

Probe hatte sich Kupfer auf dieses Band niedergeschlagen; durch Heizen des Bandes konnte Kupfer auf die Probe zurücksublimiert werden. Durch diese Aufdampfschichten wird die Austrittsarbeit der unberührten Oberfläche herabgesetzt. Bis zu 660 °C ist der Temperaturkoeffizient der Austrittsarbeit negativ (Abb. 1, Kurve 3). Nach dem Abkühlen zeigt sich etwa das ursprüngliche Verhalten der Aufdampfschicht. Tempern oberhalb 800 °C zerstört nach Beobachtung mit Elektronenbeugung die Fehlordnung der Aufdampfschichten<sup>8, 9</sup>; bei der vorliegenden Untersuchung zeigten sich nach einer solchen Temperung die Werte der unberührten Oberfläche. Entsprechende Beobachtungen sind schon 1952 von FARNSWORTH und Mitarbeitern an Ag-(001)-Flächen gemacht worden<sup>10</sup>. Eine ähnliche Abhängigkeit der Austrittsarbeit von der Baufehlerdichte hatte sich bei anderen Autoren<sup>11, 12</sup> gezeigt, die das Material auf gekühlte Träger aufgedampft hatten; darauf waren diese Schichten zur Rekristallisation getempert worden.

Bestand das Aufdampfblech nicht aus Wolfram, sondern aus Molybdän, so zeigten analoge Versuche ein anderes Ergebnis: Blieb die Temperatur des Molybdäns während des Aufdampfens unter 1500 °C, so war die Austrittsarbeit gegenüber der der unberührten Oberflächen erhöht. Nach höherer Temperatur

des Molybdäns war bis herab zu 240 nm kein Photostrom mehr meßbar. Auch ein Aufschmelzen des Kupferkristalls stellte die ursprünglichen Verhältnisse nicht wieder her. Vom Molybdän kam demnach ein Stoff, der den lichtelektrischen Effekt von Kupfer vergiftet.

Um den Einfluß von Adsorptionsschichten zu prüfen, wurden Kupferkristalle etwa 15 Minuten lang mit  $4 \cdot 10^{-6}$  Torr begast durch Öffnen des Ventils zur Diffusionspumpe. Die Austrittsarbeit wurde bei Drucken unter  $1 \cdot 10^{-9}$  Torr gemessen. Sie war wieder unabhängig von der kristallographischen Orientierung der Oberfläche und lag im Mittel um 0,02 eV höher als bei unberührten Oberflächen.

Im Arbeitsvakuum von weniger als  $1 \cdot 10^{-9}$  Torr ändern die unberührten Oberflächen ihre Austrittsarbeit nicht merklich, wenn weniger als 24 Stunden seit dem Erstarren vergangen sind. Nach längerer Zeit steigt die Austrittsarbeit langsam an. Der Temperaturgang läßt sich bis 660 °C reversibel verfolgen (Abb. 1, Kurve 4 u. 5). Temperungen bei Temperaturen dicht unterhalb des Schmelzpunktes bringen die Austrittsarbeit wieder auf den ursprünglichen Wert der unberührten Kristalloberflächen.

Herrn Prof. Dr. W. WAIDELICH, Darmstadt, danken wir für die Möglichkeit, diese Arbeit in seinem Institut zu beenden und für großzügige Unterstützung mit Geräten.

<sup>10</sup> E. N. CLARKE u. H. E. FARNSWORTH, Phys. Rev. **85**, 484 [1952].

<sup>11</sup> F. BAUMANN, Z. Phys. **158**, 607 [1960].

<sup>12</sup> R. SUHRMANN u. G. WEDLER, Z. Angew. Phys. **14**, 70 [1962].

## Bestimmung des Gitterparameters von Chrom im Temperaturbereich von 20 °C bis 1500 °C

S. MÜLLER und PH. DÜNNER

Institut für Theoretische Physik der Universität zu Köln,  
Abteilung für Metallphysik

(Z. Naturforsch. **20 a**, 1225—1226 [1965]; eingegangen am 31. Juli 1965)

An Chrom wurde die Änderung des Gitterparameters mit der Temperatur zwischen 20 °C und 1500 °C röntgenographisch bestimmt. Der Reinheitsgrad der Chrom-Probe ist aus Tab. 1 zu ersehen.

Elemente	Cr	Si	Mn	S	C	P	O
Gew.-Proz.	99,4	0,02	0,01	0,005	0,018	0,018	0,5

Tab. 1. Chemische Zusammensetzung des untersuchten Probenmaterials.

Die Messungen des Gitterparameters erfolgten in einer umgebauten Hochtemperatkammer der Fa. UNICAM, Cambridge. In diese Kammer wurde ein aus einer Molybdändraht-Wicklung bestehender Ofen eingebaut, der unter einem Vakuum von mindestens  $10^{-4}$  Torr oder unter Helium-Schutzgas betrieben wurde.

Die polykristalline Chromprobe bestand aus einem massiven Stab, in den in der Mitte eine ebene Reflexionsfläche eingefräst war. Die Probe konnte an einer Exzентerschraube frei drehbar einjustiert werden, so daß die Reflexionsfläche zentrisch in der Kammer stand und vom Primärstrahl voll getroffen wurde. Bei bekannter Wellenlänge der Primärstrahlung ließ sich zu einem bestimmten Reflex der zugehörige Glanzwinkel berechnen und genau einstellen. Ein Zählrohrdiffraktometer registrierte die reflektierte Linie. Über Einzelheiten dieses Meß-



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

verfahrens wird an anderer Stelle ausführlich berichtet<sup>1</sup>. Im vorliegenden Falle wurde die 110-Linie von Chrom bei Cu-K $\alpha$ -Bestrahlung registriert und die relative Verschiebung dieser Linie mit der Temperatur beobachtet.

