



Klausur

Vertiefungsfach 1: Master

Eisen- und Stahlmetallurgie

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

12.03.2015

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

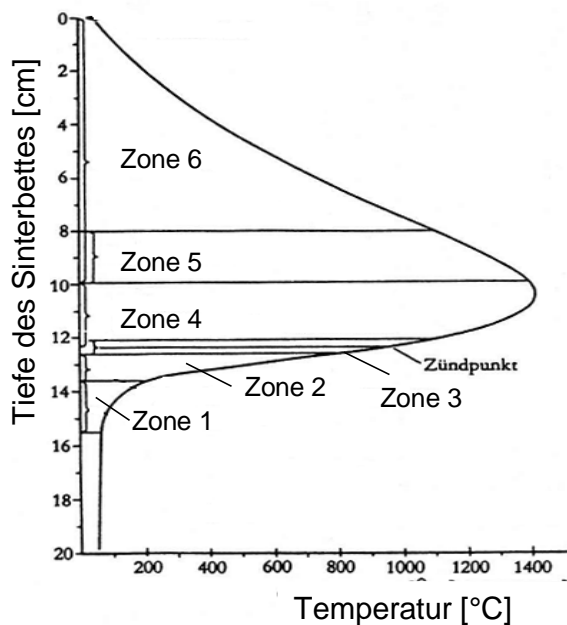
12.03.2015

1. Aufgabe : Pelletieren und Sintern

16 Punkte

- a) 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 sechs chemische Reaktionen, die beim Sinterprozess ablaufen! (6 x 0,5P)

6,0 Punkte



b) Skizzieren Sie die Abgastemperatur und die Abgasmenge über die Länge des Sinterbandes.

2,5 Punkte

c) Nennen Sie vier Gründe für die Zugabe von Rückgut zur Sintermischung!

2,0 Punkte

d) Warum wird Kalkstein der Sintermischung zugesetzt?

1,0 Punkte

e) Zählen Sie jeweils zwei Bindungsmechanismen beim Sintern und beim Pelletieren auf.

2,0 Punkte

f) Nennen Sie Einsatzstoffe, die nur bei einem Prozess eingesetzt werden. Tragen Sie die Stoffe in eine Tabelle ein!

2,5 Punkte

Prozess	Pelletieren	Sintern

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

2,5 Punkte

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

2,0 Punkte

e) Welche Produkte können aus Koksofengas gewonnen werden? (3 Antworten)

1,5 Punkte

f) Nennen Sie drei Kohlen mit verschiedenen Inkohlungsgraden.

