

Bachelorprüfung

„Werkstofftechnik der Metalle“

31.08.2015

Name:

Matrikelnummer:

Unterschrift:

| Aufgabe | Maximalanzahl an Punkten: | Punkte erreicht: | Punkte nach Einsicht (nur zusätzliche Punkte) |
|---------|---------------------------|------------------|--|
| 1 | 10,5 | | |
| 2 | 4 | | |
| 3 | 14 | | |
| 4 | 9 | | |
| 5 | 5 | | |
| 6 | 8 | | |
| 7 | 8 | | |
| 8 | 4,5 | | |
| 9 | 10 | | |
| 10 | 10 | | |
| 11 | 6 | | |
| 12 | 5 | | |
| 13 | 3 | | |
| 14 | 3 | | |
| | | | |
| Summe | 100 | | |

Zum Bestehen der Klausur werden 44% der Punkte benötigt.

Aufgabe 1**Kristallaufbau****10,5 Punkt(e)**

Für metallische Werkstoffe gibt es drei wichtige Gittertypen.

- a) Vervollständigen Sie **Tabelle 1**, indem Sie die Anzahl der Atome, die Raumerfüllung, die Anzahl der Oktaeder- und Tetraederlücken sowie je ein Beispiel für ein Reinmetall bei RT für die verschiedenen Gittertypen angeben. (7,5 Punkte)

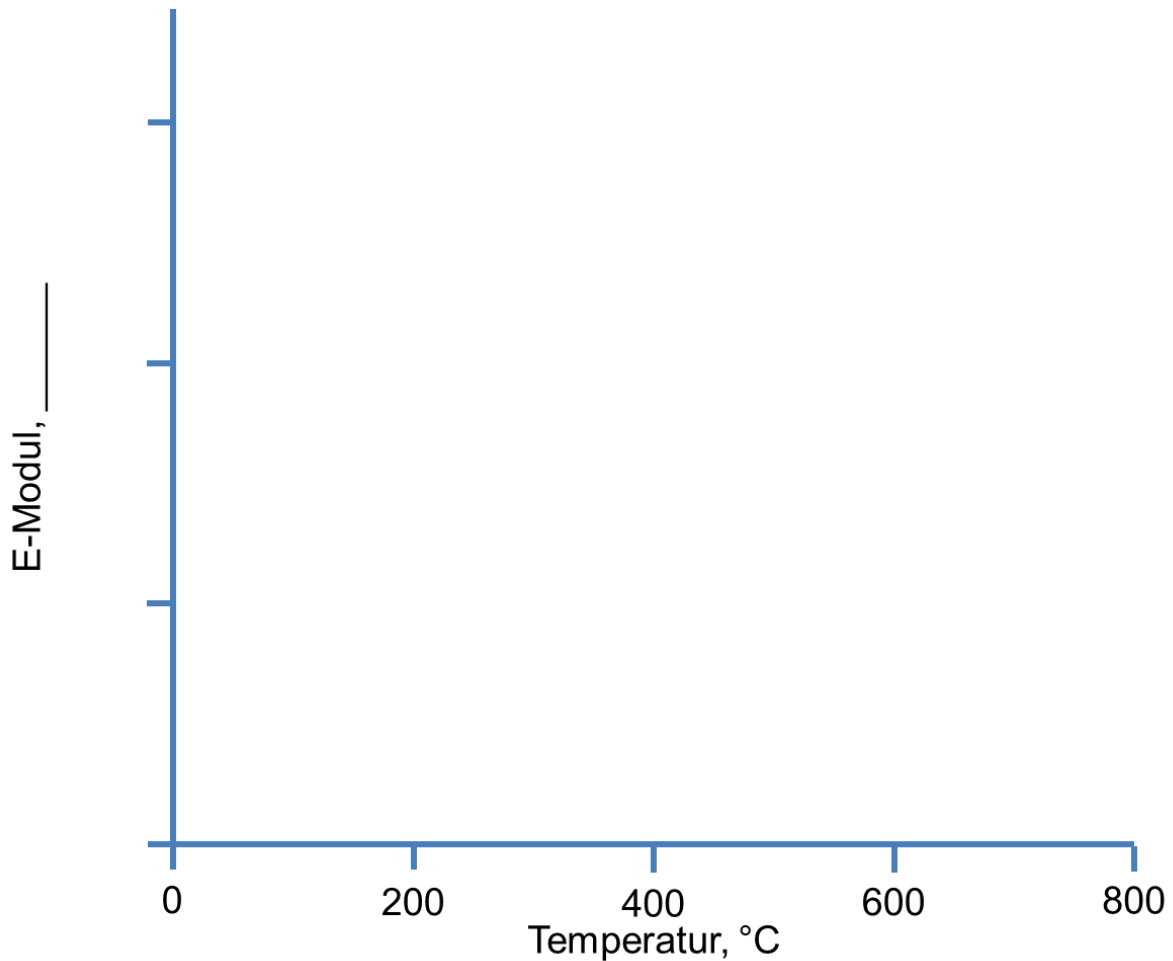
| Gittertyp | Atome/EZ | Raumerfüllung [%] | Anzahl der Oktaederlücken/EZ | Anzahl der Tetraederlücken/EZ | Reinmetall bei RT |
|-----------|----------|-------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| krz | | | | | |
| kzf | | | | | |
| hex | | | | | |

