

„I und H“ Industrie- und Handelszeitung (Berlin)

Nr. 186

Die Auswertung des Berylliums.

Das Beryllium, dessen Erze erst vor etwas mehr als 100 Jahren entdeckt wurden und dessen schönste Oxyde und Silikate als Edelsteine und Halbedelsteine als Smaragd, Aquamarin und Chrysoberyll als Schmuck geschätzt werden, gewinnt jetzt an technischem Interesse. Das Berylliummetall gehört zu den Leichtmetallen, es hat ein spezifisches Gewicht von 1,8 und besitzt eine große Härte. Im Zeitalter der Leichtmetalle ist vielleicht auch das Beryllium dazu berufen, aus seiner Verborgenheit herauszukommen und zu technischer Bedeutung zu gelangen.

Bis jetzt fehlte es an einem geeigneten Verfahren, Beryllium in genügender Menge von großer Reinheit zu gewinnen. Neuerdings wurde von A. Stock und Goldschmidt und ihren Mitarbeitern ein Verfahren ausgearbeitet, das gestattet, Beryllium in jeder gewünschten Menge in einer Reinheit von 99,9 Prozent darzustellen. Das Verfahren beruht auf der Schmelzflußelektrolyse von Erdalkali- und Alkaliberylliumhalogeniden. Bei der Elektrolyse dient ein Tiegel aus Achesongraphit als Anode, dieser steht in einem weiten Zylinder aus Kupferblech, der mit dem positiven Pol der Stromquelle verbunden ist. Der Zwischenraum ist mit Kryptol ausgefüllt. Die Kathode besteht aus einem mit Wasser gekühlten Eisenrohr. Als Elektrolyt dient zunächst Natriumberylliumfluorid, dieses wird geschmolzen und dann Bariumberylliumfluorid in kurzen Zeitabständen zugesetzt. Hat der Elektrolyt die Temperatur von 1350° C erreicht, so wird die Elektrolyse für kurze Zeit unterbrochen und die Kathode gesäubert, weil die erste Berylliumschicht schlackenhaltig ist; hierauf beginnt dann die eigentliche Elektrolyse. Sie dauert 3 Stunden. Dann wird die Kathode aus der Schmelze gezogen und der schnell erstarrende Regulus von Beryllium mechanisch entfernt. Der Schmelze setzt man neues Natriumberylliumfluorid zu, nach dem Schmelzen in kurzen Zwischenräumen Bariumberylliumfluorid und elek-

trolysiert wieder 3 Stunden. Man kann drei Elektrolysen hintereinander durchführen. Nach dieser Zeit hat der Graphit so stark gelitten, daß er erneuert werden muß. Die Ausbeute an Berylliummetall beträgt etwa 40 pCt., bezogen auf das angewandte Material. Das Metall enthält nur geringe Mengen von Eisen, Barium ist nur spurenweise qualitativ in einigen Proben nachzuweisen, Aluminium und Natrium sind im Berylliummetall überhaupt nicht enthalten.

Mehrere große deutsche Firmen haben eine Studiengesellschaft gegründet, deren Aufgabe die Ausbeutung des Stock-Goldschmidtischen Patentes und die Erforschung des Berylliums und seiner Legierungen ist. Da Beryllium um $\frac{1}{2}$ leichter ist als Aluminium und sich mit

diesem leicht legiert, so ist zu hoffen, daß bei einem weiteren Erforschen des Berylliums für die Flugtechnik noch mancher Erfolg zu verzeichnen ist. Auch Legierungen mit andern Metallen werden günstige technische Eigenschaften besitzen.

Unabhängig von den deutschen Arbeiten wird auch in Cleveland (Ohio U.S.A.) durch Schmelzflußelektrolyse Berylliummetall für die Flugzeugindustrie hergestellt. Während vor einigen Jahren der Preis für 1 kg Berylliummetall noch 10 000 Dollar betrug, ist er jetzt schon auf 400 Dollar für 1 kg herabgesunken. Wenn ja auch dieser Preis noch hoch ist, so ist doch zu erwarten, daß er sich weiter sehr stark senken wird, sobald erst durch die Erforschung seiner Eigenschaften dem Beryllium ein bestimmtes Verwendungsbereich gesichert und die laufende Herstellung im großen möglich ist. Dipl.-Ing. H. Biel.

V. D. I. Nachrichten
Mitteilungen des Vereines Deutscher Ingenieure (Berlin)

Nr 25.

Neues vom Beryllium

Beryllium, das noch um ein Drittel leichter ist als unser heute am meisten verwendetes Leichtmetall Aluminium, ist zuerst von Friedrich Wöhler im Jahre 1828 als Metall dargestellt worden. Das von Stock und Goldschmidt gefundene elektrotechnische Verfahren zur Gewinnung von Beryllium rückte die industrielle Ausnutzung in den Bereich der Möglichkeiten. Die von der Deutschen Beryllium-Studiengesellschaft, einer im Jahre 1923 von beiden Forschern, einigen an der Sache interessierten Werken und Siemens & Halske gegründeten Forschungsgesellschaft, durchgeführten Versuche setzte später die Abteilung Elektrochemie von Siemens & Halske unter Leitung von Prof. Engelhardt mit gutem Erfolge fort. In der Versuchsanlage werden täglich 120 g Beryllium gewonnen, doch läßt sich die Leistung noch bedeutend steigern. Während 1 g Beryllium nach dem ursprünglichen Verfahren von Stock und Goldschmidt noch 200 Mark gekostet hat, beträgt heute der Preis für 1 g für technische Zwecke nur 6 RM. Wenn erst große Mengen von Beryllium leicht und preiswert darzustellen sind, wird sein Anwendungsgebiet sich erweitern. In Betracht kommen gewisse Legierungen mit Beryllium, die sehr dehnbar und zu dünnen Blättchen auswalzbar sind. Sie sind wichtig für Geräte der Elektroakustik. Da Beryllium die Röntgenstrahlen 17-mal besser durchläßt als Aluminium und erst bei 1285° schmilzt, ist es wertvoll für die Röntgentechnik. Eines der wichtigsten Beryllium-Mineralen ist der Phenacit, der bis zu 45 vH Berylliumoxyd enthält. Allzugroße Vorkommen dieses Minerals sind aber zur Zeit noch nicht bekannt.

M. W. N.

Hamburger Nachrichten

Nr. 345

Das neue Leichtmetall Beryllium.

