

Aufgabe 1 Physikalische Eigenschaften Kristall 4.5 Punkte

Für metallische Werkstoffe gibt es drei wichtige Gittertypen.

a) Füllen Sie bitte Tabelle 1 aus! (3 Punkte)

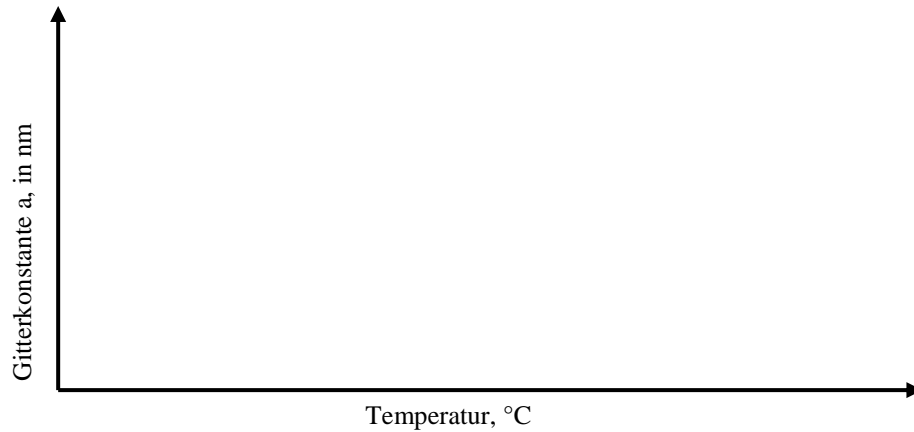
Gittertyp	Atome/EZ	Raumerfüllung [%]	Anzahl der Oktaederlücken/EZ	Anzahl der Tetraederlücken/EZ	Metalle
krz					
kfz					
hex					

Tabelle 1

b) Zeichnen Sie die Elementarzellen (EZ) der drei Gittertypen! (1,5 Punkte)

Aufgabe 2**Thermische Eigenschaften 3****4 Punkte**

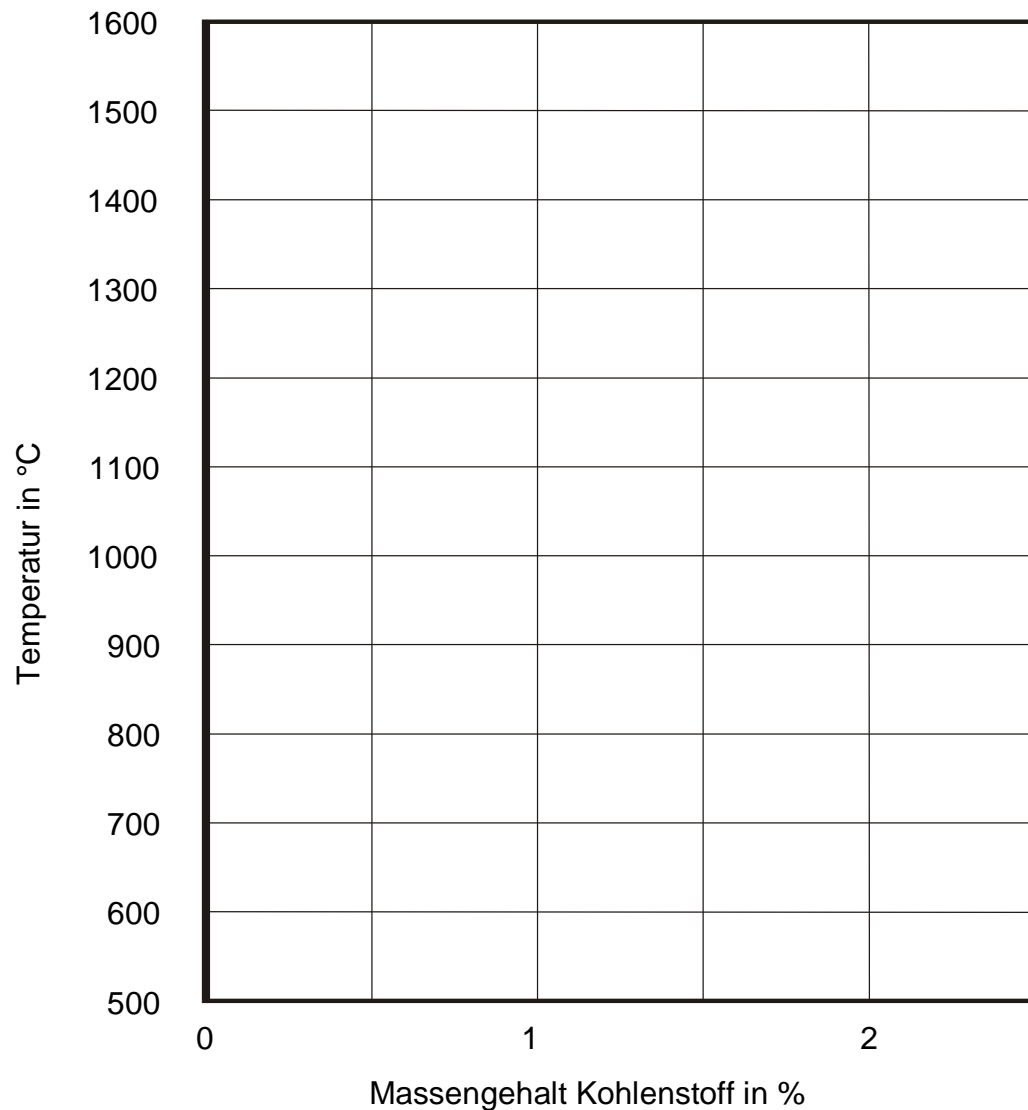
- a) Wie verhält sich die Gitterkonstante von reinem Eisen im Temperaturbereich von 400°C bis 1500°C? Zeichnen Sie schematisch den Verlauf der Gitterkonstanten in **Anlage 1** ein und beschriften Sie die charakteristischen Bereiche und Temperaturen (3 Punkte).

