



Studiengang	<b>Wirtschaftsingenieurwesen</b>
Fach	<b>Werkstofftechnik</b>
Art der Leistung	<b>Prüfungsleistung</b>
Klausur-Knz.	<b>WI-WFT-P12-041211</b>
Datum	<b>11.12.2004</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>	– 10 –
<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

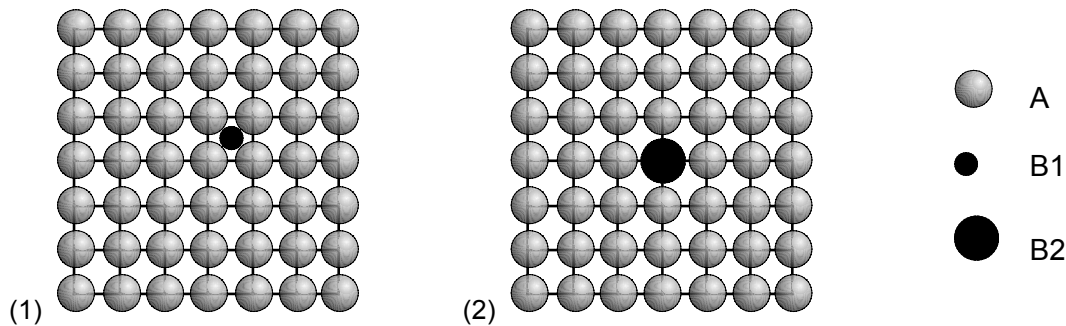
Viel Erfolg!

**Aufgabe 1****insg. 6 Punkte**

- a) Was verstehen Sie unter Werkstoffrecycling im ganzheitlichen Umweltschutz? **3 Pkte**
- b) Nennen Sie die Ziele des nachhaltigen Wirtschaftens bei der Herstellung von Erzeugnissen. **3 Pkte**

**Aufgabe 2****insg. 9 Punkte**

- a) Bei den Mischkristallen gibt es zwei Möglichkeiten, wie die Atome z. B. der Komponente B1 bzw. B2 in das Gitter von A aufgenommen werden. Benennen und beschreiben Sie diese beiden Möglichkeiten anhand der nachstehenden Abbildungen. **4 Pkte**



- b) Ordnen Sie auf beiliegendem Arbeitsblatt den beiden Grundtypen der Legierungsbildung, dem Kristallgemisch und Mischkristall, den richtigen Zustandsbilder und Eigenschaften durch Ankreuzen zu. **5 Pkte**

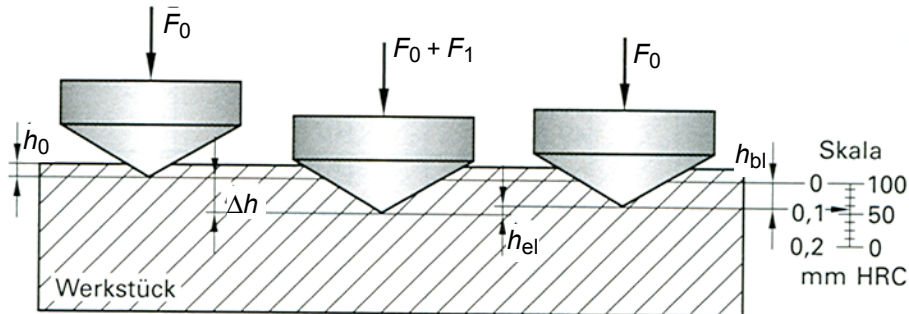
**Aufgabe 3****insg. 12 Punkte**

Lösen Sie unter Zuhilfenahme des im beiliegenden Arbeitsblatt skizzierten Eisen-Kohlenstoff-Diagramms folgende Aufgaben:

