



UNIVERSITÄT LEIPZIG

Stickstoffimplantation in medizinische CoCr-Legierungen

Johanna Lutz, Antje Lehmann, Stephan Mändl

14.03.2007

Inhalt

- Motivation
- Ionenimplantation in medizinische Legierungen
- Charakterisierung des Ausgangsmaterials
- Plasma-Immersions-Ionenimplantation
- Rauigkeit
- Einfluss der Temperatur
- Zusammenfassung und Ausblick

Motivation



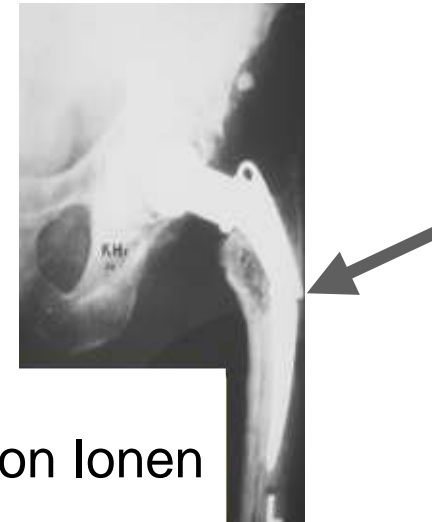
- Stents
Restenoserate 15 – 25%
- Hüftimplantate:
Deutschland >200 000
Eingriffe/Jahr,
Revisionsrate ~ 10 % über
10 Jahre

<http://www.zimmergermany.de>

Motivation

- **Ursachen:**

- Ermüdungsbrüche
- Verschleiß
- Abriebpartikel und Freisetzung von Ionen



C. Fleck, TU Berlin

- **Ziel:**

Verbesserung der Biokompatibilität medizinischer CoCr Legierungen mittels Plasma-Immersionen-Ionenimplantation (PIII):
 Projektbeginn 1.12.2006; Translationszentrum für Regenerative Medizin Leipzig und Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung

Ionenimplantation in med. Legierungen

- **Methode:**
 - Ionenimplantation führt zu harten und biokompatiblen Oberflächen
 - Bekannte „Interstitial Alloys“: TiN, TiC, CrN, Fe₂O₃
 - Bereits nachgewiesen für Titanlegierungen und Stahl

- **Probleme:**
 - Schichtdicke bei tiefen Temperaturen (Implantationstiefe 10 – 100 nm, d.h. Diffusionsprozesse notwendig)
 - Veränderung von Materialeigenschaften bei erhöhter Temperatur