Anlage 1:

- b) Welche Phänomene sind für diese Unstetigkeiten im Kurvenverlauf verantwortlich (1 Punkt)?

Aufgabe 3**Legierungen des Eisens 2****7 Punkte**

In der Werkstoffkunde nimmt das metastabile Fe-Fe₃C Phasendiagramm einen wichtigen Platz ein. Zeichnen Sie das Diagramm in die beigefügte **Anlage 1** ein. Bezeichnen Sie die Phasenräume, geben Sie die charakteristischen Temperaturen und C-Gehalte an (*7 Punkte*).



Aufgabe 4 **Phasenumwandlung Austenit 3** **5 Punkte**

Ein unlegierter Stahl mit einem C-Gehalt von 1,2%C wird auf die folgenden Temperaturen erwärmt:

- oberhalb A_{ccm} ,
- zwischen A_{c1} und A_{ccm} und
- kurz unterhalb A_{c1}

In allen Fällen wird der Stahl nur solange gehalten, bis eine Durchwärmung erfolgt ist.

- a) Welche möglichen Gefüge liegen in den drei verschiedenen Temperaturbereichen vor (2,5 Punkte)?
- b) Wie ändern sich die Gefüge aus a), wenn der Werkstoff nach der Durchwärmung in Salzwasser abgeschreckt wird (2,5 Punkte)?

Aufgabe 5 **Ferritisch Perlitische Umwandlung 3** **6 Punkte**

Mit Perlit wird eine lamellare Gefügeausbildung aus Ferrit und Zementit bezeichnet.

a) Nennen Sie stichwortartig die Vorgänge bei der Umwandlung des Austenits in Perlit.

Wodurch wird der Perlitbildungsmechanismus charakterisiert (2,5 Punkte)?

b) Erläutern Sie anhand einer Skizze die C-Konzentrationsverläufe beim Wachstum der Ferrit- und Karbidlamellen des Perlits (2 Punkte).

c) Begründen Sie kurz, warum der Vorgang des Lamellenwachstums während der Umwandlung in Perlit nicht zum Stillstand kommt (1,5 Punkte).

Aufgabe 6 **Bainitische Umwandlung 4** **4 Punkte**

Ihnen wird die Aufgabe gestellt, die Wirtschaftlichkeit einer Eisenbahnstrecke zu erhöhen. Die Strecke ist mit Schienen aus sehr grobem, perlitischen Stahl der Güte 900 gestaltet. Auffällig ist der starke Verschleiß, der den jährlichen Austausch der Schienen erfordert.

Um Lösungsansätze zu finden, führen Sie zunächst ein Benchmarking durch und untersuchen metallografische Proben von Schienenwerkstoffen konkurrierender Bahnunternehmen.

- a) Welche Gefüge könnten Ihre Konkurrenten verwenden, um die Verschleißfestigkeit der Schienen zu erhöhen? (1,0 Punkt)?

Aus wirtschaftlichen Gründen möchten Sie ein Gefüge für maximale Verschleißfestigkeit bei ausreichender Zähigkeit direkt nach dem Warmwalzen bei der Umwandlung aus dem Austenit einstellen.

