

Dr. J. Weerts: „Präzisions-Röntgenverfahren in der Legierungsforshung.“

Sonderverfahren zur sehr genauen Aufnahme und Auswertung der stärkst abgelenkten Interferenzen ermöglichen unmittelbaren Anschluß der Röntgenuntersuchungen an andere Messungen aller Art, da man sich von der Form der Röntgenproben ganz unabhängig gemacht hat. Es werden neuere Messungen zur Frage des Raumbedarfs der Atome in Mischkristallen (Reihen Ag-Pd, Au-Pd, Au-Pt) mitgeteilt. Die Grenze des heterogenen Feldes im System Au-Pt wurde rein röntgenographisch erneut bestimmt. Eine röntgenographische Verfolgung von Zustandsänderungen aller Art, z. B. während des Anlassens abgeschreckter übersättigter Mischkristalle, erweist sich als unerlässlich bei der Beurteilung von Alterungerscheinungen. Die Ausscheidung des Kupfers aus übersättigten Al-Cu-Mischkristallen verläuft, nach vergleichenden röntgenographischen und mechanischen Untersuchungen (gemeinsam mit W. Stenzel) von einer Anlaufperiode (Vergütungerscheinungen ohne Änderung der Gitterkonstanten) über einen Zwischenzustand (Bereitstellung auszuscheidender Atomgruppen, unter abnormer Gitteraufweitung, Sprödigkeit) zu dem der Anlaßtemperatur entsprechenden heterogenen Gleichgewicht (Gitterkonstante des Mischkristalls ist auf den der neuen Konzentration entsprechenden Wert zurückgegangen, Festigkeit erniedrigt, Dehnung wieder normal). —

Prof. Dr. E. Schiebold: „Über die Anisotropie der chemischen Eigenschaften von Magnesiumkristallen.“

Die Geschwindigkeit der Auflösung von Mg-Kristallen in Salzlösungen ist von der Orientierung abhängig. Dementsprechend wurden an einem Ausschnitt aus einem grobkörnigen Magnesiumblock nur einzelne der Stengelkristalle stark angegriffen, und zwar diejenigen, deren Oberfläche nach röntgenographischer Orientierungsbestimmung annähernd parallel zur Basisfläche lag. Die nicht angegriffenen Kristallite lagen jeweils annähernd mit niedrig indizierten Prismen- oder Pyramidenflächen in der Schlifffläche. Die Beobachtungen werden mit der allgemeinen Theorie der Lösungsvorgänge in Beziehung gebracht und im einzelnen aus der gesetzmäßigen Orientierung von ausgeschiedenen Beimengungen näher gedeutet. —

Dr. K. Matthaes: „Dynamische Festigkeitseigenschaften einiger Leichtmetalle.“

Es wurden umfangreiche Dauerversuche an gealterten Mg-haltigen und Mg-freien Aluminiumlegierungen und einer Magnesiumlegierung sowie Aluminium- und Magnesiumgußlegierungen durchgeführt. Die Dauerbiegefestigkeit lieferte zwischen  $10^5$  und  $10^6$  Wechseln sich überschneidende Kurven, die es fraglich erscheinen lassen, ob die Prüfung bei  $10^6$  bis  $10^7$  Schwingungen allein eine einwandfreie Beurteilung der Dauerbiegefestigkeit ermöglicht. Während eine zahlenmäßig erfaßbare genügend genaue Beziehung zwischen Biegeschwingungs- und Drehschwingungsfestigkeit nicht angegeben werden konnte, ergab sich im allgemeinen das gleiche Verhältnis zwischen Drehschwingungs- und statischer Schubfestigkeit und zwischen Biegeschwingungs- und statischer Zugfestigkeit. Die elastizitätstheoretisch geforderte Spannungserhöhung mit zunehmender Schärfe des Übergangs von einem Querschnitt zu einem zweiten größeren tritt nicht in dem erwarteten Maße ein. Statische Vorspannung beeinflußte die Ergebnisse bei Aluminiumlegierungen nur wenig; die Zugursprungsfestigkeit erreichte die doppelte Wechselfestigkeit nicht ganz, die Druckursprungsfestigkeit überschritt sie etwas. Anodische Oxydation setzt bei Duralumin die Korrosionsermüdungsfestigkeit herauf. —

