

Bachelorprüfung

„Werkstofftechnik der Metalle“

27.07.2016

Name:

Matrikelnummer:

Unterschrift:

Aufgabe	Punkte:	Erreichte Punkte:	Punkte nach Einsicht (zusätzliche Punkte)
1	3		
2	10		
3	4		
4	6		
5	5		
6	3		
7	6		
8	10		
9	6		
10	7		
11	6		
12	10		
13	10		
14	1		
15	4		
16	7,5		
17	1,5		
Summe	100		

Zum Bestehen der Klausur werden 44 % der Punkte benötigt.

Aufgabe 1**Stahlsystematik****3 Punkt(e)**

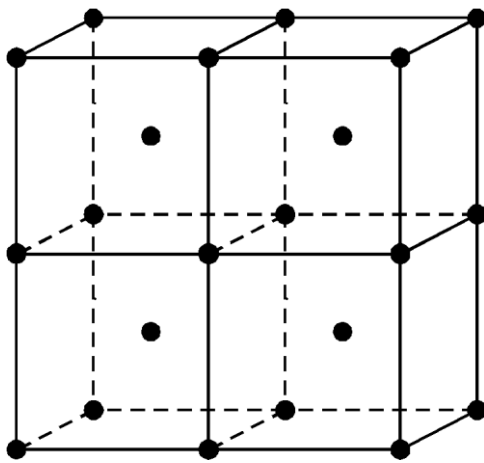
Die Bezeichnung der Stähle erfolgt über Kurznamen oder Werkstoffnummern. Geben Sie für die folgenden legierten und hochlegierten Stahlsorten den Kurznamen an (3 Punkte).

- a) legierter Edelstahl mit 12 Gew.% Chrom und 2,1 Gew.% Kohlenstoff
- b) Unlegierter Stahl mit 0,20 Gew.% C und einem Mn Gehalt < 1 Gew.%
- c) legierter Stahl mit 1 Gew.% Kohlenstoff, 5 Gew.% Chrom, und geringen Zusätzen an Molybdän und Vanadium

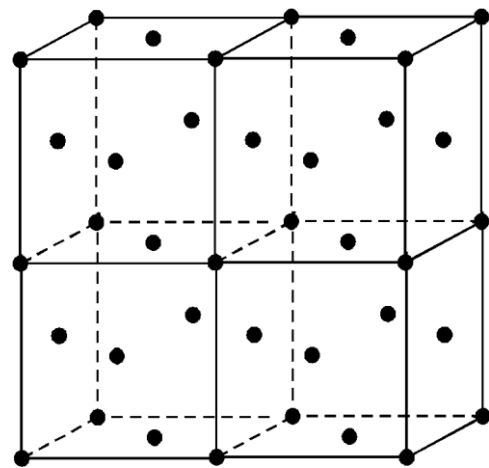
Aufgabe 2**Kristallstruktur****10 Punkt(e)**

Eine Besonderheit von Eisen ist, dass es im festen Zustand in verschiedenen Kristallmodifikationen auftreten kann: kubisch-raumzentriert (krz) und kubisch-flächenzentriert (kfz).

- a) In **Anlage 1** sind ein krz-Gitter und ein kfz-Gitter mit den Atompositionen des Eisens gegeben. Markieren Sie in jedem Gitter beispielhaft eine Oktaeder- und eine Tetraederlücke, indem Sie die entsprechenden Oktaeder und Tetraeder und die Lage des interstitiellen Atoms in der Lücke zeichnen (*4 Punkte*).

Anlage 1:

krz-Gitter



kfz-Gitter

- b) Welche Unterschiede bestehen zwischen den Gittertypen bezüglich Anzahl und Größe der Lücken? Welche Folgen ergeben sich daraus für die Diffusion und die Löslichkeit von C in Fe (6 Punkte)?

