
Festigkeitssteigernde Mechanismen am Bsp. Stahl

Karen Hans, Julia Liebert

HVAT Metalle

06.07.2009

Gliederung

1. Festigkeitssteigerung
 - a. Definition
 - b. allgemeine Mechanismen
 2. Festigkeitssteigernde Mechanismen der Stähle
 - a. Verfestigung durch Verformung
 - b. Feinkornhärtung
 - c. Mischkristallverfestigung
 - d. Phasentransformation
 3. Quellen
-

1.a Definition

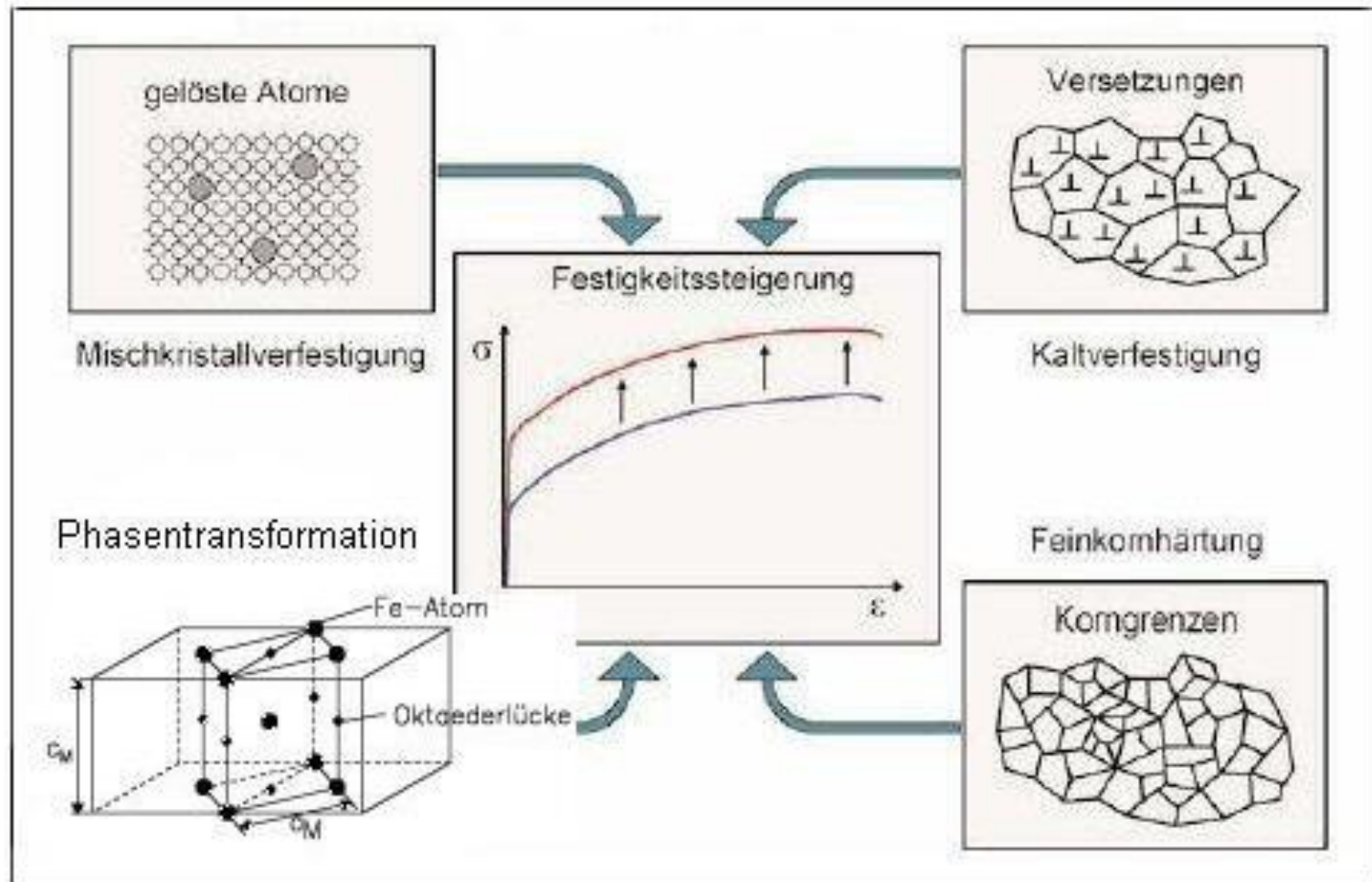
Festigkeitssteigerung bedeutet die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit eines Werkstoffes gegenüber plastischer Verformung.