Obering, E. Fr. Ruß: „Einiges über das elektrische Glühen von Kupfer und Messing.“

Dr. L. Frommer: „Einfluß der Gießbedingungen auf die Eigenschaften des Spritzgusses.“

Anschnittdicke und Gießdruck können der Form des Stückes so angepaßt werden, daß die eingeschlossene Luftmenge möglichst gering, die makroskopische Dichte möglichst groß und das Gefüge genügend feinkörnig wird. Al-Legierungen und Zn-Legierungen verlangen dabei ganz verschiedene Behandlung.

## Colloquium des Kaiser Wilhelm-Institutes für Metallforschung, Berlin-Dahlem.

Harnackhaus, 19. Juni 1931.

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. e. h. O. Bauer.

Dr. E. Schmid: „Beiträge zur Physik und Metallographie des Magnesiums.“ (Nach gemeinsam mit E. Goens, H. Seliger und G. Siebel durchgeführten Untersuchungen.)

Die Eigenschaften des nach Aluminium nächstwichtigen Leichtmetall, des hexagonal kristallisierenden Magnesiums, wurden zunächst an Einzelkristallen studiert. Die elastischen Konstanten, die thermische Ausdehnung und der elastische Widerstand des Magnesiums zeigen eine ganz andere Richtungsabhängigkeit als die des Zinks und Cadmiums. Z. B. liegt das Maximum des Elastizitätsmoduls in der hexagonalen Achse ( $5130 \text{ kg/mm}^2$ ), das Minimum ( $4370 \text{ kg/mm}^2$ ) etwa unter  $54^\circ$  dazu, während bei Zn und Cd das Maximum annähernd in die Basisfläche, das Minimum die hexagonale Achse fällt. Vorläufig sind die Verschiedenheiten in der Anisotropie hexagonaler Kristalle mit den verschiedenen Achsenverhältnissen nicht in Beziehung zu bringen. Beim Zugversuch wird die Verformung der Mg-Kristalle lediglich durch den Translationsmechanismus geregelt. Eine Zwillingsbildung tritt, im Gegensatz zu Cd und Zn, im Zugversuch nicht auf, da sie, wenn sie nach den gleichen Elementen wie beim Zn und Cd vor sich ginge, infolge des kleineren Achsenverhältnisses zu einer Verkürzung des Kristalls führen würde. Daher erfolgt der Bruch beim Zugversuch durch örtliches Abgleiten längs der Basisfläche des Ausgangskristalls. Als Gleitrichtung wird neben der diagonalen Achse I. Art in gewissen Fällen noch eine zweite wirksam. Bei Warmzugversuchen (über  $200^\circ$ ) betätigt sich im Anschluß an die Basisgleitung die mit Atomen dichtest besetzte der Pyramidenflächen. Die Deformationstexturen des Magnesiums entsprechen im wesentlichen dem Verhalten der Einzelkristalle. Die kritische Schubspannung beträgt, wie beim Zink, bei R. T. etwa  $83 \text{ g/mm}^2$ ; sie ist, im Gegensatz zur Verfestigungskurve, wenig temperaturabhängig, ebenso wie die bis zum Bruch aufgenommene spezifische Formänderungsarbeit. — Weiter wurden die Löslichkeitsgrenzen der Legierungen des Magnesiums mit Al, Zn und Mn röntgenographisch ermittelt. An einzelnen homogenen Mischkristallen wurde endlich die starke Legierungshärtung gezeigt, wobei der Anteil der Kaltverformung und der Legierungsbildung an der Verfestigung in Abhängigkeit von der Konzentration verglichen wurden. —

Prof. Dr. E. Schiebold: „Wachstums- und Deformationstexturen von Magnesiumlegierungen.“

