



Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

Klausur

Vertiefungsfach 1

Stahlmetallurgie

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

27.08.2010

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				
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

27.08.2010

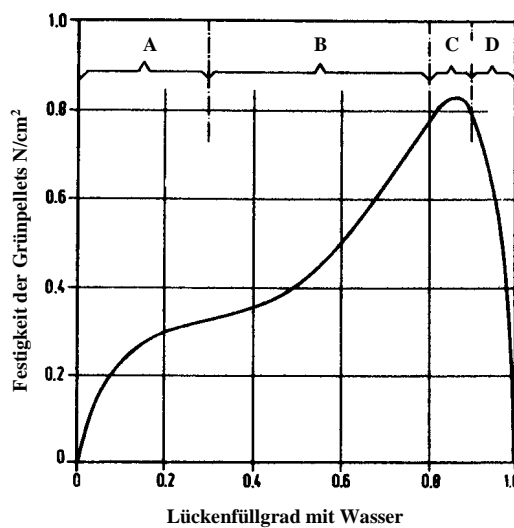
1. Aufgabe : Pelletieren und Sintern

8 Punkte

a) Was sind selbstreduzierende Pellets?

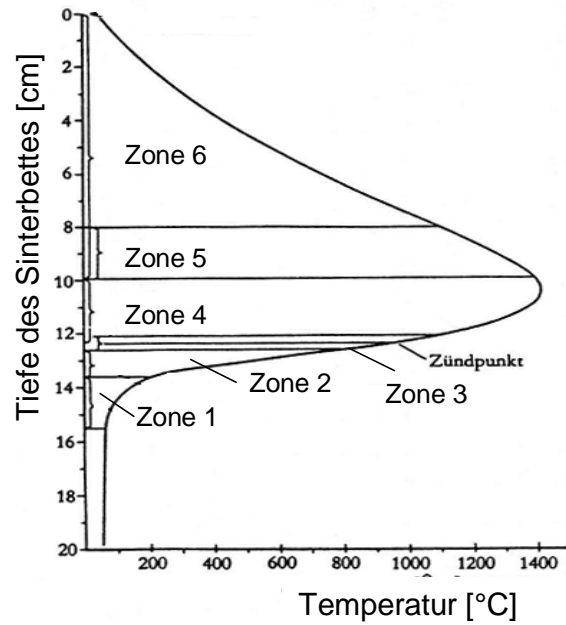
1,0 Punkte

b) Das unten dargestellte Bild stellt den Einfluss des Lückenfüllgrades mit Wasser auf die Festigkeit bei der Grünpelletherstellung dar. Erklären Sie den in vier charakteristische Zonen aufgeteilten Festigkeitsverlauf. **2,0 Punkte**



- c) Das unten dargestellte Bild stellt die Zonen während des Sintervorganges und den Temperaturverlauf über der Tiefe des Sinterbettes für den Zeitpunkt etwa 6 min. nach dem Zünden dar. Nennen Sie bitte den Namen von jeder Zone und mindestens vier chemische Reaktionen!

5,0 Punkte



2. Aufgabe: Metallurgischer Koks

8 Punkte

- a) Nennen Sie die Umwandlungszeit von Kohle zu Koks in der Kokskammer und die 5 Verkokungsstufen mit den entsprechenden Temperaturen. **2,5 Punkte**

- b) Welche Aufgaben erfüllt Koks im Hochofen?

2,5 Punkte

c) Nennen Sie mindestens zwei Kohlen mit verschiedenen Inkohlungsgraden.

1,0 Punkte

d) Geben Sie den durchschnittlichen Koksverbrauch im modernen Hochofen an.

1,0 Punkte

e) Nennen Sie die wesentlichen verwendbaren Produkte einer Kokerei?

1,0 Punkte

3. Aufgabe: Hochofen

8 Punkte

Im Hochofen erfolgen Oxidationsprozesse ausschließlich vor den Windformen in der Raceway, wo Koks und Ersatzreduktionsmittel mit dem Sauerstoff des Heißwindes verbrennen.

- a) Skizzieren Sie die Raceway und unterteilen Sie diese in zwei Zonen anhand der chemischen Reaktionen von C, O₂ und N₂! **1,5 Punkte**

- b) Berechnen Sie die Anteile von CO und N₂ in Volumenprozent im Reduktionsgas, das die Raceway verlässt! Setzen Sie voraus, dass nur Wind ohne Sauerstoffanreicherung eingesetzt wird. **3,0 Punkte**

- c) Berechnen Sie die Anteile von CO und N₂ in Volumenprozent im Reduktionsgas, das die Raceway verlässt! Setzen Sie voraus, dass der Wind mit Sauerstoff angereichert wurde, so dass das Verhältnis O₂/N₂ 50/50 beträgt.

