

Masterprüfung
„Werkstoffdesign der Metalle“

22.07.2015

Name:

Matrikelnummer:

Unterschrift:

Aufgabe	Maximalanzahl an Punkten:	Punkte erreicht:	Punkte nach Einsicht (nur zusätzliche Punkte)
1	3		
2	2		
3	3		
4	5		
5	3		
6	4		
7	3		
8	2		
9	6		
10	3		
11	5		
12	2		
13	2		
14	1		
15	2		
16	7		
17	3.5		
18	4		
19	3.5		
20	1.5		
\sum 1-20	65.5		
\sum 21-24	34.5		
Summe	100		

Zum Bestehen der Klausur werden 44% der Punkte benötigt.

Aufgabe 1**Hochtemperaturwerkstoffe I****3 Punkt(e)**

Welches ist die Beanspruchungstemperatur, ab der Hochtemperaturwerkstoffe eingesetzt werden müssen, und welches sind für Stähle die physikalischen Hintergründe hierfür? (3 Punkte)

Aufgabe 2**Hochtemperaturwerkstoffe II****2 Punkt(e)**

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 3

Hochtemperaturwerkstoffe III

3 Punkt(e)

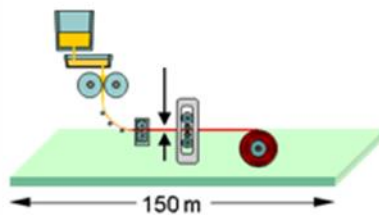
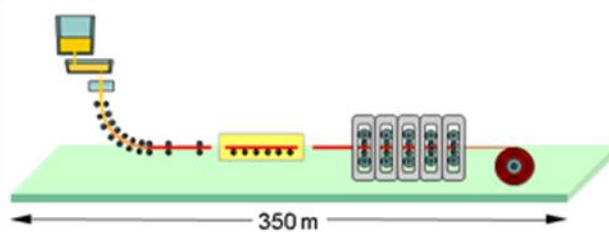
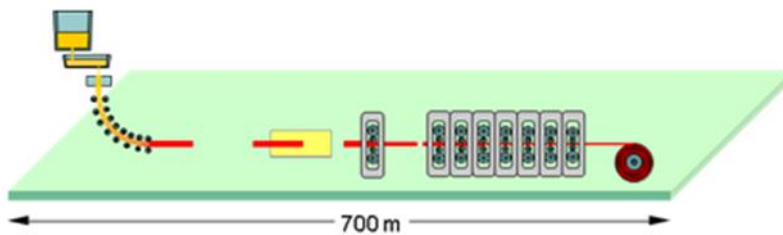
Erklären Sie die Festigkeits- und Duktilitätsminderung durch TCP-Phasen. (3 Punkte)

Aufgabe 4**Hochtemperaturwerkstoffe IV****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 5**AHSS I****3 Punkt(e)**

In **Anlage 1** sind verschiedene Prozessrouten zur Herstellung von Warmband schematisch dargestellt. Benennen Sie die einzelnen Prozesswege (deutsch oder englisch). Nennen Sie die typischen Dicken am Ende des Gießprozesses. (3 Punkte)

Anlage 1:

Aufgabe 6**AHSS II****4 Punkte**

Die besonderen Eigenschaften eines TRIP-Stahles beruhen auf dem Vorhandensein von etwa 10 % 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 stabil? Ist dieser Restaustenit mechanisch stabil? (2 Punkte)

Aufgabe 7**AHSS III****3 Punkte**

Dualphasenstähle bestehen aus einem ferritischen Gefüge in das Martensitinseln eingebettet sind.

- a) Wieviel Volumen-% Martensit enthalten konventionelle Dualphasenstähle? (1 Punkt)
- b) Erläutern Sie die untere und obere Grenze des Martensitgehaltes anhand der mechanischen Eigenschaften. (2 Punkte)