- a) Kennzeichnen Sie im Diagramm die Bereiche der Stähle und des Gusseisens sowie den eutektischen und eutektoiden Punkt. **4 Pkte**
- b) Benennen Sie die Bereiche im beiliegenden Eisen-Kohlenstoff-Diagramm, wo
- Schmelze,
  - Schmelze + Austenit
  - Austenit
  - Schmelze + Primärzementit
- zu finden sind. **4 Pkte**
- c) Geben Sie im Eisen-Kohlenstoff-Diagramm die Lage der in der Stahlecke auftretenden
- Gefügebestandteile und
  - Gefügeausbildungen
- an. **4 Pkte**

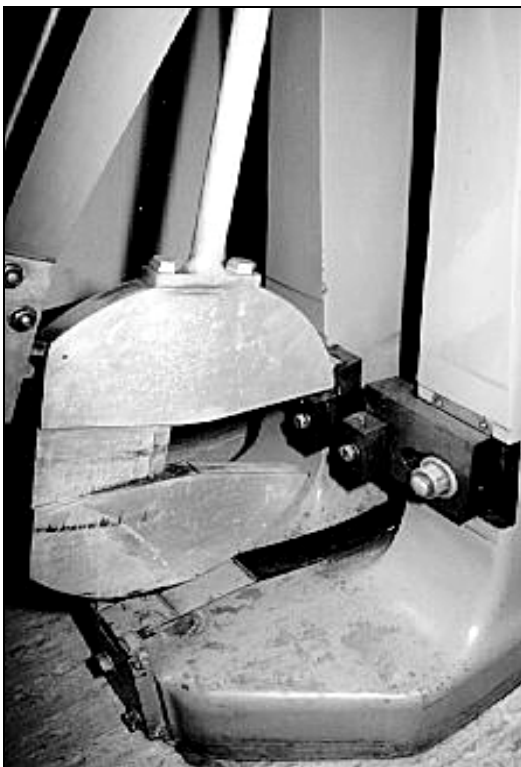
**Aufgabe 4****insg. 9 Punkte**a) Nachfolgend ist das Prinzip eines Härteprüfverfahrens abgebildet. **6 Pkte**

- (1) Um welches Härteprüfverfahren handelt es sich?
- (2) Beschreiben Sie dieses Verfahren, und benutzen Sie dazu die in der Abbildung angegebenen Kurzzeichen.

b) Im Ergebnis einer Härteprüfung ergab sich folgender Wert: **3 Pkte**

270 HBW 10/1000/20

Erläutern Sie die Bedeutung aller Angaben dieses Kurzzeichens.

**Aufgabe 5****insg. 4 Punkte**

Im Bild ist ein Pendelschlagwerk zu sehen, das Teil einer Prüfmaschine zur Untersuchung des Zähigkeits- und Spröbruchverhaltens ist.

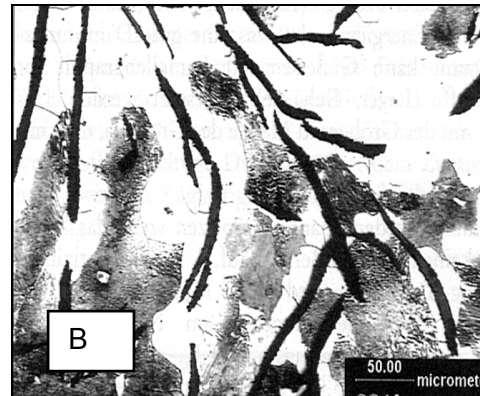
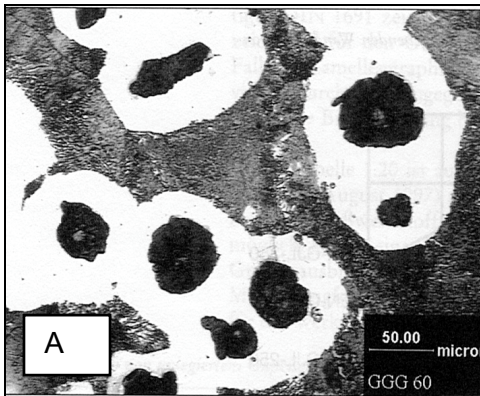
- a) Um welches Prüfverfahren handelt es sich hierbei? **1 Pkt**
- b) Skizzieren Sie die Form einer Probe dieses Verfahrens und die Richtung der Krafteinwirkung durch das Pendelschlagwerk auf die Probe. **3 Pkte**

**Aufgabe 6****insg. 12 Punkte**

Bei den Korrosionsvorgängen wird zwischen chemischer und elektrochemischer Korrosion entschieden. Nennen und skizzieren Sie *vier verschiedene* Erscheinungsformen der ungleichmäßigen elektrochemischen Korrosion.

