



Klausur

Vertiefungsfach 2: Master

Eisen- und Stahlmetallurgie

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

14.09.2015

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 2 Eisen- und Stahlmetallurgie

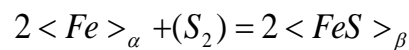
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Dieter Senk

14.09.2015

1. Aufgabe : Thermodynamik

16 Punkte

a) Berechnen Sie die Gleichgewichtstemperatur für die Reaktion



wenn der Gleichgewichtspartialdruck des Schwefels den Wert $p_{s_2} = 10^{-10}$ annimmt. Gegeben:

$$R = 8,3143 \text{ J / mol K}$$

$$\Delta G^0 = (-300495 + 105,10T) \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

5,0 Punkte

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



Berechnen Sie ΔH°_{298} für die Reaktion



3,0 Punkte

c) Nennen Sie 4 ideale thermodynamische Prozesse und die Bedingungen unter denen sie ablaufen.

2,0 Punkte

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

3,0 Punkte

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

Element	C	Si	Mn	Cr
Konzentration [Gew.-%]	0,8	0,35	0,4	1,4

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

2. Aufgabe: Konverter

16 Punkte

- a) Berechnen Sie, welche Menge (in kg) an Sauerstoff pro Tonne Roheisen zur Entkohlung von 4,20 % auf 0,1 % C erforderlich ist.

3,0 Punkte

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

3,0 Punkte

- c) Beim Betrieb eines Sauerstoffblaskonverters kommt es in verschiedenen Zonen des Konverters zu voreilendem Verschleiß des feuerfesten Materials. Zeichnen Sie schematisch einen Konverter und kennzeichnen Sie darin die Zonen des voreilenden Verschleißes ein. (7 Markierungen)

3,5 Punkte

- d) Nennen Sie 6 der im Konverter hauptsächlich stattfindenden chemischen Reaktionen mit Beachtung der Zustände!

3,0 Punkte

e) Benennen und skizzieren Sie drei Schlackerückhaltesysteme im Konverter!

1,5 Punkte

f) Warum ist für eine gute Entphosphorung ein hoher Gehalt an (FeO) in der Schlacke erforderlich? Bitte präzise und ausführlich beantworten!

1,0 Punkte

g) Die Abstichtemperatur wird im geplanten Frischvorgang nicht erreicht. Welche Möglichkeiten bestehen, um die Abstichtemperatur doch noch zu treffen?

1,0 Punkte

3. Aufgabe: Sekundärmetallurgie

16 Punkte

a) Nennen Sie 4 Einschlussarten, die im Reinheitsgrad untersucht werden.

2,0 Punkte

b) Nennen Sie drei Mechanismen, wie Teilchen in der Schmelze wachsen und erläutern Sie diese kurz.

3,0 Punkte

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

2,0 Punkte


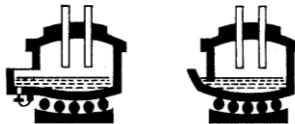



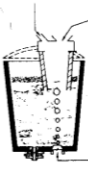
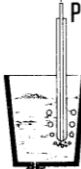



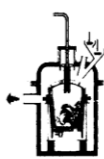

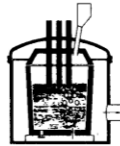
- d) Die Verfahren zur Entgasung von Stahlschmelzen unter Vakuum lassen sich in drei Gruppen unterteilen. Nennen sie die drei Verfahrensgruppen!

1,5 Punkte

- e) Zeichnen Sie qualitativ das Richardson-Jeffes-Diagramm, benennen Sie die Achsen und zeichnen Sie die Potentialgeraden von Fe (II) Eisen, Mn, Si und Al mit den jeweiligen Reaktionen ein (qualitativ)!

5,0 Punkte

f) Tragen Sie in die Tabelle die Grundoperationen der Sekundärmetallurgie ein!