An einzelnen, in Graphitrohren unter Luftabschluß aus der Schmelze gezogenen Magnesiumkristallen wurde zunächst der Deformationsmechanismus studiert. Er ist im wesentlichen der selbe wie der des Zinks und Cadmiums. Bei steigender Temperatur wird das Formänderungsvermögen zunächst größer; oberhalb einer gewissen, für Mg und magnesiumreiche Legierungen etwas verschiedenen Temperatur beobachtet man Sprödigkeit. Die Gefügeregelung in gepreßten Stangen und Drähten ist, je nach der verwendeten Düsenform, im Kern mehr oder weniger scharfer als in der Mantelzone. In der Hauptsache stellt sich dabei, unabhängig von der Verformungs temperatur und etwa eintretender Rekristallisation, die Basisfläche mit einer diagonalen Achse in die Preßrichtung ein. In harten wie in geglühten Walzblechen liegt die Basisfläche, mit erheblicher Streuung, in der Walzebene. —

Dr. M. Straumannis: „Über das Wachstum von Zink- und Cadmiumkristallen im Metalldampf.“

Im evakuierten Destillationsrohr schlagen sich die ersten Kristallchen an den kälteren Stellen der Wandung nieder. Im Laufe der Zeit bilden sich auch in der Zone, deren Temperatur ganz nahe dem Schmelzpunkt liegt, einzelne Keime, die hier zu erheblicher Größe anwachsen. Die Keime sind in diesem Falle stets so orientiert, daß die hexagonale Achse senkrecht zur Wandfläche steht. Sie wachsen in Richtung der diagonalen Achse II. Stellung zu regelmäßigen senkrechten Pyramidenstümpfen aus, die sich in Dicken von etwa  $0,8 \mu$  oder einem Mehrfachen übereinanderschichten. Ihre Seitenflächen schließen mit der Basis am häufigsten Winkel von etwa  $40$  bis  $50^\circ$  ein, die durchweg niedrig indizierten Kristallflächen

entsprechen. Der Verdampfungsvorgang verläuft genau umgekehrt und führt ebenfalls zu sehr regelmäßigen Abbaufiguren, ähnlich den bekannten Ätzfiguren auf der Basisfläche. Bis auf einige noch zu klärende Einzelheiten stehen die Beobachtungen im Einklang mit den Theorien von Kossel und Stranski. —

Prof. Dr. M. Polanyi: „Rückbildung des Rekristallisationsvermögens durch Rückverformung.“ (Nach gemeinsamen Versuchen mit P. Beck).

Biegt man einen Metallkristallstab, so verfestigt er sich bekanntlich; biegt man ihn in seine ursprüngliche Form zurück, so geht die Verfestigung nicht etwa zurück, sondern nimmt weiter zu. Ein Rückgang der Verfestigung kann dann entweder durch allmähliche „Erholung“ bei niedrigeren Temperaturen, ohne Neuaufbau des Kristallgitters, oder bei höheren Temperaturen mehr oder weniger plötzlich durch Rekristallisation erfolgen. Die Erholung kann offenbar nur dann eine vollständige werden, wenn die makroskopische Verbiegung be seitigt wurde. Die Frage ist nun, wie das Rekristallisationsvermögen trotz der zunehmenden Verfestigung durch Rückverformung beeinflußt wird. Systematische Rekristallisationsversuche, zunächst an zylindrischen annähernd parallel zur Würfelfläche orientierten Aluminiumkristallen, die in der Würflebene um verschiedene starke Dorne kreisförmig gebogen und dann auf die Hälfte ihrer Länge wieder zurückgebogen waren, zeigten, daß das Rekristallisationsvermögen durch Rückbiegung stark vermindert wird. Die Ergebnisse werden allgemein so gedeutet, daß das Rekristallisationsvermögen auf dem Spannungsgehalt der Gleitlamellen beruht, während die Verfestigung sich unabhängig davon in deren Trennschichten einstellt. —

Dr. W. Boas: „Über die Temperaturabhängigkeit der Plasticität von Aluminiumkristallen.“ (Gemeinsam mit E. Schmid.)

