



Klausur

Vertiefungsfach 1: Master

Eisen- und Stahlmetallurgie

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

07.03.2013

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

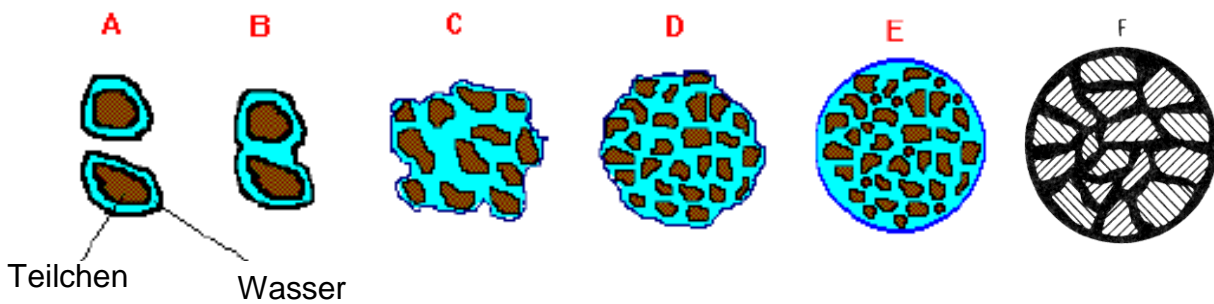
Univ.-Prof. Prof. hon. Dr.-Ing. Dr. h.c. Dieter Senk

07.03.2013

1. Aufgabe : Pelletieren und Sintern

16 Punkte

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



b) 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

c) Nennen Sie sechs Bestandteile der Sintermischung!

3,0 Punkte

d) Welche Bedeutung hat die Zugabe von gesintertem Rückgut auf den Sintervorgang?

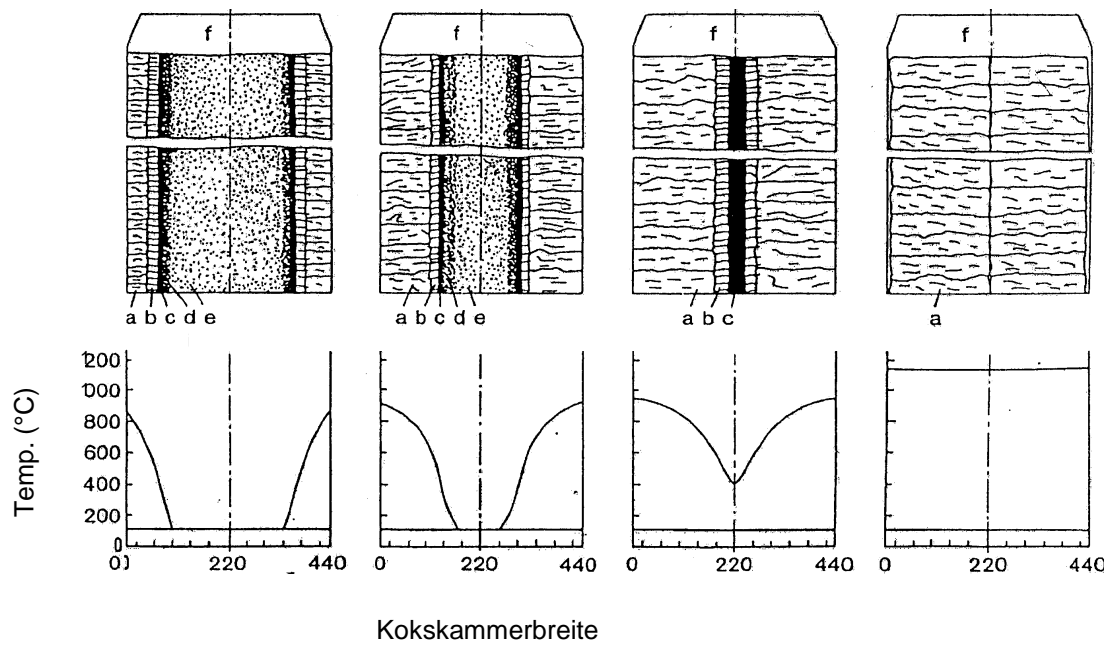
2,0 Punkte

2. Aufgabe: Metallurgischer Koks

16 Punkte

- a) Erklären Sie anhand des Kokskammer-Schaubildes die Hauptvorgänge in den Zonen a-e. Beachten Sie dabei die korrekte Reihenfolge!

2,5 Punkte



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

2,5 Punkte

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

3,0 Punkte

d) Nennen Sie vier Hauptbestandteile von Koksofengas!

2,0 Punkte

- e) Der Aschegehalt ist ein Maß für den Mineralstoffgehalt eines Brennstoffs. Die Asche ist der Glührückstand der mineralischen Begleitstoffe. Der Quotient aus Mineralstoffgehalt und Aschegehalt wird als Mineralstofffaktor bezeichnet:

1,5 Punkte

$$\frac{M}{A} = f_M$$

mit:

M: Mineralstoffgehalt in Gew.-%

A: Aschegehalt in Gew.-%

f_M: Mineralstofffaktor

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

1,0 Punkte

- g) Nennen Sie drei verschiedene fossile Brennstoffe!

