



Klausur
Vertiefungsfach 1
Stahlmetallurgie
Univ. Prof. Dr.-Ing. D. Senk
05.08.2009

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				
Summe:		Summe nach Einsicht:			

Je richtige Teilantwort: 0,5 Punkte bis zur angegebenen maximal erreichbaren Punktzahl

Klausur Vertiefungsfach 1 Stahlmetallurgie

Univ. Prof. Dr.-Ing. Dieter Senk

05.08.2009

1. Aufgabe : Pelletieren und Sintern

8 Punkte

- a) Das folgende Bild (Abbildung 1) stellt die Zonen während des Sintervorganges und den Temperaturverlauf über der Tiefe des Sinterbettes (in diesem Beispiel für den Zeitpunkt 5.8 min nach dem Zünden) dar. Nennen Sie bitte den Namen von jeder Zone und beschreiben Sie die Reaktionen in jeder Zone.

3,0 Punkte

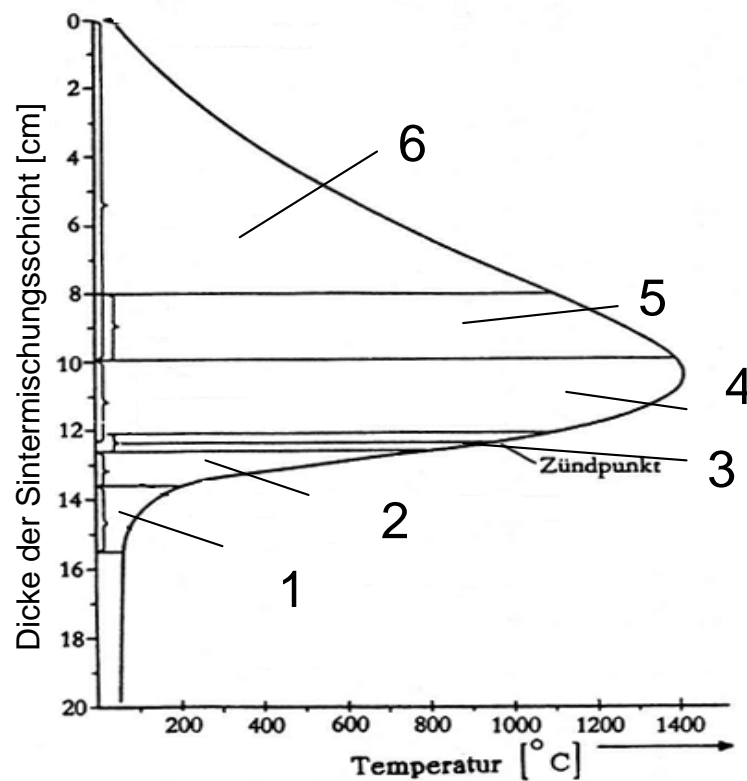


Abbildung 1

b) Nennen Sie mindestens zwei Bindungsmechanismen, die während des Sinterprozesses auftreten.

1,0 Punkte

c) Unter welchen Bedingungen treten die unterschiedlichen Bindungsarten zwischen den einzelnen Körnern beim Brennen von Pellets aus Magnetitkonzentrat auf (Temperatur und Atmosphäre)? Nennen Sie die Bedingungen für mindestens drei Bindungsmechanismen.

3,0 Punkte

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

1,0 Punkte

2. Aufgabe: Metallurgischer Koks

8 Punkte

a)

1. Nennen Sie vier Hauptbestandteile von Koksofengas!

2. Welche Produkte können aus Koksofengas gewonnen werden? (mind. 4 Antworten)

4,0 Punkte

b) Welche Eigenschaften von metallurgischem Koks sind entscheidend für den Einsatz im Hochofen? (mind. 4 Antworten)

2,0 Punkte

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

1,0 Punkte

d) In welchen weiteren eisen- und stahlmetallurgischen Prozessen außer dem Hochofen wird metallurgischer Koks eingesetzt? (mind. 2 Nennungen)

