

Klausur

Vertiefungsfach 1: Diplom

Eisen- und Stahlmetallurgie

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

15.09.2014

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 **Eisen- und Stahlmetallurgie**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Dieter Senk

15.09.2014

1. Aufgabe : Pelletieren und Sintern

8 Punkte

a) Nennen Sie sechs Bestandteile der Sintermischung!

3,0 Punkte

b) Was sind selbstreduzierende Pellets?

1,0 Punkte

c) Nennen Sie vier erforderliche Eigenschaften der fertigen Pellets für den Hochofen?

2,0 Punkte

d) Nennen Sie vier Einflußfaktoren auf den Sinterprozess und die Eigenschaften des Sinters?

2,0 Punkte

2. Aufgabe: Metallurgischer Koks

8 Punkte

a) Welchen Vorteil hat das Koksofenstampfsystem gegenüber dem Koksofenschüttsystem?

3,0 Punkte

b) Was wird unter der Bezeichnung „Löschen“ von Koks verstanden und wozu ist dies nötig?

2,0 Punkte

c) Welche Löschverfahren gibt es? Geben Sie eine kurze Beschreibung der jeweiligen Verfahren mit Vor- und Nachteilen im Vergleich.

2,0 Punkte

d) Nennen Sie zwei Möglichkeiten, den Koksverbrauch im Hochofen zu senken.

1,0 Punkte

3. Aufgabe: Hochofen und Schmelzreduktion

8 Punkte

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

- a. Kontakt zwischen Koks und Heißwind
- b. Kontakt zwischen Koks und dem primären Reaktionsgas
- c. Kontakt zwischen Reduktionsgas, Eisenerz und Koks
- d. Kontakt zwischen Reduktionsgas und Eisenerz

4,0 Punkte

b) Stellen Sie sich vor, Sie sind Prozessingenieur eines Hochofenwerkes. Aufgrund eines schwierigen konjunkturellen Umfeldes sind Sie gezwungen, die Schmelzleistung (t_{RE}/h) eines Hochofens zu verringern.

Nennen Sie vier Möglichkeiten die Schmelzleistung eines Hochofens zu reduzieren.

2,0 Punkte

c) Nennen Sie notwendige Einsatzstoffe (4 Nennungen) und alle Produkte des Hochofenprozesses.

2,0 Punkte

4. Aufgabe: Direkt- und Schmelzreduktion**8 Punkte**

a) Der Betreiber einer Midrexanlage hat 800 kg einer neuen Sorte Eisenerz zur Probe geliefert bekommen. Die chemische Analyse des Eisenerzes ist in der unten abgebildeten Tabelle aufgeführt. Berechnen Sie den theoretischen Minimalbedarf an Reduktionsgas in m³ (STP) für das gelieferte Eisenerz bei vollständiger Umsetzung. Das Reduktionsgas enthält 80 Vol.-% CO und H₂ sowie 20 Vol.-% N₂. Wieviel metallisches Eisen liegt nach einer vollständigen Reduktion vor?

Chemische Zusammensetzung des Eisenerzes in Gew.-%

| Fe ₂ O ₃ | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | P | S | Na ₂ O | K ₂ O | MnO | TiO ₂ | Andere |
|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------|------|------|------|-------------------|------------------|------|------------------|--------|
| 90,68 | 8,3 | 0,31 | 0,07 | 0,06 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,24 | 0,27 |

5,0 Punkte

b) Die Wirbelschichttechnologie bietet aufgrund ihrer Eigenschaften ideale Voraussetzungen für die Verarbeitung von feinkörnigen Materialien.

Nennen Sie vier Vorteile der Reduktion von Erzen in der Wirbelschicht.