Wir leben im Zeitalter der Leichtmetalle. Mit einiger Phantasie kann man sich vorstellen, daß Kupfer und Eisen, die schwereren unter den in der Technik am meisten verwendeten Metallen, ganz verschwinden werden, um dem Aluminium und seinen Verwandten Platz zu machen. Aber selbst das Aluminium, das nur ein Drittel des Gewichtes von Eisen hat, ist nicht leicht genug, die Technik strebt nach weiteren Fortschritten. Eine Zeit lang hat man es mit dem Magnesium versucht, das noch erheblich leichter ist als Aluminium, und eine Legierung aus diesen beiden Metallen schien eine große Zukunft zu haben, aber sie erfüllte die Erwartungen nicht, die man auf sie gesetzt hatte. Jetzt meldet sich aber ein neuer Konkurrent, ein bisher zwar bekanntes, aber wenig beachtetes Leichtmetall, das Beryllium. Es wiegt ein volles Drittel weniger als Aluminium und bietet daher für die technische Verwendung erhebliche Vorteile. Außerdem ist es längst nicht so weich wie dieses, sondern hart wie Glas, dabei ist es in gewissen Legierungen außerordentlich dehnbar und kann zu den dünnsten Blättern ausgewalzt werden. Die Röntgenstrahlen läßt es 17mal besser durch als Aluminium und wird daher wohl besonders für die Röntgentechnik Bedeutung gewinnen.

Natürlich ist die Verwendbarkeit eines jeden Metalles nicht allein von seinen technischen Eigenschaften, sondern in noch höherem Maße von seinem Preise abhängig. Das Beryllium wird bisher noch in geringen Mengen erzeugt und ist sehr teuer. Zwar ist es schon seit genau 100 Jahren bekannt, da der berühmte deutsche Chemiker Wöhler es 1828 entdeckte, aber in größerem Umfange konnte es bisher nicht gewonnen werden. Auch Wöhler hatte nur kleine Fällungen davon erhalten. Um die Möglichkeit der Massengewinnung zu studieren, nachdem die Berliner Professoren Stodt und Goldschmidt ein hierzu geeignetes, elektrolytisches Verfahren ausgearbeitet hatten, wurde vor einigen Jahren die deutsche Beryllium-Studiengesellschaft gegründet. Als diese sich später auflöste, setzten Siemens und Halske die Versuche fort, die jetzt zum Erfolge geführt haben. Während das ursprüngliche Verfahren Beryllium nur zu einem Preise von 200 Mark für ein Gramm herzustellen gestattete, ist es heute bereits gelungen, diesen Preis auf sechs Mark herabzudrücken. Auch das ist natürlich für eine allgemeine technische Verwendung noch bei weitem zu hoch, doch zeigt die Erfahrung mit dem Aluminium, wie der Preis gesenkt werden kann, wenn eine Massenerzeugung und Massenverwendung möglich ist. Auch die Anwendungsgebiete wachsen in dem Maße, in dem ein Werkstoff verfügbar ist. Wir werden also wahrscheinlich in den nächsten Jahren viel vom Beryllium zu hören bekommen, je mehr sich sein Anwendungsgebiet erweitert. Im großen und ganzen wird es dasselbe sein wie das des Aluminiums, nur erweitert durch seine überlegenen Eigenschaften, namentlich der großen Härte. Beispielsweise ist es durch die Fähigkeit, sich zu dünnen aber dennoch sehr festen Blättern auswalzen zu lassen, sehr geeignet zur Verwendung in Telefonen, während die große Härte es zu Ventilen von Automobilmotoren empfiehlt, wofür Aluminium nicht in Frage kommen konnte. Und so wird sich wohl noch manches andere dazu finden, wenn das Metall erst einmal zur Verfügung steht. Dazu gehört freilich auch, daß die Erden, aus denen es ebenso gewonnen wird wie die anderen Leichtmetalle, in genügender Menge gefunden werden. Bisher hat man sie in einigermaßen beträchtlicher Menge nur in Spanien, Kanada und Norwegen festgestellt, während in Süddeutschland und Tirol geringere Mengen vorkommen. Aber ähnlich ging es auch mit den sehr seltenen Metallen Wolfram und Tantal. Als sie in der elektrischen Glühlampe eine Massenverwendung fanden, tauchten auch an den verschiedensten Stellen der Erde große Fundstätten dafür auf, während sie vorher kaum bekannt waren. Auch das Leichtmetall der Zukunft, das Beryllium, wird sicherlich noch an vielen Stellen gefunden werden, wo man sich heute nichts davon träumen läßt, wenn nur erst einmal der Bedarf dafür vorhanden ist.

Dipl.-Ing. Dr. Arthur Sam

Vossische Zeitung (Berlin)

Nr. 256

Das Zeitalter der Leichtmetalle

Härter als Glas: Beryllium

In der Werkstoffkunde wird zum ersten Male das Beryllium als neues Metall und in verschiedenen Legierungen der Öffentlichkeit gezeigt.

„Das Zeitalter der Leichtmetalle hebt an.“ So sprach vor ungefähr einem Jahrzehnt der berühmte Chemiker Fritz Haber. Tatsächlich hat auch das Aluminium eine über Erwarten große Verwendung gefunden. Nicht bloß der silberschimmernde Leib des Zeppelinvogels wird aus ihm geformt. Auch die Leitungen, die über Tausende von Kilometern die elektrische Energie verbreiten, besten oft aus demselben „Silber aus Lehm“. Außerdem hat es seinen Einzug gehalten in die Küche der Hausfrau, in die Werkstätten der Eisenbahn, um daraus leichte und doch feste Waggonen herzustellen. Innerhalb der letzten zwölf Jahre ist die Gewinnung von Aluminiummetall auf mindestens das Dreifache gestiegen, von einigen 60 000 Tonnen auf mehr als 200 000 Tonnen.

Ein Jahr später (1828) als das metallische Aluminium, wurde auch das metallische Beryllium hergestellt. Wiederum war es Woehler, der in der Berliner Gewerbeschule in der Niederwallstraße das Beryllium als Metall in Form kleiner Fällchen aus einer Chloridverbindung erhielt. Jahrzehnte später das Element selbst nur in den Lehrbüchern der Chemie und in den Schausammlungen der chemischen Institute ein ziemlich unbeachtetes Dasein. Freilich, es hat nicht an Versuchen gefehlt, Beryllium in größeren Mengen zu gewinnen. Aber wenn auch die Zahl der angemeldeten Patente ganz außerordentlich wuchs, die kleinen metallischen Körper aus Beryllium die sogenannten reguli, waren doch nur von zwerghafter Größe. Ueber ein Gramm Gewicht kam man wohl nie.

