

# Klausur - Mantelbogen



STAATLICH ANERKANNTE  
FACHHOCHSCHULE

|                  |                                  |
|------------------|----------------------------------|
| Name, Vorname    |                                  |
| Matrikel-Nr.     |                                  |
| Studienzentrum   |                                  |
| Studiengang      | <b>Wirtschaftsingenieurwesen</b> |
| Fach             | <b>Werkstofftechnik</b>          |
| Art der Leistung | <b>Prüfungsleistung</b>          |
| Klausur-Knz.     | <b>WI-WFT-P12-020622</b>         |
| Datum            | <b>22.06.2002</b>                |

Ausgegebene Arbeitsblätter \_\_\_\_\_

Abgegebene Arbeitsblätter \_\_\_\_\_

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

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

\_\_\_\_\_  
Aufsichtsführende(r)

\_\_\_\_\_  
Prüfungskandidat(in)

| Aufgabe              | 1 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9 | Summe |
|----------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|---|-------|
| max. Punktezahl      | 4 | 11 | 15 | 13 | 11 | 17 | 11 | 12 | 6 | 100   |
| erreichte Punktezahl |   |    |    |    |    |    |    |    |   |       |
| 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-P12-020622</b>         |
| Datum            | <b>22.06.2002</b>                |

## Bezüglich der Anfertigung Ihrer Arbeit sind folgende Hinweise verbindlich:

- 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.
- Die Lösungen und Lösungswege sind in einer für den Korrektor **zweifelsfrei lesbaren Schrift** abzufassen. Korrekturen und Streichungen sind eindeutig vorzunehmen. Unleserliches wird nicht bewertet.
- Bei numerisch zu lösenden Aufgaben ist außer der Lösung stets der **Lösungsweg anzugeben**, aus dem eindeutig hervorzugehen hat, wie die Lösung zustande gekommen ist.
- Zur Prüfung sind bis auf Schreib- und Zeichenutensilien ausschließlich die nachstehend genannten **Hilfsmittel** zugelassen. Werden andere als die hier angegebenen Hilfsmittel verwendet oder **Täuschungsversuche** festgestellt, gilt die Prüfung als nicht bestanden und wird mit der **Note 5** bewertet.

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| <b>Bearbeitungszeit:</b> | 90 Minuten |
| <b>Anzahl Aufgaben:</b>  | - 9 -      |
| <b>Höchstpunktzahl:</b>  | - 100 -    |

| Hilfsmittel |
|-------------|
| 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. 4 Punkte

Nennen Sie vier Maßnahmen, mit denen sich Werkstoff einsparen lässt.