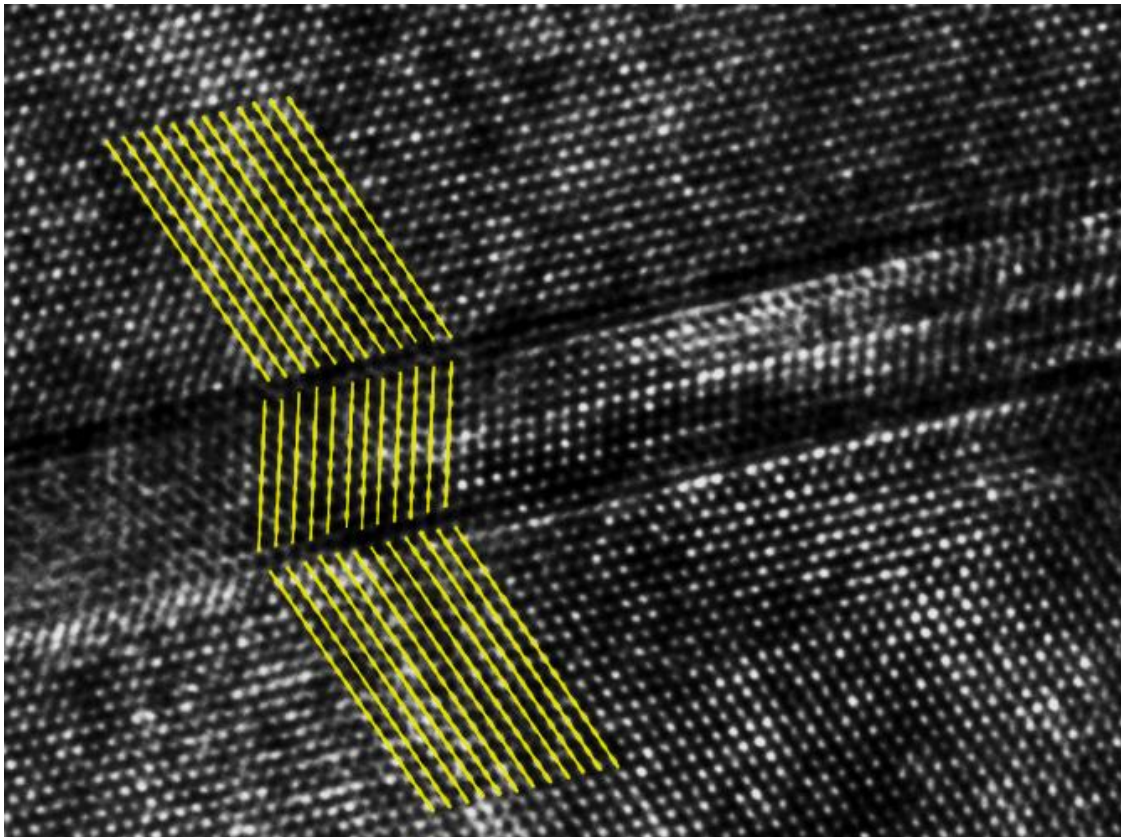
Aufgabe 8**AHSS IV****2 Punkt(e)**

Ein Stahl mit 0.2% C wird interkritisch gegläht.

- a) Was versteht man in diesem Zusammenhang unter „Partitioning“? (1 Punkt)
- b) Welches Gefüge stellt sich im Anschluss an eine Abschreckbehandlung ein? (1 Punkt)