**Aufgabe 7****insg. 17 Punkte**

- a) Nachstehend sind Schlibfbilder zweier Gusseisensorten A und B abgebildet. Um welche – benannt nach der Graphitform – handelt es sich hierbei? **1 Pkt**



- b) Nennen Sie zu den unter a) abgebildeten Gusseisensorten vier Unterschiede bei den mechanischen Eigenschaften. **4 Pkte**
- c) Durch Gießen wird eine der Endkontur nahe Fertigungsstufe erreicht. **12 Pkte**
- (1) Welche Voraussetzungen sind dabei an den Gusswerkstoff zu stellen?
  - (2) Wo sind aus den zu nennenden Gründen die Gusslegierungen im Zweistoffsystem bevorzugt anzutreffen? Schraffieren Sie im beiliegenden Arbeitsblatt diese Bereiche, und begründen Sie Ihre Entscheidung.

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

Für die Funktion und Betriebssicherheit von Maschinen und Anlagen sind Lager, darunter auch Gleitlager, unerlässlich. Gleitlagerwerkstoffe sollen den Gleitvorgang günstig beeinflussen, d. h. in speziellen Fällen auch den wartungsfreien und unter Einsatz aggressiver Medien korrosionsbeständigen Betrieb gewährleisten. Nennen Sie *mindestens vier Gruppen* von Gleitlagerwerkstoffen und deren für Gleitlager spezifischen Eigenschaften.

**Aufgabe 9****insg. 10 Punkte**

- a) Was unterscheidet bzgl. der Herstellung die traditionelle Keramik von den technischen Hochleistungskeramiken, und was folgt bzgl. Rohstoffauswahl und Formgebung daraus? **4 Pkte**
- b) Nennen Sie jeweils *mindestens drei* grundlegende mechanische Vorzüge und Nachteile der technischen Hochleistungskeramiken gegenüber Stählen. **6 Pkte**

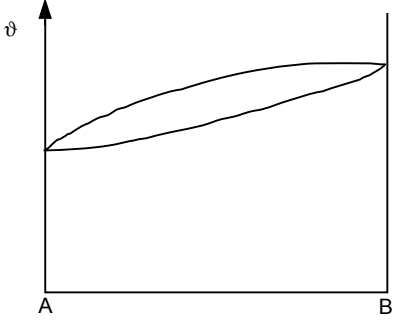
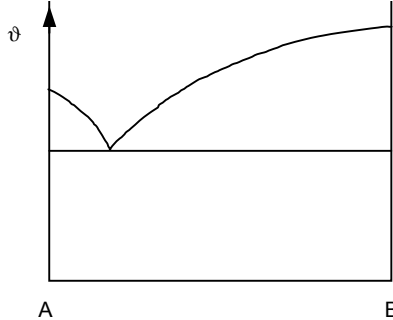
**Aufgabe 10****insg. 13 Punkte**

Erläutern Sie die folgenden Werkstoffbezeichnungen:

