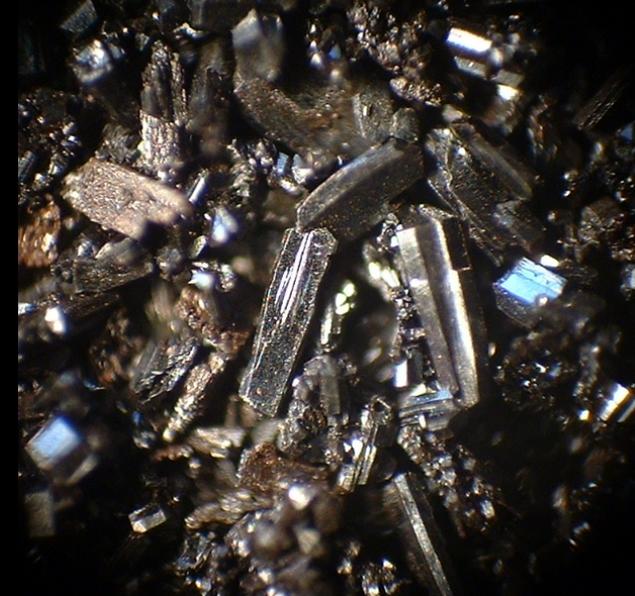
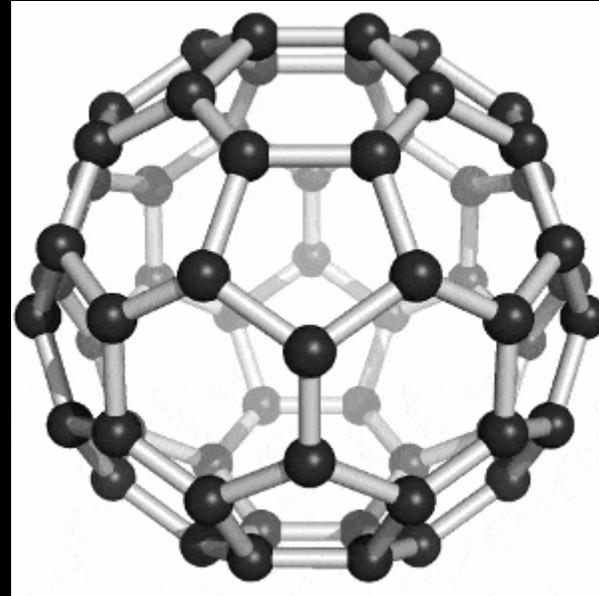


Nr.	Übungsthema	Gruppe A (MAVT-15) LFW B 1	Gruppe B (MAVT-16) LFW B 1
7	Elastizität/Plastizität	MI, 15.12.2021 14:20 – 16:30 im HG E 3	

- a) Diamant, Graphit und Fullerene sind allotrope Modifikationen des Kohlenstoffatoms. Sie unterscheiden sich jedoch ~~nur~~ in ihrem strukturellem Aufbau. *Falsch!* ✓
unter anderem

Weitere Unterschiede in phys/dem Verhalten usw.

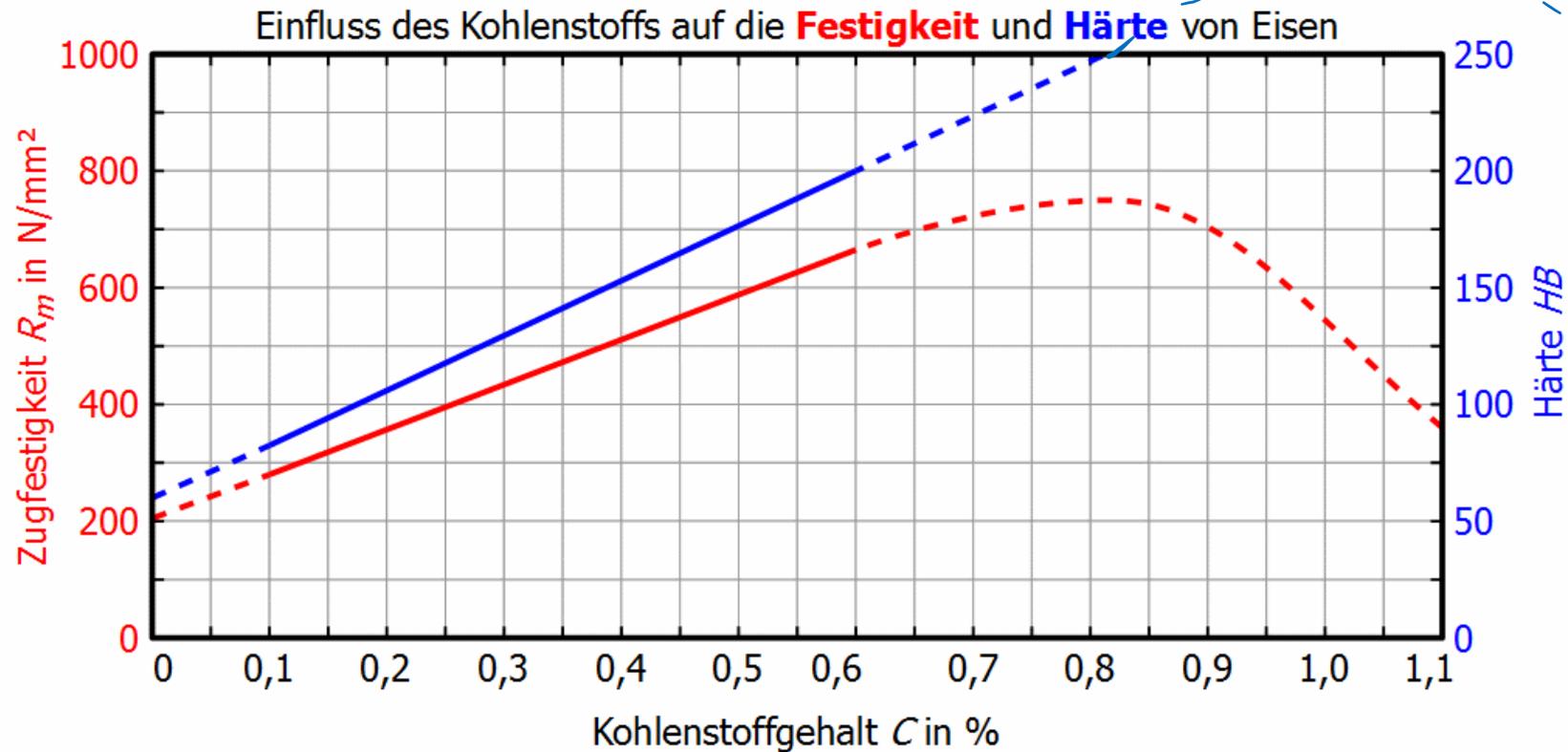
- a) Diamant, Graphit und Fullerene sind allotrope Modifikationen des Kohlenstoffatoms. Sie unterscheiden sich jedoch nur in ihrem strukturellem Aufbau.



b) Je höher der Kohlenstoffgehalt in einem Stahl, desto höhere Härte- und Festigkeitswerte resultieren.

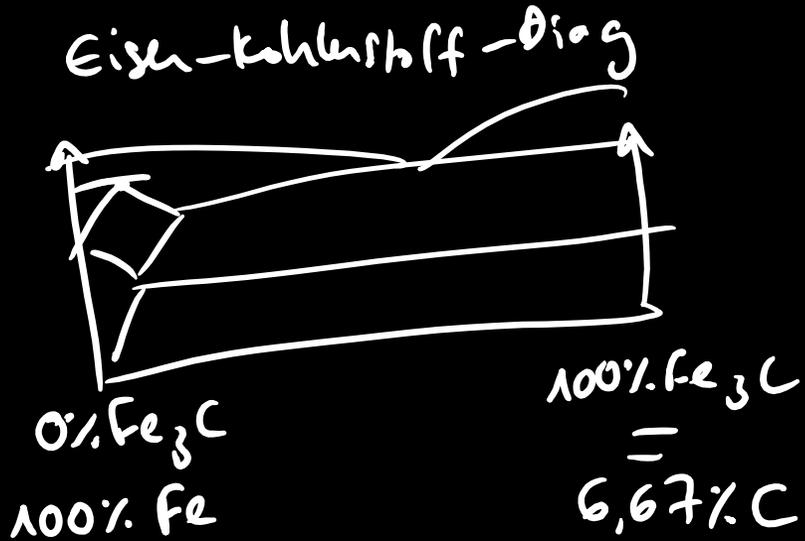
Falsch! Es gibt eine Sättigung, und mit zu viel C nimmt Härte und Festigkeit wieder ab.

Kohlenstoff eignet sich als "Legierungselement" für **Eisen** hervorragend, da dieser innerhalb bestimmter Grenzen sehr **festigkeits-** und **härtesteigernd** wirkt und im Vergleich zu anderen Legierungselementen sehr günstig ist.



c) Im metastabilen Gleichgewicht verbinden sich Eisen und Kohlenstoff zur intermetallischen Phase Fe_3C und deshalb resultiert ein maximaler C-Gehalt von 6.67%.

Reines $\text{Fe}_3\text{C} \Leftrightarrow 6,67\%$ C-Gehalt ✓✓



Grund: Masse Fe = 55,8 g/mol
Masse C = 12 g/mol

$$\Rightarrow \text{Masse } \text{Fe}_3\text{C} = 3 \cdot M_{\text{Fe}} + 1 M_{\text{C}}$$
$$\text{Masse } \text{Fe}_3\text{C} = 179,5 \text{ g/mol}$$

↓
Massenanteil von C (12g/mol)
an Fe_3C (179,5 g/mol) ist 6,67%.

d) Zementit ist eine Phase, aber auch eine Komponente.

⇒ Ja!

e) Perlit ist ein Gefüge, welches aus eutektoidem Ferrit und eutektoidem Zementit besteht. Es lassen sich im Fe_3C -Diagramm ~~keine~~ zwei Legierungen finden, welche denselben Massenanteil von Perlit aufweisen.

