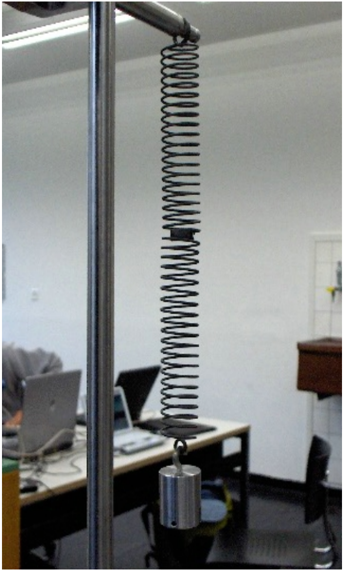
Schwingungen und Wellen

Jochen Trommer
jtrommer@uni-leipzig.de

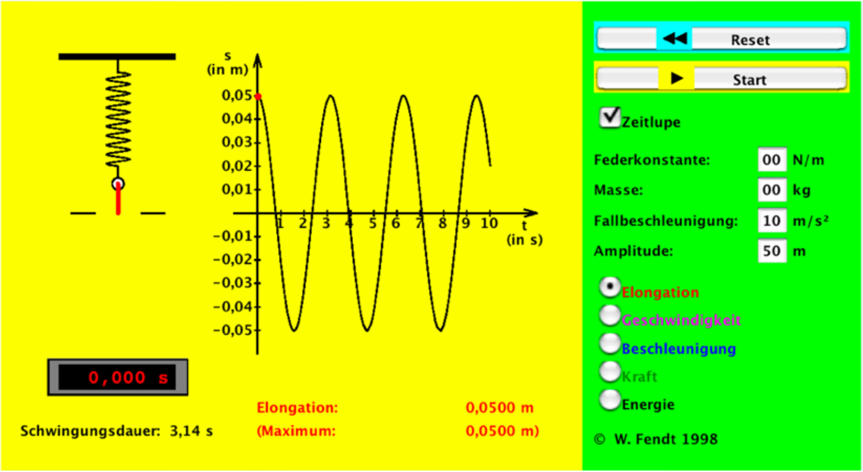
Universität Leipzig
Institut für Linguistik

Phonologie/Morphologie – SS 2007

Schwingungen beim Federpendel



Schwingungen beim Federpendel



Wichtige Grössen

A Amplitude der Schwingung
die maximale Auslenkung der Schwingung

D Auslenkung zum Zeitpunkt t

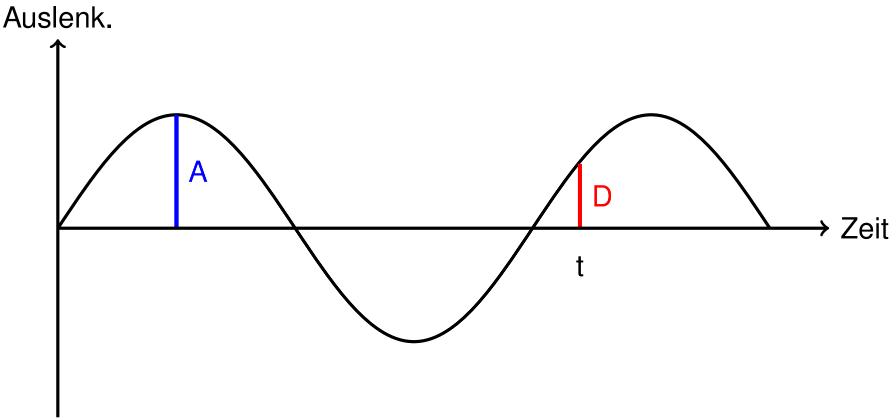
T Periode der Schwingung
die Zeit einer vollständigen Schwingung

f Frequenz der Schwingung
Anzahl der Schwingungen pro Sekunde

Masseinheiten

A	Amplitude der Schwingung	Meter	**m**
D	Auslenkung zum Zeitpunkt t	Meter	**m**
T	Periode der Schwingung	Sekunden	**s**
f	Frequenz der Schwingung	$\frac{1}{\text{Sekunden}}$ = Hertz	**Hz**

