLGER, OTTO

VOLKENS

VOLLMER, GERHARD, geb. 1943

VRBA, ELIZABETH

VRIES, HUGO DE, 1848 - 1935

WAAGEN, WILHELM HEINRICH, 1841 - 1900

WAGNER, ADOLF, 1869 - 1940

WAGNER, JOHANN ANDREAS, 1797 - 1861

WAGNER, MORITZ, 1813 - 1887

WAGNER, RICHARD

WAGNER, RUDOLF, 1805 – 1864

WAGNER

WAHLERT, GERD von, geb. 1925

WAITZ, THEODOR, 1821 - 1864

WALCOTT, CHARLES DOOLITTLE, 1850 - 1927

WALE, JAN DE, 1604 - 1649

WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1823 – 1913

WASMANN, ERICH, 1859 - 1931

WATSON, DAVID MEREDITH SEARES, 1886 - 1973

WATSON, JAMES DEWEY (= D.), geb. 1928

WATSON, JOHN BROADUS, 1878 - 1958

WAWILOW/VAVILOV, NIKOLAI IWANOWITSCH, 1887 - 1943

WEBER, ALBERT, 1856 - 1931

WEBER, CARL-MARIA

WEIGERT, CARL, 1845 - 1904

WEISMANN, AUGUST, 1834 – 1914

WELLS, WILLIAM CHARLES, 1757 - 1817

WENT, FRITS/FRIEDRICH AUGUST FERDIAND CHRISTIAN, 1863 - 1935

WENT, FRITS WARMOLT, 1903 - 1990
WETTSTEIN, FRITZ von, 1895 - 1945
WETTSTEIN, RICHARD von, 1863 - 1931
WHEWELL, WILLIAM, 1794 - 1866
WHISTON, 1667 - 1752
WHITE, CHARLES, 1728 - 1813
WHITE, GILBERT, 1720 - 1793
WHITMAN, CHARLES OTIS, 1842 - 1910
WICKLER, WOLFGANG, geb. 1931
WIEDERSHEIM, ROBERT, 1848 - 1923
WIELAND, THEODOR, 1913 - 1995
WIESNER, JULIUS, 1838 - 1916
WIGAND, JULIUS WILHELM ALBERT, 1821 - 1886
WILBERFORCE, SAMUEL, 1805 - 1873
WILCKENS, MARTIN, 1834 - 1897
WILLIAMS, CHARLES
WILLIAMSON, WILLIAM CRAWFORD, 1816 - 1895
WILLIS, BAILEY, 1857 - 1949
WILLIS, JOHN CHRISTOPHER, 1868 - 1958
WILLISTON, SAMUEL WENDELL, 1851 - 1918
WILSON, A. T.
WINGE, ÖJVIND, 1886 - 1964
WINKLER, CLEMENS, 1838 - 1902
WINKLER, HANS, 1877 - 1945
WITTVOGEL, KARL AUGUST
WÖHLER, FRIEDRICH, 1800 - 1882
WOLF, CASPAR FRIEDRICH, 1733 - 1794

