



Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

Klausur

Vertiefungsfach 1: Master

Eisen- und Stahlmetallurgie

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

31.03.2016

Nachname, Vorname:

Matrikel-Nr.:

Unterschrift:

Aufgabe	Punkte (max.)	Punkte	Unterschrift	Korrektur Datum	Gesamtpunkte (endgültig)
1	16				
2	16				
3	16				
4	16				
5	16				
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

31.03.2016

1. Aufgabe: Pelletieren und Sintern

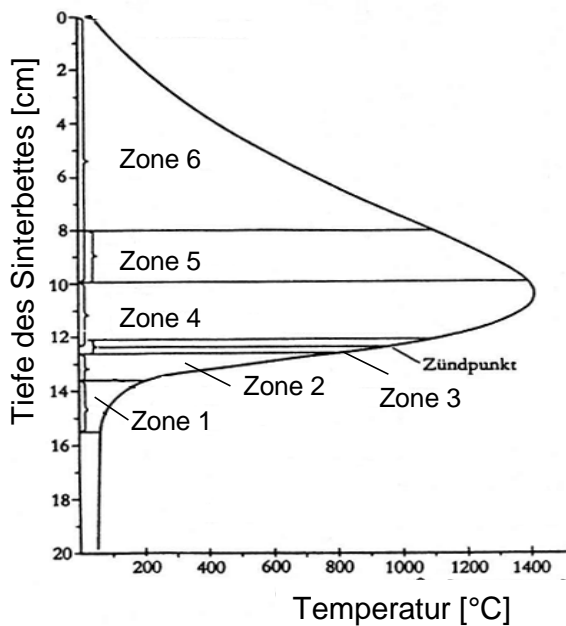
16 Punkte

a) Nennen Sie sechs Bestandteile der Sintermischung!

3,0 Punkte

b) Das unten dargestellte Bild stellt die Zonen während des Sintervorganges von Eisenerz und den Temperaturverlauf über der Tiefe des Sinterbettes für den Zeitpunkt etwa 6 Minuten nach dem Zünden dar. Bezeichnen Sie die eingezeichneten Zonen und benennen Sie vier chemische Reaktionen!

5,0 Punkte

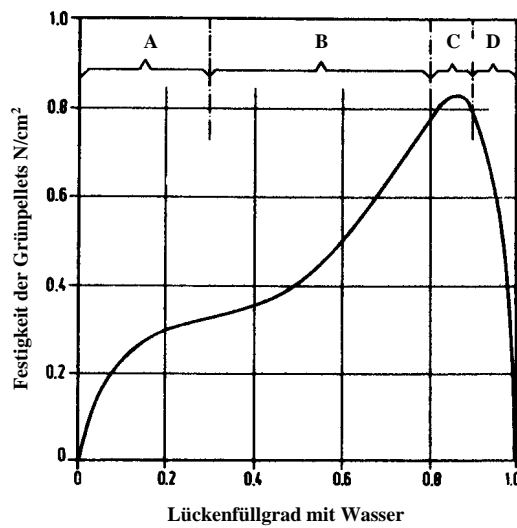


c) Warum wird Kalkstein der Sintermischung zugesetzt?

1,0 Punkte

d) Das unten dargestellte Bild stellt den Einfluss des Lückenfüllgrades mit Wasser auf die Festigkeit bei der Grünpellettherstellung dar. Erklären Sie den in vier charakteristische Zonen aufgeteilten Festigkeitsverlauf! (4 x 0,5P)