Dabei werden die Streckgrenze und Zugfestigkeit erhöht, d.h. die Werkstoffe verformen sich erst bei größeren Belastungen.

1.b allgemeine Mechanismen

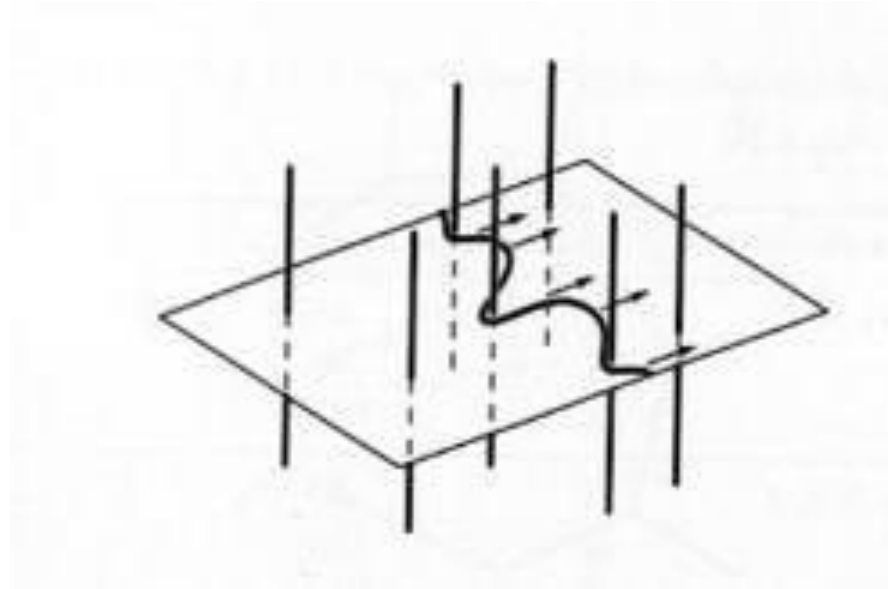
- Plastische Verformung
 - Feinkornhärtung
 - Mischkristallverfestigung
 - Dispersionsverstärkung
 - Ausscheidungshärtung
 - Texturhärtung
 - Phasentransformation
-

2. Festigkeitssteigernde Mechanismen der Stähle



2.a Verfestigung durch Verformung

- wird bestimmt durch die Beweglichkeit der Versetzungen
 - durch plastische Verformung entstehen neue Versetzungen
 - Versetzungsdichte erhöht sich
 - Verfestigung
- z.B. Walzen und Tiefziehen von Stahlblechen