Aufgabe 9**AHSS V****6 Punkt(e)**

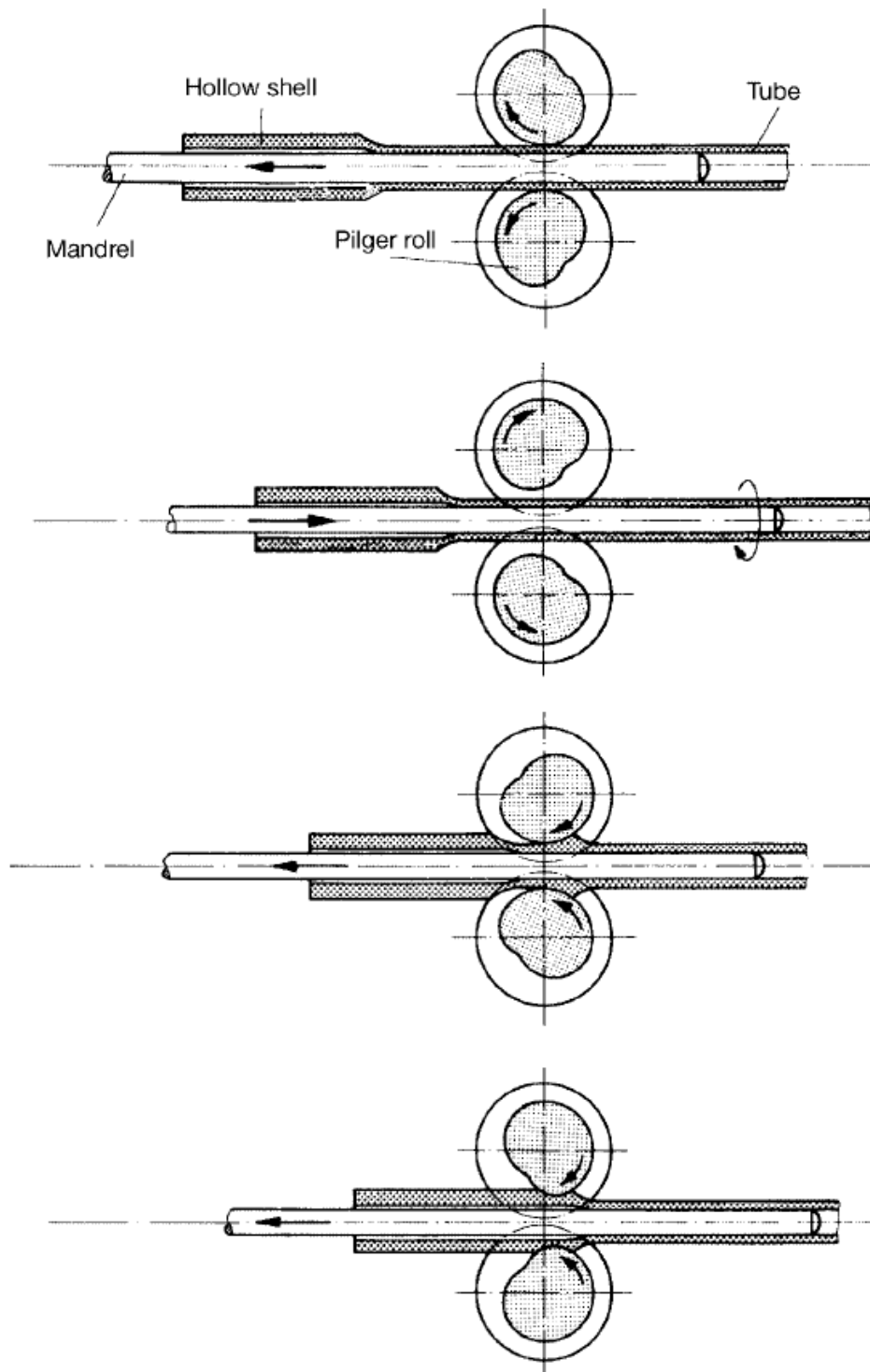
Transmissionselektronenmikroskope (TEM) werden unter anderem zur Untersuchung von AHSS-Stählen verwendet. Das in **Anlage 1** dargestellte TEM-Bild zeigt eine Gitterformation, die für die Eigenschaftseinstellung von AHSS-Stählen genutzt wird.

Anlage 1:

- Um welche Gefügeformation handelt es sich (1 Punkt)?
- Bitte geben Sie an, auf welcher Größenskala (z.B. m oder mm oder....) dieser Effekt stattfindet (1 Punkt).
- Wie ist die übliche Bezeichnung des Effekts, der zur Eigenschaftseinstellung genutzt wird? Erläutern Sie den Effekt und benennen Sie, warum er die mechanischen Eigenschaften verbessert (2 Punkte).
- Welches ist die physikalische Steuergröße für diesen Effekt und welche Einheit hat sie (2 Punkte)?

Aufgabe 10**Rohrherstellung I****3 Punkt(e)**

- a) Kennzeichnen Sie die richtige Reihenfolge des Pilgerschrittverfahrens, beginnend mit dem ersten Verformungsschritt, anhand der Abbildungen in **Anlage 1** (2 Punkte).

Anlage 1

b) Nennen Sie je einen Vor- und Nachteil des Pilgerschrittverfahrens (1 Punkt).

Aufgabe 11**Präzisionsrohre****5 Punkte**

- a) Was ist das Ziel einer Autofrettage-Behandlung (1 Punkt)?
- b) Für welche Anwendung ist diese Behandlung besonders wichtig? Begründen Sie Ihre Antwort (1.5 Punkte)
- c) Beschreiben Sie den Ablauf einer Autofrettage-Behandlung und erläutern Sie, welche Mechanismen es dabei ermöglichen, das Behandlungsziel zu erreichen. Skizzen können zur Erläuterung benutzt werden (2 Punkte).

- d) Welchen Einfluss hat die Autofrettage-Behandlung auf das Gefüge des Rohres?
(0.5 Punkt)

Aufgabe 12**Ölfeldrohre I****2 Punkt(e)**

In den letzten Jahren werden zunehmend Ölfelder in Tiefseegebieten erschlossen. Nennen Sie eine Umgebungsbedingung, die sich dadurch verändert und erläutern Sie, welche Konsequenzen dies auf die auszuwählenden Werkstoffe hat (2 Punkte).