Tabelle 1

- b) Zeichnen Sie die Elementarzellen (EZ) der drei Gittertypen! (3 Punkte)

Aufgabe 2**Elastische Eigenschaften****4 Punkt(e)**

Stellen Sie die Abhängigkeit des Elastizitätsmoduls von der Temperatur für einen ferritischen Stahl und einen austenitischen Stahl in **Anlage 1** dar. Beschriften Sie die Y-Achse und fügen Sie die entsprechende Einheit des E-Moduls hinzu (4 Punkte)

Anlage 1

Aufgabe 3**Legierungselemente****14 Punkt(e)**

Im metastabilen Fe-Fe₃C Phasendiagramm sind drei entscheidende Phasenumwandlungsreaktionen enthalten.

a) Geben Sie jede der drei Umwandlungsreaktionen und die C-Gehalte aller beteiligten Reaktionspartner an. (12 Punkte)

1: peritektische Reaktion:

Gleichung: _____ → _____

C-Gehalte: _____

2: eutektische Reaktion:

Gleichung: _____ → _____

C-Gehalte: _____

3: eutektoide Reaktion:

Gleichung: _____ → _____

C-Gehalte: _____

b) Bei welchen Temperaturen finden die peritektische und die eutektoide Reaktion statt? (2 Punkte)

