

Wenn wir zunächst die Alkalien und die Halogene der in den im Steinsalztypus kristallisierenden Rb^+ -, K^+ - und Na^+ -Halogenide ins Auge fassen, so sehen wir, daß die theoretischen Radien sich in der Tat als recht konstant ergeben; außerdem stimmen sie, wie man aus den beigefügten *Goldschmidtschen* Werten entnimmt, sehr nahe mit den empirisch bestimmten Radien überein.

Dieses letzte Ergebnis erscheint uns besonders überraschend, weil der empirischen Bestimmung der Ionenradien noch eine Willkür anhaftet; alle Gitterkonstanten bleiben nämlich unverändert, wenn man z. B. alle Kationen um irgendeinen festen Betrag verkleinert, alle Anionen um denselben Betrag vergrößert; erst durch die willkürliche Wahl eines Ionenradius werden alle anderen „empirischen Radien“ festgelegt. Unser Ergebnis dürfen wir als Hinweis darauf deuten, daß die von *Goldschmidt* — unter Benutzung von Überlegungen *Wasastjernas* — getroffene Wahl des Ausgangsradius sehr glücklich war.

Die Halogenradien in den Cs-Verbindungen ergeben sich jedoch wesentlich größer als in den übrigen Halogeniden, von denen wir sie in der Tabelle auch abgetrennt haben. Nun kristallisieren die Cs-Halogenide aber in einem andern Gittertypus als die der andern Alkalien, und unser Ergebnis zeigt deshalb nur den schon von *Goldschmidt* (l. c.) betonten Umstand wieder auf, daß die kristallographischen Radien vom Gittertypus abhängig sind; dies erkennt man auch schon in Abb. 1a aus der Abweichung von der Parallelität der Kurven rechts unten und in Abb. 1b links oben¹⁵⁾.

Daß auch die Radien bei den im gleichen Typus kristallisierenden Salzen nicht ganz genau untereinander übereinstimmen, ist ebenfalls nicht verwunderlich, denn die empirischen Kurven in Abb. 1a und 1b laufen ja ebenfalls nirgends streng parallel. Die Abweichung von der strengen

¹⁵⁾ Die Abhängigkeit der Radien vom Gittertypus und weiteren Parametern ist in den oben zitierten Arbeiten *Paulings* und *Zachariasens* systematisch behandelt worden.

Additivität der empirischen Ionenradien geben die Spalten δ_G an, hier ist der Unterschied der Summe der *Goldschmidtschen* Radien gegen die experimentelle Gitterkonstante ($r_G^+ + r_G^- - d_{exp}$) angeschrieben. Man erkennt, daß diese Schwankungen in derselben Größenordnung liegen wie die Schwankungen der theoretischen Radien.

Die Li-Halogenide und die Alkalifluoride konnten wir in unsere Tabelle nicht aufnehmen, weil das Fluorion noch nicht im *Thomas-Fermischen* Modell durchgerechnet ist; für das Li^+ wird das Modell ganz unbrauchbar, weil es seiner Begründung nach vernünftige Ergebnisse nur für elektronenreichere Gebilde liefern kann¹⁶⁾.

Aus demselben Grunde könnte man auch die Bündigkeit der Rechnungen für das Na^+ — nur 10 Elektronen! — in Zweifel ziehen; wie Tabelle 1 zeigt, sind ja die theoretischen Halogenradien in den Na-Verbindungen alle merklich kleiner als in den anderen Salzen von gleichem Gittertypus, der Na^+ -Radius ist entsprechend größer als bei *Goldschmidt*, und man ist geneigt, zunächst diese Diskrepanz auf die Unzulänglichkeit des *Thomas-Fermi*-Modells beim elektronenarmen Na^+ zu schieben; es könnte aber auch sein, daß hier bereits die Hypothese konstanter Radien nicht mehr zutrifft — bei den Li-Salzen weist auch schon die Abb. 1a auf merkliche Abweichungen hin, besonders LiF fällt stark heraus —; die Abb. 9 der zitierten *Brillschen* Arbeit für $NaCl$ deutet ebenfalls darauf hin, daß die Aufteilung der Tabelle 1 wohl zutreffender ist als die *Goldschmidtsche*; hier wäre es sehr interessant, auch die Ausmessung der höheren Alkalihalogenide nach dem bei *Brill* geschilderten Verfahren zum Vergleich zu haben.

