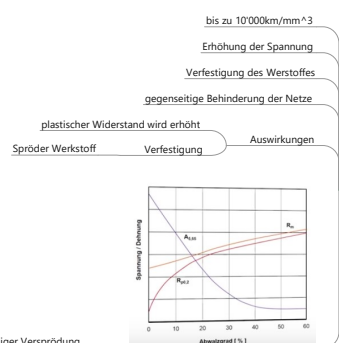
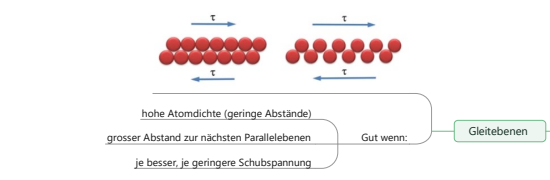
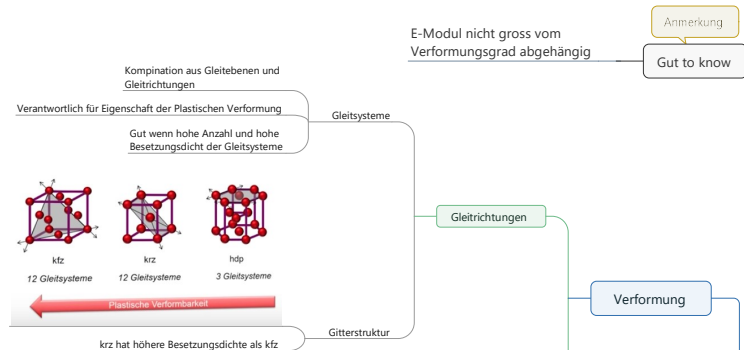


Steigerung der Festigkeit und Härte

Verminderung der Umformbarkeit und Zähigkeit

Auswirkung

Verformbarkeit (Bruchdehnung)

Festigkeit (Streck- bzw. Dehngrenze)

Metalle mit guter:

Spannungs-Dehnungs-Diagramm

Eignung

E-Modul nicht gross vom Verformungsgrad abgehängig

Anmerkung

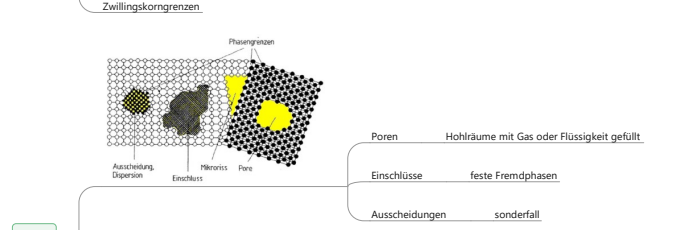
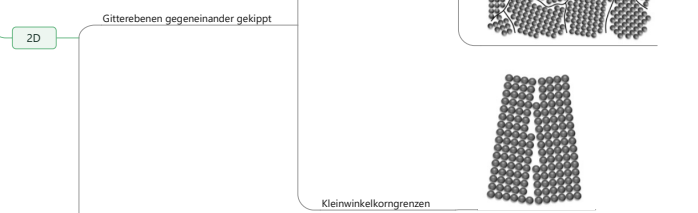
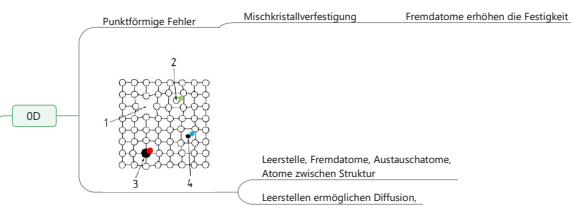
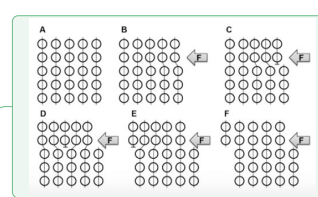
Gut to know