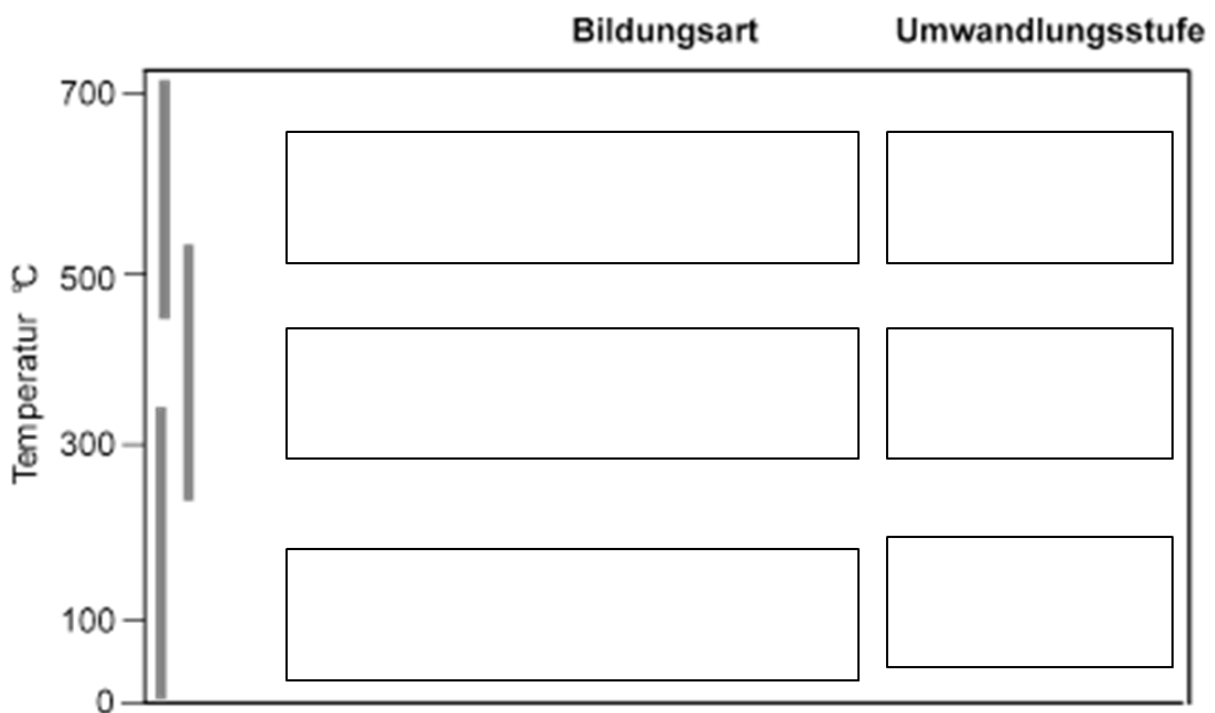
peritektische Reaktion: T=_____

eutektoide Reaktion: T=_____

Aufgabe 4**Austenit-Umwandlung****9 Punkt(e)**

Die Phasenumwandlungen des unterkühlten Austenits werden bei Stählen zur Gefügeeinstellung technisch genutzt.

- a) Nennen Sie die drei Umwandlungsstufen des unterkühlten Austenits und geben Sie für die gegebenen Temperaturbereiche der drei Umwandlungsstufen die Bildungsart des Gefüges an. Bitte nutzen Sie das vorgegebene Diagramm. (6 Punkte)

Anlage 1

- b) Nennen Sie für einen Stahl mit 0,002, 0,4 und 0,8 Massen-% Kohlenstoff die bei Luftabkühlung entstehenden Gefüge. (3 Punkte)