2,0 Punkte

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

1,0 Punkte

5. Aufgabe: Elektrostahlerzeugung

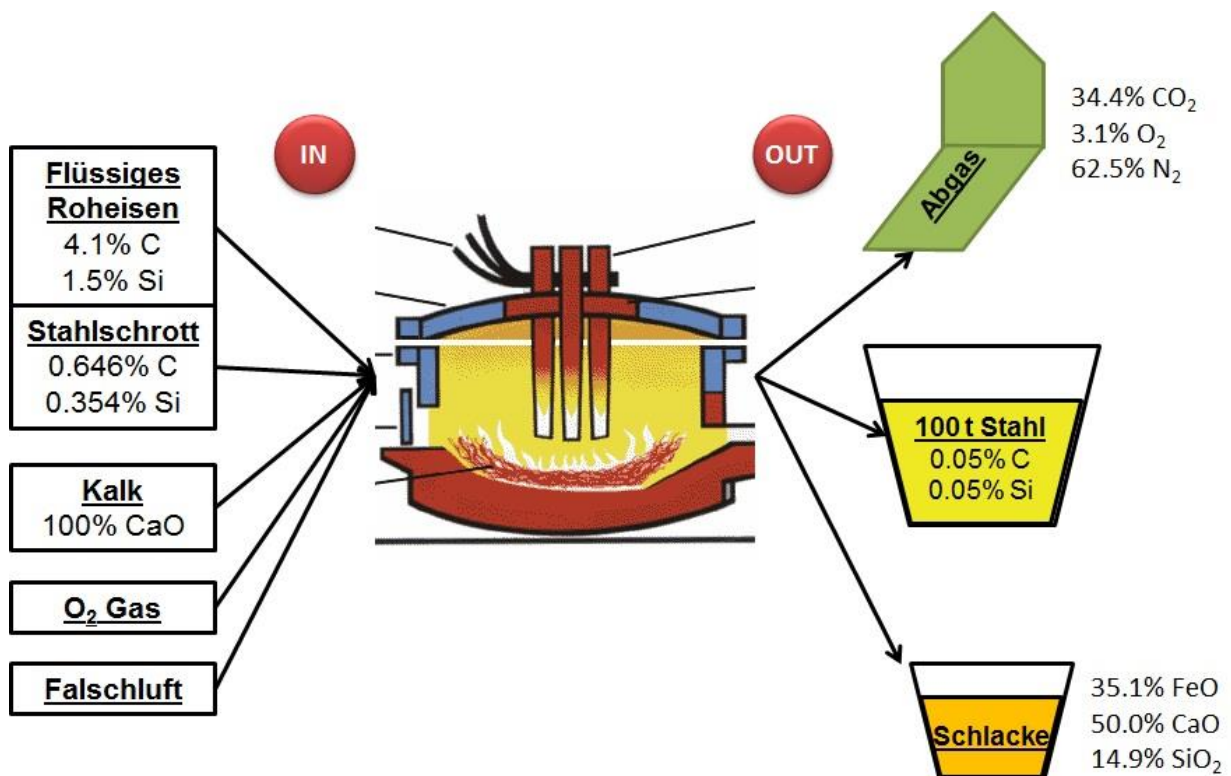
8 Punkte

- a) Ein neuer Elektrolichtbogenofen soll in Betrieb genommen werden. In einem ersten Testlauf sollen 100 t Stahl produziert werden. Dazu muss zunächst die Massenbilanz von Sauerstoff aufgestellt werden. Außerdem soll von der Luft und dem Abgas die Gewichts- bzw. Zusammensetzung in Prozent berechnet werden. Welche Masse Sauerstoff muss zusätzlich zur Falschluff noch eingeblasen werden?

4,0 Punkte

Folgende Daten sind schon bekannt:

- Es werden 10 t Falschluff eingeblasen
- Die Gesamtmasse der Schlacke beträgt 12 t
- Es werden 15 t Abgas produziert



Berücksichtigen Sie in Ihrer Rechnung die folgenden Annahmen:

- Der Kalk soll in der Massenbilanz des Sauerstoffs **nicht** berücksichtigt werden
- Die Schlacke besteht aus 35,1 vol% FeO und 14,9 vol% SiO_2
- Die Luft besteht aus 79 vol% Stickstoff und 21 vol% Sauerstoff
- Das Abgas besteht aus 34,4 vol% CO_2 , 3,1 vol% O_2 und 62,5 vol% N_2

