

Klausur

Vertiefungsfach 1: Master

Eisen- und Stahlmetallurgie

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

01.04.2014

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

01.04.2014

1. Aufgabe : Pelletieren und Sintern

16 Punkte

a) Bestimmen Sie:

8,0 Punkte

1. die Abgaszusammensetzung bei einem Sinterprozess, pro Tonne Sinter
2. die Menge an CaO, 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:

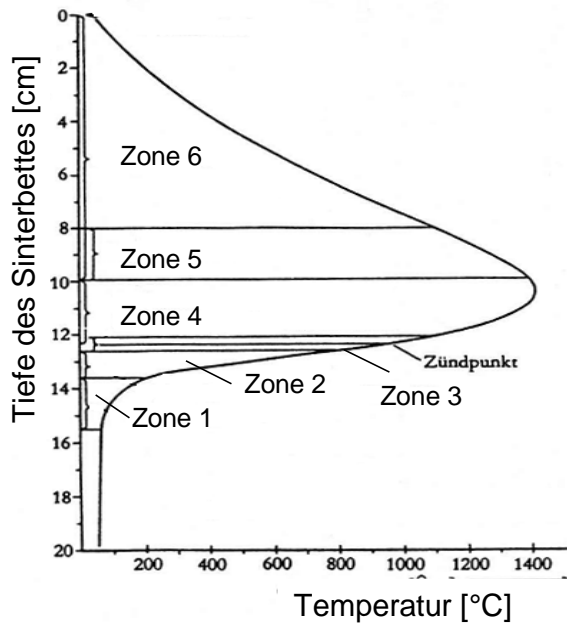
- 5 Mass.-% C
- 10 Mass.-% Wasser
- Basizität = 2
- SiO_2 Gehalt: 7 Mass.-%
- $V_M = 22,4 \text{ l/mol}$

Bekannt:

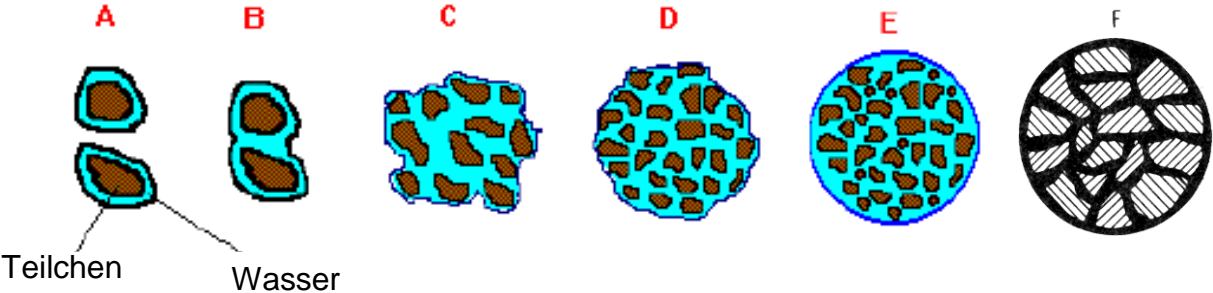
1000	kg Sinterrohmmischung
50	kg C
100	kg Wasser

- b) Das unten dargestellte Bild stellt die Zonen während des Sintervorganges von Eisenerz und den Temperaturverlauf über der Tiefe des Sinterbettes für den Zeitpunkt etwa 6 Minuten nach dem Zünden dar. Bezeichnen Sie die eingezeichneten Zonen (6 x 0,5P) und nennen Sie mindestens vier chemische Reaktionen! (4 x 0,5P)

5,0 Punkte



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



2. Aufgabe: Metallurgischer Koks

16 Punkte

- a) Was bedeuten die Abkürzungen CRI und CSI und wie werden diese experimentell ermittelt?

3,0 Punkte

b) Zeichnen Sie schematisch den Dilatationsverlauf für eine Gasflammkohle und eine Gaskohle und kennzeichnen Sie die wichtigsten Stellen.

5,5 Punkte

c) Welchen Vorteil hat das Koksofenstampfsystem gegenüber dem Koksofenschüttssystem?

3,0 Punkte

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

2,0 Punkte

e) Welche Aufgaben erfüllt Koks im Hochofen?

