

Spannungs- Dehnungskurven für Einkristalle (plastische Anisotropie)

von

Frederik Lochte, Ingo Schmidt

Inhalt

- Einkristall
- Spannungs- Dehnungsdiagramm
 - plastische Anisotropie
 - elastische Anisotropie
- Ausblick auf Polykristall

Einkristall

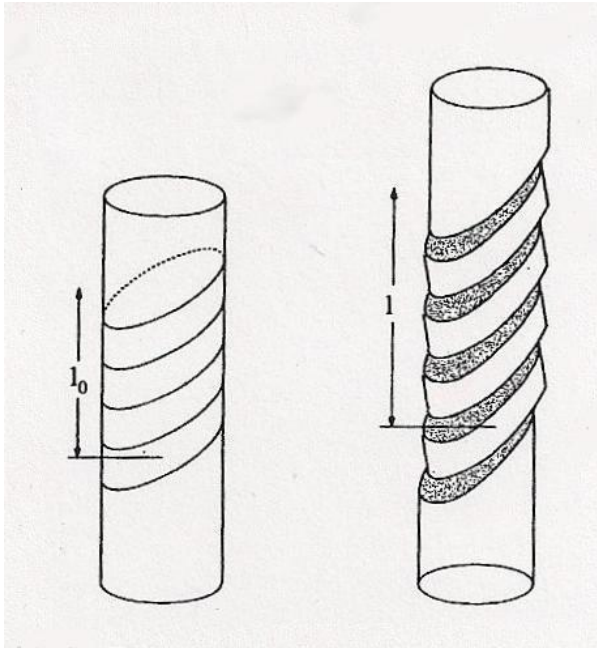
- Ein Einkristall besitzt ein einheitliches homogenes Kristallgitter
- Zucht aus Schmelze durch Impfkristall