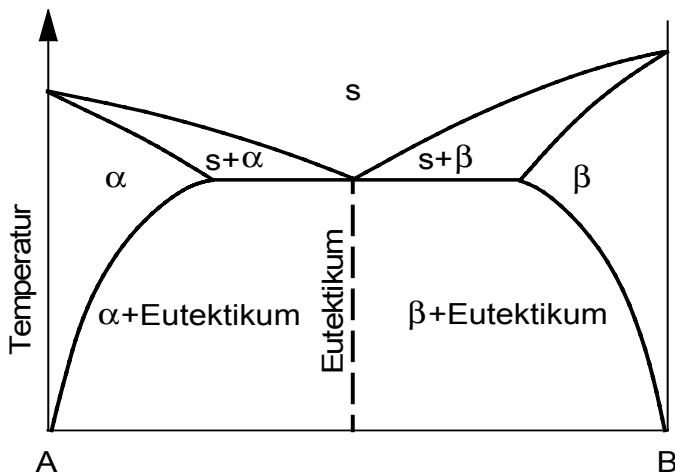
- a) 34CrNiMo6 **3 Pkte**
- b) X6CrNiTi18 - 10 **3 Pkte**
- c) EN-GJS-600-3 (GGG-60) **3 Pkte**
- d) CuZn37 **2 Pkte**
- e) PP **2 Pkte**

Name, Vorname

Dieses Aufgabenblatt ist zugleich Teil Ihrer Arbeitsblätter. Geben Sie dieses Blatt in jedem Fall zusammen mit Ihren übrigen Arbeitsblättern ab.

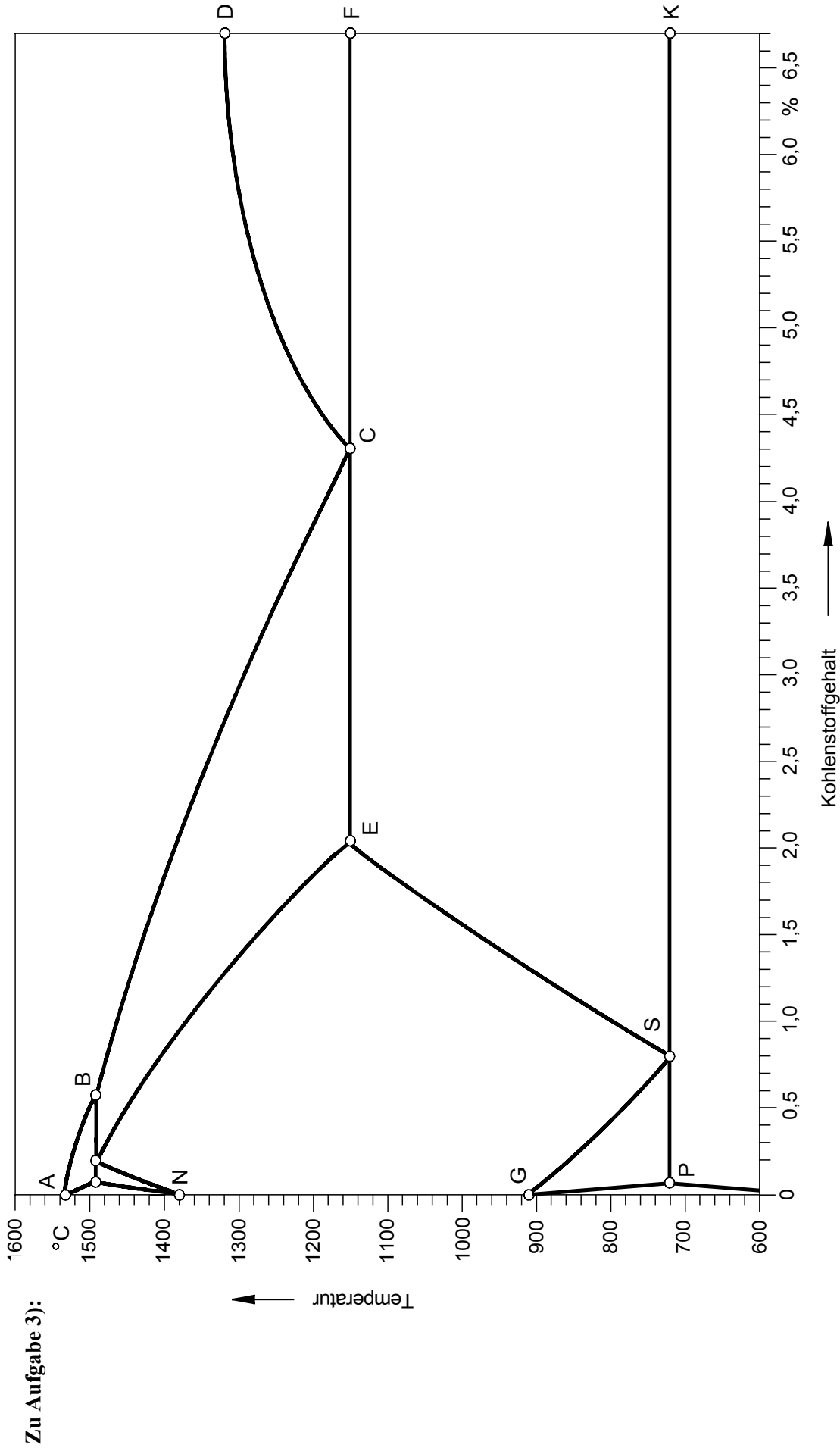
Zu Aufgabe 2 b):		Kristallgemisch	Mischkristall
(1)	Zustands-schaubild 		
(2)	Zustands-schaubild 		
(3)	Komponenten von A und B haben unterschiedliches Raumgitter		
(4)	Komponenten sind vollständig löslich		
(5)	Gefüge ist homogen		