## Aufgabe 2

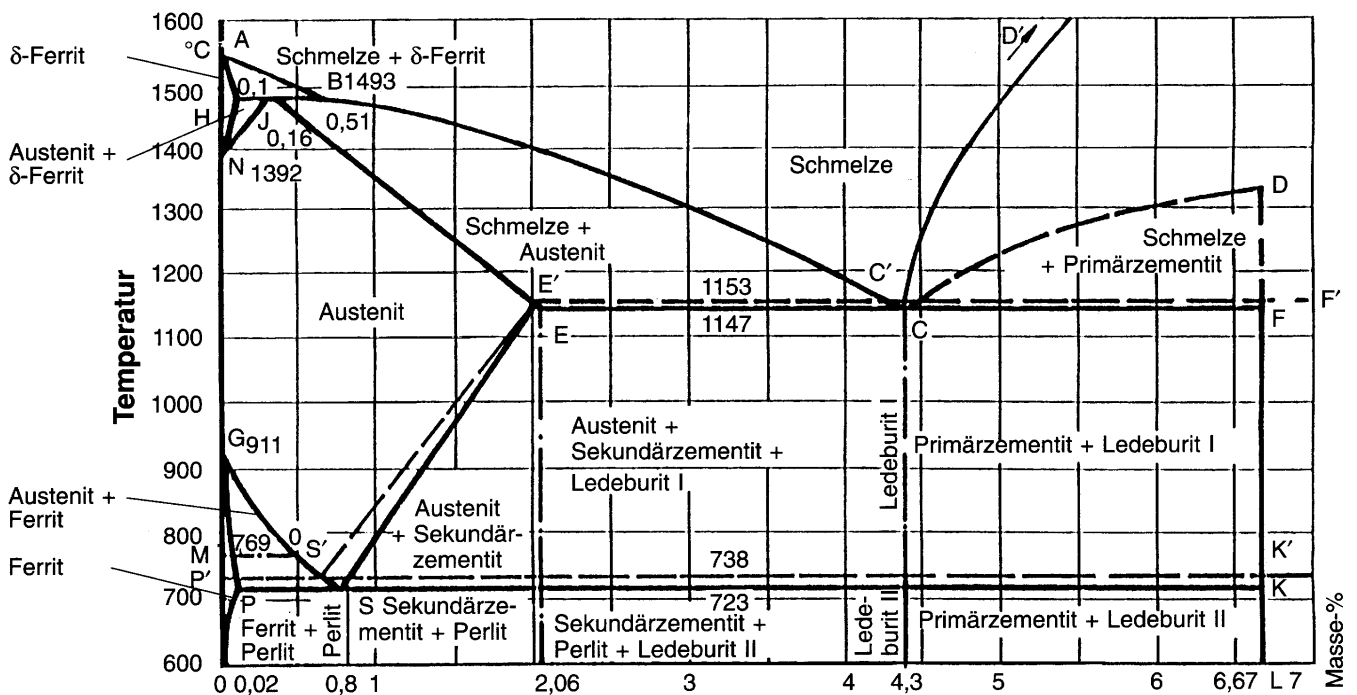
insg. 11 Punkte

- a) Erläutern Sie die metallische Bindung. 6 Pkte
- b) Welche Eigenschaften resultieren aus der metallischen Bindung? Nennen Sie mindestens drei. 3 Pkte
- c) Geben Sie einen Werkstoff an, bei dem die metallische Bindung dominiert. 2 Pkte

## Aufgabe 3

insg. 15 Punkte

- a) Beschreiben Sie anhand des nachstehend abgebildeten Eisen-Kohlenstoff-Diagramms (EKD) die Vorgänge bei langsamem Abkühlen eines unlegierten Stahles mit einem Gehalt von 1,0 % C von einer Temperatur von 1 500°C bis auf Raumtemperatur. 10 Pkte
- b) Warum ist das EKD (metastabiles System) mit einem C-Gehalt von 6,67 % C begrenzt? 2 Pkte
- c) Nennen Sie die Kristallarten nach gerade beendeter Erstarrung von Legierungen aus den Bereichen
  - (1) Stahl
  - (2) untereutektisches Eisen
  - (3) übereutektischen Eisen.3 Pkte

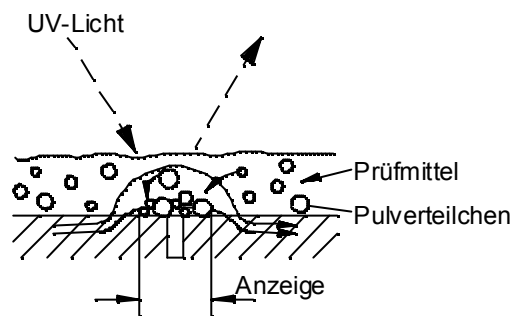


**Aufgabe 4****insg. 13 Punkte**

- a) Warum ist das Brinell-Verfahren für alle metallischen Werkstoffe nur bis zu einer Härte von 300 HBS empfehlenswert? **3 Pkte**
- b) Für welche Art von Werkstoffen ist das Brinell-Verfahren vornehmlich zur Härteprüfung geeignet? Begründen Sie Ihre Antwort. **4 Pkte**
- c) Interpretieren Sie folgendes Prüfergebnis: **6 Pkte**  
285 HBW 10/3000/35

