

Klausur

Vertiefungsfach 1: Master

Eisen- und Stahlmetallurgie

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

02.04.2013

Nachname, Vorname:

Matrikel-Nr.:

Unterschrift:

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

02.04.2013

1. Aufgabe : Pelletieren und Sintern

16 Punkte

- a) Welche Bindungsarten zwischen den einzelnen Körnern treten beim Brennen von Pellets aus Magnetitkonzentrat auf?

2,0 Punkte

- b) 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

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

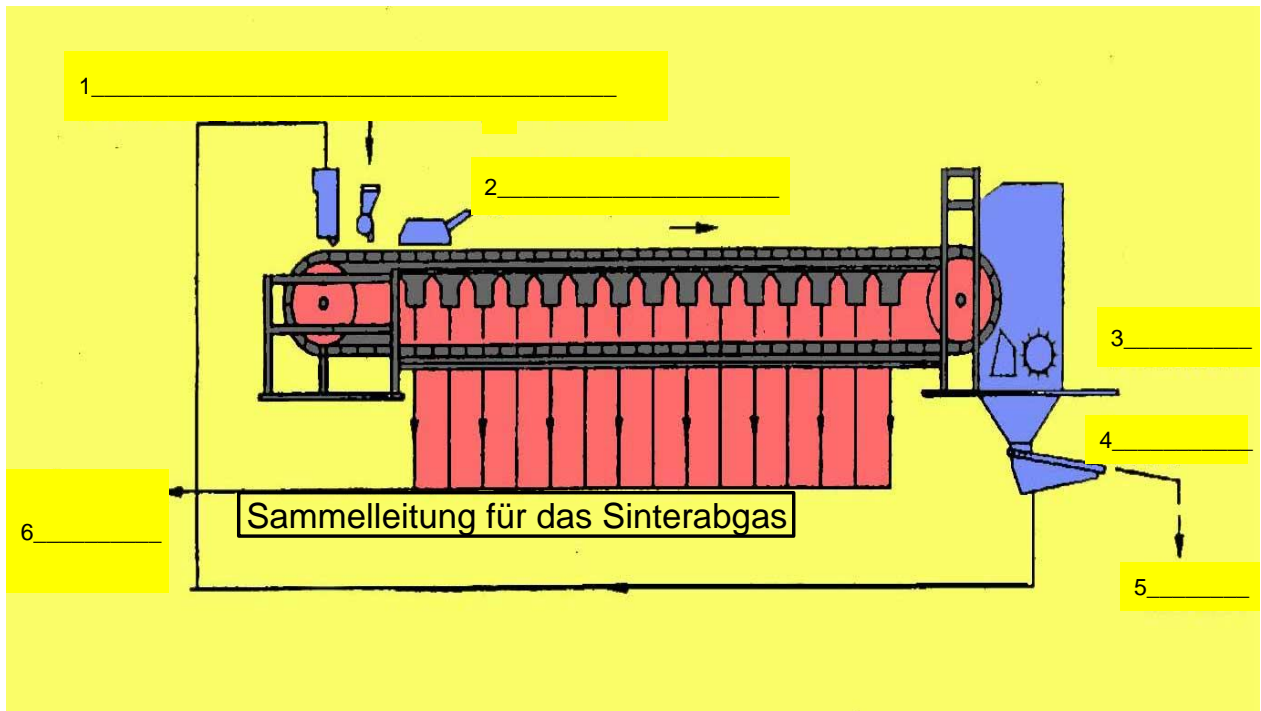
2,0 Punkte

d) Nennen Sie vier Einflußfaktoren auf den Sinterprozess und die Eigenschaften des Sinters?

2,0 Punkte

e) Benennen Sie die Ziffern 1 bis 6 in dem unten dargestellten Diagramm.

3,0 Punkte



f) Nennen Sie sechs Bestandteile der Sintermischung!

3,0 Punkte

g) Was sind selbstreduzierende Pellets?

1,0 Punkte

2. Aufgabe: Metallurgischer Koks

16 Punkte

- a) Welchen Vorteil hat das Koksofenstampfsystem gegenüber dem Koksofenschüttssystem?

3,0 Punkte

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

2,0 Punkte

c) Welche Löschverfahren gibt es? Geben Sie eine kurze Beschreibung der jeweiligen Verfahren mit Vor- und Nachteilen im Vergleich.

2,0 Punkte

d) Welche Aufgaben erfüllt Koks im Hochofen? (5 Nennungen)

2,5 Punkte

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

2,5 Punkte

f) Nennen Sie zwei Möglichkeiten, den Koksverbrauch im Hochofen zu senken.