WOLF, CLAUDIA

WOLFF, FERDINAND von, 1874 - 1952

WOLFF, GUSTAV, 1865 - 1941

WOLTERECK, RICHARD, 1877 - 1944

WOODWARD, JOHN, 1665 - 1728

WORSAAE, JENS JACOB, 1821 - 1885

WRISBERG, HEINRICH AUGUST, 1739 - 1808

WYNNE-EDWARDS, VERO COPNER, 1906 - 1997

ZACHARIAS, OTTO, 1846 - 1916

ZAHN, ERNST, 1867 - 1952

ZEUNER, AUGUST, 1778 - 1853

ZIEGLER, ERNST, 1849 - 1905

ZIEGLER, HEINRICH ERNST, 1858 - 1925

ZIMMERMANN, EBERHARD AUGUST WILHELM, 1743 - 1815

ZIMMERMANN, WALTER, 1892 - 1980

ZOLA. E'MILE, 1840 - 1902, Romanschriftsteller, Journalist

ZIRNSTEIN

Zusatz: Entwicklung in der jüngeren erdgeschichtlichen Vergangenheit

Die letzten ein Millionen Jahre und überhaupt die jüngere Vergangenheit der Erdoberfläche wurden später aufgeklärt als viele Bereiche der zurückliegenden Perioden, deren Ablagerungen viel mehr „versteinert“ waren, im Unterschied zu den vor allem durch Lockermassen ausgezeichneten Perioden des Tertiär und des Quartär.

Eine der großen Entdeckungen in den 3 letzten Dezennien des 19. Jh war der Nachweis einstiger Vergletscherung heute eisfreier Gebiete Europas, also die Entdeckung der **Eiszeit** beziehungsweise eines ganzen Eiszeitalters. Für Großbritan-

nien beschrieb ARCHIBALD GEIKIE (1839 - 1915) 1873 „The Great Ice Age“ - das große Eiszeitalter. Er äußerte bereits die Möglichkeit mehrfacher Gletschervorstöße. Der für viele gültige Beweis für eine Vergletscherung Mitteleuropas wurde in einer Sitzung der Deutschen geologischen Gesellschaft in Berlin am 3. November 1875 durch den aus Schweden angereisten OTTO TORELL (1828 -) vorgetragen (KRUSCH 1914; F. WAHNSCHAFFE 1900, 1901). Er legte dar, daß die schon 1836 von den Schweden NILS GABRIEL SEFSTRÖM (1787 - 1845) auf Muschelkalk bei Rüdersdorf östlich von Berlin beachteten und jetzt im dortigen Alvenslebenschutt beschriebenen Schriffflächen und Schrammen nicht durch fließendes Wasser, auch nicht durch Wind, sondern nur durch darübergelittene Gletscher entstanden sein konnten. TORELL hatte in den Jahren 1856 und 1861 auf dem Spitzbergen-Archipel in Gebieten, aus denen sich das Gletschereis offensichtlich erst vor relativ kurzer Zeit zurückgezogen hatte, vom Eis hinterlassene Spuren untersucht. Sie gleichen denen bei Rüdersdorf. In der Forschungsmethodik war TORELL aktualistisch vorgegangen, denn er verglich Spuren aus zurückliegender Zeit, die Schrammen von Rüdersdorf, mit solchen aus junger erdgeschichtlicher Vergangenheit, denen auf Spitzbergen. Aber eine Vergletscherung Mitteleuropas erschien damals fast extrem aktualistisch denkenden Geologen so „katastrophistisch“, daß sie dem sehr kritisch gegenüberstanden.

LYELL vertrat lange die „Drift“-Theorie. Über die angeblich vergletscherten Gebiete war das Meer geflutet. Auf ihm schwammen Eisberge, die Felsbrocken mit Gesteinen von Nordeuropa trugen. Wenn die Eisberge schmolzen, sanken die getragenen Gesteine auf den Grund dieses Meeres. Auf Flüssen in Kanada hatte LYELL schwimmende Eisschollen, die Gesteinsbrocken trugen, durchaus beobachtet.

Die strengen Anhänger von LYELLS Aktualismus in Deutschland, so VON DECHEN, BERENDT, BEYRICH standen gegen manche jüngeren Geologen, welche die Vergletscherungstheorie aufgriffen. Als sofortiger Anhänger TORELLs forschte im norddeutschen Tiefland FELIX WAHNSCHAFFE (1851 - 1914) . Bei dem Dorfe Velpke bei Braunschweig fand er die zweiten Gletscherschrammen in Norddeutschland. Es wurde dann deutlich, daß die Hinterlassenschaft des Eises aus einem reichen, noch relativ frischem geographischen Formenschatz, aus Rinnen, Buckeln, bahndammähnlichen Osern, großen Sandflächen, Urstromtälern und anderem bestand. Ein führender Eiszeitforscher wurde der Leipziger