1,5 Punkte

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

2,0 Punkte

3. Aufgabe: Hochofen und Schmelzreduktion

16 Punkte

a) Skizzieren Sie das Hochofenprofil und benennen Sie die Ofenteile. **2,5 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.

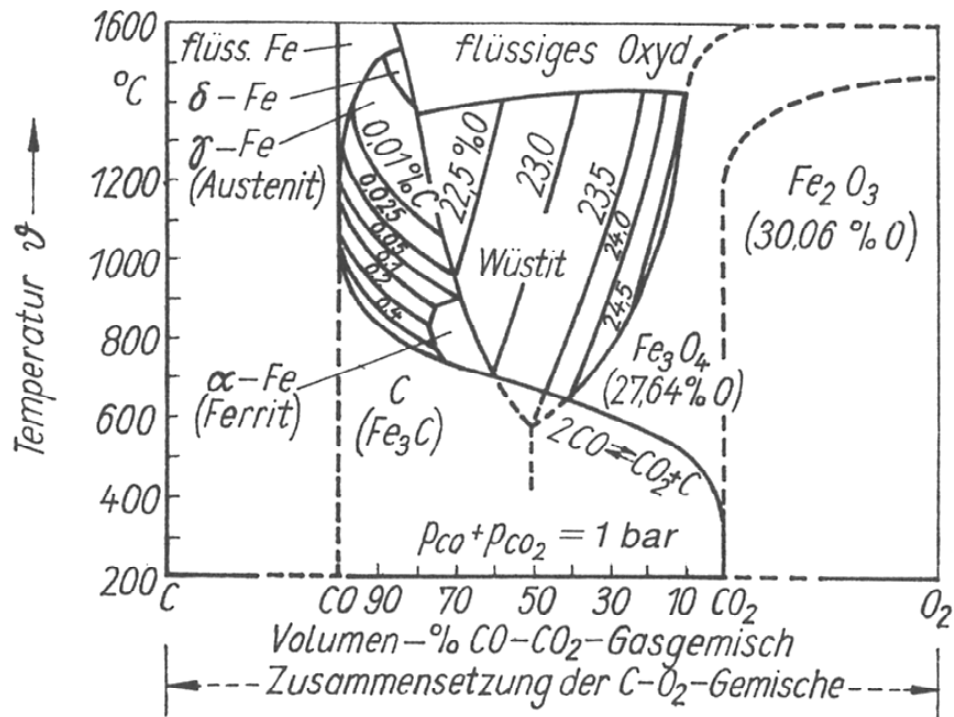
2,5 Punkte

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

1,0 Punkte

- c) Berechnen Sie den Bedarf an {CO} in [mol] zur Reduktion von Fe₃O₄ bei 900°C, wenn 120 g FeO entstehen. Nutzen Sie dazu das in der folgenden Abbildung dargestellte Baur-Glässner-Diagramm.

3,0 Punkte



d) Das Corex-Verfahren ist das einzige Schmelzreduktionverfahren, das die betriebliche Reife erlangt hat.

i. Welches Verfahrensprinzip gewährleistet eine akzeptable Vorreduktion der Eisenträger?

0,5 Punkte

ii. Welche Eisenträger können eingesetzt werden und warum?

0,5 Punkte

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

0,5 Punkte

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

1,0 Punkte

4. Aufgabe: Direkt- und Schmelzreduktion

16 Punkte

a) Was bedeutet DRI?

0,5 Punkte

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

2,5 Punkte

- d) 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 m^3 (STP) pro Tonne Eisenerz bei vollständiger Umsetzung. Das Reduktionsgas enthält 80 Vol.-% CO und H_2 sowie 20 Vol.-% N_2 . Wie viel metallisches Eisen liegt nach einer vollständigen Reduktion vor?

5,0 Punkte

Chemische Zusammensetzung des Eisenerzes in Gew.-%

Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	P	S	Na_2O	K_2O	Mn	TiO_2	Andere
92,68	6,3	0,31	0,07	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,24	0,27

- e) 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

5. Aufgabe: Elektrostahlerzeugung

16 Punkte

- a. Welche Feuerfestmaterialien benutzt man im Elektrolichtbogenofen? (vier Nennungen) **2,0 Punkte**
- b. Nennen Sie vier **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. **2,0 Punkte**
- c. Wozu verwendet man Brenner in Elektrolichtbogenofen? Nennen Sie mindestens zwei Aufgaben der Brenner im E-Ofen. **2,0 Punkte**
- d. Nennen Sie Vor- und Nachteile der Elektrostahlerzeugung über Schrott im Vergleich zum Einsatz von Eisenschwamm (jeweils 2 Nennungen)!

2,0 Punkte

- e. 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 schmilzt? (Der Energieverbrauch zum Einschmelzen pro Tonne Schrott ist 375 kWh).

2,0 Punkte

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

1,0 Punkte

g. Welche Energieformen werden im Elektrolichtbogenofen eingesetzt?

2,0 Punkte

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

3,0 Punkte