Falsch!

50%
Perlit

0% Perlit
100% α -Fe

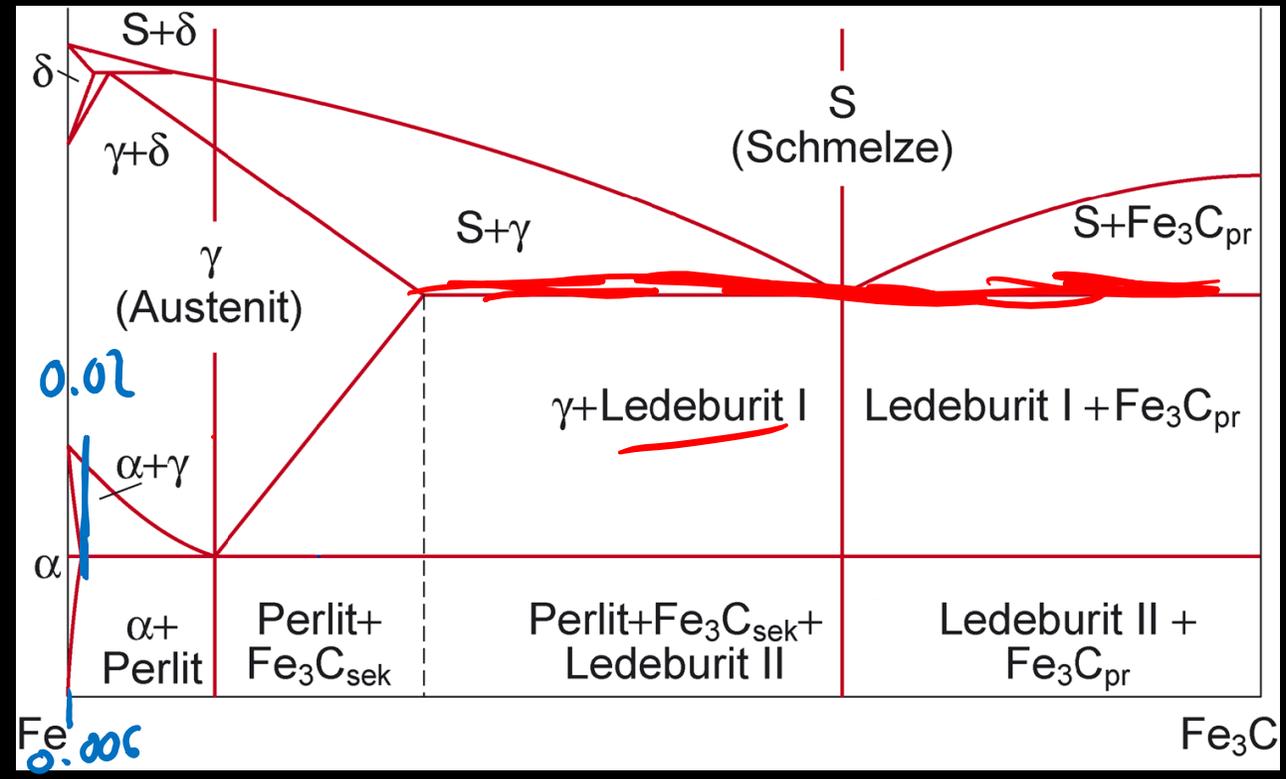
100%
Perlit

50%
Perlit

100% Ledeburit
0% Perlit

ETH zürich 3 Wahr oder Falsch?

e) Perlit ist ein Gefüge, welches aus eutektoidem Ferrit und eutektoidem Zementit besteht. Es lassen sich im Fe₃C-Diagramm keine zwei Legierungen finden, welche denselben Massenanteil von Perlit aufweisen.



Wahr I
 $S \rightarrow \gamma + Fe_3C_e$

f) Ledeburit II ist nichts anderes als Ledeburit I, dessen Austenit sich in Perlit umgewandelt hat.

Stimmt!

Definition von Ledeburit II:

$$\text{Led II} = (\text{Led I})_{ed}$$

g) Mit "Schalenzementit" werden die sekundären Zementitausscheidungen bezeichnet, falls sonst nur Perlit vorliegt.

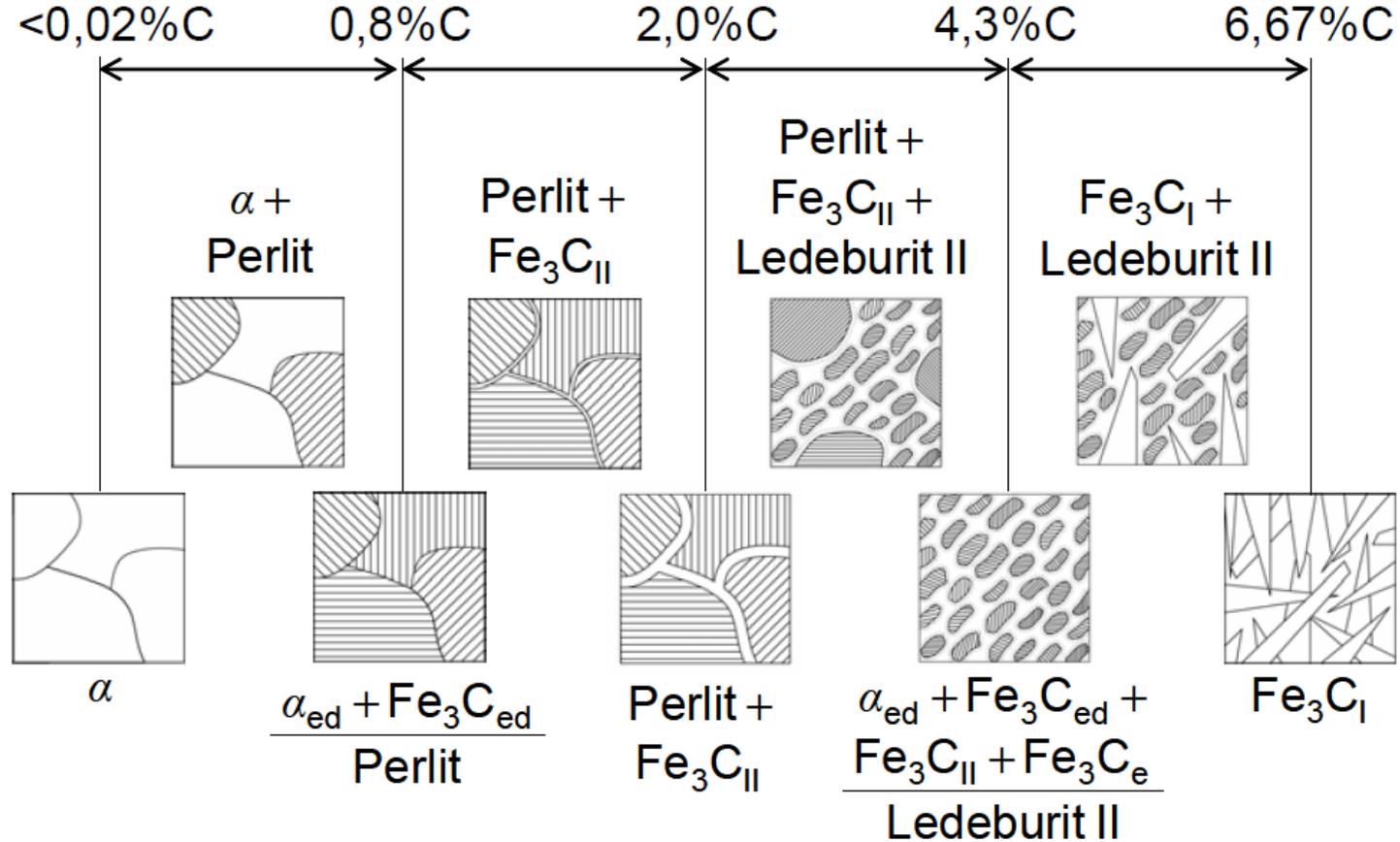
Stimmt!

Definition von Schalenzementit:

Fe_3C sek

welcher an den Korngrenzen
sichtbar ist.

Gefügebilder bei Raumtemperatur



h) Primäre Körner gehören nie zum ledeburitischen Gefüge.

Stimmt!

Inhaltsverzeichnis

- Diffusion
 - Allgemeines
 - Diffusionsgesetze
- Erstarrung
 - Keimbildung
 - Wachstum
 - Erstarrungsfehler

Allgemeines Diffusion

- Diffusion: Irreversible Platzwechselfvorgänge von Atomen, Ionen oder Molekülen in fester, flüssiger oder gasförmiger Phase

- Diffusion in der festen Phase

- Antrieb: Prinzip vom Minimum der freien Enthalpie

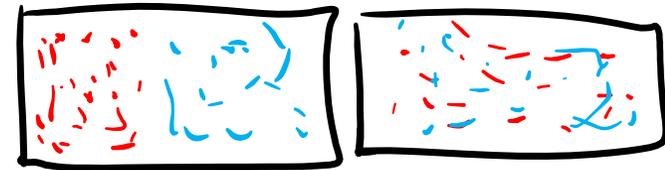
$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$$

MIN Gibbs Energie \rightarrow Enthalpie ΔH Entropie MAX ΔS
 $H = U + p \Delta V$
 MIN

- ❖ Selbstdiffusion: Thermisch bedingte Diffusion mit nur einer Atomsorte
- ❖ Fremddiffusion: Ausgleich von Konzentrationsunterschieden verschiedener Komponenten

(ohne äussere Einflüsse!)

BSP Konzentrationsunterschied:



Entropie (Unordnung)

BSP Fe₃C



Perlit

Fe₃C II
(Schublerentit)

Enthalpie MIN
 \rightarrow Diffusion!