Die Gesamtheit der Daten zeigt jedenfalls, daß die Vorstellung konstanter Ionenradien — obschon sie sich in dem strengen wellenmechanischen Bild vom Aufbau des Gitters nicht wiederfindet —, doch als Näherungsbegriff einer physikalisch-theoretischen Interpretation durchaus zugänglich ist. [A. 67.]

¹⁶⁾ Die kinetische Energie der Elektronen im Atom (bzw. Ion) wurde ja wie die eines Elektronengases berechnet, es ist aber natürlich unvernünftig, beim Li^+ die nur aus zwei Elektronen bestehende „Elektronenwolke“ als Gas zu betrachten.

VERSAMLUNGSBERICHTE

Metalltag 1939 in Graz.

30. Juni — 2. Juli 1939.

Nachdem im Jahre 1937 in der Grenzlandhochschule Aachen der erste Metalltag¹⁾ veranstaltet worden war, fand er in diesem Jahr in Graz, der Stadt der Volkserhebung, seine erste Wiederholung. Die Tagung wurde gemeinsam veranstaltet von der Gesellschaft Metall und Erz e. V., der Wirtschaftsgruppe Metallindustrie und dem KWI für Metallforschung, Stuttgart, und war gleichzeitig verbunden mit einer Gedenkfeier der vor 20 Jahren erfolgten Gründung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde.

Die Tagung stand vor allem im Zeichen des vor kurzem erfolgten Zusammenschlusses der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute und der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde zu dem neuen Verein Metall und Erz e. V. und war sowohl durch die überaus große Teilnehmerzahl (rd. 600) als auch durch das reichhaltige Vortragsprogramm ein wahrer „Metalltag“, bei dem alle Zweige der Metallerzeugung, Metallverarbeitung und Metallforschung zu Worte kamen und durch fast sämtliche führende Persönlichkeiten aus Industrie und Forschung vertreten waren. Hohe Vertreter aus Staat, Partei und Wehrmacht unterstrichen durch ihre Anwesenheit die Bedeutung der Tagung.

Als Auftakt zum Metalltag berichtete am ersten Vormittag eine Anzahl von Mitarbeitern des KWI für Metallforschung in Stuttgart über Arbeiten des Instituts. Am Nachmittag fand die eigentliche Eröffnung durch Bergassessor a. D. Fitzner, den Leiter der Wirtschaftsgruppe Metallindustrie, statt, der nach der Begrüßung und dem Gedenken der Toten der großen Arbeitsgemeinschaft einen umfassenden Bericht über die Lage der Metallwirtschaft gab. An Hand großen Zahlenmaterials konnten die erstaunliche Entwicklung der deutschen Metallerzeugung und Metallverarbeitung und die hoffnungsvollen Aussichten der Metalldeckung aus deutschem Erz gezeigt werden, letzteres vor allem auf Grund der Ergebnisse der intensiv durchgeführten Lagerstättenforschung. Besondere Betonung fand die Forderung nach Leistungssteigerung,

eine Forderung, die sich sowohl auf den Stoff als auch auf den Menschen beziehen, und auch in dem engen Zusammenarbeiten von Forschung und auswertender Praxis ihren Ausdruck finden muß. — Im Anschluß hieran hielt Gen.-Dir. Dr. Malzacher, Wien, einen Festvortrag über die Entwicklung des steirischen Erzbergbaues und dessen Bedeutung innerhalb des großdeutschen Raumes. Ausgehend von der tausendjährigen Geschichte des Erzbergs bei Eisenerz schilderte Vortr. die verschiedenen Verlagerungen der Eisengewinnung, die zurückzuführen sind auf die Ausdehnungsnotwendigkeiten der früheren Eisenindustrie auf Grund ihrer Abhängigkeit von der Holzkohle der Wälder. Mit der Errichtung der Reichswerke Hermann Göring in Linz schließt sich die alte Entwicklungslinie von der Gewinnung der Erze am Erzberg bis zu deren Verhüttung an der großen Wasserstraße Donau. — Es folgten zwei wissenschaftliche Hauptvorträge von Prof. Angenheister, Göttingen, und Dir. Dr. Brockamp, Berlin, über physikalische Verfahren zur Erzlagerstättenforschung und von Prof. Brenthel, Freiberg, über Verhüttungsfragen von Erzen in kolonialen Gebieten. Ein ursprünglich vorgesehener dritter Vortrag von Prof. Dr. G. Masing, Göttingen, über die Metallkunde einst und jetzt mußte infolge Zeitmangels leider ausfallen.

