

Masterprüfung
„Werkstofftechnik der Stähle“
am 24.02.2015

Name:

Matrikelnummer:

Unterschrift:

Aufgabe	Maximal erreichbare Punkte:	Erreichte Punkte:	Einsicht: (nur neue Teilpunkte angeben, nicht neue Gesamtpunktzahl pro Aufgabe)
1	7		
2	6		
3	6		
4	6,5		
5	5,5		
6	5		
7	6		
8	6		
9	6		
10	8		
11	3		
12	4		
13	4		
14	8		
15	6		
16	7		
17	6		
Summe	100		

Zum Bestehen der Klausur müssen mindestens 44% der Punkte erreicht werden.

Aufgabe 1**Zugversuch****7 Punkte**

- a) Skizzieren Sie schematisch die Spannung-Dehnung-Kurve eines IF-Stahls (Stahl ohne interstitiell gelöste Atome) und bezeichnen Sie die charakteristischen Werte. Markieren Sie außerdem die Bereiche homogener und inhomogener Verformung. (4,5 Punkte)

- b) Bis zu welchem Grenzwert kann die Probe ohne bleibende Verformung belastet werden? Was charakterisiert diese Belastung? (2,5 Punkte)

Aufgabe 2**wahre Spannung****6 Punkte**

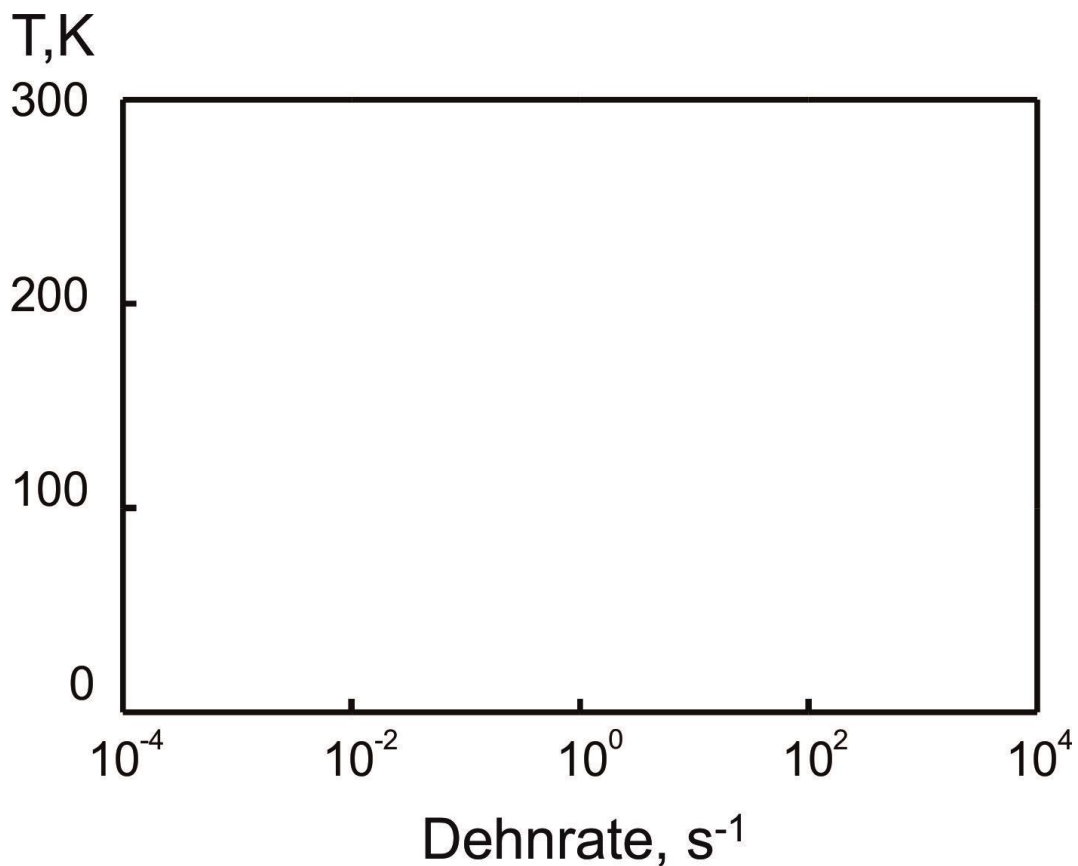
Der Zugversuch ist das Standard-Prüfverfahren zur Ermittlung der mechanischen Eigenschaften von Metallen.

