

gelangenden Kohle und von der Koksgröße abhängig; es ist für Steinkoks größer als für Stückkoks. — In der Diskussion wurde (von Obering. Besthorn) darauf hingewiesen, daß es dabei von Einfluß ist, ob von einem Koks die Stücke völliger oder sperriger bzw. spießkantiger waren.

Bericht Nr. 58. Prof Dr. W. A. Roth, Braunschweig: „Die Verbrennungswärme von Hüttenkoks und anderen Kohlenstoffarten.“ (3 Seiten.)

Die Verbrennungswärme von garem Hüttenkoks wird nach Versuchen mit vier verschiedenen Hüttenkokssorten (eine fünfte aus Oberschlesien wurde, weil sie nicht gar war, bei der Mittelbildung außer Betracht gelassen) neu zu 7966 cal/g in der Bombe und zu 7944 cal/g auf dem Rost bestimmt. Die Zahlen beziehen sich auf wasser- und aschenfreien Koks mit 1% S. Von schwarzen Kohlenstoffarten sind allein die beiden Graphitarten scharf umgrenzt:  $\beta$ -Graphit (Dichte 2,22; spez. Verbrennungswärme 7856 cal/g) und  $\alpha$ -Graphit (Dichte 2,28; spez. Verbrennungswärme 7832 cal/g). Zu der ersten Art gehört Garschaumgraphit, Graphit aus Spiegeleisen und aus der Hochofensau, zu der zweiten Art die Temperkohle.

Die Verbrennungswärme von nichtgraphitischem, schwarzem Kohlenstoff kann bis 8150 cal/g steigen; diese Zahl stellt den Mindestwert für den amorphen Kohlenstoff dar. Die Abscheidungstemperatur des Kohlenstoffes aus Gasen ist von größter Bedeutung für die Modifikation, wie an Acetylenruß gezeigt wird. Die Verbrennungswärmen von Metankohle liegen denen des  $\beta$ -Graphits nahe; beobachtet sind 7864 bis 7892 cal/g, während der aus Kohlenoxyd mit Hilfe von Eisen abgeschiedene Kohlenstoff fast reiner  $\beta$ -Graphit ist (Verbrennungswärme  $7862 \pm 3$  cal/g).

Kohlenstoffarten, deren auf Reinkohle umgerechnete spez. Verbrennungswärme (außerhalb der Fehlergrenzen) oberhalb 7856 cal/g liegt, sind als Gemische von Graphit und amorpher Kohle aufzufassen. Mit sinkender Verbrennungswärme und steigendem spez. Gewicht treten auch die Graphitinterferenzen deutlicher in Erscheinung.

Bericht Nr. 61. Herbert A. Bahr, Völklingen (Saar): „Bemerkungen zur Wasserstoff- und Methanbestimmung im Orsat-Apparat.“ (8 Seiten.)

In diesem Aufsatz werden an der Hand von experimentellen Unterlagen die Fehlerquellen erörtert, die bei der  $H_2$ - und  $CH_4$ -Bestimmung unter Verwendung der üblichen Orsatgeräte in Frage kommen. Es ist die naheliegende Tatsache erwiesen worden, daß durch oxydierbare Elektroden in der Glühräupipette (nämlich durch solche, die mit organischer Substanz isoliert sind, und durch solche, die aus Messing oder Kupfer bestehen) Fehler veranlaßt werden können. Dieser Fehler läßt sich vermeiden, wenn Gold oder geschütztes Hg als Elektrodenmaterial verwendet wird. Eine andere Fehlerquelle beruht auf der Zusammensetzung der Sperrflüssigkeit.

Die bei Verwendung von angesäuertem Wasser regelmäßig auftretenden Verluste von nicht unbeträchtlicher Größe an  $CO_2$  können durch Verwendung einer gesättigten (27%igen) NaCl-Lösung erheblich vermindert werden, die mit Schwefelsäure angesäuert und mit einem Indikator versetzt wird, um das Auftreten alkalischer Reaktion zu erkennen. Ein dennoch auftretender, aber innerhalb der Fehlergrenzen liegender Fehlbetrag an Methan ist vielleicht auf teilweise unvollständige Verbrennung unter Bildung von Formaldehyd und Ameisensäure zurückzuführen.

Des weiteren werden zwei verbesserte Formen des Orsat-Apparates beschrieben, ein tragbares Modell, das mit Karlsruher Hähnen an Stelle der Kapillarbrücken versehen ist. Das andere für ortsfeste Aufstellung vorgesehene Modell bietet die Möglichkeit der getrennten und gemeinsamen Verbrennung von Wasserstoff und Methan. Es besitzt eine Vorrichtung zur Lieferung des im Laufe der Analyse erforderlichen Sauerstoffs sowie einen Kippischen Apparat zur Erzeugung von  $CO_2$ , das bei der Wasserstoffverbrennung im Jägerschen Ofen als Spülgas verwendet wird.

Bericht Nr. 62. Gustav Thanheiser und Peter Dickens: „Der Einfluß des Schüttelns auf verschiedene Fällungsreaktionen“ (Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf). (7 Seiten.)

Daß Schütteln auf den zeitlichen Verlauf der Gleichgewichtseinstellung bei Fällungsreaktionen einen erheblichen Einfluß haben wird, ist eine so selbstverständliche Folgerung aus den Vorstellungen über den Reaktionsmechanismus, daß sich viele Fachgenossen von der experimentellen Bearbeitung dieser Frage haben abschrecken lassen. Die Verfasser können für sich das Verdienst in Anspruch nehmen, die Vermutungen über die Größe des Einflusses durch bestimmte Angaben ersetzen zu können. — Es hat sich durch vergleichende Versuche ergeben, daß die Ausführung von Barium- bzw. Sulfatbestimmungen als Bariumsulfat und von Calciumbestimmungen als Calciumoxalat, ferner von Magnesiumbestimmungen als Ammonium-Magnesium-Phosphat durch Schütteln so stark beschleunigt wird, daß bereits nach 10 Min. abfiltriert werden kann, wenn die Fällungen durch Vermischen siedendheißer Lösungen der reagierenden Stoffe vorgenommen wird. Auch für den Fall der Trennung von Ca und Mg werden entsprechende Unterlagen mitgeteilt. Bei der Fällung von Phosphat mit Ammonium-Molybdat wird unter den eingehaltenen Bedingungen bereits bei 10 Min. langem Stehenlassen vollständige Abscheidung erreicht. Nach der graphischen Darstellung tritt aber auch in diesem Falle nur bei kürzerer Reaktionsdauer (nämlich bis zu 3 Min.) der Einfluß des Schüttelns erwartungsgemäß in Erscheinung. — Zum Schütteln wurde das von P. Bardenheuer und P. Dickens beschriebene Schüttelgestell verwendet.

