

Klausur - Mantelbogen



STAATLICH ANERKANNTE
FACHHOCHSCHULE

Name, Vorname	
Matrikel-Nr.	
Studienzentrum	
Studiengang	Wirtschaftsingenieurwesen
Fach	Werkstofftechnik
Art der Leistung	Prüfungsleistung
Klausur-Knz.	WI-WFT-P12-021214
Datum	14.12.2002

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	3	12	18	14	13	13	7	10	10	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

Studiengang	Wirtschaftsingenieurwesen
Fach	Werkstofftechnik
Art der Leistung	Prüfungsleistung
Klausur-Knz.	WI-WFT-P12-021214
Datum	14.12.2002

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.

Bearbeitungszeit:	90 Minuten
Anzahl Aufgaben:	- 9 -
Höchstpunktzahl:	- 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. 3 Punkte**

Nennen Sie die drei wesentlichen Ziele des nachhaltigen Wirtschaftens im Bereich der Werkstofftechnik.

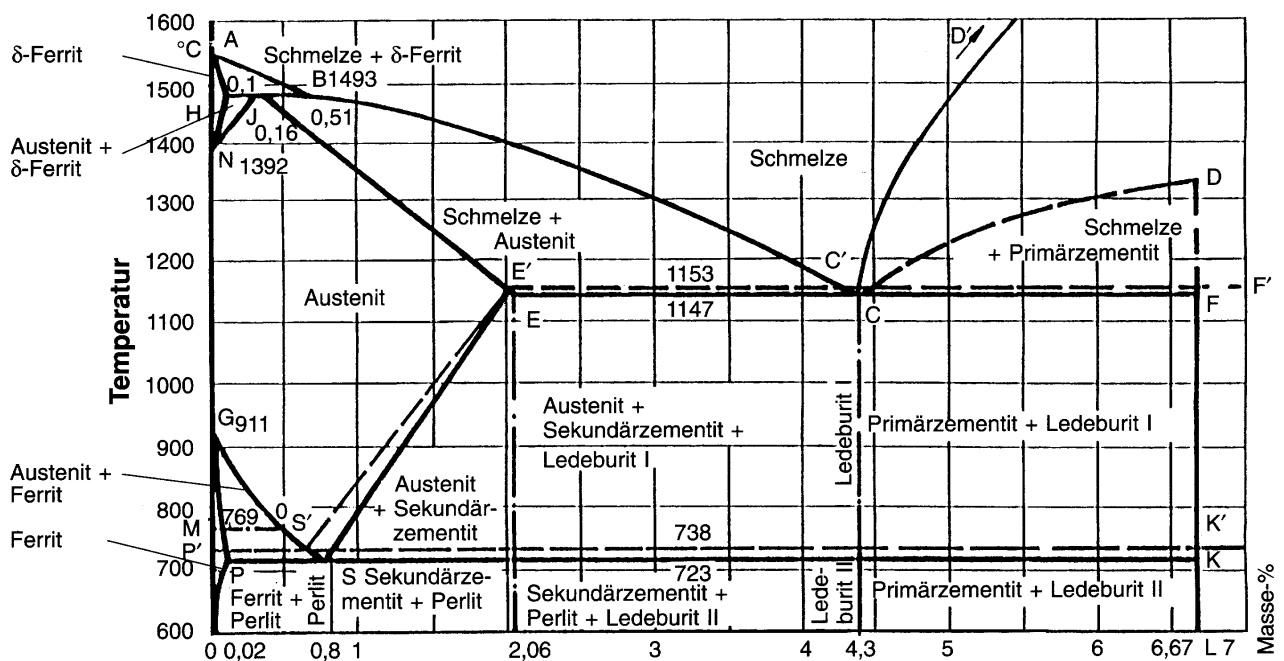
Aufgabe 2 **insg. 12 Punkte**

Es liegen Ihnen folgende Informationen über einen einphasigen Werkstoff vor:

Schmelzpunkt unter 700 °C, Dichte größer 1,5 g/cm³ aber kleiner 3 g/cm³. Im festen Zustand: niedriger elektrischer Widerstand, hohes Wärmeleitungsvermögen, gutes Reflexionsvermögen im sichtbaren Wellenlängenbereich, sehr gute Gieß- und Kaltumformbarkeit.