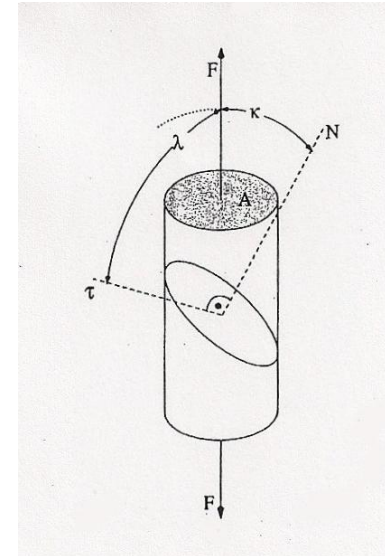
Silizium Einkristall

Spannungs- Dehnungsdiagramm

Zugversuch beim Einkristall

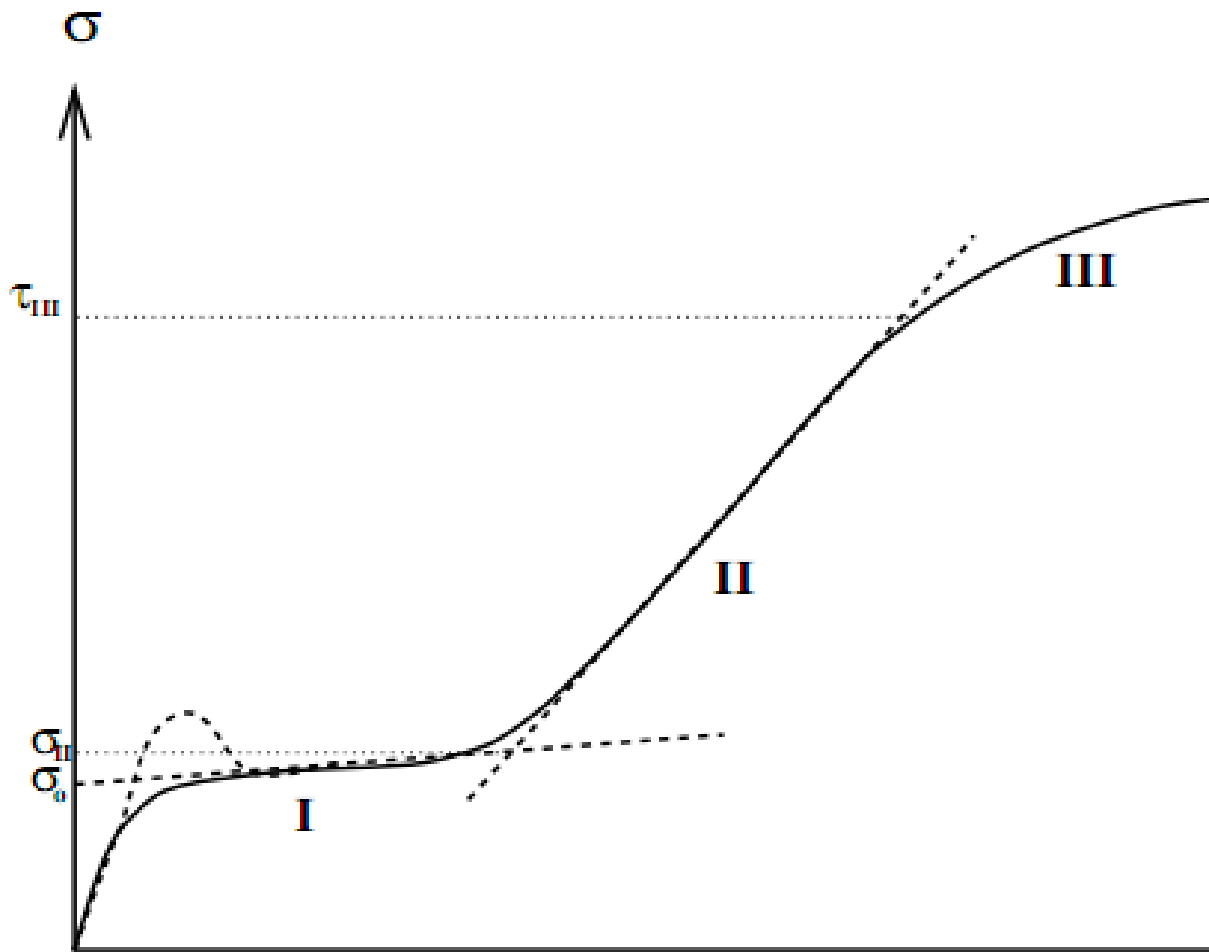


- Zylindrische Probe mit Zugspannung
- Verlängerung der Probe in Zugrichtung
- Ursache: Abgleiten auf zur Zugachse geneigten Ebenen



- Schmidtsche Schubspannungsgesetz
- Winkelbeziehung zwischen Zugrichtung, Gleitebennormalen und Gleitrichtung bei Uniaxialem Zug und Einfachgleiten
- Einachsige Spannung:
 $\tau = \sigma * \cos \lambda_i * \cos \theta_i$
- Erweitert
 $\tau = \sum \sigma * \cos \lambda_i * \cos \theta_i$