Aufgabe 3**Legierungselemente des Eisens****4 Punkt(e)**

In dem metastabilen Fe-Fe₃C Phasendiagramm sind drei entscheidende Phasenumwandlungsreaktionen enthalten.

Geben Sie jede der drei Umwandlungsreaktionen und die C-Gehalte aller beteiligten Reaktionspartner an. (4 Punkte)

1: eutektische Reaktion:

Gleichung: _____ → _____

C-Gehalt: _____

2: eutektoide Reaktion:

Gleichung: _____ → _____

C-Gehalt: _____

Aufgabe 5 **Phasenumwandlungen Ferrit-Perlit** **5 Punkt(e)**

Phasenumwandlungen werden für die gezielte Einstellung von Gefügen genutzt.

Beschreiben Sie stichwortartig die Vorgänge bei der Umwandlung des Austenits in Perlit. Gehen Sie besonders auf die hierbei stattfindende Diffusion und die Gründe für die lamellare Gefügeausbildung ein. (5 Punkte)

Aufgabe 6**Phasenumwandlungen Ferrit-Perlit II****3 Punkt(e)**

Ein Stahl mit 0,5 Massen.-% Kohlenstoff zeigt nach einer metallographischen Untersuchung ein Gefüge, dass anteilig 80% Perlit und 20% Ferrit enthält.

- a) Was sind die Gleichgewichtsanteile an Perlit und Ferrit dieser Legierung? Hinweis: Wenden Sie das Hebelgesetz an und nehmen Sie an, dass bei Raumtemperatur kein Kohlenstoff im Ferrit gelöst vorliegt) (2 Punkte).

- b) Wodurch kann die beobachtete Gefügestruktur in diesem Stahl eingestellt werden (1 Punkt)?

Aufgabe 7 **Phasenumwandlungen Bainit** **6 Punkt(e)**

- a) Geben Sie die ungefähren Temperaturgrenzen für den Bainitbildungsbereich an. (2 Punkte)
- b) Welche zwei mögliche Bildungsmechanismen gibt es bei der bainitischen Phasenumwandlung? (2 Punkte)
- c) Nennen Sie zwei mögliche Zweitphasen des Bainits. (2 Punkte)

Aufgabe 8 **Phasenumwandlungen Martensit** **10 Punkt(e)**

Die Entstehung von Martensit aus dem Austenit wird mit einem kristallografischen Modell beschrieben, das die Umwandlung in zwei Teilschritte zerlegt.

- a) Nennen Sie die beiden Teilschritte des metallografischen Modells zur Martensitumwandlung! (2 Punkt)
- b) Erklären Sie den ersten Teil des Modells stichpunktartig! Geben Sie – wenn möglich – Zahlenwerte an! Illustrieren Sie Ihre Erläuterungen durch eine beschriftete, dreiteilige Skizze der kristallografischen Vorgänge! (6 Punkte)

- c) Nennen und skizzieren Sie eine der beiden möglichen metallografischen Veränderungen, die im zweiten Teilschritt des Modells auftreten! (2 Punkt)

Aufgabe 9**Alterung****6 Punkt(e)**

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

- a) Beschreiben Sie in vier Schritten die Vorgänge, welche beim Bake-Hardening ablaufen. (2 Punkte)
- b) Skizzieren Sie in ein Diagramm qualitativ den Spannung-Dehnung-Verlauf eines Bake-Hardening-Stahls vor und nach der Bake-Hardening Behandlung. (2 Punkte)

- c) Lässt sich der Bake-Hardening-Effekt auch nutzen, wenn die 20 minütige Wärmebehandlung bei 80°C oder bei 400°C erfolgt? Begründen Sie Ihre Antwort anhand der im Werkstoff bei diesen Temperaturen ablaufenden Prozesse. (2 Punkte)