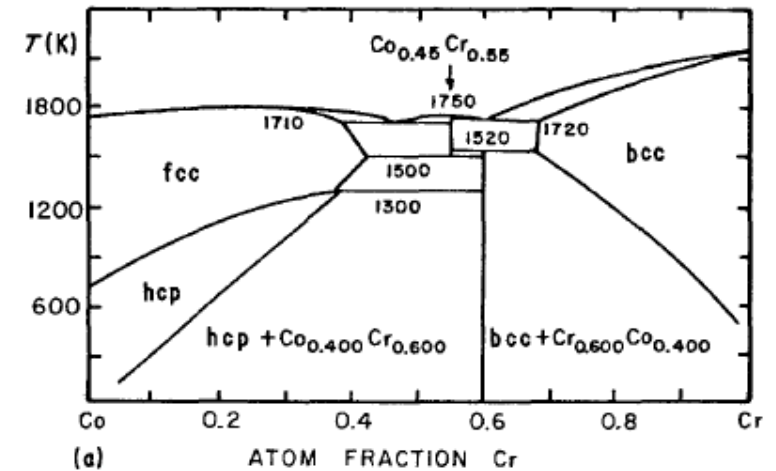
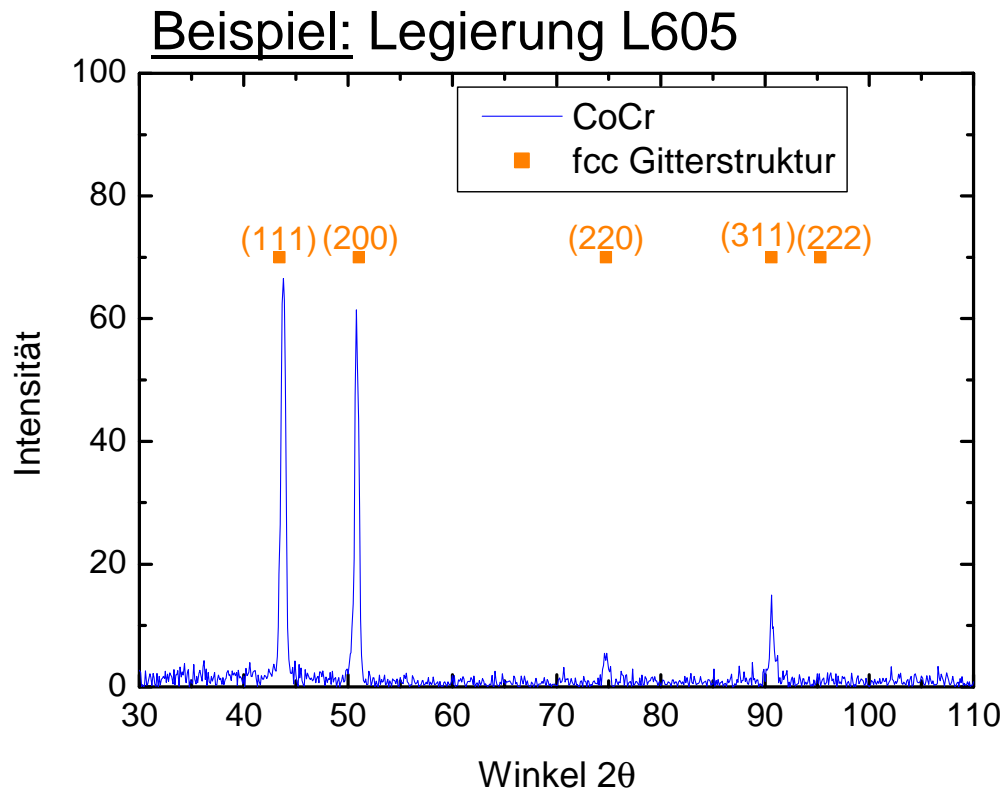
Charakterisierung des Ausgangsmaterials

- CoCrWNi (L605; Stents)
- CoCrWNi (HS188; Flugzeugtriebwerke)
- CoCrMo (SY21 med; Hüftimplantate)

Zusammensetzungen in Gewichtsprozent:

	Co	Ni	Cr	W	Fe	Mn	Si	Mo	La	B
L605	51	10	20	15	3	1,5	0,4			
HS188	39	22	22	14	3	1,25	0,35		0,03	0,015
SY21	65,5	0,17	27,7		0,22	0,59	0,37	5,28		

