



# Klausur

## Vertiefungsfach 2: Master

### Eisen- und Stahlmetallurgie

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. D. Senk

23.08.2016

Nachname, Vorname:

Matrikel-Nr.:

Unterschrift:

Aufgabe	Punkte (max.)	Punkte	Unterschrift	Korrektur Datum	Gesamtpunkte (endgültig)
1	16				
2	16				
3	16				
4	16				
5	16				
<b>Summe:</b>		<b>Summe nach Einsicht:</b>			

Je richtige Teilantwort:

0,5 Punkte bis zur angegebenen maximal erreichbaren Punktzahl

# Klausur Vertiefungsfach 2

## Eisen- und Stahlmetallurgie

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Dieter Senk

23.08.2016

1. Aufgabe: Thermodynamik

16 Punkte

- a) Berechnen Sie die Änderung der Enthalpie von 1 kg reinen Eisen bei einer Temperaturänderung von 1000 °C auf 1600 °C!

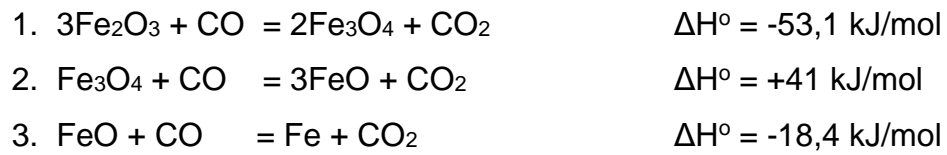
**10,0 Punkte**

Gegeben:

1. Umwandlungstemperatur: 1400 °C  
Umwandlungsenthalpie: 690 J/mol
2. Schmelztemperatur: 1537 °C  
Schmelzenthalpie: 1535 J/mol
3. Wärmekapazität von Eisen:
 

910° C – 1400 °C:	$24,27+8,7 \cdot 10^{-3}T$ J/mol·K
1400 °C – 1537 °C	$28,20+6,86 \cdot 10^{-3}T$ J/mol·K
1537 °C – 2700 °C	$40,88+1,67 \cdot 10^{-3}T$ J/mol·K
4. Molare Masse von Eisen: 56 g/mol

b) Die Reduktion von Eisenoxid im Hochofen läuft über folgende Reaktionen ab:



Berechnen Sie  $\Delta H^\circ_{298}$  für die Reaktion



**3,0 Punkte**

c) Welche Prozesse laufen ab mit a) metallischem Eisen, b) Wüstit und c) Magnetit bei einer Temperatur von  $1000^\circ\text{C}$  in der folgenden Atmosphäre: 25%CO, 20%CO<sub>2</sub>, 55%N<sub>2</sub>? Kennzeichnen Sie auf dem Heugabel-Diagramm den Punkt, der der obengenannten Atmosphäre entspricht!

**3,0 Punkte**

**2. Aufgabe: Konverter****16 Punkte**

- a) Die Blasstahlverfahren lassen sich in drei Hauptprozessvarianten unterteilen. Nennen Sie diese Verfahren mit jeweils einem Beispiel!

**3,0 Punkte**

- b) Der Abbrand des Kohlenstoffes im Konverter kann in drei Phasen, die Anfangs-, die Haupt- und die Endphase unterteilt werden. Beschreiben Sie kurz und klar, was in den drei Phasen geschieht und warum!

**3,0 Punkte**

- c) Berechnen Sie, welche Menge (in kg) an Sauerstoff pro Tonne Roheisen zur Entkohlung von 4,20 Gew.-% auf 0,1 Gew.-% C erforderlich ist!

**3,0 Punkte**

- d) Wo und wie erfolgt die Entphosphorung beim Stahlkonverterprozess  
(Reaktionsort und chemische Reaktion)?

**1,0 Punkte**

- e) Warum kann die Entphosphorung beim Konverterprozess nicht anders erfolgen (hier bitte eine ausführliche Antwort!)?