## VERSAMMLUNGSBERICHTE

### Institute of Metals.

#### 21. Hauptversammlung.

London, 13. und 14. März 1929.

Vorsitzender: Dr. W. Rosenhain, Teddington.

Aus dem Vorstandsbericht ist zu entnehmen, daß das Institute of Metals, das in diesem Jahr auf sein 20jähriges Bestehen zurückblicken kann, eine sehr günstige Entwicklung genommen hat. Die Zahl der Mitglieder hat die 2000 überschritten. Die vom Korrosionsforschungsausschuß durchgeführten Arbeiten über die Korrosion von Kondensatorrohren haben allgemeines Interesse gefunden, und viel geäußerten Wünschen entsprechend wird der letzte Bericht dieses Ausschusses demnächst auch in deutscher Sprache erscheinen.

Prof. P. Saldaу, Leningrad: „Über die Eigenschaften der Eutektika und eutektischen Legierungen in binären Metallsystemen.“

Vortr. hat festgestellt, daß die Eutektika selbst in sehr stark gegliederten Legierungen eine besondere Stellung hinsichtlich der Beziehungen zwischen Eigenschaften und Zusammensetzung einnehmen. Die Untersuchungen erstrecken sich auf

die Eigenschaften von Eutektika in Systemen, bei welchen keine intermetallischen Verbindungen vorhanden sind, in Systemen, wo derartige intermetallische Verbindungen auftreten, und auf die Eigenschaften eutektoider Legierungen. Alle Legierungen, die zur Untersuchung gelangten, wurden aus reinen Kahlbaumreagenzien hergestellt, die in Graphitiegeln unter Verwendung von Kaliumchlorid und Natriumchlorid als Flußmittel zusammengeschmolzen wurden. Die für die Untersuchung der elektrischen Leitfähigkeit verwendeten Probestäbe wurden nach dem Verfahren von Stepanow hergestellt. Die Brinellhärten wurden in einer Gagarinepresse festgestellt unter Verwendung einer 10-mm-Kugel und einer 30 Sekunden dauernden Belastung von 50 kg. Die elektrische Leitfähigkeit wurde mit Hilfe einer Kelvinschen Doppelbrücke bestimmt. Untersucht wurden die Systeme Blei-Zinn, Blei-Antimon, Zinn-Zink, in welchen keine intermetallischen Verbindungen auftreten. Bei den polymorphen Umwandlungen im System Zinn-Blei treten nach den Feststellungen des Vortr. die Umwandlungen zwischen 155 und 180° auf, je nach der Geschwindigkeit des Erhitzens und Abkühlens. Das Eutektikum enthält 74,6 Atomprozent Zinn. Im System Blei-Antimon treten nach Cohen und Bosh die polymorphen Umwandlungen bei Antimon bei 100° auf, nach Jäneck zwischen 124 und 137°. Das Eutektikum enthält 13% Antimon. Im System Zinn-Zink treten die polymorphen Umwandlungen zwischen 200

bis 210° und bei 340° auf, das Eutektikum enthält 85,5% Zink. Im System Gold-Zink treten intermetallische Verbindungen zwischen Gold und Gold-Zink auf, im System Gold-Cadmium zwischen Cadmium und  $\text{AuCd}_3$ . Die Untersuchungen der Härte und elektrischen Leitfähigkeit zeigten, daß die eutektischen Legierungen der Systeme Zinn-Blei, Blei-Antimon, Zinn-Zink, Gold-Zink, Gold-Cadmium sowie die geglühten eutektischen Stähle eine verhältnismäßig größere Härte und einen größeren elektrischen Widerstand bzw. geringere Leitfähigkeit und geringeren Temperaturkoeffizienten besitzen als die in der Zusammensetzung naheliegenden Legierungen. Die Eutektika und eutektischen Legierungen gehorchen selbst nach dem Glühen nicht dem Gesetz der geraden Linie, welches charakteristisch ist für die Eigenschaften von Legierungen, die aus mehreren Mischungen von Phasen bestehen, die von den Komponenten des gegebenen Systems gebildet werden. Auf der Isotherme nehmen die Eutektika und eutektischen Legierungen ein Maximum hinsichtlich Härte und elektrischen Widerstand und ein Minimum hinsichtlich Leitfähigkeit und Temperaturkoeffizienten ein. T a m a n n und D a h l haben angenommen, daß, wenn sich die Kristalle der gleichen Zusammensetzung nicht berühren, wie dies bei Eutektika der Fall ist, keine Rekristallisation zu erwarten ist. Ihre Untersuchungen zeigten in der Tat, daß bei den eutektischen Legierungen von Cadmium und Zink, Cadmium und Wismut man beim Walzen zu Blechen von 0,2 mm Dicke und Glühen auf 100 und 200° eine eutektische Struktur erhält, die sich im Aussehen nicht unterscheidet von der durch direktes Schmelzen erhaltenen. Für den Prozeß der Koaleszenz in eutektischen Legierungen während des Glühprozesses ist daher ein Überschuß einer Phase erforderlich. Die Eutektika und eutektoiden Legierungen bieten uns Systeme, in welchen man die Änderungen der physikalischen Eigenschaften, die durch Änderungen des Dispersionsgrades bewirkt sind, sehr gut untersuchen kann. —