PENCK aber wurde zum führenden Eiszeitforscher in Mitteleuropa. Ende 1877 fanden PENCK und CREDNER Gletscherschliffe im Leipziger Raum. Im Jahre 1879 veröffentlichte PENCK sein Ergebnis, daß Mitteleuropa mindestens von 3 getrennten Vergletscherungen betroffen worden war. Die Flachlandbildungen gliederte GOTTLIEB BERENDT (1836 - 1920) (H. QUIRING 1955), der die Endmoränen und Urstromtäler untersuchte. Von ihm stammt der Ausdruck 'Urstromtäler'. Das

sind die westöstlich ziehenden breiten flachen Senken, in denen das Schmelzwasser vor den Stillstandslagen der Gletscher abfloß.

Die Entdeckung des Eiszeitalters bereicherte die Erdgeschichte wohl um eine ihrer merkwürdigsten Perioden. Sie lag zudem noch so nahe an der gegenwart, daß die ihr zugrundeliegenden Ursachen auch im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung der Klimaverhältnisse auf der Erde interessierten.

Zu Beginn des 20. Jh. wurde namentlich von ERNST KOKEN (1860 - 1912) an Hand etwa von Facettengeschleichen nachgewiesen, daß es anderswo auf der Erde im Perm Vergletscherungen gab, so augenscheinlich in Südaustralien. Diese fern zurückliegenden Vergletscherungen sprachen gegen eine mit Annäherung an die Gegenwart sich verstärkende Abkühlung. Unter den Versuchen, eine Ursache für die Gletscherausbreitung zu finden, interessierte der des schwedischen Physikochemikers SVANTE ARRHENIUS. Er hatte den

„Treibhauseffekt“ von Kohlendioxid nachgewiesen und sah in zeitweiliger Zunahme dieses Gases eine Möglichkeit solcher Niederschlagsverstärkung, daß die Gletscher wuchsen.

Eine Bildung jüngerer Zeit sind auch die heute erforschbaren **Böden. Bodentypen** unterscheiden sich in **Horizonten**. Sie erinnern an Schichten wie bei Sedimenten, aber Boden“horizonte“ entstanden nicht durch wechselnde Materialablagerung, sondern Stoffwanderung und Stoffausscheidung in dem Ausgangsmaterial der Böden. Diese Stoffverlagerung und Stoffausscheidung ist abhängig von den Niederschlägen und damit klimaabhängig. Böden sind, wie GLINKA (1914) schrieb, „gesetzmäßig auf der Erde verteilt,“ eben an bestimmte Bedingungen gebunden, „die übrigen Gebirgsarten nicht.“ Die Bildung unterschiedlicher Bodentypen, so der Schwarzerde (Tschernosem), des Podsol (Bleicherde), des braunen Waldbodens wurde daher in Rußland mit seinen verschiedenen sich von Süden nach Norden ablösenden Klimazonen aufgeklärt, zuerst vor allem durch WASSILIJ WASSILJEWITSCH DOKUTSCHAJEW (1846 - 1903) (vgl. V. E. ESAKOV 1971) und seinen Schülern wie GLINKA. DOKUTSCHAJEW war Sohn eines Dorfpriesters, studierte in st. Petersburg Naturwissenschaften und wurde 1875 als Geologe und Geomorphologe 1875 auf die Erforschung der Schwarzerde gelenkt. Schwarzerde entsteht in Gebieten mit schon beachtlicher Verdunstung, sodaß Nährsalze nach oben transportiert werden, wo sich auch der dunkle Humus anhäuft. Bei noch stärkerer Verdunstung gibt es Salzausblühungen. In niederschlagsreichen, kühlen Gebieten werden die Nährsalze abwärts geführt, und es scheiden sich Eisenoxide in einem Anreicherungshorizont bis zur Bildung von festem „Ortstein“ aus.