2,0 Punkte



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

3,0 Punkte

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

2,0 Punkte

2. Aufgabe: Metallurgischer Koks

16 Punkte

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

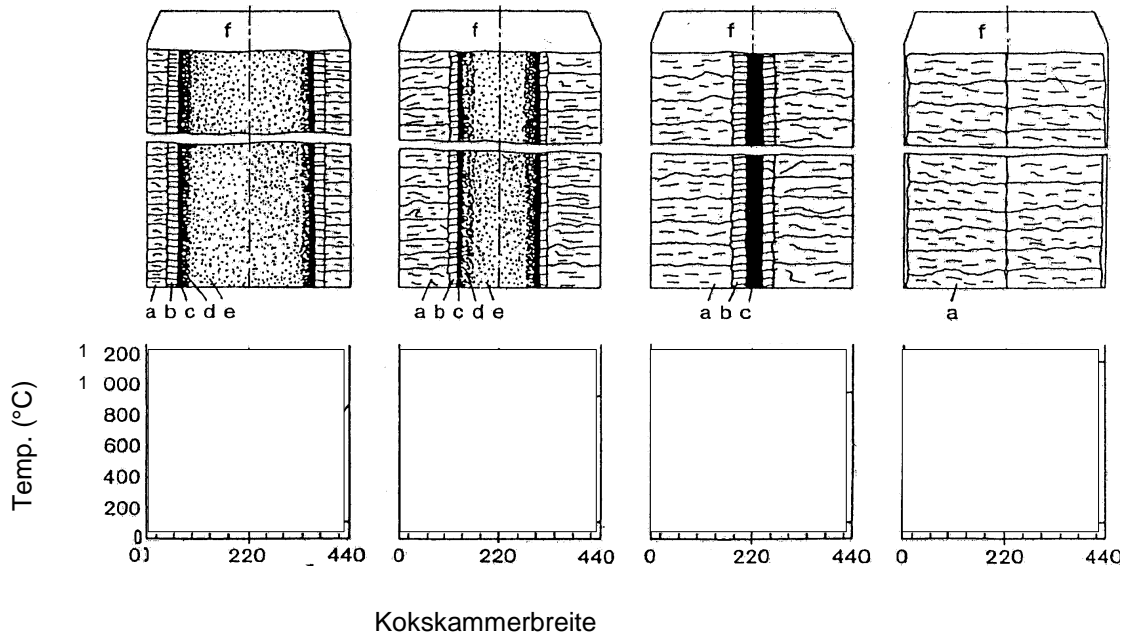
1,0 Punkte

- b) Welche Löschverfahren für Koks gibt es? Geben Sie eine kurze Beschreibung der jeweiligen Verfahren mit den verwendeten Löschmittel!

2,0 Punkte

c) Erklären Sie anhand des Kokskammer-Schaubildes die Hauptvorgänge in den Zonen a-e und skizzieren Sie die Temperaturverläufe. Beachten Sie dabei die korrekte Reihenfolge!

6,5 Punkte



d) Nennen Sie sechs Hauptbestandteile von Koksofengas!

3,0 Punkte

e) Welche Aufgaben erfüllt Koks im Hochofen? (5 Nennungen)

2,5 Punkte

f) 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 und Schmelzreduktion**16 Punkte**

- a) Von welchen Einflussgrößen hängt die Höhe der adiabatisch errechneten Temperatur vor den Blasformen ab? (vier Nennungen)

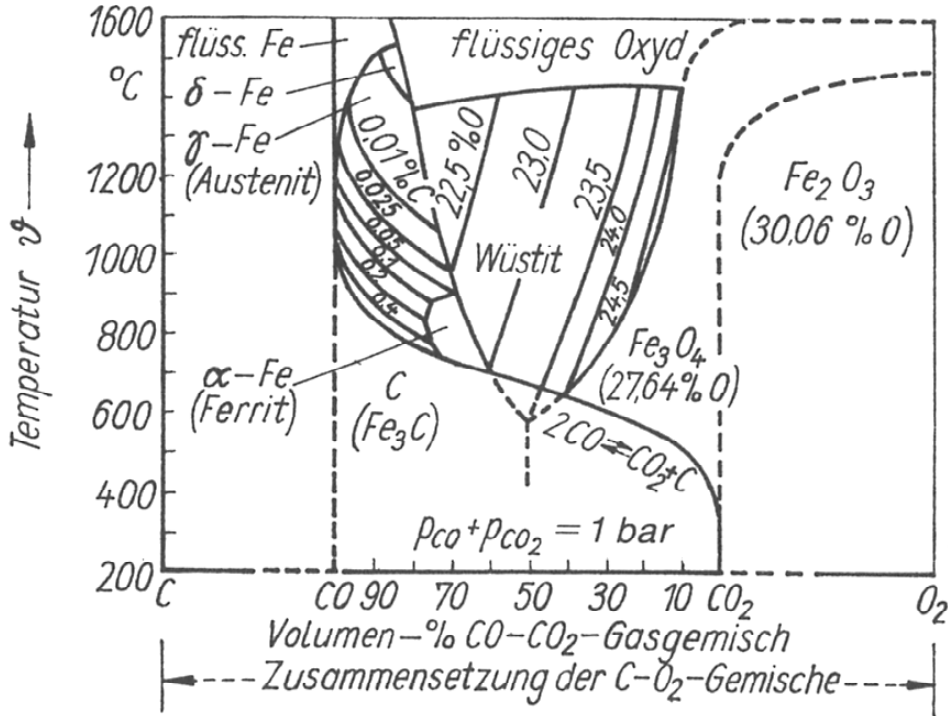
2,0 Punkte

- b) Der Betrieb des Hochofens mit Überdruck an der Gicht ist vorteilhaft. Nennen Sie zwei dieser Vorteile und begründen sie diese!