Zu Aufgabe 7 c):



Name, Vorname

Dieses Aufgabenblatt ist zugleich Teil Ihrer Arbeitsblätter. Geben Sie dieses Blatt in jedem Fall zusammen mit Ihren übrigen Arbeitsblättern ab.



**Korrekturrichtlinie zur Prüfungsleistung**  
**Werkstofftechnik am 11.12.2004**  
**Wirtschaftsingenieurwesen**  
**WI-WFT-P12-041211**

**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.
- Bitte achten Sie auf **Folgefehler**. Wurden bezogen auf eine falsche Lösung zu Folgefragen richtige Antworten bzw. Lösungen angegeben, dann sind diese ohne Punktabzug zu bewerten. **Das bezieht sich auf Aufgaben jeglicher Art, nicht nur auf numerisch zu lösende.**
- 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

**29.12.2004**

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

**insg. 6 Punkte**

- a) Recycling im ganzheitlichen Umweltschutz bedeutet, **3 Pkte**
- innerhalb eines Produktlebenszyklus geschlossene Stoffkreisläufe oder übergreifende Stoffketten auszubilden, so dass (1,5 Pkte)
  - im Idealfall keine deponierungsbedürftigen Reste mehr auftreten. (1,5 Pkte)
- b) Ziele des nachhaltigen Wirtschaftens sind: **3 Pkte**
- Senkung des Energieverbrauches (je 1 Pkt)
  - Senkung der Schadstoffemissionen (in Luft, Wasser und Boden)
  - Senkung des Ressourcenverbrauches.