F. Hargreaves und R. J. Hills, Ashford: „*Enthärten durch Bearbeitung und eine Theorie der interkristallinen Kohäsion.*“

Schon in früheren Arbeiten hat H a r g r e a v e s sich mit dem Einfluß mechanischer Beanspruchung auf die Struktur weicher Eutektika beschäftigt und weiche Metalle der Härteprüfung unterzogen. Die bei verschiedenen Bearbeitungen auftretende oft sehr merkwürdige Enthärtung wurde zum Teil auf Bewegungen in den Phasen zurückgeführt, auf Änderungen in den Phasengrenzen. In Fortsetzung dieser früheren Arbeiten wurde jetzt der Einfluß der Bearbeitung und des Glühens auf die Härte eutektischer Legierungen untersucht und hierbei bestätigt gefunden, daß die Enthärtung durch Bearbeitung in einem Phasengemisch vor sich geht, das der mechanischen Beanspruchung unterworfen ist bei Temperaturen innerhalb des normalen Glühgebietes jeder einzelnen Phase. Die Untersuchungen wurden an Zink-Aluminium-Legierungen sowie an Legierungen von Zink-Aluminium-Kupfer durchgeführt. V o r t r. suchen eine Theorie der interkristallinen Kohäsion aufzustellen und diese zur Erklärung der Enthärtung durch Bearbeitung heranzuziehen. Durch Untersuchungen weiterer Eutektika und Zweiphasenlegierungen wurden als Bedingungen für die Enthärtung durch Bearbeitung festgestellt: 1. Anwesenheit von mehr als einer Phase (die Legierung muß nicht eutektisch sein), 2. die beiden Bestandteile müssen fähig sein, spontan zu enthärten nach Bearbeitung bei Zimmertemperatur. Die Untersuchungen zeigten, daß sich das rekristallisierte Cadmium-Zink-Eutektikum im Verhalten von der Gußlegierung unterscheidet und sich im Verhalten auch unterscheidet von dem Blei-Zinn-Eutektikum, in welchem das Zinn rekristallisiert ist. Die merkwürdigen Fließeigenschaften einiger Zink-Aluminium-Legierungen, (R o s e n h a i n und Mitarbeiter), konnten als identisch mit den Erscheinungen nachgewiesen werden, die bei der Enthärtung durch Bearbeitung auftreten. Die Theorie der interkristallinen Kohäsion, die von den V o r t r. aufgestellt wurde, stützt sich auf die Unterschiede in den Grenzphasen. Die Grenzflächen werden als aus bestimmten Atomformen bestehend angenommen, die für zwei bestimmte Richtungen immer gleich sind und die gleiche relative Lage in der Grenzschicht des nicht beanspruchten Metalls einnehmen. Bei hinreichender Zugbeanspruchung wird

ein amorphes Metall erzeugt, welches die Dichte des Aggregats erniedrigt. Durch die Bearbeitung wird außer der Enthärtung des Metalls eine Zunahme der Fließgeschwindigkeit bewirkt, die zu einer Enthärtung führt. Die ersten Stufen der Enthärtung sind in ihrer Natur der Härtung gleich. Die Ermüdung der Metalle betrachten V o r t r. vom Standpunkt der Grenzflächen und nehmen an, daß der Ursprung der Ermüdung in dem Einfluß der Zugbeanspruchung der Grenzflächen zu suchen ist. —

G. B. Brook und G. H. Stott, Kinlochleven: „*Über die Untersuchung der Elektronienerschläge auf Aluminium.*“

Mit der ständigen Zunahme der Aluminiumerzeugung wurde die Forderung nach einer erfolgreichen Plattierungsmethode immer dringender. Die Möglichkeit eines Überzugs mit gold-, silber- oder anders gefärbtem Metall würde die Verwendung des Aluminiums auf zahlreichen Gebieten ermöglichen, auf welchen bisher das Aluminium gar nicht oder nur beschränkt zur Anwendung kommen kann. Unter günstigen Bedingungen ist es nicht schwer, auf Aluminium einen dichten festhaftenden Überzug von Metallen zu erhalten. Sorgfältige Prüfung zeigt selbst nach Monaten noch keine Fehler im Überzug, aber nach längerer Zeit treten mikroskopische Risse auf. Im Laufe der Zeit sind dann auf dem Markt eine Reihe von plattierten Aluminiumerzeugnissen erschienen mit scheinbar befriedigenden Eigenschaften, aber für die Niederschläge normaler Dicke sind keine Angaben gemacht worden, die die Vorteile dieser Elektroplattierung sowie das Verhalten und die Lebensdauer nach langfristiger Benutzung sichern. Um den Wert der Schutzüberzüge auf Aluminium festzustellen, kann man entweder die Dicke des Niederschlags messen oder wägen oder die Porenfreiheit des Niederschlags durch mikroskopische Untersuchungen feststellen, oder die Adhäsion durch Biegeproben ermitteln sowie durch Proben, bei denen das Metall komprimiert und entspannt wird; endlich kann man Korrosionsproben drastischer Art anwenden. V o r t r. haben diese Prüfverfahren angewandt. Art und Dicke des Niederschlags wurden bestimmt, indem das Grundmetall von dem zu untersuchenden Stück meist mit Hilfe von Natronlauge gelöst wurde, man erhielt einen Film des Überzugsmetalls, der gewogen und dessen Dicke gemessen wurde. Die Porenfreiheit, die in der Regel durch das Mikroskop bestimmt wird, ist in vielen Fällen mangelhaft. Bei der Prüfung der Adhäsion, die durch die Biegeprobe festgestellt wurde, von der V o r t r. noch eine weitere Typisierung hinsichtlich der Größe der zu untersuchenden Metallstücke und der Geschwindigkeit und des Maßes der Biegung erwarten, zeigte sich merkwürdigerweise, daß ein einfacher Überzug von Kupfer auf Aluminium gut haftete, während ein Nickelüberzug mit Kupferzwischen-schicht sich losblätterte, und zwar begann die Loslösung an der Kupfer-Aluminiumfläche. Die Dichte und Festigkeit des elektrisch niedergeschlagenen Überzugs kann durch die Korrosionsfestigkeit wiedergegeben werden. V o r t r. verwendeten, da sie keine Möglichkeit hatten, die Salzwassersprühprobe anzuwenden, ein Verfahren, welches sie schon mit Erfolg für die Korrosionsprüfung angewandt hatten und bei welchem sie die Proben für drei Monate in Brackwasser von Halbfluthöhe eintauchten. Hierbei zeigte sich, daß ein polierter direkter Nickelüberzug auf Aluminium sich am besten bewährte. Auch poliertes Nickel auf Aluminium mit Kupferzwischen-schicht hielt der Beanspruchung gut stand. Kupfer mit Nickelzwischen-schicht, Chrom mit Nickel- oder Kupferzwischen-schicht und mattes Nickel mit Kupferzwischen-schicht sind im allgemeinen auch günstig. Bei der ständig zunehmenden Bedeutung der Verchromung ist aber leider die schlechte Haftfestigkeit des Chroms zu erwähnen. Die Untersuchungen zeigen, daß, wenn auch der Elektronienerschlag genügend dick erzeugt werden kann, seine Korrosionsbeständigkeit und Haftfestigkeit von den physikalischen Eigenschaften des Überzugsmetalls wie auch von der Dicke des Niederschlags abhängig sind. —