- a) Begründen Sie in Stichworten, zu welcher Werkstoffgruppe der Werkstoff zählt und um welchen Werkstoff es sich hierbei handelt? 7 Pkte
- b) Geben Sie die Struktur des Werkstoffes an. 2 Pkte
- c) Weisen Sie nach, warum der Werkstoff gut umformbar ist. 3 Pkte

Aufgabe 3 **insg. 18 Punkte**



- a) Beschreiben Sie anhand des abgebildeten Eisen-Kohlenstoff-Diagramms die Vorgänge, die sich bei einer langsamen Abkühlung eines unlegierten Stahls mit 1 Massen-% C von einer Temperatur von 1500 °C auf Raumtemperatur vollziehen. 10 Pkte
- b) Beschreiben Sie den Unterschied zwischen dem hier abgebildeten Fe-C-Diagramm und einem ZTU - Schaubild für Stahl. 6 Pkte
- c) Die Zulegierung von Kohlenstoff bewirkt eine Ausweitung des Existenzgebietes des Austenit. Nennen Sie mindestens zwei weitere Elemente, die das Austenit-Gebiet stabilisieren. 2 Pkte

Aufgabe 4**insg. 14 Punkte**

Ein Gussteil soll nach der Herstellung auf Haarrisse an der Bauteiloberfläche und auf Fehler im Inneren des Bauteils überprüft werden. Es stehen Ihnen

- das Farbeindringverfahren und
- das Prüfverfahren mit Röntgenstrahlen

zur Verfügung. Beschreiben Sie stichwortartig die beiden Methoden, und nennen Sie deren Vor- und Nachteile.

Aufgabe 5**insg. 13 Punkte**

- a) Skizzieren Sie das Zustandsdiagramm eines Zweistoffsystems (Stoffe A und B) mit völliger Löslichkeit im flüssigen und völliger Unlöslichkeit im festen Zustand. **3 Pkte**
- b) Bezeichnen Sie in diesem Diagramm die charakteristischen Felder und Linien. **7 Pkte**
- c) Zeichnen Sie das entstehende Gefüge für eine von Ihnen gewählte Zusammensetzung aus diesem System. **3 Pkte**

Aufgabe 6**insg. 13 Punkte**

- a) Nennen Sie mindestens vier Elemente, aus denen Kunststoffe aufgebaut werden können. **4 Pkte**
- b) Warum können Kunststoffe als Isolatoren eingesetzt werden? **4 Pkte**
- c) Beschreiben Sie den Unterschied zwischen Thermoplast und Duroplast hinsichtlich **5 Pkte**
- der Molekülstruktur,
 - der mechanisch-technologische Eigenschaften und
 - der Recycelingeigenschaften.

Aufgabe 7**insg. 7 Punkte**

Sie haben die Aufgabe, ein Bauteil aus Keramik zu fertigen.

- a) Nennen und beschreiben Sie das Fertigungsverfahren, das hier zum Einsatz kommen muss. **4 Pkte**
- b) Das zu fertigende Bauteil soll eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Kann Keramik diese Anforderungen erfüllen und wenn ja, warum? **3 Pkte**

Aufgabe 8**insg. 10 Punkte**

- a) Definieren Sie den Begriff des Verbundwerkstoffes. **3 Pkte**
- b) Nennen Sie jeweils ein Verfahren zur Herstellung von **6 Pkte**
- Metall - Keramik - Verbundwerkstoffen (z. B. C-faserverstärkte Al - Legierung)
 - Carbon- bzw. Glaslangfaser verstärkte Kunststoffen.
- c) Geben Sie mindestens einen Einsatzbereich für CKF- und GFK- Verbundwerkstoffe an. **1 Pkt**

