



# Klausur

## Vertiefungsfach 1

### Stahlmetallurgie

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

31.07.2008

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>			

# **Klausur Vertiefungsfach 1** **Stahlmetallurgie**

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

**31.07.2008**

**1. Aufgabe : Pelletieren und Sintern**

**8 Punkte**

a) Nennen Sie sechs Bestandteile der Sintermischung!

**3,0 Punkte**

b) Welche Eigenschaften der Eisenerze sind für den Reduktionsprozess im Hochofen entscheidend? (mind. 4 Nennungen)

**2,0 Punkte**

c) Welche Elemente werden als Gangart zusammen mit dem aufbereiteten Erz in den Hochofen chargiert? (mind 4 Nennungen)

**2,0 Punkte**

d) Wann wird die Durchgasung der Sinterschicht schlechter? (mind. 2 Antworten)

**1,0 Punkte**

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

**8 Punkte**

- a) Zeichnen Sie schematisch den Dilatationsverlauf für eine Anthrazitkohle und eine Gaskohle und kennzeichnen Sie die wichtigsten Stellen.

**5,5 Punkte**

- b) 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:

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

mit:	M:	Mineralstoffgehalt in Gew.-%
	A:	Aschegehalt in Gew.-%
	$f_M$ :	Mineralstofffaktor

Berechnen Sie den Mineralstofffaktor für eine Kohle mit einem Mineralstoffgehalt von 79 kg Mineralstoffen pro Tonne Kohle und 77,4 kg Asche pro Tonne Kohle!

**1,5 Punkte**

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

**1,0 Punkte**

### **3. Aufgabe: Hochofen**

**8 Punkte**

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

**3,0 Punkte**

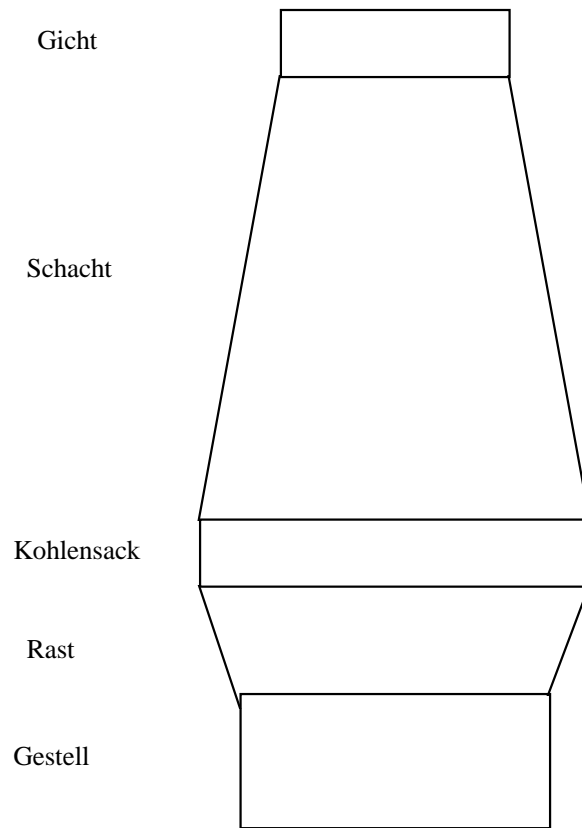
- b) Schreiben Sie die chemischen Formeln der folgenden Reaktionen auf und nennen Sie die in der Metallurgie gebräuchlichen Bezeichnungen dieser Reaktionen!

1. Kontakt zwischen Koks und Heißwind
2. Kontakt zwischen Koks und dem primären Reaktionsgas
3. Kontakt zwischen Reduktionsgas, Eisenerz und Koks
4. Kontakt zwischen Reduktionsgas und Eisenerz

**4,0 Punkte**

c) Zeichnen Sie in das unten abgebildete Hochofenprofil schematisch die 1150°C-Isotherme ein. Was passiert im Bereich dieser Isotherme?

**1,0 Punkte**



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

**8 Punkte**

a)

1. Geben Sie die Definition der Aktivität in der chemischen Thermodynamik an!
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. Welche Bedeutung hat die Aktivität in der Metallurgie?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
3. Wie wird die Aktivität von in Eisenschmelzen gelösten Elementen berechnet?

**2,5 Punkte**

- b) Zeichnen Sie ein Richardson-Jeffes-Diagramm für die Bildung von Oxiden und skizzieren Sie die Kurven für die Bildung von FeO, SiO<sub>2</sub> und CO.

**2,5 Punkte**



- c) Leiten Sie das Sauerstoffpotential in allgemeiner Form, ausgehend von der chemischen Reaktion zwischen dem reinen Metall [Me] und Sauerstoff, her.