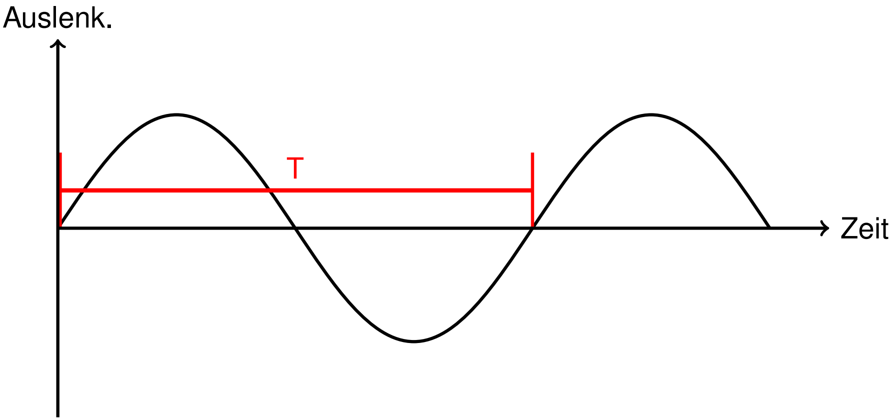
Wichtige Grössen: A und D



A = Amplitude

D = Auslenkung zum Zeitpunkt t

Wichtige Grössen: T



T = Periode der Schwingung

Wichtige Grössen: T und f

T = die Zeit einer vollständigen Schwingung (in Sekunden)

f = Anzahl der Schwingungen pro Sekunde

$$\mathbf{f} = \frac{1}{T}$$

Beispiel:

T = 5s (1 Schwingung dauert 5 Sekunden)

f = $\frac{1}{5s}$ ($\frac{1}{5}$ Schwingungen pro Sekunde) (= 0,2 Hertz/Hz)

Berechnung von D (Auslenkung zur Zeit t)

$$D = A \cdot sin(2 \cdot \pi \cdot \frac{t}{T})$$

$$D = A \times sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)$$

$$\text{Auslenkung} = \text{Amplitude} \times \mathbf{sin}(\mathbf{2} \cdot \pi \cdot \text{Frequenz} \cdot \text{Zeit})$$

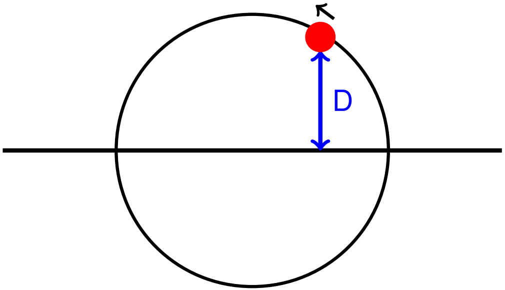
Berechnung von D

$$\text{Auslenkung} = \text{Amplitude} \times \mathbf{sin}(\mathbf{2} \cdot \pi \cdot \text{Frequenz} \cdot \text{Zeit})$$

$\mathbf{2} \cdot \pi$	=	Umfang eines Einheitskreises (Kreis mit Radius 1)
sin()	=	Sinusfunktion Verhältnis Gegenkathete/Hypothenuse im rechtwinkligen Dreieck

Zusammenhang von Schwingung und Kreis (I)

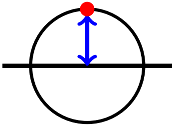
Man betrachtet den Abstand D eines Körpers K
von einer horizontalen Linie durch den Kreismittelpunkt:



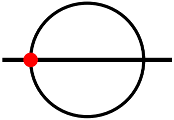
wobei sich K mit gleichmässiger Geschwindigkeit
auf dem Kreis bewegt

Zusammenhang von Schwingung und Kreis (II)

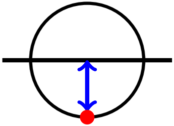
D wird immer grösser bis D = Kreisradius r:



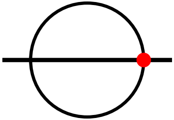
D geht von r auf 0:



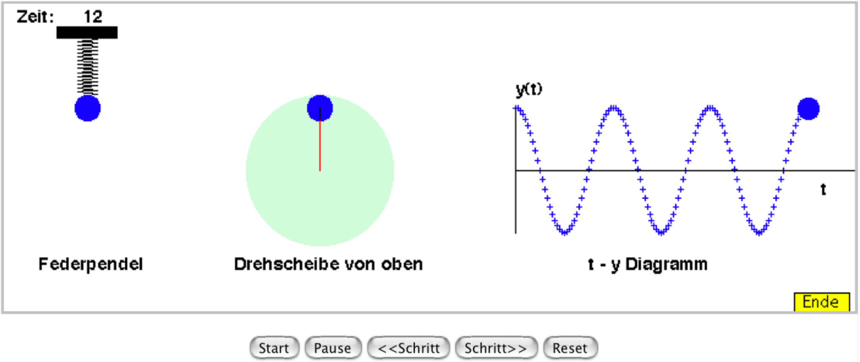
D geht von 0 auf –r:



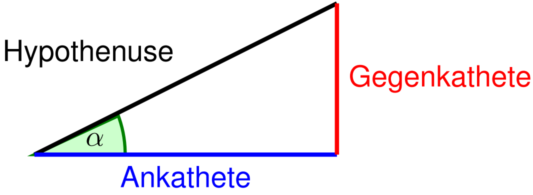
D geht wieder auf 0:



Zusammenhang von Schwingung und Kreis (III)

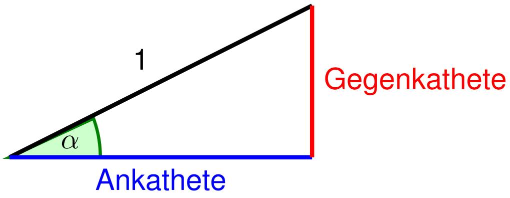


Sinus & Kosinus



$$\sin\alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypothenuse}} \qquad \cos\alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypothenuse}}$$

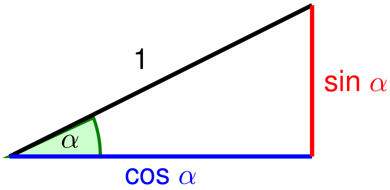
Hypothenuse = 1



$$\sin\alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypothenuse}} = \text{Gegenkathete}$$

$$\cos\alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypothenuse}} = \text{Ankathete}$$

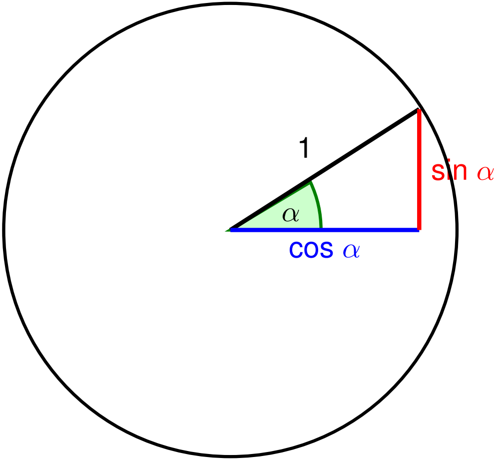
Hypothenuse = 1



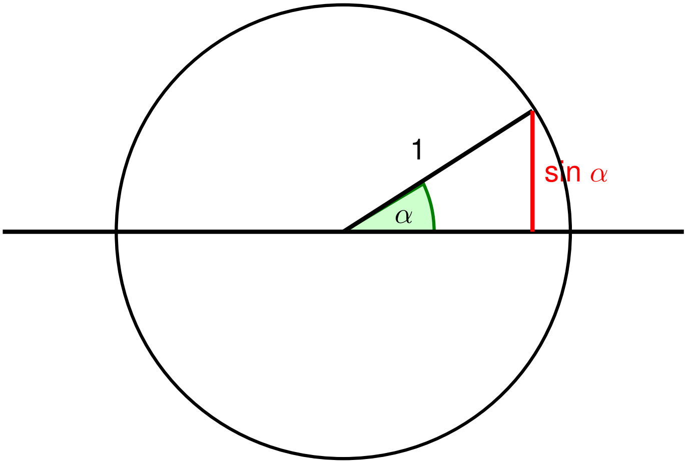
$$\sin\alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypothenuse}} = \text{Gegenkathete}$$

$$\cos\alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypothenuse}} = \text{Ankathete}$$