2,5 Punkte

3. Aufgabe: Hochofen und Schmelzreduktion

16 Punkte

- a) Zur guten Möllerverteilung und zur Nutzung eines erhöhten Gichtdruckes ist der Paul-Würth-Verschluss heute häufig im Einsatz.

Zeichnen Sie schematisch einen glockenlosen Paul-Würth-Gichtverschluss auf und beschriften Sie wichtige Elemente.

3,0 Punkte

b) Nennen Sie die Gründe warum Ersatzreduktionsmittel in den Hochofen eingeblasen werden.

Nennen Sie drei Reaktionsgleichungen nach denen die Ersatzreduktionsmittel mit dem Heißwind im Hochofen umgesetzt werden.

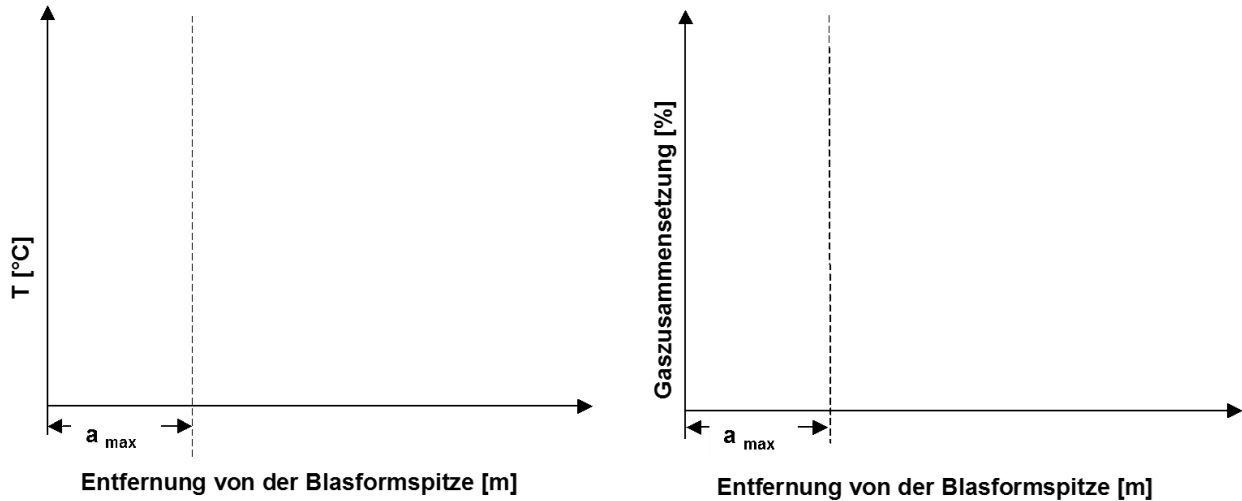
3,0 Punkte

c) Welche Nachteile von hoch aschehaltigem Koks gibt es fürs Hochofenverfahren?
(4 Nennungen)

2,0 Punkte

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

2,0 Punkte



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

2,0 Punkte

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

2,0 Punkte

g) 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) 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 80 Vol.-% CO und H₂ sowie 20 Vol.-% N₂. Wie viel metallisches Eisen liegt nach einer vollständigen Reduktion vor?

5,0 Punkte

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
93,47	5,2	0,31	0,07	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,24	0,27

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) Welche der aufgeführten Gase wirken reduzierend und welche oxidierend?