d) Wie wirkt sich eine Verringerung des Perlitlamellenabstands auf

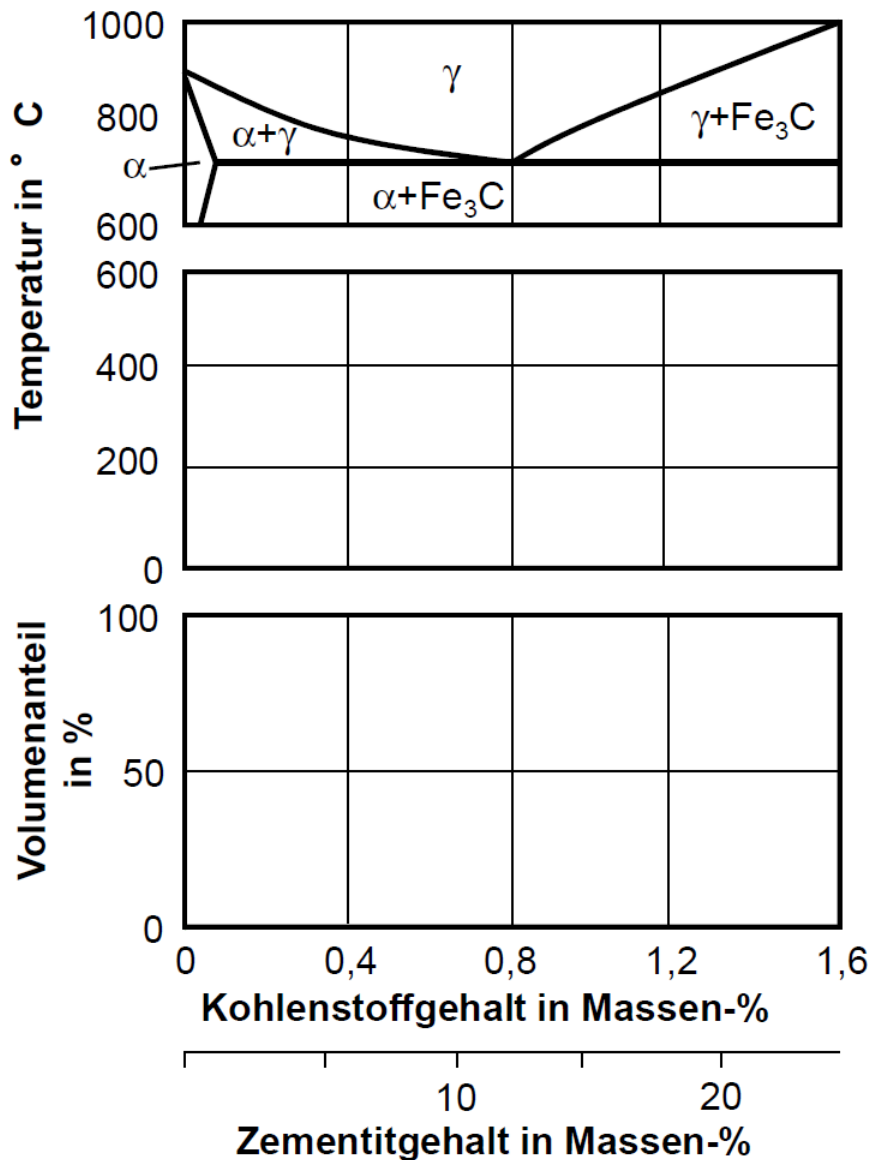
- Zähigkeit
- Streckgrenze

aus? (1 Punkt)

Aufgabe 6**Martensit-Umwandlung****8 Punkt(e)**

Die Bildung und die Morphologie des Martensits hat eine strenge Abhängigkeit vom C-Gehalt des Stahls.

- a) Zeichnen Sie den Verlauf der M_s -Temperatur in das mittlere Diagramm in **Anlage 1**. (1 Punkt)

