



Klausur

Vertiefungsfach 1: Diplom

Stahlmetallurgie

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

16.08.2011

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

16.08.2011

1. Aufgabe : Pelletieren und Sintern

8 Punkte

- a) Wie werden die Roststäbe der Rostwagen bei dem Brennprozess in der Sinteranlage geschützt? Erläutern Sie die Art und Herkunft des Schutzes.

1,0 Punkte

- b) Beim Sintern und Pelletieren wird eine gewisse Menge Brennstoff benötigt um die Partikel zu festen Agglomeraten zu verbinden.

Wo wird der Brennstoff beim Sintern eingebracht und wo beim Pelletieren? Welche Brennstoffe werden üblicher Weise eingesetzt?

3,0 Punkte

- c) Aus welchen Verfahrensgrößen kann auf ein Ende des Sinterprozesses geschlossen werden?

1,0 Punkte

d) Nennen Sie sechs Gründe für die Zugabe von Rückgut zur Sintermischung!

3,0 Punkte

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) Beschreiben Sie die Vorgänge in der Wirbelzone (Raceway), wenn zusätzlich Kohlenstaub eingeblasen wird.

2,0 Punkte

4. Aufgabe: Thermodynamik

8 Punkte

a)

1. Geben Sie die Definition der Aktivität in der Thermodynamik an!

2. Welche Bedeutung hat die Aktivität in der Metallurgie?

3. Wie wird die Aktivität berechnet?

2,5 Punkte

- b) 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	/	/

- c) Zeichnen Sie das Richardson-Jeffes-Diagramm für die Bildung von Oxiden und skizzieren Sie die Kurven für die Bildung von Eisenoxid, Siliziumdioxid und Kohlenmonoxid.

2,5 Punkte

5. Aufgabe: Konverter**8 Punkte**

- a) 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 80 % aus. Bitte geben Sie auch die Reaktionen an!

	Si	P	Ca	O ₂
Gew.-% im RE	0,8	0,15	X	X
M in g/mol	28	31	40	32

5,0 Punkte

- b) 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

6. Aufgabe: Direkt- und Schmelzreduktion**8 Punkte**

- a) Der Betreiber einer Midrexanlage hat eine neue Sorte Eisenerz geliefert bekommen. Die chemische Analyse des Eisenerzes ist in der unten abgebildeten Tabelle aufgeführt. Berechnen Sie den theoretischen Minimalbedarf an Reduktionsgas in m³ (STP) pro Tonne Eisenerz bei vollständiger Umsetzung. Das Reduktionsgas enthält 90 Vol.-% CO und H₂ sowie 10 Vol.-% N₂. Wieviel metallisches Eisen liegt nach einer vollständigen Reduktion vor?

Chemische Zusammensetzung des Eisenerzes in Gew.-%

Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S	Na ₂ O	K ₂ O	Mn	TiO ₂	Andere
94,68	4,3	0,31	0,07	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,24	0,27

5,0 Punkte

b) Nennen und beschreiben Sie die Reaktionsgefäße nach denen die verschiedenen Schmelzreduktionsverfahren unterteilt sind.

2,0 Punkte

c) Welche Voraussetzungen begünstigen den Einsatz von Schmelzreduktions-Verfahren zur Roheisenherstellung?

1,0 Punkte

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) Wie viel Al wird benötigt, wenn in einer 380t-Schmelze eine Sauerstoffaktivität von 600 ppm vorliegt und ein Endsauerstoffgehalt von 20ppm 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) Skizzieren Sie den Aufbau des Funkenstandes eines Funkenspektrometers (1,5 Punkte) und erläutern Sie den Ablauf bei der Analyse (1,5 Punkte).

3,0 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 Kokillenoszillation und skizzieren Sie die Figur.

1,0 Punkte

g) Was ist der Einfluss einer Erhöhung der "Negative Strip time" auf die Qualität der stranggegossene Produkte?

1,0 Punkte

10. Aufgabe: Umweltschutz, Recycling

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 Punkte

- c) Nennen Sie mindestens fünf – meist unerwünschte – Begleitelemente 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