Nachdem der Abend des ersten Tages die Teilnehmer zu einem Kameradschaftsabend nach Puntigam geführt hatte, fand die Tagung ihre Fortsetzung am nächsten Tag mit einer großen Zahl von wissenschaftlichen Vorträgen aus den Fachkreisen Erzbergbau, Metallhüttenwesen und Metallkunde.

Der dritte Tag brachte schließlich den Höhepunkt in einer Festsetzung, in der der Vorsitzende der Gesellschaft Metall und Erz e. V., Bergat a. D. P. F. Hast, die Versammelten nochmals begrüßte. Dr. Rohn gedachte der vor 20 Jahren erfolgten Gründung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde und vor allem der Männer, die durch ihre Arbeit und ihre Einsatzbereitschaft den Ruf der Gesellschaft festigten. Im Hinblick auf die großen Aufgaben der deutschen Metallwirtschaft widmete er besonders herzliche Worte der Gründung der neuen Vereinigung Metall und Erz, in der nunmehr alle Fragen des Metalls vom Erz bis zum fertigen Erzeugnis einheitlich besprochen und bearbeitet werden können. — Bergassessor a. D. Fitzner rief alle in der Metallindustrie Schaffenden zum letzten Einsatz der Kräfte im Dienst der vom Führer gestellten Aufgaben auf, die er nochmals umriß. — Ing. Saur, Berlin, Reichsorganisationsleiter im Hauptamt für Technik, über-

¹⁾ Bericht Chem. Fabrik 10, 381 [1937].

brachte die Grüße von Dr. Todt. — Zum Abschluß sprach Gauleiter Uiberreither.

Nachdem mit der Festsitzung der Metalltag geschlossen war, fanden sich nochmals zahlreiche Teilnehmer zu einem Nachmittagsausflug in die nähere Umgebung zusammen, wo ihnen in Stainz ein festlicher Empfang durch die Bevölkerung bereitet wurde. Der darauffolgende Tag brachte schließlich noch zahlreiche Beteiligung bei einer Reihe von Besichtigungen ostmärkischer Werke der Metallindustrie.

Vorträge aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Metallforschung, Stuttgart, und dem Institut für Allgemeine Metallkunde, Göttingen.

Vorsitz: Dr. W. Rohn.

Prof. Dr. W. Köster, Stuttgart: „*Ergebnisse der Messung des Elastizitätsmoduls in den Systemen Au—Cu, Pd—Cu, Pt—Cu, Cu—Zn, Ag—Zn, Au—Zn, Ag—Cd, Au—Cd.*“

Die Auswertung eines umfangreichen Versuchsmaterials über die Größe des Elastizitätsmoduls intermediärer Legierungsphasen in Abhängigkeit von der thermischen Vorbehandlung gibt einen Überblick über das Ansprechen dieser Meßgröße auf Zustandsänderungen von Legierungen. Zunächst werden die Vorgänge dargestellt, auf die der Elastizitätsmodul besonders anspricht und die mit diesem Verfahren teilweise neu entdeckt wurden. Der Übergang vom ungeordneten in den geordneten Zustand bringt eine zusätzliche Erhöhung des E-Moduls, die auf der Temperaturabhängigkeit des Moduls besonders klar hervortritt. Diese Temperaturabhängigkeit wurde bei Legierungen gefunden, die ohne Gitteränderung in den geordneten Zustand übergehen, und zwar gleichermaßen für raumzentrierte wie für flächenzentrierte Gitter (CuZn, AuCu₃, PdCu₃, PtCu₃, AuCd₃, Ni₃Mn).