1,0 Punkte

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

2,0 Punkte

h) In welchen weiteren eisen- und stahlmetallurgischen Aggregaten außer dem Hochofen wird metallurgischer Koks eingesetzt? (mind. 2 Nennungen)

1,0 Punkte

3. Aufgabe: Hochofen und Schmelzreduktion

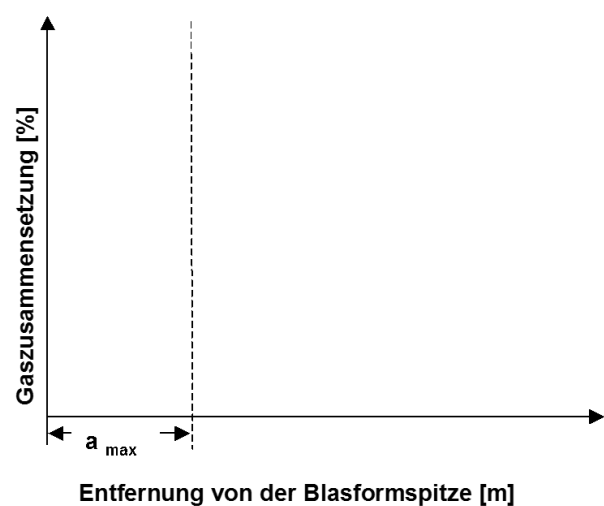
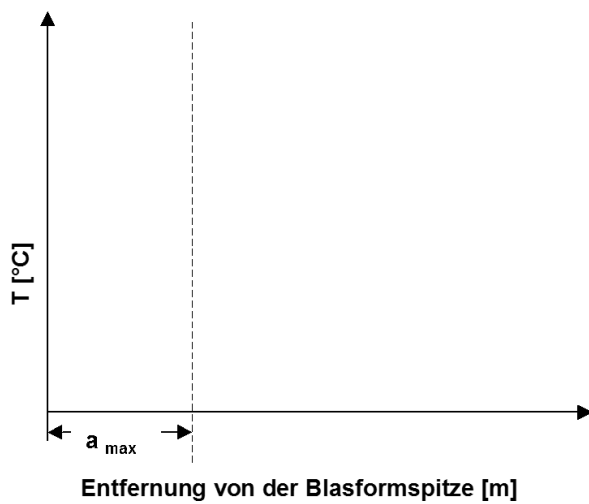
16 Punkte

- a) Nennen Sie zwei Ersatzreduktionsmittel und erläutern Sie deren Vorteile.
Nennen Sie drei Reaktionsgleichungen, nach denen die Ersatzreduktionsmittel mit dem Heißwind im Hochofen umgesetzt werden.

3,0 Punkte

- b) Zeichnen sie in die beigefügten Koordinatensysteme jeweils den Verlauf der Temperatur und die entsprechende Gaszusammensetzung vor den Blasformen ein.

2,0 Punkte



- c) Stellen Sie sich vor, Sie sind Prozessingenieur eines Hochofenwerkes. Aufgrund eines schwierigen konjunkturellen Umfeldes sind Sie gezwungen, die Schmelzleistung (t_{RE}/h) eines Hochofens zu verringern.

Nennen Sie vier Möglichkeiten die Schmelzleistung eines Hochofens zu reduzieren.

2,0 Punkte

- d) Nennen Sie notwendige Einsatzstoffe (4 Nennungen) und alle Produkte des Hochofenprozesses.

2,0 Punkte

- e) Welche Stoffe werden in den Hochofen chargiert und welche Mengen (in kg) werden jeweils benötigt, um 1 t Roheisen zu erzeugen?

3,0 Punkte

- f) 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

4. Aufgabe: Direkt- und Schmelzreduktion

16 Punkte

- a) 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

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

2,0 Punkte

c) Das Corex-Verfahren ist zurzeit das Schmelzreduktionsverfahren der Stahlherzeugung, 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

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

1,5 Punkte

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

1,0 Punkte

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

2,5 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) Welches Vormaterial wird in den Elektrolichtbogenofen eingesetzt?
(2 Nennungen)

1,0 Punkte

- b) Die Komponenten der Schlacke im Elektrolichtbogenofen werden durch die Zuschläge, die Oxidationsprodukte oder die Gangart gebildet. Nennen Sie **vier** Komponenten, die normalerweise in der Schlacke erscheinen, und woher diese Komponenten kommen?

