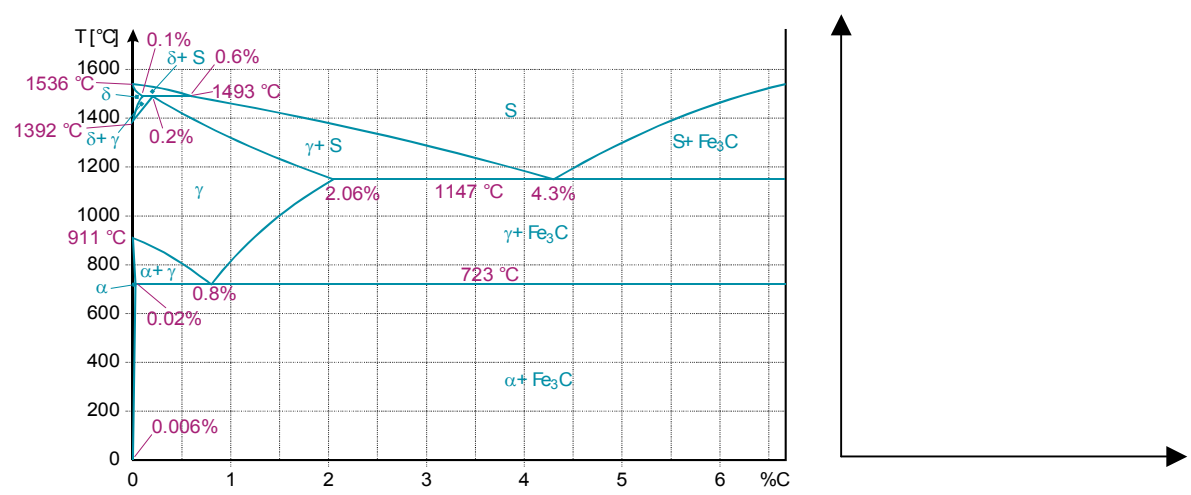


1 Fe-C-System, Abkühlungskurven, Gefügebilder

Gegeben ist das Zustandsdiagramm des metastabilen Eisen-Kohlenstoff-Systems.



Für einen Werkstoff mit 5.5% C werden gesucht:

- a) Die Abkühlungskurve mit Beschriftung.
- b) Gefügebilder mit Beschriftung bei den Temperaturen 1150°C, 1140°C, 730°C, 720°C.
- c) Wieviel Fe_3C_{pr} enthält der Werkstoff bei Raumtemperatur?

T=1150°C	T=1140°C	T=730°C	T=720°C

2 Stahlerzeugung

7 Punkte

Wie wird Stahl aus Erzen gewonnen? Beschreiben Sie die Verfahrenstechnik und die zugehörigen Einrichtungen inklusive deren Aufbau.

3 Fe-Fe₃C-System

5 Punkte

Betrachtet wird das metastabile Eisen-Kohlenstoff-System.

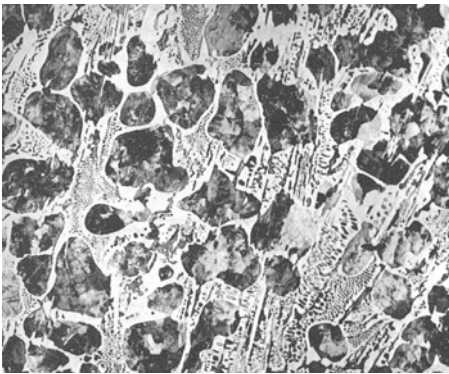
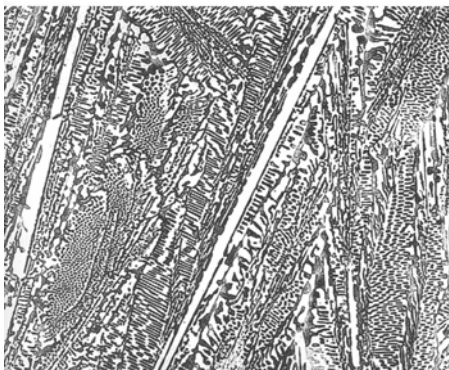
- a) Warum heisst es „metastabil“?
- b) Gibt es ein stabiles Eisen-Kohlenstoff-System, wenn ja, was ist daran charakteristisch?
- c) Was ist Ledeburit I, bei welcher Temperatur entsteht er und woraus?
- d) Bei welcher Temperatur verschwindet Ledeburit I und wie?