**Lösung 2**

vgl. SB 2, Kap. 1.2; 1.3.3

**insg. 9 Punkte**

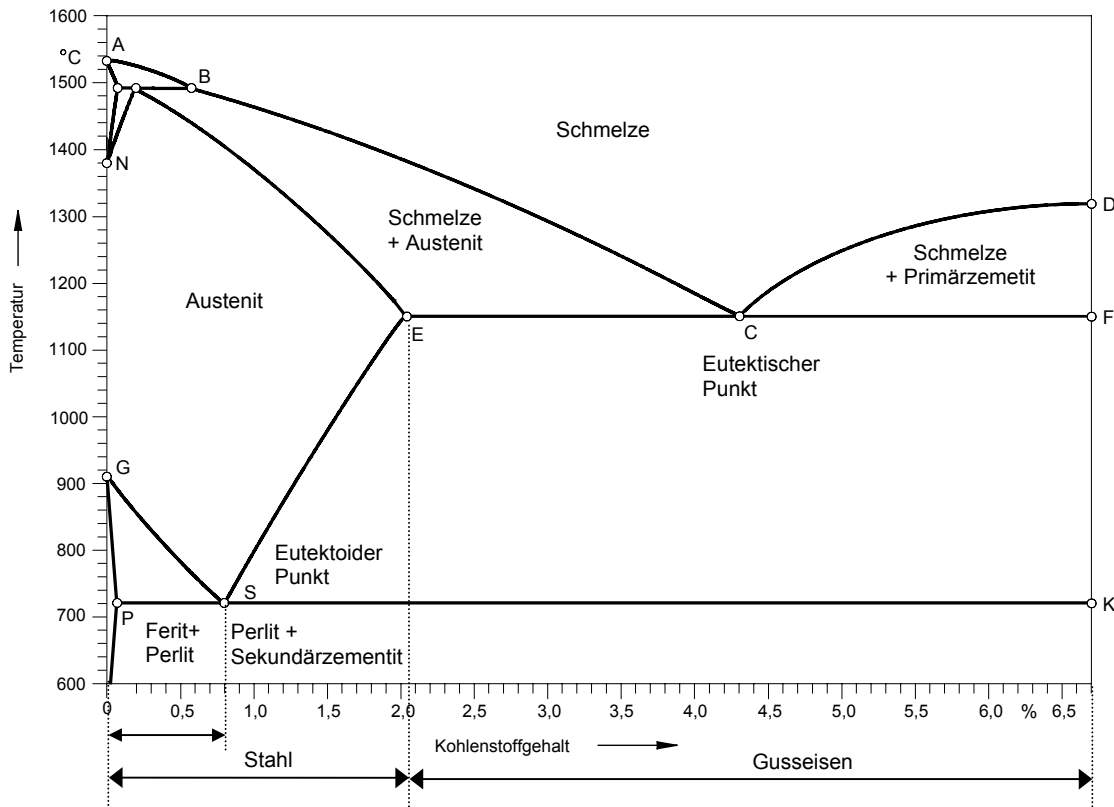
- a) Mischkristalle: **4 Pkte**
- (1) Einlagerungsmischkristall: B1 hat einen kleinen Radius und kann sich somit auf die Zwischengitterplätze von A einlagern (2 Pkte)
  - (2) Austauschmischkristall (Substitutionsmischkristall): B2 befindet sich auf Gitterplätzen von A, d. h., die Atome B2 substituieren die Atome A (2 Pkte)
- b) **5 Pkte**
- (1) Mischkristall
  - (2) Kristallgemisch
  - (3) Kristallgemisch (je 1 Pkt)
  - (4) Mischkristall
  - (5) Mischkristall

**Lösung 3**

vgl. SB 2: Kap. 1.3.8

**insg. 12 Punkte**

- a) Siehe Eisen-Kohlenstoff-Diagramm: **4 Pkte**
- eutektischer Punkt
  - eutektoider Punkt (je 1 Pkt)
  - Bereich Stahl
  - Bereich Gusseisen
- b) Siehe Eisen-Kohlenstoff-Diagramm: **4 Pkte**
- Schmelze
  - Schmelze + Austenit
  - Austenit (je 1 Pkt)
  - Schmelze + Primärzementit
- c) Siehe Eisen-Kohlenstoff-Diagramm: **4 Pkte**
- Gefügebestandteile: Ferrit, Austenit, Zementit (3 Pkte)
  - Gefügeausbildung: Perlit (1 Pkt)