Mit den Eiszeiten und in der Nacheiszeit gab es manchen Wechsel in der Vegetation in Mitteleuropa und anderswo. **Vegetations- und Waldgeschichte** wurden

eigenständige Forschungsgebiete.

Die jüngere Vergangenheit der Erde und des Lebens erhielt ihren besonderen Wert auch dadurch, daß für sie einigermaßen sichere und brauchbare Methoden der **absoluten Altersbestimmung** gefunden wurden. Für die Ausbildung von neuen Rassen bei etlichen Tieren im Gefolge der Eiszeit gab es somit einigermaßen sichere Werte.

Als solche Methoden der absoluten Altersbestimmung wurden gefunden:

1. die **Warwen-Chronologie**, eingeführt von GERHARD JAKOB DE GEER, dessen Vater und Bruder Premierminister von Schweden waren. „Warwen“ sind die jährlichen Ablagerungen in Gewässern, die wegen der mit den Jahreszeiten wechselnden Menge und Korngröße des abgelagerten Materials wie Bänder, wie „Jahresringe“, erscheinen. Dem gröberen Material nach der Schneeschmelze folgt feineres Material später und im Winter fast Unterbrechung der Ablagerung. Zeitgleiche Warwen in verschiedenen Gewässern ließen sich feststellen, aus dem Vergleich der Warwenfolge in verschiedenen Gewässern konnte das Zurückschmelzen der Gletscher ermittelt werden.

2. Die **Dendrochronologie** nutzt die Abfolge von Jahresringen an Baumquerschnitten.

3 Die **C 14 - Methode** wurde 1947 von dem 1960 dafür mit dem Nobel-preis für Chemie ausgezeichneten WILLARD F. LIBBY (1908 - 1980) vorgestellt. Durch die kosmische Strahlung wird in der Erdatmosphäre aus N 14 (Stickstoff) ständig das radioaktive Kohlenstoff-Isotop 14 C gebildet. Es zerfällt mit einer Halbwertszeit von 5568 plus/minus 30 Jahren. Lebende Pflanzen nehmen die Kohlenstoff-Isotope in derselben Proportion auf, in der sie in der Atmosphäre vorkommen. In der abgestorbenen Pflanze nimmt infolge des radioaktivem Zerfalls der Gehalt an 14 C ab. Aus dem Verhältnis von normalem 12 C und radioaktivem 14 C läßt sich das Alter von Holz und Holz-Gegenständen ermitteln, wobei auf Grund der Halbwertszeit also die menschliche Vorgeschichte erfaßt wird.

WILLIAMSON (- 1895) und (C. W. WARDLAW 1975). veröffentlichten 1894 eine eingehende morphologische Beschreibung von **Gefäßkryptogamen**, namentlich von Calamites, Calamostachys, Sphenophyllum. Als die Wurzeln von Calamites beschrieben sie 1895 Lyginodendron und Heterangium. Im Jahre 1901 beschrieb

Auch im 18. Jh. blieben dann bedeutende Denker wie SPALLANZANI, der führende Physiologe ALBRECHT von HALLER, oder auch IMMANUEL KANT (1724 - 1804) (s. a. R: TOELLNER) Gegner der Urzeugungslehre.

Aber es wurde doch nicht immer anerkannt, daß jedes Merkmal einen Nutzen hat.

Wie es der Botaniker GOEBEL betonte und R. WOLTERECK (1931, S. 164) unterstrich: „die Mannigfaltigkeit der Gestaltungsverhältnisse ist größer als die der Lebensbedingungen“.

Zu 1):

Schon vor dem Ersten Weltkrieg wurden von HARDY und WEINBERG Berechnungen durchgeführt, wie es bei freier Kreuzung der Individuen einer Soezies mit der relativen Häufigkeit von homozygoten (dominant und rezessiv) und heterozygoten Individuen bei Abwesenheit irgendwelcher Selektion steht. Das Ergebnis war das berühmte und grundlegende Gesetz von HARDY und WEINBERG. Aus ihm ließ sich bei Abwesenheit von Selektion ein Gleichgewicht (equilibrium) von homozygoten und heterozygoten Individuen ableiten.

