



Klausur

Vertiefungsfach 1: Diplom

Stahlmetallurgie

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

15.09.2011

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				
Summe:		Summe nach Einsicht:			

Je richtige Teilantwort:

0,5 Punkte bis zur angegebenen maximal erreichbaren Punktzahl

Klausur Vertiefungsfach 1

Stahlmetallurgie

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

15.09.2011

1. Aufgabe: Pelletieren und Sintern

8 Punkte

Bestimmen Sie:

1. die Abgaszusammensetzung bei einem Sinterprozess, pro Tonne Sinter
2. die Menge an SiO_2 , die der Rohmischung zugegeben werden muss und
3. wie viel Kilogramm Fe_2O_3 in der Sinterrohmmischung enthalten ist.

8,0 Punkte

Annahmen:

- Die Eisenträger gehen unverändert aus dem Prozess hervor.
- Der Luftbedarf beträgt $800 \text{ Nm}^3/\text{t-Sinterrohmmischung}$.
- Der Koksgruss verbrennt vollständig zu CO_2 und besteht nur aus reinem Kohlenstoff.
- Die Gase verhalten sich nach dem idealen Gasgesetz.
- Fe_2O_3 ist der einzige Eisenträger in der Sinterrohmmischung.

Sinterrohmmischung:

- 5 Mass.-% C
- 10 Mass.-% Wasser
- Basizität = 2
- Kalkstein: 5 Mass.-%
- $V_M = 22,4 \text{ l/mol}$

Bekannt:

1000	kg Sinterrohmmischung
50	kg C
100	kg Wasser
50	kg CaCO_3

2. Aufgabe: Metallurgischer Koks

8 Punkte

a) Nennen Sie vier Hauptbestandteile von Koksofengas!

2,0 Punkte

b) Welche Produkte können aus Koksofengas gewonnen werden? (mind. 4 Antworten)

2,0 Punkte

c) In welchen weiteren Eisen- und stahlmetallurgischen Prozessen außer dem Hochofen wird metallurgischer Koks eingesetzt? (mind. 2 Nennungen)

1,0 Punkte

d) Welchen Vorteil hat das Koksofenstampfsystem gegenüber dem Koksofenschütt-system? (Detaillierte Antwort)

3,0 Punkte

3. Aufgabe: Hochofen

8 Punkte

- a) Zeichnen Sie das Baur-Glässner-Diagramm für die Reaktionen von Eisenoxiden mit Kohlenmonoxid und Wasserstoff. Beschriften Sie auch alle Achsen!

3,0 Punkte

Zeichnen Sie in dieses Diagramm zusätzlich die Hochofenkennlinie für die Reduktion mit CO_2 .

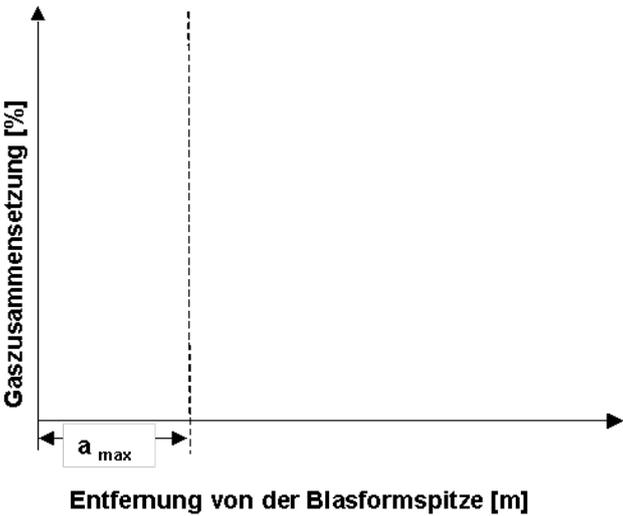
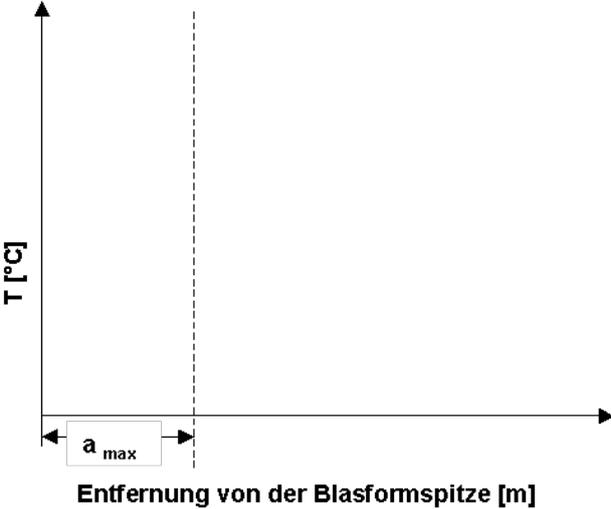
1,0 Punkte

- b) Welche Nachteile von hoch aschehaltigem Koks gibt es fürs Hochofenverfahren?

2,0 Punkte

c) Zeichnen Sie in die beigefügten Koordinatensysteme jeweils den Verlauf der Temperatur und die entsprechende Gaszusammensetzung vor den Blasformen ein.

2,0 Punkte



4. Aufgabe: Thermodynamik

8 Punkte

- a) Welche Bedeutung hat die Gibbs'sche freie Enthalpie in der Eisen- und Stahlmetallurgie (Nutzen und Einschränkungen)?

1,0 Punkte

b)

- a. Welche Bedeutung hat das Richardson-Jeffes-Diagramm für die Eisen- und Stahlmetallurgie (Nutzen und Einschränkungen)?

- b. Zeichnen Sie ein Richardson-Jeffes-Diagramm für die Bildung von Oxiden und skizzieren Sie qualitativ die Kurven für die Bildung von FeO, CaO, SiO₂ und CO.

