**Metalle Diplomprüfung**

**Datum: 15.03.2011**

**Note: 1,7 - Dauer: ca. 30 min.**

**Prüfer: Mittemeijer, Schacherl**

**Mittemeijer**

*Mittemeijer hat gesagt ich darf mir ein Thema aussuchen, mit welchem wir anfangen.*

I: Ich würde gerne mit Diffusion anfangen.

M: Ok. Welche Diffusionsmechanismen kennen Sie?

I: Diffusion über Leerstellenmechanismus. *Habe erzählt, dass es Leerstellen auf Atomplätzen gibt, und dass diese in der Lage sind zu einem benachbarten Atom zu springen, bzw. dass das benachbarte Atom in die Leerstelle springen kann.*

M: Ok wir reden jetzt also über subst. Diffusion. Wann kommt es denn zu einem solchen Sprung?

I: Wenn die Aktivierungsenergie für den Sprung groß genug ist.

M: Ok und was ist die Aktivierungsenergie?

I: Nun ja, die AE setzt sich ja bei der subst. Diffusion aus der Bildungsenthalpie und der Migrationsenthalpie zusammen. Undzwar additiv.

M: Richtig und warum setzt sie sich denn additiv zusammen?

I: *da dachte ich mir nur Hmm…gute Frage.*

…Weil beide Energien aufgebracht werden müssen, damit tatsächlich ein Sprung erfolgt.

M: Ja aber warum setzten sie sich additiv zusammen?

I: … hmm…Ich versuche dass mal so zu erklären: Wenn ich mir ein interstitielles Atom vorstelle, dann hat das ja in der Regel nur potentielle Sprungnachbarn. Und Dort muss ja auch die AE zum springen aufgebracht werden, aber nicht die für die Leerstellenbildung. Und wenn die Leerstelle zusätzlich noch gebildet werden muss, kommt eben die AE für die Bildung dazu. Also additiv.

M: Das können sie so nicht erklären.

I: ….

M: Von was für Faktoren hängt denn ein Sprung ab?

I: Also atomistisch gesehen, z.B. von der Sprungfrequenz.

M: Genau, und von was noch? Schreiben Sie doch mal die Sprungfrequenz auf.

I: Gamma= v\*z\*Pv\*Pmigr *erkläre die einzelnen Größen, und schreibe zusätzlich* Pv=cv\*exp(-Q/RT)

Mit der AE Q für die Bildung.

M: Ja und in Pmigr. steckt auch ein ähnlicher Exponentialterm.

I: Ah. Da sich die e-Funktionen multiplizieren, addieren sich Exponenten.

M: Genau! *Dann hat M ganz allgemein über Mikrostruktur und deren Zusammenhang mit Materialien geredet. Dass die Mikrostruktur z.B. sehr wichtig ist und einen sehr großen Einfluss auf Materialien hat.*

Fällt Ihnen ein Beispiel dazu ein? Ich habe kein Beispiel in meiner Vorlesung gebracht, aber können Sie mir ein Beispiel dafür geben?

I: Ja zum Beispiel bei dünnen Schichten. Da fällt mir spontan die Oxidation von Aluminium ein. Wir hatten ein Beispiel in einer Vorlesung, bei dem sich eine Oxidschicht auf Aluminium gebildet hat, die unterhalb einer kritischen Dicke amorph und oberhalb Dieser kristallin war.

M: Ja?

I: *habe erzählt, dass man in diesem Beispiel von einer rein thermodynamischen Betrachtung ausgehen kann, bei der man die Energieterme für die Grenzflächen(Oxid-Substrat und Oxid-Oberfläche) und das Bulkmaterial betrachten muss. Habe erklärt warum sich ab einer bestimmten Dicke eine kristalline Schicht bildet: Grenzflächenterme und Bulkterm konkurrieren, wobei die GF-energie beim Übergang steigt, sich aber die Bulkenergie erniedrigt und der Bulkanteil, dem der GF überwiegt.*

M: *nickt.* Sie haben von der Thermodynamik gesprochen. In der TD spielt delta G, also die Triebkraft eine wesentliche Rolle. Können sie mir sagen was die Triebkraft ist?