2,5 Punkte

- d) Welche Auswirkung auf die Produktivität des Hochofens hat eine Sauerstoffanreicherung. Begründen Sie in Stichpunkten!

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?

2,5 Punkte

b) Leiten Sie das Sauerstoffpotential in allgemeiner Form, ausgehend von der chemischen Reaktion zwischen dem reinen Metall [Me] und Sauerstoff, her.

3,0 Punkte

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

2,5 Punkte

5. Aufgabe: Konverter**8 Punkte**

- a) Berechnen Sie die notwendige Masse an Kalk pro Tonne Roheisen, die zum Abbinden der Silizium- und Phosphoroxide notwendig ist. Gehen Sie von einem Entphosphorungsgrad von 80 % aus. Bitte geben Sie auch die Reaktionen an!

	Si	P	Ca	O ₂
Gew.-% im RE	0,8	0,15	X	X
M in g/mol	28	31	40	32

5,0 Punkte

- b) 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) 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 Bedarf an Reduktionsgas (STP) pro Tonne Eisenerz bei vollständiger Umsetzung. Das Reduktionsgas enthält 80 % CO und H₂ und 20 % 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	Mn	TiO ₂	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 ein Schmelzreduktionsverfahren der alternativen Stahlerzeugung, das die betriebliche Reife erlangt hat.

1. Welches metallurgische Verfahrensprinzip gewährleistet eine akzeptable Vorreduktion der Eisenträger?

0,5 Punkte

2. Welche Eisenträger 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 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.

3,0 Punkte

- c) Ziele der Sekundärmetallurgie sind 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) 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)

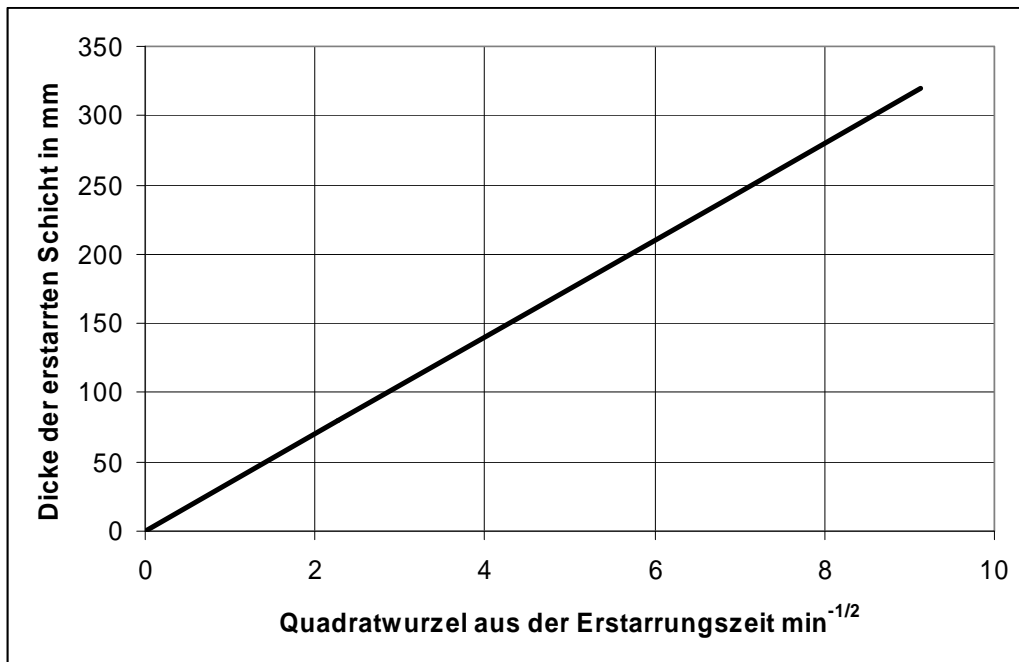
1. Was ist Mikroseigerung und wie entsteht sie?

1,0 Punkte

2. Was ist Makroseigerung und wie entsteht sie?

1,0 Punkte

- d) Eine Rundstranggießanlage hat einen Formatdurchmesser von 230 mm. Im Gießbetrieb wird der Strang mit einer Gießgeschwindigkeit von 3,0 m/min ausgefördert. Die aktive Kokillenlänge beträgt 800 mm.



- 1) Wie dick ist die erstarrte Randschicht am Kokillenausgang?
- 2) Wie groß ist die metallurgische Länge?

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 zwei unterschiedliche Filter für Abgas in der Eisen- und Stahlindustrie.

1,0 Punkte

- c) Nennen Sie mindestens fünf Begleit – meist unerwünschte – Elemente für einen niedriglegierten Stahl, die mit dem Schrott in den Stahlkreislauf gelangen können.

2,5 Punkte

- d) Nennen Sie mindestens drei Methoden zur Verwertung von Filterstäuben der Eisen- und Stahlindustrie.

1,5 Punkte