4,0 Punkte

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

3,0 Punkte

Element	C	Si	Mn	Cr
Konzentration [Gew.-%]	1,0	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	/	/

5. Aufgabe: Konverter**8 Punkte**

- a) Im Konverter wird Roheisen zu Stahl gefrischt. Die wichtigsten Elemente und ihre jeweilige Molmasse sind in der Tabelle dargestellt:

Element:	C	Si	Mn	P	O ₂
Mass.-% im RE	4,20	0,80	0,50	0,40	---
g/Mol	12	28	55	31	32

Nennen Sie die Oxidationsreaktionen des Prozesses unter Beachtung der Aggregatzustände und der auftretenden Reaktionen in der Schlacke. (mind. 4 Nennungen)

2,0 Punkte

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

3,0 Punkte

- c) Die Blasstahlverfahren lassen sich in drei Hauptprozeßvarianten unterteilen.
Nennen Sie diese Verfahren mit jeweils einem Beispiel.

3,0 Punkte

6. Aufgabe: Direkt- und Schmelzreduktion

8 Punkte

a) Das Corex-Verfahren ist zurzeit das Schmelzreduktionsverfahren der Stahlherzeugung, das die betriebliche Reife erlangt hat.

1. Welches metallurgische Verfahrensprinzip gewährleistet eine akzeptable Vorreduktion der Eisenträgerstoffe?

0,5 Punkte

2. Welche Eisenträgerstoffe können eingesetzt werden und warum?

1,0 Punkte

3. Warum wird das Abgas aus dem Einschmelzvergaser auf 800 bis 850°C gekühlt?

0,5 Punkte

b) Erklären sie kurz die Gasreformierung beim Midrex-Verfahren (Gleichung)

1,5 Punkte

- c) Nennen Sie die typischen Eisenausscheidungen während der Reduktion von Eisenerzen

1,5 Punkte

- d) Warum kann
- a. Feinerz nicht im Midrex-Verfahren
 - b. Stückerz nicht im FIOR-Verfahren
- eingesetzt werden.

3,0 Punkte

Zeigen Sie stichwortartig die Effekte auf, die jeweils auftreten.

7. Aufgabe: Elektrostahlerzeugung

8 Punkte

a) Was ist die Voraussetzung bei der Auswahl des Schrottes als Einsatzstoff in Elektrolichtbogenöfen!

1,0 Punkte

b) Die Sumpffahrweise ist der Stand der Technik der Stahlerzeugung im Elektrolichtbogenofen. Was sind die Vorteile der Sumpffahrweise?

1,0 Punkte

c) Nennen Sie zwei Möglichkeiten, wie die Lebensdauer des Feuerfestmaterials im Elektrolichtbogenofen erhöht werden kann.

1,0 Punkte

d) 100 Tonnen Schrott werden in einem Elektrolichtbogenofen mit der Leistung 120 MW erschmolzen. Der Energiewirkungsgrad während des Einschmelzvorgang beträgt 70%. Wie lange dauert es bis 100 Tonnen Schrott komplett schmilzt? (Der Energieverbrauch zum Einschmelzen pro Tonne Schrott ist 375 kWh).

2,0 Punkte

e) Warum ist die Endschlacke im Elektrolichtbogenofen meist basisch? (2 Nennungen)

1,0 Punkte

f) Am Ende des Schmelzprozesses im Elektrolichtbogenofen wird die Schmelze in die Pfanne abgestochen. Um dieses durchzuführen, gibt es mehrere Abstichsysteme. Nennen und zeichnen Sie **zwei** Abstichsysteme!

2,0 Punkte

8. Aufgabe: Sekundärmetallurgie

8 Punkte

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

3,0 Punkte

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

3,0 Punkte

c) Zeichnen Sie schematisch die Tiefentkohlung für einen Stahl mit 0,06 Gew.-% Kohlenstoff und 0,125 Gew.-% Sauerstoff für eine zweistufige Druckabsenkung. Zunächst soll der Druck auf 0,5 bar abgesenkt werden, dann wird erneut Sauerstoff bis auf 0,1 Gew.-% zugegeben und dann der Druck auf 0,1 bar erniedrigt.

2,0 Punkte

9. Aufgabe: Stranggießen

8 Punkte

a) Definieren Sie Einschluss und Ausscheidung.

1,0 Punkte

b)

1. Was ist Mikroseigerung und wie entsteht sie?

1,0 Punkte

2. Was ist Makroseigerung und wie entsteht sie?

1,0 Punkte

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

2,0 Punkte

d) Was ist die Unterscheidung zwischen beruhigtem und unberuhigtem Stahl?

0,5 Punkte

e) Warum wird Kohlenstoff in Gießschlacken verwendet?

0,5 Punkte

- f) Beschreiben Sie den Begriff "negative strip time" von Kokillenzillation und skizzieren Sie die Figur.

1,0 Punkte

- g) Diskutieren Sie den Einfluss der Erhöhung der "Negative Strip time" auf die Qualität der stranggegossene Produkte?

1,0 Punkte

10. Aufgabe: Umweltschutz, Recycling

8 Punkte

- a) Welches Gesetz fordert für den Betrieb von Anlagen, die schädliche Umwelteinwirkungen hervorrufen können, die Erteilung einer Genehmigung?

1,0 Punkte

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

1,5 Punkte

- c) Nennen Sie drei Verwertungswege für Stahlwerksschlacken.

1,5 Punkte

- d) Nennen Sie vier Begleit- oder Schadelemente, die mit dem Schrott in den Stahlkreislauf geraten können.

2,0 Punkte

e) Nennen Sie vier Methoden für den Umweltschutz in der Eisen- und Stahlindustrie.

2,0 Punkte