



**Klausur**  
**Vertiefungsfach 1**  
**Stahlmetallurgie**  
**Univ. Prof. Dr.-Ing. D. Senk**  
**17.04.2010**

**Nachname, Vorname:**

**Matrikel-Nr.:**

**Unterschrift:**

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

17.04.2010

1. Aufgabe : Pelletieren und Sintern

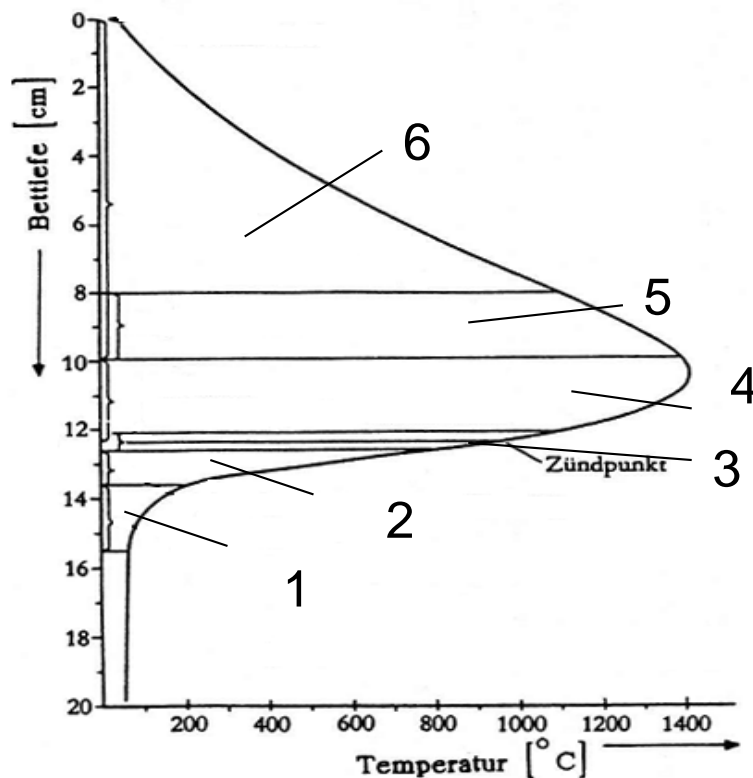
8 Punkte

a) Nennen Sie sechs Bestandteile der Sintermischung!

3,0 Punkte

b) Das folgende Bild stellt die Zonen während des Sintervorganges und den Temperaturverlauf über der Tiefe des Sinterbettes dar. Nennen Sie bitte den Namen von jeder Zone und beschreiben Sie die Reaktionen in jeder Zone.

3,0 Punkte



- c) Wie groß ist die Körnung von Fertigsinter für den Hochofen?  
Wie groß ist die Körnung der Pellets?

**1,0 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?

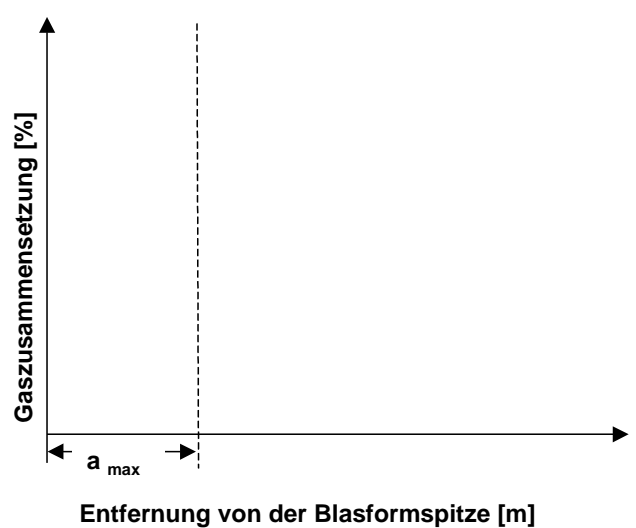
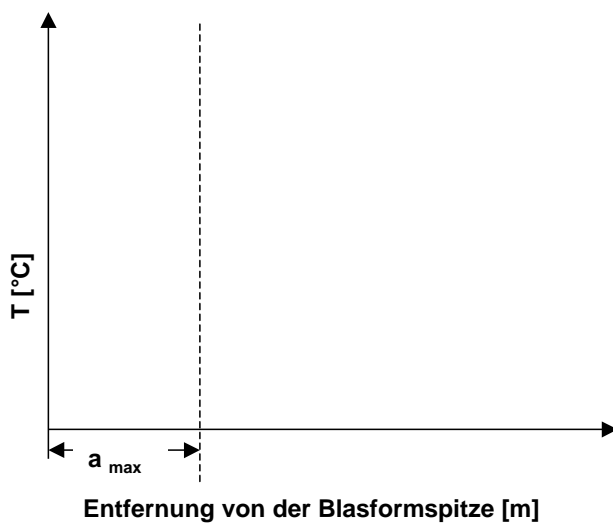
3,0 Punkte

- b) Welche Bedeutung hat der Stickstoff des Heißwindes für den Hochofenprozess?