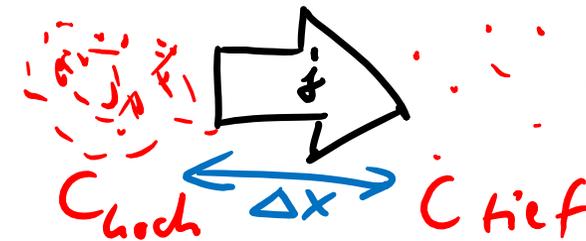
Diffusionsgesetze: 1. Fick'sches Gesetz

- Diffusionsstromdichte: Mass für Geschwindigkeit eines Diffusionsvorganges
- Typisches Stoffgesetz: Diffusionsstromdichte wird über Stoffvariable mit Antrieb in Beziehung gesetzt

! Anbahnung Ebene !
Bewegung (eindimensional)

$$j = - \underbrace{D}_{\text{Geschwindigkeit der Diffusion}} \frac{\Delta c}{\Delta x} = - D \frac{dc}{dx}$$

Konzentrationsgefälle:



j	Diffusionsstromdichte	$\left[\frac{1}{m^2 \cdot s} \right]$	$= \left[\frac{\text{Atome}}{\text{Fläche} \cdot \text{sek}} \right]$	$\frac{\Delta c}{\Delta x} = \frac{C_{\text{tief}} - C_{\text{hoch}}}{\Delta x} < 0$
D	Diffusionskoeffizient (Arrhenius)	$\left[\frac{m^2}{s} \right]$		
$\frac{dc}{dx}$	Konzentrationsgefälle	$\left[\frac{1}{m^4} \right]$	$= \left[\frac{\text{Atome}}{\text{volumen}} \cdot \frac{1}{\text{Strecke}} \right]$	

Diffusionsgesetze: Diffusionskoeffizient

$$j = -D \frac{\Delta c}{\Delta x} = -D \frac{dc}{dx}$$

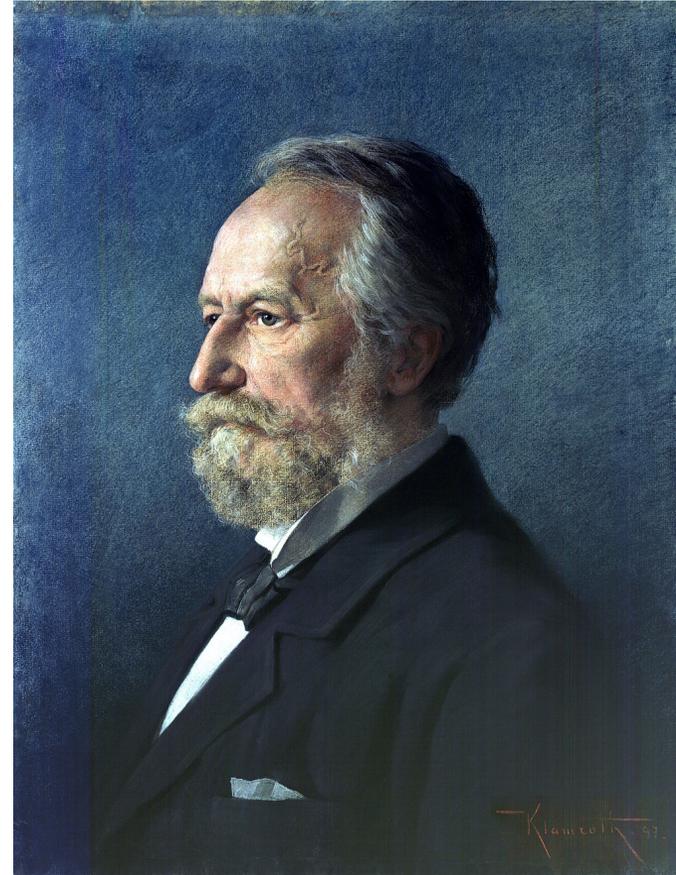
- Diffusion: Thermisch aktiviert → Arrheniusfunktion
- Diffusion findet bei jeder Temperatur statt
- Hohe Schmelztemperatur → Erschwerte Diffusion
- Diffusionskoeffizient grösser, je lockerer die Packung

$$D = D_0 \cdot e^{-\frac{Q}{RT}}$$

D	Diffusionskoeffizient	[m ² /s]
D ₀	Frequenzfaktor	[m ² /s]
Q	Aktivierungsenergie	[J/mol]

Adolf Fick (1829-1901)

1856-1868 Professor in Zürich



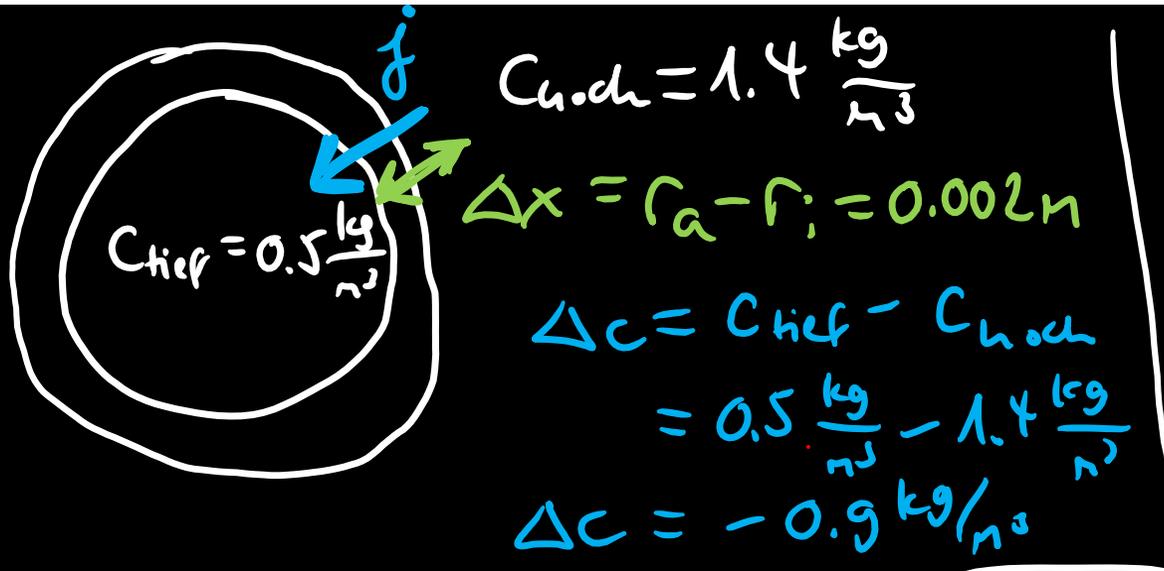
ETH zürich 4.1 Stationäre Diffusion

= 950K

Ein kreisrundes, langes Rohr aus Stahl ist bei $T=680^{\circ}\text{C}$ aussen einer hohen und innen einer niedrigen Kohlenstoffkonzentration ausgesetzt. Die Konzentrationen an den Rohroberflächen betragen 1.4 kg/m^3 bzw. 0.5 kg/m^3 . Weiter sind gegeben:

Frequenzfaktor	$D_0 = 6.2 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$	Rohraussenradius	$r_a = 0.250 \text{ m}$
Aktivierungsenergie	$Q = 80 \text{ kJ/mol} = 80000 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$	Rohrinnenradius	$r_i = 0.248 \text{ m}$
Universelle Gaskonstante	$R = 8.314 \text{ J}/(\text{mol K})$		

a) Berechnen Sie Diffusionsstromdichte j von Kohlenstoff durch die Rohrwand unter der Annahme, die Rohrwand sei eben.



1. Ficksches Gesetz:

$$j = -D \cdot \frac{\Delta c}{\Delta x}$$

$$j = -D_0 \cdot \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right) \cdot \frac{\Delta c}{\Delta x}$$

$$D = D_0 \cdot \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$$

$$j = -6.2 \cdot 10^{-7} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \cdot \exp\left(\frac{80000 \text{ J/mol}}{8,314 \text{ J/molK} \cdot 950 \text{ K}}\right) \cdot \frac{(-0.9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})}{0.002 \text{ m}}$$

$$j = +1.15 \cdot 10^{-8} \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ s}}$$

ETH zürich 4.1 Stationäre Diffusion

b) Bei einem runden Rohr lautet die korrekte Lösung für die Diffusionsstromdichte durch die Wand:

$$j = -D \cdot \frac{c_i - c_a}{\frac{r_a + r_i}{2} \cdot \ln \frac{r_a}{r_i}}$$

Welcher Fehler ist durch die Vereinfachung in a) entstanden?

$$j = -D \cdot \frac{\Delta c}{\frac{r_a + r_i}{2} \ln \left(\frac{r_a}{r_i} \right)} \quad \text{alles gegeben} \\ \text{einsetzen} \quad 1.15 \cdot 10^{-8} \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}}$$

⇒ Wenn $r \gg \Delta x$ dann können wir annehmen dass Wand eben ist.