4 Eisenwerkstoffe Gefügebilder

6 Punkte

Gegeben sind drei Schliffbilder von Eisenwerkstoffen bei Raumtemperatur.

- Welchen Kohlenstoffgehalt haben die einzelnen Werkstoffe etwa?
- Welches sind die erkennbaren Gefügearten, aus welchen Phasen setzen sie sich zusammen?
Markieren und beschriften Sie diese.

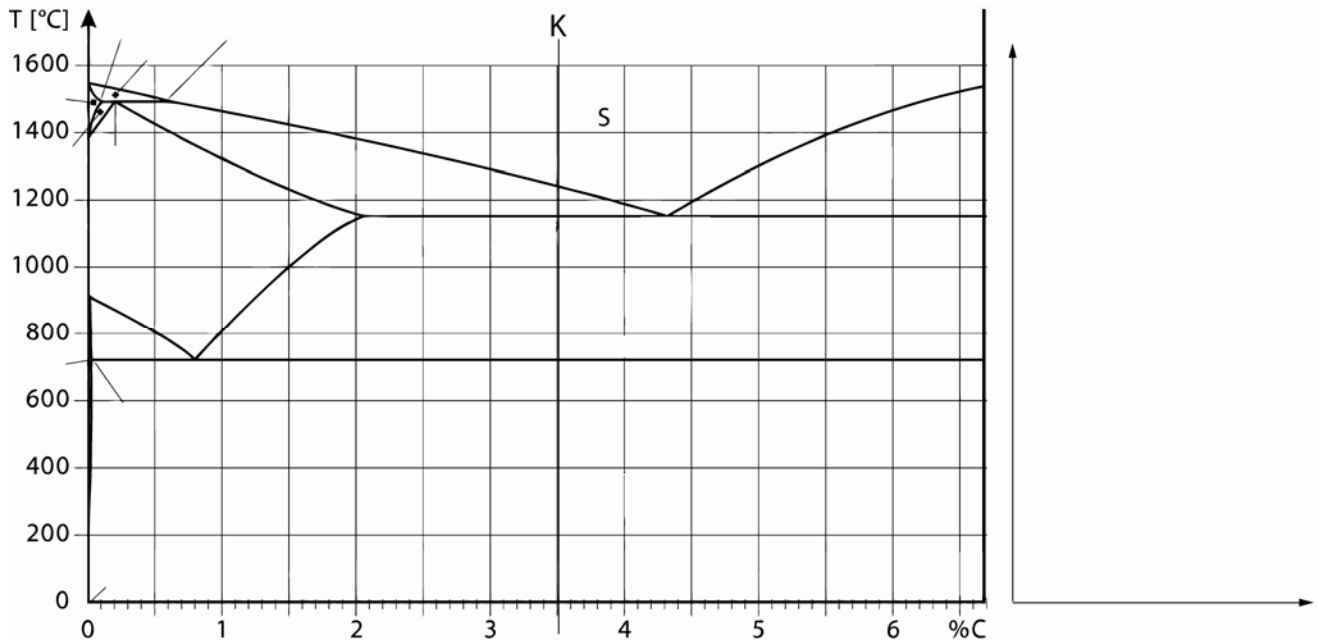
S₁S₂S₃

5 Fe-Fe₃C-System

17 Punkte

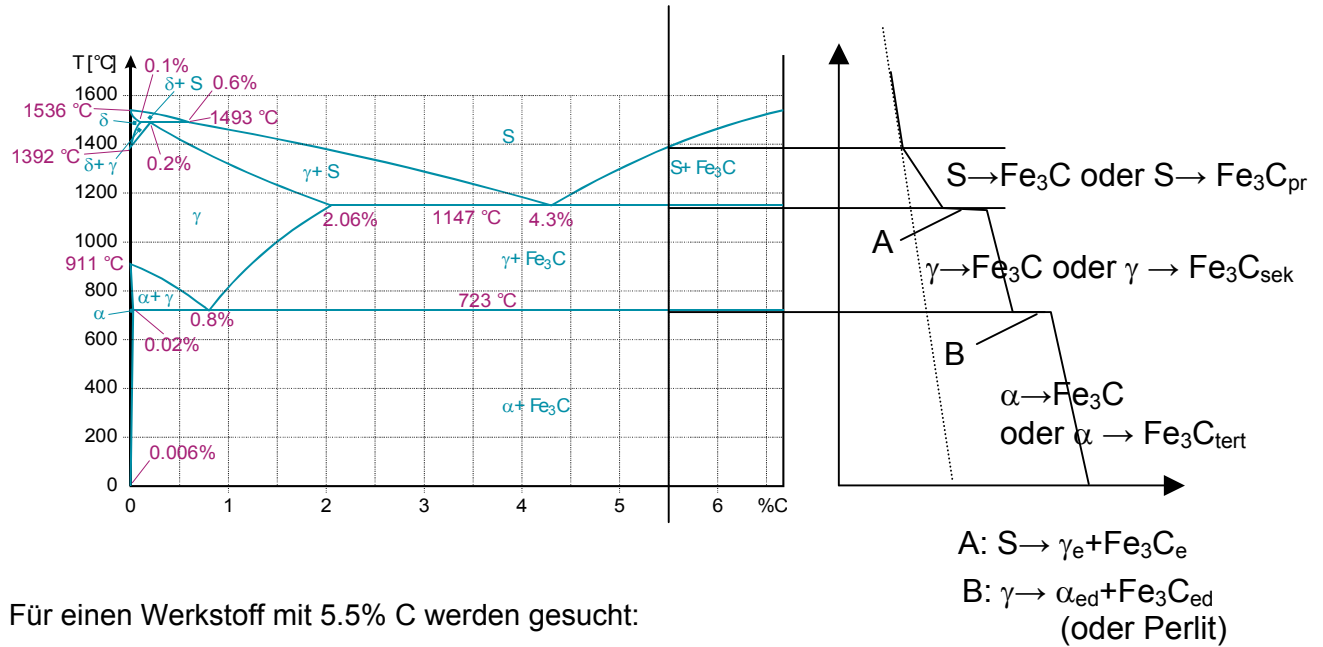
Gegeben ist das Fe-Fe₃C-Phasendiagramm.

- Beschriften Sie die Felder mit den Phasenbezeichnungen
- Beschriften Sie die Eutektikale und die Eutektoidale je mit ihrer Temperatur und schreiben sie die Komponentengehalte der dort miteinander im Gleichgewicht stehenden Phasen an.
- Zeichnen und beschriften Sie eine Abkühlungskurve für einen Eisenwerkstoff K mit 3.5% C:
- Wie groß ist der Perlitgehalt von K insgesamt bei 0°C?
- In welchem Bereich des Kohlenstoffgehaltes liegen Eisenwerkstoffe, welche Sekundärzementit ausscheiden (auch wenn der Sekundärzementit im Gefüge nicht deutlich sichtbar ist)?



1 Fe-C-System, Abkühlungskurven, Gefügebilder

Gegeben ist das Zustandsdiagramm des metastabilen Eisen-Kohlenstoff-Systems.



Für einen Werkstoff mit 5.5% C werden gesucht:

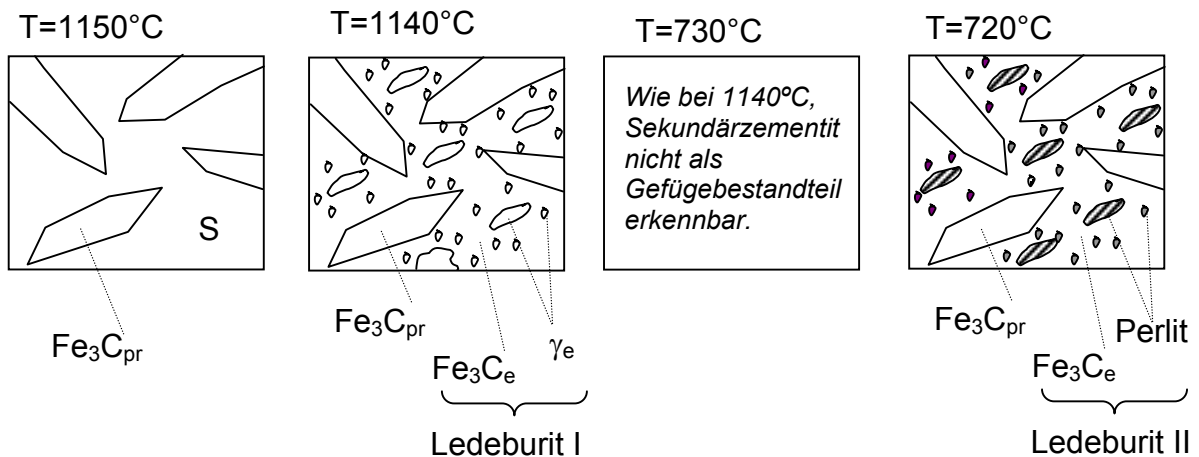
- Die Abkühlungskurve mit Beschriftung.
- Gefügebilder mit Beschriftung bei den Temperaturen 1150°C, 1140°C, 730°C, 720°C.
- Wieviel Fe₃C_{pr} enthält der Werkstoff bei Raumtemperatur?

Lösung:

- Abkühlungskurve: Siehe Diagramm
- Gefügebilder: Siehe unten
- Unmittelbar oberhalb der eutektischen Temperatur besteht die Legierung aus

$$\frac{5.5 - 4.3}{6.67 - 4.3} = 50.6\% \text{ Primärzementit und } 49.4\% \text{ Schmelze.}$$

Der Primärzementitanteil, Fe₃C_{pr}, bei Raumtemperatur ist gleich gross: 50.6%



2 Stahlerzeugung

7 Punkte

Wie wird Stahl aus Erzen gewonnen? Beschreiben Sie die Verfahrenstechnik und die zugehörigen Einrichtungen inklusive deren Aufbau.

Lösung

Im Hochofen werden Eisenerze (das sind Eisenoxide) (ev. pelletiert) durch Zugabe von Kohlenstoff (Koks) reduziert, es entsteht flüssiges Roheisen.

Teile des Hochofens sind von oben nach unten: Gicht, Schacht, Rast, Ringleitung und Gestell.

Das Roheisen wird im Konverter zu Stahl verarbeitet, indem durch das Sauerstoffaufblasverfahren und durch Zugabe von Hilfsstoffen der Fremdstoffgehalt reduziert wird. (Die ablaufenden Prozesse werden durch die Schlacke beeinflusst)

14x0.5 {7}7

3 Fe-Fe₃C-System

5 Punkte

Betrachtet wird das metastabile Eisen-Kohlenstoff-System.

- Warum heisst es „metastabil“?
- Gibt es ein stabiles Eisen-Kohlenstoff-System, wenn ja, was ist daran charakteristisch?
- Was ist Ledeburit I, bei welcher Temperatur entsteht er und woraus?
- Bei welcher Temperatur verschwindet Ledeburit I und wie?

Lösung

- Es heisst metastabil, weil der Kohlenstoff (soweit er nicht im Eisen gelöst ist) als Fe₃C (intermetallische Verbindung, Eisenkarbid) auftritt. Dieser Zustand entspricht nicht der geringsten freien Enthalpie. Es braucht eine Aktivierungsenergie, um einen Potentialberg zu überwinden und das Energieminimum zu erreichen.* {1}₁
- Es gibt ein stabiles Eisen-Kohlenstoff-System. Der Kohlenstoff tritt als Graphit auf, (soweit er nicht im Eisen gelöst ist).* {1}₂
- Ledeburit I ist das eutektische Gefüge des metastabilen Eisen-Kohlenstoff-Systems, es besteht aus eutektischem Austenit γ und aus eutektischem Fe₃C (Zementit) und, mit zunehmender Abkühlung, aus Sekundärzementit. Ledeburit I entsteht bei 1147°C aus Schmelze mit eutektischer Zusammensetzung.* 4x {0.5}₄
- Bei 723°C „verschwindet“ Ledeburit I, er wird zu Ledeburit II, indem der eutektische Austenit in Perlit umwandelt.* {1}₅