Verformung

Verfestigung

Kaltverfestigung

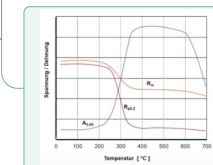
Gitterfehler



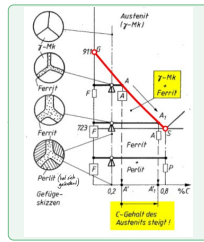
Weichglühen

Entfestigen des Gitterstruktur

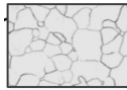
Versetzungsdichte wird abgebaut



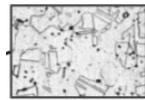
Rekristallisationsglühen



Übergang unter 0,8% C-Gehalt



Ferrit

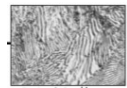


Austenit

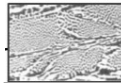
Eisencarbid
Intermetallische Verbindung
keine Foto verfügbar

Zementit (Fe₃C)

aus Ferrit und Zementit in einem Korn
erfolgt ab 723°C aus Austenit
keine Phasen, sondern Phasengemische (Gefüge)



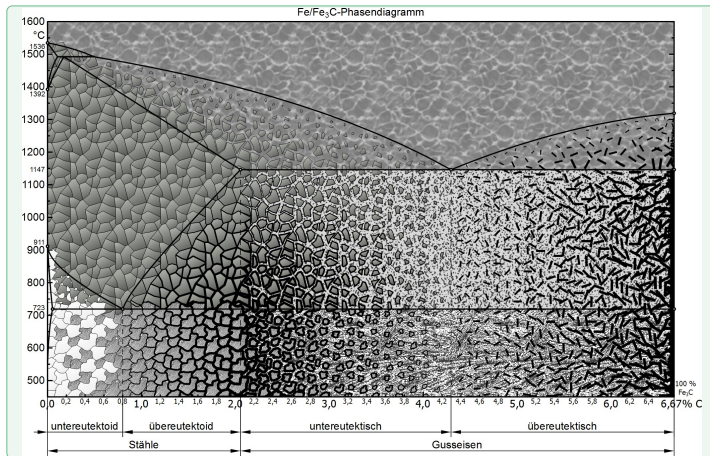
Perlit



Lederburit

S. 98 Tab. 5.2

Gefügearten



Eisen-Kohlenstoffdiagramm

Temperatur

Temperatur-Zeit-Verlauf

Wärmebehandlung (S.104)

Abkühlgeschwindigkeit

Zeit-Temperatur-Diagramm (ZTU-Diagramm)

Haltepunkt	Linie i.EKD	Gefügeänderung
A ₃	GSK	Ferritausscheidung beim Abkühlen beginnt (γ-α-Umwandlung)
A _{c3}	GSK	Austenitbildung beim Erwärmen beendet (α-γ-Umwandlung)
A ₁	PSK	Austenitfall beim Abkühlen (= Perlitbildung)
A _{c1}	PSK	Perlitauflösung zu Austenit beim Erwärmen
A _{cm}	ES	Zementitausscheidung beginnt beim Abkühlen
A _{ccm}	ES	Zementiteinlösung beim Erwärmen beendet

Eigenschaften anpassen: Härte, Festigkeit, Verformbarkeit ... Bsp: Zahnräder (Äussere Schicht hart, Kern aber zäh)

Neue Korngrößen, Kornform, Gefügearten

Erwärmen und Halten Glüh- oder Härte-temperatur

Phasen Abkühlen schnell/ langsam

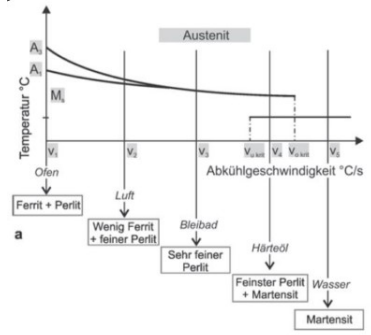
Anlassen entspannung des Gefüges

Verfahren Glühbehandlung

Härten (durchgreifend)

