

# Klausur

## Vertiefungsfach 2: Master

### Eisen- und Stahlmetallurgie

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

16.09.2013

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**

**16.09.2013**

**1. Aufgabe : Thermodynamik**

**16 Punkte**

a) Geben Sie die Definition der Aktivität in der Thermodynamik an!

**0,5 Punkte**

b) Welche Bedeutung hat die Aktivität in der Metallurgie?

**0,5 Punkte**

c) Wie wird die Aktivität berechnet? Benennen Sie auch alle Parameter.

**1,5 Punkte**

- d) 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**

- e) Zeichnen Sie ein Richardson-Jeffes-Diagramm für die Bildung von Oxiden und skizzieren Sie die Kurven für die Bildung von FeO, SiO<sub>2</sub> und CO.

**2,5 Punkte**

- f) Leiten Sie das Sieverts'sche Quadratwurzelgesetz für Stickstoff in allgemeiner Form her.

**2,0 Punkte**

g) Berechnen Sie die Kohlenstoffaktivität in einer 100Cr6-Schmelze mit der folgenden Zusammensetzung.

**3,0 Punkte**

Element	C	Si	Mn	Cr
Konzentration [Gew.-%]	0,9	0,25	0,35	1,5

Nutzen Sie dazu die folgende Tabelle der Wirkungsparameter von in flüssigem Eisen gelösten Elementen:

Solute j	eH(j)	< % j	eC(j)	< % j	eN(j)	< % j	eS(j)	< % j	eO(j)	< % j
Al	0,013	2	0,064	2	0,002	0,5	0,035	1	-3,9	0,2
B	0,05	1	/	/	/	/	0,134	0,5	-2,6	0,05
C	0,06	1	0,22	1	0,25	0,5	0,114	0,5	-0,13	1
Co	0,002	14	0,062	10	0,011	12	0,003	10	0,007	5
Cr	-0,002	2	-0,024	25	-0,045	7	-0,011	5	-0,037	20
Cu	0,0005	12	0,018	10	0,009	10	-0,008	8	-0,016	15
H	0	/	(0,72)	/	/	/	(0,26)	/	/	/
Mn	-0,001	11	-0,007	10	-0,02	6	-0,026	3	0	/
N	/	/	(0,11)	/	0	/	(0,03)	/	(0,057)	/
Nb	-0,002	2	-0,06	2	-0,061	10	-0,013	5	-0,14	3
Ni	0	/	0,012	5	0,01	10	0	/	0,006	20
O	/	/	(-0,097)	/	0,05	/	(-0,18)	/	-0,2	/
P	0,011	0,5	/	/	0,051	/	0,029	1	0,07	0,5
S	0,008	0,1	0,057	2	0,013	/	-0,028	1	-0,091	/
Si	0,027	1	0,0113	2	0,047	3	0,063	0,5	-0,14	1
Ti	0,08	0,5	/	/	-0,53	0,2	-0,072	1	-1,15	0,3
V	/	/	-0,038	20	-0,093	2	0,016	5	-0,14	5
W	/	/	-0,033	20	-0,002	15	0,001	10	0,008	5
Zr	/	/	/	/	-0,63	0,1	-0,053	2	/	/

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



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



Geben Sie alle Zwischenschritte an.

**3,0 Punkte**

## **2. Aufgabe: Konverter**

**16 Punkte**

---

- a) Wie heißt der Konverter, der zur Herstellung von hochlegierten Chrom-Nickel-Stählen verwendet wird?

**0,5 Punkte**

- b) Teilen Sie den Prozess des Frischens bei der Herstellung von Chrom-Nickel-Stählen in drei Phasen ein und beschreiben Sie, was in diesen drei Phasen passiert.

**3,0 Punkte**

- c) Welche metallurgische Aufgabe haben die eingesetzten Gase (mind. 3 Gase sollen betrachtet werden).

**1,5 Punkte**

d) Warum wird Kalk im Konverter eingesetzt? Nennen Sie vier Gründe

**2,0 Punkte**

e) Nennen Sie die Oxidationsreaktionen des Konverterprozesses unter Beachtung der Aggregatzustände. (4 Nennungen)

**2,0 Punkte**



- f) Berechnen Sie die notwendige Masse an Kalk pro Tonne Roheisen, die zum Abbinden der Silizium- und Phosphoroxide notwendig ist. Gehen Sie von einem Entphosphorungsgrad von 89 % aus. Bitte geben Sie auch die Reaktionen an!

	Si	P	Ca	O <sub>2</sub>
Gew.-% im RE	0,2	0,25	X	X
M in g/mol	28	31	40	32

**5,0 Punkte**

g) Warum ist für eine gute Entphosphorung ein hoher Gehalt an (FeO) in der Schlacke erforderlich? Bitte präzise und ausführlich beantworten!

**1,0 Punkte**

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

**1,0 Punkte**

### **3. Aufgabe: Sekundärmetallurgie**

**16 Punkte**

- a) Wie viel Al wird benötigt, wenn in einer 140 t-Schmelze eine Sauerstoffaktivität von 900 ppm vorliegt und ein Endsauerstoffgehalt von 50 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**

- b) Nennen Sie drei Möglichkeiten und das zugrunde liegende Prinzip zur Sauerstoffentfernung.

**3,0 Punkte**

- c) Skizzieren (1,5 Punkte) und erläutern Sie den Aufbau des Funkenstandes eines Funkenspektrometers (2,0 Punkte).