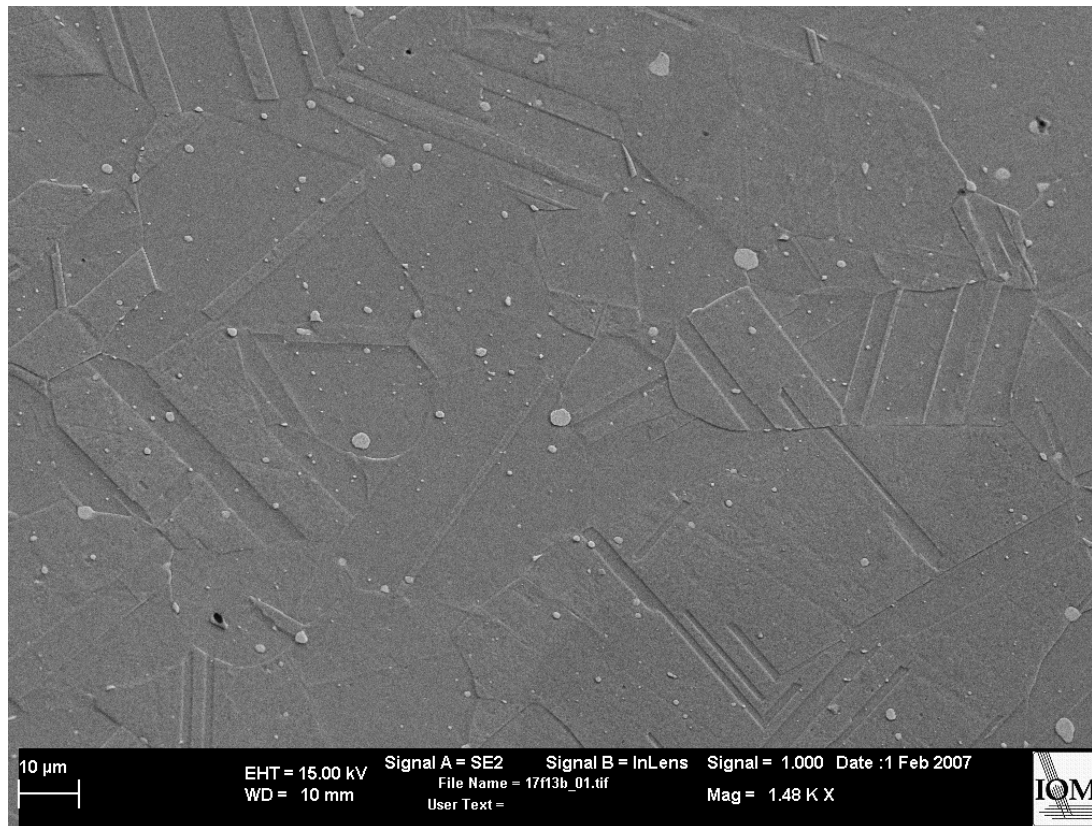
Charakterisierung des Ausgangsmaterials



K. Rajan, J. of Mat. Sci. **18** (1983) 257

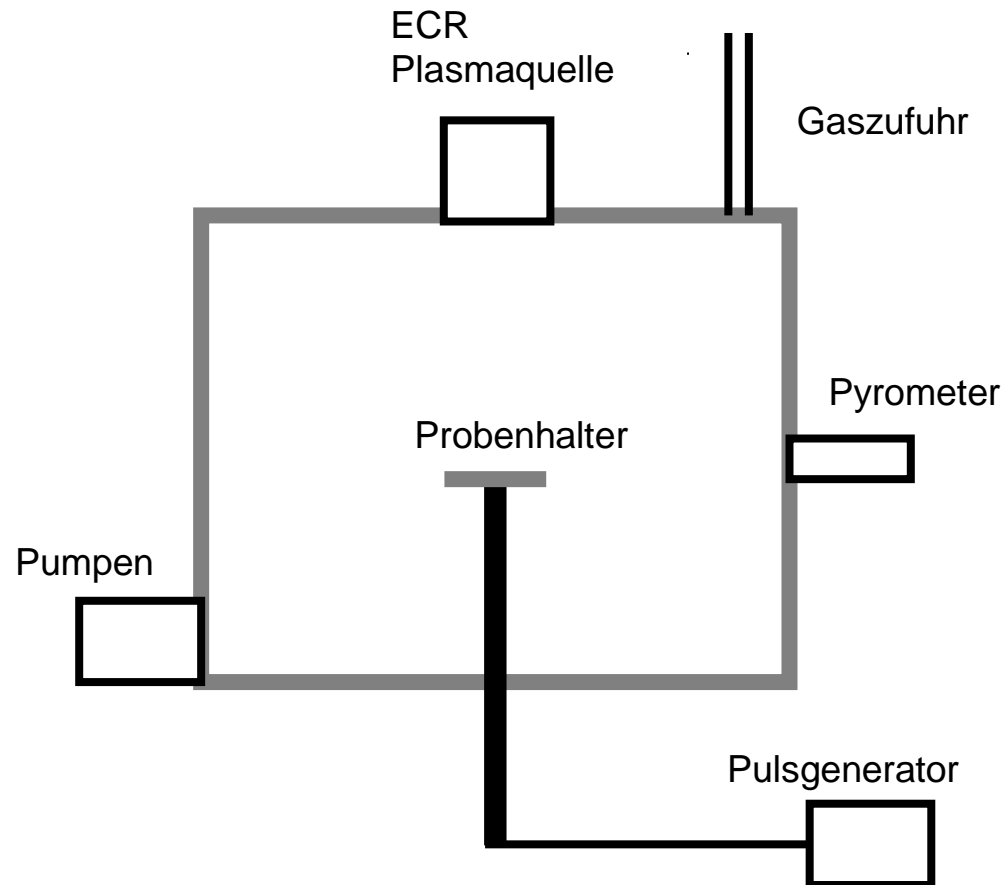
- fcc-Gitterstruktur bei Raumtemperatur
 ⇒ Wärmebehandlung und Abschrecken