Da trat eine Wendung ein, als (der inzwischen verstorbene) Professor Hans Goldschmidt, der bekannte Erfinder des Thermit, und Professor Stod, damals Leiter des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie, das Resultat ihrer gemeinsamen Arbeit veröffentlichten. Diesen beiden Forschern gelang es mit Unterstützung ihrer Mitarbeiter Dr. Prieß und Dr. Prätorius, auf elektrolytischem Wege das Beryllium in Form großer Regulii unmittelbar herzustellen. Eine besondere Beryllium-Studiengesellschaft, über die die „Vossische Zeitung“ seinerzeit eingehend berichtete, bildete sich im Jahre 1923. Zu den beiden Erfindern trat eine Anzahl größerer Firmen unter Führung der Siemens-Halske A. G. Inzwischen ist die Beryllium-Studiengesellschaft aufgelöst worden, aber ihre stille, emsige Arbeit ist nicht umsonst gewesen.

Draußen in Clemenstadt wird jetzt das metallische Beryllium — man darf schon fabrikmäßig hergestellt. Dr. Kurt Jilg, der in Nr. 42 der „Zeitschrift für angewandte Chemie“ darüber berichtet, betont, daß man grundsätzlich das Stod-Goldschmidt'sche Verfahren beibehalten habe. Nur bestimmte Veränderungen sind vorgenommen worden. Man stellt sich aus Rohberyll die nötigen Berylliumsalze her und unterwirft sie dem elektrolytischen

Schmelzfluß. Augenblicklich sind zwei kleine Oefen in Betrieb, in denen jedem in achtstündiger Arbeitszeit 50 bis 60 Gramm Beryllium gewonnen werden. Es handelt sich ja vorläufig nur um Versuchszwecke. Bei vorübergehend größerem Bedarf läßt sich in den gleichen Oefen in durchgehender 24stündiger Elektrolysen-dauer bequem die vierfache Menge gewinnen. Ein besonderes Umschmelzverfahren dient zur Reinigung des Metalls.

Das so gewonnene Beryllium ist von außerordentlicher Härte. Glas läßt sich leicht von ihm ritzen, aber es ist leider auch sehr spröde. Der Schmelzpunkt des Berylliums wurde zu 1285 Grad Celsius bestimmt. Sein spezifisches Gewicht beträgt 1,8 (also leichter als Aluminium).

Während anfänglich das Gramm Beryllium auf 200 M. zu stehen kam, sank nach verhältnismäßig kurzer Entwicklungszeit der Herstellungspreis auf 20 M. Augenblicklich betragen die Kosten für ein Gramm reines, hochprozentiges Beryllium 10 bis 11 M., für ein Material, das man zu Legierungen verwendet und das noch 10 bis 20 v. H. Aluminium enthalten darf, etwa 6 M. Es steht fest, daß man bereits jetzt nach einem besonders ausgearbeiteten Betriebsverfahren Beryllium erhalten könnte, das etwa 80 bis 100 M. das Kilogramm, also soviel wie Silber, kosten würde. Natürlich müßte man dann in größerem Maßstabe produzieren. Außerdem hängt die Höhe des Preises von dem Preis des Rohberylls ab, für den jetzt phantastische Summen gefordert werden.

Der reine Beryll hat bereits eine ganz besondere Verwendung gefunden. Kleine runde Plättchen von 10 bis 30 Millimeter Durchmesser und 1 bis 3 Millimeter Dicke werden als Austrittsfenster für Röntgenstrahlen in Röntgenröhren verwendet. In vielen Fällen sind solche Röhren den gewöhnlichen weit vorzuziehen. Es können dabei keine Röntgenstrahlen auftreten, die unter Umständen Arzt und Personal schwer schädigen. Außerdem läßt Beryllium die Röntgenstrahlen etwa 17mal so stark hindurchtreten, als dies Aluminiumplättchen gleicher Schichtdicke tun.

Aber sein Hauptverwendungsgebiet wird, wie Dr. Jilg mit Recht hervorhebt, das Beryllium als Legierungsmetall finden. Ein Zusatz von wenigen Prozenten Beryllium zu Schwermetallen bewirkt erstaunliche Veränderungen. Durch einen Zusatz von nur 2 v. H. Beryllium steigert sich die Härte des Eisens um das Dreifache. Durch thermische Vergütung läßt sich diese Härte auf das Fünf- bis Sechsfache erhöhen. Besondere Beachtung verdienen die Legierungen des Berylliums mit Kupfer und Nickel. Beryllium-Kupfer- und Beryllium-Nickellegierungen sind der gewöhnlichen Bronze außerordentlich überlegen. Sie lassen sich nämlich in unverglühtem Zustand beliebig bearbeiten und werden erst nach Fertigstellung durch entsprechende Vergütung gehärtet, während bei Bronze eine weitere Formgebung nach der Kaltformung nicht mehr möglich ist.

Wenn man bedenkt, daß ein Kilogramm Aluminium 1854 noch 2000 Mark kostete und 1889 immerhin noch 50 Mark, um dann 1911 auf eine Mark zu sinken, so sind hoffnungsvolle Perspektiven für den jüngeren Bruder des Aluminiums, das Beryllium, durchaus nicht von der Hand zu weisen.

K. J.

Deutsche Allgemeine Zeitung (Berlin)

Nr.

944

Hart wie Stahl, leichter als Aluminium

Das neue Leichtmetall Beryllium

Auf der Breslauer 42. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Chemiker hielt Prof. Dr. Stöck-Karlsruhe einen Vortrag über „Beryllium“. Kurz vorher sprach Dr. Illig im Berliner Rundfunk über das neue Leichtmetall. Wir geben nachstehend einen Auszug aus diesem Vortrag:

Das chemische Element Beryllium ist bis vor kurzem selbst in der chemischen Fachwelt verhältnismäßig unbekannt gewesen, obwohl es schon vor 100 Jahren von dem deutschen Chemiker Wöhler dargestellt werden konnte. Neuerdings hat dieses Metall in der Technik eine hervorragende Bedeutung gewonnen, da man Wege gefunden hat, das Leichtmetall aus seinen Verbindungen elementar zu gewinnen. Der Name Beryllium stammt von dem Mineral Beryll, einem Beryllium-Aluminium-Silikat, das schon im Altertum bekannt war und heute in Form von Halbedelsteinen als Aquamarin und Smaragd zu Schmuckgegenständen Verwendung findet. Wie schon erwähnt, ist das Beryllium ein Leichtmetall, das dem Aluminium an die Seite zu stellen ist, aber auch gleichzeitig eine Brücke zum Silizium bildet. Mit einem spezifischen Gewicht von 1,85 ist es um ein Drittel leichter als Aluminium. Hierzu im Gegensatz ist es aber so hart, daß man mit scharfen Ranten dieses Metalls Glas ritzen kann. Seine hohe Sprödigkeit machen jedoch eine mechanische Bearbeitung nur dann möglich, wenn es in hundertprozentiger chemischer Reinheit verwendet wird. Die Herstellung reinen Berylls ist jedoch so teuer, daß eine technische Verwendung nicht möglich ist.