	 
	<p>Gaseinblasen</p>  Bodenspülstein  Lanze <p>Elektromagnetisch</p>  Spule
	<p>Legierungselemente</p>  Gas  Pulver/Gas  Draht <p>Gas</p>
	 Pfannenentgasung  RH/DH  VOD
	<p>Pfannenofen</p>   VAD

2,5 Punkte

4. Aufgabe: Gießen und Erstarren

16 Punkte

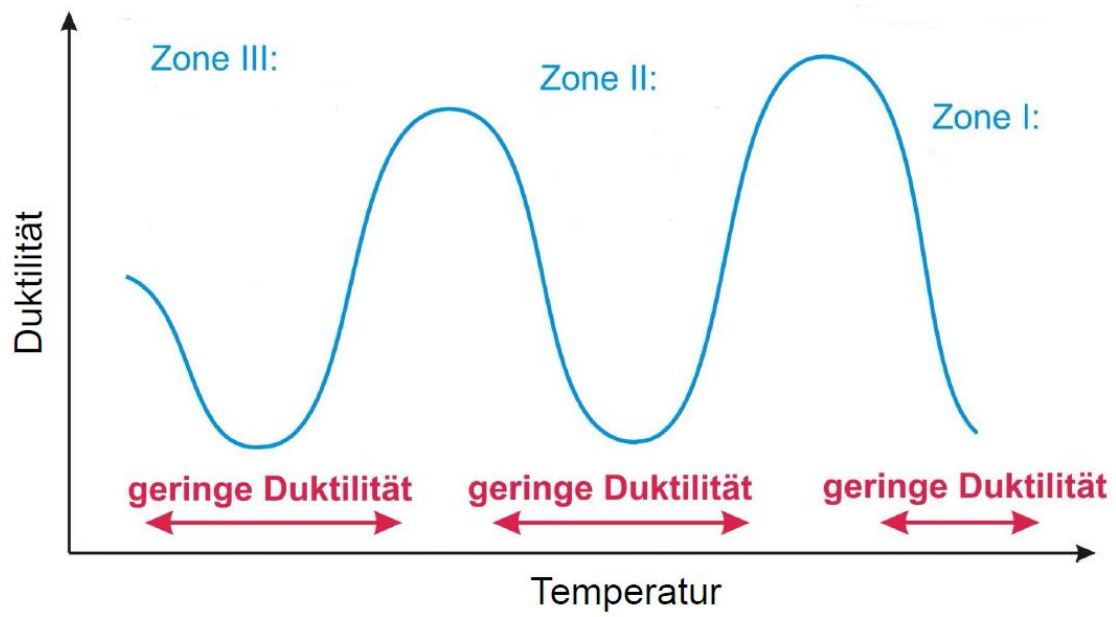
- a) Um den Duktilitätsverlauf von Stählen zu bestimmen, kann ein (Trebel-) Heißzugversuch durchgeführt werden. Aus diesem Test werden unter anderem Informationen über die Nullzähigkeitstemperatur (NZT) und die Nullfestigkeitstemperatur (NFT) erhalten.

Definieren Sie diese beiden Temperaturen (NZT und NFT).

2,0 Punkte

b) Beschreiben Sie, warum es in den Zonen I- III zu einem Abfall der Duktilität kommt?

2,0 Punkte



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

2,5 Punkte

d) Nennen Sie 3 Möglichkeiten, um die Bildung von Makroseigerungen einzuschränken. Geben Sie eine kurze Erklärung zu dem jeweiligen Verfahren.

3,0 Punkte

- e) Nennen Sie die Parameter, die einen Einfluss auf das vergossene Gut während des Stranggießprozesses nehmen können. (6 Nennungen)

3,0 Punkte

- f) Zeigen Sie in einer Skizze der primären Kühlzone alle Wärmeübergangsschichten und zeichnen Sie gleichzeitig in Ihre schematische Zeichnung die korrespondierende Temperaturverteilung in der jeweiligen Schichten ein.

3,5 Punkte

5. Aufgabe: Schlacken & Umweltschutz

16 Punkte

a) Schlackenwirtschaft:

Nennen Sie jeweils drei Arten der Abkühlung von Schlacke einschließlich des verwendeten Kühlmediums und drei Arten der Aufbereitung von Schlacken einschließlich des verwendeten Aggregates.

3,0 Punkte

b) Vervollständigen Sie folgende Tabelle!

Ausgangsschlacke	Abkühlung	Struktur	Bezeichnung
Hochofenschlacke		Kristallines Gefüge	
Hochofenschlacke			Hüttensand

2,0 Punkte

c) Nennen Sie vier Methoden für die Verringerung des spezifischen Energiebedarfs in der Eisen- und Stahlindustrie.

2,0 Punkte

d) Nennen Sie fünf Verwertungswege für Stahlwerksschlacken.

2,5 Punkte

e) Nennen Sie eine der Definitionen des Sustainable Developments.

1,0 Punkte

- f) Nennen Sie drei unterschiedliche Schrottsorten und geben Sie für jede eine kurze Definition oder Beschreibung an.

3,0 Punkte

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

1,5 Punkte