Charakterisierung des Ausgangsmaterials



- Korngrößen:
~100 μm
- Versetzungen
sichtbar
- EDX:
Wolframkarbid-
ausscheidungen

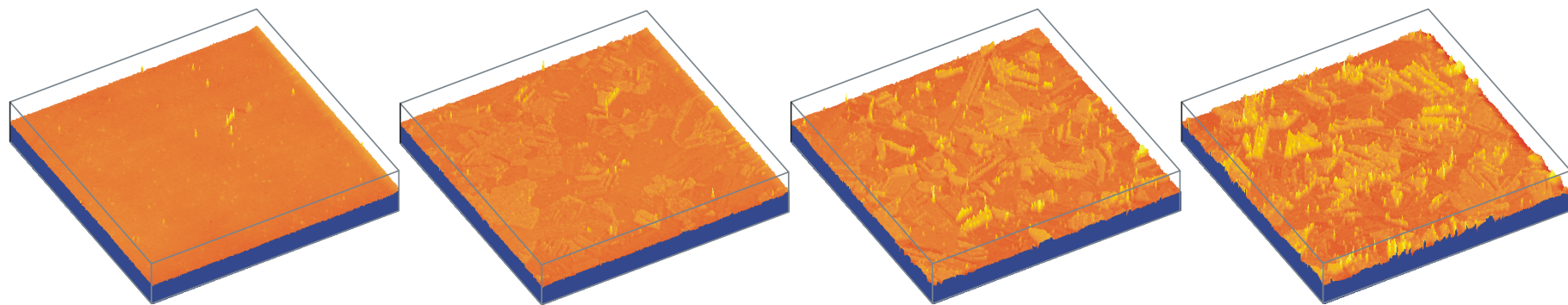
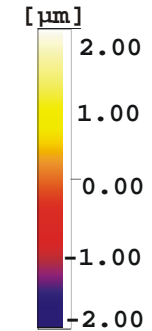
PIII



- Stickstoffimplantation
- Spannung = 10 kV bzw. 25 kV
- Frequenz = 0,25 – 4,5 kHz
⇒ $T = 230 - 600 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Pulslänge = 15 μs
- Zeit = 2 h bzw. 3 h
- Arbeitsdruck = 5,25 μbar

Rauhigkeit

- Rauheitsmessungen mittels eines Laserprofilometers auf einer Fläche von $500 \times 500 \mu\text{m}^2$ (Beispiel HS188):