**1,0 Punkte**

- f) Warum wird Kalk im Konverter eingesetzt? Nennen Sie vier Gründe!

**2,0 Punkte**

- g) Welche metallurgische Aufgabe haben die im AOD-Konverterprozess eingesetzten Gase (3 Gase sollen betrachtet werden)?

**3,0 Punkte**

**3. Aufgabe: Sekundärmetallurgie****16 Punkte**

- a) Unterscheiden Sie Oxideinschlüsse nach dem Zeitpunkt ihrer Entstehung!  
(4 Unterscheidungen)

**2,0 Punkte**

- b) Wieviel Al wird benötigt, wenn in einer 160 t-Schmelze eine Sauerstoffaktivität von 700 ppm vorliegt und ein Endsauerstoffgehalt von 20 ppm angestrebt wird? Die Ausbringung des Al soll mit 83 % angenommen werden. Weiterhin beträgt der Reinheitsgrad des Aluminium 99 %.

$$M_{\text{O}} = 16 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{Al}} = 27 \text{ g/mol}$$

**5,0 Punkte**

c) Nennen Sie vier Einschlussarten, die im Reinheitsgrad untersucht werden!

**2,0 Punkte**

d) Erläutern Sie die Funktionsweise des Funkenstandes eines Funkenspektrometers!

**2,0 Punkte**



- e) Nennen Sie drei Möglichkeiten und das zugrundeliegende Prinzip zur Sauerstoffentfernung!

**3,0 Punkte**

- f) Welche negativen Einflüsse können oxidische Einflüsse auf den Stahl haben?  
(4 Nennungen)

**2,0 Punkte**

**4. Aufgabe: Gießen und Erstarren**

**16 Punkte**

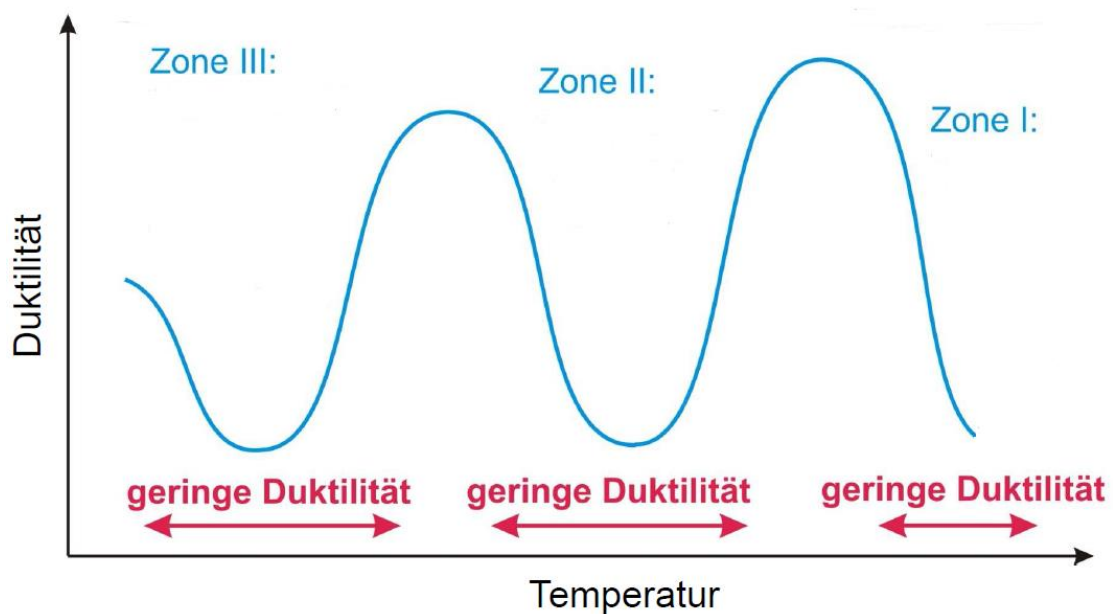
- a) Um den Duktilitätsverlauf von Stählen zu bestimmen, kann ein (Trebel-) Heißzugversuch durchgeführt werden. Aus diesem Test werden unter anderem Informationen über die Nullzähigkeitstemperatur (NZT) und die Nullfestigkeitstemperatur (NFT) erhalten.