**Aufgabe 5****insg. 11 Punkte**

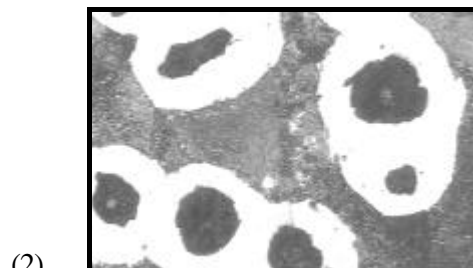
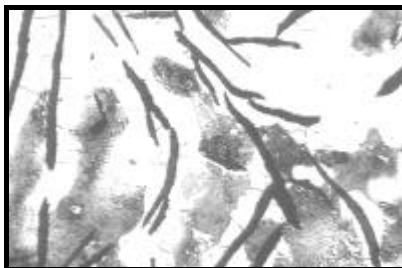
Nachstehende Abbildung deutet das Prinzip des Magnetpulververfahrens in der Werkstoffprüfung an.



- a) Beschreiben Sie, auf welcher physikalischen Tatsache dieses Prüfverfahren beruht, und wie es beim Magnetpulververfahren zum Fehlnachweis genutzt wird? **5 Pkte**
- b) Geben Sie an, wie die Fehlstellen im Werkstoff liegen müssen, damit sie sich für die Nachweisführung mittels Magnetpulververfahren gut eignen. **3 Pkte**
- c) Kann mit dem Magnetpulververfahren die Fehlertiefe ermittelt werden? **2 Pkte**
- d) Was wird dem Pulver zugesetzt, um die Erkennbarkeit der Fehler zu verbessern? **1 Pkt**

**Aufgabe 6****insg. 17 Punkte**

- a) Von welchen Gusswerkstoffen wurden nachstehende Schlibfbilder angefertigt? **4 Pkte**



- b) Geben Sie zu den unter a) abgebildeten Gusswerkstoffen das jeweils nach Euronorm vorgeschriebene Kurzzeichen für eine beliebige Sorte an. Welche Bedeutung haben die in den beiden Kurzzeichen enthaltenen Ziffern? **7 Pkte**
- c) Die oben abgebildeten Gusswerkstoffe unterscheiden sich in drei mechanische Eigenschaften besonders stark voneinander. Nennen Sie diese Eigenschaften und die Unterschiede. **6 Pkte**

**Aufgabe 7****insg. 11 Punkte**

- a) Ziel des Legierens von Aluminium ist es, bestimmte Eigenschaften dieses Nichteisenmetalls zu verändern. **7 Pkte**
- (1) Welche Eigenschaften sollen verbessert werden?
  - (2) Welche Eigenschaften sollen möglichst erhalten bleiben?
  - (3) Welche Legierungselemente werden verwendet? Nennen Sie mindestens drei.
- b) Worauf beruht die praktisch gute Korrosionsbeständigkeit des Aluminiums, und wie kann diese verstärkt werden. **4 Pkte**

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

- a) Einige Keramikeigenschaften sind aufgrund von Bindungsart und Kristallgitter **4 Pkte**
- (1) deutlich besser als die der Metalle und andere
  - (2) wesentlich schlechter als die der Metalle.
- Nennen Sie jeweils zwei zutreffende Eigenschaften.
- b) Nennen Sie ein Fertigungsverfahren zur Herstellung keramischer Bauteile. **2 Pkte**
- c) Welche Einflussfaktoren bestimmen die Eigenschaftswerte der Keramiken? **6 Pkte**

**Aufgabe 9****insg. 6 Punkte**

Erläutern Sie zwei der nachfolgend angegebenen Werkstoffbezeichnungen, und geben Sie von diesen je ein Einsatzgebiet an.

- (1) 50CrMo4
- (2) 34CrNiMo6
- (3) X210CrW12
- (4) X12Cr13.