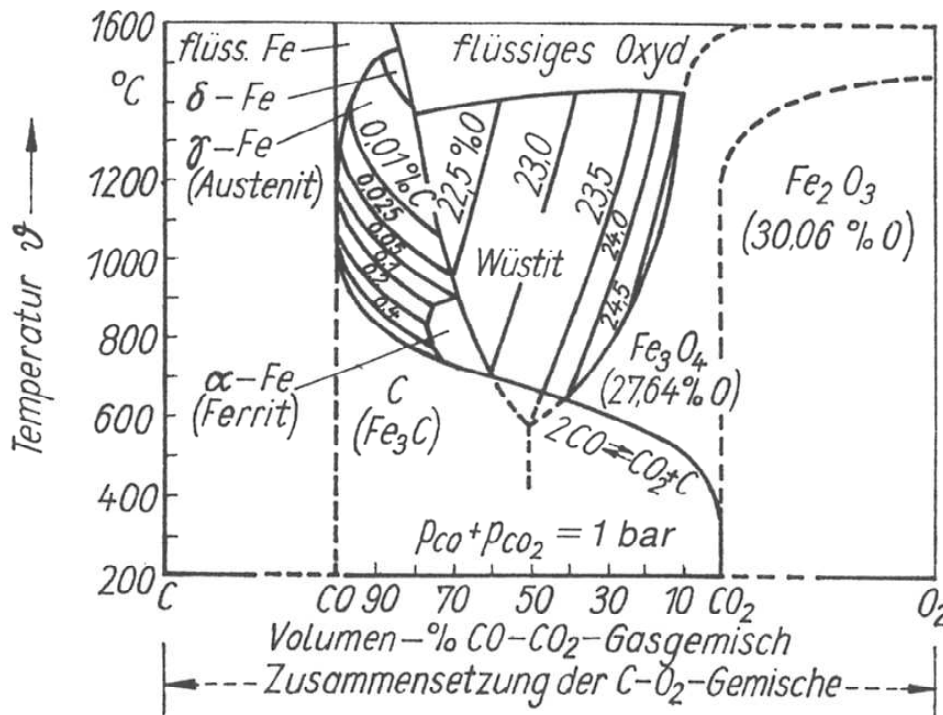
1,0 Punkte

3. Aufgabe: Hochofen

8 Punkte

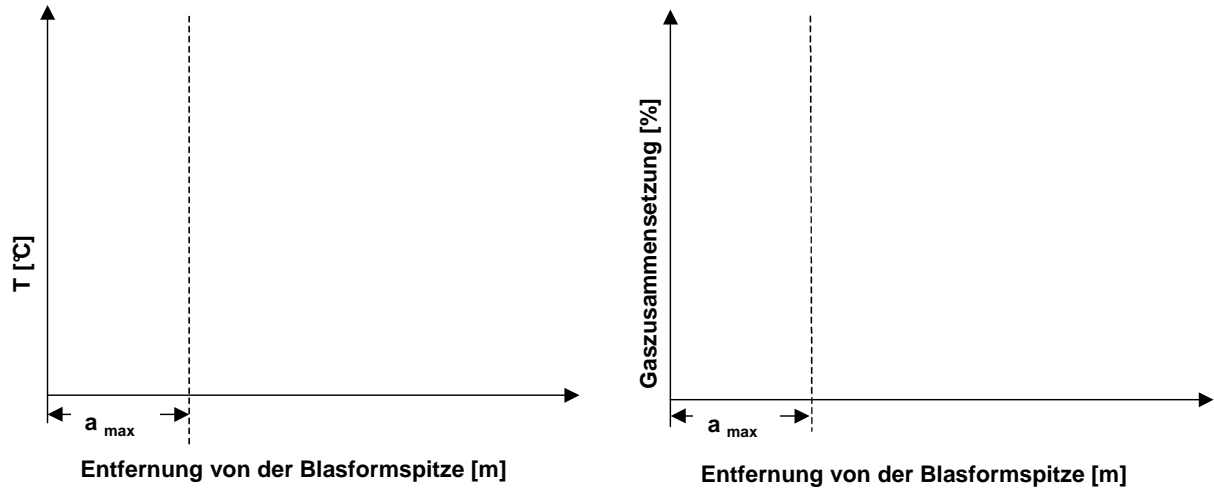
- a) Berechnen Sie den Bedarf an $\{CO\}$ in [mol] zur Reduktion von Fe_3O_4 bei $900^\circ C$, wenn 120 g FeO entstehen. Nutzen Sie dazu das in der folgenden Abbildung dargestellte Baur-Glässner-Diagramm.

3,0 Punkte



b)

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



2. Begründen Sie diesen Temperatur- und Gaszusammensetzungsverlauf anhand der in der Wirbelzone ablaufenden Reaktionen.

4,0 Punkte

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

1,0 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)

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

- b. Zeichnen Sie ein Richardson-Jeffes-Diagramm für die Bildung von Oxiden und skizzieren Sie qualitativ die Kurven für die Bildung von FeO, CaO, SiO₂ 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) 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

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

1,0 Punkte

- c) Wie kann die Einschmelzleistung in Elektrolichtbogenöfen erhöht werden?
(mind. 3 Nennungen)

1,5 Punkte

- d) Nennen Sie mindestens zwei Gründe für das Einblasen von Sauerstoff in den Elektrolichtbogenöfen!

1,0 Punkte

- e) Nennen Sie mindestens 3 Energieträger, die in Elektrolichtbogenöfen eingesetzt werden.