Im Temperaturbereich zwischen  $-185$  und  $300^\circ$  ist der Deformationsvorgang der normale: Gleitflächen sind die Oktaederflächen, Gleitrichtungen die Würfelflächendiagonalen. Der Fließwiderstand steigt erheblich mit abnehmender Temperatur, die Bruchdehnung bleibt unbeeinflußt. Oberhalb  $400^\circ$  ändern sich bei weiter abnehmendem Fließwiderstand die Deformationsgesetze. Je nach der zunächst bei einfacher Gleitung erreichten Orientierung werden bisher noch nicht beobachtete neue Translationssysteme wirksam, die eine erheblich größere Gesamtverformung bis zum Bruch ermöglichen. Dabei handelt es sich dann entweder um eine gleichzeitige Befähigung von drei Oktaederflächen, die die Kristallachse in Richtung der Würfelkante wandern läßt, oder aber um Ablösung der zuerst wirksamen Oktaederfläche durch eine Würfelfläche mit deren Diagonale als Gleitrichtung, wobei die Raumdiagonale Endlage des Kristalls wäre. Die Fließgrenze ist auch bei hohen Temperaturen wenig scharf. Eine Rekristallisation des Kristalls tritt auch bei  $600^\circ$  nur nahe der Bruchstelle auf. —

Dipl.-Ing. W. Fahrerhorst: „Über Wechselschlüsselexperimente mit Metallkristallen.“ (Gemeinsam mit E. Schmid.)

Zinkkristalle in weitem Orientierungsbereich wurden zunächst einer Dauerwechselverdrehung um gleiche Winkel, dann nach einer bestimmten Anzahl von Wechseln Zugversuchen unterworfen. Mit zunehmender Wechselzahl steigt die kritische Schubspannung zunächst erheblich an, fällt dann aber stark ab. Ähnlich verhält es sich mit der kritischen Normal- (Reiß-) Spannung. Beide sind, bei jeweils gleichen voraufgegangenen Wechselzahlen, deutlich orientierungsabhängig. Die Entfestigung wird als „Zerrüttung“ im Sinne Ludwicks angesprochen. Sie ist vom Auftreten charakteristischer Oberflächenrisse längs kristallographischer Flächen begleitet. Vorläufige Versuche an Cadmium-, Eisen- und Zinnkristallen ergaben ebenfalls charakteristische Deformationen längs kristallographischer Flächen. —

Dr. K. Weissenberg: „Die Modellmechanik deformierbarer Körper.“

Ein zusammenfassender Bericht über eine Anzahl Dahlemer Arbeiten zur Darstellung der allgemeinen Grundgesetze der mechanischen Deformationsvorgänge. Diese waren insbesondere in Versuchen über die Schubfestigkeit von Lacken und über das Pressen von Kolloiden durch verschiedene Capillaren bei verschiedenen Drücken studiert. Letztere Versuche führten zunächst zu einer Weiterentwicklung des Newtonschen

Reibungsgesetzes in eine unendliche Reihe. Es wurde gezeigt, wie sich die drei Grundgesetze, die die Erscheinungen bei der Verformung beschreiben — Hookes bzw. Hencrys Elastizitätsgesetz, Newtons Reibungsgesetz und Maxwell's Relaxationsgesetz —, aus einem thermodynamischen Fundamentalansatz in allgemeiner Form ableiten lassen, und wie sie dann miteinander nach einer Superpositionstheorie zu verknüpfen sind. Die Deformationserscheinungen beliebiger Stoffe können darnach aus einem rein elastischen und einem rein plastischen Anteil gedeutet und so die Stoffe weitgehend klassifiziert werden. —

