

# Klausur - Mantelbogen



Name, Vorname	
Matrikel-Nr.	
Studienzentrum	
Studiengang	<b>Wirtschaftsingenieurwesen</b>
Fach	<b>Werkstofftechnik</b>
Art der Leistung	<b>Prüfungsleistung</b>
Klausur-Knz.	<b>WI-WFT-P12-011215</b>
Datum	<b>15.12.2001</b>

Verwenden Sie ausschließlich das vom Aufsichtsführenden zur Verfügung gestellte Papier, und geben Sie sämtliches Papier (Lösungen, Schmierzettel und nicht gebrauchte Blätter) zum Schluss der Klausur wieder bei Ihrem Aufsichtsführenden ab. Eine nicht vollständig abgegebene Klausur gilt als nicht bestanden.

Beschriften Sie jeden Bogen mit Ihrem Namen und Ihrer Immatrikulationsnummer. Lassen Sie bitte auf jeder Seite 1/3 ihrer Breite als Rand für Korrekturen frei, und nummerieren Sie die Seiten fortlaufend. Notieren Sie bei jeder Ihrer Antworten, auf welche Aufgabe bzw. Teilaufgabe sich diese bezieht.

Viel Erfolg!

**Ausgegebene Arbeitsblätter** \_\_\_\_\_

**Abgegebene Arbeitsblätter** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum

\_\_\_\_\_  
Aufsichtsführende(r)

\_\_\_\_\_  
Prüfungskandidat(in)

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	Summe
max. Punktezah	7	15	11	11	18	11	15	12	100
erreichte Punktezah									
2. Prüfer									

Gesamtpunktzahl	
Prüfungsnote	


\_\_\_\_\_  
Datum, 1. Prüfer

\_\_\_\_\_  
Datum, 2. Prüfer

Anmerkungen des Erstprüfers:

\_\_\_\_\_  
Datum, 1. Prüfer

Anmerkungen des Zweitprüfers:

\_\_\_\_\_  
Datum, 2. Prüfer

# Klausur - Aufgaben



Studiengang	<b>Wirtschaftsingenieurwesen</b>
Fach	<b>Werkstofftechnik</b>
Art der Leistung	<b>Prüfungsleistung</b>
Klausur-Knz.	<b>WI-WFT-P12-011215</b>
Datum	<b>15.12.2001</b>

Bei jeder Aufgabe ist neben der Lösung auch der Lösungsweg anzugeben. Aus der Dokumentation des Lösungsweges sollte eindeutig zu erkennen sein, wie Ihre Lösung zustande gekommen ist.

<b>Bearbeitungszeit:</b>	90 Minuten
<b>Anzahl Aufgaben:</b>	- 8 -
<b>Höchstpunktzahl:</b>	- 100 -

<b>Hilfsmittel</b>
keine

## Vorläufiges Bewertungsschema:

Punktzahl		Note	
von	bis einschl.		
95	100	1,0	sehr gut
90	94,5	1,3	sehr gut
85	89,5	1,7	gut
80	84,5	2,0	gut
75	79,5	2,3	gut
70	74,5	2,7	befriedigend
65	69,5	3,0	befriedigend
60	64,5	3,3	befriedigend
55	59,5	3,7	ausreichend
50	54,5	4,0	ausreichend
0	49,5	5,0	nicht ausreichend

