



Klausur

Vertiefungsfach 1: Master

Eisen- und Stahlmetallurgie

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

31.03.2015

Nachname, Vorname:

Matrikel-Nr.:

Unterschrift:

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

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

31.03.2015

1. Aufgabe : Pelletieren und Sintern

16 Punkte

- a) Unter welchen Bedingungen treten die unterschiedlichen Bindungsarten zwischen den einzelnen Körnern beim Brennen von Pellets aus Magnetitkonzentrat auf (Temperatur und Atmosphäre)? Nennen Sie Bedingungen für drei Bindungsmechanismen.

3,0 Punkte

- b) Nennen Sie vier erforderliche Eigenschaften der fertigen Pellets für den Hochofen?

2,0 Punkte

c) Nennen Sie sechs Bestandteile der Sintermischung!

3,0 Punkte

d) Bestimmen Sie:

8,0 Punkte

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.

Annahmen:

- Die Eisenträger gehen unverändert aus dem Prozess hervor.
- Der Luftbedarf beträgt $800 \text{ Nm}^3/\text{t}$ -Sinterrohmmischung.
- Der Koksguss 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

16 Punkte

a) Was wird unter Inkohlungsgrad verstanden und wie wird der Kohlenstoffgehalt in der Kohle berechnet?

3,0 Punkte

b) Was wird unter der Bezeichnung „Löschen“ von Koks verstanden und wozu ist dies nötig?

2,0 Punkte

c) Welche Löschverfahren für Koks gibt es? Geben Sie eine kurze Beschreibung der jeweiligen Verfahren mit den verwendeten Löschmittel.

2,0 Punkte

d) Welche fünf Aufgaben erfüllt Koks im Hochofen?

2,5 Punkte

e) Was ist der Hauptunterschied zwischen Hochofen- und Gießereikoks? Wie wirkt sich dieser Unterschied auf die Reaktionskinetik des Kokes aus?

1,0 Punkte

f) Nennen Sie drei verschiedene fossile Brennstoffe!

1,5 Punkte

g) Welchen Vorteil hat das Koksofenstampfsystem gegenüber dem Koksofenschüttssystem?

3,0 Punkte

h) Welche Produkte können aus Koksofengas gewonnen werden? (mind. 2 Antworten)

1,0 Punkte

3. Aufgabe: Hochofen und Schmelzreduktion

16 Punkte

- a) Schreiben Sie die chemischen Formeln der folgenden Reaktionen auf und nennen Sie die in der Metallurgie gebräuchlichen Bezeichnungen dieser Reaktionen!
- a. Kontakt zwischen Koks und Heißwind
 - b. Kontakt zwischen Koks und dem primären Reaktionsgas
 - c. Kontakt zwischen Reduktionsgas, Eisenerz und Koks
 - d. Kontakt zwischen Reduktionsgas und Eisenerz

4,0 Punkte

b) 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, O₂ und N₂! Wie lautet die Summenreaktion für die Umsetzung von Kohlenstoff in der *Raceway*?

1,5 Punkte

ii) Berechnen Sie die Anteile von CO und N₂ 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 N₂ in Volumenprozent im Reduktionsgas, das die *Raceway* verlässt! Setzen Sie voraus, dass der Wind mit Sauerstoff angereichert wurde, so dass das Verhältnis O₂/N₂ 50/50 beträgt.

2,5 Punkte

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

1,0 Punkte

c) Von welchen Einflußgrößen hängt die Höhe der adiabatisch errechneten Temperatur vor den Blasformen ab? (vier Nennungen)

2,0 Punkte

d) Der Betrieb des Hochofens mit Überdruck an der Gicht ist vorteilhaft. Nennen Sie zwei dieser Vorteile und begründen sie diese.

2,0 Punkte

4. Aufgabe: Direkt- und Schmelzreduktion

16 Punkte

- a) Die Direktreduktionsverfahren lassen sich nach Art des Reduktionsmittels in Gasreduktions- und Feststoffreduktionsverfahren unterteilen. Nennen Sie 2 Verfahren von jeder Gruppe.

2,0 Punkte

- b) Bei der Roheisenerzeugung über die Schmelzreduktionsroute fällt ein energiereiches Abgas an. Nennen Sie mindestens zwei Verwertungsmöglichkeiten für dieses Gas.

1,0 Punkte

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

2,5 Punkte

d) Nennen Sie die typischen Eisenausscheidungen während der Reduktion von Eisenerzen

1,5 Punkte

e) Die Wirbelschichttechnologie bietet aufgrund ihrer Eigenschaften ideale Voraussetzungen für die Verarbeitung von feinkörnigen Materialien.

Nennen Sie vier Vorteile der Reduktion von Erzen in der Wirbelschicht.

2,0 Punkte

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

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

0,5 Punkte

b. Welche Eisenträgerstoffe können eingesetzt werden und warum?

1,0 Punkte

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

0,5 Punkte

g) Der Betreiber einer Midrexanlage hat 800 kg einer neuen Sorte Eisenerz zur Probe geliefert bekommen. Die chemische Analyse des Eisenerzes ist in der unten abgebildeten Tabelle aufgeführt. Berechnen Sie den theoretischen Minimalbedarf an Reduktionsgas in m³ (STP) für das gelieferte Eisenerz bei vollständiger Umsetzung. Das Reduktionsgas enthält 80 Vol.-% CO und H₂ sowie 20 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	MnO	TiO ₂	Andere
90,68	8,3	0,31	0,07	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,24	0,27

5,0 Punkte

5. Aufgabe: Elektrostahlerzeugung

16 Punkte

a) Welche Feuerfestmaterialien benutzt man im Elektrolichtbogenofen?

(vier Nennungen)

2,0 Punkte

b) Nennen Sie Gründe für einen künftigen Anstieg des Elektrostahlanteils an der Gesamtstahlerzeugung.(4 Nennungen)

2,0 Punkte

c) Wozu verwendet man Brenner in Elektrolichtbogenofen? Nennen Sie mindestens vier Aufgaben der Brenner im E-Ofen.

2,0 Punkte

d) Nennen Sie sechs **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. **3,0 Punkte**

e) Welche Energieformen werden im Elektrolichtbogenofen eingesetzt? (4 Nennungen) **2,0 Punkte**

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

2,0 Punkte

g) Die Komponenten der Schlacke im Elektrolichtbogenofen sind durch die Zuschläge, die Oxidationsprodukt oder die Gangart gebildet. Nennen Sie **drei** Komponenten, die normalerweise in der Schlacke erscheinen, und woher diese Komponenten kommen?

3,0 Punkte