P. J. Durrant, Cambridge: „*Über die Konstitution der cadmiumreichen Legierungen im System Cadmium-Gold.*“

Das System Cadmium-Gold ist 1909 von V o g e l und 1915 von S a l d a u untersucht worden. Eine Nachprüfung dieser Arbeiten ergab, daß die Gleichgewichtsdiagramme von

Vogel und Saldau in einigen Punkten einer Korrektur bedürfen. Vortr. hat die Konstitution der Legierungen von Cadmium und Gold mit 0 bis 48 Atomprozent Gold durch thermische und mikrographische Analyse nachgeprüft. Die Untersuchungen zeigten, daß das Gleichgewichtsdiagramm von Saldau in folgender Weise zu korrigieren ist: Die Liquiduslinie vom eutektischen Punkt bei 7,95 Atomprozent Gold und 309° steigt zu einem Maximum bei 28,6 Atomprozent Gold und 500°, hierauf fällt die Kurve zu einem Eutektikum bei 30 Atomprozent Gold und 496°. Die von Saldau bei 495° gezogene horizontale Linie ist nicht die peritektische, sondern eine eutektische Horizontale. Zwischen den Zusammensetzungen 30 und 48 Atomprozent Gold stellt die Liquiduslinie keine einheitliche Kurve dar, sondern wird durch einen scharfen Knickpunkt bei 39,4 Atomprozent Gold und 540° unterbrochen, wo eine peritektische Linie die Liquiduslinie trifft. Weiter wurde ein neues Gebiet der festen Lösung gefunden, welches in dem Diagramm von Saldau als  $\beta + \gamma$ -haltiges Feld beschrieben wurde. Es konnten zwei polymorphe Umwandlungen festgestellt werden, eine bei 500° und die andere bei etwa 375°. Die bei 375° auftretende Umwandlung ist deshalb von Interesse, weil sie der Änderung in der  $\beta$ -Phase des Messings bei 460° analog verläuft. Im Liquidusgebiet konnte kein Anhalt für das Vorhandensein der Verbindung  $\text{AuCd}_2$  festgestellt werden, doch ist aus der Form des Gleichgewichtsdiagramms auf die Anwesenheit zweier Verbindungen  $\text{Au}_2\text{Cd}_3$  und  $\text{Au}_3\text{Cd}_2$  zu schließen, die beide bei hohen Temperaturen stark dissoziiert sind. Vortr. gibt dann noch die Verfahren der chemischen Analyse an, die für die Bestimmung der Zusammensetzung der Cadmium-Gold-Legierungen angewandt wurden. —

Marie L. V. Gayler und G. D. Preston, Teddington: „Die Altershärtung einiger Aluminiumlegierungen.“

Die untersuchten Aluminiumlegierungen hatten folgende Zusammensetzung: 1. 0,85% Magnesium, 0,5% Silicium entsprechend 1,35%  $\text{Mg}_2\text{Si}$ ; 2. 0,51% Magnesium, 0,3% Silicium entsprechend 0,8%  $\text{Mg}_2\text{Si}$  und 4% Kupfer; 3. 4,5% Kupfer; 4. 0,42% Magnesium, 0,25% Silicium entsprechend 0,67%  $\text{Mg}_2\text{Si}$  und 2% Kupfer; 5. 0,84%  $\text{Mg}_2$ , 0,4%  $\text{Si} = 1,04\% \text{Mg}_2\text{Si}$ . Alle Legierungen wurden der gleichen Wärmebehandlung unterworfen und unter den gleichen Bedingungen untersucht. Die Altershärtung wurde sowohl in den Legierungen, welche Kupfer und Magnesiumsilicid im Aluminium enthalten, untersucht, wie auch in den Legierungen, welche nur einen dieser Zusätze enthielten. Mit Ausnahme der 3. Legierung, die nur Kupfer, und zwar 4,5%, dem Maximum der Kupfermenge, die bei 500° in fester Lösung im Aluminium festgehalten wird, enthielt, war in den anderen Legierungen Magnesium und Silicium immer entsprechend der Zusammensetzung des Magnesiumsilicids  $\text{Mg}_2\text{Si}$  enthalten. Die Legierungen wurden dann untersucht auf Brinellhärte, Zugspannung, Dichte, elektrische Leitfähigkeit und Änderungen der Kristalle, wie sie sich durch Röntgenanalyse dartun. Die Änderungen in der Dichte und im Durchmesser der Gefügeteile, die während der Alterung auftreten, legen die Annahme nahe, daß Fällungen aus der festen Lösung auftreten. Die Röntgenanalyse zeigt, daß die Kristalle ihren Platz gewechselt haben, und zwar tritt dies bei fortschreitender Alterung bei hohen Temperaturen allmählich auf. Die Zunahme des elektrischen Widerstands bei der Alterung entspricht dieser Lageverschiebung in der festen Lösung, hervorgerufen durch die Anwesenheit kleinster Teilchen, die von der Zersetzung der festen Lösung herrühren. Für die Fällung aus der festen Lösung werden zwei Vorgänge angenommen, 1. die Abstoßung der Atome des gelösten Metalls aus dem Gefüge der festen Lösung, die möglicherweise von Molekularbildungen begleitet ist, und 2. Koagulation dieser abgestoßenen Atome oder Moleküle, ein Vorgang, der dem ersten Vorgang unmittelbar folgt und ihn wahrscheinlich stark überdeckt. Bei längerem Glühen wird die Abscheidung der Verbindungen  $\text{CuAl}_2$  und  $\text{Mg}_2\text{Si}$  oder beider zusammen beobachtet. Die höchsten Werte für den elektrischen Widerstand treten zu gleicher Zeit auf, wie die höchsten Härtewerte bei den bei 200° behandelten Legierungen. Werden diese Legierungen bei Zimmertemperatur gealtert, dann wird das Maximum der Härte in zwei bis drei Tagen erreicht, der höchste elektrische Widerstand schon in ein bis fünf Stunden. Die Kurven des elektrischen Widerstands

