



# Klausur

## Vertiefungsfach 1: Diplom

### Stahlmetallurgie

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

08.03.2012

Nachname, Vorname:

Matrikel-Nr.:

Unterschrift:

Aufgabe	Punkte (max.)	Punkte	Unterschrift	Korrektur Datum	Gesamtpunkte (endgültig)
1	8				
2	8				
3	8				
4	8				
5	8				
6	8				
7	8				
8	8				
9	8				
10	8				
<b>Summe:</b>		<b>Summe nach Einsicht:</b>			

Je richtige Teilantwort:

0,5 Punkte bis zur angegebenen maximal erreichbaren Punktzahl

# Klausur Vertiefungsfach 1 Stahlmetallurgie

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dieter Senk

08.03.2012

1. Aufgabe : Pelletieren und Sintern

8 Punkte

Bestimmen Sie:

1. die theoretische Abgaszusammensetzung bei einem Sinterprozess, pro Tonne Sinter
2. die Menge an  $\text{SiO}_2$ , die der Rohmischung zugegeben werden muss und
3. wie viel Kilogramm  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  in der Sinterrohmmischung enthalten ist.

**8,0 Punkte**

**Annahmen:**

- Die Eisenträger gehen unverändert aus dem Prozess hervor.
- Der Luftbedarf beträgt  $800 \text{ Nm}^3/\text{t}$ -Sinterrohmmischung.
- Der Koksgruss verbrennt vollständig zu  $\text{CO}_2$  und besteht nur aus reinem Kohlenstoff.
- Die Gase verhalten sich nach dem idealen Gasgesetz.
- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  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 $\text{CaCO}_3$





## **2. Aufgabe: Metallurgischer Koks**

**8 Punkte**

a) Geben Sie eine Definition des Verkokungsprozesses

**1,0 Punkte**

b) Welche Aufgaben erfüllt Koks im Hochofen?

**2,5 Punkte**

c) Nennen Sie ein mögliches Gas zur Unterfeuerung der Koksofenbatterien.

**0,5 Punkte**

d) Welchen Vorteil hat das Koksofenstampfsystem gegenüber dem Koksofenschütt-system?

**3,0 Punkte**

e) Nennen Sie zwei verschiedene fossile Brennstoffe!

**1,0 Punkte**

### 3. Aufgabe: Hochofen

8 Punkte

- a) 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.

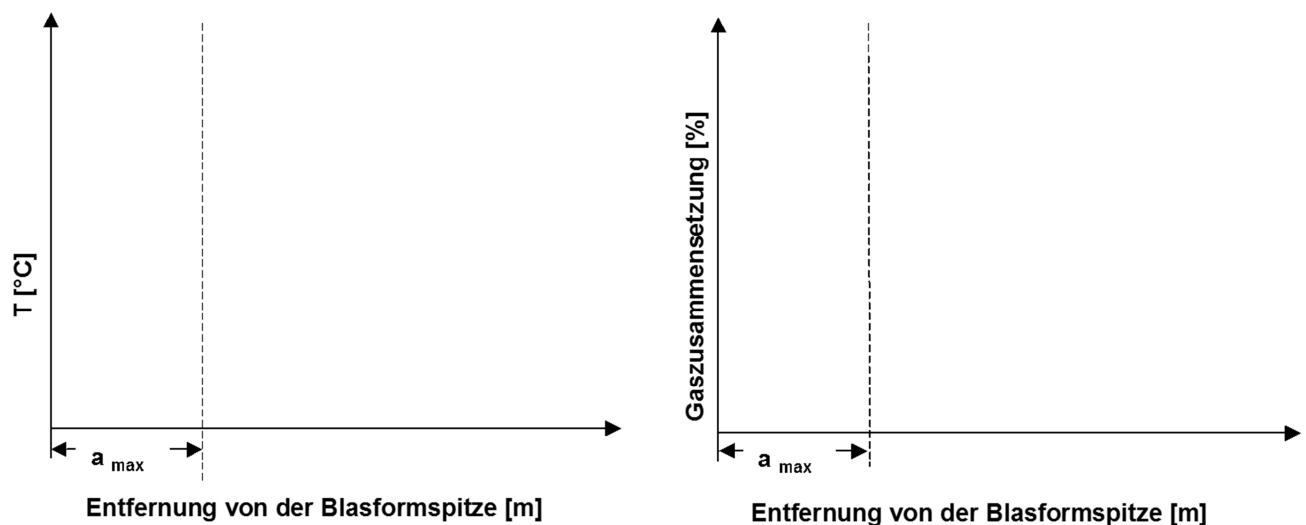
3,0 Punkte

- b) Nennen Sie notwendige Einsatzstoffe (min. 3 Nennungen) und drei Produkte des Hochofenprozesses.

