



Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

**Klausur**  
**Vertiefungsfach 1**  
**Stahlmetallurgie**  
**Univ. Prof. Dr.-Ing. D. Senk**  
**15.01.2010**

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: 0,5Punkte bis zur angegebenen maximal erreichbaren Punktzahl

# **Klausur Vertiefungsfach 1**

## **Stahlmetallurgie**

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

**15.01.2010**

**1. Aufgabe : Pelletieren und Sintern**

**8 Punkte**

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

**2,0 Punkte**

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

**2,0 Punkte**

c) Nennen Sie mindestens zwei eisenhaltige Einsatzmaterialien und die Korngröße dieser Einsatzmaterialien für die Grünpelletherstellung.

**1,5 Punkte**

d) Was ist der Mindesteisengehalt von Erzen zur Pelletherstellung?

**0,5 Punkte**

e) Nennen Sie zwei Gründe für die Zugabe von Rückgut zur Sintermischung!

**1,0 Punkte**

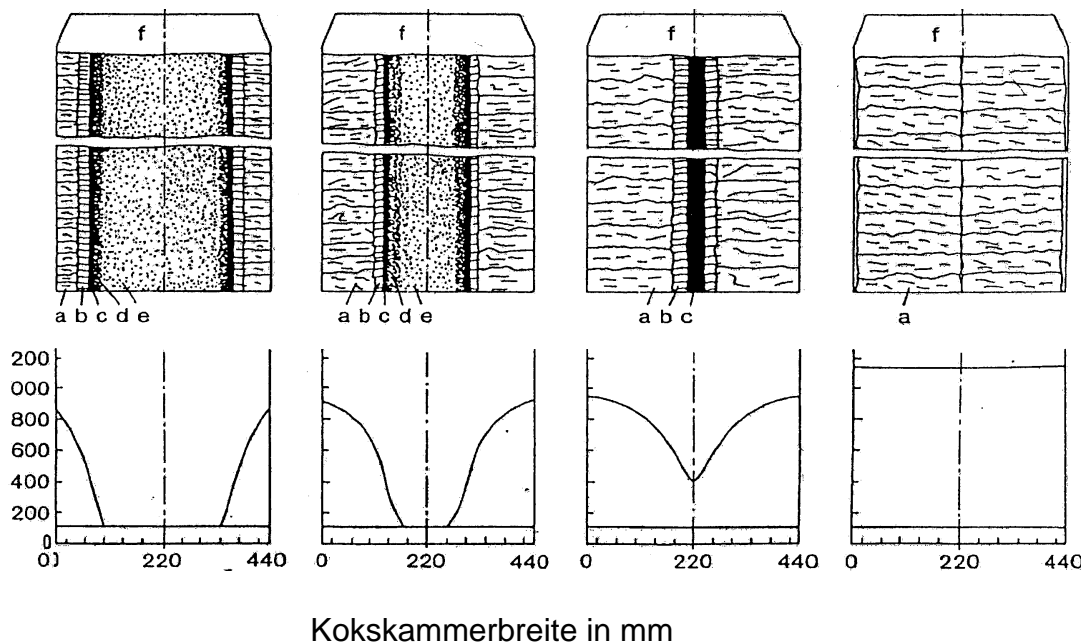
f) Wann wird die Durchgasung der Sinterschicht schlechter? (mind. 2 Antworten)

**1,0 Punkte**

## Aufgabe 2: Metallurgischer Koks

8 Punkte

- a) Nennen Sie drei verschiedene fossile Brennstoffe! (1,5 Punkte)
- b) Beschreiben Sie die verschiedenen Inkohlungsstufen. (1,5 Punkte)
- c) Nennen Sie zwei chemische Elemente in Kohlen, die die Roheiseneigenschaften wesentlich beeinflussen. (1,0 Punkte)
- d) Wie lange dauert der Verkokungsprozess? (0,5 Punkte)
- e) Erklären Sie anhand des Kokskammer-Schaubildes die Hauptvorgänge in den Zonen a-e. Beachten Sie dabei die korrekte Reihenfolge! (2,5 Punkte)



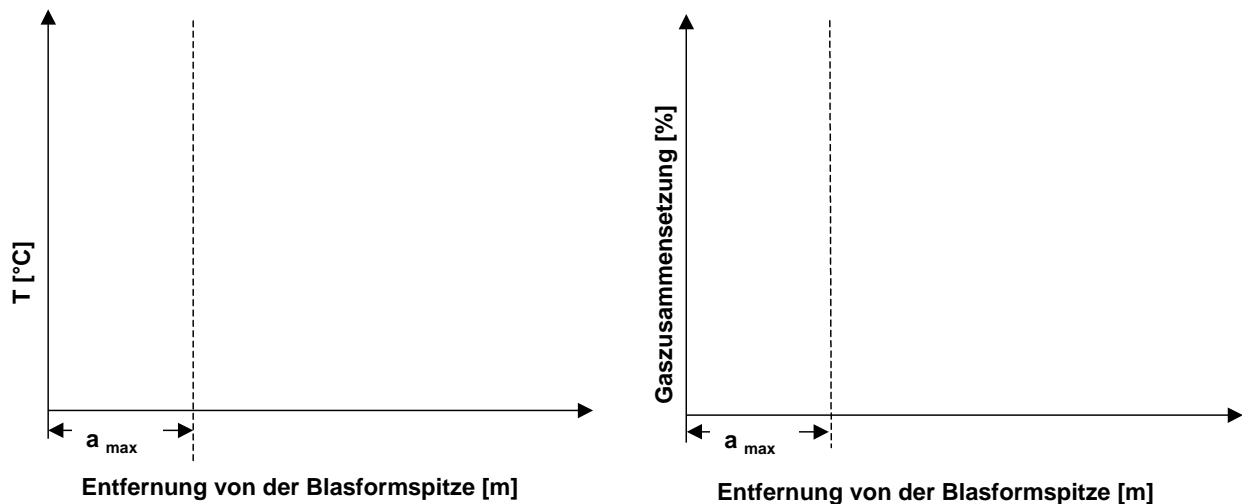
- f) Nennen Sie zwei Möglichkeiten, den Koksverbrauch im Hochofen zu senken. (1,0 Punkte)