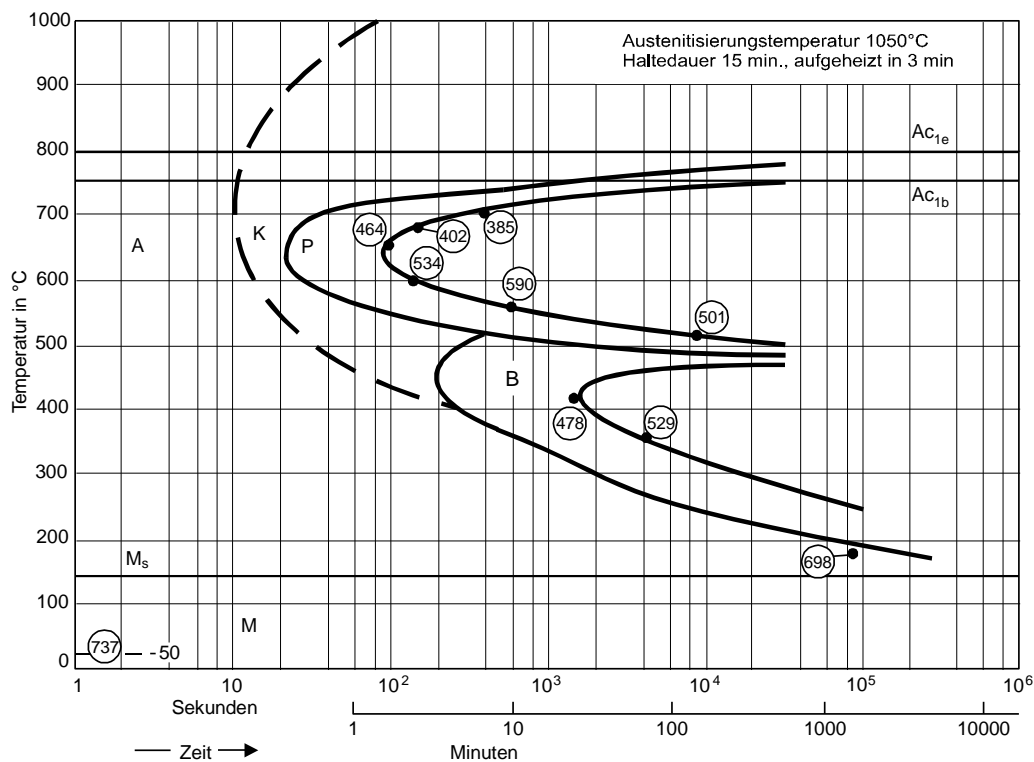
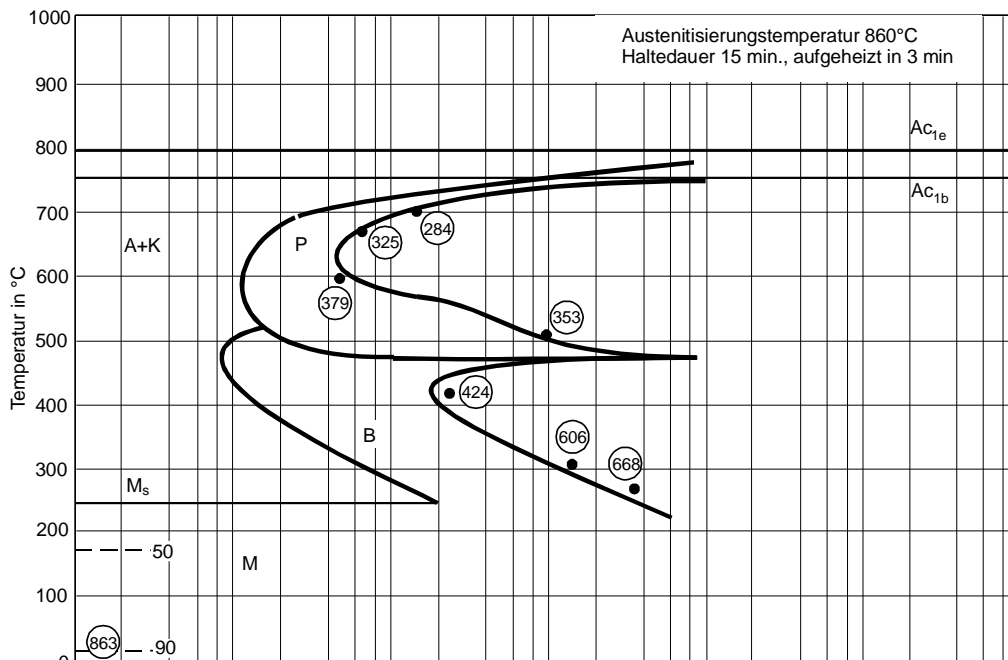
Aufgabe 10**ZTU-Diagramme****7 Punkt(e)**

