

# Diplom Werkstoffphysik

Note : 1,3

Datum: 25.07.2011

Prüfer: Strunk

Dauer: 60 min

**Dies ist ein Protokoll, indem die Sachen etwas erklärt werden, auf die er hinauswollte. Oft wusste ich nicht auf was er hinaus will, aber habe trotzdem immer etwas geantwortet, wo ich dachte „darauf will er hinaus“, und auch, damit ich nicht nichtssagend da hocke.**

S: Wir wollen uns ja heute mit 2 Gebieten beschäftigen, den mechanischen und den elektronischen Eigenschaften. Welches dieser Themen fanden sie interessanter? wobei man sagen muss, dass ja keines dieser Gebiete uninteressant ist.

➔ Diese Frage bitte jeder für sich beantworten. (Hab mechanische Eigenschaften als Startthema gewählt, und erzähl dass ich Härtungsmechanismen in meinem Vortrag hatte)

## **Mechanische Eigenschaften**

Dann alle Härtungsmechanismen aufzählen, nachdem ich ein Spannungs-Dehnungsdiagramm(technisch) für einen polykristallinen Kupferkristall gemalt hab und die wichtigsten Größen erklärt hab.

S: Warum der Name Gleichmaßdehnung? Ist der nicht etwas komisch?

A: Gleichmaßdehnung erklärt: Bauteil wird über die gesamte Länge „schmäler“. Hier nicht Querkontraktion erwähnen, da der Name Querkontraktion(beschrieben durch Poisson Zahl) nur im Elastischen Bereich verwendet wird.

S: Was ist Härtung und Verfestigung, können sie die zwei Begriffe mal unterscheiden?

A: Härtung: Erhöhung der Streckgrenze, Verfestigung: weiteres Erschweren der Versetzungsbewegung, wenn Vers.bewegung stattfindet.

Dann bei jedem Härtungsmechanismus (kalt, Feinkorn, M.Kr., Teilchen) erklärt, wie sich das Spannungs-Dehnungs-Diagramm ändert. Zwei interessante Sachen gab's da.

1. Warum bei M.Kr.  $\sim$  Wurzel  $c$  ? Antwort: Bei idealer Verteilung könnte man den Abstand der Versetzung zum „Fremdatom“ über dritte Wurzel  $c$  beschreiben, aber da es sich bei einer Versetzung auf einer Gleitebene handelt, wird Problem vom Dreidimensionalen auf's Zweidimensionale übertragen, daher Quadratwurzel  $c$ .
2. Bei Ausscheidungshärtung (egal ob kohärent, oder inkohärent) ändert sich die Steigung des E-Moduls auch geringfügig, weil z.B. nach Voigt sich der E-Modul additiv aus den Volumenanteilen mal den jeweiligen E-Moduln zusammensetzt. Wenn Ausscheidung höheren E-Modul als Matrix: etwas steilere Gerade, analog andersrum.

Es ging zwischendurch auch noch um Schmidtsches Schubspannungsgesetz, oder dass Formkompatibilität bei Verformung von Polykristallen auch als Bedingung herrschen muss, oder das bei Orowan Härtung und Verfestigung auftritt, oder dass bei Härtung der Bruch meist früher auftritt (man muss Kompromisse eingehen), oder dass Integral  $\sigma d \epsilon$  der geleisteten Arbeit entspricht im Diagramm, ...

Dann hat Strunk was erzählt von Metallischen Werkstoffen, dass es ja Legierungen gibt, die eine sehr hohe Streckgrenze aufweisen, bei bestimmten Bedingungen. Da war mir schon klar er wollte auf Nickel-Basis-Superlegierungen raus, wobei ich mir gedacht hatte „ Oh je, metallische Werkstoffe, das hab ich ja mal null gelernt“.