a) Erklären Sie den qualitativen Unterschied zwischen einer konventionellen Spannung–Dehnung-Kurve und einer wahre Spannung-wahre Dehnung-Kurve. (3 Punkte).

b) Skizzieren Sie eine konventionelle Spannung – Dehnung - Kurve und markieren Sie den Bereich, für den wahre Spannung und wahre Dehnung aus der konventionellen Kurve rechnerisch ermittelt werden können. Begründen Sie die Wahl des Bereiches. (3 Punkte)

Aufgabe 3**Dehnratenabhängigkeit****6 Punkte**

Das Fließverhalten eines Werkstoffs hängt signifikant sowohl von der Dehnrates als auch von der Temperatur ab und wird durch verschiedene Verformungsmechanismen gesteuert. Tragen Sie die entsprechenden Bereiche, in denen unterschiedliche Verformungsmechanismen zum Tragen kommen in das vorgefertigte Diagramm (**Anlage 1**) ein. Bitte erklären Sie kurz die charakteristischen metallphysikalischen Phänomene. (6 Punkte)

Anlage 1:

Aufgabe 4**Bake-Hardening****6,5 Punkte**

Bake-Hardening-Stähle bezeichnen eine Stahlgruppe, die bei einer Wärmebehandlung bei ca. 170°C eine zusätzliche Festigkeitssteigerung erfährt.

- a) Erklären Sie den Bake-Hardening-Effekt. Zeichnen Sie zusätzlich den Einfluss einer Bake-Hardening-Behandlung auf die Spannung-Dehnung-Kurve (schematisch). (4,5 Punkte)

- b) Welche Vorteile ergeben sich für Automobilbleche? (2 Punkte)

Aufgabe 5**TMB****5,5 Punkte**

Bei der thermomechanischen Behandlung wird der Einfluss von Mikrolegierungselementen auf verschiedene metallkundliche Phänomene genutzt.

a) Welche Phänomene werden in welcher Art und Weise durch die Mikrolegierungselemente beeinflusst? (2 Punkte)

b) Erläutern Sie in Stichworten, auf welchen Phänomene die wesentliche Festigkeitssteigerung bei

- Nb-mikrolegierten
- V-mikrolegierten

Stählen beruht. (1,5 Punkte)

c) Bei welchen Prozessschritten scheiden sich diese Mikrolegierungselemente aus? (1 Punkt)

d) Wie wird die Zähigkeit in beiden Legierungskonzepten beeinflusst? (1 Punkt)

Aufgabe 6**Einstellen von Gefügen****5 Punkte**

- a) Welche Möglichkeiten zur Festigkeitssteigerung kennen Sie? (2 Punkte)
- b) Wie lautet der Zusammenhang, der zwischen der Streckgrenze von unlegiertem Stahl und der Ferritkorngröße besteht (Name und Formel)? Benennen Sie die Parameter! (3 Punkte)

Aufgabe 7**Bruchmechanismen****6 Punkte**

- a) Definieren Sie die Begriffe Spröd-, Spalt-, Zäh- und Gleitbruch. (4 Punkte)
- b) Beschreiben Sie das mikroskopische Erscheinungsbild der Bruchflächen eines Spröd- und Zähbruchs. (2 Punkte)