## Korrekturrichtlinie zur Prüfungsleistung Werkstofftechnik am 22.06.2002 Wirtschaftsingenieurwesen WI-WFT-P12-020622

### Für die Bewertung und Abgabe der Prüfungsleistung sind folgende Hinweise verbindlich:

- Die **Vergabe der Punkte** nehmen Sie bitte so vor, wie in der Korrekturrichtlinie ausgewiesen. Eine summarische Angabe von Punkten für Aufgaben, die in der Korrekturrichtlinie detailliert bewertet worden sind, ist nicht gestattet.
- Nur dann, wenn die Punkte für eine Aufgabe nicht differenziert vorgegeben sind, ist ihre Aufschlüsselung auf die einzelnen Lösungsschritte Ihnen überlassen.
- Stoßen Sie bei Ihrer Korrektur auf einen anderen richtigen als den in der Korrekturrichtlinie angegebenen Lösungsweg, dann nehmen Sie bitte die Verteilung der Punkte sinngemäß zur Korrekturrichtlinie vor.
- **Rechenfehler** sollten grundsätzlich nur zur Abwertung des betreffenden Teilschrittes führen. Wurde mit einem falschen Zwischenergebnis richtig weitergerechnet, dann erteilen Sie die hierfür vorgesehenen Punkte ohne weiteren Abzug.
- Ihre Korrekturhinweise und Punktbewertung nehmen Sie bitte in einer **zweifelsfrei lesbaren Schrift** vor.
- Die von Ihnen vergebenen Punkte und die daraus sich gemäß dem nachstehenden Notenschema ergebende Bewertung tragen Sie in den **Klausur-Mantelbogen** sowie in die **Ergebnisliste** ein.
- Gemäß der Diplomprüfungsordnung ist Ihrer Bewertung 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 korrigierten Arbeiten reichen Sie bitte spätestens bis zum

**10. Juli 2002**

in Ihr Studienzentrum ein. Dies muss persönlich oder per Einschreiben erfolgen. Der **angegebene Termin ist unbedingt einzuhalten**. Sollte sich aus vorher nicht absehbaren Gründen ein Terminüberschreitung abzeichnen, so bitten wir Sie, dies unverzüglich Ihrem Studienzentrenleiter anzuzeigen.

**Lösung 1**

vgl. SB 1: Kap. 1.3; SB 5: Kap. 3

**insg. 4 Punkte**

- Leichtbau
- Einsatz von Verbundwerkstoffen und Werkstoffverbunde
- Fertigungsabfall senken (Kreislaufschrött)
- Verschleiß- und Korrosionsschäden mindern
- Regeneration und Recycling verbessern.

je 1 Pkt,  
max. 4 Pkte**Lösung 2**

vgl. SB 1: Kap. 2

**insg. 11 Punkte**

- a) • Streben nach einer Edelgaskonfiguration  
• freie Elektronen mit der Beweglichkeit eines Gases (Elektronengas)  
• mittlere Bindungskraft, schwächer als die Ionenbindung
- b) • gute Wärmeleitfähigkeit  
• gute elektrische Leitfähigkeit  
• leichte Elektronenverdampfung  
• gute plastische Verformbarkeit
- c) z. B. Eisen, Stahl, Nichteisenmetalle

**6 Pkte**

(je 2 Pkte)