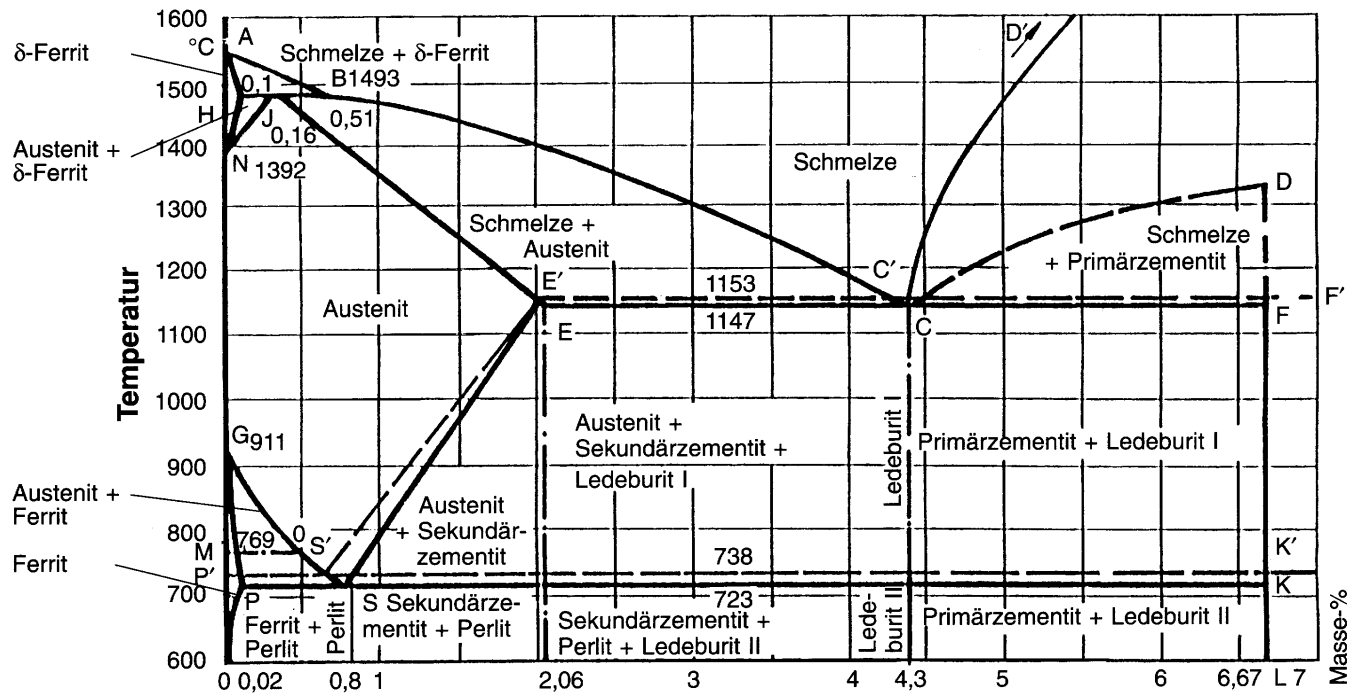
Viel Erfolg!

## Aufgabe 1 insg. 7 Punkte

- a) Nennen Sie wenigstens drei Faktoren, durch die der Werkstoffpreis wesentlich beeinflusst wird. 3 Pkte
- b) Welche vier Einflussgrößen bestimmen den Anteil der Werkstoffkosten an den Gesamtkosten eines Erzeugnisses in besonderem Maße? 4 Pkte

## Aufgabe 2 insg. 15 Punkte

- a) Beschreiben Sie anhand des nachstehend abgebildeten Eisen-Kohlenstoff-Diagramms die Vorgänge bei einer langsamen Abkühlung eines unlegierten Stahles mit 0,4 Massen-% C von einer Temperatur von 1550 °C auf Raumtemperatur. 5 Pkte
- b) Bei welcher Zusammensetzung und bei welcher Temperatur befinden sich folgende Punkte? 4 Pkte
  - Eutektikum
  - eutektoider Punkt
  - maximale Kohlenstofflöslichkeit im Austenit
  - maximale Kohlenstofflöslichkeit im Ferrit
- c) Wie viele Legierungen müssen aus dem Eisen-Kohlenstoff-Diagramm herausgegriffen werden, um die Umwandlungen sämtlicher Stähle zu erfassen. Nennen Sie die betreffenden Teilbereiche mit Namen und C-Gehalt, für die jeweils eine Legierung genügt. 6 Pkte