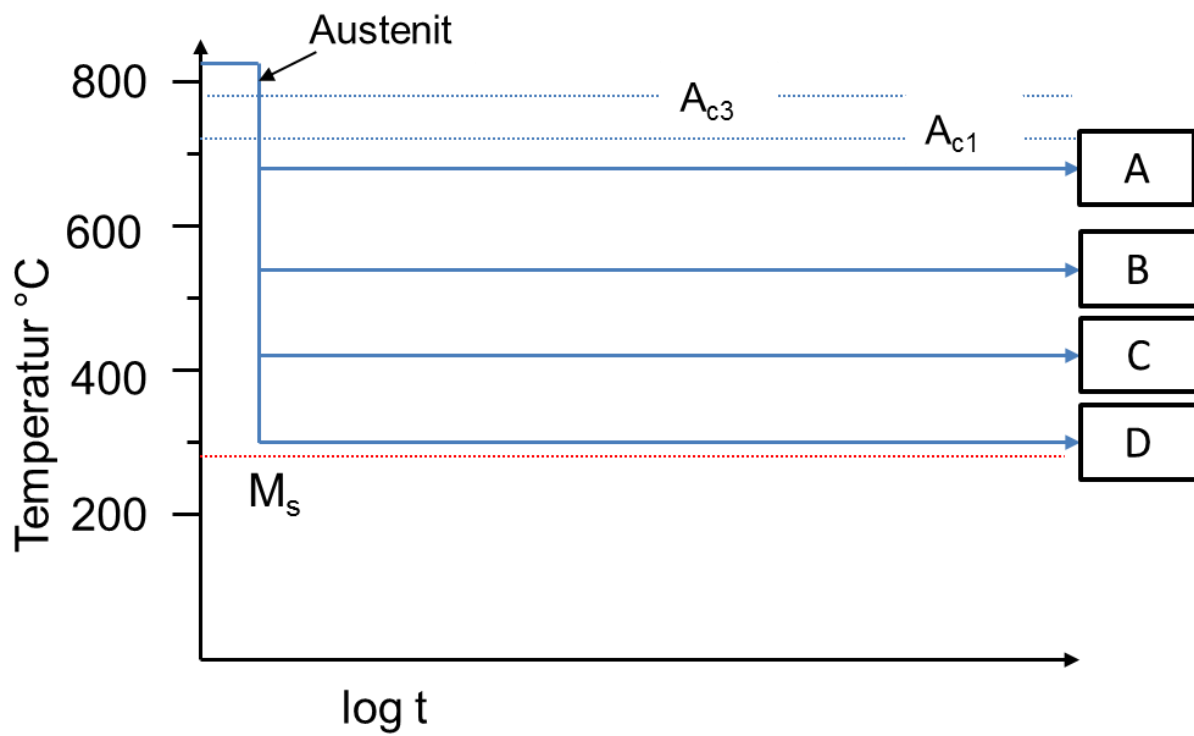
Anlage 1

- b) Zeichnen Sie den Verlauf der Volumenanteile von Restaustenit, Lanzetten- und Plattenmartensit schematisch in das untere Diagramm in **Anlage 1**. (3 Punkte)
- c) Sie wollen einen Stahl mit 0,9 %C so wärmebehandeln, dass ein vollständig martensitisches Gefüge eingestellt wird. Wie müssen die Bedingungen für Austenitisierung (Temperatur) und Abschreckung (Medium) für diesen Stahl gewählt werden, um ein vollständig martensitisches Gefüge einzustellen? Begründen Sie Ihre Antwort! (4 Punkte)

Aufgabe 7**Bainit-Umwandlung****8 Punkt(e)**

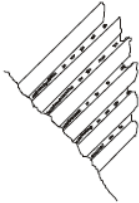
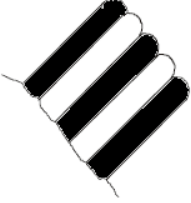
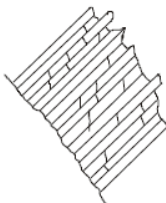

Ein Stahl wurde komplett austenitisiert, beschleunigt abgekühlt und anschließend bei verschiedenen Temperaturen unterhalb von A_{c1} isotherm gehalten.

- a) Zeichnen Sie schematisch den Bildungsbereich von Perlit und Bainit in das Diagramm in **Anlage 1** ein. (2 Punkte)

Anlage 1

- b) Die Karbidverteilung nach den einzelnen Versuchen A, B, C und D sind in **Anlage 2** schematisch dargestellt. Vervollständigen Sie die Tabelle, indem Sie die Gefüge den entsprechenden Versuchen aus **Anlage 1** zuordnen und die ungefähre Länge der Karbide in die Tabelle eintragen. (4 Punkte)

Anlage 2

| | | | | |
|--------------------|---|---|--|---|
| Gefüge |  |  |  |  |
| Versuch | | | | |
| Karbidlänge | | | | |

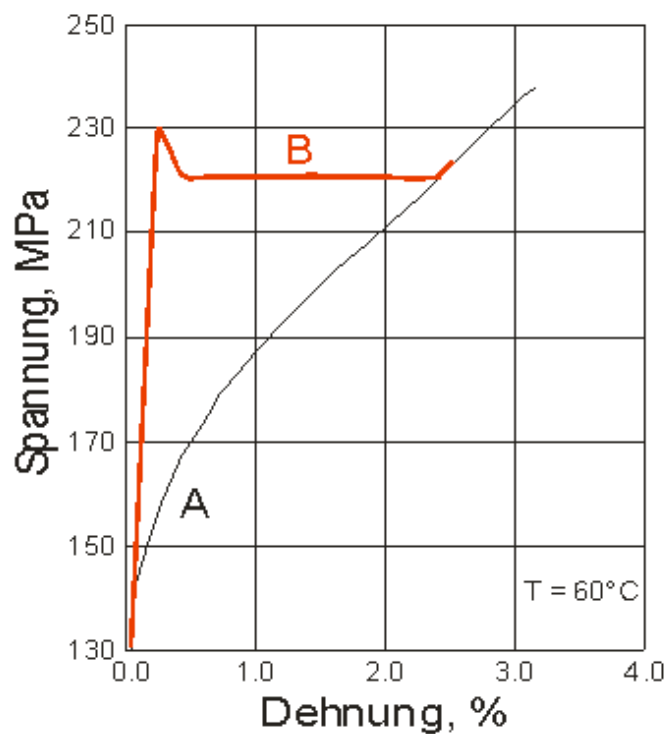
(α – weiß, Karbide – schwarz)