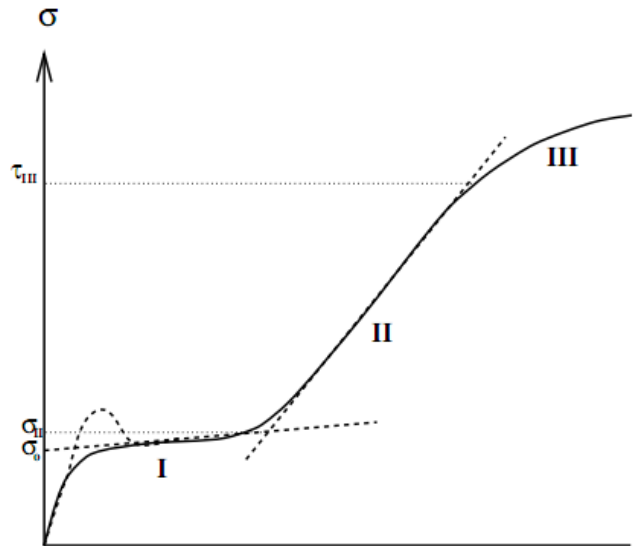
Spannungs- Dehnungsdiagramm



Verfestigungsdiagramm von fcc-Einkristallen

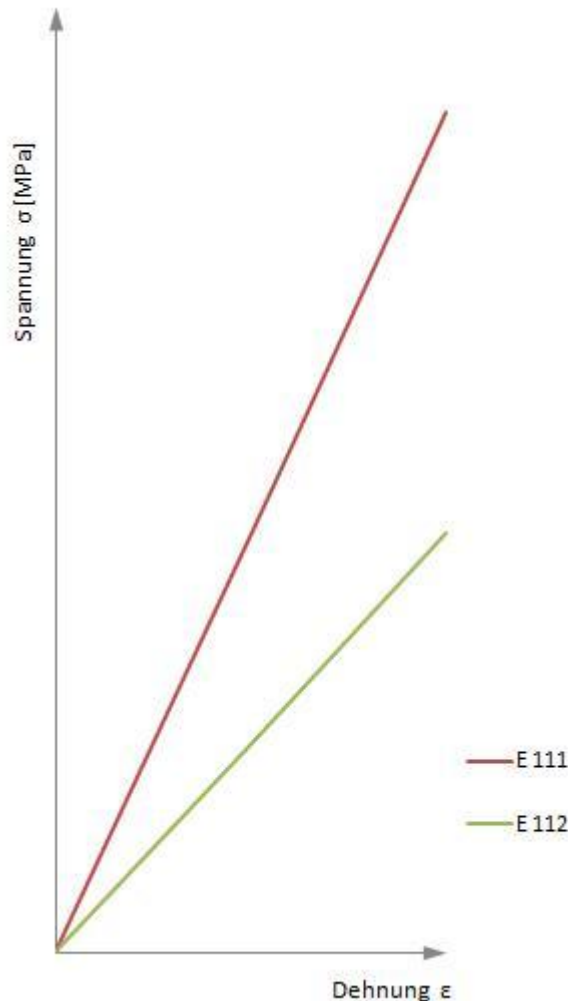
Spannungs- Dehnungsdiagramm

- Bereich I :
auf Hauptgleitsystem
- Bereich II : Mehrfachgleitung
- Bereich III : dynamische Erholung