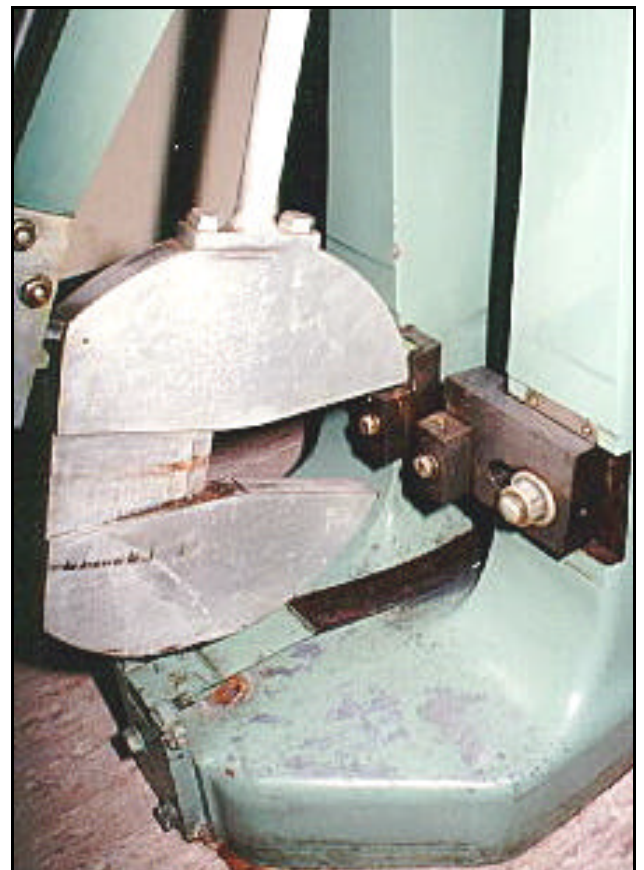
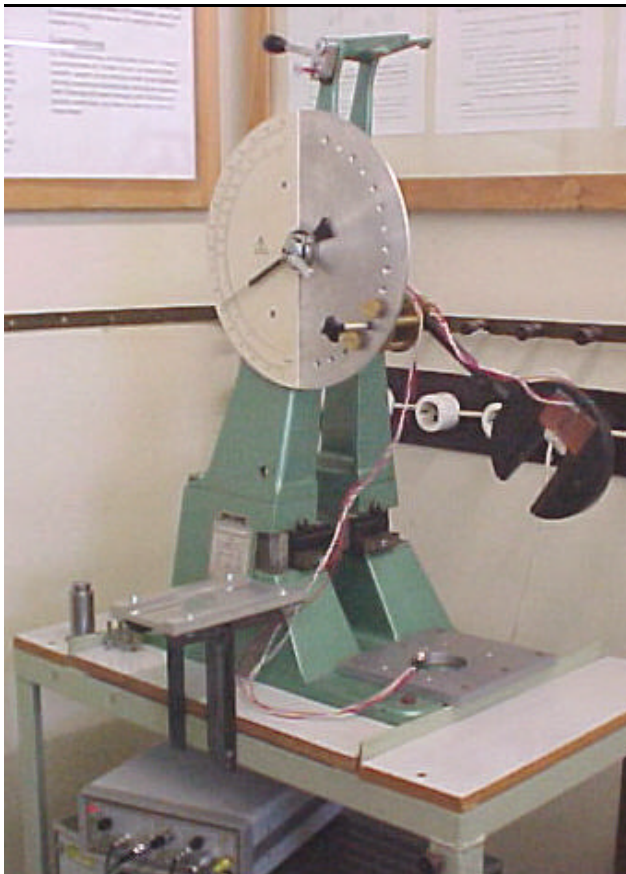
## Aufgabe 3 insg. 11 Punkte

- a) Welche Stähle mit welchem C-Gehalt werden für das Einsatzhärten verwendet? 3 Pkte
- b) Mit welcher Zielstellung wird das Einsatzhärten durchgeführt? 3 Pkte
- c) Beschreiben Sie den technologischen Verlauf des Einsatzhärtens. 5 Pkte

**Aufgabe 4****insg. 11 Punkte**

Die nachfolgenden zwei Abbildungen veranschaulichen einen Versuch zur mechanischen Werkstoffprüfung.

- a) Um welchen Versuch handelt es sich hierbei? Wie wird das hierzu benutzte Gerät genannt? **4 Pkte**
- b) Welches Werkstoffverhalten wird mit Hilfe dieses Versuches vorrangig untersucht? Welche Größe wird dazu mit dem im linken Bild sichtbaren Schleppzeiger angezeigt? **4 Pkte**
- c) Kennzeichnend für diesen Versuch ist eine Einkerbung der Prüfkörper. Was soll damit bewirkt werden? **3 Pkte**