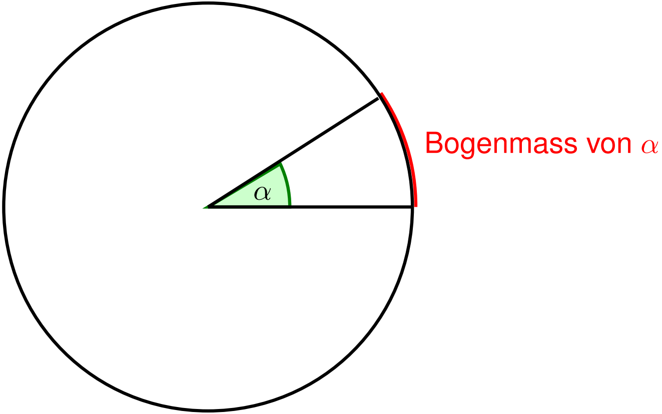
Sinus & Kosinus im Einheitskreis



Sinus(α) = D(t)

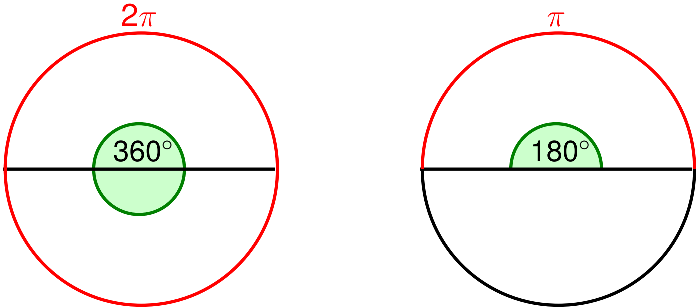


Winkel & Bogenmass



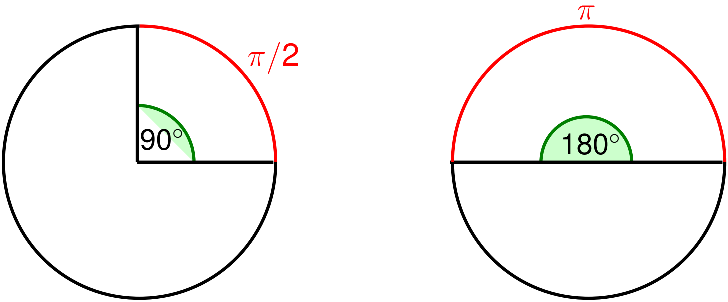
Jedem Winkel entspricht genau ein Bogenmass (und umgekehrt)

Winkel & Bogenmass: Beispiele

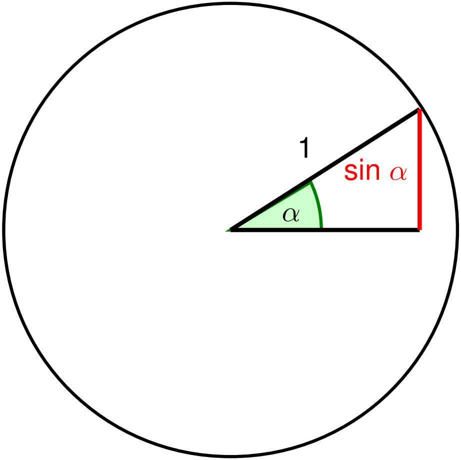


Kreisumfang = $2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot \pi$ (im Einheitskreis)