3,0 Punkte

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

2,0 Punkte



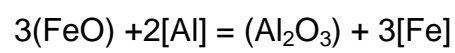
#### **4. Aufgabe: Thermodynamik**

**8 Punkte**

a) Wie lautet der Heiß'sche Satz?

**1,0 Punkte**

b) Berechnen Sie die Reaktionsenthalpie bei 25°C und 1 atm (STP) für die Reaktion:



Gegeben sind die Standardbildungsenthalpien:

$$\Delta H_{\text{FeO}}^{\circ} = -264,84 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{Al}_2\text{O}_3}^{\circ} = -1673,6 \text{ kJ/mol}$$

**3,0 Punkte**



- c) Welche Reaktionen verlaufen mit metallischem Eisen, Wüstit und Magnetit bei einer Temperatur von 1000°C in der folgenden Atmosphäre: 25 % CO, 20 % CO<sub>2</sub>, 60 % N<sub>2</sub>? Skizzieren Sie das Heugabel - Diagramm und kennzeichnen Sie den Punkt, der der oben genannten Atmosphäre entspricht.

**4,0 Punkte**

**5. Aufgabe: Konverter****8 Punkte**

- a) Im Konverter wird Roheisen zu Stahl gefrischt. Die wichtigsten Elemente und ihre jeweilige Molmasse sind in der Tabelle dargestellt:

Element:	C	Si	Mn	P	O <sub>2</sub>
Gew.-% im RE	4,20	0,80	0,50	0,40	---
g/mol	12	28	55	31	32

Nennen Sie die Oxidationsreaktionen des Prozesses unter Beachtung der Aggregatzustände und der auftretenden Reaktionen in der Schlacke. (mind. 4 Nennungen)

**2,0 Punkte**

- b) Berechnen Sie, welche Menge (in kg) an Sauerstoff pro Tonne Roheisen zur Entkohlung von 4,20 % auf 0,1 % C erforderlich ist.

**3,0 Punkte**

- c) Die Blasstahlverfahren lassen sich in drei Hauptprozeßvarianten unterteilen.  
Nennen Sie diese Verfahren mit jeweils einem Beispiel.

**3,0 Punkte**

## **6. Aufgabe: Direkt- und Schmelzreduktion**

**8 Punkte**

a) Welche der aufgeführten Gase wirken reduzierend und welche oxidierend?