Aufgabe 13**Ölfeldrohre II****2 Punkte**

In **Anlage 1** ist eine Prüfmaschine für einen NACE-Test abgebildet. Diese NACE-Tests werden verwendet für potentielle Ölfeldrohrwerkstoffe.

- a) Die Widerstandsfähigkeit gegenüber welchem Versagensmechanismus wird in diesem Testverfahren ermittelt? (1 Punkt)

Anlage 1

- b) Welche beiden entscheidenden Faktoren müssen gegeben sein, damit der getestete Versagensmechanismus überhaupt abläuft? (1 Punkt)

Aufgabe 14**Leitungsrohre****1 Punkt(e)**

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

Aufgabe 15**Werkzeugstähle****2 Punkt(e)**

Nennen Sie die wichtigsten drei Typen von Werkzeugstählen. In welcher Eigenschaft unterscheiden Sie sich (2 Punkte)?

Aufgabe 16**Kesselrohre****7 Punkt(e)**

- a) Der Aufbau eines Dampferzeugers erfordert Kesselrohre mit adäquaten Eigenschaften. Welche Anforderungen müssen die Kesselrohre insgesamt, und speziell an Innen- bzw. Außenseite erfüllen? Aus welchen Gegebenheiten im Dampfkessel resultieren diese Anforderungen (3 Punkte)?
- b) Ein Ziel der Werkstoffentwicklung für Kesselrohre ist eine höhere Zeitstandfestigkeit. Nennen Sie 2 Legierungselemente die zur zu einer erhöhten Zeitstandfestigkeit bei Ferritisch-Martensitischen oder Ferritisch-Bainitischen Kesselrohrstählen führen (2 Punkte).

- c) Erläutern Sie, welchen Vorteil höhere Zeitstandfestigkeiten von Kesselrohren für Kraftwerke bringen (1 Punkt).
- d) Welches Legierungselement wird bei Ferritisch-Martensitischen oder Ferritisch-Bainitischen Kesselrohrstählen verwendet, um die Oxidationsbeständigkeit zu erhöhen (1 Punkt)?

Aufgabe 17**Schienenstähle****3.5 Punkt(e)**

a) Welchen Effekt hat ein höherer Kohlenstoffgehalt auf die mechanischen Eigenschaften von Schienenstählen? (0.5 Punkte)

b) Wie wirkt sich der höhere Kohlenstoffgehalt auf die Lebensdauer und die Verarbeitbarkeit von Schienen aus? (2 Punkte)

c) Welche Gefüge werden in Schienenstählen eingestellt? (1 Punkt)

Aufgabe 18**Sondertiefziehstähle I****4 Punkt(e)**

Es wurden vier Coils A, B, C und D erzeugt unter den nachfolgenden Fertigungsparametern. Welches Coil besitzt die höchste Tiefzieheigenschaft? Geben Sie für die anderen 3 Coils eine erklärende Begründung an, warum die Tiefziehfähigkeit jeweils geringer ist (4 Punkte).

Fertigungsparameter	Coil A	Coil B	Coil C	Coil D
Al-Gehalt und N-Gehalt in der chemischen Analyse (Gew.-%)	0,021	0,039	0,026	0,035
	0,028	0,00039	0,0027	0,0033
Haspeltemperatur (°C)	550	580	570	600
Kaltwalzgrad (%)	58%	69%	69%	75%
Rekristallisierende Glühung (-)	Haubenglühe	Contiglühe	Haubenglühe	Contiglühe

Aufgabe 19**Sondertiefziehstähle II****3.5 Punkt(e)**

a) Welche drei Verfahren sind für eine industrielle Glühbehandlung von Tiefziehblechen verfügbar (1.5 Punkte)?

b) Welches oder welche dieser Verfahren sind für die Herstellung von Dualphasen-Stahl geeignet? Begründen Sie Ihre Antwort. (2 Punkte)

Aufgabe 20**Edelbaustähle und rostfreie Stähle****1.5 Punkte**

Nichtrostende Stähle werden nach ihren Gefügen gruppiert. Vervollständigen Sie die Gefüge für die nichtrostenden Stähle in der **Anlage 1** angegebene Tabelle anhand der angegebenen chemischen Zusammensetzungen (1.5 Punkte)

Anlage 1

<u>Gefüge</u>	<u>Typische Vertreter</u>	<u>C</u>	<u>Cr</u>	<u>Mo</u>	<u>Ni</u>	<u>Cu</u>	<u>N</u>	<u>Rest</u>
	1.4462 1.4501	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
	1.4404 1.4571	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
	1.4021 1.4034 1.4112	0,06 – 1,10	12,0 – 17,0	0,1 – 2,0	0 – 2,5	-	-	-