**3 Pkte**(je 1 Pkt, max.  
3 Pkte)**2 Pkte**(je 2 Pkte,  
max. 2 Pkte)**Lösung 3**

vgl. SB 2: Kap. 1.3.6 bis 1.3.8

**insg. 15 Punkte**

- a)
- Bei 1500 °C ist der unlegierte Stahl mit 1,0 % C vollständig geschmolzen.
  - Zwischen etwa 1480 °C und 1350 °C kristallisieren zunehmend Austenit-Kristalle ( $\gamma$ -Mischkristalle) aus (Schmelze +  $\gamma$ -Mischkristalle).
  - Zwischen etwa 1350 °C und 800 °C liegt nur Austenit vor (fester Zustand).
  - Zwischen etwa 800 °C und 723 °C verringert sich die Kohlenstofflöslichkeit des Austenits und es scheidet sich Sekundärzementit ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) aus. Durch die Bildung des Sekundärzementits verschiebt sich die Zusammensetzung der ursprünglichen Phase in Richtung des eutektoiden Punktes (Zusammensetzung und Gefüge des Perlits).
  - Unter 723 °C liegt nur noch Ferrit ( $\alpha$ -Mischkristalle) und Zementit vor (bzgl. des Gefüges: Perlit und Sekundärzementit).
- b) Das EKD (metastabiles System) besteht aus den Komponenten Eisen-Eisencarbid. Es wird bis zur Existenz des reinen Eisencarbids gezeichnet, das 6,67 % C enthält.
- c)
- (1)  $\gamma$ -Mischkristalle (Austenit) mit eingelagerten C-Atomen; Austenit +  $\delta$ -Ferrit, reines Ferrit
  - (2)  $\gamma$ -Mischkristalle (Austenit) + Eutektikum
  - (3) Primärzementit + Eutektikum.

**10 Pkte**

(2 Pkte)

(2 Pkte)

(2 Pkte)

(2 Pkte)

(2 Pkte)

**2 Pkte****3 Pkte**

(je 1 Pkt)

**Lösung 4**

vgl. SB 2: Kap. 4.2

**insg. 13 Punkte**

- a) Bei Werten oberhalb 300 HBS ist schon mit Verformungen der Stahlkugel zu rechnen. Durch die Abplattung der Kugel wird ein größerer Eindruck erzeugt, damit ein weicherer Werkstoff vorgetäuscht. **3 Pkte**
- b) Für Werkstoffe mit heterogenem Gefüge, da mit den relativ großen Prüfeindrücken des Brinellverfahrens alle Phasen des Werkstoffes erfasst werden und damit ein repräsentativer Mittelwert gemessen wird. **4 Pkte**
- c) 285      Härtewert **6 Pkte**  
 HB      Kennbuchstabe für Brinellhärte  
 W      Kennzeichnung des Prüfkugelwerkstoffes (hier Hartmetall) (je 1 Pkt)  
 10      Kugeldurchmesser  $D = 10$  mm  
 3000    Prüfkraftkennziffer:  $0,102 F$  ( $F$  in N)  
 35      Einwirkdauer der Prüfkraft (35 s)

**Lösung 5**

vgl. SB 3: Kap. 4.4.4

**insg. 11 Punkte**

- a) **5 Pkte**  
 Magnetische Feldlinien werden beim Durchgang durch ein ferromagnetisches Prüfstück an Stellen, an denen sich die magnetische Durchlässigkeit des Materials (Permeabilität) stark ändert, von ihrer normalen Richtung abgelenkt. Solche Permeabilitätsunterschiede treten durch Luft einschüsse, Schlacken oder z. B. ein Haarriss auf. Als Folge entsteht an der Oberfläche ein Streufluss, der zur Nachweisprüfung genutzt wird. (3 Pkte)  
 Beim Magnetpulververfahren haften die aufgetragenen Pulverteilchen entsprechend dem Feldlinienverlauf aneinander, so dass anhand der Pulververteilung Fehlstellen erkannt werden. (2 Pkte)
- b) Die Fehlstellen sollten an der Oberfläche bzw. oberflächennah und quer zum Feldlinienverlauf liegen. **3 Pkte**
- c) Es sind keine Angaben über die Fehlertiefe möglich. **2 Pkte**
- d) Dem Magnetpulver werden fluoreszierende Stoffe beigemischt. **1 Pkt**

**Lösung 6**

vgl. SB 4: Kap. 1.3.2 und 1.3.3

**insg. 17 Punkte**

- a) **4 Pkte**  
 (1) Gusseisen mit Lamellengraphit (je 2 Pkte)  
 (2) Gusseisen mit Kugelgraphit
- b) **7 Pkte**  
 (1) z. B. EN-GJL-200  
 Mindestzugfestigkeit in  $N/mm^2$  (3 Pkte)  
 (2) z. B. EN-GJS-500-7  
 1. Zahl: Mindestzugfestigkeit in  $N/mm^2$ ; 2. Zahl: Mindestbruchdehnung in % (4 Pkte)
- c) **6 Pkte**  
 Beide unterscheiden sich bzgl.  
 • Zugfestigkeit (je 1 Pkt)  
 • Bruchdehnung  
 • Dämpfung.