Diffusionsgesetze: 2. Fick'sches Gesetz

$$j = -D \frac{\Delta c}{\Delta x}$$

- Diffusionsgleichung: Beziehung zwischen zeitlichen und örtlichen Konzentrationsunterschieden

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}$$

- Einfacher Fall: Diffusion in ebenen Halbraum

$$\frac{c_a - c_x}{c_a - c_0} = \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$$

c_a	Konzentration Oberfläche
c_0	Ausgangskonzentration im Innern
c_x	Konzentration an Stelle x nach Zeit t

Gaussches Fehlerintegral (nicht analytisch lösbar)

$$\frac{x}{2 \cdot \sqrt{D \cdot t}} \quad \text{erf} \left(\frac{x}{2 \cdot \sqrt{D \cdot t}} \right)$$

$$y \quad \text{erf}(y)$$

$$0 \quad 0$$

$$0.10 \quad 0.1125$$

$$0.20 \quad 0.2227$$

$$0.30 \quad 0.3286$$

$$0.40 \quad 0.4284$$

$$0.50 \quad 0.5205$$

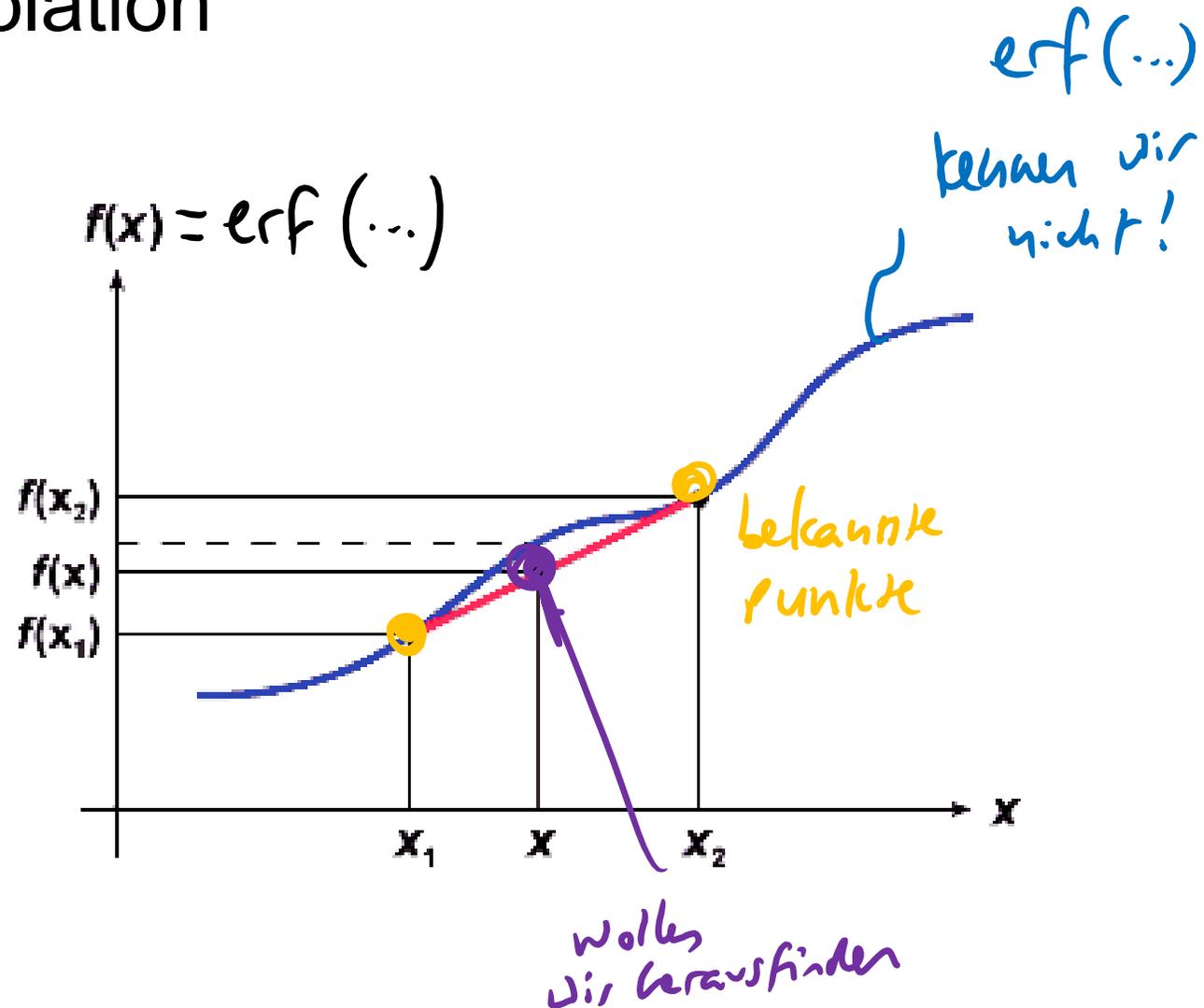
$$0.60 \quad 0.6039$$

$$\frac{c_a - c_x}{c_a - c_0} = \text{erf} \left(\frac{x}{2 \sqrt{D t}} \right)$$

$$D = D_0 \cdot \exp\left(-\frac{Q}{R T}\right)$$

$$\text{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-\tau^2} d\tau$$

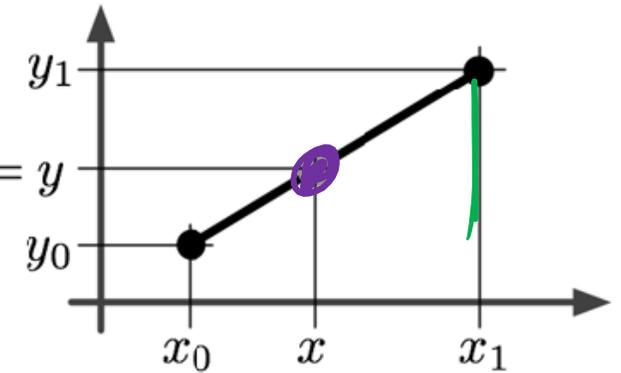
Lineare Interpolation



Lineare Interpolation

x_i	$y = \text{erf}(x_i)$
x_0	y_0
x (gegeben)	y (gesucht)
x_1	y_1

$$y = y_0 + \frac{(x - x_0)(y_1 - y_0)}{x_1 - x_0} = y$$



Unbedingt auf die Formelsammlung! Bei Cédric (Seite 10):

	$\frac{x}{2\sqrt{Dt}}$	$\text{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$	0.60	0,6039	Interpolation , wenn auf Tab. zw. 2 erf-Werten: $W_{\text{eff}} = W_1 + (W_2 - W_1) \cdot \frac{\text{erf}(W_{\text{eff}}) - \text{erf}(W_1)}{\text{erf}(W_2) - \text{erf}(W_1)}$
	0	0	0.70	0,6778	
	0.10	0,1125	0.80	0,7421	
	0.20	0,2227	0.90	0,7970	
	0.30	0,3286	1.00	0,8427	
	0.40	0,4284	1.50	0,9661	
0.50	0,5205	2.00	0,9953		
Für $\ln(D)$ - $(1/T)$ Graph: $\ln(D) = \ln(D_0) - \frac{Q}{R} \cdot \frac{1}{T}$ → Steigung: $-\frac{Q}{R}$ und Schnittpunkt y-Achse: $\ln(D_0)$ Was diffundiert besser in was? → Vergleich D bei geg. T (mit Tab.)					Diffusion: thermisch aktiviert → D ist T-abhängig: Arrhenius-Funktion: $D = D_0 \cdot e^{-\frac{Q}{RT}} = D_0 \cdot e^{-\frac{\bar{Q}}{kT}}$ in $\left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}}\right]$ Q in [J/mol] = Aktivierungsenergie = Platzwechsel- + ev. Leerstellenbildungsenergie → \bar{Q} = Energie für 1 Atom
Aktivierungsenergie $Q = (0.14 \dots 0.17) \cdot \frac{T_S}{K} \left[\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right]$! $Q \sim T_S$

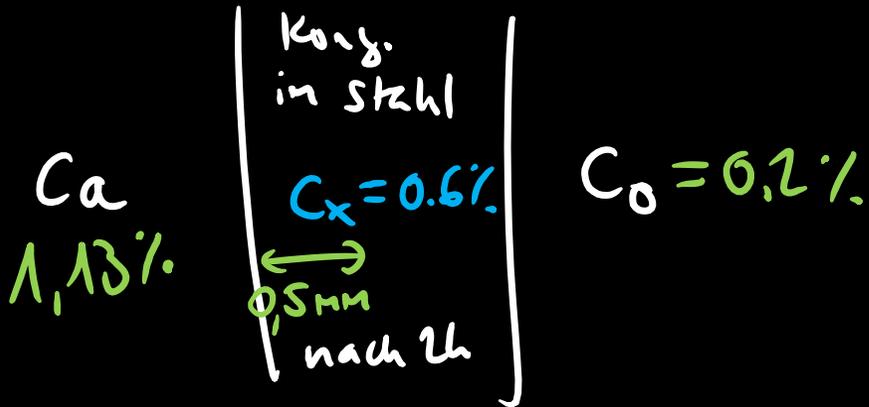
ETH zürich 4.2 Aufkohlen

Ein Stahl wird in einer CO-haltigen Atmosphäre aufgekocht. Die anfängliche C-Konzentration c_0 im Stahl beträgt 0.2 %, die Konzentration in der Oberfläche des Stahls während des Aufkohlvorganges beträgt 1.13 %.

Die aufgekohlte Schicht soll in einer Tiefe von 0.5 mm eine C-Konzentration von mindestens 0.6 % aufweisen.

Wie hoch muss die Aufkohlungstemperatur gewählt werden, wenn der Prozess nicht mehr als zwei Stunden dauern soll?

Frequenzfaktor	D_0	=	$2.3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$
Aktivierungsenergie	Q	=	148 kJ/mol
Universelle Gaskonstante	R	=	8.314 J/(mol K)



Lösung des 2. Fickschen Gesetzes in ebenen

Halbraum: $\frac{c_a - c_x}{c_a - c_0} = \text{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$

$$\frac{c_a - c_x}{c_a - c_0} = \frac{1.13\% - 0.6\%}{1.13\% - 0.2\%} = 0.570 = \text{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$$

mit $D = D_0 \cdot \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$

⇒ Alles gegeben ausser Temperatur!

Wie gross ist T ?!?