Winkel & Bogenmass: Beispiele



Berechnung von D zum Zeitpunkt t (Einheitskreis)



$$D = \sin(\alpha)$$

$$2\,\pi \approx T$$

$$\alpha \approx 2\pi \cdot \frac{t}{T}$$

Berechnung von D: Beispiel

$$T = 12\,\text{s}$$

$$t = 3\,\text{s}$$

$$\begin{aligned} D &= \sin(2\pi \cdot \tfrac{t}{T}) = \sin(2\pi \cdot \tfrac{3}{12}) = \sin(2\pi \cdot \tfrac{1}{4}) \\ &= \sin(\tfrac{\pi}{2}) \\ &= 1 \end{aligned}$$

Berechnung von D

im Einheitskreis (r = A = 1):

$$D = \mathbf{1} \times sin(2 \cdot \pi \cdot \frac{t}{T})$$

---

generell:

$$D = \mathbf{A} \times sin(2 \cdot \pi \cdot \frac{t}{T})$$

Berechnung von D: Abschliessendes Beispiel

$$T = 12\ \text{s} \qquad t = 3\ \text{s}$$

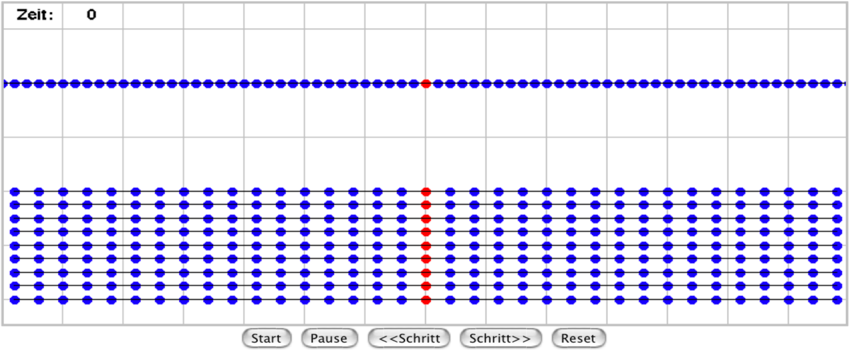
$$A = 0.5\ \text{m}$$

$$\begin{aligned} D &= 0.5 \cdot \sin(2\pi \cdot \frac{t}{T}) \\ &= 0.5 \cdot \sin(\frac{\pi}{2}) \\ &= 0.5 \end{aligned}$$

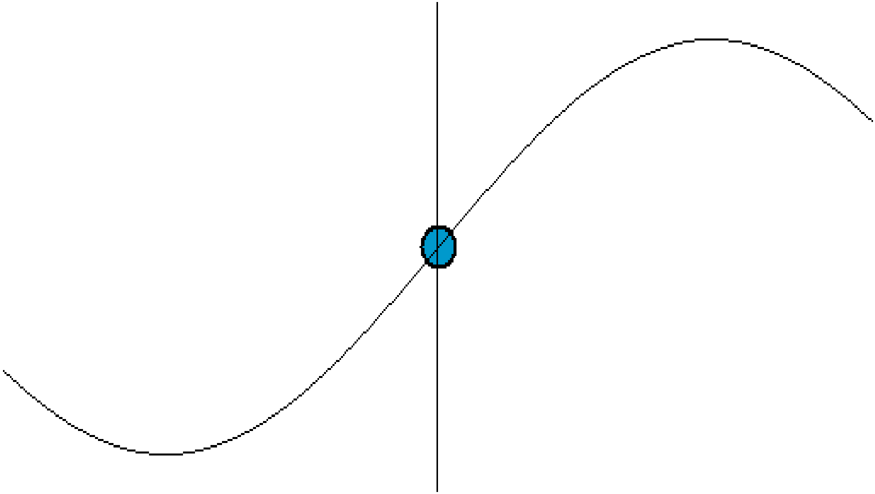
Wellen & Schwingungen

Wellen sind Schwingungen, die sich ausbreiten

Wellen



Wellen



[a] in [masa] als “Quasi-Welle”