

Klausur

Vertiefungsfach 2: Master

Eisen- und Stahlmetallurgie

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

19.08.2014

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

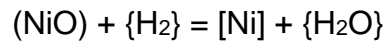
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Dieter Senk

19.08.2014

1. Aufgabe : Thermodynamik

16 Punkte

a) Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante bei 750°C für die Reaktion:



Gegeben:

1. $[\text{Ni}] + \frac{1}{2}\{\text{O}_2\} = (\text{NiO}) \quad \Delta G^\circ = -244555 + 98,53 \cdot T \text{ [J/mol]}$

2. $\{\text{H}_2\} + \frac{1}{2}\{\text{O}_2\} = \{\text{H}_2\text{O}\} \quad \Delta G^\circ = -246438 + 54,81 \cdot T \text{ [J/mol]}$

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

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

3,0 Punkte

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

2,0 Punkte

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

3,0 Punkte

Element	C	Si	Mn	Cr
Konzentration [Gew.-%]	0,9	0,25	0,35	1,5

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

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	/	/

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) 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

- c) 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

- d) Die Blasstahlverfahren lassen sich in drei Hauptprozeßvarianten unterteilen. Nennen Sie diese Verfahren mit jeweils einem Beispiel.

3,0 Punkte

- e) Der Abbrand des Kohlenstoffes im Konverter kann in 3 Teile, der Anfangs-, der Haupt- und der Endphase unterteilt werden.
Beschreiben Sie kurz was je in den drei Phasen geschieht!

3,0 Punkte

3. Aufgabe: Sekundärmetallurgie

16 Punkte

- a) Skizzieren (1,5 Punkte) und erläutern Sie den Aufbau des Funkenstandes eines Funkenspektrometers (2,0 Punkte).

3,5 Punkte

- b) Nennen Sie 3 Verfahren zur Detektion von Einschlüssen im Stahl.

1,5 Punkte

c) Nennen Sie drei Möglichkeiten und das zugrunde liegende Prinzip zur Sauerstoffentfernung.

3,0 Punkte

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

3,0 Punkte

e) Geben Sie die Teilschritte der Fällungsdesoxidation an.

2,0 Punkte

f) Nennen und beschreiben Sie die zwei prinzipiellen Verfahren zur Beheizung von Stahlschmelzen und die entsprechenden Vor- und Nachteile.

3,0 Punkte

4. Aufgabe: Gießen und Erstarren

16 Punkte

- a) Bei der Behandlung einer Stahlschmelze in einer Vakuumanlage beträgt der Wasserstoffgehalt des Stahles 10ppm. Im Anschluss an die Vakuumbehandlung wird die Pfanne an die Stranggießanlage überstellt und dort vergossen. Dabei gehen 5ppm Wasserstoff beim Erstarren des Stahles in die Gasphase über. Die Gießrate der Stranggussanlage beträgt 2,2t/min. bei einer Gießgeschwindigkeit von 1m/min. Wieviel Wasserstoff wird bei obiger Annahme in l/min. frei?

3,0 Punkte

Hinweis: molare Masse von Wasserstoff: $M_H = 1,0079\text{g/mol}$

molares Volumen eines idealen Gases: $V_M = 22,41383\text{ l/mol}$

Tip: Bedenken Sie, in welcher Form Wasserstoff in einer Schmelze und in der Gasphase vorliegt!

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

3,0 Punkte

- c) Definieren Sie den Begriff „Erstarrung“ und erklären Sie die Erstarrungsvorgänge Keimbildung und Volumenkontraktion und Entmischung! **4,0 Punkte**

- d) Nennen Sie die wesentlichen Aggregate einer Stranggießanlage! (4 Nennungen) **2,0 Punkte**

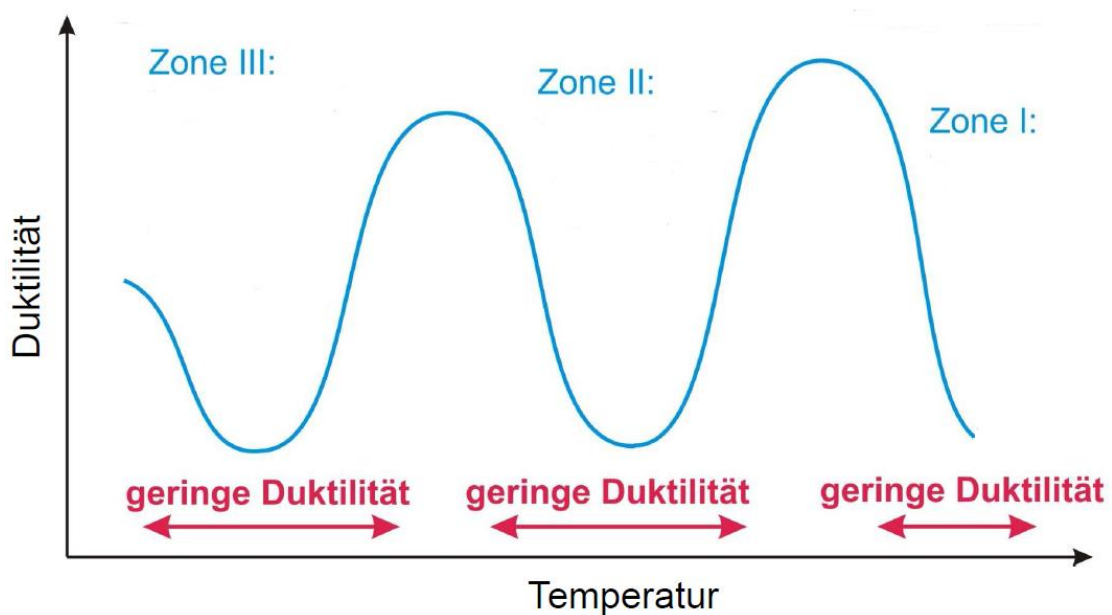
- e) Um den Duktilitätsverlauf von Stählen zu bestimmen, kann ein (Trebel-) Heißzugversuch durchgeführt werden. Aus diesem Test werden unter anderem Informationen über die Nullzähigkeitstemperatur (NZT) und die Nullfestigkeitstemperatur (NFT) erhalten.

Definieren Sie diese beiden Temperaturen (NZT und NFT).

2,0 Punkte

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

2,0 Punkte



5. Aufgabe: 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!

2,0 Punkte

Ausgangsschlacke	Abkühlung	Struktur	Bezeichnung
Hochofenschlacke		Kristallines Gefüge	
Hochofenschlacke			Hüttensand

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

2,0 Punkte

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

3,0 Punkte

e) Unter welchen Umständen muss Schlacke deponiert werden?

1,0 Punkte

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

1,5 Punkte

g) Nennen Sie drei Verwertungswege für Stahlwerksschlacken.

1,5 Punkte

h) Nennen Sie zwei unterschiedliche Filter für Abgas in der Eisen- und Stahlindustrie.

1,0 Punkte

i) Nennen Sie eine der Definitionen des Sustainable Developments.

1,0 Punkte