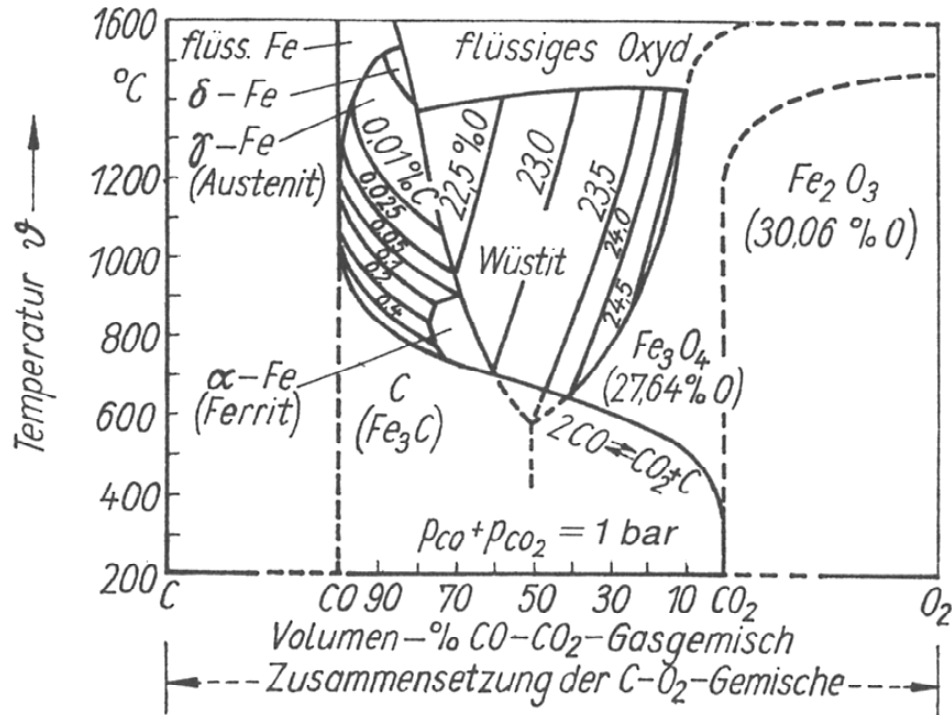
1,5 Punkte

3. Aufgabe: Hochofen und Schmelzreduktion

16 Punkte

a) Berechnen Sie den Bedarf an $\{CO\}$ in [mol] zur Reduktion von Fe_3O_4 bei $900^\circ C$, wenn 120 g FeO entstehen. Nutzen Sie dazu das in der folgenden Abbildung dargestellte Baur-Glässner-Diagramm.

3,5 Punkte



b) Erklären Sie tabellarisch die Unterschiede zwischen: Hochofenprozess, Direktreduktion und Schmelzreduktion.

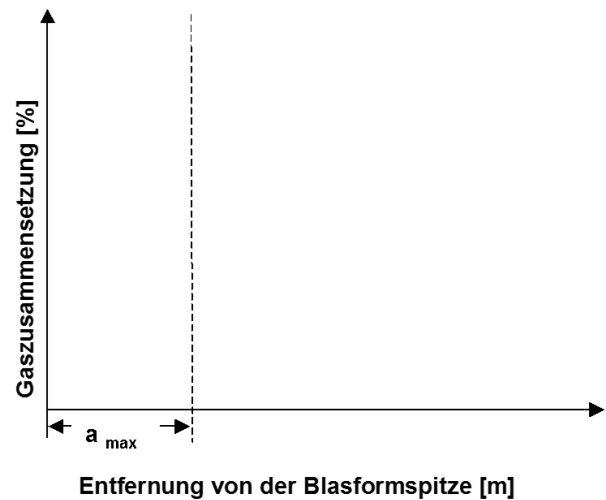
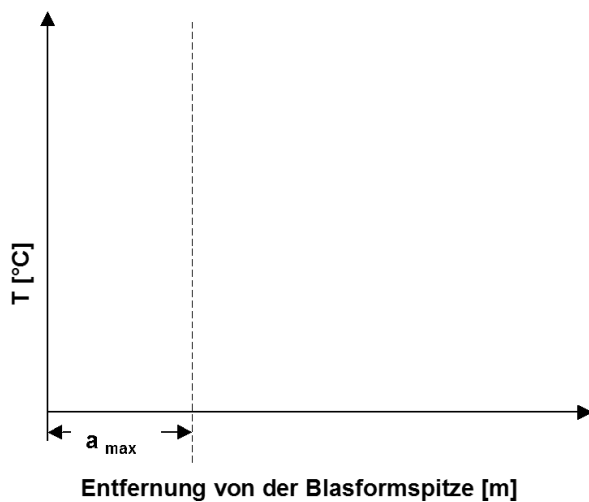
- i) Einsatzmaterialien
- ii) Reduktionsmittel
- iii) Produkt

4,5 Punkte

Aggregat:	HO	DR	SR
Einsatzmaterialien:			
Reduktionsmittel:			
Produkt:			

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

2,0 Punkte



- d) Nennen Sie die Reaktionsgleichung für die Roheisenentschwefelung mit Magnesium **(1 P)**. Welche Besonderheit gibt es bei dieser Möglichkeit der Entschwefelung zu beachten **(2 x 0,5 P)**? Wie wird dies in der Stahlwerkspraxis genutzt **(1 P)**?

3,0 Punkte

- e) In der VD-Anlage eines Stahlwerks soll der Zielkohlenstoffgehalt einer 180 t Stahlschmelze bei einem Grundgehalt von 0,2 Gew.-% auf 0,4 Gew.-% angehoben werden. Die aktuelle Masse der Schmelze beträgt 179 t. Die restlichen Legierungselemente werden zur Vereinfachung bei der Gattierungsrechnung vernachlässigt.