- c) Entsprechend der Gefüge und der Zeit-Temperaturverläufe aus den Teilaufgaben a) und b) können die jeweiligen Bildungsformen des Perlit und Bainit noch weiter klassifiziert werden. Benennen Sie für die Versuche A, B, C und D die Gefüge entsprechend der zuvor erarbeiteten Informationen (2 Punkte)

Aufgabe 8**Alterung****4,5 Punkt(e)**

Ein unlegierter Stahl mit 0,01% Kohlenstoff wurde bei 720°C lösungsgeglüht und anschließend abgeschreckt.

- a) Ein Zugversuch wurde an einer Probe des Stahls wurde direkt nach dem Abschrecken durchgeführt. Eine andere Probe wurde vor dem Zugversuch bei 60°C für 10 Minuten ausgelagert. Ordnen Sie die Proben den Kurvenverläufen in **Anlage 1** zu. (1 Punkt)

Anlage 1

- b) Der unterschiedliche Kurvenverlauf ist auf Alterungseffekte zurückzuführen. Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, damit Alterung in Stählen vorkommt. (2 Punkte)
- c) Welche Elemente sind ursächlich für die Alterung? In welcher Form sind die Elemente vor der Auslagerung gelöst? (1 Punkte)
- d) Bei welchem Verfahren wird die Alterung gezielt genutzt? (0.5 Punkte)

Aufgabe 9

ZTU-Schaubilder

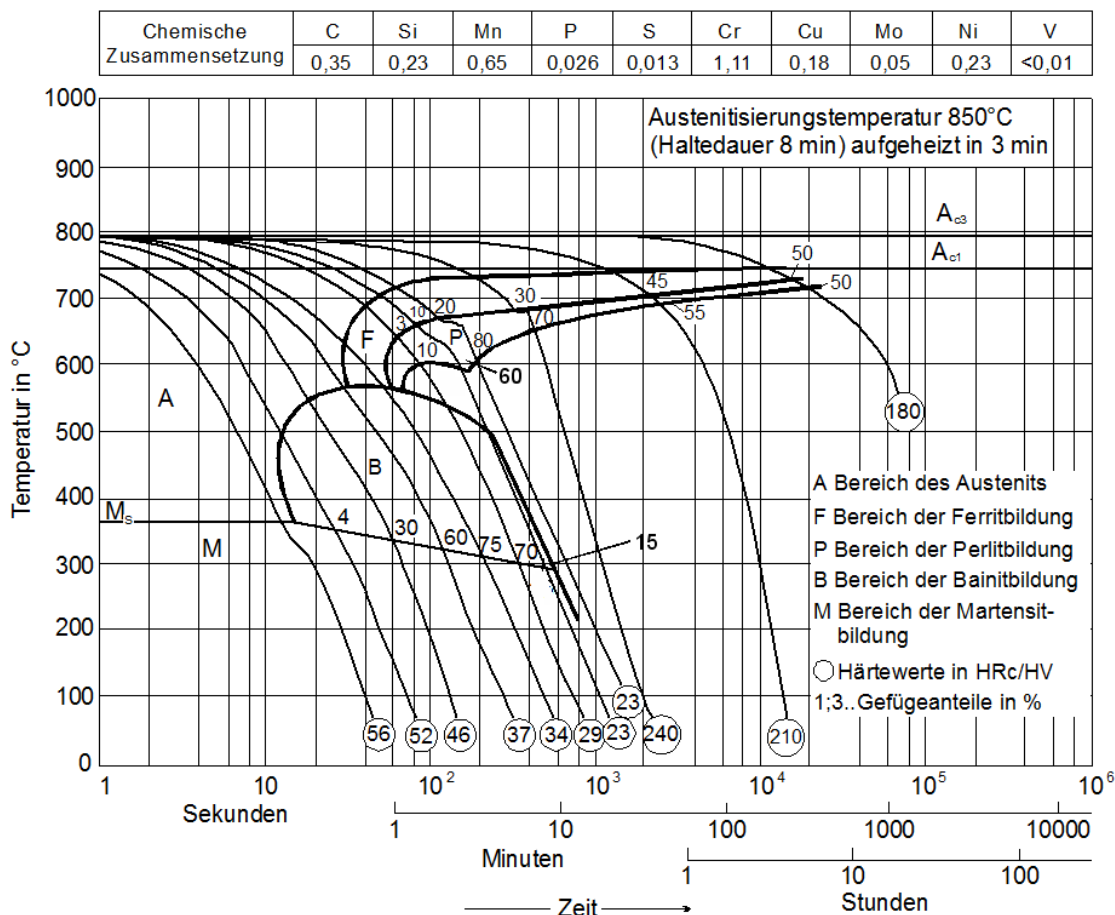
10 Punkt(e)