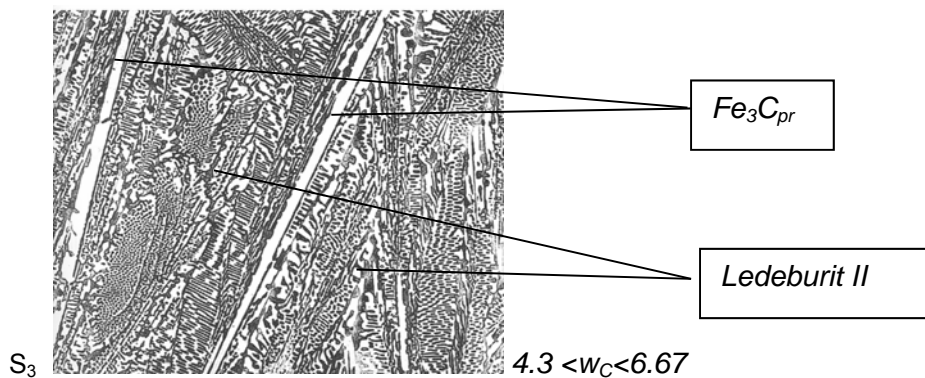
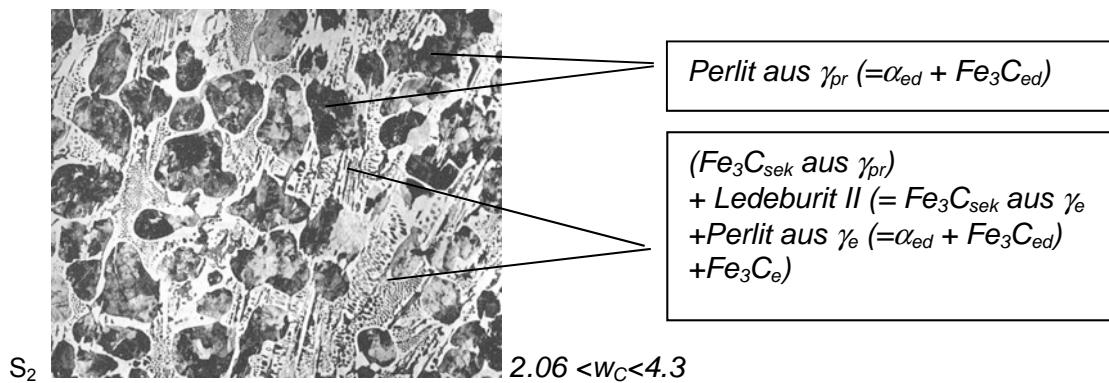
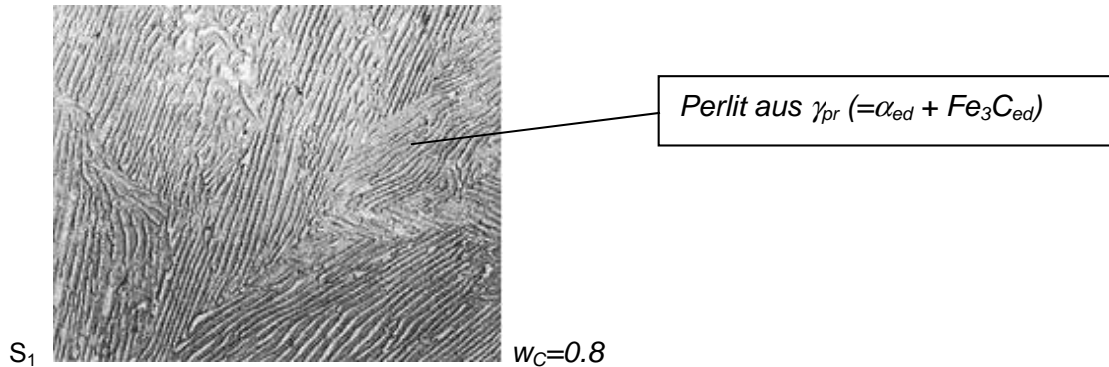
4 Eisenwerkstoffe Gefügebilder

6 Punkte

Gegeben sind drei Schliffbilder von Eisenwerkstoffen bei Raumtemperatur.