Für den Wälzlagerstahl 100Cr6 sollen durch eine Wärmebehandlung die folgenden Gefüge eingestellt werden:

- 100% Perlit und Karbid mit maximaler Härte und
 - 100%Bainit und Karbid mit geringster Härte.
- a) Zeichnen Sie mit Hilfe der isothermen ZTU-Schaubilder (**Anlage 1**) für den Stahl 100 Cr 6 die vollständige Wärmebehandlung kleiner Proben mit Temperatur- und Zeitangaben in ein Temperatur-Zeit-Diagramm. (6 Punkte)
- b) Erklären Sie, warum der Bereich des metastabilen Austenits mit „A+K“ gekennzeichnet ist. (1 Punkt)

Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Schaubild
(isothermisch)

Chemische Zusammen- setzung in %	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Mo	Ni	V
	1,04	0,26	0,33	0,023	0,006	1,53	0,20	<0,01	0,31	<0,01



- A Bereich des Austenits
- A+K Bereich des Austenits und Karbids
- K Bereich der Karbidbildung
- Härtewerte in HV
- P Bereich der Perlitbildung
- B Bereich der Bainitbildung
- 50,90... Gefügeanteile in Prozent

Bestimmungsverfahren: Dilatometrisch und metallographisch an Proben von 4 mm Dmr. und 30 mm Länge
Metallographisch an Plättchen von 3 mm Dicke

Aufgabe 11 Technische Wärmebehandlungen I 6 Punkt(e)

Industriell hergestelltes Kaltband muss vor der Weiterverarbeitung, z. B. vor dem Tiefziehen, wärmebehandelt werden.

- a) Welche Gefügeveränderung wird bei dieser Wärmebehandlung angestrebt?
(1 Punkt)
- b) Welche Auswirkung ergibt sich auf die mechanischen Eigenschaften in Bezug auf den Ausgangszustand (vor dem Kaltwalzen)? (1 Punkt)
- c) Wie unterscheidet sich diese Wärmebehandlungen von einer Normalglühung?
(1 Punkt)
- d) Industriell werden zwei unterschiedliche Glühverfahren eingesetzt. Nennen Sie die beiden Verfahren sowie den wirtschaftlichen Hauptvorteil des jeweiligen Verfahrens! (3 Punkte)

Aufgabe 12 Technische Wärmebehandlungen II 10 Punkt(e)

Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt des Eisen-Kohlenstoff-Diagramms, in den verschiedene Bereiche der Wärmebehandlungen gekennzeichnet sind.