zeigen, daß das Maximum bei der Alterung bei Zimmertemperatur erreicht wird. Alterung bei höheren Temperaturen führt zu einer weiteren Steigerung des elektrischen Widerstands, dem dann ein Abfall folgt. Nach Rosenhain ist der zunehmende Widerstand einer Lagenveränderung in der festen Lösung zuzuschreiben. Hervorzuheben ist, daß, wenn die Altershärtung der Fällung des Metalls und nicht einer Metallverbindung zuzuschreiben ist, die Härtung viel geringer ist. Dies stützt die von Vortr. angenommene Theorie, daß die Abscheidung des Metalls keine so große Verlagerung verursacht wie eine Verbindung, da sich keine Moleküle bilden. Die Ergebnisse der Untersuchungen sehen die Vortragenden als eine Bestätigung der Ansicht an, daß die Härtung durch eine Gefügeveränderung bewirkt wird, die die Folge der Fällung sehr hoch disperser Teilchen ist. —

C. Blazey, Port Kembla, NSW-Australien: „Sprödigkeit von arsenhaltigem Kupfer.“

In einer vor kurzem erschienenen Arbeit hatte Vortr. eine Sprödigkeit von arsenhaltigem Kupfer beschrieben, die durch geringe Zugfestigkeit und Dehnung charakterisiert ist, interkristallinen Bruch zeigt und widerholtem Biegen bei Glühen unterhalb 600 bis 650° nicht standhält. Bei Glühen auf höhere Temperatur verschwindet diese Sprödigkeit, trat aber wieder auf, wenn das Kupfer kalt bearbeitet und auf verhältnismäßig niedrige Temperaturen wieder erhitzt wurde. Vortr. hat als Ursache festgestellt, daß unter bestimmten Bedingungen eine geringe Menge von Wismut, etwa 0,004%, eine ähnliche Sprödigkeit herbeiführen kann. Zusatz von Antimon bis zu 0,1% und Phosphor bis zu 0,1% sowohl allein als zusammen wurde an Gußstücken aus einem Drehofen untersucht und erwies sich ohne schädlichen Einfluß. Vor kurzem erhielt Vortr. ein kleines Stück eines nicht arsenhaltigen Kupferrohres, welches die beschriebene Sprödigkeit zeigte. Der Kupfergehalt betrug 99,82%, der Sauerstoffgehalt schien normal zu sein. Blei war nur in ganz geringen Mengen vorhanden. Bei den Versuchen des Vortragenden wurde Kupfer geschmolzen unter Zusatz von sehr geringen Mengen Wismut. Es trat dann die Sprödigkeit ein, wenn der Schmelze kein Phosphor zugesetzt wurde. Zusatz von Phosphor nach der Wismutbeigabe hebt die Neigung zur Sprödigkeit wieder auf. Die Sprödigkeit kann auch durch Umschmelzen beseitigt werden. Bei Zusatz von Phosphor genügt ein einmaliges Umschmelzen. Ohne Phosphorzusatz ist mehrmaliges Umschmelzen erforderlich. Liegt das Metall in Form sehr dünner Drähte vor, dann genügt langes Erhitzen im Wasserstoffstrom auf hohe Temperaturen zur Beseitigung der Sprödigkeit. Diese Sprödigkeit ist in nicht arsenhaltigem Kupfer aufgehoben. Die vorliegenden Untersuchungen genügen noch nicht, um den Mechanismus der Erscheinung darzulegen. —

P. J. Durrant, Cambridge: „Eine Bemerkung zum Haughton-Hanson-Thermostat. Eine Methode der Feinadjustierung.“

Bei der Untersuchung der Konstitution cadmiumreicher Legierungen des Systems Cadmium-Gold war es erforderlich, den Ofen, in welchem die Proben geglüht wurden, rasch und sehr genau auf eine bestimmte Temperatur zu bringen. Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, durfte man nicht unter dieser Temperatur abkühlen. Es zeigte sich nun, daß es mit den üblichen Verfahren sehr schwer war, diese Bedingung einzuhalten. Durch eine Modifikation der „Kaltkugel“ des Haughton-Hanson-Thermostaten konnte aber die Temperatur mit einer Genauigkeit von 0,1% auf ein nur 5° umfassendes Temperaturgebiet eingestellt werden. —

W. Hume-Rothery und E. O. Rounsefell, Oxford: „Über das System Magnesium-Zink.“

Das Gleichgewichtsdiagramm des Systems Magnesium-Zink wurde im Gebiet von 0 bis 70 Atomprozent Magnesium untersucht. Die magnesiumreichen Legierungen sind schon von Hansen bearbeitet worden. Besondere Aufmerksamkeit schenken die Vortragenden der Struktur der festen Legierungen sowie den Grenzen der festen Lösungen in den verschiedenen Phasen. Auf der Liquiduslinie wurden 23 Punkte bestimmt, doch ist dieser Teil des Diagramms schon bekannt. Die Löslichkeit von Magnesium in festem Zink