Aufgabe 8 **Kerbschlagbiegeversuch** **6 Punkte**

Der Kerbschlagbiegeversuch ist ein einfaches Prüfverfahren zur Ermittlung der Zähigkeit eines Werkstoffes.

a) Skizzieren Sie ein Kerbschlagarbeit-Temperatur-Diagramm. Kennzeichnen und benennen Sie signifikante Bereiche und wichtige Kennwerte. (3 Punkte)

b) Geben Sie eine kurze Erläuterung zu den eingezeichneten Bereichen. (3 Punkte)

Aufgabe 9**Bruchmechanik****6 Punkte**

a) Skizzieren Sie 2 Proben inklusive Krafteinleitung, die für bruchmechanische Versuche verwendet werden. (3 Punkte)

b) Beschreiben Sie die Versuchsdurchführung für eine Probengeometrie aus Teilaufgabe a. (2 Punkte)

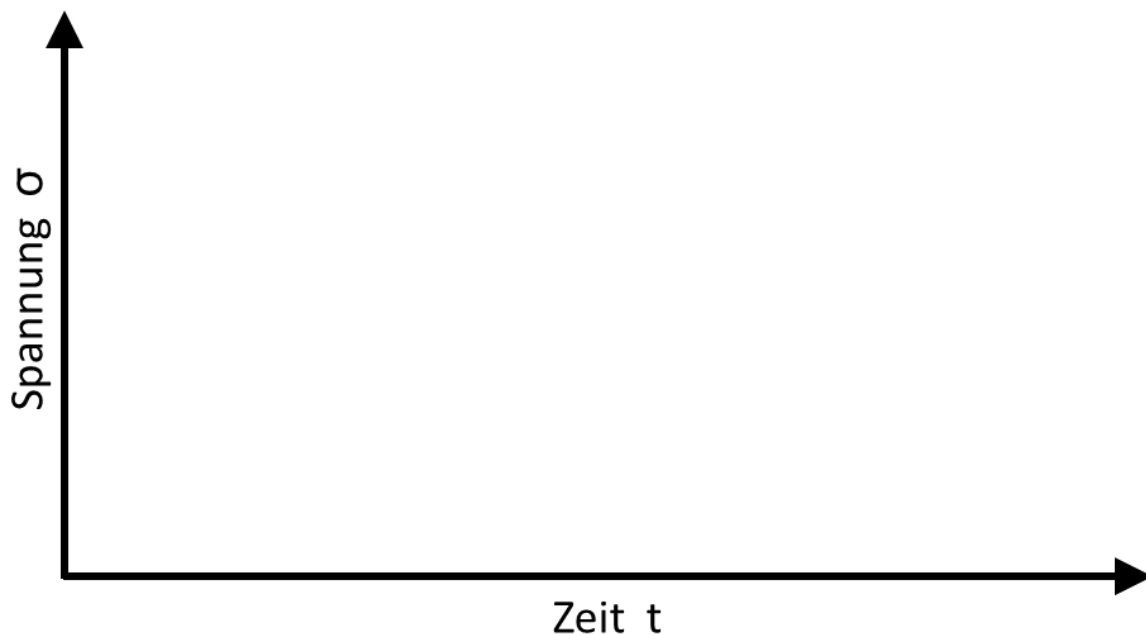
- c) Was charakterisiert der K_{IC} -Wert. Welche Einheit hat dieser K_{IC} -Wert? (1 Punkt)

Aufgabe 10**Dauerfestigkeit****8 Punkte**

Das Dauerschwingverhalten von metallischen Werkstoffen kann mit dem Wöhler-Diagramm beschrieben werden.