- a) Ergänzen Sie die Umwandlungstemperaturen A_1 , A_2 , A_3 und A_4 in Abbildung 1. (4 Punkte)
- b) Ergänzen Sie die Bezeichnungen der Wärmebehandlungen in den dafür vorgesehenen Feldern im Diagramm! (6 Punkte)

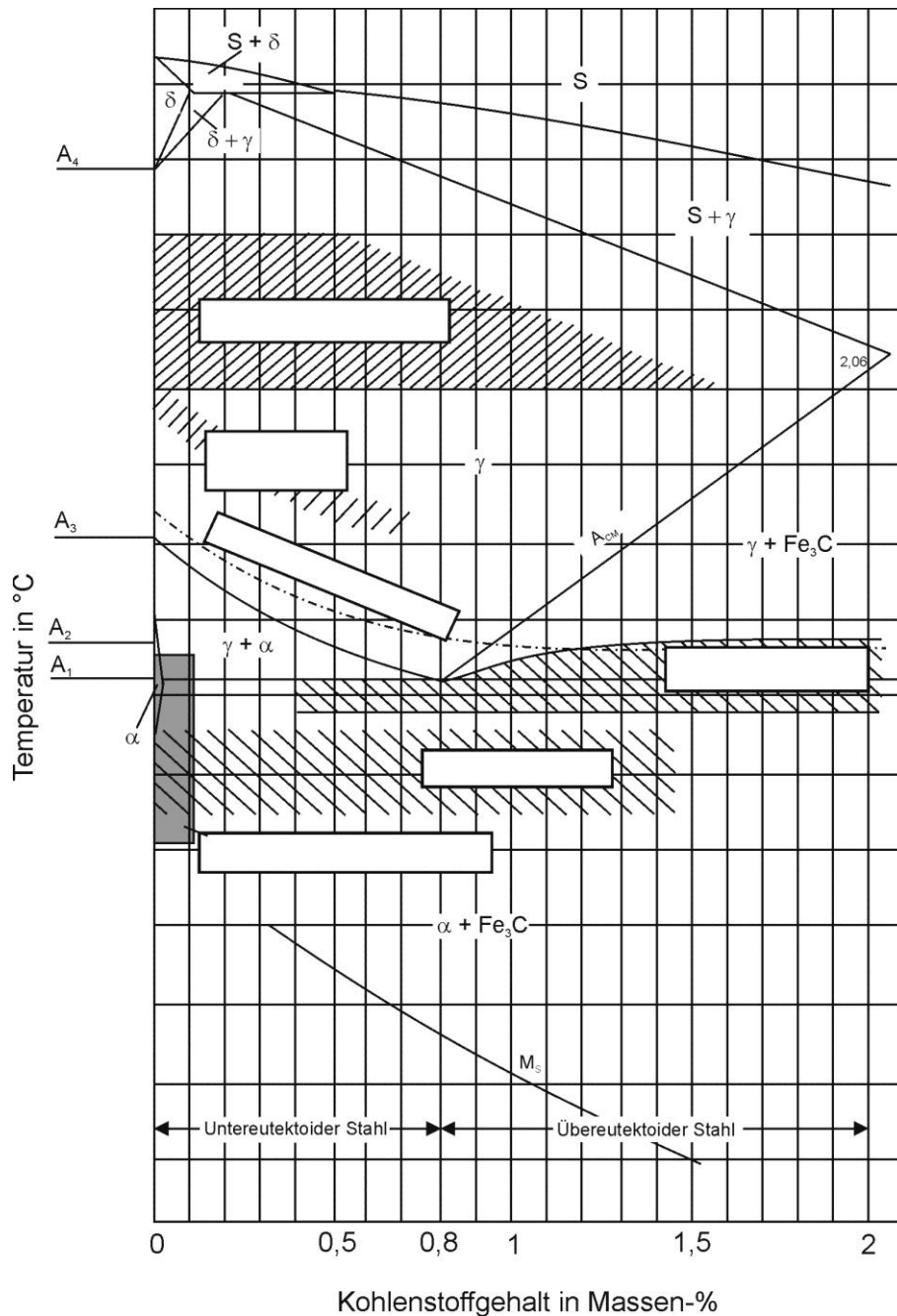


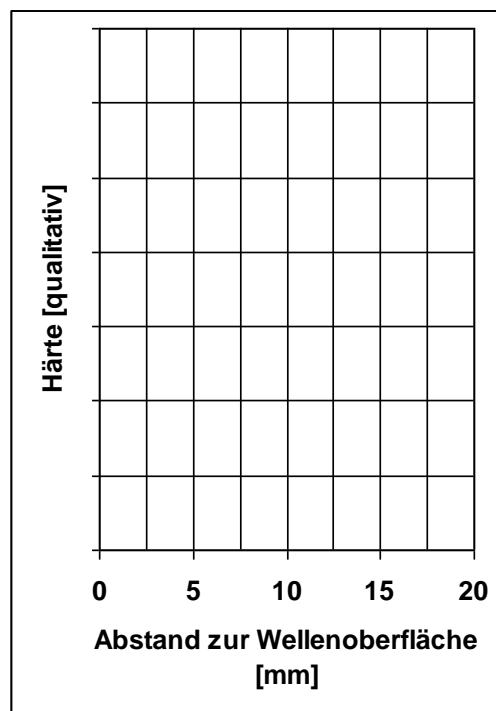
Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Eisen-Kohlenstoff-Diagramm

Aufgabe 13**Vergüten****10 Punkt(e)**

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

- C35
- 44Cr2
- 42CrMo4

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



b) Begründen Sie die unterschiedlichen Härteverläufe anhand der Begriffe Aufhärtbarkeit, Einhärtbarkeit und kritische Abkühlgeschwindigkeit (3 Punkte).

- c) Was ist das Ziel des Anlassens? (1 Punkt)
- d) Geben Sie für 3 Anlassstufen die ungefähren Temperaturbereiche an und nennen Sie die wesentlichen Phänomene je Anlassstufe. (3 Punkte)

Aufgabe 14**Anwendungsbeispiele I****1 Punkt(e)**

Wie wirken sich ein i) hoher Kohlenstoffgehalt oder ein ii) hoher Reinheitsgrad auf die Kaltumformbarkeit von Tiefziehstählen aus? (1 Punkt)

Aufgabe 15**Anwendungsbeispiele II****4 Punkt(e)**

Nichtrostende Stähle können je nach Legierungsgehalt mit krz oder kfz Struktur vorliegen.