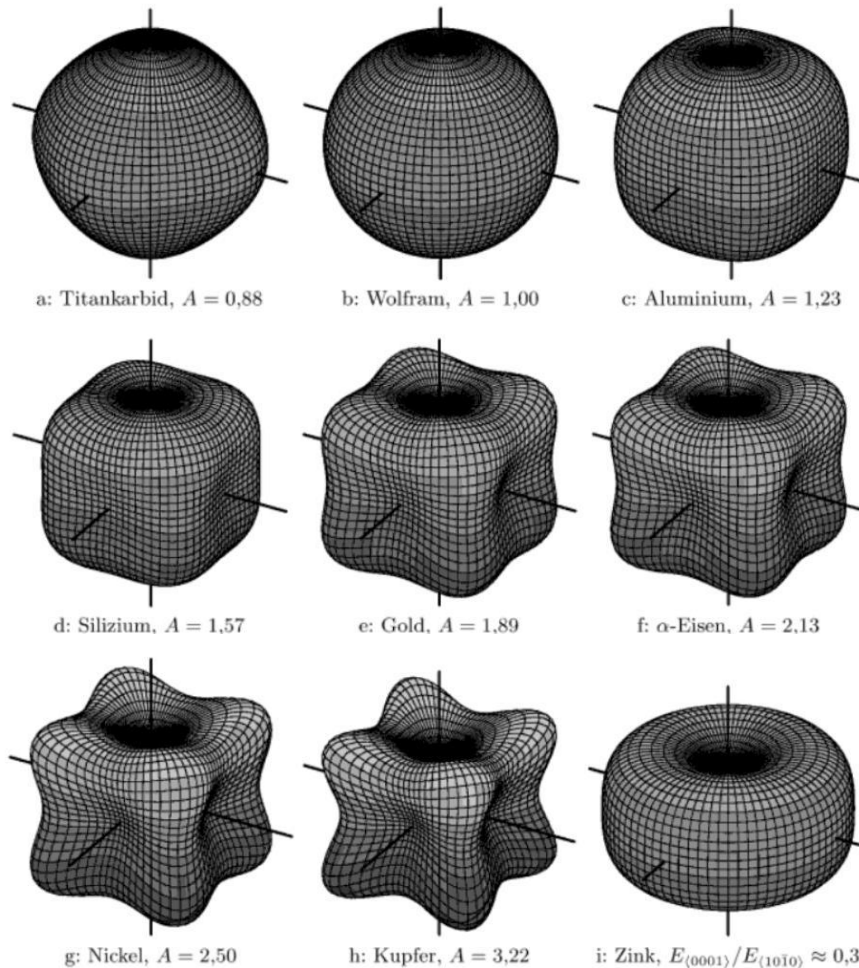
Spannungs- Dehnungsdiagramm

Elastischer Bereich der Spannungs- Dehnungskurve



- Zugversuch in verschiedene Achsenrichtungen
- dadurch Aktivierung verschiedener Gleitsysteme
- Verschiedene Elastizitätsmodule Aufgrund der Anisotropie des Einkristall

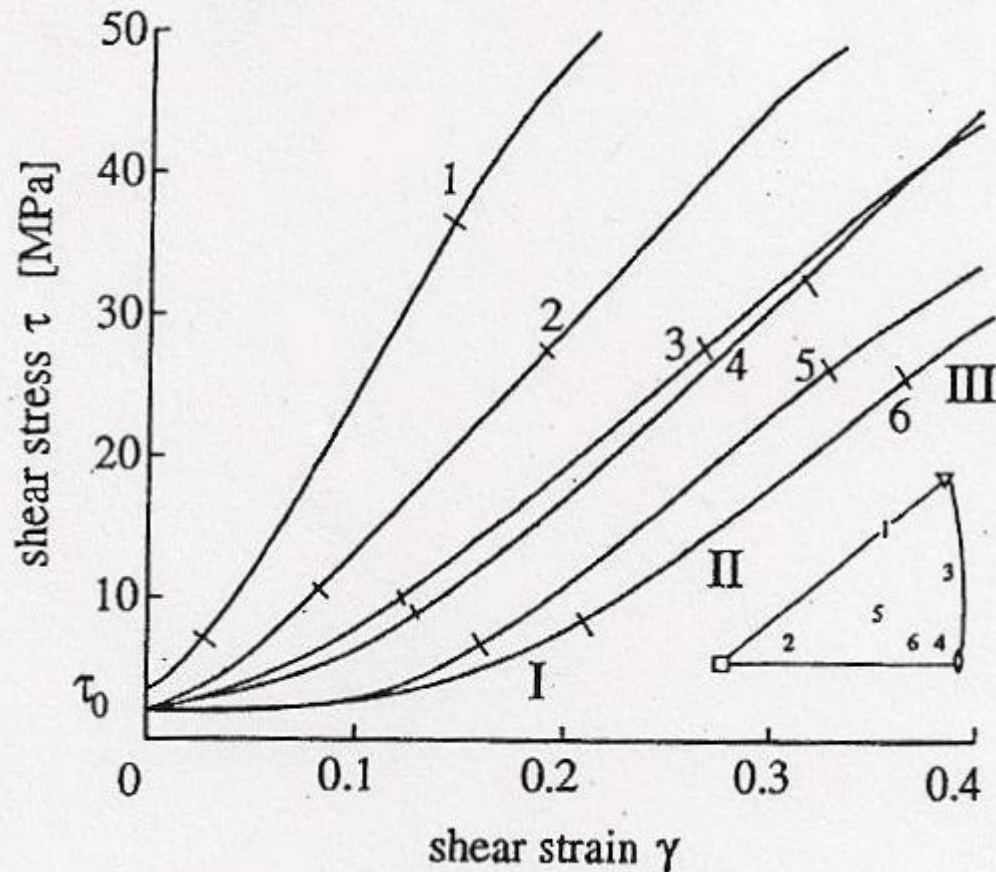
Elastische Anisotropie von Einkristallen