Aufgabe 9**insg. 10 Punkte**

Erläutern Sie die folgenden Werkstoffbezeichnungen:

- S275JR
- 100MnCrW4
- X6CrNiTi18-10
- EN-GJL-300 (GGL-30)
- SSN

Korrekturrichtlinie zur Prüfungsleistung Werkstofftechnik am 14.12.2002 Wirtschaftsingenieurwesen WI-WFT-P12-021214

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

02. Januar 2003

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. 3 Punkte

Die drei wesentliche Ziele des nachhaltigen Wirtschaftens sind:

- Senkung des Energieverbrauchs, (je 1 Pkt)
- Senkung der Schadstoffemissionen (in Luft, Boden und Wasser),
- Senkung des Ressourcenverbrauchs.

Lösung 2

vgl. SB 1: Kap. 2 und SB 4: Kap. 2.3

insg. 12 Punkte

- a) **7 Pkte**
- Werkstoffgruppe Metall: niedriger elektrischer Widerstand, gute Wärmeleitfähigkeit, Reflexionsvermögen und gute plastische Verformbarkeit sind Merkmale eines Metalls (4 Pkte)
 - Werkstoff Aluminium: darauf weisen die Dichte in Verbindung mit der Schmelztemperatur und die gute plastische Verformbarkeit hin (3 Pkte)
- b) Aluminium hat eine kfz-Struktur. **2 Pkte**
- c) Die gute Umformbarkeit ist durch die höhere Anzahl an Gleitebenen des kfz-Gitters gegeben. **3 Pkte**

Lösung 3

vgl. SB 2: Kap. 1.3.6 bis 1.3.9

insg. 18 Punkte

- a) **10 Pkte**
- Bei 1500 °C ist der Stahl geschmolzen (flüssige Phase). (2 Pkte)
 - Bei ca. 1480 °C wird die Liquiduslinie zum Zweiphasengebiet überschritten. Schmelze und Kristalle liegen nebeneinander vor. Es kristallisieren mit abnehmender Temperatur zunehmend Austenit-Kristalle (γ -Mischkristalle; kfz-Fe) aus. (2 Pkte)
 - Bei ca. 1350 °C wird die Soliduslinie zum Austenitgebiet überschritten. Die Schmelze ist komplett in γ -Mischkristall umgewandelt. (2 Pkte)
 - Bei ca. 800 °C wird die Phasengrenzlinie zum Zweiphasengebiet Austenit + Sekundärzementit überschritten. Die Ausscheidung von Zementit Fe_3C setzt ein. (2 Pkte)
 - Bei ca. 710 °C wird die Eutektoidlinie überschritten. Der (Rest)Austenit wandelt sich in Perlit um (lamellares eutektoidisches Gefüge, bestehend aus Ferrit (krz α -Fe und Fe_3C)) (2 Pkte)
- b) **6 Pkte**
- Phasendiagramme gelten nur unter Gleichgewichtsbedingungen, d. h. für Systeme, deren Abkühlgeschwindigkeit so langsam verläuft, dass sich das System nahezu immer im Gleichgewichtszustand befindet, der für die jeweilige Temperatur und Konzentration der Komponenten charakteristisch ist (bei konstantem Druck). (3 Pkte)
- ZTU - Diagramme zeigen dagegen, wie sich in Abhängigkeit der Abkühlgeschwindigkeit Phasen oder Gefüge bilden können, die als Nichtgleichgewichtszustände bezeichnet werden. Diese Nichtgleichgewichtszustände sind daher in einem Phasendiagramm nicht dargestellt. (3 Pkte)
- c) Nickel (Ni), Mangan (Mn), Kobalt (Co) **2 Pkte**
- (je 1 Pkt,
max. 2 Pkte)