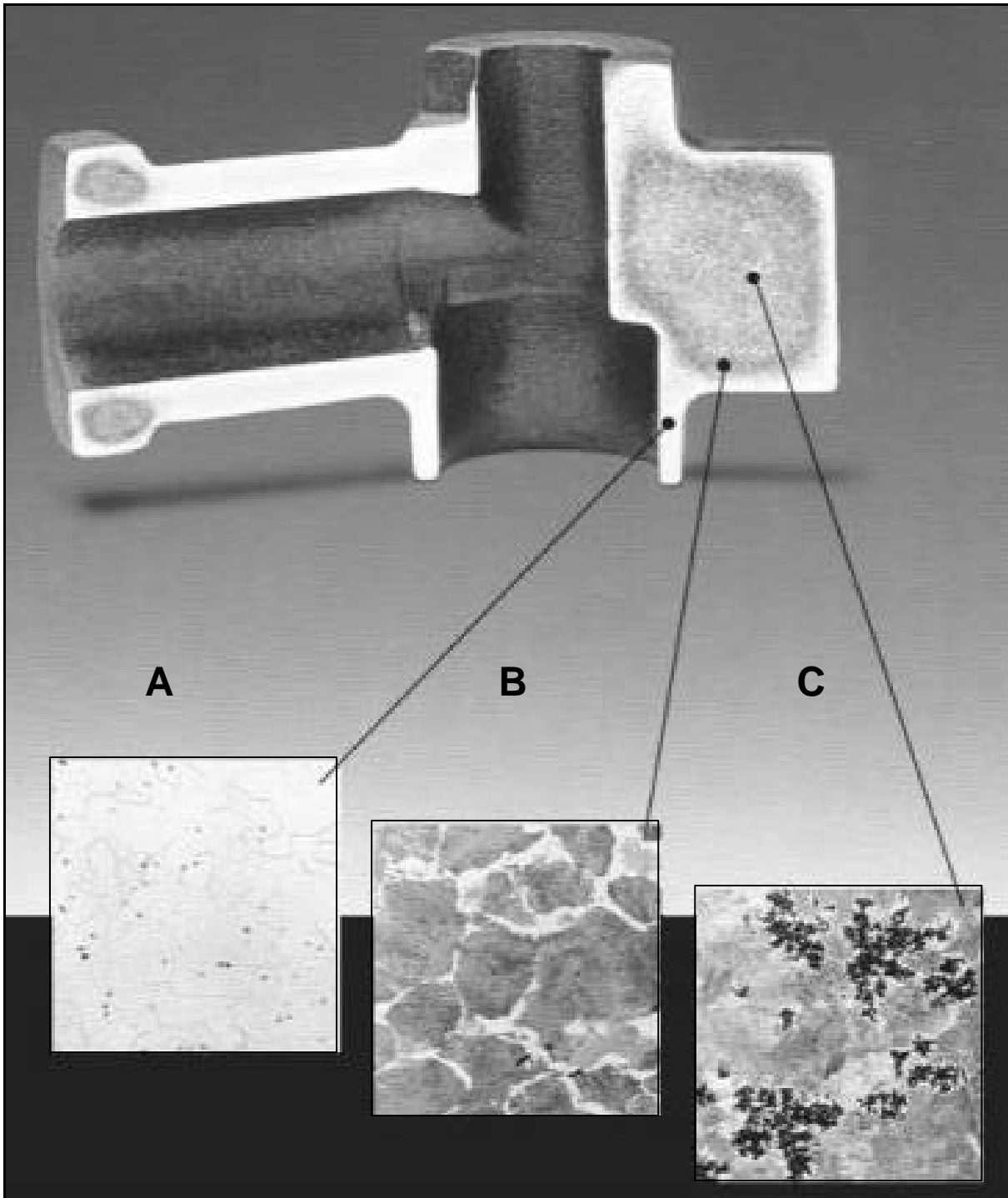
**Aufgabe 5****insg. 18 Punkte**

- a) Beschreiben Sie die Syntheseverfahren für die Herstellung von hochmolekularen Kunststoffen. **9 Pkte**
- b) In welche Gruppen werden die Kunststoffe eingeteilt, und wodurch sind diese charakterisiert? **9 Pkte**

**Aufgabe 6****insg. 11 Punkte**

Nachstehende Abbildung zeigt den Schnitt eines Werkstoffes aus weißem Temperguss.

- a) Beschreiben Sie, wie weißer Temperguss hergestellt wird. **8 Pkte**
- b) Geben Sie an, bei welcher Gefügestruktur A, B und C der nachfolgenden Abbildung es sich um **3 Pkte**
- (1) Ferrit,
  - (2) Perlit + Temperkohle,
  - (3) Ferrit + Perlit + Temperkohle
- handelt.