Lineare Interpolation

Was bis anhin passiert ist:

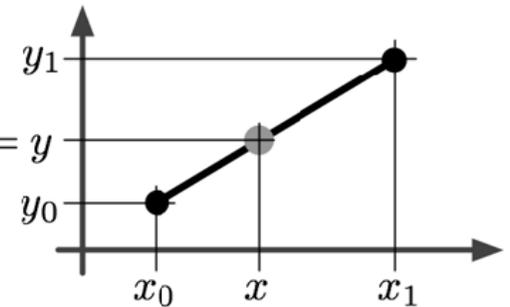
$$\frac{c_a - c(x, t)}{c_a - c_0} = \frac{1.13 - 0.6}{1.13 - 0.2} = 0.570 = \text{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{D \cdot t}}\right) = \int e^{-\frac{x^2}{4Dt}} dx$$

Todo: Finde $\frac{x}{2\sqrt{Dt}}$ mithilfe linearer Interpolation:

$\frac{x}{2 \cdot \sqrt{D \cdot t}}$	$\text{erf}\left(\frac{x}{2 \cdot \sqrt{D \cdot t}}\right)$
y	$\text{erf}(y)$
0	0
0.40	0.4284
0.50	0.5205
0.60	0.6039

x_i	y
$x_0 = 0.5205$	$y_0 = 0.50$
$x = 0.57$	$y = ???$
$x_1 = 0.6039$	$y_1 = 0.60$

$$y = y_0 + \frac{(x - x_0)(y_1 - y_0)}{x_1 - x_0} = y$$



ETH zürich 4.2 Aufkohlen

Ein Stahl wird in einer CO-haltigen Atmosphäre aufgekühlt. Die anfängliche C-Konzentration c_0 im Stahl beträgt 0.2 %, die Konzentration in der Oberfläche des Stahls während des Aufkohlvorganges beträgt 1.13 %.

Die aufgekohlte Schicht soll in einer Tiefe von 0.5 mm eine C-Konzentration von mindestens 0.6 % aufweisen.

Wie hoch muss die Aufkohlungstemperatur gewählt werden, wenn der Prozess nicht mehr als zwei Stunden dauern soll?

Frequenzfaktor	$D_0 = 2.3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$
Aktivierungsenergie	$Q = 148 \text{ kJ/mol}$
Universelle Gaskonstante	$R = 8.314 \text{ J/(mol K)}$

Lineare Interpolation:

$\frac{x}{2\sqrt{Dt}}$	$\text{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$
------------------------	---

$$y_0 = 0.5$$

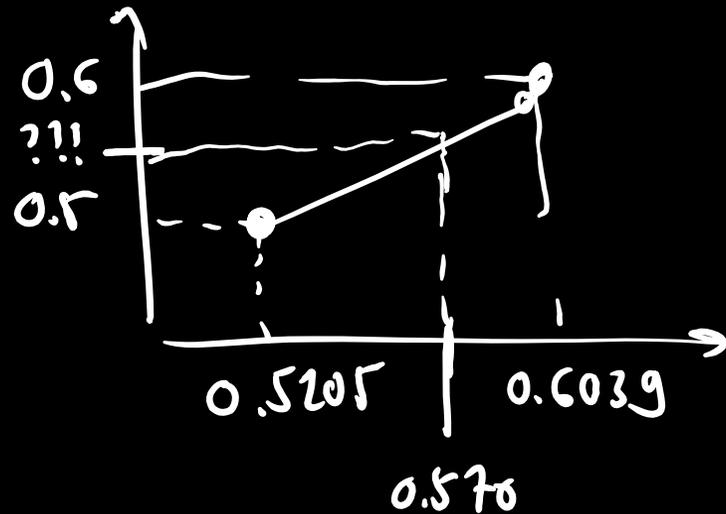
$$x_0 = 0.5205$$

$$y = ???$$

$$x = 0.570$$

$$y_1 = 0.6$$

$$x_1 = 0.6039$$



$$y = y_0 + \frac{(y_1 - y_0)}{(x_1 - x_0)} (x - x_0)$$

$$y = 0.5 + \frac{(0.6 - 0.5)(0.57 - 0.52)}{(0.6039 - 0.5205)}$$

$$y = 0.559 = \frac{x}{2\sqrt{Dt}}$$

ETH zürich 4.2 Aufkohlen

Ein Stahl wird in einer CO-haltigen Atmosphäre aufgekocht. Die anfängliche C-Konzentration c_0 im Stahl beträgt 0.2 %, die Konzentration in der Oberfläche des Stahls während des Aufkohlvorganges beträgt 1.13 %.

Die aufgekohlte Schicht soll in einer Tiefe von 0.5 mm eine C-Konzentration von mindestens 0.6 % aufweisen.

Wie hoch muss die Aufkohlungstemperatur gewählt werden, wenn der Prozess nicht mehr als zwei Stunden dauern soll?

Frequenzfaktor	D_0	=	$2.3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$
Aktivierungsenergie	Q	=	148 kJ/mol = 148000 J/mol
Universelle Gaskonstante	R	=	8.314 J/(mol K)

$$0.559 = \frac{x}{2\sqrt{Dt}} \quad \text{mit } x = 0.5 \text{ mm} = 0.0005 \text{ m}$$

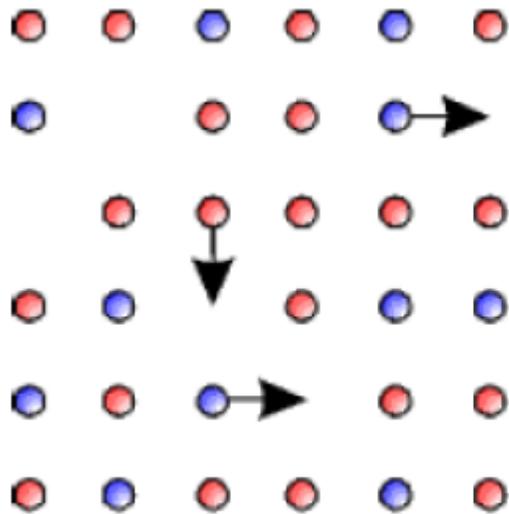
$$D = \text{Arrhenius} \quad t = 2 \text{ h} = 7200 \text{ s}$$

$$\Rightarrow D = \frac{x^2}{4 \cdot 0.559^2 \cdot t} = \frac{(0.0005 \text{ m})^2}{4 \cdot 0.559^2 \cdot 7200 \text{ s}} = 2.78 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^2}{\text{sek}}$$

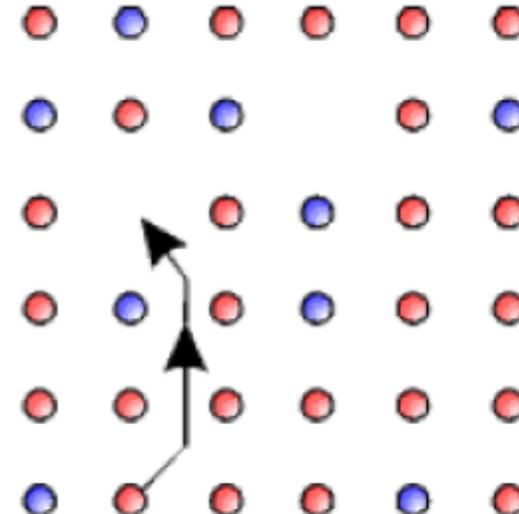
$$D = D_0 \cdot \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right) \Rightarrow T = -\frac{Q}{R \ln(D/D_0)} = -\frac{148000 \text{ J/mol}}{8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot \ln\left(\frac{2.78 \cdot 10^{-11}}{2.3 \cdot 10^{-5}}\right)}$$

$$T = 1306 \text{ K} = \underline{\underline{1033^\circ\text{C}}}$$

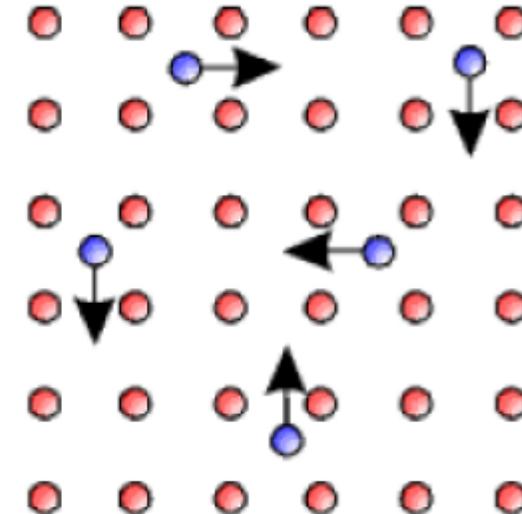
1.3 Diffusionsmechanismen



(a) Wagner-Schottky-Mechanismus: Diffusion über Leerstellen



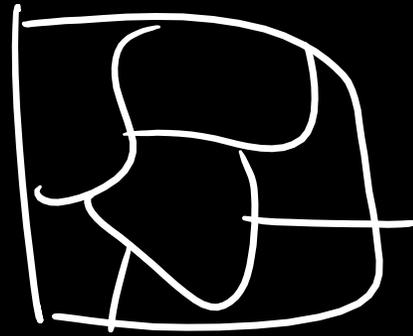
(b) Frenkel-Mechanismus: Zwischengitterdiffusion in Substitutionsmischkristallen



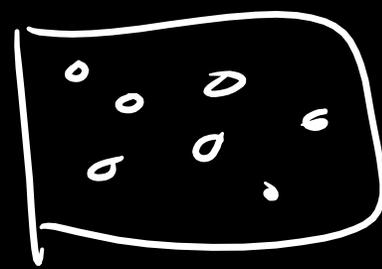
(c) Diffusion über Zwischengitterplätze: Zwischengitterdiffusion interstitiell (dazwischen liegend) gelöster Fremdatome

Abbildung 1.1: Verschiedene Möglichkeiten der Volumen- oder Gitterdiffusion

letztes Mal



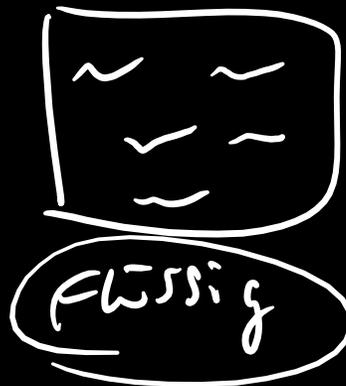
MK



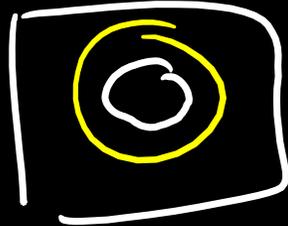
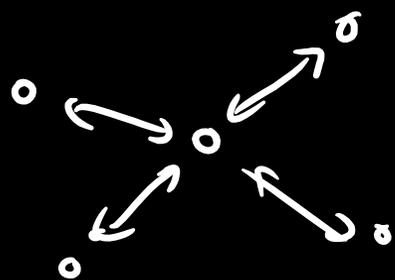
flüssig



fest



Nur Näherung

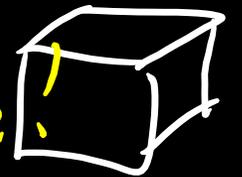


Keim



Festordnung

Entstehung folgt wieder
aus Min freier Enthalpie!
 ΔG minimieren!