- a) Zeichnen Sie schematisch ein Wöhler-Diagramm mit den charakteristischen Bereichen. Beschriften Sie die Achsen und benennen Sie die Bereiche. (4,0 Punkte)

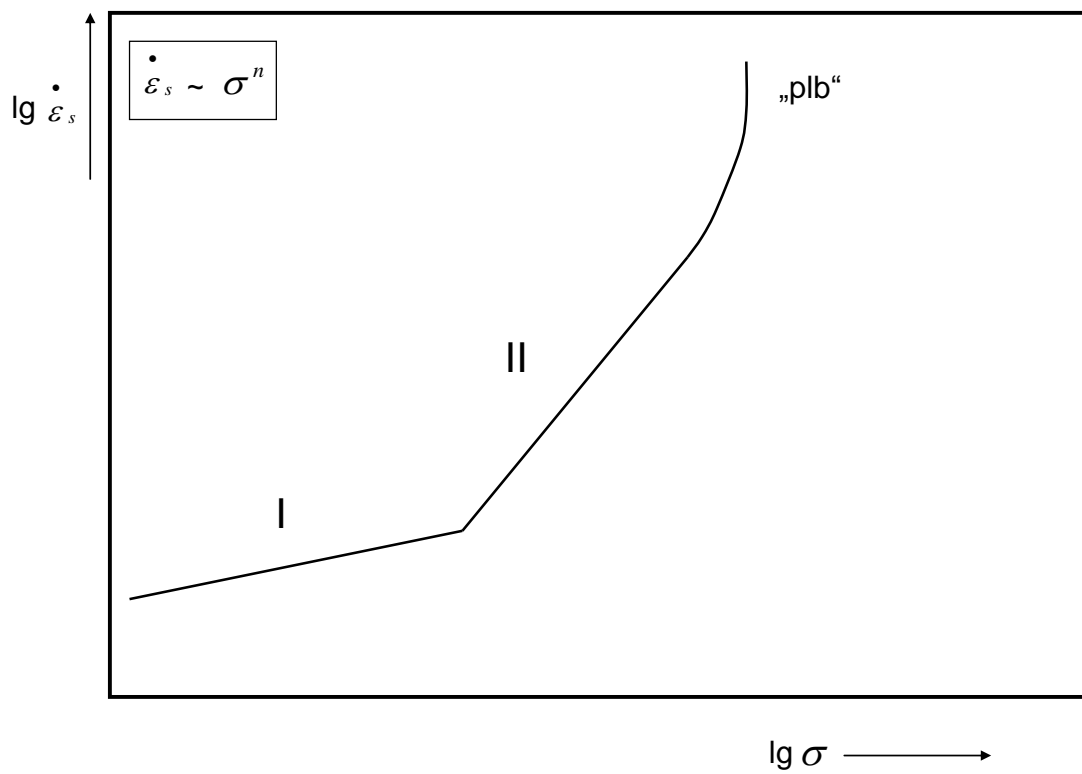
- b) Skizzieren Sie einen sinusförmigen Spannung-Zeit-Verlauf mit genau zwei Schwingungen. Kennzeichnen Sie anhand des Verlaufs die unterschiedlichen Kennwerte (σ_m , σ_a , σ_u und σ_o) und geben Sie die Formel zur Berechnung des R-Wertes an. (4,0 Punkte)

Anlage 1:

Aufgabe 11**Bauschinger Effekt****3 Punkte**

- a) Welches Werkstoffverhalten wird durch den Bauschinger-Effekt beschrieben?
(1,0 Punkt)
- b) Was ist ursächlich für den Bauschinger-Effekt? (0,5 Punkte)
- c) Welche Gegenmaßnahme kann ergriffen werden, um den Bauschinger-Effekt zu minimieren? (1,5 Punkte)