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

- a) Skizzieren Sie die vollständige Wärmebehandlung für ein bainitisch-martensitisches Gefüge mit minimaler Härte. Geben Sie die dafür notwendigen Zeiten, Temperaturen und die resultierenden Gefügemengen mit erreichter Härte an. (4 Punkte)

Anlage 1:

Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Schaubild
(kontinuierlich)



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

- b) 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? (2 Punkte)
- c) Erläutern Sie den Unterschied zwischen kontinuierlichen und isothermen ZTU-Schaubildern hinsichtlich ihres Temperatur-Zeit-Verlaufs. (4 Punkte)

Aufgabe 10 **Technische Wärmebehandlung** **10 Punkt(e)**

Stahlwerkstoffe werden nach dem Kaltwalzen oft einer rekristallisierenden Glühung unterzogen.

- a) Was ist das Ziel einer rekristallisierenden Glühung? Geben Sie ein Beispiel für einen Prozess, der vorweg eine Rekristallisation des Werkstoffs erforderlich macht! (2,0 Punkte)
- b) Industriell werden zwei Verfahrensvarianten der Rekristallisationsglühung eingesetzt. Nennen Sie die Varianten und skizzieren Sie detailliert die Zeit-Temperatur-Zyklen der beiden Varianten (Angabe von Temperatur- und Zeitspanne)! (8,0 Punkte)

Aufgabe 11**Vergüten****6 Punkt(e)**

Das Vergüten beschreibt nach DIN EN 10052 ein kombiniertes Wärmebehandlungsverfahren.

- a) Nennen Sie die einzelnen Prozessschritte beim Vergüten und skizzieren Sie den Prozesszyklus in **Anlage 1**! Ergänzen Sie Ihre Zeichnung um A_c -, B_s - oder M_s -Temperaturlinien um die Phasenumwandlungen während des Vergütens eindeutig zu kennzeichnen. (4 Punkte)