Allgemeines Erstarrung

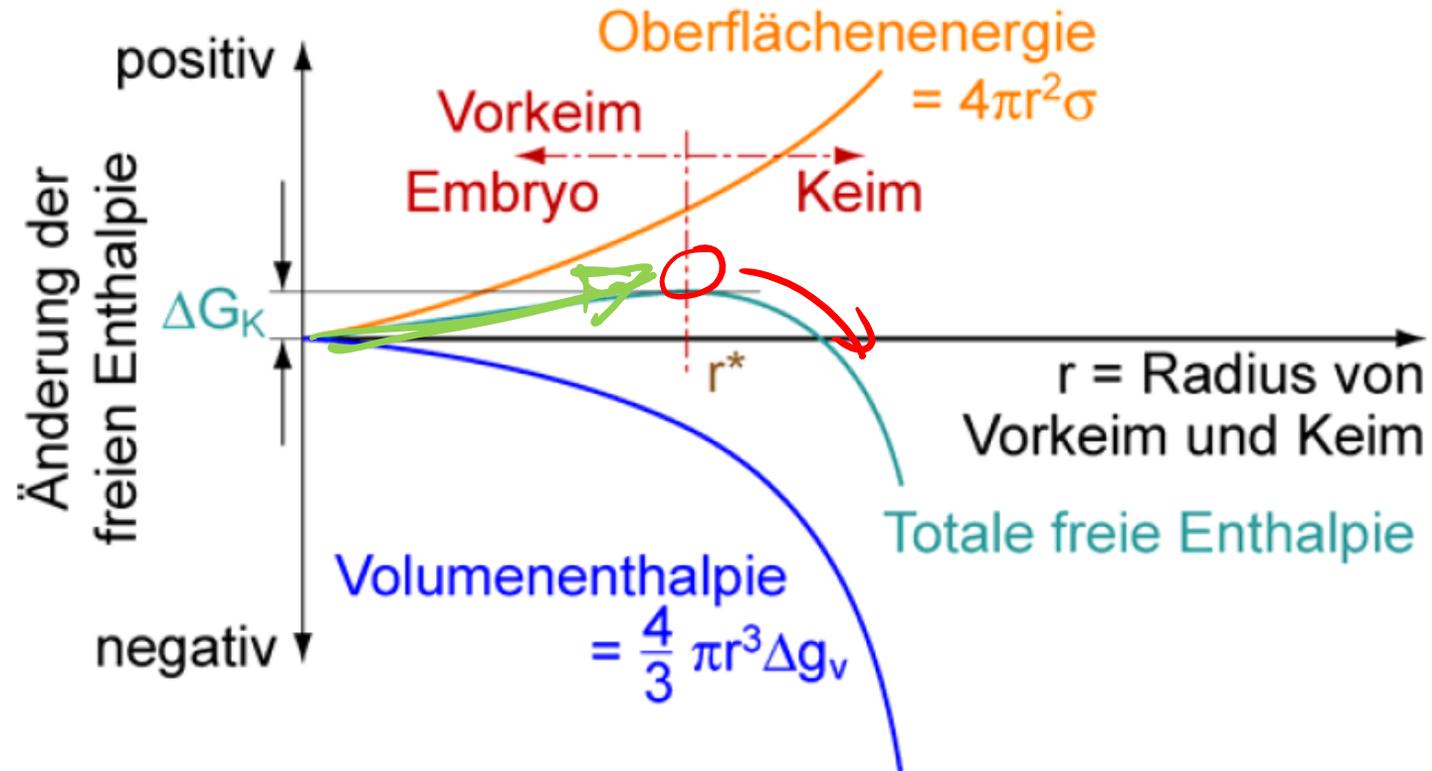
- Werkstoffeigenschaften werden durch Erstarrungs-vorgang beeinflusst
→ Charakteristisches Gefüge
- Erstarrung: Atome gehen von Nahordnung in Fern-ordnung über
- 2 Phasen: Keimbildung und Wachstum

1. Phase: Keimbildung

- Umwandlung Schmelze: Minimierung freie Enthalpie
- Neuer Keim = Neue Oberfläche → Energieaufwand
- Entstehendes Volumen = Energiegewinn
- Kritischer Radius: Volumenenergie überwiegt

- ❖ Homogene Keimbildung: Keimbildung durch ausreichend grosse Unterkühlung
- ❖ Heterogene Keimbildung: Keimbildung an Verunreinigung oder Behälterwänden
(schon vorhandene Oberfläche → geringere Unterkühlung)

1. Phase: Keimbildung

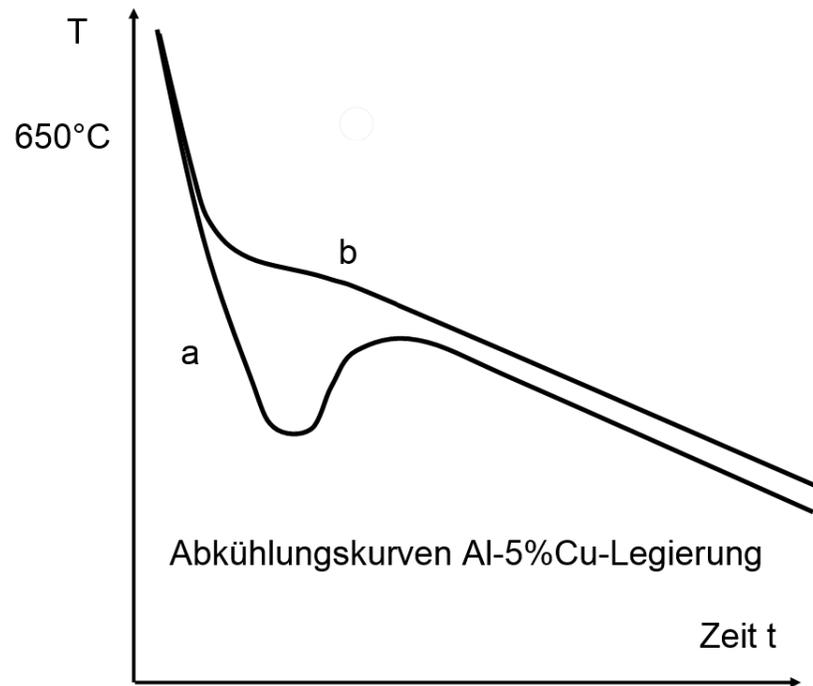


2. Phase: Wachstum

- Wachstumsvorgang hängt vom Abtransport der freigesetzten Wärme ab
- Grundidee: Erstarrende Bereiche setzen Energie frei, die sie beim Schmelzvorgang erhalten haben
- Energie hebt Temperatur an und bremst Erstarrungsvorgang

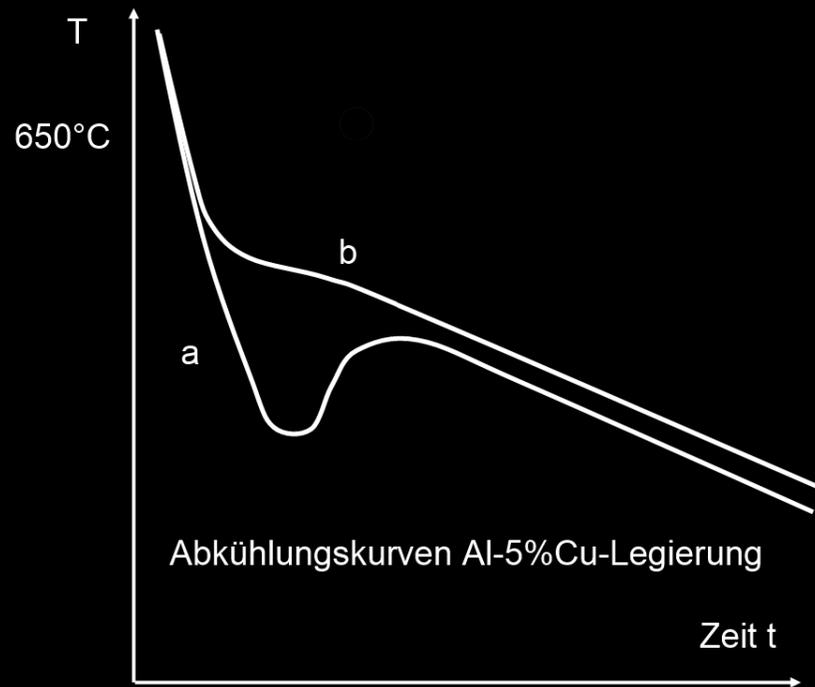
ETH zürich 4.9 Kornfeinung

Eine Aluminiumlegierung mit 5% Cu erstarrt bei gleichen Abkühlungsbedingungen mit unterschiedlichen Temperatur-Zeit-Kurven (a) und (b). Welche der beiden Schmelzen wurde mit heterogenen Keimbildungspartikeln (Kornfeiner) behandelt? Begründen Sie ihr Urteil.



