

## Masterprüfung

### Teil I „Werkstoffdesign der Metalle“

03.08.2017

**Name, Vorname:**

**Matrikelnummer:**

**Erklärung:** Ich fühle mich gesund und in der Lage an der vorliegenden Prüfung teilzunehmen.

**Unterschrift:**

Aufgabe	Punkte:	Erreichte Punkte:	Punkte nach Einsicht (zusätzliche Punkte)
1	3		
2	5		
3	4		
4	3		
5	3		
6	6		
7	4		
8	4		
9	4		
10	2		
11	4		
12	1		
13	3		
14	4		
15	5		
16	3		
17	3		
18	4		
Σ1-18	65		
Teil II SMB	35		
Teil II MMM	65		

Zum Bestehen der Klausur werden 44 % der Punkte benötigt.

**Aufgabe 1      Werkstoffkunde der Hochtemperaturstoffe I      3 Punkt(e)**

Skizzieren Sie ein modernes Beschichtungssystem von Gasturbinen-Laufschaufeln und geben Sie schematisch den Temperaturverlauf und die Mechanismen des Wärmetransportes an. (3 Punkte)

---

**Aufgabe 2      Werkstoffkunde der Hochtemperaturstoffe II      5 Punkt(e)**

Erläutern Sie kurz den Einfluss des Reinheitsgrades auf die mechanischen Eigenschaften von HT-Werkstoffen und geben Sie jeweils mindestens 3 Beispiele für Elemente, die den metallischen und nichtmetallischen Reinheitsgrad ausmachen (5 Punkte).

---

**Aufgabe 3      Werkstoffkunde der Hochtemperaturstoffe III      4 Punkt(e)**

- a) Erklären Sie bitte kurz den Seigerungskoeffizienten  $k$  und beschreiben Sie, in welchem Größenbereich er liegen kann (2 Punkte).
- b) Nennen Sie je ein Beispiel für Legierungselemente in Nickelbasis-Superlegierungen, die sich im Gusszustand stets im interdendritischen Bereich bzw. im Dendritenkern anreichern. (2 Punkte)

**Aufgabe 4      Werkstoffkunde der Hochtemperaturstoffe IV      3 Punkt(e)**

Zur Festigkeitssteigerung von metallischen Hochtemperaturwerkstoffen werden unterschiedliche Mechanismen einzeln oder kombiniert genutzt.

- a) Nennen Sie eine der beiden Typen von intermetallischen Phasen, die in Hochtemperaturwerkstoffen entstehen können, sowie jeweils mindestens ein Beispiel! (1 Punkt)
- b) Nennen Sie die zur Festigkeitssteigerung von metallischen Hochtemperaturwerkstoffen nutzbaren Mechanismen. (2 Punkte)

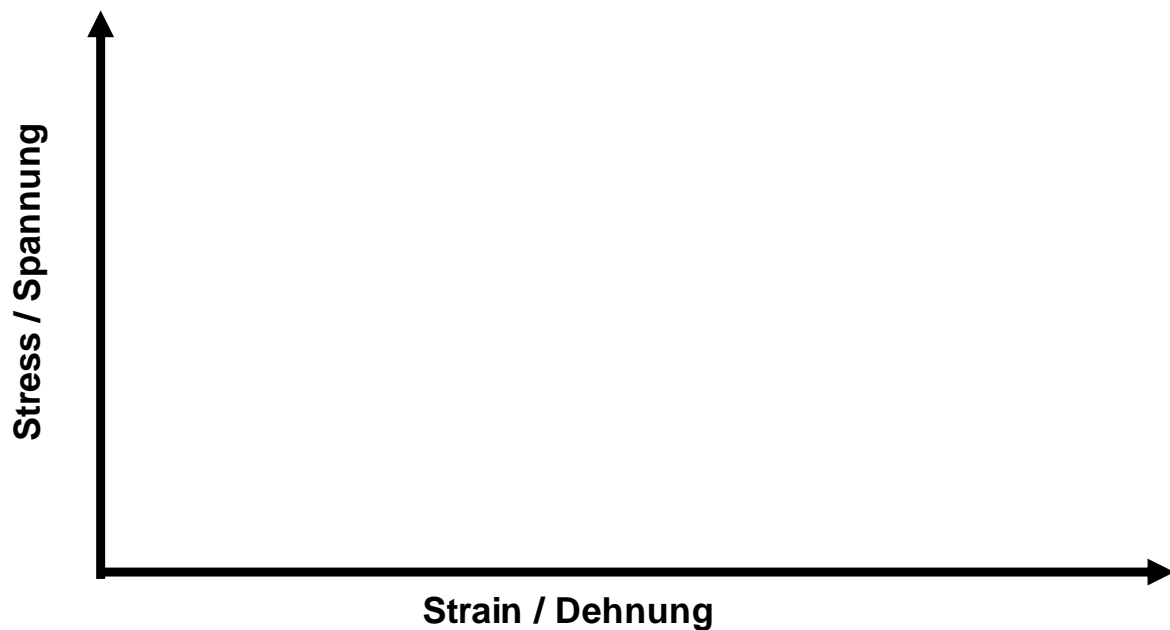
**Aufgabe 5****AHSS I****3 Punkt(e)**

Sie vergleichen im Lichtmikroskop drei Feibleche aus einem weichen unlegierten Tiefziehstahl, aus einem Dualphasen-Stahl und aus einem TRIP-Stahl.