nimmt von 0,15 Atomprozent Magnesium bei 200° bis zu 0,3% Magnesium bei 364° zu. Dies ist die Temperatur des Eutektikums  $\text{Zn-MgZn}_2$ . Als Temperatur dieses Eutektikums ergab sich durch Aufnahme der Abkühlungskurven und durch Abschreckexperimente 364°. Bei der Aufnahme der normalen Abkühlungskurven unterliegt dieser Punkt beträchtlichen Schwankungen infolge Unterdrückung der peritektischen Reaktion, durch die die Verbindung  $\text{MgZn}_2$  bei 381° entstehen sollte, deren Bildung in der Regel jedoch eine Verzögerung erfährt und meist zu gleicher Zeit auftritt wie die eutektische Abscheidung. Die von Chadwick vor einiger Zeit aufgefundene Verbindung  $\text{MgZn}_2$  konnte bestätigt werden, aber die feste Lösung, die Chadwick in dieser Verbindung annimmt, konnte von Votr. nicht gefunden werden. Es wurde festgestellt, daß nach längerem Glühen einer Legierung mit 16,5 Atomprozent Magnesium sich Spuren von freiem Zink zeigen, während eine Legierung mit 16,8 Atomprozent Magnesium Spuren von  $\text{MgZn}_2$  enthält. Dies entspricht einer Gewichts-differenz an Magnesium von weniger als 0,01%, und daraus wird der Schluß gezogen, daß eine Verbindung von bestimmter Zusammensetzung vorliegt. Die von Grube gefundene Verbindung  $\text{MgZn}_2$  wurde auch bestätigt gefunden, aber die feste Lösung in dieser Verbindung, die Chadwick angibt, besteht nach den Ergebnissen der Vortragenden nicht. Diese Unstimmigkeiten sind darauf zurückzuführen, daß das von Chadwick als Ätzmittel verwendete saure Ferrichlorid keine genaue Unterscheidung zwischen der Verbindung  $\text{MgZn}_2$  und einer Verbindung  $\text{MgZn}$  gestattet, die die Vortragenden zum ersten Male fanden. Diese neue Verbindung  $\text{MgZn}$ , die nach den Vortragenden vorhanden ist, besitzt eine bestimmte Zusammensetzung und kann von  $\text{MgZn}_2$  durch das Benedicksche Reagens unterschieden werden. Die Verbindung  $\text{MgZn}$  entsteht bei 354° durch peritektische Reaktion zwischen  $\text{MgZn}_2$  und Liquidus. Es ist jetzt möglich, das Diagramm im System Magnesium-Zink zu ergänzen. Von praktischer Bedeutung ist das Ergebnis, daß im Elektronmetall und ähnlichen Legierungen jedes im Überschuß vorhandene Zink, das die Menge des in Magnesium in fester Lösung enthaltenen Zinks übersteigt, in Gestalt der neuen Verbindung  $\text{MgZn}$  vorhanden ist und nicht, wie man bisher annahm, als  $\text{MgZn}_2$ . Zum Vergleich wird das Diagramm Magnesium-Cadmium erörtert, welches entsprechend der instabilen Verbindung  $\text{MgZn}_2$ , das instabile  $\text{MgCd}_2$  enthält. Während jedoch das System Magnesium-Cadmium feste Lösungen in den Metallen enthält, zeigt das System Magnesium-Zink nur sehr geringe Löslichkeit in beiden Metallen, bildet dafür die sehr instabilen Verbindungen  $\text{MgZn}_2$  und  $\text{MgZn}$ . Die Versuchsergebnisse deuten darauf hin, daß diese Verbindungen nur im festen Zustand existieren, nicht aber als definierte Verbindungen im flüssigen Zustand. In Verbindung mit diesen Tatsachen wird darauf hingewiesen, daß die Atomvolumina von Magnesium und Cadmium nahezu gleich sind, aber sehr verschieden von dem des Zinks. Man kann annehmen, daß dort, wo zwei Metalle eine bevorzugte, aber instabile Verbindung bilden, die Atomvolumina ausschlaggebend sind für die Tatsache, ob feste Lösungen sich in den Metallen bilden oder nicht.

Harry C. Lancaster, Locke: „Über die Bedeutung der Verwendung großer Gefäße für die Raffination niedrig schmelzender Legierungen.“

Als vor etwa 40 Jahren das Pattinson-Verfahren für die Konzentrierung von Silber in Blei in Anwendung war, wurden Kessel von 15 t Fassungsraum verwendet. Diese Eisengefäße wurden in der Regel in Halbkugelform gegossen, hatten keinen Ausguß, sondern die Bleisilbermischung wurde mit Hilfe von großen Pfannen und kleinen Handkränen bewegt. Als dem Pattinson-Verfahren das Parkes-Verfahren folgte, verwendete man größere Gefäße, das Blei wurde entweder ausgepumpt oder die Gefäße hatten Ausgußöffnungen. Die Ansicht, die Gußform sei zweckmäßig in Halbkugelform zu verwenden, fand ihre Stütze darin, daß die Ausdehnung und Schrumpfungen besser ausgeglichen werden. Über die Dicke der verwendeten Gefäße sind die Ansichten sehr geteilt. Nach der Ansicht des Vortragenden wird die Lebensdauer der Formen erhöht, je dünner der Guß ist ent-

sprechend dem Gewicht. Die jetzt immer mehr in Anwendung kommenden großen Kessel bedingen einige Änderungen in ihrer Form und Konstruktion, um ein erfolgreiches Arbeiten zu gewährleisten. Die Lebensdauer der Formen kann durch geeignete Maßnahmen sehr erhöht werden. Votr. beschreibt eine Konstruktion, die unter Verwendung von Ziegelauskleidungen sich sehr gut bewährt und eine genügend hohe Lebensdauer aufweist. —