I: Nun ja, ein System kann seine Energie minimieren, wenn es einen energetisch günstigeren Zustand erreichen kann. Die AE muss natürlich aufgebracht werden, um dies zu realisieren.

M: Ja, das stimmt zwar, aber was ist delta G?

I: *habe nochmals ungefähr das Gleiche gesagt, weil ich nicht wusste was er will.*

M: schreiben Sie mal auf: delta G = Ga-Gb.

I: Achso, Anfangszustand minus Endzustand.

M: Da die Triebkraft als positiv definiert ist. Also minus delta G für Energiebetrachtung. *Diese Antwort nochmals überprüfen bitte.*

*M. hat dann nochmals was von der freien Enthalpie erzählt, und das man einem System Energie entziehen kann und sie in mechanische Arbeit umwandeln kann. Er hat mich gefragt ob es dafür Randbedingungen gibt, und welche?*

I: Ja der Vorgang muss isotherm und isobar sein.

M: Genau so ist es!

**Schacherl**

S: Ok, wir hatten es ja gerade von der AE. Kennen sie einen Prozess bei dem eine Phasenumwandlung stattfindet, die keine AE braucht?

I: Ja, z.B. Spinodale Entmischung. Durch Konzentrationsfluktuationen wird die Entmischung verstärkt.

S: Ok, können Sie mir das noch genauer erklären?

*habe dann brutal ausgeholt und angefangen die Annahmen für das reguläre LM zu erläutern, wurde aber gleich unterbrochen, und sollte mich nur auf die Spinodale beschränken.*

I: ganzes Prozedere: entsprechendes *Phasendiagramm gemalt, Isotherme eingezeichnet, G-Kurve mit Doppeltangente, Annahmen für DT erklärt, Punkt auf G-Kurve zw. Wendepunkten mit Abweichungen der Konzentration gemalt, Sekante, Pfeil senkrecht nach unten von Punkt auf Sekante (Das ist die Energieminimierung), Def. von Gl.gew. über chemische Potentiale, …*

S: Ok, gut. Können Sie mir sagen wie man die Ermüdungsfestigkeit eines Bauteiles steigern kann?

I: Ja, z.B. durch Nitrieren. Man baut dazu Stickstoffatome in die Oberfläche ein.

S: Hmm… Ja das ist eine Möglichkeit, aber wie kann ich denn allg. die Erm.festigk. steigern?

I: In dem man Druckspannungen in der Oberfläche erzeugt, z.B. durch das Nitrieren. Die N Atome gehen auf OL und verzerren lokal das Gitter.

S: Ok, und wie kommt es aber zu einer makroskopischen Druckspannung.

I: Durch Wachstums- und thermische Spannungen, da in der Regel das Bauteil bei einer tieferen Temperatur als der Nitriertemperatur belastet wird.

S: Ja das stimmt, aber Warum gibt es Druckspannungen.

I: Weil sich das Gitter gerne ausdehnen möchte, es aber durch das Substrat (zumindest teilweise) daran gehindert wird.

**Fazit**

Die Atmosphäre war gut. Ich hatte mit der Fragestellung von M. und S. überhaupt keine Probleme (hatte mit kompliziert gestellten Fragen gerechnet: siehe manch andere Protokolle). Bei der Oxidation von Aluminium hab ich gepunktet, wobei ich bei der AE und bei delta G etwas versagt hab.

M. legt, wie auch alle anderen Protokolle sagen, viel Wert auf Verständnis. S. hat einfache Fragen gestellt, wobei oft mehrere Antworten möglich waren, was natürlich die Wahrscheinlichkeit auf einen Treffer bei de ersten Antwort minimiert hat.

Lernen: zusätzlich zu den Unterlagen hab ich viel im Gottstein und hin und wieder Etwas im Porter Easterling gelesen. Sich gegenseitig mündlich auszufragen bringt meiner Meinung nach auch viel!