- b) Welches Gefüge ist in diesem Fall einzustellen? Welche zwei Arten dieses Gefüges können für einen Stahl mit höheren Kohlenstoffgehalten auftreten? Erklären Sie stichpunktartig die metallkundlichen Mechanismen, die bei der Umwandlung eine Rolle spielen! Gehen Sie dabei auf die Temperatur, die Diffusion, die Beteiligung von Kohlenstoff und den Umwandlungsmechanismus ein. (3,0 Punkte)

Aufgabe 7**Alterung 7****2.5 Punkte**

Bake-Hardening-Stähle werden zur Herstellung von höherfesten Feinblechen für den Karosseriebau genutzt.

- a) Erläutern Sie den Vorteil der Bake-Hardening Stähle im Hinblick auf die Herstellung von Karosseriebauteilen (z.B. Kotflügel oder Tür) (*1 Punkt*)?
- b) In welchem Bereich liegt der Anteil an gelöstem Kohlenstoff in BH-Stählen (*0,5 Punkte*)?
- c) Darf der absolute C-Gehalt im Stahl den in Aufgabenteil b) angegebenen Wert überschreiten? Begründen Sie Ihre Antwort (*1 Punkt*).

Aufgabe 8

ZTU 3

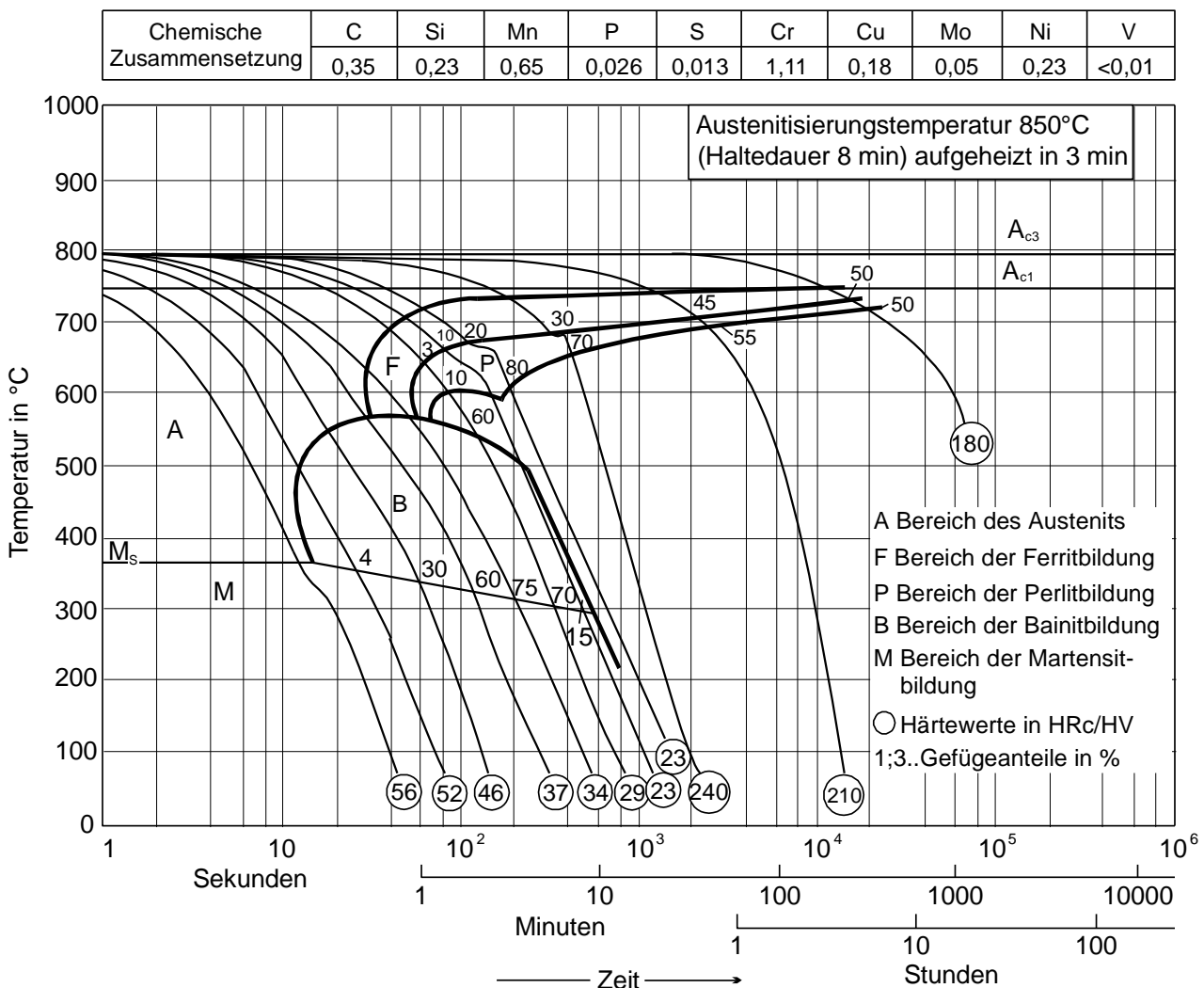
5 Punkte

Gegeben ist das kontinuierliche ZTU-Schaubild des Stahles 34Cr4 (**Anlage 1**).