D. F. Campbell, London: „Neue Entwicklungen in der Konstruktion elektrischer Öfen.“

Die Verwendung der elektrischen Öfen in der Metallurgie hat in den letzten zwei Jahren wieder große Fortschritte gemacht. Im Schmelzen der Metalle wurden Fortschritte erzielt durch Verbesserungen der Ofenauskleidungen an Niederfrequenzinduktionsöfen und durch die Entwicklung der eisenlosen Induktionsöfen System Ajax-Northrup für Metalle von hohem Schmelzpunkt. Für das Schmelzen von Messing für Walzwerke ist heute der Ajax-Wyatt-Ofen in größeren europäischen und amerikanischen Werken fast allgemein eingeführt, er hat sich auch bewährt für Nickel und Messing verschiedener Zusammensetzung und zum Schmelzen anderer Metalle, wie z. B. Gußeisen. Durch die neue patentierte Art der Sinterung der Auskleidung ist dieses System auch für Hochfrequenzöfen anwendbar. Der Hochfrequenzofen System Ajax-Northrup hat in den letzten zwei Jahren steigende Anwendung gefunden, und eine große Anzahl solcher Anlagen für das Schmelzen von Nickel- und Eisenlegierungen sind in verschiedenen Kapazitäten errichtet worden. Das Metall wird unter idealen Bedingungen für Mischlegierungen geschmolzen, denn im Ofen herrscht eine rasche Zirkulation, wodurch eine bisher nicht bekannte Homogenität leicht erzielt wird. Eine Reihe von Störungen und Schwierigkeiten, die beim Walzen, Schmieden und Tiefziehen sonst auftreten, sind bei Metallen, die auf diesem Wege erschmolzen wurden, verschwunden, und die Kosten dieser Bearbeitungsweise werden durch die größere Weichheit und Bearbeitbarkeit des Metalls verringert. Man erhält ein Metall, das dem nach dem älteren Verfahren erzielten weit überlegen ist. Die Schmelzkosten konnten auch stark herabgesetzt werden, nachdem an Stelle von Tiegeln gesintertes Futter verwendet wird. Für das Schmelzen von reinem Nickel kann man als Auskleidungsmetall Nickelbleche nehmen, zum Schmelzen von Eisen Stahlbleche. Das Hauptanwendungsgebiet dieser Öfen für das Schmelzen von Nichteisenmetallen ist die Schmelze von Nickel und seinen Legierungen mit Ausnahme von Nickel-Silber, welches wirtschaftlicher im Ajax-Wyatt-Ofen geschmolzen werden kann. Die elektrischen Öfen haben nicht nur für das Schmelzen, sondern auch für die weitere Wärmebehandlung in den letzten Jahren gesteigerte Anwendung gefunden. Die Wärme- und Glühöfen sind ihrer Konstruktion nach sowie den mechanischen Anforderungen nach sehr verschieden, so daß eine allgemeine Beschreibung nicht gegeben werden kann. Als einfachste Art nennt Votr. die Trockenöfen sowie die Glühöfen für Metalle, die nur geringere Temperaturen erfordern, wie z. B. Aluminium und seine Legierungen. Die Temperaturkontrolle der gasbeheizten Öfen bringt bei tiefen Temperaturen Schwierigkeiten, die bei den elektrischen Öfen nicht mehr bestehen. Große Fortschritte wurden in den letzten zwei Jahren in den kontinuierlichen Glühöfen für Messingbleche erzielt. Votr. verweist auf einen englischen neuen Ofen für die Trocknung keramischer Erzeugnisse. Zum Schluß verweist Votr. auf die Hirsch-Kupfer- und Messingwerke bei Eberswalde als Beispiel für die ausgedehnte Verwendung der Elektrizität in Messingbetrieben. —

Dr. W. Rosenhain und W. E. Prytherch, Teddington: „Ein verbesserter elektrischer Widerstandsofen.“

Die zur Zeit bestehenden Konstruktionen elektrischer Widerstandsöfen sind in ihrer Anwendung sowohl für Laboratorium als für Betriebe beschränkt. Die Öfen, deren Heizung durch Widerstandsdrähte erfolgt, sind in der erzielbaren Höchsttemperatur von der Art des Drahtes abhängig. Die Verwendung hochschmelzender Metalle, wie Wolfram, Molybdän

usw., wird erschwert durch die Notwendigkeit, sie entweder in einer neutralen Atmosphäre oder im Vakuum zu erhitzen. Die Platinmetalle sind zu teuer und können nur für sehr kleine Öfen verwendet werden. Drähte von Nickel-Chrom-Legierungen können nur für eine begrenzte Zeit bei Temperaturen oberhalb 1200° verwendet werden. Die mit Kohlewiderständen arbeitenden Öfen leiden wieder an anderen Übelständen, so muß man starke Ströme verwenden oder hat im Fall der granulierten Kohle oder ähnlicher Materialien unter den Schwierigkeiten der Erzielung gleichmäßiger Temperaturen innerhalb des Widerstands zu leiden. Bei den Kohlewiderstandsöfen, die bisher konstruiert wurden, muß man die Verbrennung der Kohle verhüten, indem man eine neutrale Atmosphäre, wie z. B. Wasserstoff oder Stickstoff, um die Kohle herum aufrechterhält. Man kann dadurch nur schwer eine reduzierende Gasatmosphäre im Ofen vermeiden. Die Vortragenden konnten nun für Laboratoriumszwecke einen Ofen konstruieren, der bei Temperaturen bis 1400° und sogar darüber verwendet werden kann. Das Heizelement dieses Ofens besteht aus Kohle oder Graphitblöcken oder kleinen Stäben, die in einer feuerfesten Röhre, welche sie gut umschließt, angebracht werden. Die Erwärmung erfolgt durch Kontaktwiderstand. Durch die umkleidende Röhre wird ein Luftüberschuß vermieden, so daß die Kohle nicht merklich verbrennt. Der Kohlewiderstand wird nicht oxydiert. Dieser Ofen kann lange Zeit auf Temperaturen zwischen 1300 und 1400° und darüber erhitzt werden. Schon bei den genannten Temperaturen bietet jedoch der Ofen Vorteile gegenüber den gewöhnlichen drahtumwundenen Widerstandsöfen. Vortr. verweist nur auf eine Schwierigkeit. Die äußere Röhre neigt zur Kontraktion und es konnten nur sehr schwer die Röhren aus schwer schmelzbarem Material in genauen Dimensionen erhalten werden, so daß sie die Graphitringe dicht umschließen. Auch zeigen die feuerfesten Stoffe noch nicht die gewünschte Gasundurchlässigkeit, so daß sich im Innern des Ofens eine bestimmte Menge Kohlenmonoxyd bemerkbar macht. Trotzdem zeigen die Graphitringe selbst nach wiederholter Verwendung nur sehr geringen Angriff. —