Obwohl das Beryllium in Form der Halbedelsteine in allen menschlichen Kulturepochen schon eine Rolle spielte, ahnte bisher niemand, daß das Metal Beryllium berufen sein könnte, der gesamten Metalltechnik eine andere Richtung zu geben. Die Affinität des Berylliums zum Sauerstoff ist noch größer als die der Elemente Natrium und Kalium (Aluminium). Darum war auch die Anwendung der Schmelzflußelektrolyse für die Darstellung des Berylliums trotz der analogen Forschungen auf dem Gebiete der Aluminiumherstellung nicht gangbar. Der Schmelzpunkt des Berylliums liegt bei 1285 Grad. Also noch über der Schmelztemperatur von Gußeisen.

Vor allem darum ist es sehr schwer, Materialen für die Gefäße, Elektroden usw. zu finden, die diese hohe Temperatur aushalten können, ohne sofort durch den starken chemischen Angriff der Berylliumverbindungen zerstört zu werden. Den geeigneten Weg zur Lösung dieser Aufgabe haben Professor Alfred Stöck vom Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie (jetzt Ordinarius für Chemie in Karlsruhe) und der bereits verstorbene Professor Hans Goldschmidt, der durch die Erfindung des Thernitverfahrens bekannt geworden ist, gefunden. Technisch wurde das Verfahren von Stöck-Goldschmidt zuerst von einer Studiengesellschaft unter Führung von Siemens u. Halske durchgeführt. Daneben wurde bei Siemens die Herstellung der für die Elektrolyse erforderlichen Salze aus dem Rohberyll durchgeführt und fabrikatorisch ausgenommen. In zwei bis drei Monaten soll mit der täglichen Erzeugung von 3 bis 4 Kilogramm Beryllium begonnen werden.

Da das Beryllium viel leichter als Aluminium ist, drängt sich die Frage auf, ob es dem Aluminium den Rang streitig machen kann. Diese Frage beantwortete Dr. Illig dahin, daß es vorläufig unmöglich sein wird, Aluminium durch Beryllium zu ersetzen. Einmal weil es sehr hart und spröde ist, dann vor allem, weil es viel zu teuer für eine technische Verwendung wäre. Auch ist es noch nicht gelungen, das etwa gleich schwere Magnesium, das außerordentlich weich ist, mit Beryllium zu legieren und auf diese Weise ein neues Leichtmetall von großer Festigkeit zu gewinnen. Das Beryllium hat jedoch in anderer Beziehung große technische Bedeutung. Einmal besitzt es ein großes Aufnahmevermögen für Sauerstoff, so daß man z. B. mit geschmolzenem Beryllium Aluminium aus Aluminiumoxyd, Thorium und Thoriumoxyd heraus reduzieren kann. Es ist allen bisher bekannten Desoxydationsmitteln wie z. B. Kalzium, Magnesium, Aluminium und Phosphor überlegen. Ferner erhöht das Beryllium die elektrische Leitfähigkeit des Kupfergusses durch Zusatz von 0,1 bis 0,4 Prozent Beryllium. Aus flüssigem Kupferguß wird der gesamte im Kupfer gebundene Sauerstoff und Schwefel durch das Beryllium entfernt, so daß man auf diese Weise einen außerordentlich reinen Kupferguß bekommt, dessen elektrische Leitfähigkeit bis zu 25 Prozent größer als die des gewöhnlichen Kupfergusses ist. Sie kommt

merken!

also der Leitfähigkeit des elektrolytisch reinen Kupfers ziemlich nahe. Ferner wird Kupferguss durch die Behandlung mit Beryllium, ebenso auch Nickel erheblich dichter und gleichmäßig. Eine weitere Verwendung findet reines Beryllium in der Röntgentechnik, da es die Röntgenstrahlen etwa 17 mal so stark hindurchläßt als Aluminium. Die Absorption von Röntgenstrahlen ist dabei so gering, daß ein Berylliumblech von mehreren Millimeter Dicke, das in den Strahlengang einer Röntgenröhre eingeordnet ist, die Beleuchtungszeit kaum vergrößert.

Die Hauptbedeutung des Berylliums liegt in seiner Fähigkeit, mit Schwermetallen einzigartige hochwertige Legierungen zu bilden. Hierbei genügt ein Zusatz von 1 bis 3 Prozent Beryllium zu Kupfer, Nickel, Kobalt oder Eisen. Ein Gehalt von 2,5 Prozent Beryllium in Kupfer erteilt diesem Metall eine sechsfache Härte und fünffache Festigkeit. In ausgeglühtem Zustande läßt sich ein derart veredeltes Metall mechanisch verarbeiten. Während z. B. die besten bisher angefertigten doppel-fedderhart gewalzten Aluminium- oder Phosphorbronzen eine Zugfestigkeit von 90 Kilogramm pro Quadratmillimeter besitzen, läßt sich die Zugfestigkeit durch Zusatz von 3 Prozent Beryllium auf 150 Kilogramm pro Quadratmillimeter steigern. Außerdem besitzt die Berylliumbronze eine viel größere Korrosionsfestigkeit und höhere Elastizität als andere Bronzen. Die Härte von Berylliumkupferlegierungen, die bereits bei 2½prozentigem Berylliumgehalt 200 Brinell beträgt, kann durch einen Vergütungsprozeß auf 400 und mehr Brinell erhöht werden. Schließlich besitzt die 2½prozentige Berylliumbronze die größte elektrische Leitfähigkeit aller bisher bekannten Bronzen. Sie beträgt 17 bis 19, während Aluminium- und Phosphorbronze nur eine Leitfähigkeit von 7 bis 10 haben. Infolge dieser hohen Leitfähigkeit kann man also bei stromführenden Teilen, die aus Festigkeitsgründen oder wegen ihrer chemischen Beanspruchung aus Bronze hergestellt werden müssen, eine Querschnittsverminderung um fast die Hälfte und damit eine Verringerung des Gewichts der hergestellten Apparate erzielen. Dadurch wird der erhöhte Preis der Berylliumbronze wirtschaftlich gerechtfertigt.