**3,0 Punkte**



- b) Der Schlackenweg beim LD-Prozess folgt dem Prozessverlauf des Frischens. Nennen Sie die Zusammensetzung von LD-Schlacke zu Beginn und zu Ende des Blasprozesses. (Betrachten Sie hierzu das 3-Stoff-System, welches üblicherweise für LD-Schlacken herangezogen wird).

**2,0 Punkte**

- c) Warum ist für eine gute Entphosphorung ein hoher Gehalt an (FeO) in der Schlacke erforderlich? Hier ist eine ausführliche Antwort gefragt!

**1,0 Punkte**

**6. Aufgabe: Direkt- und Schmelzreduktion****8 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 m<sup>3</sup> (STP) pro Tonne Eisenerz bei vollständiger Umsetzung. Das Reduktionsgas enthält 80 Vol.-% CO und H<sub>2</sub> sowie 20 Vol.-% N<sub>2</sub>. Wieviel metallisches Eisen liegt nach einer vollständigen Reduktion vor?

Chemische Zusammensetzung des Eisenerzes in Gew.-%

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P	S	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Mn	TiO <sub>2</sub>	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

**5,0 Punkte**

b) Das Corex-Verfahren ist zurzeit das Schmelzreduktionsverfahren der Stahlerzeugung, das die betriebliche Reife erlangt hat.

1. Welches metallurgische Verfahrensprinzip gewährleistet eine akzeptable Vorreduktion der Eisenträgerstoffe?

**0,5 Punkte**

2. Welche Eisenträgerstoffe können eingesetzt werden und warum?

**1,0 Punkte**

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

**0,5 Punkte**

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

**1,0 Punkte**

## **7. Aufgabe: Elektrostahlerzeugung**

**8 Punkte**

a) Warum ist die Endschlacke im Elektrolichtbogenofen meist basisch?

(mind. 2 Nennungen)

**1,0 Punkte**

b) Schlacken im Elektrolichtbogenofen werden durch Zuschläge, Oxidationsprodukte oder die Gangart gebildet.

Nennen Sie vier Komponenten, die normalerweise in Elektrolichtbogenofenschlacken vorhanden sind, und woher diese Komponenten stammen.

**4,0 Punkte**

c) Es gibt zwei Bauarten des Elektrolichtbogenofens, nämlich Drehstrom- und Gleichstrom-Elektrolichtbogenöfen. Für den Gleichstrom-Elektrolichtbogenofen wird eine Bodenelektrode benötigt. Nennen und zeichnen Sie zwei Typen der Bodenelektrode!

**3,0 Punkte**

## **8. Aufgabe: Sekundärmetallurgie**

**8 Punkte**

- a) Wie unterscheidet sich die Rührwirkung mittels Intergasspülen bei atmosphärischem Druck und bei technischem Vakuum? Wodurch wird dieser Unterschied hervorgerufen?

**3,0 Punkte**

- b) Wie wird in der Sekundärmetallurgie eine Tiefentschwefelung mit reinem Ca durchgeführt? Beschreiben Sie detailliert die Teilschritte dieser Entschwefelungsreaktion. Warum kann die Tiefentschwefelung mit reinem Ca nicht anders stattfinden?

**2,0 Punkte**

- c) Wie können die Elemente bzw. Verbindungen [S], [C], [O], [H], (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) und [Cu] aus dem Stahl entfernt werden?

**3,0 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 Erstarrungsstrukturen treten während der Erstarrung von Stahl beim Stranggießen auf?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. Skizzieren Sie den Querschnitt einer Strangguss-Bramme und zeichnen Sie diese Erstarrungsstrukturen in der richtigen Reihenfolge in den Querschnitt ein!

**3,0 Punkte**

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

**8 Punkte**

- a) Welches Gesetz fordert für den Betrieb von Anlagen, die schädliche Umwelteinwirkungen hervorrufen können, die Erteilung einer Genehmigung?

**1,0 Punkte**

- b) Nennen Sie die Grundsätze des Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetzes, nach denen Abfälle verwertet werden sollen.

**1,5 Punkte**

- c) Nennen Sie drei Verwertungswege für Stahlwerksschlacken.

**1,5 Punkte**

- d) Nennen Sie vier Begleit- oder Schadelemente, die mit dem Schrott in den Stahlkreislauf geraten können.

**2,0 Punkte**

- e) Nennen Sie vier Methoden für die Verringerung des spezifischen Energiebedarfs in der Eisen- und Stahlindustrie.

**2,0 Punkte**