0,5 Punkte

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

2,0 Punkte



d) Wie und warum verändert sich die Temperatur vor den Blasformen, wenn kohlenwasserstoffhaltige Ersatzreduktionsmittel eingeblasen werden?

**1,0 Punkte**

e) Mit den Möllerstoffen und dem Koks werden Problemstoffe in den Hochofen eingebracht, die durch die Bildung von Kreisläufen und Ansätzen einen negativen Einfluss auf den Ofengang haben.

Um welche Elemente handelt es sich? (mind. 3 Nennungen)

**1,5 Punkte**

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

**8 Punkte**

- a) Welche Bedeutung hat die Gibbs'sche freie Enthalpie in der Eisen- und Stahlmetallurgie (Nutzen und Einschränkungen)?

**1,0 Punkte**

b)

1. Welche Bedeutung hat das Richardson-Jeffes-Diagramm für die Eisen- und Stahlmetallurgie (Nutzen und Einschränkungen)?

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

**4,0 Punkte**

- c) Berechnen Sie die Kohlenstoffaktivität in einer 100Cr6-Schmelze mit der folgenden Zusammensetzung.

Element	C	Si	Mn	Cr
Konzentration [Gew.-%]	1,0	0,25	0,35	1,5

Nutzen Sie dazu die folgende Tabelle der Wirkungsparameter von in flüssigem Eisen gelösten Elementen (% = Gew.-%):

Solute j	eH(j)	< % j	eC(j)	< % j	eN(j)	< % j	eS(j)	< % j	eO(j)	< % j
Al	0,013	2	0,064	2	0,002	0,5	0,035	1	-3,9	0,2
B	0,05	1	/	/	/	/	0,134	0,5	-2,6	0,05
C	0,06	1	0,22	1	0,25	0,5	0,114	0,5	-0,13	1
Co	0,002	14	0,062	10	0,011	12	0,003	10	0,007	5
Cr	-0,002	2	-0,024	25	-0,045	7	-0,011	5	-0,037	20
Cu	0,0005	12	0,018	10	0,009	10	-0,008	8	-0,016	15
H	0	/	(0,72)	/	/	/	(0,26)	/	/	/
Mn	-0,001	11	-0,007	10	-0,02	6	-0,026	3	0	/
N	/	/	(0,11)	/	0	/	(0,03)	/	(0,057)	/
Nb	-0,002	2	-0,06	2	-0,061	10	-0,013	5	-0,14	3
Ni	0	/	0,012	5	0,01	10	0	/	0,006	20
O	/	/	(-0,097)	/	0,05	/	(-0,18)	/	-0,2	/
P	0,011	0,5	/	/	0,051	/	0,029	1	0,07	0,5
S	0,008	0,1	0,057	2	0,013	/	-0,028	1	-0,091	/
Si	0,027	1	0,0113	2	0,047	3	0,063	0,5	-0,14	1
Ti	0,08	0,5	/	/	-0,53	0,2	-0,072	1	-1,15	0,3
V	/	/	-0,038	20	-0,093	2	0,016	5	-0,14	5
W	/	/	-0,033	20	-0,002	15	0,001	10	0,008	5
Zr	/	/	/	/	-0,63	0,1	-0,053	2	/	/

**3,0 Punkte**





- b) Skizzieren Sie das 3-Stoff-System, welches üblicherweise für LD-Schlacken herangezogen wird und kennzeichnen Sie in diesem System die Anfangs- und Endschlacken während des LD-Konverterprozesses.

**2,5 Punkte**

- c) Der Abbrand des Kohlenstoffes im Konverter kann in 3 Phasen, die Anfangs-, die Haupt- und die Endphase unterteilt werden. Beschreiben Sie kurz, was in den drei Phasen geschieht und warum!

**3,0 Punkte**

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

**8 Punkte**

- a) Beschreiben Sie anhand einer Skizze stichwortartig die metallurgischen Vorgänge des Midrex-Verfahrens.

**2,0 Punkte**

- b) Skizzieren Sie das Corex-Verfahren und benennen Sie die Ein- und Ausgangsstoffe, sowie die Stoffströme zwischen den Anlagenteilen.

**4,5 Punkte**

- c) Was ist der Hauptunterschied zwischen dem Corex- und dem Finex-Verfahren? Nennen Sie einen Vor- und einen Nachteil des Finex-Verfahrens im Vergleich zum Corex-Verfahren, der sich aus diesem Unterschied ergibt.

**1,5 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 Inertgasspülen 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?

**3,0 Punkte**

- c) Das Ziel der Sekundärmetallurgie ist die Einstellung der erforderlichen Elementkonzentrationen und Temperatur der Stahlschmelze. Wie kann die Messung der

1. Schmelzentemperatur
2. chemischen Zusammensetzung der Schmelze
3. Sauerstoffaktivität
4. Wasserstoffpartialdruck

durchgeführt werden?

**2,0 Punkte**

## **9. Aufgabe: Stranggießen**

**8 Punkte**

a) Was ist der Unterschied zwischen Einschluss und Ausscheidung?

**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) 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 Punkte**

- 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**