Dr. J. Weerts: „Röntgenuntersuchungen an Ag-Pd-, Au-Pd- und Au-Pl-Legierungen.“

Zunächst wird ein kurzer Überblick über die Frage des Raumbedarfes der Atome in Legierungen, insbesondere in Mischkristallen, gegeben. Für die vorliegenden Röntgenuntersuchungen ist ein gemeinsam mit G. Sachs entwickeltes, vereinfachtes Präzisionsverfahren weiter ausgestaltet. Die Gitterkonstanten der lückenlosen Mischkristallreihen Au-Pt und Au-Pd folgen praktisch der Vegardschen Additivitätsregel, während Ag-Pd-Legierungen eine deutliche Abweichung nach Kleinerei Gitterkonstanten zeigen. Bisher läßt sich über die Gesetze, die hier gelten, noch nichts aussagen. Man müßte vor allem zunächst die Temperaturabhängigkeit der Gitterkonstanten in lückenlosen Mischkristallreihen genauer feststellen. Weiter wurde die kürzlich von Johansson und Linde im System Au-Pt bestimmte Grenze des heterogenen Gebietes röntgenographisch nachgeprüft, wobei sich im wesentlichen Übereinstimmung ergab. Bei Temperaturen zwischen  $1000$  und  $700^\circ$  ist die röntgenographisch bestimmte Löslichkeit auf der Pt-Seite etwas geringer, als sie sich aus den elektrischen Messungen der genannten Autoren ergeben hatte. —

Dipl.-Ing. W. Stenzel: „Über die Anlaßwirkungen in abgeschreckten Aluminium-Kupfer-Legierungen.“

In Vorversuchen wurde die von Dix und Richardson ermittelte Löslichkeit von Cu in Al für Temperaturen bis  $300^\circ$  herab röntgenographisch bestätigt. Bei niedrigen Anlaßtemperaturen bis etwa  $225^\circ$  ergab sich ein neuartiger Anlaßeffekt: die Gitterkonstante erfährt eine zusätzliche Überhöhung, so daß sogar die Gitterkonstante von reinem Al überschritten wurde. Während dieser Effekt nach längerem Anlassen auf  $300^\circ$  wieder verschwindet, bleibt er bei  $225^\circ$  und niedrigeren Temperaturen offenbar sehr lange erhalten, so daß ein Gleichgewichtszustand vorgetäuscht wird. Dieser Röntgeneffekt wird durch das Steckenbleiben der Ausscheidung in einem Zwischenstadium gedeutet, in dem Atomgruppen weitgehend die Anordnung der zur Ausscheidung gelangenden neuen Phase angenommen, aber ihre Verbindung mit dem umgebenden Mischkristall noch nicht gelöst haben. Auf Grund dieser Vorstellung konnte der Übergang vom übersättigten homogenen Mischkristall zum heterogenen Gemenge in drei Einzelveorgänge unterteilt werden, denen nach vergleichenden röntgenographischen und mechanischen Untersuchungen bestimmte Merkmale entsprechen: 1. Vorgang in „homogener Phase“, mit keiner wesentlichen Änderung der Gitterkonstanten verbunden, mechanisch gekennzeichnet durch Erhöhung des Formänderungswiderstandes ohne Rückgang des Formänderungsvermögens („Vergütung“). 2. Zwischenstadium: Bildung von Atomgruppen im Mischkristalle (s. o.), röntgenographisch gekennzeichnet durch starke Gitterkonstantenänderung infolge Konzentrationsänderung und zusätzliche Gitteraufweitung infolge Atomgruppenbildung sowie durch Unschärfe der Dubletlinien; mechanisch durch starken Verlust an Formänderungsvermögen und Absinken der Zerreißspannung (Sprödewerden des Materials). 3. Vorgang heterogener Art, Lösung der Atomgruppen vom Mischkristall unter Bildung einer selbständigen neuen Phase und eines jetzt stabilen Mischkristalls, im Röntgenbild sich äußernd in einem Verschwinden der zusätzlichen Gitteraufweitung und der Unschärfe der Dubletlinien; mechanisch charakterisiert durch Abnahme des Formänderungswiderstandes und Ansteigen des Formänderungsvermögens. — An diese Vorgänge schließt sich die Koagulation an, die erst den Nachweis der neuen Phase im Röntgen- und schließlich im Schliffbild ermöglicht. — Welcher dieser Einzelveorgänge der vorherrschende wird, ist eine Frage der Anlaßtemperatur und der Anlaßdauer.