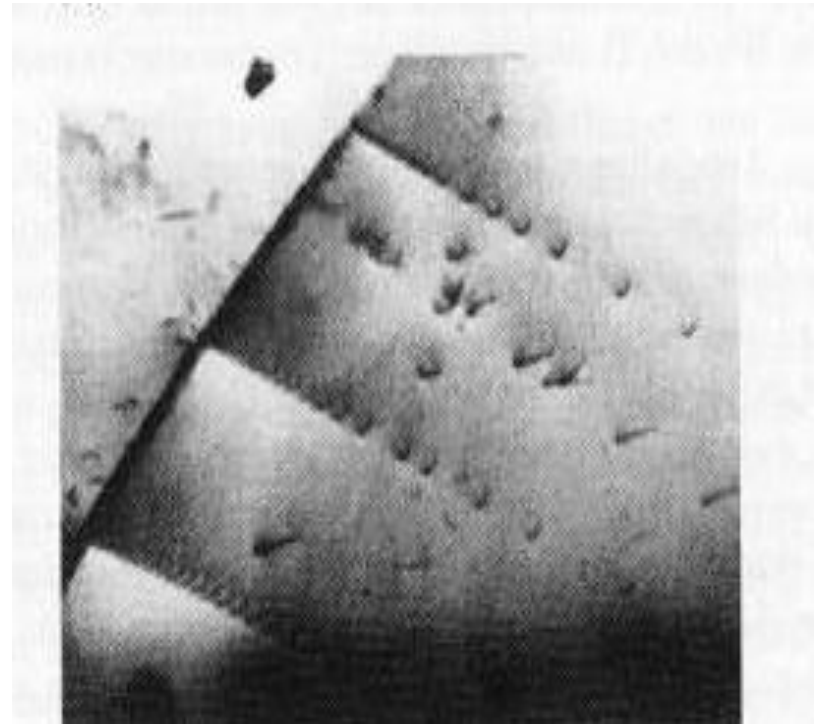


2.b Feinkornhärtung

- Korngrenzen sind Barrieren für die Bewegung von Versetzungen
- Versetzungsaufstau
- Verfestigung
- Hall-Petch-Beziehung:

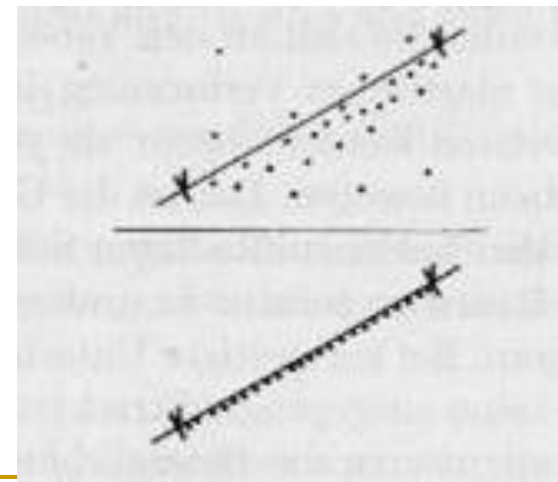
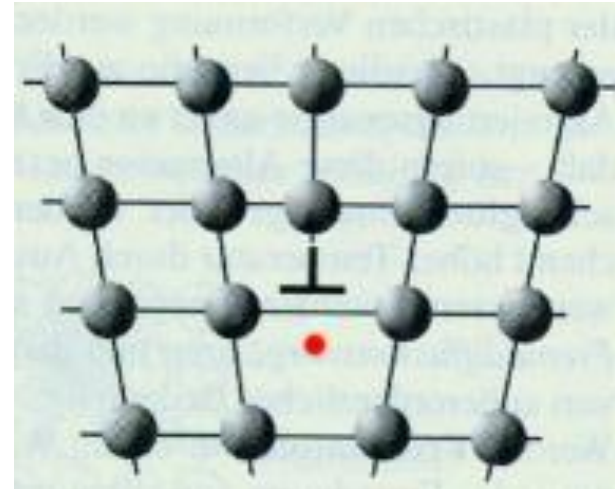
$$\Delta\sigma = \sigma_0 + \frac{k_y}{\sqrt{D}}$$