4,0 Punkte

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

2,0 Punkte

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

1,0 Punkte

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

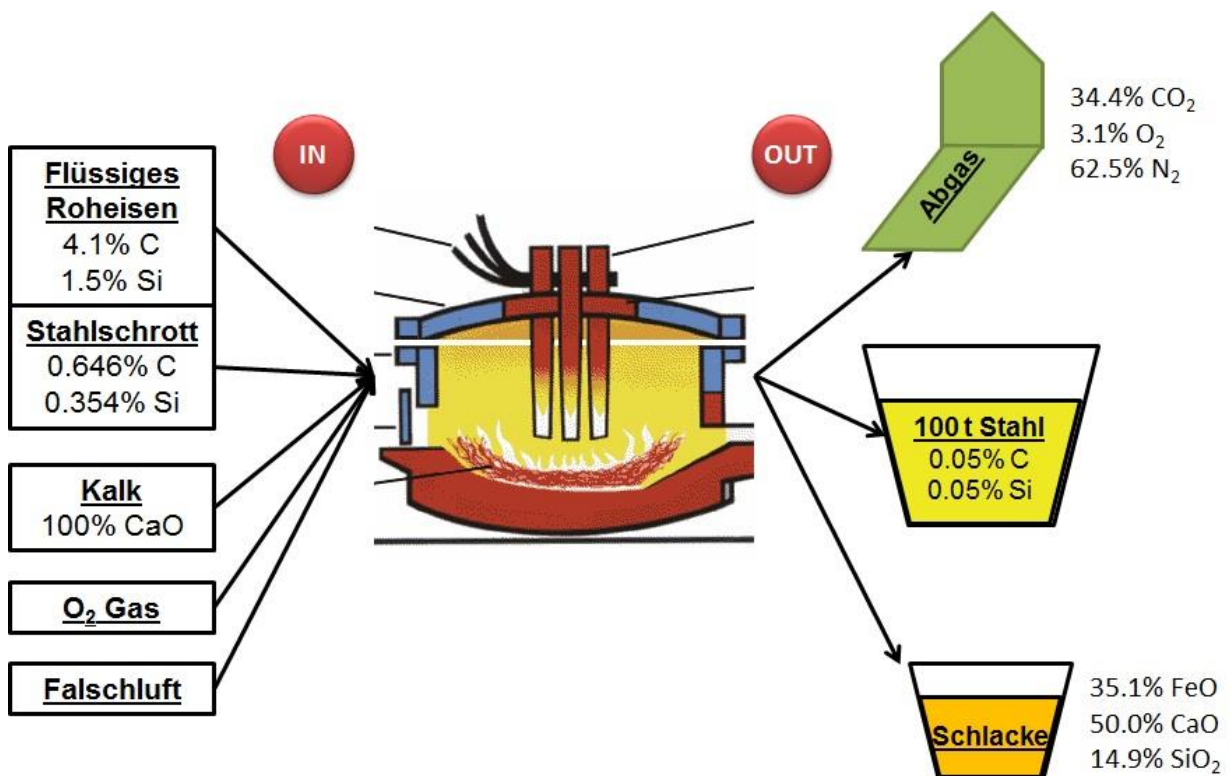
1,0 Punkte

- f) Ein neuer Elektrolichtbogenofen soll in Betrieb genommen werden. In einem ersten Testlauf sollen 100 t Stahl produziert werden. Dazu muss zunächst die Massenbilanz von Sauerstoff aufgestellt werden. Außerdem soll von der Luft und dem Abgas die Gewichtszusammensetzung in Prozent berechnet werden. Welche Masse Sauerstoff muss zusätzlich zur Falschluff noch eingeblasen werden?

7,0 Punkte

Folgende Daten sind schon bekannt:

- Es werden 10 t Falschluff eingeblasen
- Die Gesamtmasse der Schlacke beträgt 12 t
- Es werden 15 t Abgas produziert



Berücksichtigen Sie in Ihrer Rechnung die folgenden Annahmen:

- Der Kalk soll in der Massenbilanz des Sauerstoffs **nicht** berücksichtigt werden
- Die Schlacke besteht aus 35,1 vol% FeO und 14,9 vol% SiO_2
- Die Luft besteht aus 79 vol% Stickstoff und 21 vol% Sauerstoff
- Das Abgas besteht aus 34,4 vol% CO_2 , 3,1 vol% O_2 und 62,5 vol% N_2

Verwenden Sie für Ihre Rechnungen außerdem:

Molare Masse: $M_C = 12 \text{ g/mol}$, $M_N = 14 \text{ g/mol}$, $M_O = 16 \text{ g/mol}$, $M_{Si} = 28 \text{ g/mol}$,
 $M_{Fe} = 56 \text{ g/mol}$