Skizzieren Sie die Gefüge. Welche Gefügebestandteile liegen in den drei Stählen vor? Geben Sie die ungefähren Volumenanteile an? (3 Punkte)

**Aufgabe 6****AHSS II****6 Punkt(e)**

- a) Skizzieren Sie die Spannung-Dehnung-Kurven eines (i) DP-Stahls und eines (ii) HSLA Stahls (jeweils ohne Dressierungsbehandlung) mit gleicher Zugfestigkeit in das gegebene Diagramm (Abbildung 1)! Erläutern Sie das Werkstoffverhalten der einzelnen Stähle! (4 Punkte)

**Abbildung 1**

- b) Wie beeinflussen die folgenden Einflussfaktoren die Zugfestigkeit von DP-Stählen, bei sonst gleichbleibenden Bedingungen? (1.5 Punkte)
- i) ein höherer Anteil an Martensit
  - ii) eine größere Ferritkorngröße
  - iii) ein höherer Kohlenstoffgehalt im Martensit
- c) Hat der Durchmesser bzw, die Größe der Martensitinseln einen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften von DP-Stählen? Wenn ja, nennen Sie einen Einfluss? (0.5 Punkte)



**Aufgabe 7****AHSS III****4 Punkt(e)**

Dualphasenstähle weisen üblicherweise ein Gefüge mit 5 bis 30 Vol.-% Martensit auf. Erläutern Sie die (i) untere und (ii) obere Grenze anhand von Gefüge-Eigenschaft-Korrelationen! (4 Punkte)

**Aufgabe 8****AHSS IV****4 Punkt(e)**

Die besonderen Eigenschaften eines TRIP-Stahles beruhen auf dem Vorhandensein von Restaustenit.

- a) Erläutern Sie, wie es möglich ist, dass in einem Stahl mit 0,2 Massen-% Kohlenstoff überhaupt Restaustenit vorliegt. (2 Punkte)
- b) Ist dieser Restaustenit thermodynamisch und/oder mechanisch stabil? (2 Punkte)

**Aufgabe 9****Tiefziehstähle I****4 Punkt(e)**

Der r-Wert wird oft als charakteristische Größe für die Tiefziehfähigkeit herangezogen.

- a) Beschreiben Sie in Worten, was der r-Wert aussagt. (2 Punkte)
- b) Geben Sie die Formel zur r-Wert Berechnung an. (1 Punkt)
- c) Ihre Zugversuchswerte ergeben für Material A einen r-Wert von 1.4, für Material einen r-Wert von 2,3. Welches Material ist eher für eine anspruchsvolle Tiefziehanwendung in der Automobilindustrie geeignet? (1 Punkt)

**Aufgabe 10****Tiefziehstähle II****2 Punkt(e)**

Bei Tiefziehstählen wird zwischen zwei verschiedene Arten unterschieden. In Abbildung 1 sind zwei Gefügebilder von Tiefziehstählen im haubengeglühten Zustand aufgeführt.

- a) Welcher Art von Tiefziehstahl ist in Abbildung 1 a) und b) zu erkennen? (1 Punkt)
- b) Erläutern Sie jeweils kurz die Besonderheiten der Gefüge. (1 Punkt)

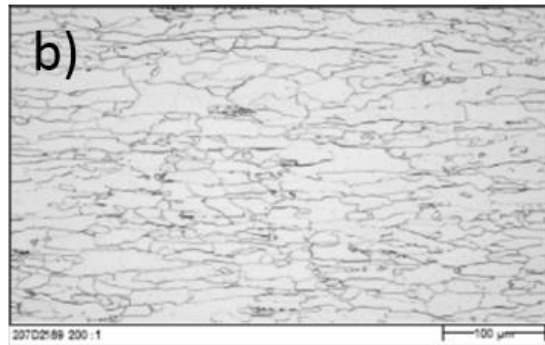
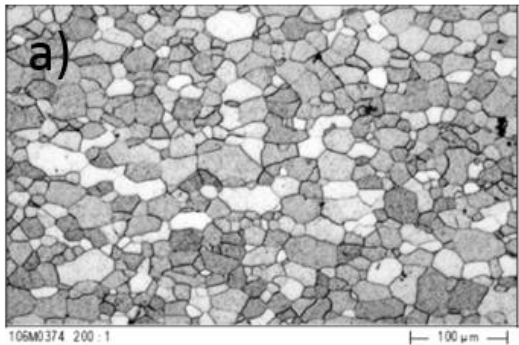