Oberflächenverfahren

Vergüten



Buch S. 101

Austenitumwandlung stark beeinflusst

Entstehung verschiedene Gefüge

langsam: aus Austenit bildet sich Ferrit und Perlit

beschleunigt an der Luft: Perlit wird feiner/ weicher Ferrit wird weniger gebildet - Festigkeitszunahme

Effekt: weitere Beschleunigung: Perlitfeinheit nimmt zu

untere kritische Abkühlgeschwindigkeit: neben Perlit entsteht neuer Kristalltyp, Martensit

schnelle abkühlung auf gewünschte Temperatur und solange gehalten bis Umwandlung abgeschlossen ist

Isotherme ZTU-Diagramm Stufenweise abkühlung

Kontinuierliche ZTU-Diagramm

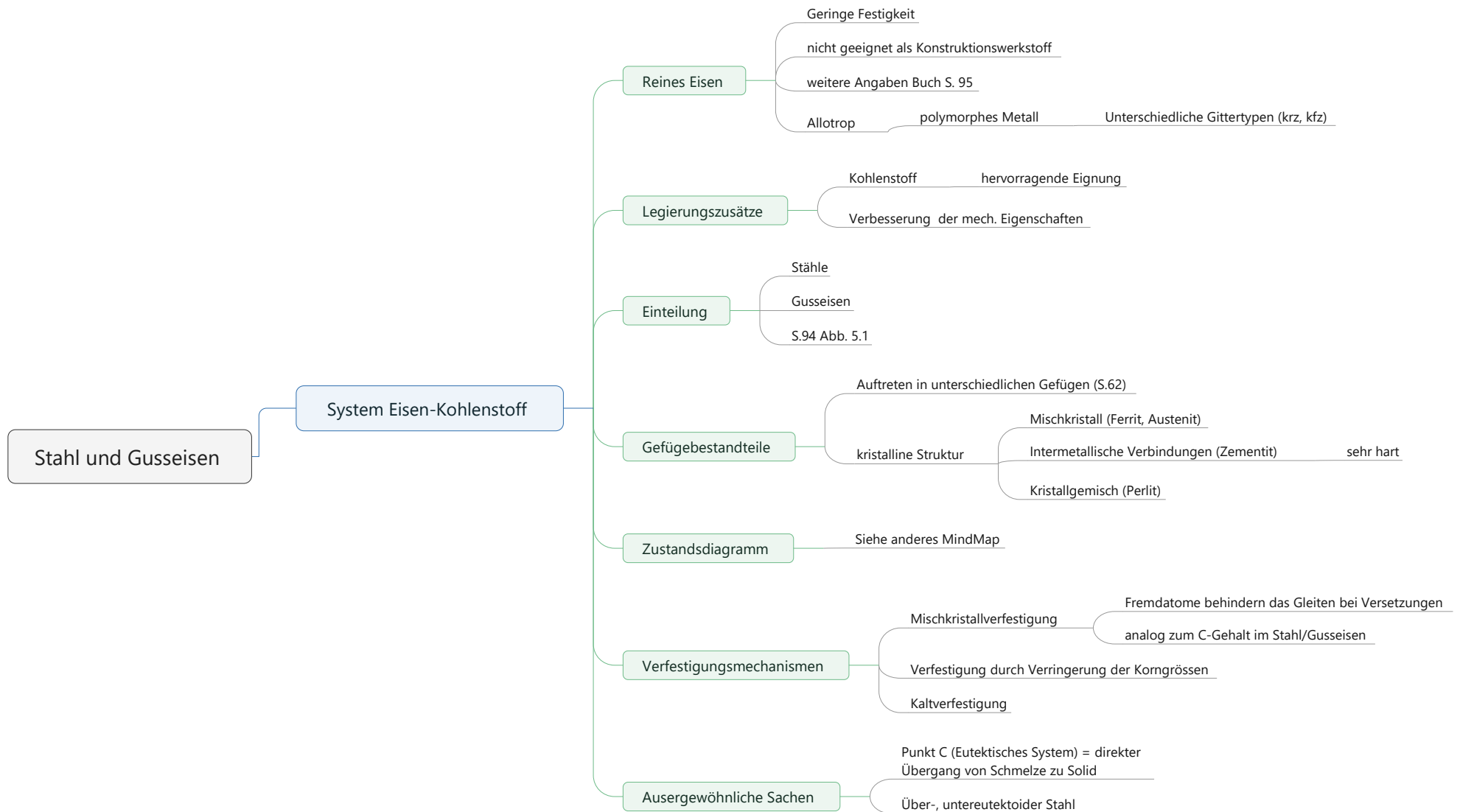
Härte nimmt mit Abkühlgeschwindigkeit zu