Sie verfügen über Anthrazit (85 Gew.-% C) und kalzinierten Petrolkoks (95 Gew.-% C). Welche der beiden Kohlen ist für die Legierung besser geeignet und weshalb **(1 P)**? Die Ausbringung des Kohlenstoffs beträgt 90 %. Berechnen Sie die zu legierende Menge an Kohlenstoff für das besser geeignete Aufkohlungsmittel **(1 P)**. Zu welchem Zeitpunkt im VD-Prozess wird die Aufkohlung durchgeführt und warum **(1 P)**?

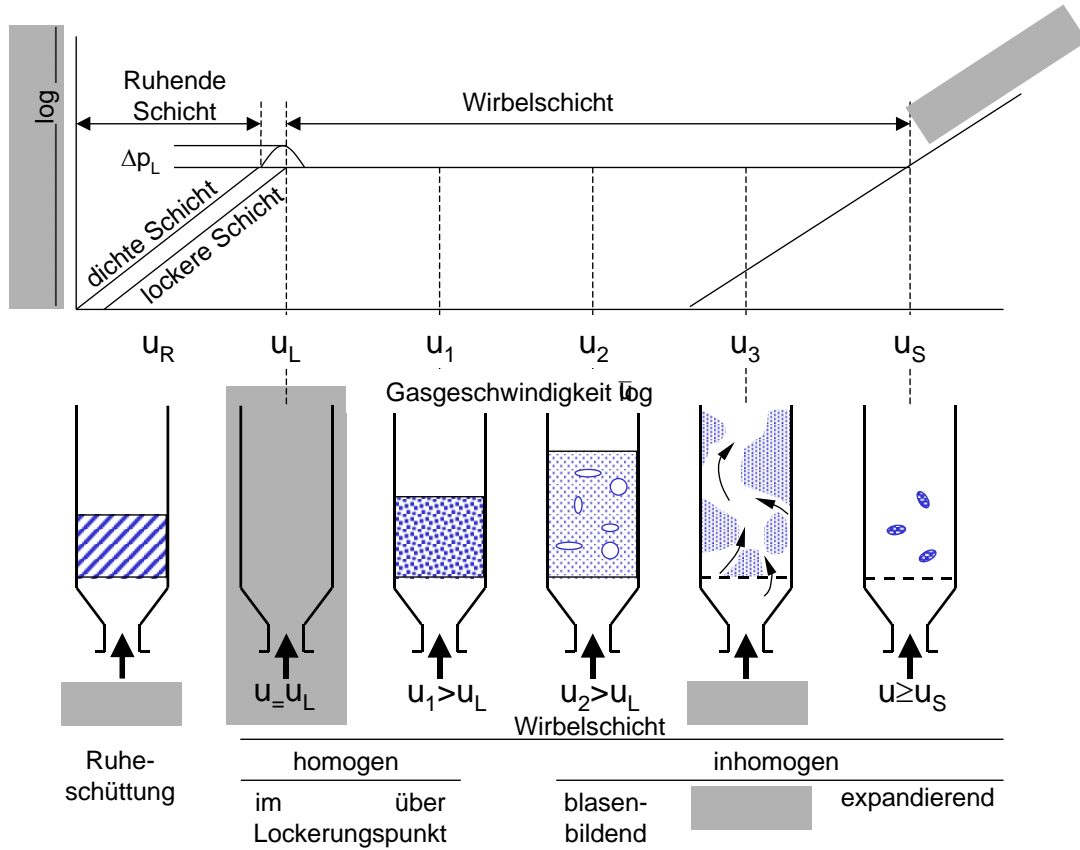
3,0 Punkte

4. Aufgabe: Direkt- und Schmelzreduktion

16 Punkte

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

3,0 Punkte



- b) 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
90,98	6,7	1,31	0,07	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,24	0,57

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

Zeigen Sie stichwortartig die Effekte auf, die jeweils auftreten.

3,0 Punkte

- d) 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

5. Aufgabe: Elektrostahlerzeugung

16 Punkte

a) Nennen Sie 4 technische Neuerungen, die zur

Entwicklung von UHP-Elektrolichtbogenöfen geführt haben und charakterisieren Sie UHP Öfen hinsichtlich Verbrauch an elektrischer Energie, Abstichfolgezeiten und Abstichgewicht!