- Welchen Kohlenstoffgehalt haben die einzelnen Werkstoffe etwa?
- Welches sind die erkennbaren Gefügearten, aus welchen Phasen setzen sie sich zusammen?
Markieren und beschriften Sie diese.

Lösung



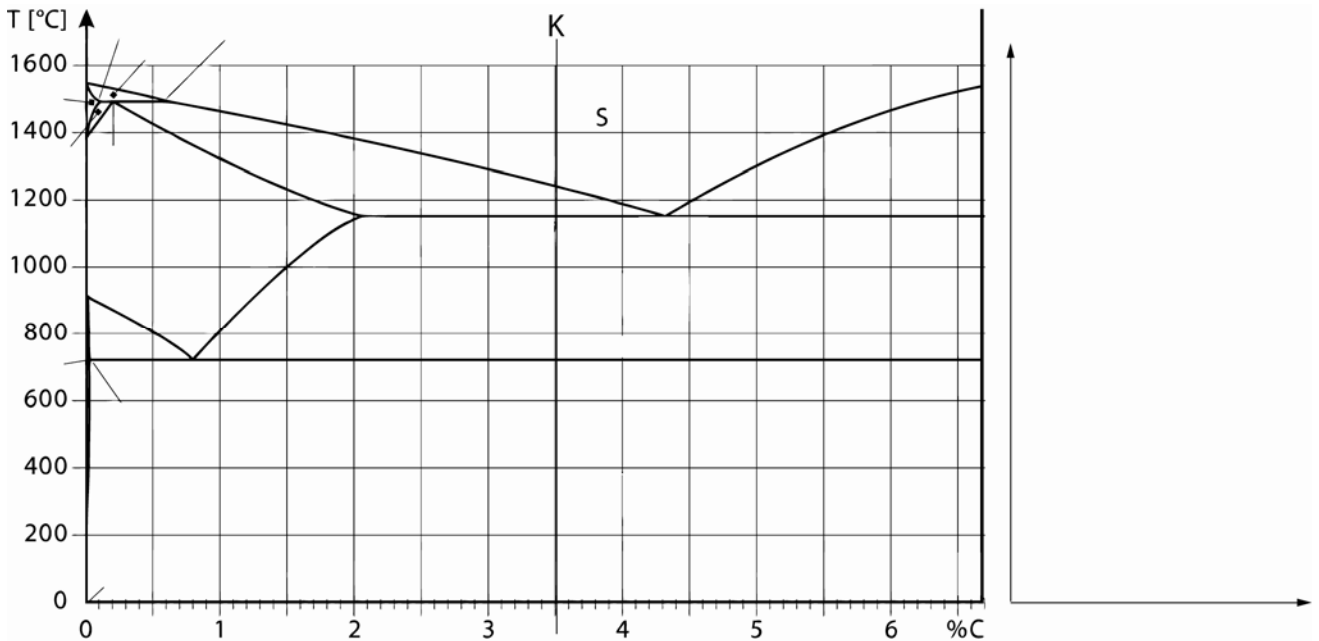
Kohlenstoffgehalt (soll innerhalb der angegebenen Grenzen liegen): $3 \cdot \{0.5\}_{1.5}$
 Pro Teilgefüge (Perlit, Ledeburit): $5 \cdot \{0.5\}_4$
 Gefügedetaillierung, pro Phase maximal $8 \cdot \{0.25\}_6$

5 Fe-Fe₃C-System

17 Punkte

Gegeben ist das Fe-Fe₃C-Phasendiagramm.