**Lösung 4** vgl. SB 2: Kap. 4.2 insg. 9 Punkte

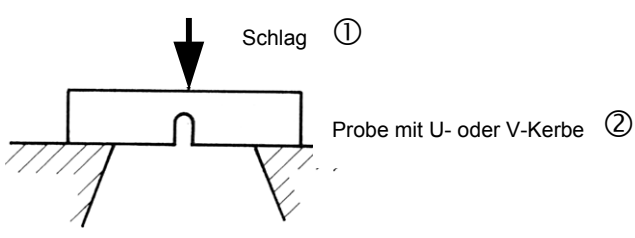
- a) Härteprüfverfahren: 6 Pkte
- (1) Rockwell-Verfahren (1 Pkt)
- (2) Verfahrensschritte
- Aufbringen einer Vorkraft  $F_0$ , um Unebenheiten der Oberfläche auszugleichen. Die dabei erreichte Eindringtiefe  $h_0$  stellt die Bezugsebene dar. (1,5 Pkte)
  - Aufbringen der Prüfzusatzkraft  $F_1$ , die eine zusätzliche Eindringtiefe von  $\Delta h$  bewirkt. Damit wirkt eine Gesamtkraft von  $F_0 + F_1$ . (1,5 Pkte)
  - Rücknahme der Zusatzkraft  $F_1$ . Dabei bewegt sich der Eindringkörper um den elastischen Anteil der Verformung  $h_{1el}$  zurück, so dass eine bleibende Eindringtiefe, gemessen von der Bezugsebene von  $h_{bl}$  gemessen wird. (2 Pkte)
- b) Die Kurzzeichen haben folgende Bedeutung: 3 Pkte
- 270 Härtewert
  - HB Kennbuchstaben für Brinellhärte
  - W Art des Prüfkörpers (Hartmetallkugel) (je 0,5 Pkte)
  - 10 Kugeldurchmesser in mm
  - 1000 Kennziffer für die Prüfkraft in  $N \cdot 0,102$
  - 20 Einwirkdauer der Prüfkraft in s.

**Lösung 5** **vgl. SB 3: Kap. 2.3** **insg. 4 Punkte**

- a) Kerbschlagbiegeversuch
- b)


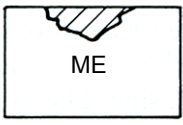

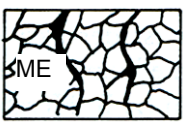
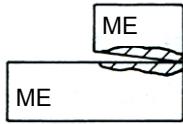

1 Pkt  
3 Pkte

(Punkteverteilung s. Skizze)



**Lösung 6** **vgl. SB 3: Kap. 3.2.2** **insg. 12 Punkte**

Erscheinungsformen der ungleichmäßigen elektrochemischen Korrosion

<p>Kontaktkorrosion</p>		<p>Lochfraßkorrosion</p>		<p>je Nennung 1 Pkt, je Skizze 2 Pkte</p>
<p>Selektive Korrosion</p>		<p>Interkristalline Korrosion</p>		<p>max. 12 Pkte</p>
<p>Spaltkorrosion</p>		<p>Spannungsrisskorrosion</p>		

**Lösung 7** **vgl. SB 4: Kap. 1.3** **insg. 17 Punkte**

- a) Gusseisensorten: 1 Pkt
  - A Gusseisen mit Kugelgraphit (je 0,5 Pkte)
  - B Gusseisen mit Lamellengraphit
- b) Mechanische Eigenschaften: 4 Pkte
  - Dämpfungsfähigkeit
  - Zugfestigkeit
  - Zähigkeit
  - Gießeigenschaften/Formfüllungsvermögen (je 1 Pkt, max. 4 Pkte)
  - Zerspanbarkeit

c)

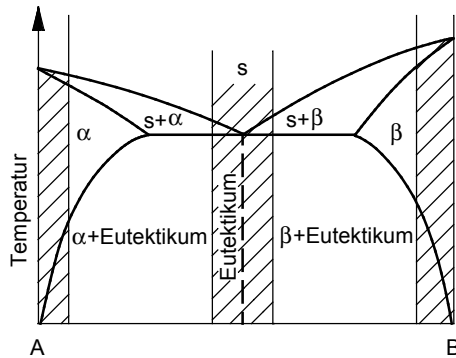
12 Pkte

(1) Voraussetzungen an den Gusswerkstoff:

- niedrige Schmelztemperatur
- kein oder nur ein geringes Erstarrungsintervall zur Vermeidung von Seigerungen
- gutes Formfüllungsvermögen
- geringe Schwindung.