**Aufgabe 7****insg. 15 Punkte**

- a) Durch welche zwei wichtigen Unterschiede sind die rein chemische und die elektrochemische Korrosion gekennzeichnet? **4 Pkte**
- b) Nennen Sie die wichtigsten Merkmale, welche auf die Kontaktkorrosion und die interkristalline Korrosion zutreffen. **5 Pkte**
- c) Nennen Sie wenigstens zwei Beispiele für den aktiven Korrosionsschutz bzgl. **6 Pkte**
- des Korrosionsmediums
  - des Werkstoffes
  - der Angriffsbedingungen.

**Aufgabe 8****insg. 12 Punkte**

Erläutern Sie die folgenden Werkstoffbezeichnungen, und geben Sie von den Werkstoffen je ein Einsatzgebiet an:

- (1) C105W
- (2) 20MnCr5
- (3) X6Cr13
- (4) EN-GJL-350

## Korrekturrichtlinie zur Prüfungsleistung Werkstofftechnik am 15.12.2001 Wirtschaftsingenieurwesen WI-WFT-P12-011215

Um größtmögliche Gerechtigkeit zu erreichen, ist nachfolgend zu jeder Aufgabe eine Musterlösung inklusive der Verteilung der Punkte auf Teilaufgaben bzw. Lösungsschritte zu finden. Natürlich ist es nicht möglich, jede denkbare Lösung anzugeben. Stoßen Sie daher bei der Korrektur auf einen anderen als den angegebenen Lösungsweg, so nehmen Sie bitte die Verteilung der Punkte auf die einzelnen Lösungsschritte sinngemäß vor. Sind in der Musterlösung die Punkte für eine Teilaufgabe summarisch angegeben, so ist die Verteilung dem Korrektor überlassen. Rechenfehler sollten nur zur Abwertung des betreffenden Teilschrittes führen. Wird also mit einem falschen Zwischenergebnis richtig weitergerechnet, so sind die hierfür vorgesehenen Punkte zu erteilen.

Die Bewertung der **Prüfungsleistung** erfolgt **differenziert**. Gemäß der Diplomprüfungsordnung ist folgendes Notenschema zugrunde zu legen:

Punktzahl		Note	
von	bis einschl.		
95	100	1,0	sehr gut
90	94,5	1,3	sehr gut
85	89,5	1,7	gut
80	84,5	2,0	gut
75	79,5	2,3	gut
70	74,5	2,7	befriedigend
65	69,5	3,0	befriedigend
60	64,5	3,3	befriedigend
55	59,5	3,7	ausreichend
50	54,5	4,0	ausreichend
0	49,5	5,0	nicht ausreichend

Die Prüfungsleistung gilt als bestanden, wenn mindestens 50 Punkte erreicht wurden.

**Lösung 1**

vgl. SB 1: Kap. 1.2

**insg. 7 Punkte**

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <p>a) – Verfügbarkeit<br/>– Erschließungskosten<br/>– Herstellungskosten</p> <p>b) – Automatisierungsgrad<br/>– Werkstoffkosten<br/>– Fertigungsverfahren und -kosten<br/>– Konstruktion</p> | <p><b>3 Pkte</b><br/>(je Nennung<br/>1 Pkt,<br/>max. 3 Pkte)</p> <p><b>4 Pkte</b><br/>(je Nennung<br/>1 Pkt;<br/>max. 4 Pkte)</p> | <p>Analoge Punktvergabe auch bei Nennung anderer zutreffender Aspekte, ohne die Gesamtpunktzahl zu überschreiten.</p> |
|--|---|---|