2,0 Punkte

H₂

CO₂

CO

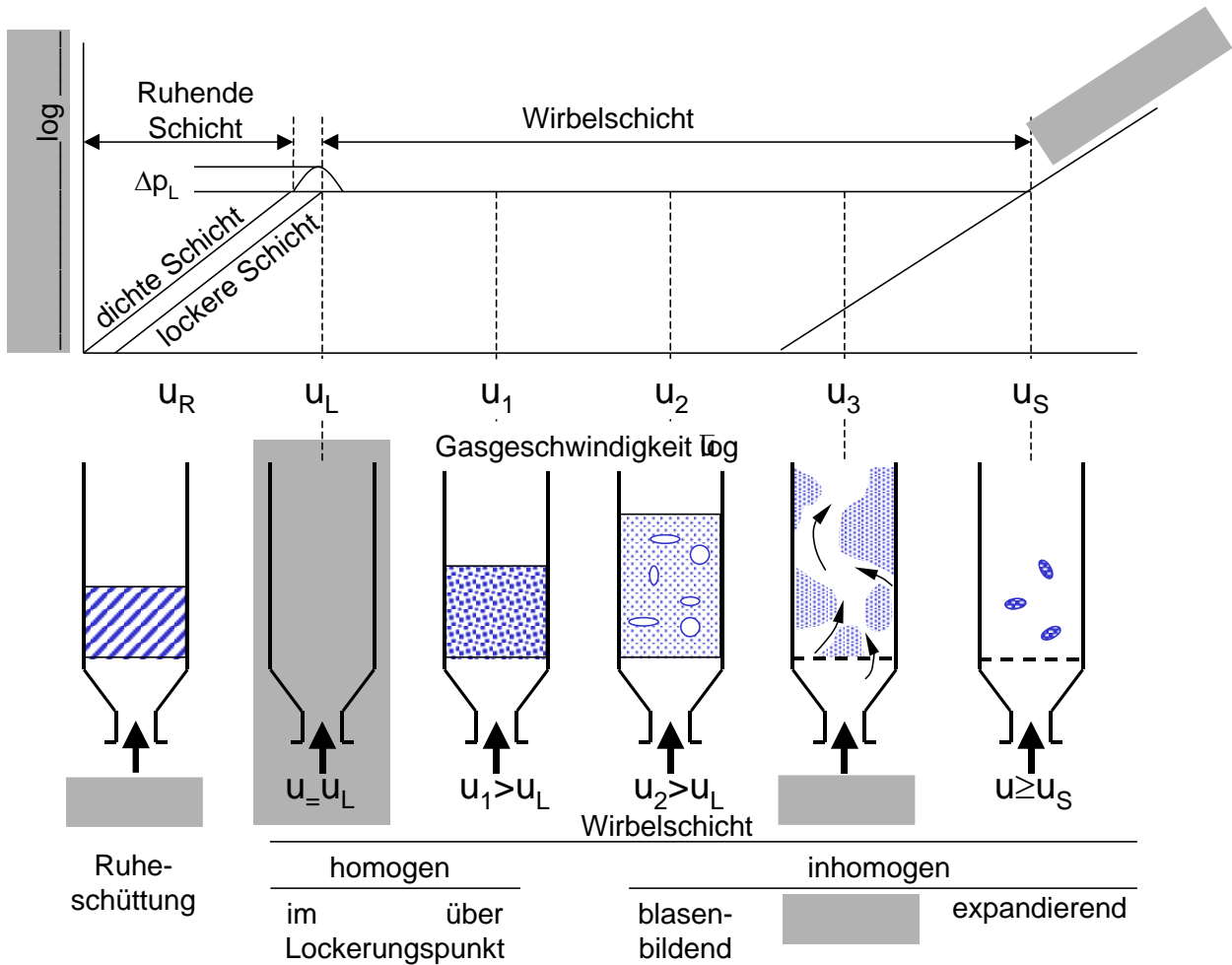
H₂O

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

1,0 Punkte

e) Vervollständigen Sie die untenstehende Abbildung an den grau unterlegten Flächen durch geeignete Ergänzungen.

3,0 Punkte



5. Aufgabe: Elektrostahlerzeugung

16 Punkte

a) Welche Energieformen werden im Elektrolichtbogenofen eingesetzt?

2,0 Punkte

b) Zeichnen und benennen Sie die Prinzipskizzen der heute gängigen Elektrolichtbogenöfen und nennen Sie mindestens 2 Vor- und Nachteile der Verfahren

3,0 Punkte

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

4,0 Punkte

d) Nennen Sie mindestens 7 technische Neuerungen, die zur Entwicklung von UHP-Elektrolichtbogenöfen geführt haben und charakterisieren Sie UHP Öfen hinsichtlich Verbrauch an elektrischer Energie, Abstichfolgezeiten und Abstichgewicht!

5,0 Punkte

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

2,0 Punkte