Bei Ordnung mit Gitteränderung sind die Ergebnisse nicht so übersichtlich. Bei der genau untersuchten Legierung AuCu wurde eine reversible Zu- und Abnahme des E-Moduls beobachtet, und es wird angenommen, daß für die Phase AuCu II ein eigenes Zustandsfeld im Diagramm besteht. Der E-Modul spricht also sehr deutlich auf Gitteränderungen an, während die elektrische Leitfähigkeit mehr von der atomaren Ordnung beeinflußt wird. Sehr gut zeigt dies einerseits die Legierung AgZn, bei der die geordnete Phase durch Abschrecken erhalten wird, und andererseits die Legierung AgCd, bei der zwischen die Gebiete der ungeordneten und der geordneten Phase das Zustandsfeld einer gitterfremden Phase eingeschoben ist.

Bei den genannten Legierungen, aber auch z. B. bei Au₃Zn, stehen die Messungen in guter Übereinstimmung mit dem Zustandsbild. Dagegen wurde bei AgCd eine neue Umwandlung bei etwa Raumtemperatur gefunden, außerdem ein sehr merkwürdiger Gang des E-Moduls mit der Temperatur. Recht eigenartig ist das Verhalten der Legierung Au₃Cd, die in einer kubisch-flächenzentrierten und in einer tetragonalen Form vorliegen kann. Beide Formen können durch Abschrecken bei Zimmertemperatur im ungeordneten Zustand erhalten werden. In beiden Formen tritt Ordnung ein, dabei ordnet sich die flächenzentrierte Form rascher als die tetragonale.

Weiterhin werden die Zusammenhänge zwischen E-Modul und Kompressibilität behandelt; auch wird eine Systematik für die Abhängigkeit des E-Moduls von der Kristallstruktur der Phasen, besonders in Systemen mit Messingtypen, aufgestellt.

Aussprache: G. Masing, Göttingen, erörtert die Frage der Existenz von AuCuII als selbständige Phase. W. Stenzel, Berlin, macht auf die Abhängigkeit des E-Moduls von der Kristallstruktur der untersuchten Legierungen aufmerksam und behandelt weiterhin Fragen der Anisotropie und der Textur und ihrer Einflüsse auf den E-Modul. Auf die Textur des β -Messings weist E. Schmid, Frankfurt a. M., hin. — Vors. gibt abschließend am Beispiel der Untersuchungen von W. Köster einen Überblick über die Entwicklung vom Gerät zur Messung.

Dr. E. Gebhardt, Stuttgart: „*Das System Platin—Kobalt nebst eingehender Untersuchung der Phase PtCo.*“

Die Platin-Kobalt-Legierungen interessieren in erster Linie wegen der stark ausgeprägten magnetischen Eigenschaften. Zu ihrer näheren Untersuchung war es zunächst notwendig, den Aufbau des Systems festzulegen. Dies geschah durch Messung des elektrischen Widerstandes, der Härte, der Dichte, der Ausdehnung, ferner durch thermische Analyse, durch

Gefüge- und Röntgenuntersuchungen und durch magnetische Messungen. Sämtliche Untersuchungen für eine Legierung wurden an derselben Probe ausgeführt. Dabei konnte erneut festgestellt werden, daß die Pt-Co-Legierungen als homogene Mischkristalle mit kubisch-flächenzentriertem Gitter erstarren. Im Gegensatz zu früheren Untersuchungen tritt im Bereich der Zusammensetzung PtCo (für 50 At.-% bei 825°) eine Umwandlung in ein tetragonal-flächenzentriertes Gitter mit geordneter Atomverteilung ein. Die Umwandlungstemperatur des Kobalts wird durch Zusatz von Platin erhöht, sowohl bei der Erhitzung als auch bei der Abkühlung. Die Umwandlung konnte bis etwa 30% Pt durch Widerstands- und Ausdehnungsmessungen verfolgt werden. Legierungen in der Nähe der Zusammensetzung PtCo sind durch Abschrecken und anschließendes Anlassen auf 600—700° stark aushärtbar. Dabei erfahren vor allem der elektrische Widerstand, die Härte und die magnetischen Eigenschaften starke Änderungen. So steigt z. B. während dieses Aushärtungsvorgangs die Koerzitivkraft von weniger als 1 Örsted auf rd. 3000 Örsted und die Brinellhärte von 170 auf 250 kg/mm² an. Röntgenographische Untersuchungen zeigten, daß sich während des Anlassens aus dem kubisch-flächenzentrierten Gitter ein tetragonal-flächenzentriertes Gitter mit geordneter Atomverteilung bildet, das bei fortschreitender Anlaßdauer das ursprüngliche Gitter allmählich völlig aufzehrt. Bei der Aushärtung wird also ein heterogener Zustand durchlaufen.