Noch vor 6 Jahren kostete die Herstellung von 1 Gramm pulverförmigen Beryllium 200 Mark. Er sank dann später auf 6 Mark pro Gramm (98 bis 99prozentig) und ist inzwischen auf 1,50 Mark gesunken. Nach Aufnahme des neuen Produktionsverfahrens hofft man im Laufe des Sommers den Preis bis auf 1 Mark pro Gramm, also 1000 Mark für 1 Kilogramm herabsetzen zu können. Auch dann wird allerdings erst bei der Erzeugung mehrerer hundert Tonnen im Jahr das Niveau des Silberpreises mit etwa 100 Mark pro Kilogramm erreicht werden können. Rohstoffe zur Berylliumerzeugung stehen in der ganzen Welt zur Verfügung, mindestens ebenso viel wie für die Kupfergewinnung. Die größten Vorkommen sind in Canada, Kalifornien, Brasilien, Spanien, Norwegen und im Ural. Ebenso finden sich Lager von Rohberyll in Süddeutschland und Tirol, so wie im früheren Deutsch-Südwest-Afrika und in Australien.

Wir stehen, so schloß Dr. Illig seinen Vortrag, erst am Anfang der technischen Berylliumerzeugung und -verwendung, aber die wunderbaren Eigenschaften dieses neuen Materials berechtigen zu der Behauptung, daß das Beryllium dazu angetan ist, wichtigen Gebieten unserer Metalltechnik neue Wege zu weisen.

Beryllium, das Wundermetall.

Von Max Fischer.

Rohberyll gibt es an vielen Stellen der Erde, sicher in so großen Mengen wie Kupfererze. Beryllkristalle hat man schon frühzeitig wegen ihres schönen Aussehens geschätzt und hat sie auch technisch verwendet. Schon der Kaiser Nero soll ein Einglas, also auf deutsch ein Monokel, aus Beryll getragen haben, und auch später hat man Brillengläser aus Beryllkristallen hergestellt, als man das Glas noch nicht so gleichmäßig herstellen konnte wie jetzt. So kommt es, daß Beryll der Brillen seinen Namen verliehen hat, die also eigentlich Beryllheissen müßte. Aber der Kaiser Nero und seine brillenträgenden Nachfahren wußten noch nicht, daß ihre Vorfenster der Rohstoff zu einem ganz merkwürdigen Metall waren, das erst im Jahre 1798 von Vauquelin entdeckt wurde und zeitweilig ganz in Vergessenheit geriet. Erst der griechische Chemiker Wöhler, der uns auch die Darstellung des Aluminiums gelehrt hat, hat vor 101 Jahren aus dem Rohberyll zum ersten Male Berylliummetall dargestellt, aber nur in mikroskopisch kleinen Stützerchen.

Dieses Beryll ist ein Leichtmetall, das nur zwei Drittel des Aluminiums wiegt, also ungefähr ebensoviel wie Magnesium, aus dem bekanntlich durch Zusatz von bis zu einem Zehntel anderer Metalle das im Flugzeugbau und zu vielen anderen Zwecken verwendete Leichtmetall Elektron hergestellt wird. Nun ist das Beryllium nicht nur äußerst hart und von kristallinischem Gefüge, sondern es hat auch den sehr hohen Schmelzpunkt von 1285 Grad, während das Aluminium schon bei 660 Grad schmilzt. Diese hohe Schmelztemperatur verursacht bei seiner Darstellung ungeheure Schwierigkeiten, weil die meisten Salze, die sich zur Gewinnung von Beryllium durch Elektrolyse — entsprechend der Darstellung des Aluminiums — eignen würden, bei der Abscheidungs-temperatur des Berylliums bereits verdunstet sind.

Die zweite große Schwierigkeit war die Abscheidung des Sauerstoffs und die dritte die Beschaffung geeigneter Baustoffe für die Gefäße zur Elektrolyse und für die Elektroden. Erst Stod und Goldschmidt gelang es, Beryllium in Form sogenannter Reguli, das heißt in Gestalt kleiner Regler, wie man sie auf der Regeldahn hat, zu erzeugen.

Auf Grund dieses Verfahrens bildete zunächst eine Studiengesellschaft unter Führung von Siemens und Halske die Darstellungsweise des Berylliums weiter durch und ergänzte seine Eigenschaften zunächst rein wissenschaftlich. Nunmehr hat sich die genannte Firma entschlossen, im Einverständnis mit den Erfindern, Beryllium technisch in größerem Maße zu erzeugen, und zwar soll zunächst eine Tonne jährlich hergestellt werden. Die Hälfte davon wird die Firma Siemens und Halske selbst verwenden, die andere Hälfte stellt sie der Allgemeinheit zur Verfügung. Während der Preis für ein Gramm Beryllium zuerst 200 Mark betrug, also 200.000 Mark für ein Kilogramm, wird künftig das Gramm eine Mark, also das Kilogramm 1000 Mark kosten.

Dieser Preis von 1000 Mark für ein Kilogramm Beryllium schließt natürlich die Verwendung reinen Berylliums mit wenigen Ausnahmen so gut wie gänzlich aus. Aber man muß sagen, das schadet eigentlich fast gar nichts; denn Beryllium ist ein so spröder Stoff, daß es sich außerordentlich schwer verarbeiten und vor allen Dingen nicht ziehen läßt, falls es nicht durchaus chemisch rein ist, so daß man also keine Töpfe und andere Formstücke daraus herstellen kann. Es hat sich aber gezeigt, daß schon ganz geringe Zusätze von Beryllium, insbesondere zu Kupfer und Nickel, die Eigenschaften dieser Stoffe außerordentlich verbessern. Man erhält auf diese Weise Bronzen mit einem Gehalt von zwei bis drei vom Hundert Beryllium, die zunächst weich sind, sich also sehr leicht bearbeiten lassen, und kann die Werkstücke dann durch Abschrecken und Anlassen vergüten und sie so in einen federharten Stoff verwandeln. Noch geringere Zusätze, in der Größen-

ordnung von etwa 0,02 bis 0,04 vom Hundert Beryllium zu Kupfer, verbessern den Kupferguss durch Entziehung des Sauerstoffs ganz außerordentlich und erhöhen insbesondere seine elektrische Leitfähigkeit sowie seine Bruchfestigkeit, diese auf mehr als das Doppelte.

Die Berylliumlegierungen zeigen nämlich neben ihrer großen Härte, die der des besten Stahles gleichkommt, eine ganz besonders bemerkenswerte Eigenschaft: Sie altern nicht und zeigen keine Ermüdungserscheinungen. So hat man z. B. Wendelfedern aus Stahl im Vergleich zu Berylliumbronzefedern gleicher Abmessungen Schwingungen ausgelegt, um die Ermüdung festzustellen. Die Stahlfedern brachen nach zwei Millionen Schwingungen, während die Berylliumfedern bis jetzt drei Millionen Schwingungen ausgehalten haben, ohne irgendeine Veränderung zu zeigen. Die Reichsbahn hat bei elektrischen Lokomotiven die Federn an Büstenhaltern, die bisher immer nach drei Wochen durch neue ersetzt werden mußten, durch solche aus Berylliumbronzefedern ersetzt, die bis jetzt sechs Monate im Betrieb und trotzdem noch wie neu sind.

