

# Klausur

## Vertiefungsfach 1: Diplom

### Eisen- und Stahlmetallurgie

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

07.03.2013

Nachname, Vorname:

Matrikel-Nr.:

Unterschrift:

Aufgabe	Punkte (max.)	Punkte	Unterschrift	Korrektur Datum	Gesamtpunkte (endgültig)
1	8				
2	8				
3	8				
4	8				
5	8				
6	8				
7	8				
8	8				
9	8				
10	8				
<b>Summe:</b>		<b>Summe nach Einsicht:</b>			

Je richtige Teilantwort:

0,5 Punkte bis zur angegebenen maximal erreichbaren  
Punktzahl

# Klausur Vertiefungsfach 1 Eisen- und Stahlmetallurgie

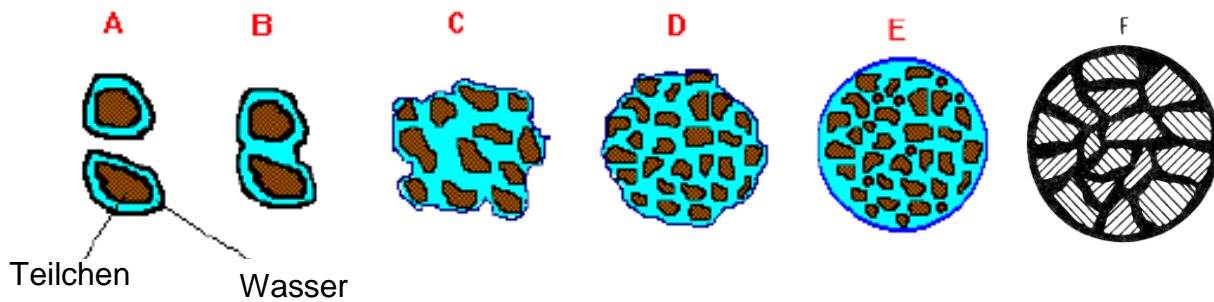
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Dieter Senk

07.03.2013

1. Aufgabe : Pelletieren und Sintern

8 Punkte

a) Erläutern Sie die jeweiligen Vorgänge in den Abbildungen A bis F. **3,0 Punkte**



**b)** Nennen Sie sechs Bestandteile der Sinterrohmmischung!

**3,0 Punkte**

**c)** Welche Bedeutung hat die Zugabe von gesintertem Rückgut auf den Sintervorgang?

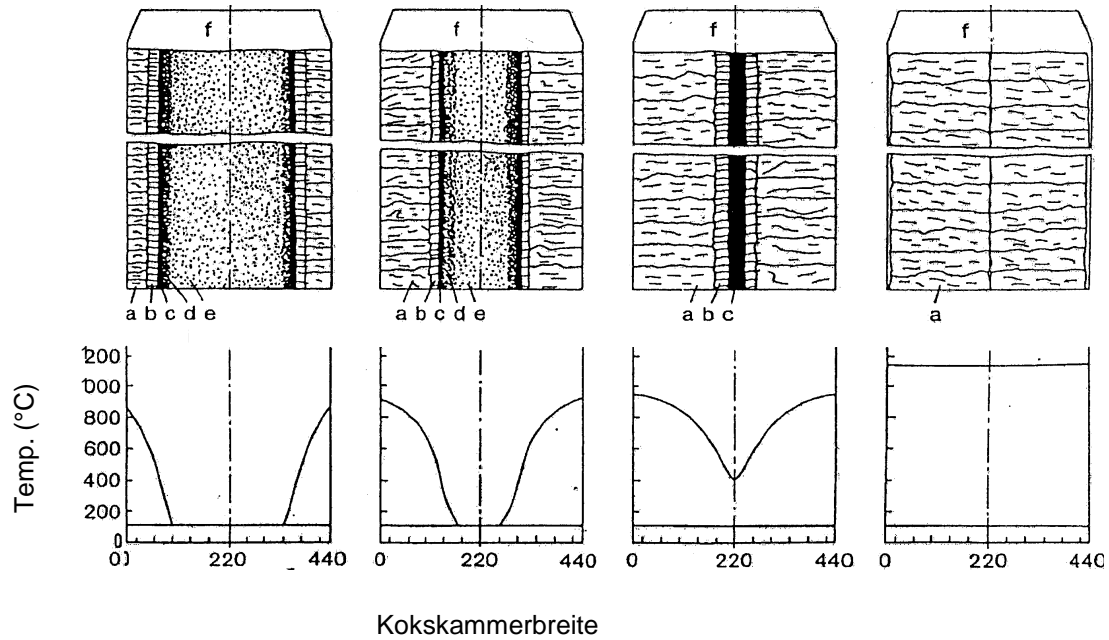
**2,0 Punkte**

## 2. Aufgabe: Metallurgischer Koks

8 Punkte

- a) Erklären Sie anhand des Kokskammer-Schaubildes die Hauptvorgänge in den Zonen a-e. Beachten Sie dabei die korrekte Reihenfolge!

2,5 Punkte



**b)** Nennen Sie die Umwandlungszeit von Kohle zu Koks in der Kokskammer und die 5 Verkokungsstufen mit den entsprechenden Temperaturen.