- Richtungsabhängigkeit der Elastizitätsmodulen einiger Werkstoffe
- In jede Raumrichtung gibt der Abstand der Oberfläche vom Koordinatenursprung die Größe des Elastizitätsmoduls an

Spannungs- Dehnungsdiagramm

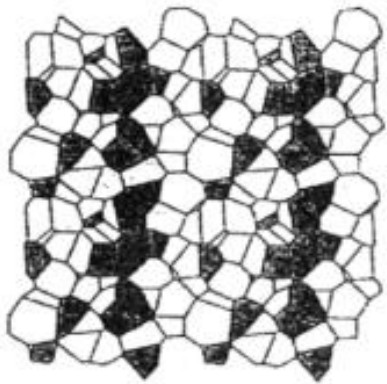
in verschiedenen Orientierungen



- Bereich I: Einfachgleiten
- Bereich II: Mehrfachgleitung
- Bereich III: dynamische Erholung

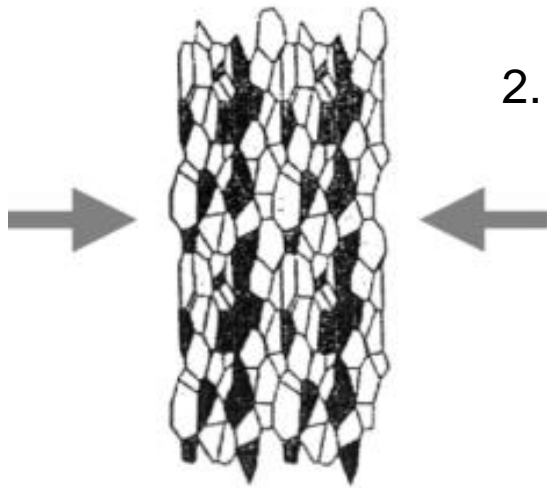
Verfestigungskurven von Kupfer- Einkristallen verschiedener Orientierungen bei $T = 297 \text{ K}$

Ausblick auf Polykristall



1. Probe vor dem
Zugversuch

- jedes Korn wird deformiert
- Gleitsysteme werden aktiviert
- Anisotropie wird aufgehoben,
Werkstoff ist isotrop



2. Probe nach dem
Zugversuch

Unterschied zum Vielkristall

- Schubspannung im Hauptgleitsystem konstant (Schmidsche Schubspannungsgesetz)
- Abgleitungen über Dimensionen der makroskopischen Abmessungen möglich
- Keine Einschränkung durch Grenzflächen bei Einkristallverformung
- Versetzungsbildung aus dem Versetzungsnetzwerk selbst
- Oberflächenbeobachtungen lassen Rückschlüsse auf Vorgänge im Kristallinnern zu

Quellen

Schumann, H. und Oettel, H., Metallografie, 14. Aufl., Wiley-VCH Verlag, 2005

www.uni-stuttgart.de/izfm/lehre/Elastiz.pdf

Reimers Vorlesung: Werkstoffe 1 Metalle/ HVAT Metalle

J. Rößler, H. Harders, M. Bäcker, „Mechanisches Verhalten der Werkstoffe“,

Teubner Verlag