Aus demselben Grunde werden Berylliumbronzefedern bereits an den Wählern in den Selbstanschlußämtern verwendet. Man denkt auch daran, die Federn an den Fahrgestellen von Flugzeugen aus Berylliumbronzefedern herzustellen. Auch Brillenfassungen aus vergoldeter Berylliumbronzefedern zeigen eine erhöhte Haltbarkeit. Haarnadeln für Bübitöpfe will man aber nicht aus Berylliumbronzefedern herstellen, trotzdem dies eine hübsche junge Dame in einer Zuspitzung an die Firma Siemens und Halske gewünscht hat. Aus reinem Beryllium macht man Fenster in neuartigen Röntgenröhren, da diese Fenster für die Röntgenstrahlen die zehnfache Durchlässigkeit haben wie die bisherigen Aluminiumfenster.

Die nächsten Arbeiten gelten den Eisen-Beryllium-Legierungen, und es sind auch auf diesem Gebiete allerlei Überraschungen zu erwarten. Vor allen Dingen wird man dahin kommen, daß man die Bearbeitbarkeit der nichtrostenden Stähle erheblich verbessert, indem man die Werkstücke aus weichen Legierungen herstellt und sie dann durch Vergütung härtet. Näheres läßt sich aber darüber zurzeit noch nicht sagen.

Von der Leichtigkeit des Berylliums wird man vorläufig keinen Nutzen haben. Legierungen geringer Mengen mit Aluminium sind nicht besser, aber wesentlich teurer als Duralumin und ähnliche Erzeugnisse. Mit Magnesium kann man Beryllium aber nicht legieren, weil das Magnesium schon unterhalb des Schmelzpunktes des Berylliums verdampft.

Auch in Amerika hat man Versuche zur Darstellung des Berylliums im großen gemacht, und zwar hat man hauptsächlich Beryllium-Aluminium-Legierungen hergestellt, die etwa ein Drittel Beryllium enthalten und sich infolge ihres Aluminiumgehaltes noch gut bearbeiten lassen. Man erstrebt damit die Schaffung eines Baustoffes hauptsächlich für Luftschiffe und Flugzeuge, stößt aber damit insofern auf Schwierigkeiten, als der hohe Preis des Berylliums eine solche Verwendung auf absehbare Zeit ausschließt. Diese Arbeiten haben daher vorläufig nur einen wissenschaftlichen Wert.

Deutscher Forschergeist dagegen hat die Wege gewiesen, auf denen man schon jetzt aus dem Beryllium einen geradezu ungeheuren Nutzen ziehen kann. Dieser Nutzen liegt neben der Verbesserung der Güte vieler Erzeugnisse vor allen Dingen in der Erhöhung der Betriebssicherheit durch den Wegfall der Ermüdungserscheinungen, die uns ja immer wieder Überraschungen bereiten. Dr. Kurt Allig, der im diesjährigen Siemens-Jahrbuch einen vorzüglichen Aufsatz über Beryllium veröffentlicht hat, hat kürzlich in der Technisch-Literarischen Gesellschaft einen glänzenden Vortrag über Beryllium gehalten, der ahnen ließ, welches große Vertrauen man auf diesen neuen Werkstoff setzen kann.

Bayerische Staatszeitung (München) 148

Beryllium

ein neuer Werkstoff im Zeitalter des Leichtmetalls?

Von Dipl.-Ing. A. Lion, Berlin.

Ob die Eisenzeit, die als Kulturabschnitt der Bronze- und der Steinzeit gefolgt ist, jetzt allmählich durch die Leichtmetallzeit abgelöst wird, können wir heute noch nicht mit Sicherheit sagen. Manches spricht dafür, neben der immer wachsenden Verdrängung des Eisens durch manche Leichtmetalle, vor allem durch Aluminium, Magnesium und deren Legierungen, die Unererschöpflichkeit der Rohstoffe dieser Metalle auf der Erde. Es ist deshalb nicht erstaunlich, wenn der diesjährige Chemiker-Kongress in Breslau seine wissenschaftlichen Verhandlungen mit einem Vortrag über ein Leichtmetall eröffnete. Prof. Stod-Karlruhe sprach über den neuen technischen Werkstoff, das Leichtmetall Beryllium.

Das heißt, neu ist dies Metall eigentlich nicht. Es ist bereits vor 130 Jahren von Vauquelin entdeckt und vor 100 Jahren von Wöhler, dem Entdecker des Aluminiums, dargestellt worden, zur selben Zeit, in der auch das Magnesium zuerst dargestellt worden ist. Aber alle drei Metalle, Brüder im chemischen Sinn, sind lange Jahrzehnte wieder in Vergessenheit geraten, bis man um die Jahrhundertwende erkannte, daß die technisch bedeutenden Eigenschaften des Stahles nicht unbedingt nur mit diesem schweren Werkstoff verbunden zu sein brauchen. Damals hat vielleicht die Leichtmetallzeit eingesetzt, und mit ihr ein neues Zeitalter der Technik.

Wenn es Wöhler vor 100 Jahren gelungen ist, ein paar mikroskopisch kleine Körnchen Beryllium herzustellen, so soll im Jahre 1930 immerhin schon eine ganze Tonne, 1000 kg., für wissenschaftliche und technische Zwecke gewonnen werden. Das ist wenig gegenüber den heutigen Verbrauchszahlen in der Technik, aber viel, wenn man bedenkt, daß die Gewinnung des Berylliums viel größere Schwierigkeiten bereitet als die des verwandten Aluminiums, und daß erst seit wenigen Jahren von den Professoren Goldschmidt und Stod und deren Assistenten intensiv an der Darstellung des Berylliums für Laboratorium und Technik gearbeitet wird. Wie das Aluminium, wird auch das Beryllium durch Schmelzfluß-Elektrolyse gewonnen, aber das Beryllium erst bei einer Temperatur von 12 bis 1300 Grad, gegenüber 700 Grad bei Aluminium. Bei dieser hohen Temperatur sind aber gerade die Beryllium-Salze, die als Zwischenstufe bei der Darstellung in Frage kommen, chemisch schwer zugänglich, und außerdem verbindet sich das Beryllium gerade bei dieser Temperatur sehr leicht mit dem Sauerstoff der Luft, es oxydiert, und läßt sich nur schwer wieder von der Umklammerung des Sauerstoffes befreien.

