

**ELEKTRONENBEUGUNG
AN MAGNESIUMOXYD, AN KOHLENSTOFF
UND AN EIS**

VON DER
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN ZÜRICH
ZUR ERLANGUNG DER
WÜRDE EINES DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN
GENEHMIGTE

PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON
CHARLES E. MONGAN
AUS SOMERVILLE (U. S. A.)

REFERENT : HERR PROF. DR. P. SCHERRER
KORREFERENT : HERR PROF. DR. W. PAULI

ATHENAEUM DRUCKEREI A.-G., BUDAPEST

1935

ZUSAMMENFASSUNG.

In der vorliegenden Arbeit wurden quantitative Versuche über Elektronenbeugung gemacht. Zunächst wurde eine Elektronenbeugungsapparatur gebaut, welche sich in mancher Hinsicht durch entscheidende Verbesserungen auszeichnet. Es wird im Beugungsrohr nicht mit einem sehr dünnen Parallelbündel von Elektronen gearbeitet, sondern mit einem weitgeöffneten homozentrischen Bündel. Das Präparat (eine Folie oder ein auf einem sehr engmaschigen Drahtnetz aufgestreutes Kristallpulver) befindet sich an einer Stelle, wo das einfallende Bündel einen grossen Durchmesser hat. Sowohl das durch die Substanz gehende Hauptbündel, als die (auf Kegeln) abgelenkten Bündel werden durch eine magnetische Linse scharf fokussiert. Man erhält so vom direkten Bündel einen scharfen Brennfleck und von den abgelenkten Bündeln die bekannten Beugungsfiguren. Bei dieser Anordnung hat man einerseits viel weniger Schwierigkeiten mit den beugenden Substanzen als beim Parallelstrahl; die Substanzen werden einfach als feines Pulver auf das Drahtnetz aufgestäubt. Andererseits lässt sich die Fokussierungsanordnung zugleich zur Messung der benutzten de Broglie-Wellenlänge gebrauchen, so dass man die lästige und umständliche Messung der Hochspannung vermeidet. Die hier zum Fokussieren benutzte magnetische Linse hat die Aufgabe, den Ausgangspunkt des Elektronenbündels auf die benutzte photographische Platte abzubilden. Weil der Abstand dieser beiden Brennpunkte durch die Abmessungen der Apparatur festgelegt ist, gehört zu jeder Elektronengeschwindigkeit bzw. Wellenlänge eine ganz bestimmte Stromstärke in der Ablenkspule. Man kann die Ablenkspule also zur Wellenlängenmessung verwenden, nachdem man sie für eine Wellenlänge geeicht hat. Die Eichung geschieht so, dass man das Beugungsbild einer Substanz von bekannter Gitterkonstante aufnimmt.

Die Anordnung ist auch vorzüglich geeignet zur Untersuchung der Elektronenbeugung bei tiefen Temperaturen, denn das metallische

Tragnetz mit dem dünnen Substanzüberzug lässt sich zuverlässig und leicht auf tiefe Temperatur bringen.

Mit diesem Apparat wurden nun die folgenden Aufgaben in Angriff genommen. An MgO wurde die von Mott angegebene Beziehung für

den Streufaktor des Atoms bzw. Ions $\frac{N - F(\theta)}{\sin^2 \theta}$ geprüft und bestä-

tigt. MgO gab sehr scharfe Beugungsringe, deren Lagen und Intensitäten den Berechnungen genau entsprachen. Die erste Linie (111) trat etwas stärker auf als erwartet, was wohl auf das kleine Streuvermögen des O -Ions bei kleinen Winkeln gegenüber dem des Mg -Ions zurückzuführen ist.

Aufnahmen an Graphitpulver wurden auch gemacht. Die Linien befanden sich an den von der Theorie angegebenen Stelle. Der allgemeine Verlauf der Intensitäten ist im Einklang mit der Theorie. Dass Lauepunkte auftraten, zeugt sowohl für die Grösse der Kristalle in dem benutzten Pulver als auch für die Genauigkeit der Fokussierung. Eine Interferenzreihe (0002 — 0004 — 0006) fehlt. Nach der Theorie wäre eine starke Linie (0002) zu erwarten. Die Abwesenheit dieser Linie wird durch die glatte Oberfläche des Kristalls erklärt.

Beugungsbilder von Russ ergaben sehr breite Linien, deren Lage der Graphitstruktur entsprach. Es wurde gezeigt, dass die Breite der Linien mit der Grösse der streuenden Teilchen zusammenhängt. Die Teilchen hatten im vorliegenden Fall eine Ausdehnung von etwa 30 \AA . Damit ist erwiesen worden, dass Elektronenstrahlen sich auch für Teilchengrössebestimmungen eignen.

Nun wurden mit dem für tiefe Temperaturen gebauten Präparathalter Beugungsversuche an Eis vorgenommen. Bekanntlich streuen H -Atome bzw. Ionen Elektronen viel stärker als Röntgenstrahlen. Weil Eis ein günstiges Verhältnis von Wasserstoff zu Sauerstoff (1 : 8) besitzt, schien es geeignet für Beugungsversuche. Mit dünnen Schichten und kleinen Kristallen wurden Beugungsbilder erhalten. Ein Ausmessen der Linie zeigte, dass sie auf den erwarteten Stellen auftraten. Da die Bilder klein waren, blieben einige Linienpaare aufgelöst. Die Streuintensitäten für Röntgen- und Elektronenstrahlen wurden berechnet. Die Unterschiede sind erheblich. Aus den Tabellen ersieht man den Einfluss des Wasserstoffs. Der beobachtete Verlauf der Intensitäten entsprach den Berechnungen. Das starke Auftreten des Linienpaares (203) (104) zeigte die Anwesenheit der (101) Linie und damit den Einfluss des Wasserstoffs.

Zum Schluss der Arbeit wurde eine eingehende Diskussion der Raumgruppen von Eis durchgeführt. Die Gruppe C_{6v} steht im Einklang mit allen Beobachtungen und scheint ihnen am besten gerecht zu werden.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle meinem sehr verehrten Lehrer, Herrn Professor Scherrer für sein stetes Interesse meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Physikal. Institut der Eidgen. Technischen Hochschule Zürich,
Februar 1934.