Verwenden Sie für Ihre Rechnungen außerdem:

Molare Masse: $M_C = 12 \text{ g/mol}$, $M_N = 14 \text{ g/mol}$, $M_O = 16 \text{ g/mol}$, $M_{Si} = 28 \text{ g/mol}$,

$M_{Fe} = 56 \text{ g/mol}$

b) Die Komponenten der Schlacke im Elektrolichtbogenofen werden durch die Zuschläge, die Oxidationsprodukte oder die Gangart gebildet. Nennen Sie **vier** Komponenten, die normalerweise in der Schlacke erscheinen, und woher diese Komponenten kommen?

4,0 Punkte

6. Aufgabe: Thermodynamik

8 Punkte

a) Leiten Sie das Sieverts'sche Quadratwurzelgesetz für die Wasserstoffreaktion her.

2,0 Punkte

b) Die Wasserstoffentgasung in einem fiktiven Stahlwerk soll als Endgehalt $H_t = 1,5$ ppm erzielen. Die Vakuumpumpen realisieren einen Behandlungsdruck von 2 mbar. Wie lange ist die Vakuumbehandlung durchzuführen? Der Startgehalt H_0 beträgt 6 ppm und der Geschwindigkeitskoeffizient für die Wasserstoffentfernung für diese Anlage ist $0,17 \text{ min}^{-1}$. Die Temperatur der Schmelze sei konstant bei $1550 \text{ }^\circ\text{C}$.

Hinweis: $\log K = -(1900/T)+0,9201$

3,0 Punkte

c) Welche Prozesse laufen ab mit a) metallischem Eisen, b) Wüstit und c) Magnetit bei einer Temperatur von 1000°C in der folgenden Atmosphäre: 25%CO, 20%CO₂, 55%N₂? Kennzeichnen Sie auf dem Heugabel - Diagramm den Punkt, der der obengenannten Atmosphäre entspricht.

3,0 Punkte

7. Aufgabe: Konverter

8 Punkte

a) Warum wird Kalk im Konverter eingesetzt? Nennen Sie vier Gründe

2,0 Punkte

b) Welche metallurgische Aufgabe haben die im AOD-Konverterprozess eingesetzten Gase (mind. 3 Gase sollen betrachtet werden).

3,0 Punkte

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

3,0 Punkte

8. Aufgabe: Sekundärmetallurgie

8 Punkte

a) Benennen Sie die Einflüsse auf die Höhe des Sauerstoffgehaltes des Stahlbades am Ende der Stahlerzeugung. (4 Nennungen)

2,0 Punkte

b) Wie lassen sich Oxideinschlüsse nach dem Zeitpunkt ihrer Entstehung in verschiedene Gruppen einteilen? Nennen Sie die Zeitpunkte für die Entstehung jeder Gruppe.

4,0 Punkte

c) Welche negativen Einflüsse können oxidische Einflüsse auf den Stahl haben? (4 Nennungen)

2,0 Punkte

9. Aufgabe: Gießen und Erstarren

8 Punkte

a) Wie lautet das „Wurzel-t- Gesetz“?

Welche Vereinfachungen wurden bei der Herleitung vorgenommen?

Welche weiteren Einflüsse wurden vernachlässigt (mind. 2 Nennungen)?

3,0 Punkte

b) Wie ist die Erstarrungsgeschwindigkeit definiert? Nennen sie die wesentlichen Einflussgrößen!

2,5 Punkte

c) Welche Aufgaben hat das Gießpulver? (5 Nennungen)

2,5 Punkte

10. Aufgabe: Umweltschutz

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 drei Methoden zur Verwertung von Filterstäuben der Eisen- und Stahlindustrie.

1,5 Punkte

c) Die Senkung des spezifischen Energieverbrauchs ist auch eines der Ziele der Eisen- und Stahlindustrie. Nennen sie vier verschiedene Potentiale, um dieses Ziel zu erreichen.

2,0 Punkte

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

1,5 Punkte