a) Welche Struktur haben die Stähle (1 Punkt):

- X6Cr17
- X5CrNi18-10

b) Zeichnen Sie ein Spannungs-Dehnungsdiagramm für die Stähle X6Cr17 und X5CrNi18-10. Beachten Sie hierbei die Streckgrenze, die Verfestigung und die Bruchdehnung. (2 Punkte)

c) Wird die Korrosionsschicht von Cr-legierten Stählen beim Schweißen beeinträchtigt? Bitte begründen Sie Ihre Antwort. (1 Punkt)

Aufgabe 16**Nichteisenwerkstoffe I****7,5 Punkt(e)**

Bei den Aluminiumlegierungen wird zwischen naturharten und aushärtbaren Werkstoffen unterschieden.

a) Ordnen Sie die Legierungen einer der obengenannten Gruppen zu (1,5 Punkte):

AlMg-Legierung AW-5754

AlCuMg-Legierung AW-2024

AlMgSi-Legierung AW-6061

b) Nennen und erklären Sie die Arbeitsgänge die zur Wärmebehandlung Aushärten gehören. Gehen Sie dabei auch auf die mikrostrukturellen Vorgänge ein (Gefüge homogen-heterogen, Lösungszustand). (4,5 Punkte)

c) Wie kann man ausgehärtetes Aluminium wieder entfestigen? (1 Punkte)

d) Worauf beruht die praktisch gute Korrosionsbeständigkeit des Rein-Al? (0,5 Punkt)

Aufgabe 17**Nichteisenwerkstoffe II****1,5 Punkt(e)**

Welche Legierungssysteme werden mit den Begriffen

a) Neusilber

b) Bronze

c) Messing

beschrieben? (1,5 Punkte)