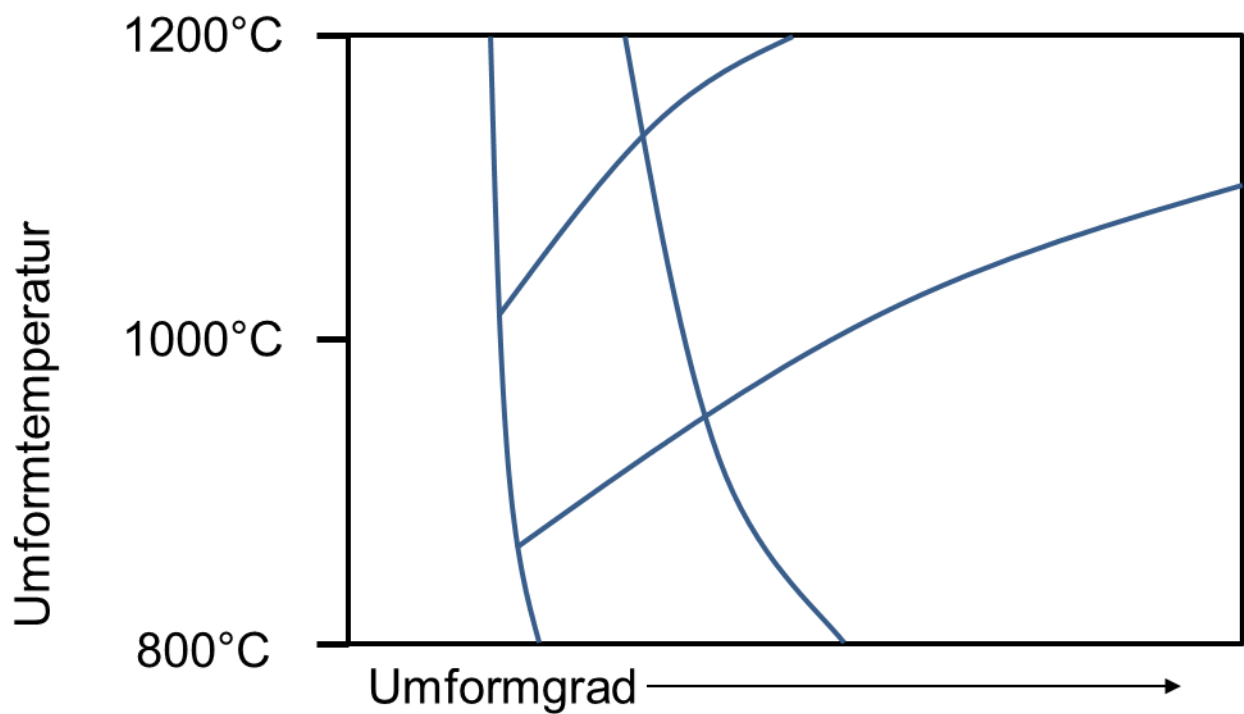
Anlage 1

- b) Welche Eigenschaften des Stahls sollen durch das Vergüten verbessert werden? Nennen Sie 2 Beispiele! (2,0 Punkte)

Aufgabe 12**Einstellen von Gefügen****5 Punkt(e)**

Die Austenitkorngröße kann durch die Rekristallisation gezielt beeinflusst werden.

Zeichnen Sie die Bereiche von i) nicht rekristallisiertem, ii) teilweise rekristalliertem, und vollständig rekristallisiertem Austenit schematisch in Anlage 1 ein. Zeichnen Sie zusätzlich die Isokorngrößenlinie für ein großes Austenitkorn (z.B. 50 μm) und ein kleineres Austenitkorn (z.B. 10 μm) in **Anlage 1** ein. (5 Punkte)

Anlage 1

Aufgabe 13**Aluminium****3 Punkt(e)**

Ein häufig eingesetztes Verfahren für die Oberflächenveredlung von Aluminium ist das Eloxieren.

a) Was ist das Eloxieren (1 Punkte)?

b) Wie lassen sich Oberflächen hierdurch verändern (2 Punkt)

Aufgabe 14**Kupfer****3 Punkt(e)**

Die mechanischen Eigenschaften von Kupfer-Zink-Legierungen sind stark vom Zink-Gehalt abhängig siehe **Anlage 1**.

a) Wie werden Kupfer-Zink-Legierungen genannt? (1 Punkt)

b) Erklären Sie den starken Zähigkeitsanstieg ab 35 Gew.% Zink und den Abfall der Zähigkeit ab ca. ab 50 Gew.% Zink! (2 Punkte)