Die Temperaturnessung erfolgte mit einem PtRh-PtRh-Thermoelement EL 18, dessen Lötperle sich in gutem thermischen Kontakt mit der Probe befand. Die gefundene Meßgröße ist jeweils ein  $\Delta a$  ( $a$  = Gitterparameter), womit also die relative Änderung des Gitterparameters mit der Temperatur bestimmt ist. Eine absolute Eichung dieser Kurve geschah mit Hilfe von Filmaufnahmen an Pulverproben des gleichen Materials bei 20 °C, 400 °C und 800 °C. Die so absolut festgelegten Meßwerte für die Änderung des Gitterparameters  $a$  von Chrom in Abhängigkeit von der Temperatur  $T$  sind in Abb. 1 wiedergegeben. Sowohl bei den Film- als auch bei den Zählrohraufnahmen wurde das Probenmaterial zur Homogenisierung vor jeder Messung ca. 2 Stunden bei 1000 °C unter Schutzgas gegläut.

Aus dem Verlauf der Meßpunktfolge in Abb. 1 ergibt sich für die Temperaturabhängigkeit des Git-

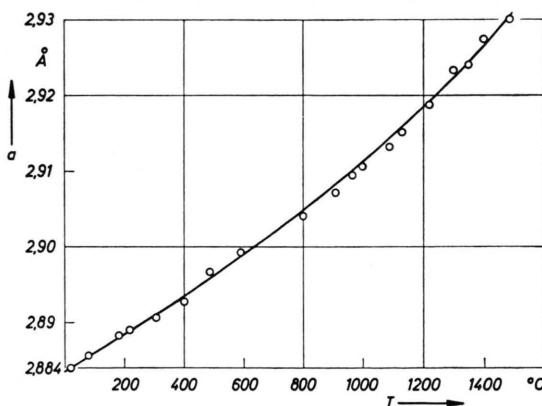


Abb. 1. Gitterparameter von Cr in Abhängigkeit von der Temperatur.

<sup>1</sup> S. MÜLLER u. P. SCHOLTEN, Phys. Status Solidi, demnächst.  
<sup>2</sup> M. E. FINE, E. S. GREINER u. W. C. ELLIS, J. Metals **191**, 56 [1951].  
<sup>3</sup> A. H. SULLY, E. A. BRANDES u. K. W. MITCHELL, J. Inst. Metals **81**, 585 [1953].

terparameters von Chrom im Temperaturbereich von 20 °C bis 1500 °C folgende Gleichung:

$$a = a_0 + b T + c T^3 \quad (1)$$

mit  $a_0 = 2,8823 \text{ \AA}$ ;

$$b = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ \AA/grad};$$

$$c = 3,0 \cdot 10^{-12} \text{ \AA/grad}^3.$$

Diese Funktion ist in Abb. 1 eingezeichnet. Die maximale Abweichung beträgt 0,3%.

Ein Vergleich mit den Messungen von FINE, GREINER und ELLIS<sup>2</sup>, sowie von SULLY, BRANDES und MITCHELL<sup>3</sup>, deren Messungen sich bis 60 °C bzw. 250 °C erstreckten, zeigt eine gute Übereinstimmung mit den vorliegenden Ergebnissen. Der von SMIRNOW und FINKEL<sup>4</sup> angegebene Verlauf des Gitterparameters von Chrom im Temperaturbereich von Zimmertemperatur bis 750 °C stimmt mit den in Abb. 1 gezeigten eigenen Meßwerten überein. Bei der Aufstellung der Funktion  $a = f(T)$  kommen die genannten Autoren zu einer Gleichung der Form

$$a = a_0 + b T + c T^2. \quad (2)$$

Eine Ausdehnung des Meßbereichs bis 1500 °C, wie sie hier vorgenommen wurde, führt jedoch zu einer Funktion  $a = f(T)$  nach Gl. (1), in der zu dem linearen Glied ein Glied mit  $T^3$  und nicht mit  $T^2$  hinzutritt. Es ist dabei nicht ausgeschlossen, daß der starke Anstieg des Gitterparameters von Chrom bei hohen Temperaturen durch den im Probenmaterial vorhandenen Sauerstoff mitbeeinflußt werden kann.

Gl. (1) beschreibt ebenfalls den Verlauf des Gitterparameters von Chrom, wie er von VASYUTINSKIJ, KARTAMAZOW und FINKEL<sup>5</sup> bis 1700 °C gemessen wurde.

Herrn Prof. Dr. HEINRICH LANGE möchten wir für sein Interesse und die stete Förderung unserer Arbeit recht herzlich danken.

<sup>4</sup> Yu. N. SMIRNOW u. V. A. FINKEL, Fiz. Metal. i Metalloved. **16**, 637 [1963].

<sup>5</sup> B. M. VASYUTINSKIJ, G. N. KARTMAZOW u. V. A. FINKEL, Fiz. Metal. i Metalloved. **12**, 771 [1961].