- Bsp: wichtiger Mechanismus bei Nb-haltigen Feinkornstählen



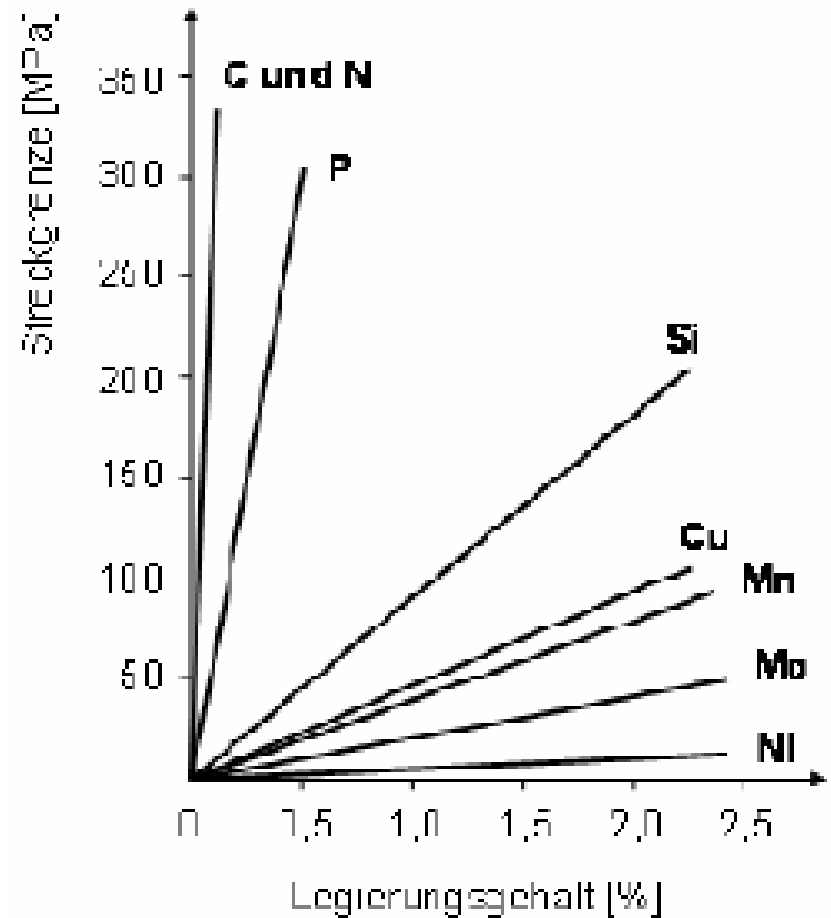
2.c Mischkristallhärtung

- Zulegieren von Elementen die sich im Kristall lösen (Substitutions- oder Zwischengitteratom)
- Stahl : Kohlenstoff als Zwischengitteratom
 - erzeugt unsymmetrisches Spannungsfeld
 - lagert sich bevorzugt an Versetzungen an
 - Bewegung von Versetzungen behindert (PLC-Effekt)



2.c Mischkristallhärtung

- Verschiedene Legierungselemente im Ferrit
- unterschiedliche Streckgrenzenerhöhung
- Grund:
Atomdurchmesser



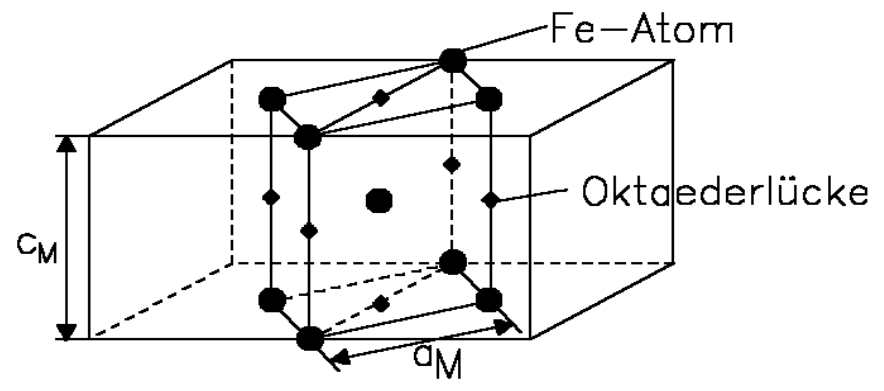
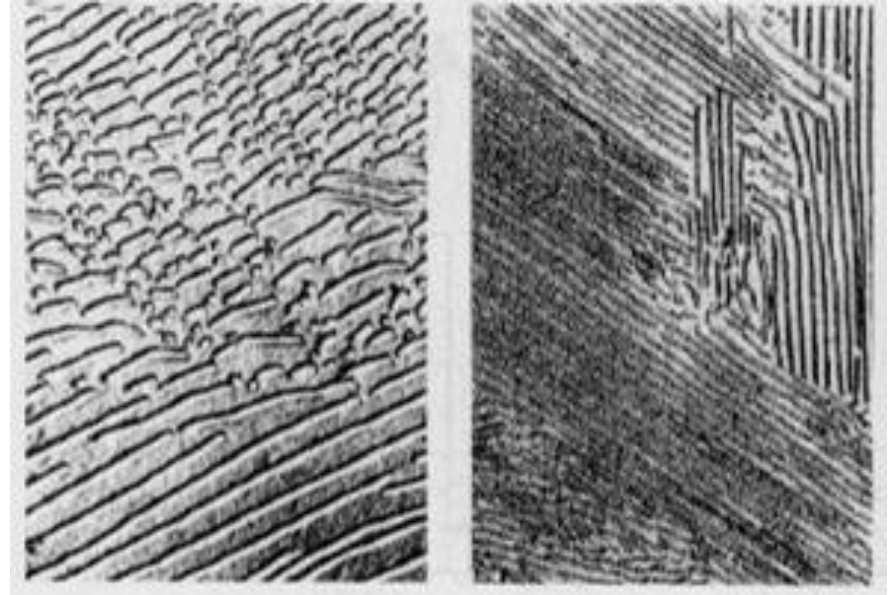
2.d Phasentransformation