**3,5 Punkte**

d) Nennen Sie drei Mechanismen, wie Teilchen in der Schmelze wachsen und erläutern Sie diese kurz.

**3,0 Punkte**

e) Nennen Sie 3 Verfahren zur Detektion von Einschlüssen im Stahl.

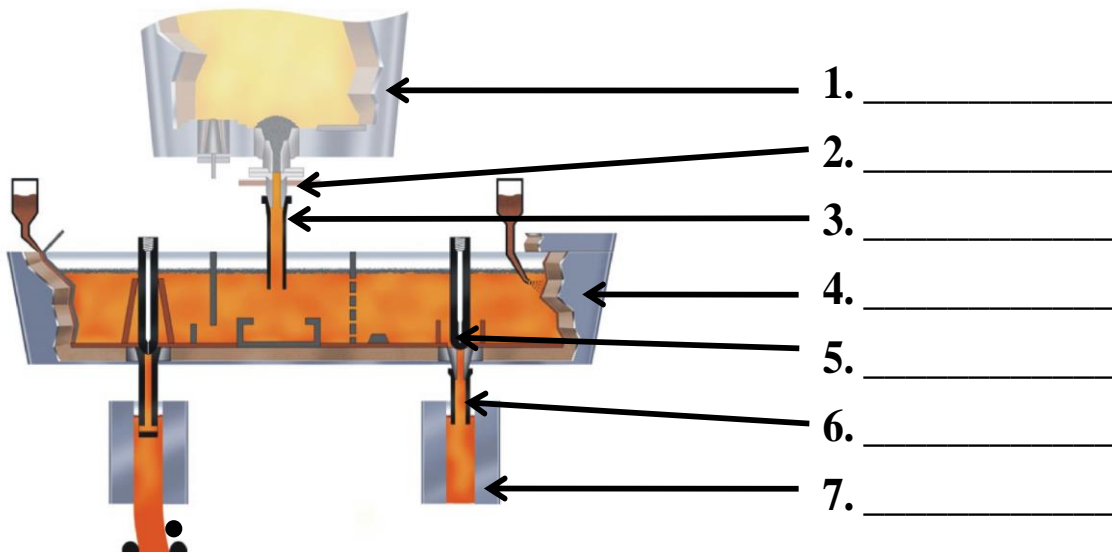
**1,5 Punkte**

**4. Aufgabe: Gießen und Erstarren**

**16 Punkte**

a) Benennen Sie die auf dem Bild dargestellten Anlagenteile!

**3,5 Punkte**



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

**2,5 Punkte**

**c)** Wie lautet das „Wurzel-t- Gesetz“?

**3,0 Punkte**

Welche Vereinfachungen wurden bei der Herleitung vorgenommen?

Welche weiteren Einflüsse wurden vernachlässigt (mind. 2 Nennungen)?

**d)** Beschreiben Sie den Begriff "negative strip time" von Kokillenoszillation und skizzieren Sie das Geschwindigkeitsdiagramm für Kokille und Strang.

**1,0 Punkte**

- e) 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**

- f) Wie können exogene bzw. endogene Einschlüsse vermieden/ minimiert werden (jeweils mindestens eine Nennung)?

**1,0 Punkte**



**g)** Was ist die primäre Dendritenarmabstand und sekundären Dendritenarmabstand für einen gerichteten Dendriten. (Machen Sie eine Skizze und markieren Sie den primären Dendritenarmabstand und den sekundären Dendritenarmabstand)

**1,0 Punkte**

**h)** Welche Bedeutung hat die homogene und die heterogene Keimbildung während der Erstarrung in der Metallurgie?

**1,0 Punkte**

**i)** Definieren Sie „endabmessungsnahes Gießen“!

**1,0 Punkte**

## **5. Aufgabe: Umweltschutz**

---

**16 Punkte**

- a) Nennen Sie mindestens drei unterschiedliche Schrottsorten und geben Sie für jede eine kurze Definition oder Beschreibung an.

**3,0 Punkte**

- b) Nennen Sie zwei unterschiedliche Filter für Abgas in der Eisen- und Stahlindustrie.

**1,0 Punkte**

- c) Nennen Sie mindestens fünf Begleit – meist unerwünschte – Elemente für einen niedriglegierten Stahl, die mit dem Schrott in den Stahlkreislauf gelangen können.

**2,5 Punkte**

d) Nennen Sie eine der Definitionen des Sustainable Developments.

**1,0 Punkte**

e) Nennen Sie drei weitere Reststoffe, die in der Eisen- und Stahlindustrie anfallen!

**1,5 Punkte**

f) Für die Luftreinhaltung in der Eisen- und Stahlindustrie gibt es mehrere Möglichkeiten. Nennen Sie drei davon.

**1,5 Punkte**

g) Die Senkung des spezifischen Energieverbrauchs ist auch eines der Ziele der Eisen- und Stahlindustrie. Nennen sie vier verschiedene Potentiale, um dieses Ziel zu erreichen.

**2,0 Punkte**

h) Unter welchen Umständen muss Schlacke deponiert werden?

**1,0 Punkte**

i) Schlacken der Eisen- und Stahlindustrie können auf unterschiedliche Weisen verwertet werden. Nennen Sie zwei Verwertungswege.

**1,0 Punkte**

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

**1,5 Punkte**