**2,5 Punkte**

**c)** Was bedeuten die Abkürzungen CRI und CSR und wie werden diese experimentell ermittelt?

**3,0 Punkte**

### **3. Aufgabe: Hochofen und Schmelzreduktion**

**8 Punkte**

a) Im Hochofen erfolgen Oxidationsprozesse ausschließlich vor den Windformen in der *Raceway*, in der Koks und Ersatzreduktionsmittel mit dem Sauerstoff des Heißwindes verbrennen.

- i. Skizzieren Sie die *Raceway* und unterteilen Sie diese in zwei Zonen anhand der chemischen Reaktionen von C, O<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>! Wie lautet die Summenreaktion für die Umsetzung von Kohlenstoff in der *Raceway*?

**1,5 Punkte**

- ii. Berechnen Sie die Anteile von CO und N<sub>2</sub> in Volumenprozent im Reduktionsgas, das die *Raceway* verlässt! Setzen Sie voraus, dass nur Wind ohne Sauerstoffanreicherung eingesetzt wird.

**3,0 Punkte**

- iii. Berechnen Sie die Anteile von CO und N<sub>2</sub> in Volumenprozent im Reduktionsgas, das die *Raceway* verlässt! Setzen Sie voraus, dass der Wind mit Sauerstoff angereichert wurde, so dass das Verhältnis O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 50/50 beträgt.

**2,5 Punkte**

- iv. Welche Auswirkung auf die Produktivität des Hochofens hat eine Sauerstoffanreicherung. Begründen Sie in Stichpunkten!

**1,0 Punkte**



#### **4. Aufgabe: Direkt- und Schmelzreduktion**

---

**8 Punkte**

a) Was bedeutet DRI?

**0,5 Punkte**

b) Skizzieren Sie das Corex-Verfahren und benennen Sie die Ein- und Ausgangsstoffe, sowie die Stoffströme zwischen den Anlagenteilen. Beschreiben Sie anhand Ihrer Skizze stichwortartig die metallurgischen Vorgänge des Corex-Verfahrens.

**5,0 Punkte**



- c) Nennen Sie fünf wesentliche metallurgische und verfahrenstechnische Grundlagen des Midrex-Verfahrens.

**2,5 Punkte**

## **5. Aufgabe: Elektrostahlerzeugung**

**8 Punkte**

- a. Welche Feuerfestmaterialien benutzt man im Elektrolichtbogenofen? (vier Nennungen) **2,0 Punkte**

- b. Nennen Sie vier **Hauptschritte** eines Abstichs zum Abstich Zyklus (Tap-to-Tap Zyklus) vom Elektrolichtbogenofen! Nehmen Sie an, dass der Ofen nur mit einem Korb eingeladen werden muss. **2,0 Punkte**

- c. Wozu verwendet man Brenner in Elektrolichtbogenöfen? Nennen Sie mindestens zwei Aufgaben der Brenner im E-Ofen. **2,0 Punkte**

- d. Nennen Sie Vor- und Nachteile der Elektrostahlerzeugung über Schrott im Vergleich zum Einsatz von Eisenschwamm (jeweils 2 Nennungen)!

**2,0 Punkte**

**6. Aufgabe: Thermodynamik****8 Punkte**

a) 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	/	/



- b) 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**

- c) Skizzieren Sie das Eisen-Kohlenstoff-Phasen-Diagramm mit den wichtigsten Daten und zeichnen Sie die Linie der Liquidus-Temperatur in diesem Diagramm.

**2,5 Punkte**

## **7. Aufgabe: Konverter**

---

**8 Punkte**

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

**1,0 Punkt**

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

**1,0 Punkt**



- c) Der Abbrand des Kohlenstoffes im Konverter kann in 3 Phasen, die Anfangs-, die Haupt- und die Endphase unterteilt werden. Beschreiben Sie kurz, was in den drei Phasen geschieht und warum!

**3,0 Punkte**

- d) Welche metallurgische Aufgabe haben die im AOD-Konverterprozess eingesetzten Gase (mind. 3 Gase sollen betrachtet werden).

**3,0 Punkte**

## **8. Aufgabe: Sekundärmetallurgie**

**8 Punkte**

- a) Wie viel Al wird benötigt, wenn in einer 380 t-Schmelze eine Sauerstoffaktivität von 600 ppm vorliegt und ein Endsauerstoffgehalt von 20 ppm angestrebt wird? Die Ausbringung des Al soll mit 80 % angenommen werden. Weiterhin beträgt der Reinheitsgrad des Aluminium 98 %.

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

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

**5,0 Punkte**

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

**3,0 Punkte**

## **9. Aufgabe: Gießen und Erstarren**

**8 Punkte**

a) Definieren Sie Einschluss und Ausscheidung.

**1,0 Punkt**

b) Was ist Mikroseigerung und wie entsteht sie?

**1,0 Punkt**

c) Was ist Makroseigerung und wie entsteht sie?

**1,0 Punkt**

d) Was ist der primäre und sekundäre Dendritenarmabstand für gerichtete und für ungerichtete Dendriten. (Machen Sie eine Skizze und markieren Sie den primären Dendritenarmabstand und den sekundären Dendritenarmabstand.)

**2,0 Punkte**

e) Nennen sie zwei Arten der Makroseigerung und je eine typische Ursache.

**2,0 Punkte**

f) Definieren Sie „endabmessungsnahes Gießen“!

**1,0 Punkt**

## **10. Aufgabe: Umweltschutz**

---

**8 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 Punkt**

- 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 mindestens drei Methoden zur Verwertung von Filterstäuben der Eisen- und Stahlindustrie.

**1,5 Punkte**