C. Sykes, Sheffield: „Zirkonlegierungen.“

Der elektrische Widerstand der Kupfer-Zirkon-, Eisen-Zirkon- und Nickel-Zirkon-Legierungen hängt von der Zusammensetzung der Legierungen ab, auch ändert er sich mit der Temperatur. Eisen und Nickel werden durch Zusatz von Zirkon in ihren magnetischen Eigenschaften nicht verbessert. Die Legierungen von Aluminium mit Zirkon haben in den letzten Jahren bei den Metallurgen größere Aufmerksamkeit gefunden als die anderen binären Systeme mit Zirkon. Dies ist zum Teil auf die Leichtigkeit der mit diesen Legierungen erreichbaren Thermitreaktionen zurückzuführen. Weiß und Neumann haben sogenanntes kristallines Zirkon durch Erhitzen von Aluminium mit dem Doppelfluorid von Kalium und Zirkon dargestellt. Dieses Metall gibt nach Behandlung mit Ätznatron und Salzsäure eine 72,2% Zirkon enthaltende Aluminium-Zirkon-Legierung der Formel  $Zr_3Al_4$ . Die von Schirmeister dargestellte Aluminium-Zirkon-Legierung bis 7% Zirkon zeigte beträchtliche Härte. Er gibt die Löslichkeit des Zirkons in Aluminium bei Zimmertemperatur mit 3% an. Die einfachste Methode zur Darstellung der Legierungen ist das Erhitzen von gepulvertem Zirkonium mit Aluminium, doch sind hierbei die Verluste ziemlich groß, die Reaktion ist sehr heftig, so daß man schwankende Zusammensetzungen erhält. Vortr. hat eine Reihe von Legierungen hergestellt, deren Zirkongehalt von 1 bis 70% schwankte. Diese Legierungen bestanden aus zwei Bestandteilen, einem dunkeln, in langen, feinen Nadeln kristallisierten Bestandteil mit wenig Zirkon und einem hellen Bestandteil, der fast aus reinem Aluminium besteht. Die Löslichkeit des Zirkons bei Zimmertemperatur im Aluminium ist nur sehr gering. Eine Legierung mit 68% Zirkon zeigt noch Spuren des aluminiumreichen Grundmetalls, und es war nicht möglich, durch mikroskopische Untersuchungen die Zusammensetzung der intermetallischen Verbindung zu ermitteln. Die Härte der intermetallischen Verbindung nach der Brinell-Methode gemessen betrug 565. Die Härte steigt sehr rasch im Gebiet zwischen 40 und 68% Zirkon. Die Zugfestigkeit der Alu-

minium-Zirkon-Legierungen konnte nicht einwandfrei bestimmt werden. Die Werte streuen im geschmiedeten Zustand der Legierung sehr stark. Die Untersuchung der Korrosionsbeständigkeit der Aluminium-Zirkon-Legierungen ergab, daß die Legierungen weniger korrosionsbeständig sind als die Aluminium-Legierungen, mit welchen sie bisher verglichen wurden. Zur Darstellung der Zirkon-Silber-Legierungen wurden Zirkonpulver und Feinsilber im Vakuum miteinander erhitzt. Einheitliche Silber-Zirkon-Legierungen konnten nicht dargestellt werden, da Silber destilliert, bevor Zirkon gelöst wird. Es konnten Legierungen mit bis zu 30% Zirkon dargestellt werden, die Löslichkeit des Zirkons in Silber ist gering. Die Legierungen bestehen wieder aus zwei Bestandteilen, einer Silber-Zirkon-Matrix und einem Bestandteil, der wahrscheinlich die intermetallische Verbindung darstellt. Die untersuchten Legierungen zeigen also nur in einem sehr beschränkten Löslichkeitsgebiet die Bildung intermetallischer Verbindungen. Eine technische Verwertung der genannten Zirkon-Verbindungen dürfte kaum in Frage kommen. —

J. Newton Friend, Birmingham: „Über die Lösung von reinem und amalgamierten Zink in elektrischen Batterien.“

Vor einem Jahr wandte sich eine englische Firma an den Vortragenden mit der Frage, ob reines, hochwertiges Zink von 99,9% in elektrischen Batterien an Stelle des gewöhnlichen, amalgamierten Handelszinks von 98 bis 99% verwendet werden könne, um den teuren Amalgamierungsprozeß zu vermeiden, oder ob, wenn dies nicht möglich sei, die Verwendung von amalgamiertem, reinem Zink in diesen Batterien einen Vorteil bieten könnte. Vortr. hat zur Entscheidung dieser Frage Untersuchungen durchgeführt, die ihn zu dem Schluß führten, daß die Verwendung von reinem hochwertigem Zink von 99,9% in elektrischen Batterien nicht als Ersatz des amalgamierten Zinks empfohlen werden kann. In verdünnter Schwefelsäure ist auch das amalgamierte reine Zink weniger widerstandsfähig als das amalgamierte Handelszink. In Ammoniumchloridlösung ist der Unterschied zwischen amalgamiertem reinem Zink und amalgamiertem Handelszink sehr gering, so daß der Ersatz des gewöhnlichen amalgamierten Zinks durch amalgamiertes reines Zink keinen Vorteil bietet. Es ist daher nicht zu empfehlen, von der üblichen Praxis abzugehen. —

J. Newton Friend und W. E. Thorneycroft, Birmingham: „Über den Silbergehalt von Proben Blei aus dem Altertum und Mittelalter.“

Die Vortragenden konnten einige Proben von altem römischen Blei sowie Blei aus dem Mittelalter erhalten und haben in diesen Proben den Silbergehalt bestimmt. Das alte prä-romanische Blei scheint keine Behandlung der Entsilberung durchgemacht zu haben. Der Silbergehalt der römischen Bleiprobe schwankt beträchtlich. Die römischen Proben aus späterer Zeit sind etwas silberreicher. Auch die Bleiprobe aus dem Mittelalter zeigen einen sehr schwankenden Silbergehalt. Den höchsten Silbergehalt zeigten von den untersuchten Proben die aus Sparta stammenden Bleifigurinen. —

J. Newton Friend und W. E. Thorneycroft, Birmingham: „Vorläufige Mitteilung über die Druckfestigkeit des Zinks.“

Beim Vergleich der Härte nach dem Brinellverfahren verwendet man in der Regel eine konstante Belastung und mißt den Durchmesser des erzielten Eindrucks. Wahrscheinlich würde man wertvolle Ergebnisse erzielen können beim Vergleich der für die Hervorbringung einer bestimmten Deformation in einer bestimmten Zeit erforderlichen Belastung. Vortr. hat für diesen Zweck einen Apparat konstruiert, mit welchem für relativ weiche Metalle bei Verwendung verschiedener Belastungen und verschiedener Einwirkungsdauer die Deformation genau bestimmt werden kann. Er leitet aus den Untersuchungen eine Formel ab, die eine Beziehung zwischen der erzielten Eindringtiefe, der angewandten Belastung und der Zeitdauer bei konstanter Temperatur angibt. Beim Zink erhält man Kurven, die auf eine allotrope Umwandlung des Zinks bei einer Temperatur von etwa 160 bis 170° hindeuten.