Eutektische Entmischung
(diffusionsgesteuert):

- Lamellenbildung

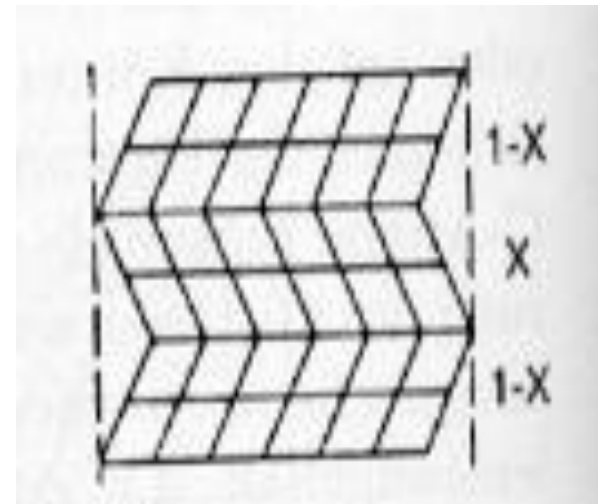
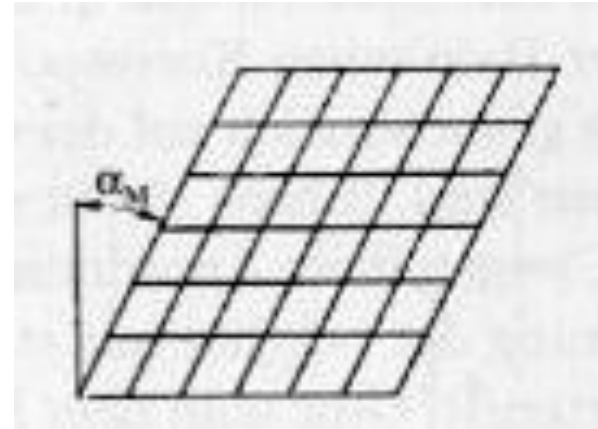
Martensitische Umwandlung
(diffusionslos):

- Kohlenstoff wird eingeklemmt
- Gitterparameteränderungen
- Kornfeinung



2.d Phasentransformation

- Zwillingsbildung bei
Martensitumwandlung:
im Inneren ist Gestalt-
änderung nicht möglich
- Kompensierung durch
Zwillingsbildung
 - Zwillingsgrenzen sind
Behinderungen für
Versetzungsbewegung



3. Quellen

- W. Reimers: Skript HVAT Metalle SS 09
 - Joachim Rösler: „Mechanisches Verhalten der Werkstoffe“, 3. Auflage 2008, Vieweg+Teubner
 - Gottstein: „Physikalische Grundlagen der Materialkunde“, 3.Auflage 2007, Springer
 - Bergmann: „Werkstofftechnik 1“, 5.Auflage 2003, Hanser
 - H. Schubert: Skript Prozesstechnik WS08/09
 - Behrens et al.: Erhöhung der Beulfestigkeit von Blechteilen durch lokale Vorverfestigung der Platinen, erschienen in UTF Science 2006
-