2,0 Punkte

- c) Berechnen Sie den Bedarf an {CO} in [mol] zur Reduktion von FeO bei 900°C, wenn 120 g Fe entstehen. Nutzen Sie dazu das in der folgenden Abbildung dargestellte Baur-Glässner-Diagramm!

3,5 Punkte

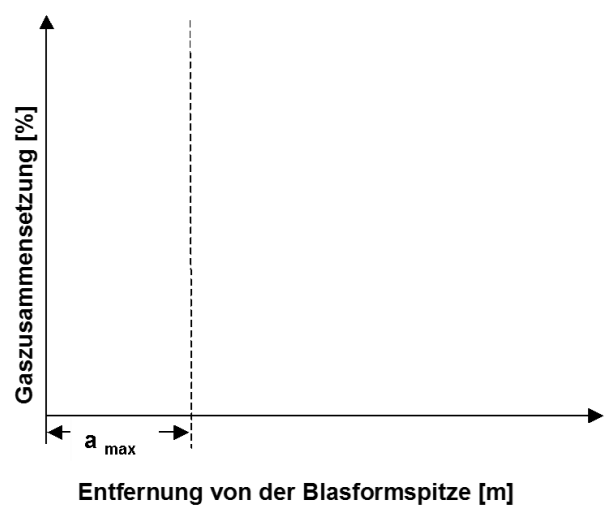
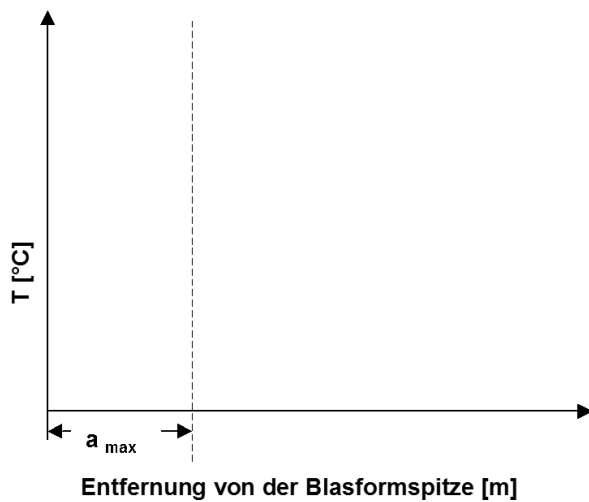


d) Nennen Sie drei unterschiedliche Arten von Eisenoxiden und geben Sie die chemischen Formeln dazu an!

1,5 Punkte

e) Zeichnen Sie in die beigefügten Koordinatensysteme jeweils den Verlauf der Temperatur und die entsprechende Gaszusammensetzung vor den Blasformen ein und tragen Sie die charakteristischen Temperaturen ein!

4,0 Punkte



- f) Nennen Sie die Reaktionsgleichung für die Roheisenentschwefelung mit Magnesium. Welche Besonderheit gibt es bei dieser Möglichkeit der Entschwefelung zu beachten? Wie wird dies in der Stahlwerkspraxis genutzt?