Zunahme der Ionenfluenz

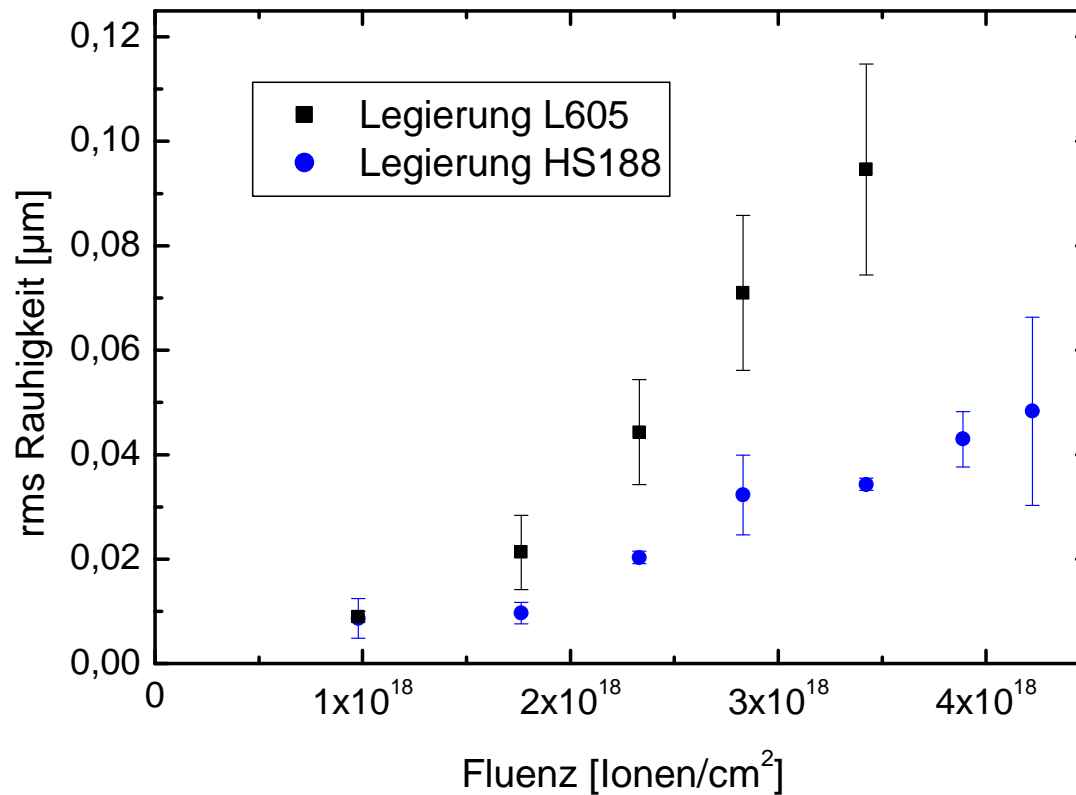
$1,0 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-2}$