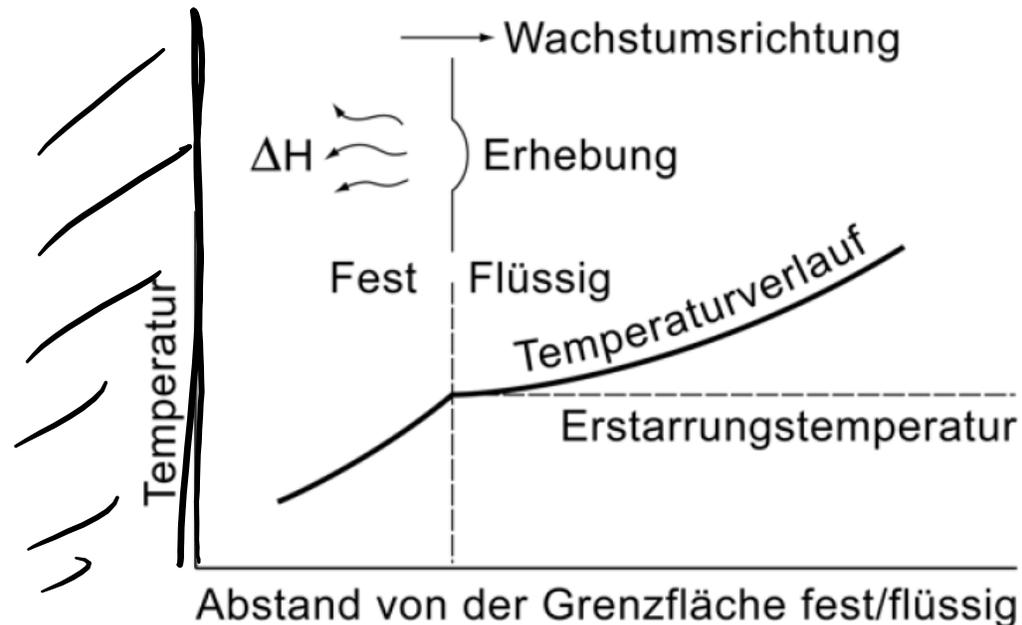
ETH zürich 4.9 Kornfeinung

Eine Aluminiumlegierung mit 5 % Cu erstarrt bei gleichen Abkühlungsbedingungen mit unterschiedlichen Temperatur-Zeit-Kurven (a) und (b). Welche der beiden Schmelzen wurde mit heterogenen Keimbildungspartikeln (Kornfeiner) behandelt? Begründen Sie ihr Urteil.

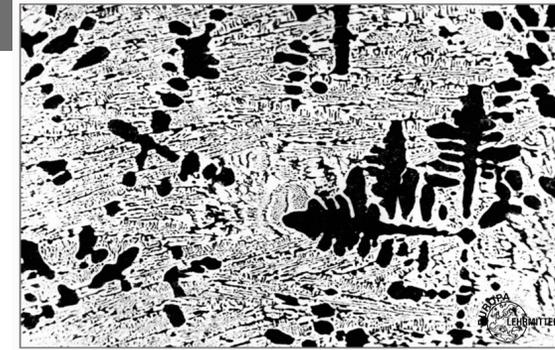


Planares Wachstum

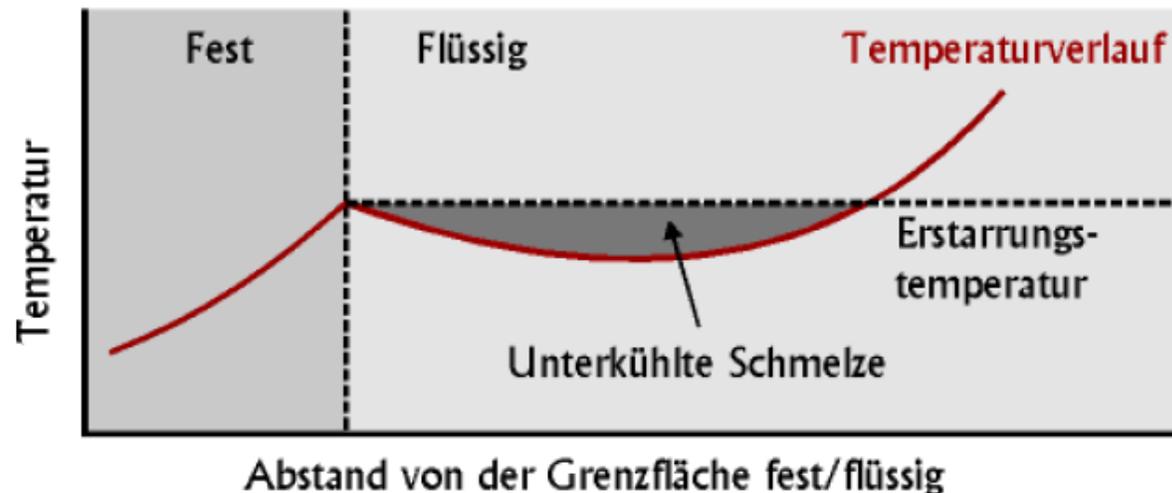
- Erstarrungsfront verschiebt sich planar
- Ausbildende Erhebung würde in Bereich höherer Temperatur kommen und Erstarrung käme zum Erliegen → Schmelzwärme verstärkt Effekt



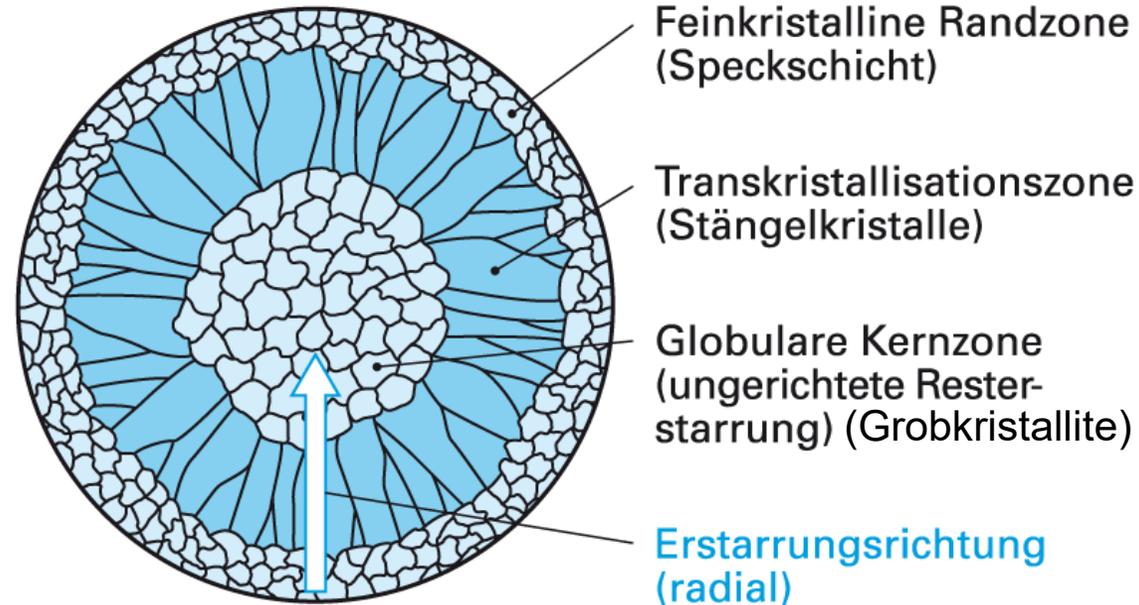
Dendritisches Wachstum



- Schmelze unterkühlt, bevor Erstarrung einsetzt
- Erhebungen auf Grenzfläche wachsen in unterkühlte Bereiche hinein
- Beschleunigung des Wachstums: Tannenbaumartige Dendriten resultieren