Um diese und andere Schwierigkeiten zu umgehen, bauten Stod und Goldschmidt ein Darstellungs-Verfahren aus, das sich inzwischen auch für die Herstellung der Berylliums im großen bewährt hat. Sie gründeten, zur Auswertung und weiteren Forschung, eine Beryllium-Studien-Gesellschaft, zusammen mit der Diskonto-Gesellschaft, Siemens und Halske und der Rheinania, Verein chemischer Fabriken. Diese Studien-Gesellschaft hat in wenigen Jahren viele Eigenschaften des neuen Leichtmetalls erforscht, die wesentlich werden können für die Technik der nächsten Jahre.

Der Ausgangsstoff des Metalls, dessen spezifisches Gewicht mit 1,8 noch weit unter dem des Aluminiums (2,6) bleibt, ist das ~~Rohberyll~~, ein Aluminium-Beryllium-Silikat, das an vielen Stellen der Erde in großen Mengen gefunden wird. Der Kraftbedarf zur Erzeugung eines Kilogramm Beryllium, also die Wärmemenge für das Schmelzbad und der Energiebedarf für den Elektrolysestrom, beträgt etwa 100 Kilowattstunden, was nicht ungewöhnlich viel ist; denn schon bei der Aluminiumgewinnung werden, trotz der viel niedrigeren Temperaturen, 30 Kilowattstunden je Kilogramm gewonnenes Metall benötigt. Noch vor wenigen Jahren kostete das Kilogramm Beryllium 200 000 M., das aus der jetzt entwickelten größeren Betriebsanlage im nächsten Jahre gewonnene Metall soll aber nur noch 300 bis 350 M. kosten, ein Preis, der immerhin schon eine technische Verwendung für manche Zwecke, besonders für Legierungen, zuläßt, um so mehr, als gerade der Zusatz kleiner Mengen Beryllium in vielen Fällen technisch hervorragende Eigenschaften des Werkstoffes erzeugt. In erster Linie sind die Legierungen mit Kupfer und Nickel zu nennen; die so entstehenden Bronzen haben erheblich höhere Festigkeiten und sind durch geeignete Wärmebehandlung leicht vergütbar, das heißt aus einem weichen, leicht bearbeitbaren Material in einen federharten, stahlartigen Werkstoff verwandelbar. Diese Bronzen zeichnen sich auch durch eine hohe elektrische Leitfähigkeit und chemische Widerstandsfähigkeit aus. Vor allem rechnet man mit Anwendungsmöglichkeiten dieser Bronzen im Flugzeug- und Flugmotorenbau. Auch entsprechende Legierungsversuche mit Eisen sollen gute Ergebnisse gehabt haben. Während man in Amerika große Hoffnungen setzt auf Legierungen des Berylliums mit anderen Leichtmetallen, haben entsprechende Untersuchungen im Laboratorium der Studien-Gesellschaft bisher noch keine günstigen Ergebnisse in dieser Richtung erbracht, jedenfalls keine günstigeren, als die durch Zusätze anderer billigerer Stoffe zu Leichtmetallen erzielbaren.

Interessant ist ferner die Durchlässigkeit des Berylliums für kurzwellige Strahlen, wie z. B. Röntgenstrahlen, die es 17 mal so stark durchläßt wie Aluminium. Die Röntgentechnik verwendet das Beryllium heute schon zur Herstellung neuartiger Röhren.

Beryllium
22. Aug. 1929₉

Technisches Blatt der Frankfurter Zeitung (Frankfurt a. Main)

Nr. 34

BERYLLIUM

Die metallographischen Erforschungen der Beryllium-Legierungen haben in jüngster Zeit so bemerkenswerte und überraschende Ergebnisse gezeitigt, daß man dieser neuen Werkstoffklasse ohne Bedenken schon heute für bestimmte Verwendungszwecke eine überragende Bedeutung voraussagen darf. Die Grundlage für die erzielten Erfolge bildete die technische Durchbildung der Berylliumgewinnung, die lange unüberwindliche Schwierigkeiten zu bieten schien. Während der das Metall erstmalig aus seinen Mineralien in Freiheit setzte, erhielt nur wenige Flitterchen von Metall und allen späteren Forschern erging es beim gleichen Bemühen nicht besser. Die Methoden, die bei anderen Metalloxyden zur Gewinnung des Metalls in kompakter Form führen, versagen nämlich beim Beryllium infolge seiner außerordentlich großen Verwandtschaft zum Sauerstoff völlig. Zwei deutschen Forschern, Stock und Goldschmidt, kommt das Verdienst zu, erstmalig den Weg zur technischen Berylliumgewinnung gewiesen zu haben. Sie arbeiteten vor wenigen Jahren ein Verfahren aus, nach dem das Metall durch Schmelzflußelektrolyse von Beryllium-Doppelfluoriden mit Natrium und Barium gewonnen wird, wobei man das Mischungsverhältnis bei

jeder Stufe des Darstellungsvorganges in bestimmter Weise ändert. Auf diesem Wege war es möglich, der zahlreichen Schwierigkeiten, die der Schmelzflußelektrolytischen Berylliumgewinnung im Wege standen und die hauptsächlich durch die erforderlichen hohen Temperaturen (man muß über dem Schmelzpunkt des Metalls, der bei 1285° liegt, arbeiten) bedingt waren, Herr zu werden und das Metall erstmalig in kompakter Form zu erhalten. Allerdings ließen sich nur kleinere Mengen schlackenfrei gewinnen. Erst in der Folgezeit, etwa vom Jahre 1924 ab konnte durch Arbeiten von Prof. Engelhard, Dr. Illig, Dr. Fischer, Dr. Rosenfeld u. a. die Gewinnungsmethode so wesentlich verbessert werden, daß man heute das Metall in beliebigen Mengen und bei Anwendung entsprechend bemessener Ofen-einheiten in Reguli von mehreren Kilo Einzelgewicht erzeugen kann.