### 3. Aufgabe: Hochofen

8 Punkte

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

2 Punkte



- b) Wie verändert sich die Temperatur vor den Blasformen, wenn kohlenwasserstoffhaltige Ersatzreduktionsmittel eingeblasen werden? **0,5 Punkte**
- c) Von welchen Einflußgrößen hängt die Höhe des Temperaturmaximums (RAFT) vor den Blasformen ab? **1,5 Punkt**
- d) Definieren sie den Begriff „Kreislaufstoffe im Hochofen“. **2 Punkte**
- e) Nennen sie zwei Beispiele für Kreislaufstoffe im Hochofen **1 Punkt**
- f) Zink hat im Hochofenprozess sowohl eine gewünschte als auch eine un-erwünschte Auswirkung. Nennen und erläutern sie diese! **1 Punkt**

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

**8 Punkte**

a)

1. Geben Sie die Definition der Aktivität in der Thermodynamik an!

2. Welche Bedeutung hat die Aktivität in der Metallurgie?

3. Wie wird die Aktivität 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**

## 5. Aufgabe: Konverter

8 Punkte

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>
Mass % im RE	4,20	0,80	0,50	0,40	---
g/mol	12	28	55	31	32

- a) Nennen Sie die Oxidationsreaktionen des Prozesses unter Beachtung der Aggregatzustände. (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) 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 viel Al wird benötigt, wenn in einer 380t-Schmelze eine Sauerstoffaktivität von 600 ppm vorliegt und ein Endsauerstoffgehalt von 20ppm angestrebt wird? Die Ausbringung des Al soll mit 80 % angenommen werden. Weiterhin beträgt der Reinheitsgrad des Aluminium 98 %.

$$M_{\text{O}} = 16 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{Al}} = 27 \text{ g/mol}$$

**5,0 Punkte**

- b) Nach der Behandlung einer Stahlschmelze in einer Vakuumanlage beträgt der Wasserstoffgehalt des Stahles 1ppm. Im Anschluß an die Vakuumbehandlung wird die Pfanne an die Stranggießanlage überstellt und dort vergossen. Es gelte die Annahme, daß aller Wasserstoff beim Erstarren des Stahles in die Gasphase übergeht. Die Gießrate der Stranggießanlage beträgt 2,2t/min. bei einer Gießgeschwindigkeit von 1m/min. Wieviel Wasserstoff wird bei obiger Annahme in l/min. frei?

**3,0 Punkte**

Hinweis: molare Masse von Wasserstoff:  $M_{\text{H}} = 1,0079\text{g/mol}$

molares Volumen eines idealen Gases:  $V_{\text{M}} = 22,41383 \text{ l/mol}$

Tip: Bedenken Sie, in welcher Form Wasserstoff in einer Schmelze und in der Gasphase vorliegt!

## **9. Aufgabe: Stranggießen**

**8 Punkte**

a) Wozu dient das Gießpulver? Nennen Sie drei Aufgaben!

**1,5 Punkte**

b) Gegeben ist eine Brammen – Stranggießanlage mit folgenden Daten:

Format:	1200x200 mm
Normale Gießgeschwindigkeit:	1,3 m/min
Länge der Kokille:	725 mm
Erstarrungskonstante:	15 mm/min <sup>-0,5</sup>

1. Berechnen Sie die Dicke der Strangschale am Kokillenausgang!

**1,5 Punkte**

2. Ist der Strang an der Brennschneidanlage bei 25m hinter dem Gießspiegel durchgestarrt?

**1,5 Punkte**

c) Nennen Sie mindestens drei verschiedene Formate von Strangguss.

**1,5 Punkte**

d) Nennen Sie vier wichtige Komponenten einer Brammen-Stranggießanlage.

**2 Punkte**

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

**8 Punkte**

- a) Nennen Sie mindestens drei unterschiedliche Schrottsorten und geben Sie für jede eine kurze Definition oder Beschreibung an.

**3,0 Punkte**

- b) Nennen Sie mindestens zwei Möglichkeiten zur Luftreinhaltung in der Eisen- und Stahlindustrie.

**1,0 Punkt**

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

**2,0 Punkte**

- d) Nennen Sie mindestens vier Methoden zur Verringerung des spezifischen Energiebedarfs in der Eisen- und Stahlindustrie.

**2,0 Punkte**