Lösung 4 vgl. SB 3: Kap. 4.4 insg. 14 Punkte

Farbeindringverfahren

Aufbringen einer Eindringflüssigkeit, die infolge der Kapillarwirkung in die Oberflächenrisse eindringt. Entfernen des auf der Oberfläche verbliebenen Mittels. Aufbringen eines Entwicklers, der wegen Antikapillarwirkung die Eindringflüssigkeit aus dem Rissen herauszieht. Aufgrund farblicher Unterschiede zwischen Entwickler und Eindringflüssigkeit lassen sich die Stellen der Risse feststellen. (3 Pkte)

Vorteil: einfaches und schnelles Nachweisverfahren. (2 Pkte)

Nachteil: Kann nur bei Oberflächenrisse angewendet werden. Aussagen über Risstiefe nicht möglich. (2 Pkte)

Prüfverfahren mit Röntgenstrahlen

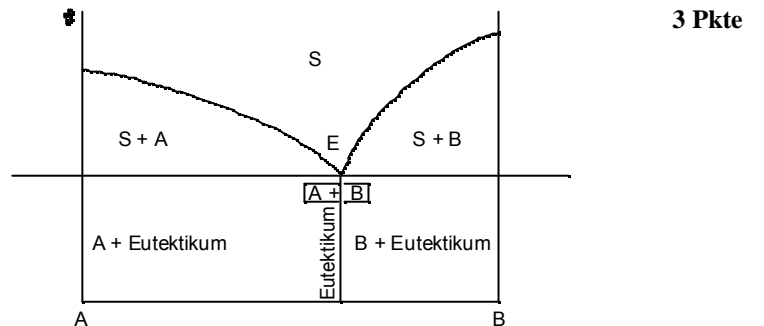
Das Verfahren nutzt die unterschiedliche Schwächung von Röntgenstrahlung zwischen fehlerfreien und fehlerbehafteten Bereichen bei der Durchstrahlung aus. Die Schwächungsunterschiede werden auf Bildschirm oder Film dargestellt. (3 Pkte)

Vorteil: Gute Nachweisbarkeit von Fehlern im Inneren eines Bauteils. Durchleuchtung kompakter Bauteile bis 100 mm Dicke (Stahl) ist möglich. (2 Pkte)

Nachteil: Hoher apparativer Aufwand. Nur die Fehler, die in Durchstrahlungsrichtung eine große Ausdehnung aufweisen, können gut nachgewiesen werden. (2 Pkte)

Lösung 5 vgl. SB 2: Kap. 1.3.2 insg. 17 Punkte

a) Skizze des Zustandsdiagramms

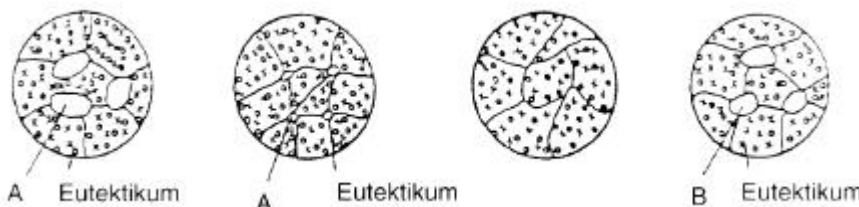


b) Kennzeichnung der

- **Felder:** S ; S + A , S + B , A + B , A + E oder B + E
- **Linien:** Liquiduslinie; Soliduslinie

7 Pkte
(je Feld 1 Pkt)
(2 Pkte)

c)



(gefordert ist nur eine Skizze)