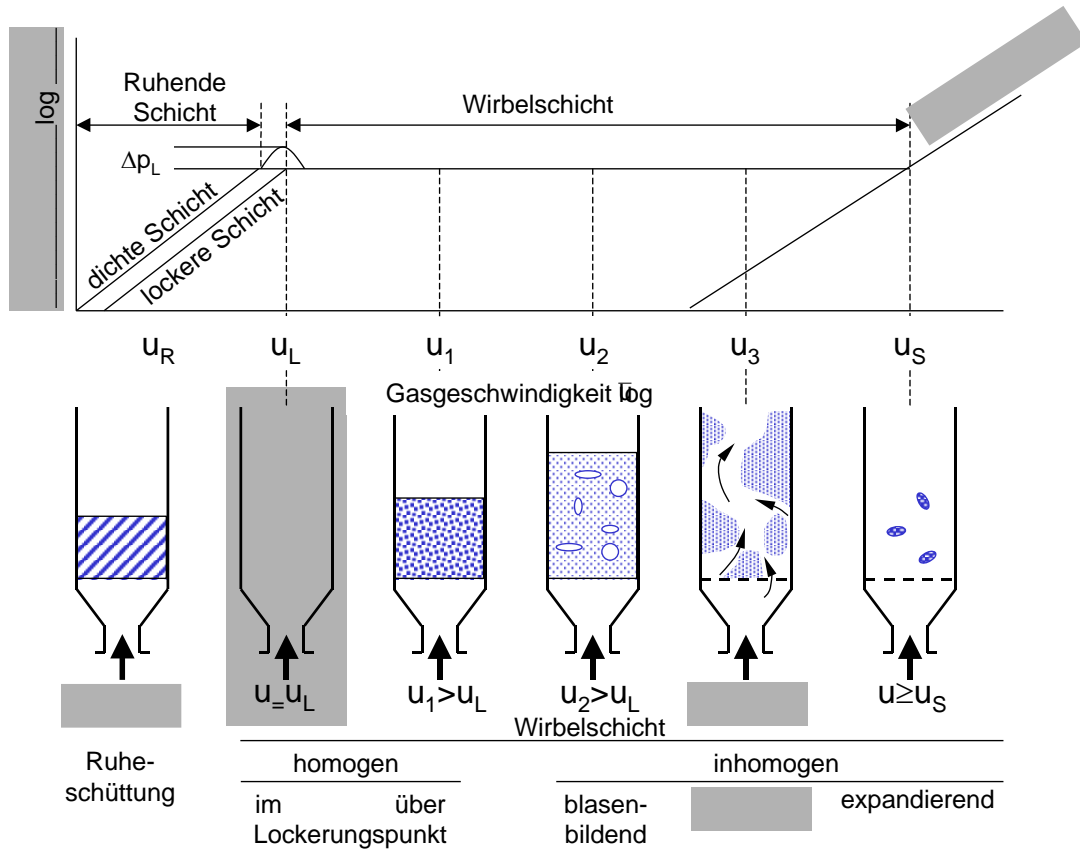
3,0 Punkte

4. Aufgabe: Direkt- und Schmelzreduktion

16 Punkte

a) Vervollständigen Sie die untenstehende Abbildung an den grau unterlegten Flächen durch geeignete Ergänzungen!

3,0 Punkte



b) Nennen Sie fünf wesentliche metallurgische und verfahrenstechnische Grundlagen des Midrex-Verfahrens!

2,5 Punkte

- c) 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

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

Nennen Sie fünf Vorteile der Reduktion von Erzen in der Wirbelschicht!

2,5 Punkte

- e) Welche der aufgeführten Gase wirken reduzierend und welche oxidierend?

2,0 Punkte

H₂

CO₂

CO

H₂O

- f) Wie wird das Reduktionsgas im Midrexprozess erzeugt?

1,0 Punkte

5. Aufgabe: Elektrostahlerzeugung**16 Punkte**

a) Nennen Sie sechs technische Neuerungen, die zur Entwicklung von UHP-Elektrolichtbogenöfen geführt haben und charakterisieren Sie UHP Öfen hinsichtlich Verbrauch an elektrischer Energie, Abstichfolgezeiten und Abstichgewicht!

3,0 Punkte

b) Nennen Sie sechs **Hauptschritte** eines Abstichs zum Abstich Zyklus (Tap-to-Tap Zyklus) vom Elektrolichtbogenofen? Nehmen Sie an, dass der Ofen nur mit einem Korb eingeladen werden muss!

3,0 Punkte

- c) 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

- d) 100 Tonnen Schrott werden in einem Elektrolichtbogenofen mit der Leistung 120 MW erschmolzen. Der Energiewirkungsgrad während des Einschmelzvorgangs beträgt 70%. Wie lange dauert es bis 100 Tonnen Schrott komplett eingeschmolzen sind? (Der Energieverbrauch zum Einschmelzen pro Tonne Schrott ist 375 kWh).

1,0 Punkte

e) Warum ist die Endschlacke im Elektrolichtbogenofen meist basisch? (2 Nennungen)

1,0 Punkte

f) Nennen Sie Gründe für einen künftigen Anstieg des Elektrostahlanteils an der Gesamtstahlerzeugung (4 Nennungen)!

2,0 Punkte

g) Welche Energieformen werden im Elektrolichtbogenofen eingesetzt?

2,0 Punkte