- Beschriften Sie die Felder mit den Phasenbezeichnungen
- Beschriften Sie die Eutektikale und die Eutektoidale je mit ihrer Temperatur und schreiben sie die Komponentengehalte der dort miteinander im Gleichgewicht stehenden Phasen an.
- Zeichnen und beschriften Sie eine Abkühlungskurve für einen Eisenwerkstoff K mit 3.5% C:
- Wie groß ist der Perlitgehalt von K insgesamt bei 0°C?
- In welchem Bereich des Kohlenstoffgehaltes liegen Eisenwerkstoffe, welche Sekundärzementit ausscheiden (auch wenn der Sekundärzementit im Gefüge nicht deutlich sichtbar ist)?

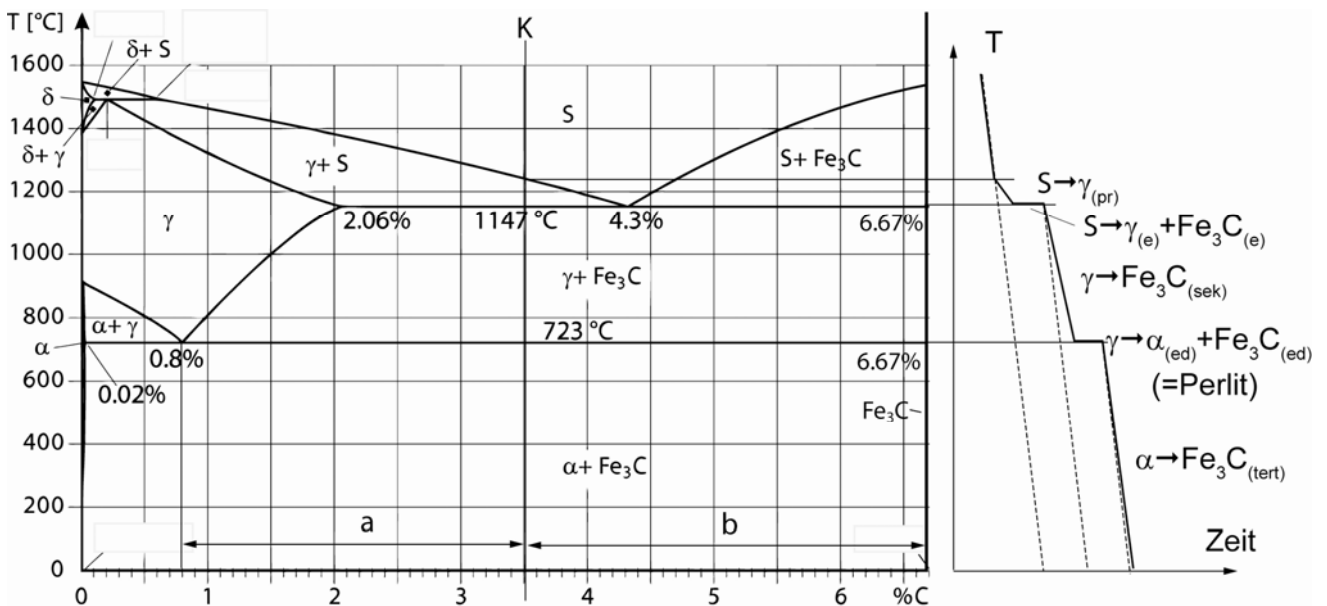


Lösung a) $12 \times \{0.5\}_6$

b) $8 \times \{0.5\}_{10}$

c)

Graphik $5 \times \{0.5\}_{12.5}$
Schrift $5 \times \{0.5\}_{15}$



d) Hebelgesetz: $w_P^K = \frac{b}{a+b} = \frac{6.67-3.5}{6.67-0.8} = 0.54 (= 54\%)$ (auch Perl. im Led.II)

Formel $\{0.5\}_{15.5}$ Wert $\{0.5\}_{16}$

e) Bedingung für Ausscheidung von Sekundärzementit: $0.8\% < w_C^K < 6.67\%$ $\{1\}_{17}$
(für $2.06\% < w_C^K < 6.67\%$ entsteht eutektischer Austenit γ)