(je 0,5 Pkte,  
max. 2 Pkte)

(2) Gusslegierungen im Zweistoffsystem:



(je  
schraffierter  
Bereich  
2 Pkte)

*Begründung:*

- Reine Metalle und eutektische Legierungen erfüllen vorgenannte Bedingungen am besten. (1 Pkt)
- Beim Gusseisen mit eutektischen oder dem Eutektikum nahen Konzentrationen tritt nicht nur eine Erstarrung bei niedriger Temperatur, sondern mit der Graphitphase entsteht ein Gitter geringer Packungsdichte, so dass die Schwindung beim Erstarren reduziert wird. (3 Pkte)

## Lösung 8

vgl. SB 4: Kap. 2.8

insg. 8 Punkte

- *Bronzen:* Wegen hoher Festigkeit und Härte für hohe Belastungen geeignet, Einlauf- und Notlaufeigenschaften umso besser, je höher der Bleianteil ist.
- *Werkstoffe auf Aluminiumbasis:* Gute Warmfestigkeit, mittlere Dauerfestigkeit und gute Korrosionsbeständigkeit.
- *Weißmetalle:* Für reine Gleitbeanspruchung bei mittleren Belastungen und mittleren Gleitgeschwindigkeiten. (je 2 Pkte, max. 8 Pkte)
- *Sinterlager:* Können als ölgetränkte, selbstschmierende wartungsfreie Lager hergestellt werden. Vorwiegend für kleine Gleitgeschwindigkeiten oder pendelnde Bewegungen.
- *Hochpolymere:* Gute Korrosionsbeständigkeit und gute Notlaufeigenschaften. Unempfindlich gegenüber Eindringen von Fremdkörpern.
- *Grauguss:* Gute Notlaufeigenschaften
- *Kompaktgleitlager aus Graphit:* Gute Korrosions- und Temperaturbeständigkeit.

**Lösung 9** **vgl. SB 4, Kap. 1; SB 5: Kap. 2.2** **insg. 10 Punkte**

- a) Traditionelle und technische Hochleistungskeramiken: **4 Pkte**
- (1) Traditionelle Keramiken (Silikatkeramiken) (0,5 Pkte)
  - (2) Technische Hochleistungskeramiken (Oxid- und Nichtoxidkeramiken) (0,5 Pkte)
    - Rohstoffauswahl
      - zu (1): vor allem silikatische Komponenten oder solche, die Silikate bilden
      - zu (2): oxidische bzw. nichtoxidische Rohstoffe (1 Pkt)
    - Formgebung
      - zu (1): meist mit Pulversuspensionen oder plastisch formbaren Massen (0,5 Pkte)
      - zu (2): meist durch Pressen von fast trockenen Pulvern (0,5 Pkte)

- b) Vor- und Nachteile, z. B.: **6 Pkte**

Eigenschaft	Vergleich
Härte	Höher (Vorteil)
Temperaturbeständigkeit (Festigkeit)	Höher (Vorteil)
Thermischer Ausdehnungskoeffizient	Niedriger (Vorteil)
Kritischer Spannungsintensitätsfaktor	Niedriger (Nachteil)
Kerbempfindlichkeit	Höher (Vorteil)
Streuung der Festigkeitswerte	Höher (Vorteil)

Je Eigen-  
schaft 1 Pkt,  
max. 6 Pkt.

**Lösung 10** **vgl. SB 4** **insg. 13 Punkte**

- a) **34CrNiMo6** **3 Pkte**  
 niedriglegierter Vergütungsstahl  
 0,34 % C; 1,5 % Cr; Ni und Mo vorhanden, aber nicht näher gekennzeichnet
- b) **X6CrNiTi18 10** **3 Pkte**  
 Hochlegierter, nichtrostender, austenitischer Stahl  
 0,06 % C; 18 % Cr; 10 % Ni; Ti vorhanden, aber nicht näher gekennzeichnet
- c) **EN-GJS-600-3** **3 Pkte**  
 Gusseisen mit Kugelgraphit  
 Mindestzugfestigkeit von 600 N/mm<sup>2</sup>  
 Mindestbruchdehnung 3 %
- d) **CuZn37** **2 Pkte**  
 Messing  
 63 % Cu; 37 % Zink
- e) **PP** **2 Pkte**  
 Kunststoff (Thermoplast)  
 Polypropylen