**Lösung 2**

vgl. SB 2: Kap. 1.3.6, Kap. 1.3.7

**insg. 15 Punkte**

- |  |   |
|--|---|
| <p>a)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei <math>\approx 1540</math> °C ist der unlegierte Stahl mit 0,4 Masse-% C vollständig geschmolzen.</li> <li>• Bei Abkühlung findet eine zunehmende Kristallisation von Austenit-Kristallen (<math>\gamma</math>-Mischkristalle) aus (Schmelze + <math>\gamma</math>-Mischkristalle) [zwischen etwa 1520 ... 1490 °C] statt.</li> <li>• Zwischen etwa 1490 ... 780 °C liegt nur Austenit vor (fester Zustand).</li> <li>• Zwischen etwa 780 ... 723 °C wandelt sich Austenit in Ferrit um und scheidet dabei Kohlenstoff aus. Dieser bildet mit Eisen die chemische Verbindung Zementit (<math>\text{Fe}_3\text{C}</math>). Dadurch entsteht neben Ferrit der Gefügebestandteil Perlit.</li> <li>• Unter 723 °C liegt nur noch Ferrit (<math>\alpha</math>-Mischkristalle) und Zementit vor; (bzgl. des Gefüges: Ferrit und Perlit).</li> </ul> <p>b)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eutektikum: 4,3 % C, 1147 °C</li> <li>• eutektoider Punkt: 0,8 % C, 723 °C</li> <li>• maximale Kohlenstofflöslichkeit im Austenit: 2,06 % C, 1147 °C</li> <li>• maximale Kohlenstofflöslichkeit im Ferrit: 0,02 % C, 723 °C</li> </ul> <p>c) 3 Legierungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• untereutektoide Legierungen: 0 ... 0,8 % C</li> <li>• eutektoide Legierung: 0,8 % C</li> <li>• übereutektoide Legierungen: 0,8 ... 2 % C</li> </ul> | <p><b>5 Pkte</b><br/>(1 Pkt)</p> <p>(1 Pkt)</p> <p>(1 Pkt)</p> <p>(1 Pkt)</p> <p>(1 Pkt)</p> <p><b>4 Pkte</b><br/>(je 1 Pkt;<br/>Zirkaangaben<br/>genügen)</p> <p><b>6 Pkte</b><br/>(je 2 Pkte)</p> |
|--|---|

**Lösung 3**

vgl. SB 2: Kap. 2.2.2

**insg. 11 Punkte**

- |   |  |
|---|--|
| <p>a) Für das Einsatzhärten werden Einsatzstähle (unlegierte oder niedriglegierte Stähle mit 0,1 bis 0,2 % C) verwendet.</p> <p>b) Ziel ist eine <i>harte</i> und <i>verschleißfeste Oberfläche</i> bei einem <i>zähen Kern</i>.</p> <p>c) Technologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufkohlen der Randschicht des metallisch blanken Einsatzstahles in meist gasförmigen und flüssigen Medien.</li> <li>• Glühtemperatur bis 900 °C; Glühdauer etwa 6 h.</li> <li>• In der Randschicht erhöht sich der Kohlenstoffgehalt oft auf 0,8 %.</li> <li>• Tritt im Kern eine Kornvergrößerung ein, sollte normalgeglüht werden.</li> <li>• Abschreckhärten von einer kohlenstoffgehaltabhängigen Temperatur.</li> </ul> | <p><b>3 Pkte</b></p> <p><b>3 Pkte</b></p> <p><b>5 Pkte</b><br/>(1 Pkt)</p> <p>(1 Pkt)</p> <p>(1 Pkt)</p> <p>(1 Pkt)</p> <p>(1 Pkt)</p> |
|---|--|

**Lösung 4**

vgl. SB 3: Kap. 2.3

**insg. 11 Punkte**

- a) • Kerbschlagbiegeversuch **4 Pkte**  
 • Pendelschlagwerk (je 2 Pkte)
- b) • Untersucht wird das Zähigkeits- bzw. Spröbruchverhalten. **4 Pkte**  
 • Anzeigt wird die Kerbschlagarbeit  $K$ . (je 2 Pkte)
- c) Die Einbringung des Kerbes wirkt spröbruchfördernd. **3 Pkte**

**Lösung 5**

vgl. SB 5: Kap. 1

**insg. 18 Punkte**

- a) **9 Pkte**
- **Polymerisation** (3 Pkte)
    - Monomer  $\Rightarrow$  (meist) kettenförmige Makromoleküle
    - Bindung durch Aufspaltung von Doppelbindungen (der Monomere)
    - keine Reaktionsprodukte
  - **Polykondensation** (3 Pkte)
    - (meist) verschiedenartige Monomere  $\Rightarrow$  ketten- oder netzförmige Makromoleküle
    - niedermolekulare Reaktionsprodukte (meist  $H_2O$ )
  - **Polyaddition** (3 Pkte)
    - (meist) verschiedenartige Monomere  $\Rightarrow$  ketten- oder netzförmige Makromoleküle
    - Umlagerung von Atomen
    - keine Reaktionsprodukte
- b) **9 Pkte**
- Thermoplaste:**
- Erweichung bei Temperaturerhöhung bis zum plastischen Fließen (3 Pkte)
  - Erweichung und Erstarrung sind reversibel
- Duroplaste:**
- auch bei höheren Temperaturen keine plastische Verformbarkeit (3 Pkte)
  - irreversible Verfestigung (Aushärten) bei der Herstellung (Urformen)
- Elastomere:**
- gut reversibel verformbar bereits bei geringen Kräften (gummiartig) (3 Pkte)
  - bei Temperaturerhöhung direkter Übergang viskoelastischer Zustand - Zersetzung