1,5 Punkte

8. Aufgabe: Sekundärmetallurgie

8 Punkte

- a) Wie viel Al wird benötigt, wenn in einer 380 t-Schmelze eine Sauerstoffaktivität von 600 ppm vorliegt und eine Endsauerstoffaktivität von 20 ppm angestrebt wird? Die Ausbringung des Al soll mit 80 % angenommen werden. Weiterhin beträgt der Reinheitsgrad des Aluminiums 98 %.

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

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

5,0 Punkte

- c) Welche grundlegende Voraussetzung ist bei der Entschwefelung zu beachten? Wie kann der erreichbare Entschwefelungsgrad erhöht werden ?

1,0 Punkte

- c) Das Ziel der Sekundärmetallurgie ist die Einstellung der erforderlichen Elementkonzentrationen und Temperatur der Stahlschmelze. Wie kann die Messung der
1. Schmelztemperatur
 2. chemischen Zusammensetzung der Schmelze
 3. Sauerstoffaktivität
 4. Wasserstoffaktivität
- durchgeführt werden?

2,0 Punkte

9 Aufgabe Stranggießen

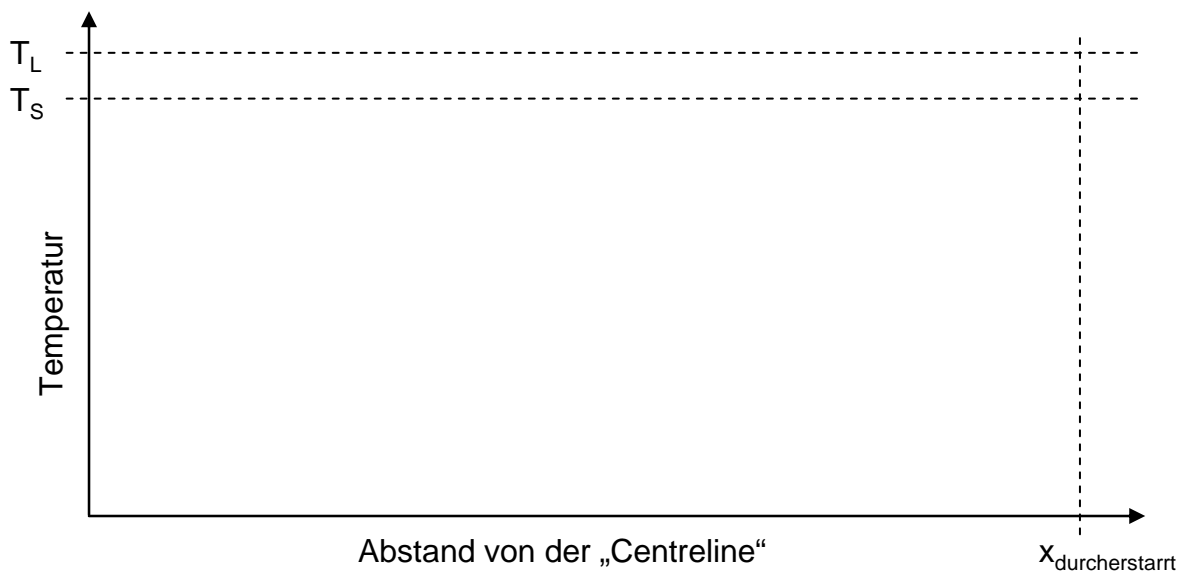
8 Punkte

a) Eine Brammenstranggießanlage hat die Dimensionen 1500 x 300 mm; die Erstarrungskonstante k beträgt $25 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-0,5}$ und die metallurgische Länge der Anlage liegt bei 27 m.

1) Berechnen Sie die Zeiten, zu denen die Strangschalendicke 20 mm (t_{20}), 90 mm (t_{90}) und 120 mm (t_{120}) beträgt.

2) Skizzieren Sie in dem unten dargestellten Diagramm qualitativ den Temperaturverlauf in der Bramme für t_0 , t_{20} , t_{90} und t_{120} .

3,5 Punkte



b) Was ist eine globulitische Ablagerung beim Stranggießen? Nennen Sie eine Möglichkeit zur Unterstützung der Entstehung einer globulitischen Ablagerung beim Stranggießens.

1,0 Punkte

c) Welche Probleme können bei der Erstarrung peritektischer Stähle im Strangguss auftreten und warum?

1,5 Punkte

d) Berechnen Sie die Wärmestromdichte in [MW/m²] in der Sekundärkühlung.

Gegeben:

$$T_{\text{Strang}} = 1200 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{Wasser}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$V_{\text{Wasser}} = 8 \text{ l/m}^2\cdot\text{min}$$

$$\alpha_{\text{Strang}} = 180 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$\alpha_{\text{Wasser}} = 182 \text{ V}_{\text{Wasser}}$$

2,0 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