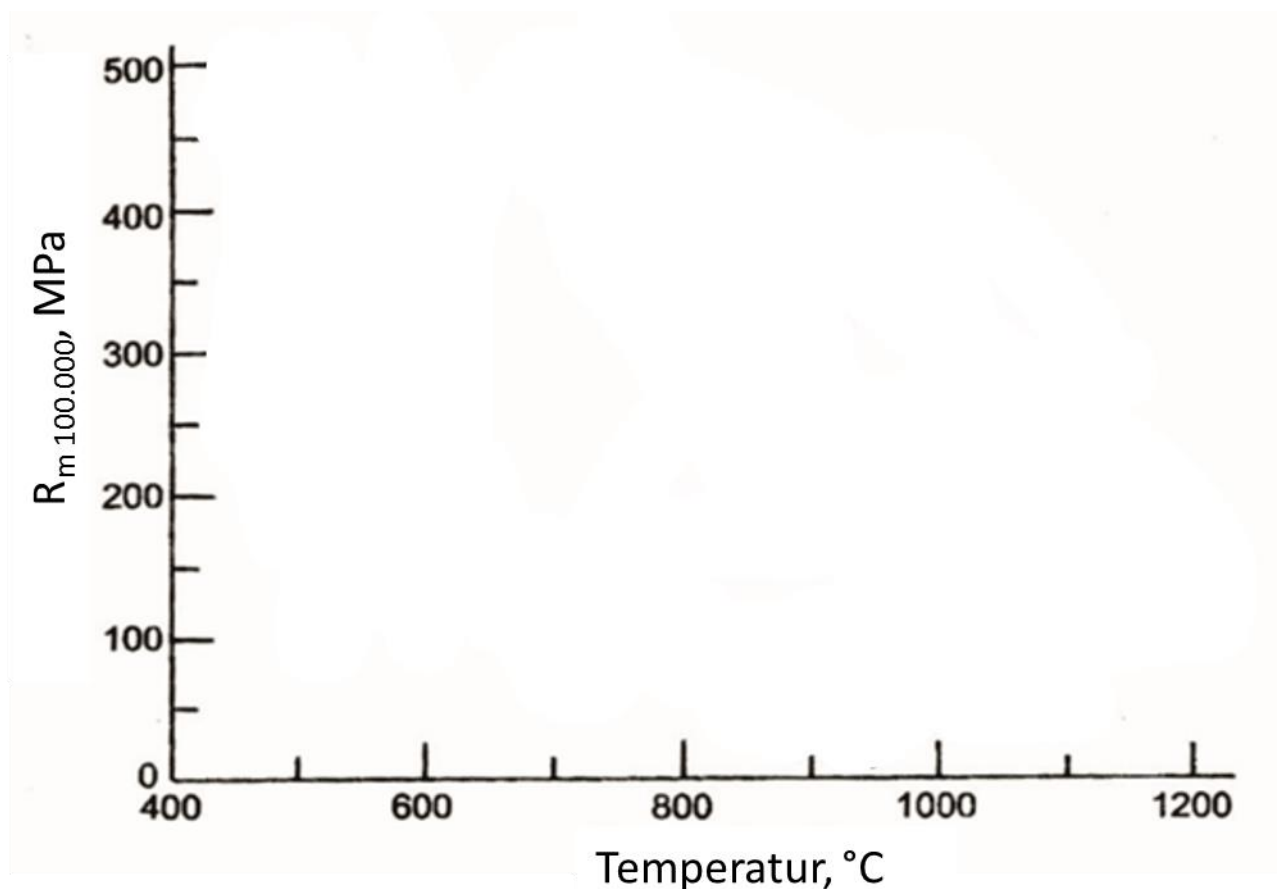
Diagramm:



Aufgabe 13 Werkstoffverhalten bei hoher Temperatur 4 Punkte

a) Zeichnen Sie die 100.000 Stunden Zeitstandfestigkeit schematisch für die folgenden Werkstoffgruppen in das Diagramm in Anlage 1 ein (3 Punkte):

- 1) Austenitische Stähle
- 2) Bainitische / Martensitische Stähle
- 3) Nickelbasis-Legierungen

**Anlage 1: Zeitstandfestigkeit verschiedener Werkstoffe**

b) Welches ist die maximale Einsatztemperatur für krz-Stähle? (1 Punkt)