Definieren Sie diese beiden Temperaturen (NZT und NFT)!

**2,0 Punkte**

- b) Beschreiben Sie, warum es in den Zonen I- III zu einem Abfall der Duktilität kommt?

**2,0 Punkte**



c) Welche Aufgaben hat das Gießpulver? (5 Nennungen)

**2,5 Punkte**

a) Bei der Behandlung einer Stahlschmelze in einer Vakuumanlage beträgt der Wasserstoffgehalt des Stahles 15 ppm. Im Anschluss an die Vakuumbehandlung wird die Pfanne an die Stranggießanlage überstellt und dort vergossen. Dabei gehen 7 ppm Wasserstoff beim Erstarren des Stahles in die Gasphase über. Die Gießrate der Stranggussanlage beträgt 1,8 t/min bei einer Gießgeschwindigkeit von 1,1 m/min. Wieviel Wasserstoff wird bei obiger Annahme in l/min. frei?

**1,5 Punkte**

Hinweis: molare Masse von Wasserstoff:  $M_H = 1,0079 \text{ g/mol}$   
 molares Volumen eines idealen Gases:  $V_M = 22,41383 \text{ l/mol}$   
 Dichte des Stahls:  $\rho_S = 8000 \text{ kg/m}^3$   
 Erstarrungskonstante  $k = 50 \text{ mm/min}^{0,5}$

Tipp: Bedenken Sie, in welcher Form Wasserstoff in einer Schmelze und in der Gasphase vorliegt!

- b) Nennen Sie die Parameter, die einen Einfluss auf das vergossene Gut während des Stranggießprozesses nehmen können! (6 Nennungen)

**3,0 Punkte**

- d) Nennen Sie die wesentlichen Aggregate einer Stranggießanlage! (5 Nennungen)

**2,5 Punkte**

- c) Wie ist die Erstarrungsgeschwindigkeit definiert? Nennen sie die wesentlichen Einflussgrößen!

**2,5 Punkte**

**5. Aufgabe: Schlacken & Umweltschutz****16 Punkte**

a) Schlackenwirtschaft:

Nennen Sie jeweils drei Arten der Abkühlung von Schlacke einschließlich des verwendeten Kühlmediums und drei Arten der Aufbereitung von Schlacken einschließlich des verwendeten Aggregates!

**3,0 Punkte**

b) Was versteht man unter dem Begriff „Weiße Schlacke“?

**1,0 Punkte**

c) Nennen Sie vier Methoden für die Verringerung des spezifischen Energiebedarfs in der Eisen- und Stahlindustrie!

**2,0 Punkte**

d) Beschreiben Sie die Ionentheorie der Schlacken!

**1,5 Punkte**

e) Nennen Sie mindestens drei unterschiedliche Schrottsorten und geben Sie für jede eine kurze Definition oder Beschreibung an!

**3,0 Punkte**

g) Nennen Sie die Grundsätze des Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetzes, nach denen Abfälle verwertet werden sollen!

**1,5 Punkte**

h) Nennen Sie zwei unterschiedliche Staubfilter für Abgas in der Eisen- und Stahlindustrie!

**1,0 Punkte**

i) Nennen Sie eine der Definitionen des Sustainable Developments!

**1,0 Punkte**

j) Vervollständigen Sie folgende Tabelle!

**2,0 Punkte**

Ausgangsschlacke	Abkühlung	Struktur	Bezeichnung
Hochofenschlacke			Hochofenstückschlacke
Hochofenschlacke		glasig, amorph	