Aussprache: F. Laves, Göttingen, behandelt den Zusammenhang zwischen Überstruktur und Magnetismus, die Schärfe der Überstrukturlinien und die Größe der Ausscheidungsstellen im Hinblick auf eine evtl. zweidimensionale Schichtenausbildung. — Nach Vortr. bestehen keine Unterschiede in der Schärfe der Interferenzen bei den Pt-Co-Legierungen.

Dr.-Ing. A. Durer, Stuttgart: „*Die Bestimmung von Löslichkeitskurven auf thermoelektrischem Wege.*“ (Vorgetragen von Prof. Dr. W. Köster.)

Durch Messung der Thermokraft bei Raumtemperatur an binären Legierungen aus sehr reinen Komponenten, die bei verschiedener Temperatur homogenisiert und dann abgeschreckt waren, wird der Temperaturverlauf der Löslichkeit bestimmt. Die Thermokraftmessungen werden mit einer verbesserten Anordnung ausgeführt, die eine rasche und genaue Messung der kleinen auftretenden Thermokräfte gestattet. Die Löslichkeitsbestimmung an Legierungen aus Aluminium mit Silicium ist recht einfach auszuführen, da diese keine Kaltaushärtung zeigen und die unmittelbar nach dem Abschrecken vorliegenden Thermokraftwerte beliebig lange erhalten bleiben. Es zeigt sich, daß die Thermokraft unabhängig ist vom Gehalt an ungelöstem Silicium, während sie sich für den gelösten Anteil ändert. Aus der gemessenen Abhängigkeit der Thermokraft von der Temperatur und der Zusammensetzung läßt sich somit die Löslichkeitslinie festlegen.

Bei der Bestimmung der Löslichkeit von Kupfer in Aluminium tritt die Schwierigkeit auf, daß diese Legierungen Kaltaushärtung und damit eine sehr rasche Veränderung der Thermokraftwerte nach dem Abschrecken aufweisen. Wie schon früher gezeigt wurde, läßt sich die Geschwindigkeit der Kaltaushärtung dadurch wesentlich verringern, daß der nach dem Abschrecken vorliegende Zustand durch Rückbildung einer Kaltaushärtung hergestellt wird. Durch geeignete Wahl der vor der Rückbildung liegenden Kaltaushärtungszeit und der Rückbilddzeit und -temperatur läßt sich ein Zustand herstellen, der sich von dem unmittelbar nach dem Abschrecken vorliegenden nicht meßbar unterscheidet und innerhalb mehrerer Stunden keine wesentlichen Veränderungen zeigt. Die Bestimmung der Löslichkeitslinie wird an den so vorbehandelten Proben in ähnlicher Weise vorgenommen wie beim System Aluminium—Silicium.

Aussprache: Der Einfluß von Eigenspannungen, nach dem Fröhlich, Hanau a. M., fragt, ist nach Vortr. auszuschließen. — Vors. weist auf die Bedeutung der Entwicklung neuer Untersuchungsverfahren für die Metallforschung hin.

Dr. E. Scheufele, Stuttgart: „*Über den Ausscheidungsverlauf im System Magnesium—Aluminium—Wismut.*“

Die Art der Ausscheidung wurde untersucht einmal an einer homogenen Legierung mit 92% Mg, 6% Al und 2% Bi; ferner an einer zweiten Legierung des gleichen Al- und Bi-