Aufgabe 14**Blechprüfung****8 Punkte**

- a) Nennen Sie vier gängige Blechprüfverfahren! (2 Punkte)
- b) Ordnen Sie die im Grenzformänderungsschaubild abgebildeten Formänderungsverhältnisse $\varphi_1 = -\varphi_2$, $\varphi_1 = -2\varphi_2$, $\varphi_1 = -\varphi_3$, und $\varphi_1 = \varphi_2$ den in a) genannten Versuchen zu und benennen Sie die jeweiligen charakteristischen Bereiche im Grenzformänderungsschaubild! (4 Punkte)
- c) Wie wird das Lochaufweitungsverhältnis λ berechnet? Benennen Sie die verwendeten Größen! (2 Punkte)

Aufgabe 15**Blechprüfung****6 Punkte**

Ein Maß für die Anisotropie eines Werkstoffs ist der r -Wert, der mit Hilfe von Flachzugversuchen in Abhängigkeit von der Walzrichtung ermittelt werden soll. Die Probenbreite betrug $b_0 = 20$ mm, die Ausgangsmesslänge $l_0 = 100$ mm. Nach einer homogenen Verformung wurden die Proben vermessen:

Probenentnahmerichtung rel. zur Walzrichtung	b_1 mm	l_1 mm
0°	19,1	107,4
45°	16,6	134,8
90°	17,2	125,6

Bestimmen Sie die r -Werte in Abhängigkeit von der Walzrichtung und den Δr -Wert (6 Punkte).

Aufgabe 16**Metallographie****6 Punkte**

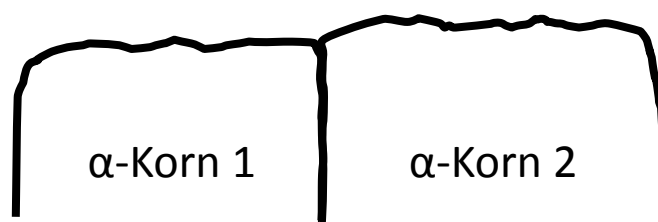
Mit Hilfe der Metallographie können wichtige Erkenntnisse über die Mikrostruktur von Werkstoffen gewonnen werden.

a) In **Anlage 1** ist eine Profildarstellung zweier nebeneinanderliegender Ferritkörner nach einer Tiefenätzung mit HNO_3 dargestellt.

Skizzieren Sie nach dem gleichen Prinzip das Profil einer tiefengeätzten Probe von zwei unterschiedlich orientierten, nebeneinanderliegenden Perlitkolonien. Kennzeichnen Sie die jeweiligen Phasenbestandteile (4,0 Punkte).

b) Erläutern Sie, wie diese Ätzung zur Kontrastierung der Oberfläche führt (1 Punkt).

c) Eine Probe die sowohl Ferrit als auch Sekundärzementit beinhaltet wird mit HNO_3 geätzt. Welche Farben zeigen die jeweiligen Phasen im Lichtmikroskop auf (2,0 Punkte)?

Anlage 1:

Aufgabe 17**Elektronenmikroskopie****6 Punkte**

a) Nennen Sie ein geeignetes Mikroskopie-Verfahren zur Bearbeitung folgender Aufgabenstellungen (3 Punkte):

- Bestimmung des Perlitanteils eines untereutektoiden Stahls
- Untersuchung der Verteilung und Größenbestimmung von NbC in einem thermomechanisch behandelten Stahl
- Quantifizierung der Wabenstruktur einer Bruchfläche

b) Mit welchen Analyseverfahren lassen sich folgende Aufgaben bearbeiten (3 Punkte):

- Ermittlung des Restaustenitgehalts in einem TRIP-Stahl
- Bestimmung der chemischen Zusammensetzung einer Phase in einem Duplexstahl