$2,3 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-2}$

$3,4 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-2}$

$4,2 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-2}$

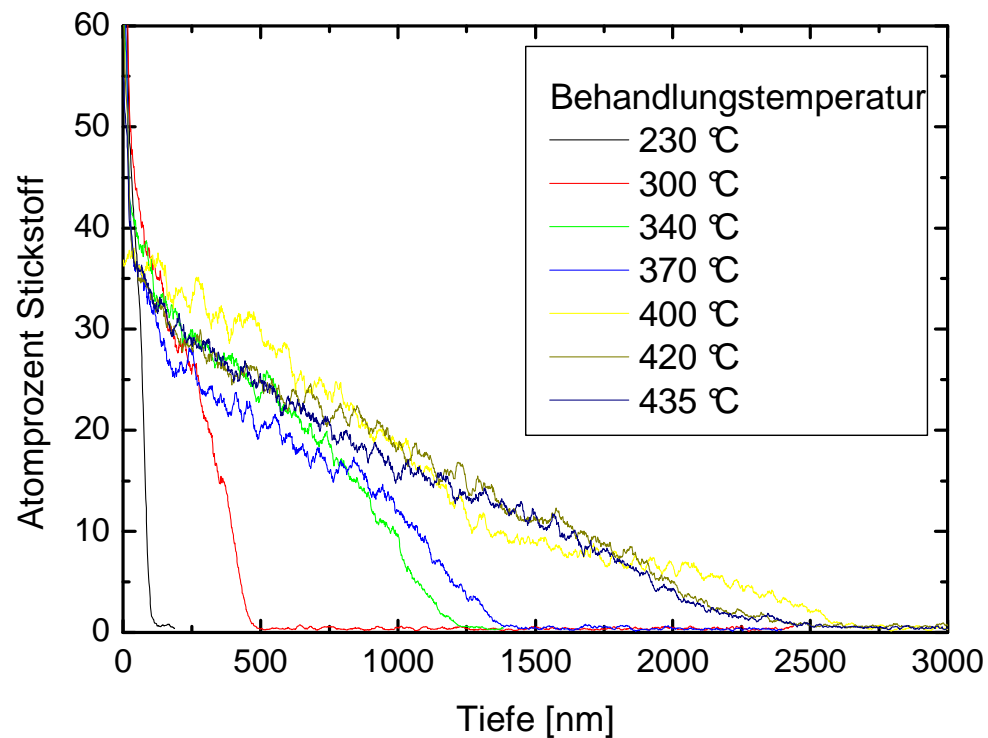
Rauhigkeit



- Beeinflussung der Zelladhäsion?
- Amplitude und Ortswellenlänge sind entscheidend für Zellhaftung
- Ausgangspunkt für weitere Experimente