Die Deutung von geologischen Erscheinungen durch die Wirkung der Sintflut muß bereits im 17. Jh. verbreitet gewesen sein. Als er Pfarrer CHRISTIAN LEHMANN (1611 - 1688) in Scheibenberg im sächsischen Erzgebirge den vor seiner Haustüt liegenden Basalthügel mit dem gleichen Namen „Scheibenberg“ beschrieb, da meinte er in dem 1699 posthum veröffentlichtem Folianten wie selbstverständlich, daß „die Zorn-Fluth“ dessen „Felsen zerrissen / die Wacken weit und breit herum gesplittert / etliche Bogen-Schüsse in die fern geworfen / daß es unbeschreibliche Mühe gekostet / die Felder davon am Gebirge zu reinigen/...“

Diese Phänomene wurden auch angeführt bei der Erörterung, ob die Sintflut wirklich alle Teile der Erdoberfläche erfaßte oder etliche nicht. SCHEUCHZER bildete in seiner „Kupffer-Bibel“ 1731 (S. 64) steilgestellte, von ihm „Versicul“ genannte Schichten aus den Alpen ab und meinte dazu: „Vorstehende drey Versicul werfen alle sogenannte Particularisten zu Boden, welche die Sünd-Flut nur über etliche Länder erstrecken“ ließen.

Von der Fauna des Kambrium kam Kunde 1910 durch die überraschenden Funde von Meerestieren, die auch noch Weichteile erkennen ließen, die CHARLES DOOLITTLE WALCOTT (E. L. YOCHELSON 1967) in den Schiefern am Burgess-Paß in den Rocky Mountains in West-Kanada, British Columbia, tätigen konnte. Als bei einer Forschungsreise dorthin ein gepacktes Pferd stolperte und eine Schieferton-Platte herabfiel und zerbrach, fanden sich auf ihr die Fossilien. In manchen Jahren beutete WALCOTT die Fundstätte in einem von ihm eröffneten Steinbruch aus.

YOCHELSON, ELLIS L., 1967: Charles Doolittle Walcott. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XXXIX, s. 470 - 540.

Untersuchung und Unterteilung des sogenannten „Flötz-(Flöz-) Gebirges“ zuncähst

noch vor allem nach den Sedimentgesteinen durch einige Naturforscher des 18. Jh. Zu diesen Forschern gehörten LEHMANN und FÜCHSEL in Mitteleuropa, ARDUINO in Italien. Das „Flötzgebirge“ war die Gesamtheit der Sedimentschichten. Diese ruhten auf andersartigen Gesteinen, die manchmal auch als Schichtgesteine betrachtet wurden, aber sich doch von den fossilführenden Sedimenten durch das Fehlen jeglicher Fossilien abhoben. Die Sedimente, also das gesamte „Flötzgebirge“, galt manchen Forschern als Ablagerung einer großen Flut, die auf der „uranfänglichen“ Erdkruste auflagerte. Auch bei dieser Annahme einer einmaligen Entstehung des gesamten Flözgebirges wurden einzelne Schichten unterschieden, wenn auch nicht auf ihren verschiedenen Fossilgehalt abgetastet. LEHMANN definierte 1756 (S. 132): „Flötze sind Schichten von Erden und Steinen, welche horizontal übereinander liegen“. Die Steinkohlen erkannte er vielerorts als das Liegende, worüber Schiefer lagern. Auf Teilen des Harzes liegt als erste Schicht, als tiefstes „Flötz“ (Flöz), das „Totliegende“, später als Rotliegendes bezeichnet. „Totliegendes“ wurde es genannt, weil darunter auf dem Harz keine Steinkohle lag. LEHMANN erkannte auch, daß nicht an allen Orten die gleichen Flözschichten lagern. Er erklärte es damit, daß nicht an allen Orten die Flut die ‚gleichen Erden‘ aufwühlte. Der Sache nach hatte LEHMANN also das erfaßt, was später als „Fazies“ bezeichnet wurde. Der von dem Schweizer GRESSLY aufgestellte Begriff „**Fazies**“ meint altersgleiche, aber an den verschiedenen Orten ihres Vorkommens unterschiedlich ausgebildete Schichten. An den verschiedenen Lokalitäten wechselnd erschien auch die Mächtigkeit der einzelnen Schichten.