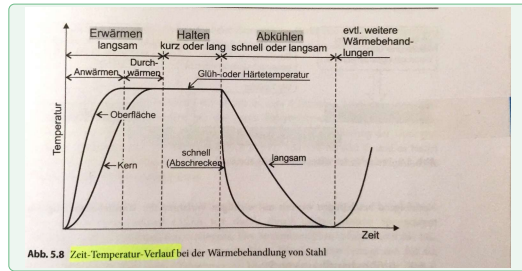
S.103

Liquiduslinie

Soliduslinie

A₁-Linie





- Erwärmen und Halten
 - Ofen oder Warmbad
- Abkühlen
 - Abkühlgeschwindigkeit
 - neue Gefüge beim Härten, Vergüten, Randschichthärten, Einsatzhärten
- Anlassen
 - Wiedererwärmen (200-600°C)
 - Entspannung des Gefüges
 - wird oft gemacht

Zeit -Temperatur-Verlauf

Wärmebehandlung

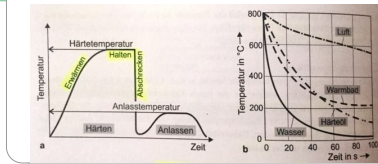
Verfahren (S.106)

Glühbehandlung

- Typen:
 - Normalglühen (Normalisierung)
 - sehr häufig
 - Verfeinern des Kornes
 - günstiges Verhältnis aus Festigkeit und Zähigkeit
 - schnelles Erwärmen - kurzes Halten - unmittelbare Abkühlung an Luft oder Pressluft
 - Glüh-temp. unter GSK
 - Weichglühen
 - Stähle werden weicher gemacht - bessere Zerspanbarkeit
 - Stähle mit mehr als 0.4%C
 - lange Glühzeiten
 - Rekristallisationsglühen
 - wird nach Kaltumformung angewendet
 - weiter umformbar
 - Spannungsarmglühen
 - innere Spannungen
 - wird nach Zerspannung oder Schweißen angewendet
- Veränderung Gebrauchs- oder Verarbeitungseigenschaften

Härten (durchgreifend) (S.107)

- wichtigste Verfahren
 - härte und Festigkeit erhöhen (Umwandlung Austenit in Martensit)
 - kritische Abkühlgeschwindigkeit
 - Abschrecken
 - Wasser - Wärmespannungen
 - Anschliessendes anlassen - entspannung (Analog zu Vergüten)



Oberflächenverfahren (S.108)

- Erhöhung der Härte an der Oberfläche
 - Oberfläche hart (verschleissfest), zäher Kern
 - Bsp. Zahnräder
 - Gehärtete Randschicht - Einhärtungstiefe
 - Thermisches Verfahren/ Thermochemisches Verfahren
- verschiedenen Verfahren:
 - Randschichthärten
 - gebündelte Erwärmung und sofortiges Abschrecken
 - Einsatzhärten
 - Aufkohlen
 - Nitrieren
 - mit stickstoffabgebenden Mitteln

Vergüten

Kombinierte Wärmebehandlung aus Härten und Anlassen

Zweck

- gezielte Änderung bestimmter Eigenschaften
- Durch Beeinflussung des Gefüges erreicht