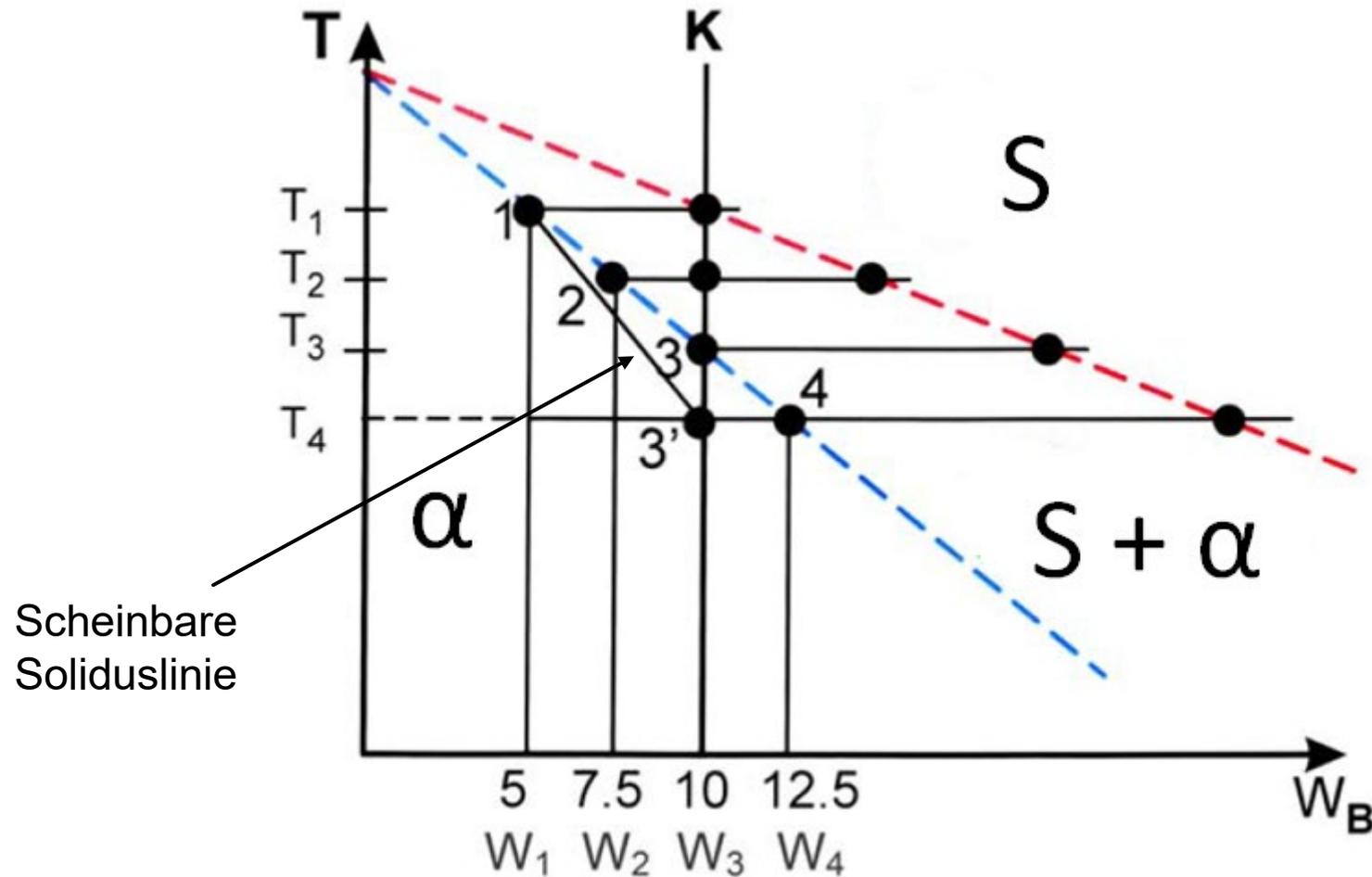
Erstarrungszonen



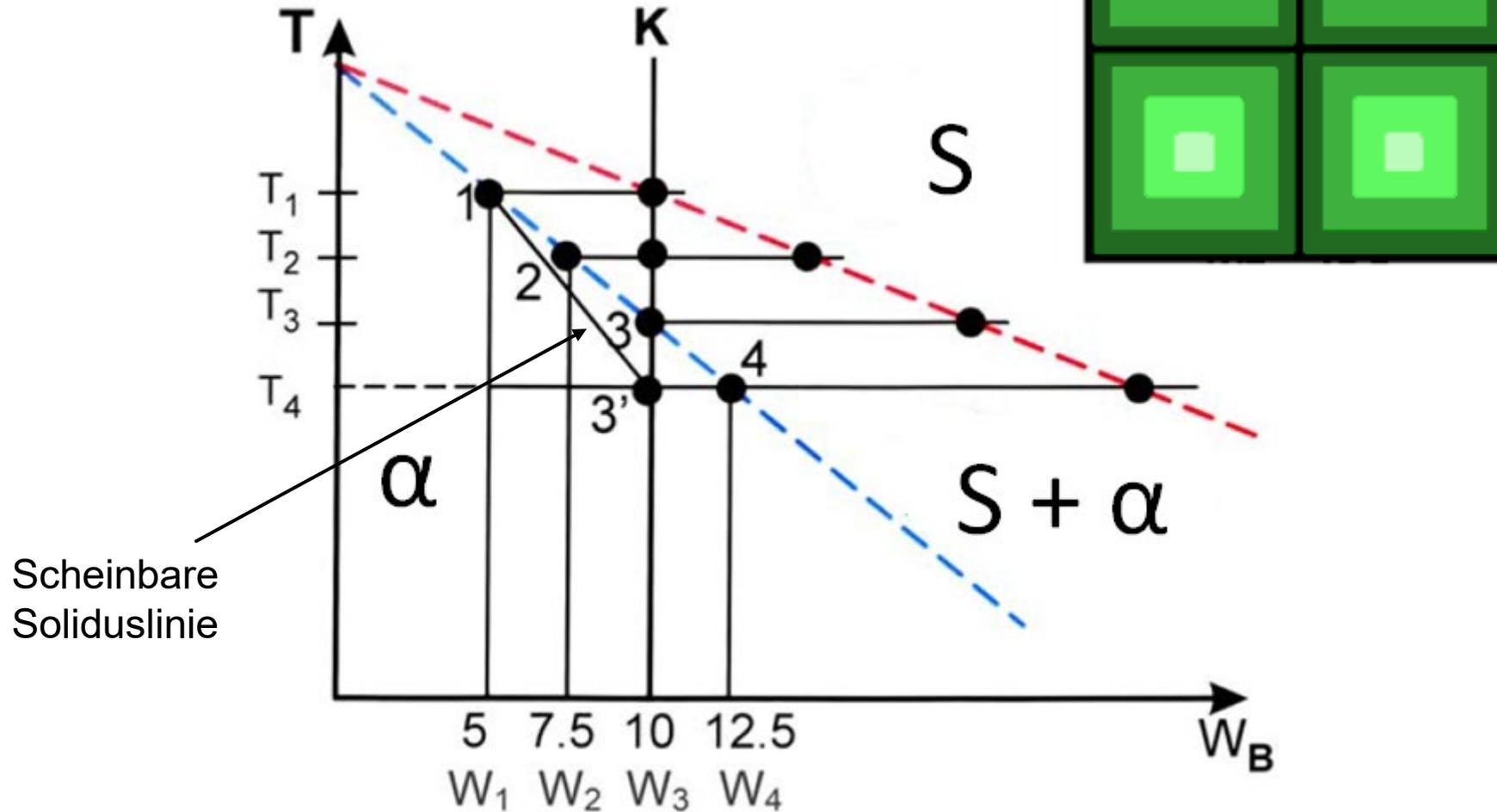
Erstarrungsfehler

- Seigerung: Konzentrationsunterschiede, die beim Erstarren der Schmelze auftreten
- Resultat: Inhomogenes Gefüge
- Bis jetzt: Zuerst entstandene Mischkristalle gleichen ihre Konzentration den später entstandenen über Diffusion an (vgl. Fe_3C -Diagramm)

Kristallseigerung

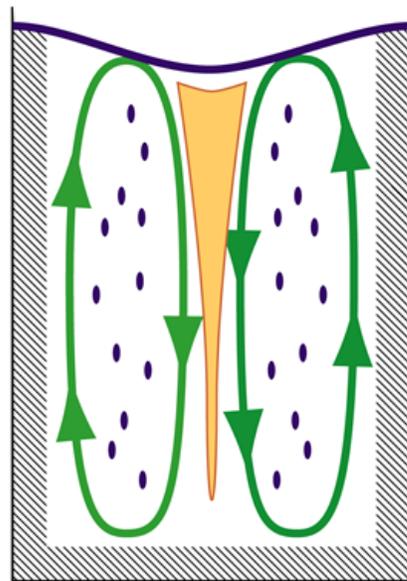


Kristallseigerung

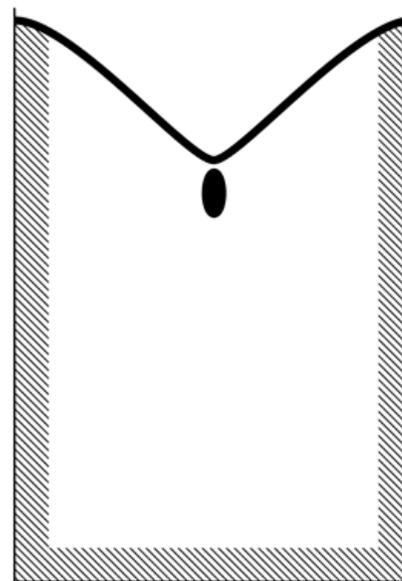


Blockseigerung

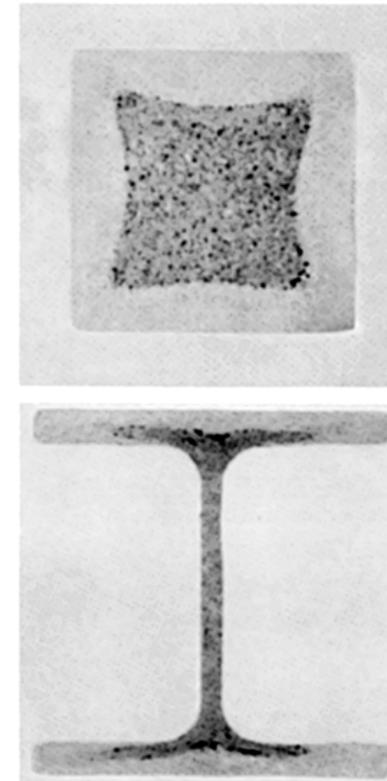
- Entmischung über den gesamten Gussquerschnitt durch hydrodynamische Effekte



unberuhigt



beruhigt



ETH zürich 4.5 Homogenisierungsglügen

Beim Homogenisierungsglügen werden Konzentrationsunterschiede der Legierungselemente in einem Metallgefüge ausgeglichen. Ein Stahlträger wird normalerweise bei einer Glüh­temperatur von 450 °C für 20 h homogenisiert.

Auf welchen Wert müsste die Glüh­temperatur erhöht werden, um die Glühzeit auf 18 h zu reduzieren?

$$\text{Aktivierungsenergie} \quad Q = 138 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{Universelle Gaskonstante} \quad R = 8.314 \text{ J/(mol K)}$$

Tipps zur Serie 6

- 4.1, 4.2, 4.3, (4.5), 4.9: In Übung gelöst.
- 4.4: Eine Gusskokille kann Wärme viel besser abführen als eine Sandform.
Einfluss auf die Erstarrungszonen (Speckschicht, Transkristallisationsschicht, Grobkristallit)?
- 4.5: Komische Aufgabe (Glühen ist eigentlich WuF II).
Wichtige Gleichung (nicht auf ZF): $D_1 \cdot t_1 = D_2 \cdot t_2$ mit D_i aus Arrhenius.
- 4.6: Ähnlich wie 4.2 aus der Übung. *Wichtig für die Prüfung!*
Schau dir die Lineare Interpolation noch mal an.
- 4.7: Wurden in der Übung nicht erwähnt.
Schau auf der Zusammenfassung nach (reine Theoriefrage)
- 4.8: Theoriefrage...