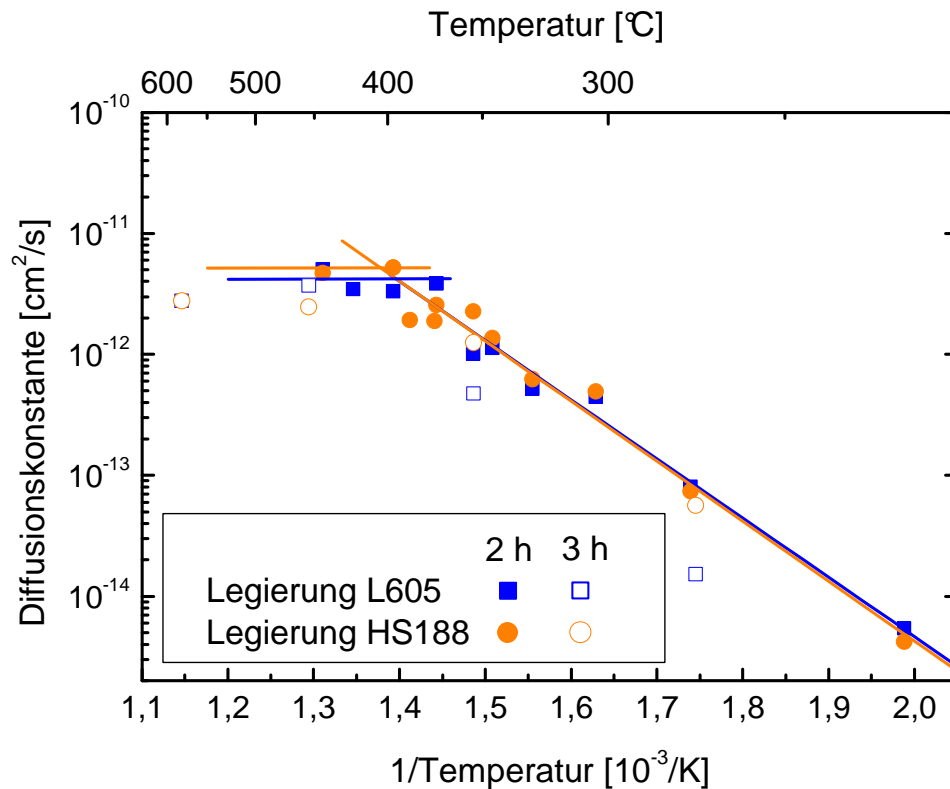
Einfluss der Temperatur

- SIMS-Tiefenprofile: Prozessdauer 2 h



Legierung HS188

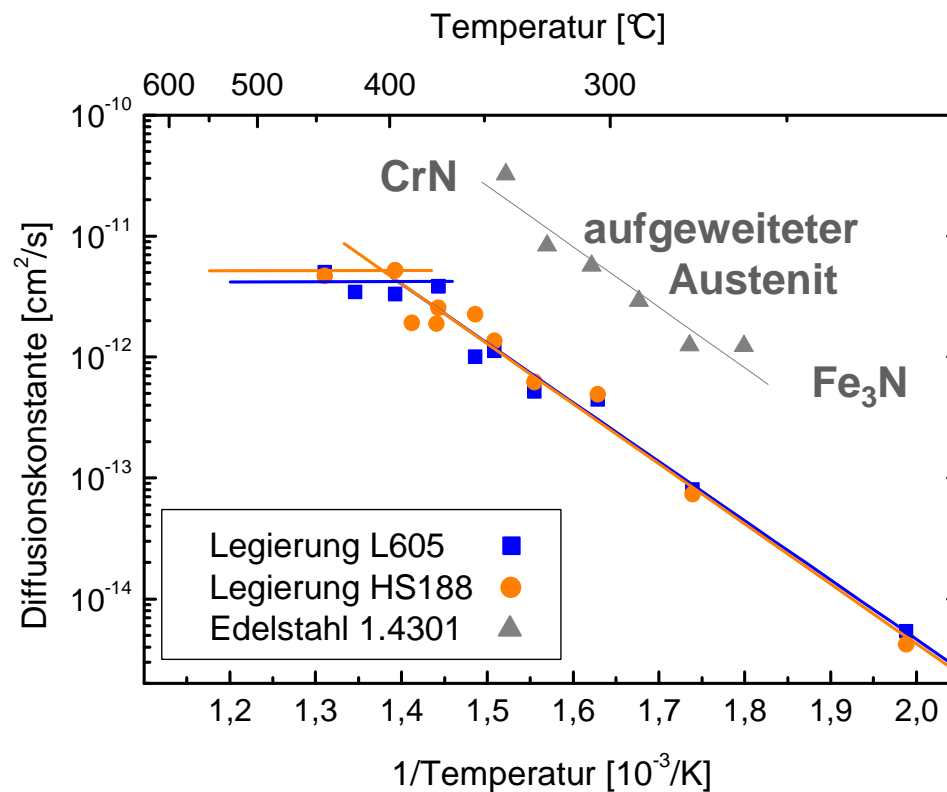
Einfluss der Temperatur



- Arrheniusgesetz:

$$D = D_0 e^{-E_A/k_B T}$$
 ⇒ Aktivierungsenergie
 ~ 0,97 eV
- Sättigung bei Temperaturen ab ca. 400 °C
- Geringere Diffusionsgeschwindigkeiten bei längeren Prozesszeiten

Einfluss der Temperatur



- Vergleich mit aust. Edelstahl: fast gleiche Aktivierungsenergie

- Dort Begrenzung der Temperatur durch Phasenbildung: CrN bzw. Fe_3N

⇒ Kinetik in CoCr?

Zusammenfassung und Ausblick

- Einführende Untersuchungen bezüglich Oberflächentopologie sowie Schicht- und Phasenbildung vor und nach Stickstoff-PIII von CoCr-Legierungen
- Komplexer Diffusionsprozess: Entstehung einer neuen Phase?

Ausblick:

- Ionenimplantation von Sauerstoff
- Untersuchungen bezüglich Härte, Verschleiß und Korrosion (Freisetzung von Ionen)



Danksagung

- D. Manova
- J. Gerlach
- D. Hirsch