2,0 Punkte

b) Beschreiben Sie den Verlauf einer Charge im Elektrolichtbogenofen.

2,0 Punkte

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

2,0 Punkte

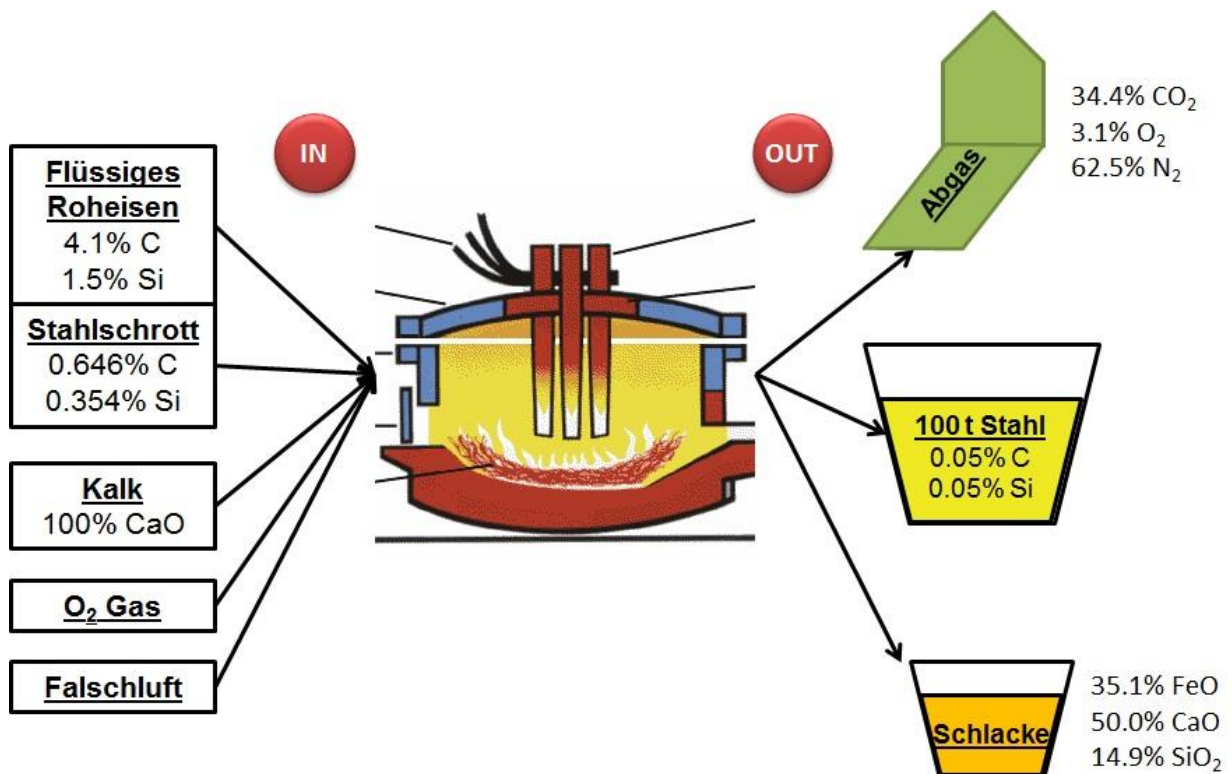
d) Ein neuer Elektrolichtbogenofen soll in Betrieb genommen werden. In einem ersten Testlauf sollen 100 t Stahl produziert werden. Dazu muss zunächst die Massenbilanz von Sauerstoff aufgestellt werden. Außerdem soll von der Luft und dem Abgas die Gewichts zusammensetzung in Prozent berechnet werden.

Welche Masse Sauerstoff muss zusätzlich zur Falschluff noch eingeblasen werden?

4,0 Punkte

Folgende Daten sind schon bekannt:

- Es werden 10 t Falschluff umgesetzt
- 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: $M_C = 12 \text{ g/mol}$, $M_N = 14 \text{ g/mol}$, $M_O = 16 \text{ g/mol}$, $M_{Si} = 28 \text{ g/mol}$,

$M_{Fe} = 56 \text{ g/mol}$

- e) 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

- f) 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

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

1,0 Punkte