Gusseisen mit Kugelgraphit hat gegenüber Gusseisen mit Lamellengraphit

- eine höhere Mindestzugfestigkeit bei gleichem Graphitgehalt
- eine wesentlich höhere Zähigkeit
- eine geringere Dämpfung.

(je 1 Pkt)

**Lösung 7**

vgl. SB 4: Kap. 2.3

**insg. 11 Punkte**

- a) **7 Pkte**
- (1) Erhöhung der niedrigen Werte von Streckgrenze und Zugfestigkeit (2 Pkte)
  - (2) Gieß- und Formbarkeit sowie Korrosionsbeständigkeit sollten erhalten bleiben (2 Pkte)
  - (3) Mangan, Magnesium, Silicium, Kupfer, Zink. (3 Pkte)
- b) **4 Pkte**
- Durch Bildung einer dichten und festhaftenden Oxidschicht. (2 Pkte)
  - Durch elektrochemische Verfahren (anodische Oxidation). (2 Pkte)

**Lösung 8**

vgl. SB 5: Kap. 2.2

**insg. 12 Punkte**

- a) **4 Pkte**
- Keramik ist besser als Metall:
- sehr hohe Härte und Warmfestigkeit (je 1 Pkt,
  - sehr hohe Korrosionsbeständigkeit max.
  - allgemein hoher Verschleißwiderstand 2 Pkte)
- Keramik ist schlechter als Metall:
- kein Gießen möglich
  - von neueren Ingenieurkeramiken abgesehen keine Zähigkeit und plastische Verformbarkeit (je 1 Pkt,
  - zumeist geringere Wärmeleitfähigkeit max.
  - im Allgemeinen schlechter elektrischer Leiter 2 Pkte)
- b) Die hauptsächlichsten Verfahren zur Herstellung keramischer Produkte sind: **2 Pkte**
- Pressen von keramischen Pulvern und anschließendem Sintern (je Verfahren
  - Schlickergießen mit anschließendem Sintern 2 Pkte, max.
- c) **6 Pkte**
- chemische Zusammensetzung (der Rohstoffe und Zusätze, des Mischungsverhältnisses der Rohstoffe), (je 2 Pkte)
  - Struktur (z. B. durch Reaktionen während der Sinterung),
  - Gefüge (durch Pressdruck und Art des Pressens des Formgebungsverfahrens, durch Sinter-temperatur und Sinterzeit)

**Lösung 9**

vgl. SB 4

**insg. 6 Punkte**(1) **50CrMo4**

- Vergütungsstahl
- Mit 0,5 % Kohlenstoff, 1 % Chrom und einem nicht näher angegebenen Molybdängehalt
- für hochbeanspruchte Bauteile (Kurbelwellen)

(2) **34CrNiMo6**

- (niedrig)legierter Vergütungsstahl
- 0,34 % Kohlenstoff, 1,5 % Chrom und einem nicht näher angegebenen Gehalt an Nickel und Molybdän
- für hochbeanspruchte Fahrwerksteile

je  
3 Pkte,  
max.  
6 Pkte(3) **X210CrW12**

- (hoch)legierter Kaltarbeitsstahl
- 2,1 % Kohlenstoff, 12 % Chrom und einem nicht näher angegebenen Gehalt an Wolfram
- Hochleistungswerkzeuge zur spanenden Bearbeitung

(3) **X12Cr13**

- hochlegierter Stahl
- 12 x 1/100 % Kohlenstoff und 13 % Chrom
- nichtrostender Stahl im Behälterbau