Lösung 6 **vgl. SB 5: Kap. 1** **insg. 13 Punkte**

- a) C, H, O, N, S, Cl, F und Si **4 Pkte**
(je Element
1 Pkt, max.
4 Pkte)
- b) Kunststoffe bestehen aus chemischen Verbindungen, in denen die Elemente durch Atombindung (Valenzbindung) miteinander verbunden sind. Die Bindung führt dazu, dass keine freien Elektronen für einen Stromtransport zur Verfügung stehen. **4 Pkte**

c) **5 Pkte**

	Molekülstruktur	mechanisch-technologische Eigenschaften	Recyclingeigenschaften	
Thermoplast	Fadenmolekül	weich, zäh, warmverformbar	gute Recyclingeigenschaften, da schmelzbar	(je Eigenschaft ½ Pkt)
Duroplast	Raumnetzmolekül	hart, spröde, nicht warmverformbar	schlechte Recyclingeigenschaften, da nicht schmelzbar	

Lösung 7 **vgl. SB 1, Kap. 2; SB 5, Kap. 2** **insg. 7 Punkte**

- a) Keramische Werkstoffe werden in der Regel mittels aus der Pulvermetallurgie bekannten Verfahren hergestellt, da sie schmelzmetallurgisch nicht oder nur schwer verarbeitet werden können. **4 Pkte**
- Verfahrensbeschreibung:
Pressen des Pulvers und anschließendes Sintern. Da durch das Sintern keine „dichten“ Körper entstehen, kann dazu das Heißpressen, das kaltisostatische Pressen oder das heißisostatische Pressen eingesetzt werden. Durch den Vorgang des Pressens und Sinterns werden die Pulverpartikel mechanisch oder durch Diffusionsvorgänge an den Teilchenoberflächen chemisch miteinander verbunden.
- b) Keramik kann diese Anforderungen erfüllen, da durch Ionen- oder Atombindung nahezu keine freien Elektronen vorhanden sind und somit keine oder nur geringe Wärmeleitfähigkeit gegeben ist. **3 Pkte**

Lösung 8 **vgl. SB 5: Kap. 3** **insg. 10 Punkte**

- a) Verbundwerkstoffe sind mehrphasig und makroskopisch homogen. Ihre Bestandteile sind die Kombination von Phasen unterschiedlicher Werkstoffgruppen wie Keramik- bzw. Glas-, Kunststoff- sowie Metallphasen. **3 Pkte**
- b) **6 Pkte**
- Bei der Faserverstärkung von metallischen Werkstoffen ist eine Herstellung durch Schmelzinfiltration möglich, d. h. Infiltration des schmelzflüssigen Metalls in eine in Form eingelegten Faserkörper unter Druck bzw. Vakuum, das Plattieren, durch Faserbeschichtungsverfahren, oder die pulvermetallurgische Herstellung. **(3 Pkte)**
 - Die Herstellung von carbon- oder glasfaserverstärkten Kunststoffen erfolgt durch Wickeln getränkter Fasern oder Faserbündel (Rovings), Gewebebändern sowie durch Heißpressen von vorimprägnierten Matten (Prepregs). **(3 Pkte)**
- c) Typische Einsatzmöglichkeiten: Luft- und Raumfahrt, Bootsbau, Flügel für Windenergieanlagen. **1 Pkt**
(gefordert ist nur ein Einsatzgebiet)

Lösung 9

vgl. SB 4

insg. 10 Punkte

- S275JR
 - unlegierter Baustahl
 - Mindeststreckgrenze 275 N/mm²,
 - JR ist Gütegruppe (Kerbschlagzähigkeit) (2 Pkte)

- 100MnCrW4
 - Werkzeugstahl
 - 1,00 % C, 1,0 % Mn, Cr und W vorhanden, aber nicht näher gekennzeichnet (2 Pkte)

- X6CrNiTi18–10
 - hochlegierter korrosionsbeständiger austenitischer Stahl
 - 0,06 % C, 18 % Cr, 10 % Ni, Ti vorhanden, aber nicht näher gekennzeichnet (2 Pkte)

- EN-GJL-300 (GGL-30)
 - lamellarer Grauguss
 - Mindestzugfestigkeit von 300 N/mm² (2 Pkte)

- SSN
 - Keramik
 - drucklos gesintertes Siliciumnitrid (2 Pkte)