- ➔ Wichtig war dann Folgendes: Streckgrenze durchläuft ein Maximum wenn man Temperatur erhöht. Grund: Aufspaltung von Versetzungen die auf energetisch günstige ebene „gleiten oder/und stecken bleiben“ und erst bei sehr hohen Temperaturen wieder davon weg kommen (hab das brutal schwammig erklärt, er war aber zufrieden). Strunk meinte, man kann das so sehen, dass Versetzung in ein extrem tiefes Energieminimum fällt und sich da so wohl fühlt und dass man sehr hohe Temperaturen braucht, damit sie aus diesem Minimum raus kommt. Zudem die Frage:

S: Wie hoch ist der Volumenanteil der ausgesch. Phase bei Nickel-Basis-Superlegierungen?

A: Ich müsste schätzen und da bin ich total schlecht, aber ich sage mal 90%.

S: Ja, je nach dem so 60 , 70, 80 Prozent. (ha, diesmal gar nicht so schlecht geschätzt=))

## Elektronische Eigenschaften

Leitfähigkeit bei Vergleich idealer Einkristall (auch ohne Leerstellen) mit Selbigem, aber mit 1 Stufenversetzung drin. LF bei Einkristall mit Versetzung geringer. Hab QM-Modell genommen um das zu erklären. Welle wird gestreut, dadurch sinkt LF.

Dann haben wir viel über Wellen und Gitterstörungen und Störungen in Wellen geredet. Ich habe gesagt, dass z.B. bei einer lokalen Gitteraufweitung durch eine Versetzung die Amplitude der Welle "langgestreckt" werden müsse (Strunk nickt) und dass ich mir das mit einer Änderung der Winkelfrequenz lokal beim Lernen vorgestellt habe. Strunk wollte noch dass ich auf Folgendes komme(hab's aber kaum selbst geschafft):

Elektronenwelle (Blochwellen mit modulierter Amplitude) wird durch Störwelle (Versetzung) die eine Zylinderwelle darstellt gestört. Bei einer Leerstelle ist die Störwelle eine Kugelwelle, die die Störung repräsentiert. Das alles ist mathematisch sehr schwer zu berechnen, hat er gesagt. Ich glaube die Welle die dann rauskommt nach der Störung hat auch irgendeinen speziellen Namen, irgendwas mit W....-Welle.

Dann noch: Bändermodelle in allen möglichen Materialklassen.

Wichtig war: nur Energie-Achse auftragen, keine x-Achse (was ich verdrahtet hatte: hatte x-Achse gemalt, aber ohne Beschriftung. Er hat mich dann das Zustandsdiagramm von reinem Eisen malen lassen, ich dachte kurz „fuck, was ist nochmal ein Zustandsdiagramm“, hab dann aber Temp.-Achse mit alpha, gamma und delta gemalt, dann sagte er: „Hier haben sie ja auch keine x-Achse gemalt, und genau so ist es auch bei der Energie-Achse.“)

Dann noch kurz dotieren erklären und gestrichelte Linie eingemalt für Donatorniveau. Nur gestrichelt, weil ja Dotieratome lokalisiert sind. Sozusagen sind da dann 2 Diagramme in einem.

Zwischendrin ging es noch um Auffüllen der Bänder durch Hundesche Regel und Pauli Prinzip, und wo das Fermi-niveau in den Bändermodellen liegt, und was die Besetzungsdichte ist.

## **Fazit, bzw. Tipp**

Hab oft nicht gewusst worauf er genau hinaus will, aber ich habe immer etwas gesagt was damit zu tun hatte und somit hat er mich dann schon aufs richtige Ergebnis geführt. Natürlich wusste ich auch ein, oder zwei Mal nicht die Antwort genau, oder auch gar nicht, vor allem bei den Störwellen, dann hat er es aber auch mir erklärt und ich hab freundlich genickt und „Achso“ gesagt.

Atmosphäre war gut.

Gelernt hab ich mit den Skripten: FM, WP, ME, EE und mit den Büchern: Gottstein, Hummel(ganz wenig) und Rösler: „Mechanisches Verhalten der Werkstoffe“.

Viel Erfolg!