**Lösung 6**

vgl. SB 4: Kap. 1.3

**insg. 11 Punkte**

- a) **8 Pkte**
- Der Temper-Rohguss (Eisenkarbid) wird einer Wärmebehandlung in einem entkohlendem Medium (sauerstoffhaltigen Atmosphäre) unterzogen. (2 Pkte)
  - Dadurch wird an der Oberfläche der Gussteile Kohlenstoff aus dem Eisenkarbid oder, falls dieser bereits zerfallen ist, aus der Temperkohle, wie man den Graphit im Temperguss nennt, herausgelöst und an die Atmosphäre abgegeben. (2 Pkte)
  - Diese so genannte Entkohlung kann man durch eine entsprechend lange Glühzeit so weit treiben, bis kein Kohlenstoff mehr im Gussteil enthalten ist. (2 Pkte)
  - Eine völlige Entkohlung ist jedoch nur bei dünnwandigen Teilen möglich. (2 Pkte)

- b) A Ferrit  
 B Ferrit + Perlit + Temperkohle  
 C Perlit + Temperkohle

**3 Pkte**  
 (je 1 Pkt)

## Lösung 7

vgl. SB 3: Kap. 3

**insg. 15 Punkte**

- a) **4 Pkte**
- rein chemische Korrosion:**
- Abwesenheit von Elektrolyten (2 Pkte)
  - Reaktionen bei hohen Temperaturen mit trockenen Gasen (wie O<sub>2</sub>, Cl, SO<sub>2</sub> u. ä.)
- elektrochemische Korrosion:**
- Vorhandensein eines Elektrolyten (2 Pkte)
  - abhängig von Elektrodenpotential bzw. vom Strom, der durch eine Phasengrenzfläche Werkstoff/Korrosionsmedium fließt
- b) **5 Pkte**
- Kontaktkorrosion:**
- elektrochemische Korrosion
  - ungleichmäßiger Angriff (3 Pkte)
  - Kontakt zweier metallischer Werkstoffe mit unterschiedlichem elektrochemischen Potential
- interkristalline Korrosion:**
- ungleichmäßiger Angriff entlang von Korngrenzen z.B. bei Chromverarmung in hochlegierten Stählen durch Chromkarbidbildung (2 Pkte)
- c) **6 Pkte**
- Beispiele für den aktiven Korrosionsschutz:
- **Korrosionsmedium:** ( je Pos. 1 Pkt max. 2 Pkte)
    - Entfernen aggressiver Bestandteile
    - Zusatz von Stabilisatoren
    - Zusatz von Inhibitoren
  - **Werkstoff:** ( je Pos. 1 Pkt max. 2 Pkte)
    - Legieren
    - Gefügeverbesserung durch Wärmebehandlung
    - Verbesserung des Oberflächenzustandes
    - Korrosionsgerechtes Konstruieren
  - **Angriffsbedingungen:** ( je Pos. 1 Pkt max. 2 Pkte)
    - Temperaturänderung
    - Druckänderung
    - Veränderung von Strömungsbedingungen
    - elektrochemische Beeinflussung (katodischer oder anodischer Schutz)

## Lösung 8

vgl. SB 4

**insg. 12 Punkte**

- (1) **C105W** **3 Pkte**
- unlegierter Werkzeugstahl
  - 1,05 % Kohlenstoff; Kaltarbeitsstahl
  - z. B. Gewindeschneidwerkzeuge, Fließpresswerkzeuge

- (2) **20MnCr5** 3 Pkte
- (niedrig)legierter Einsatzstahl
  - 0,20 % Kohlenstoff, 1,25 % Mangan und ein nicht näher angegebener Gehalt an Chrom
  - z. B. Zahnräder, Wellen
- (3) **X6Cr13** 3 Pkte
- hochlegierter Stahl
  - 0,06 % Kohlenstoff, 13 % Chrom
  - für korrosionsbeanspruchte Konstruktionen
- (4) **EN-GJL-350** 3 Pkte
- Gusseisen mit Lamellengraphit
  - Mindestzugfestigkeit 350 N/mm<sup>2</sup>
  - Laufbuchsen, Kolbenringe, Maschinenbauteile