**2,0 Punkte**

H<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub>

CO

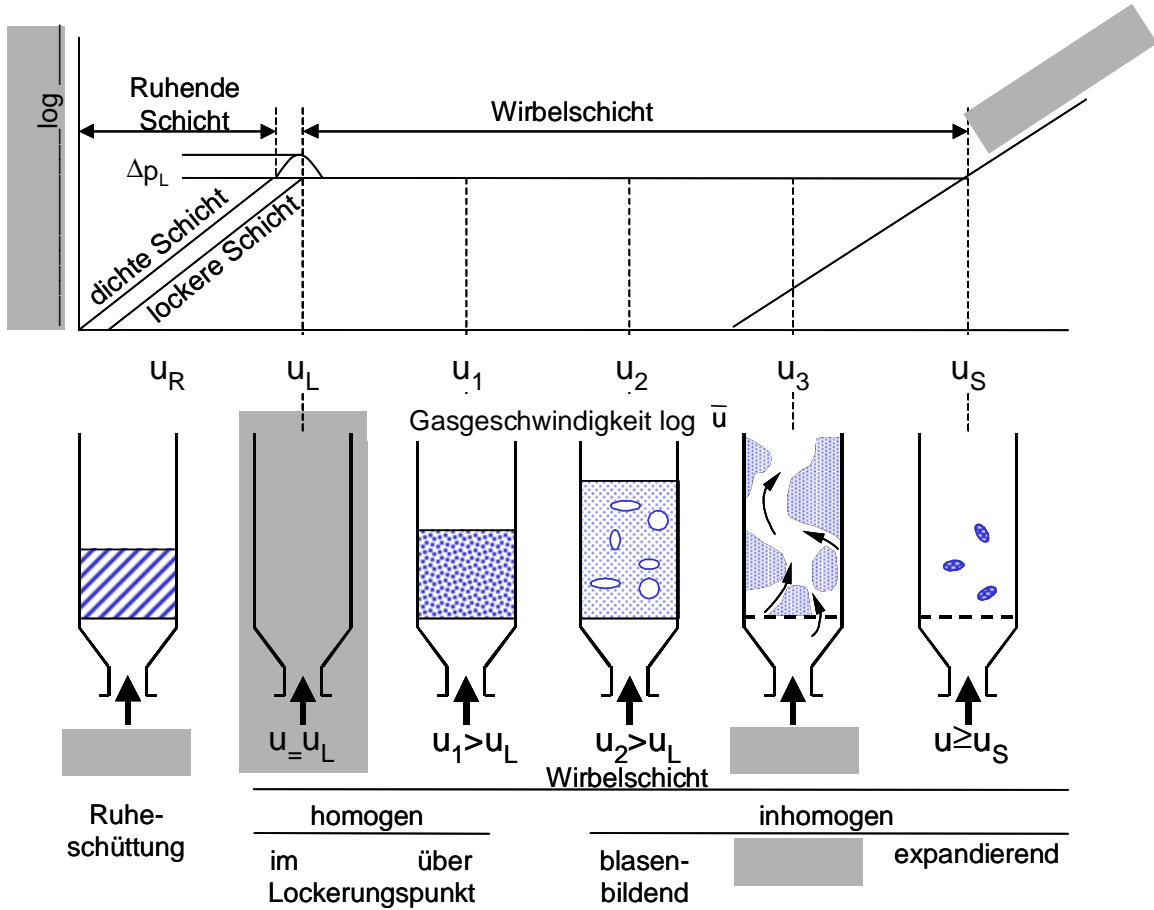
H<sub>2</sub>O

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

3,0 Punkte



d) Erklären sie kurz die Gasreformierung beim Midrex-Verfahren (Gleichung)

1,0 Punkte

## **7. Aufgabe: Elektrostahlerzeugung**

**8 Punkte**

- a) Welche eisenhaltigen Rohstoffe können in den Elektrolichtbogenofen eingesetzt werden? (mind. 2 Nennungen)

**1,0 Punkte**

- b) Welche Arten von Energien werden im Elektrolichtbogenofen eingesetzt?

**1,0 Punkte**

- c) Nennen Sie mindestens vier wichtige Entwicklungsschritte zur Leistungssteigerung in der Elektrolichtbogenofengeschichte und die daraus resultierenden Vorteile.

**2,0 Punkte**

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

**3,0 Punkte**

e) Nennen Sie mindestens 2 Möglichkeiten, die Lebensdauer der Feuerfestausmauerung in Elektrolichtbogenöfen zu erhöhen.

**1,0 Punkte**

## **8. Aufgabe: Sekundärmetallurgie**

**8 Punkte**

- a) Nennen Sie drei Möglichkeiten und das zugrunde liegende Prinzip zur Sauerstoffentfernung.

**3,0 Punkte**

- b) Nennen Sie drei Mechanismen, wie Teilchen in der Schmelze wachsen und erläutern Sie diese kurz.

**3,0 Punkte**



- c) Zeichnen Sie schematisch die Tiefentkohlung für einen Stahl mit 0,06 Gew.-% Kohlenstoff und 0,125 Gew.-% Sauerstoff für eine zweistufige Druckabsenkung. Zunächst soll der Druck auf 0,5 bar abgesenkt werden, dann wird erneut Sauerstoff bis auf 0,1 Gew.-% zugegeben und dann der Druck auf 0,1 bar erniedrigt.

**2,0 Punkte**

## **9. Aufgabe: Stranggießen**

**8 Punkte**

a) Was ist der Unterschied zwischen „Einschluss“ und „Ausscheidung“ in der Erstarrungsstruktur?

**1,0 Punkte**

b) Was sind Oszillationsmarken und welche Mechanismen führen zu ihrer Bildung?

**2,0 Punkte**

c)

1. Was ist Mikroseigerung und wie entsteht sie?

**1,0 Punkte**

2. Was ist Makroseigerung und wie entsteht sie?

**1,0 Punkte**

d)

1. Welche Erstarrungsgefügearten treten während der Erstarrung von Stahl beim Stranggießen auf?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. Skizzieren Sie den Querschnitt einer Strangguss-Bramme und zeichnen Sie das Erstarrungsgefüge in der richtigen Reihenfolge in den Querschnitt ein!

**3,0 Punkte**

## **10. Aufgabe: Umweltschutz, Recycling**

**8 Punkte**

a) Nennen Sie eine der Definitionen des Sustainable Developments.

**1,0 Punkte**

b) Für die Luftreinhaltung in der Eisen- und Stahlindustrie gibt es mehrere Möglichkeiten. Nennen Sie drei davon.

**1,5 Punkte**

c) Die Senkung des spezifischen Energieverbrauchs ist auch eines der Ziele der Eisen- und Stahlindustrie. Nennen sie vier verschiedene Potenziale, um dieses Ziel zu erreichen.

**2,0 Punkte**

d) Schlacken der Eisen- und Stahlindustrie können auf unterschiedliche Weisen verwertet werden. Nennen Sie zwei Verwertungswege.

**1,0 Punkte**

e) Unter welchen Umständen muss Schlacke deponiert werden?

**1,0 Punkte**

f) Nennen Sie drei weitere Reststoffe, die in der Eisen- und Stahlindustrie anfallen!

**1,5 Punkte**