



Klausur

Vertiefungsfach 1

Stahlmetallurgie

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

23.03.2009

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: | | | |

Klausur Vertiefungsfach 1 **Stahlmetallurgie**

Univ. Prof. Dr.-Ing. Dieter Senk

23.03.2009

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

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 Festbrennstoffs. 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?

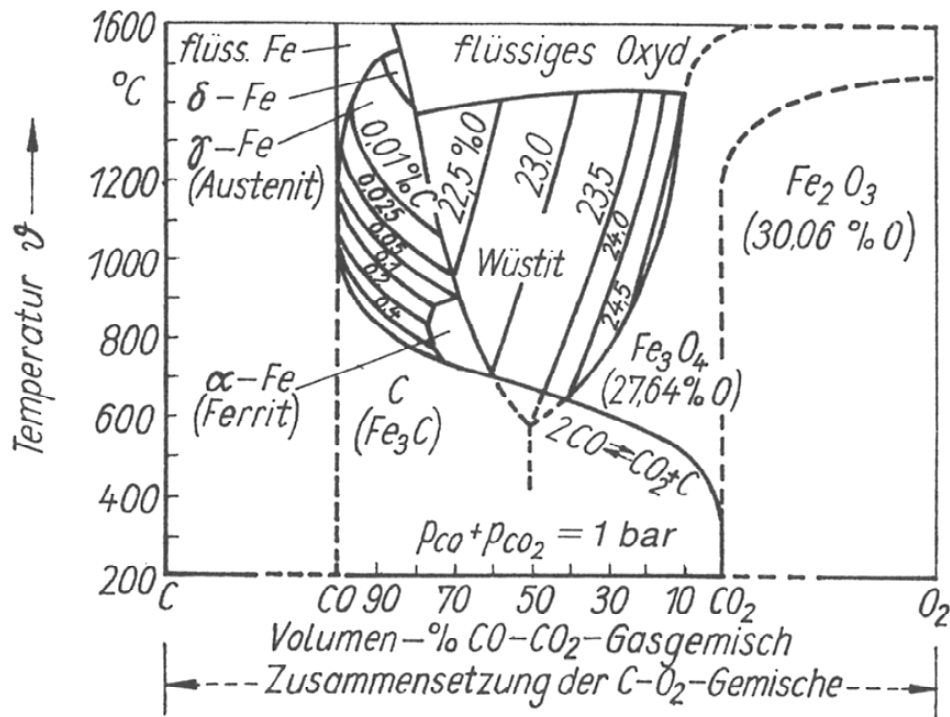
1,0 Punkte

3. Aufgabe: Hochofen

8 Punkte

- a) 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



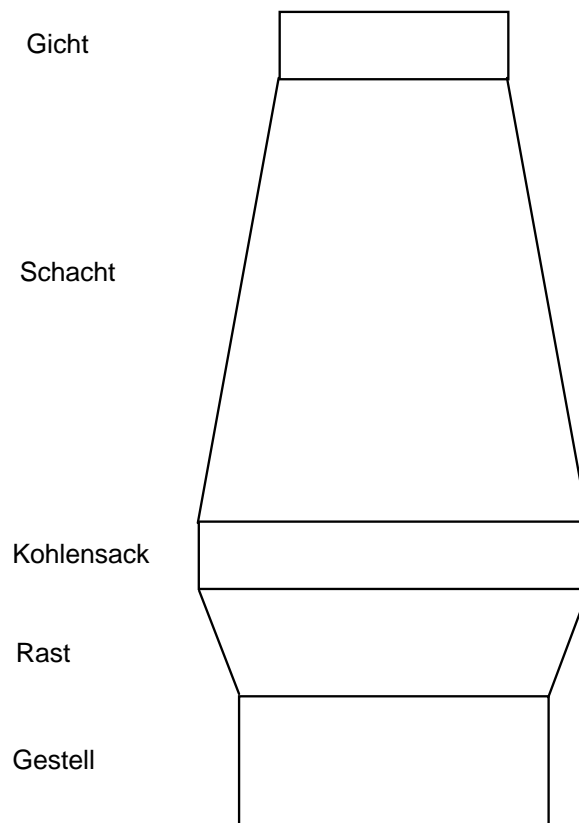
b) Schreiben Sie die chemischen Formeln der folgenden Reaktionen auf und nennen Sie die in der Metallurgie gebräuchlichen Bezeichnungen dieser Reaktionen!

1. Kontakt zwischen Koks und Heißwind
2. Kontakt zwischen Koks und dem primären Reaktionsgas
3. Kontakt zwischen Reduktionsgas, Eisenerz und Koks bei $T > 900^{\circ}\text{C}$
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?

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

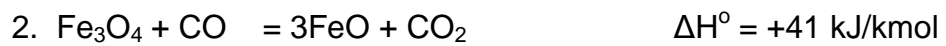
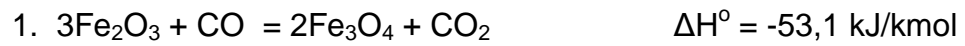
| Element | C | Si | Mn | Cr |
|------------------------|-----|------|------|-----|
| Konzentration [Gew.-%] | 1,0 | 0,25 | 0,35 | 1,5 |

Nutzen Sie dazu die folgende Tabelle der Wirkungsparameter von in flüssigem Eisen gelösten Elementen:

| Solute j | $e_H^{(j)}$ | < % j | $e_C^{(j)}$ | < % j | $e_N^{(j)}$ | < % j | $e_S^{(j)}$ | < % j | $e_O^{(j)}$ | < % 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 | / | / |

5,5 Punkte

b) Die Reduktion von Eisenoxid im Hochofen läuft über folgende Reaktionen ab:



Berechnen Sie ΔH°_{298} für die Reaktion



2,5 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) Skizzieren Sie das Midrex-Verfahren und benennen Sie die Ein- und Ausgangsstoffe. Beschreiben Sie anhand Ihrer Skizze stichwortartig die metallurgischen Vorgänge des Midrex-Verfahrens.

3,0 Punkte

- b) Skizzieren Sie das Corex-Verfahren und benennen Sie die Ein- und Ausgangsstoffe, sowie die Stoffströme zwischen den Anlagenteilen. Beschreiben Sie anhand Ihrer Skizze stichwortartig die metallurgischen Vorgänge des Corex-Verfahrens.

5,0 Punkte

7. Aufgabe: Elektrostahlerzeugung

8 Punkte

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

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

1,5 Punkte

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

1,5 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. Wasserstoffaktivität
- durchgeführt werden?

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) Welche hauptsächlichsten Erstarrungsstrukturen treten während der Erstarrung von Stahl beim Stranggießen auf?

1,0 Punkte

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

Gegeben:

$$T_{\text{Strang}} = 1200 \text{ °C}$$

$$T_{\text{Wasser}} = 20 \text{ °C}$$

$$\dot{V}_{\text{Wasser}} = 8 \text{ l/m}^2 \cdot \text{min}$$

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

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

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