Abbildung 1: Gefügebilder von zwei Tiefziehstählen

**Aufgabe 11****Herstellung von Rohren I****4 Punkt(e)**

- a) Wie bezeichnet man global den ersten grundlegenden Verarbeitungsschritt bei der Herstellung nahtloser Rohre? (1 Punkt)
- b) Geben Sie mindestens 3 typische Verfahren bzw. die zugehörigen Anlagen an, die bei dem anschließenden Verarbeiten (Streckziehen) verwendet werden? (3 Punkte)

**Aufgabe 12****Herstellung von Rohren II****1 Punkt(e)**

Welches ist das am häufigsten für geschweißte Leitungsrohre verwendete Schweißverfahren, bei dem kein Schweißzusatzwerkstoff verwendet wird? (1 Punkt)

**Aufgabe 13****OCTG-Stähle****3 Punkt(e)**

Was ist bei hochfesten vergüteten Ölfeldrohrstählen aus werkstofftechnischer Sicht der wesentliche Aspekt zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit gegenüber Sauerstoff (SSC-Beständigkeit)? Erläutern Sie diesen! (3 Punkte)

**Aufgabe 14****Präzisionsrohre****4 Punkt(e)**

- a) Was ist das Ziel einer "Autofrettage"-Behandlung? Wie beeinflusst diese Behandlung die Mikrostruktur des Stahls? (2 Punkte)
- b) Für welche Bauteile ist die Autofrettage-Behandlung notwendig? Begründen Sie Ihre Antwort kurz. (2 Punkte)



**Aufgabe 15****Leitungsrohre****5 Punkt(e)**

- a) Welche Medien werden typischerweise mit Leitungsrohren transportiert? Nennen Sie zwei. (1 Punkte)
- b) Welche Anforderungen stellen die Einsatzgebiete an Leitungsrohre? Nennen Sie mindestens zwei örtliche Gegebenheiten und erläutern Sie die daraus resultierenden Anforderungen an den Werkstoff. (2 Punkte)
- c) Welche Gefahren erzeugen Medien mit erhöhten H<sub>2</sub>S-Gehalten? Nennen Sie die Fachbegriffe der Schadensbilder. (2 Punkte)

**Aufgabe 16****Edelbaustähle****3 Punkt(e)**

Nichtrostende Stähle werden nach ihren Gefügen gruppiert. Vervollständigen Sie die Gefüge für die nichtrostenden Stähle in der **Tabelle 1** angegebene Tabelle anhand der angegebenen chemischen Zusammensetzungen (3 Punkte)

Tabelle 1

<b>Gefüge</b>	<b>C</b>	<b>Cr</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>N</b>	<b>andere</b>
	0,01 – 0,03	16,5 – 21,0	0,1 – 5,0	8,0 – 26,0	0 – 2,0	0,02 – 0,25	Ti/Nb: 5/10 x C
	0,01 – 0,05	21,0 – 28,0	0,1 – 5,0	4,5 – 8,0	0,1 – 3,5	0,05 – 0,30	W: 0 – 1,0
	0,06 - 1,10	12,0 – 17,0	0,1 – 2,0	0 – 2,5	-	-	-

**Aufgabe 17****Schienenstähle****3 Punkt(e)**

- a) Bei einigen Schienenstählen wird eine Kopfhärtung durchgeführt. Beschreibe Sie wie dieser Prozessschritt die finale Mikrostruktur beeinflusst. (1 Punkt)
- b) Bei Schienen gibt es zwei Lebensdauer bestimmende Faktoren, je nach Einsatzgebiet. Nennen Sie diese Faktoren und geben Sie ein Beispiel für das Einsatzgebiet und die beobachtete Schädigung an. (2 Punkte)

**Aufgabe 18****Werkzeugstähle****4 Punkt(e)**

Die finale Wärmebehandlung von Warmarbeitsstählen und Schnellarbeitsstählen besteht aus Härten und Anlassen.

- a) Nennen Sie 2 Gründe warum diese Werkzeugstähle angelassen werden.  
(2 Punkte)
- b) Was müssen Sie bei der Wahl der Anlasstemperatur berücksichtigen? (1 Punkt)
- c) Warum werden Werkzeugstähle mehrfach angelassen und nicht einmal für eine längere Zeit. (1 Punkte)