- Skizzieren Sie die vollständige Wärmebehandlung im Temperatur-Zeit-Diagramm für ein bainitisch-martensitisches Gefüge mit minimaler Härte. Geben Sie die Gefügemengen und die erreichte Härte an (2 Punkte).
- Besonders im Perlitbereich des ZTU-Diagramms ist eine Verzögerung der Abkühlung und teilweise sogar ein Wiederanstieg der Temperatur zu erkennen. Wie wird dieses Phänomen genannt und wodurch wird es hervorgerufen (1 Punkt)?
- Erläutern Sie den Unterschied zwischen kontinuierlichen und isothermen ZTU-Schaubildern (2 Punkte).

Anlage 1:

Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Schaubild
(kontinuierlich)



Bestimmungsverfahren: Dilatometrisch und metallographisch an Proben von 4,5mm Dmr. und 15mm Länge.

Aufgabe 9**Wärmebehandlung 1****4.5 Punkte**

Zur Wiederherstellung der Umformeigenschaften oder zur Einstellung einer für die Umformung günstigen Textur wird kaltgewalzter Stahl rekristallisierend gegläht.

- a) Grenzen Sie die Rekristallisation gegenüber der Erholung ab! (2 Punkte)
- b) Welche zwei Voraussetzungen müssen zur erfolgreichen Rekristallisation des Werkstoffs erfüllt werden? (1 Punkt)

Das Rekristallisationsverhalten des Werkstoffs wird in der Regel mit einem Diagramm beschrieben, in dem eine bestimmte, einfach zu messende mechanische Kenngröße über unterschiedliche Glühtemperaturen aufgetragen ist.

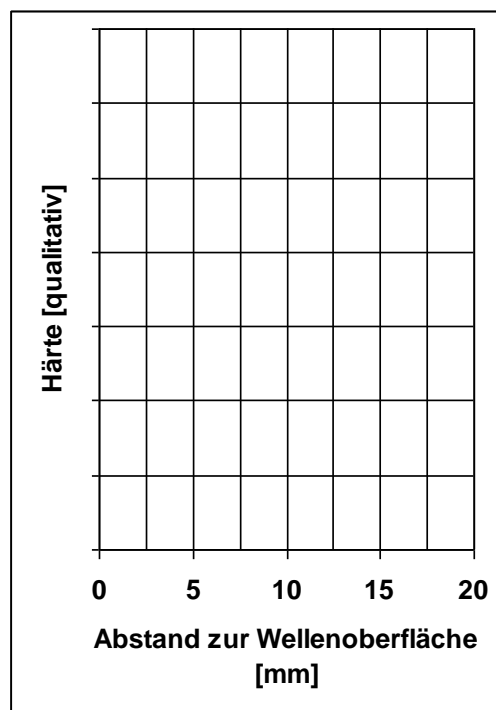
- c) Welche Größen werden in diesem Diagramm aufgetragen? Welche Randbedingung gilt bezüglich der Glühdauer für die Versuche zur Bestimmung des Diagramms? (1,5 Punkt)

Aufgabe 10**Vergüten 4****4.5 Punkte**

Eine Welle mit dem Durchmesser 40 mm muss zur Gewährleistung der mechanischen Eigenschaften vergütet werden. Zur Auswahl stehen die Werkstoffe

- C 35
- 44Cr2
- 42CrV6

a) Zeichnen Sie für alle drei Werkstoffe den schematischen Verlauf der Härte über den Querschnitt der Welle nach dem Vergüten in untenstehendes Diagramm! (3 Punkte)



b) Begründen Sie die unterschiedlichen Härteverläufe anhand der Begriffe Aufhärtbarkeit, Einhärtbarkeit und kritische Abkühlgeschwindigkeit (1,5 Punkte).

Aufgabe 11**NE Werkstoffe Aluminium****3 Punkte**

a) Welches der folgenden Elemente wird in Al-Legierungen nicht genutzt (1 Punkt)?

Cu Fe Mn Mg Si Zn

b) Zeichnen Sie schematisch die Glühbehandlungen nach dem Kaltwalzen für eine nicht aushärtbare und eine aushärtbare Legierung (2 Punkte).