Eine lange Erdgeschichte, die nach den Unterschieden in den gebildeten Gesteinen unterschieden wurden, gab es bei WERNER. Die Gesteinspakete hießen bei ihm „**Gebirgsarten**“ (A. G. WERNER 1787). Sie kennzeichneten die Abteilungen, die Abschnitte in der Erdgeschichte. Als die grundlegenden Hauptabteilungen erscheinen auf einer primären Erdkruste bei ihm von unten nach oben 1. die „**uranfänglichen**“ ‚Gebirgsarten‘ (= Gesteine) , 2. die durch Fossilien von 1. unterschiedenen „**Flötz**“-Gebirgsarten, 3. die „**vulkanischen**“ Gebirgsarten, 4. die „**aufgeschwemmten**“ Gebirgsarten. Auf einer primären Erdkruste gab es ein zunächst weltweites Meer. In ihm bildeten sich am Grunde nacheinander und manchmal gemengt Granit, Gneiß, Glimmer-, Tonschiefer, Porphyrschiefer, Porphyry, Basalt.

Beschrieben wurde in Mitteleuropa, auch von VOIGT, die von unten nach oben gültige Folge von älterem Sandsteingebirge - älterem Kalksteingebirge - Sand- und Tongebirge - Muschelkalkstein. Die Bezeichnungen lauteten später Rotliegendes - Zechstein - Buntsandstein - Muschelkalk.

Wie LEHMANN gelangte in führende Stellung im Mansfelder Bergbau auch JOHANN KARL FREIESLEBEN (1774 - 1846) (GÜMBEL 1878). Im Jahre 1800

wurde er zum Direktor der Mansfeldischen Bergwerke ernannt. Mit der Errichtung des Königreiches Westfalen unter NAPOLEON ging er 1808 nach Freiberg in Sachsen und trat 1838 an die Spitze des sächsischen Montanwesens. Er schrieb über das „**Kupferschiefergebirge**“. Er faßte in seinem Werk darüber die „Suite von Flötzkalk - Sandstein - Thon-Mergel-Gebirgsarten“ zusammen, da bey „allem Eifer, mit dem die Gebirgskunde in den letzten Jahrzehenden bearbeitet wurde“, die hier beschriebene „Suite“ „nicht einmal eine schickliche umfassende und bezeichnende Benennung hat“ (J. C. FREIESLEBEN 1807, S. VII / VIII). Als „Formationssuite“ hatte A. G. WERNER zusammengehörende Schichten bezeichnet, so wie jene „ganze Kette“ ‚zusammenverwandter Flötzgebirgsarten‘, die FREIESLEBEN in seinem umfassenden Werke beschreibt. Das „Kupferschieferflötz“ war zwar „das schwächste, aber das am meisten bezeichnende und das interessanteste der ganzen Reihe Gebirgsarten, die von ihm den Namen entlehnen“ (1815, S. 51). FREIESLEBEN ordnete dieser Folge von Schichten später viel mehr getrennte, auch den „Zechstein“ ein. FREIESLEBEN beschrieb eingehend die Eigenarten der einzelnen Schichten, die er dem ‚Kupferschiefergebirge‘ einordnete. Zu der Beschreibung gehörten auch die Fossilien, ebenso die Fruchtbarkeit der Böden aus den an der Erdoberfläche anstehenden Schichten.

ZIRNSTEIN

1