Hand in Hand mit dieser Entwicklung ging eine sprunghafte Verbilligung des Metalls, das anfänglich etwa 200 Mark je Gramm kostete und heute mit 1.50 Mark je Gramm gehandelt wird. Noch im Sommer dieses Jahres wird in Berlin die erste größere Erzeugungsanlage in

Betrieb genommen werden, die für eine Produktion von 1 Tonne im Jahr berechnet ist. Man wird dann den Preis des Metalls auf etwa 1 Mark je Gramm herabsetzen können. Mit steigender Produktion wird eine weitere Verbilligung zu erwarten sein und man dürfte bei einer Jahresproduktion von 10 Tonnen auf einen Preis von 300 bis 350 Mark je Kilo kommen. Eine weitere Verbilligung und eine Annäherung an den Aluminiumpreis erscheint jedoch aus prinzipiellen Gründen ausgeschlossen. Das Mineral, das für die Berylliumgewinnung in Frage kommt, der Beryll, ist zwar in ziemlich reichen Lagerstätten an vielen Stellen auf der Welt vorhanden, enthält aber nur 3 bis 4,5 Prozent des Metalles und zwar in Form von Beryllium-Aluminium-Silikat. 95,5 bis 97 Prozent des Minerals müssen daher entfernt werden, um die Elektrolytsalze zu erhalten. (Auf Oxyd berechnet, enthält der Beryll 10 bis 14 Prozent Berylliumoxyd; vergleichsweise sei bemerkt, daß der Bauxit, das Rohmaterial des Aluminiums, etwa 50 Prozent Aluminiumoxyd [Tonerde] enthält.) Dazu sind verhältnismäßig kostspielige und umständliche chemische Operationen nötig, die zusammen mit dem Preis des Minerals zu 60 bis 70 Prozent den Marktpreis des Berylliums be-

stimmen. Das heutige Aufschlußverfahren ist bereits weitgehend durchgebildet und verhältnismäßig billig, so daß von dieser Seite her in Zukunft kaum eine wesentliche Verbilligung zu erwarten ist. Dagegen besteht die Möglichkeit einer Senkung des heute noch phantastisch hohen Preises für Berylliummineral.

Das Beryllium ist ein silberweißes Metall vom spezifischen Gewicht des Magnesiums. Es besitzt eine große Härte, so daß Glas leicht geritzt werden kann, ist aber sehr grobkristallin und daher außerordentlich spröde, so daß jede mechanische Bearbeitung, z. B. durch Walzen, Ziehen, Hämmern usw., außerhalb der technischen Möglichkeiten liegt. Die technische Verwendung des Metalls zu Gebrauchsgegenständen ist daher heute noch völlig ausgeschlossen und man kann sagen, daß hierin für die nächste Zukunft kaum eine Aenderung zu erwarten ist. Günstiger steht es mit der Verwendung von Beryllium in der Gießereitechnik zu Desoxydationszwecken. Es übertrifft nämlich die üblichen Desoxydationsmittel an Wirksamkeit erheblich und ist deshalb ganz besonders geeignet, z. B. Kupfersandguß von größter Dichte herzustellen; es genügen bereits wenige

wenden.

hundertstel Prozent, um einen Guß zu erhalten, der in seiner elektrischen Leitfähigkeit dem besten gewalzten Elektrolytkupfer gleichkommt. Formstücke aus solchem Guß lassen sich daher beträchtlich in ihren Dimensionen vermindern. Man setzt nicht reines Beryllium, sondern eine Vorlegierung mit etwa 10 Prozent Beryllium zu. Auch bei Nickel erhält man auf diese Weise einen sehr gasdichten und porenfreien Guß.

Das Hauptanwendungsgebiet des Berylliums wird sich auf absehbare Zeit hinaus in seinen Legierungen erschöpfen und hier sind allerdings die erzielten Fortschritte so beträchtlich, daß man das neue Metall in gewissem Sinne als das Legierungsmetall der Zukunft ansprechen kann. Am wenigsten gilt dies für die Beryllium-Aluminium-Legierungen, die wegen der möglichen Verbindung der günstigen Eigenschaften der beiden Leichtmetalle auf den ersten Blick vielleicht am aussichtsreichsten erscheinen könnten, aber in Wirklichkeit die heutigen hochfesten Aluminiumlegierungen nicht übertreffen. Zudem steht die Preisgestaltung einer ausgedehnten Verwendung solcher Legierungen hindernd im Wege. Gewisse Anwendungsgebiete bestehen für solche Legierungen wegen ihrer geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten in der Musikinstrumententechnik und in der Telephontechnik. Im ganzen muß aber festgestellt werden, daß die Hauptanwendungsmöglichkeit des Berylliums vorläufig in seinen Legierungen mit Schwermetallen liegt.

Man hat schon vor mehreren Jahren erkannt, daß beim Legieren von Beryllium mit Kupfer recht interessante Festigkeitsverhältnisse erhalten werden. Kupferlegierungen mit 6,7 Prozent Be zeigen eine größere Härte als gehärteter Stahl. Der wesentlichste Fortschritt aber ergab sich erst in den letzten Jahren durch die metallographische Feststellung, daß Beryllium-Kupfer-Legierungen sich durch Abschrecken und Anlassen vergüten lassen. Im weichen Zustand lassen sie sich walzen, ziehen, pressen, hämmern, stauchen, kurz in jeder beliebigen Weise mechanisch bearbeiten. Durch die nachfolgende Vergütung wächst ihre Zugfestigkeit auf etwa

das Dreifache an, während die Härte auf rund das Vierfache zunimmt. Eine Kupferlegierung mit 2,5 Prozent Beryllium hat im weichen Zustand eine Zugfestigkeit von 49 kg/qmm, im vergüteten eine solche von 135 kg, für eine 3prozentige Legierung gleicher Art betragen die Werte 53 bzw. 149 kg/qmm. Die Dehnung nimmt dabei im ersten Fall von 52 auf 0,7 Prozent, im zweiten von 25 auf 1 Prozent ab. Demgegenüber beträgt die Zugfestigkeit einer üblichen Bronze im Mittel 60 bis 70 kg, im Höchstwert 90 kg. Man kann daher die Berylliumbronze ohne Uebertreibung als die Königin aller Bronzen bezeichnen. Dabei besitzt sie eine vorzügliche Elastizität, die vor allem auch in der Schwingungsdauerfestigkeit zum Ausdruck kommt. Versuche haben gezeigt, daß sie etwa die fünffache Schwingungsfestigkeit der besten Federstahlqualitäten besitzt und die besten Bronzen in dieser Hinsicht um weit mehr als das Zehnfache übertrifft.

Es liegt daher nahe, federnde Konstruktionsteile überall da, wo die Betriebssicherheit eine wesentliche Rolle spielt, aus Berylliumbronze herzustellen. Die Reichsbahn hat diesem Anwendungsgebiet besondere Aufmerksamkeit zugewandt und bereits bei elektrischen Lokomotiven die dauernden Stoßbeanspruchungen ausgesetzten Kontaktfedern, die die Kollektorbürsten halten und die normalerweise alle drei Wochen durch neue ersetzt werden müssen, in Berylliumbronze ausgeführt. Versuche der Reichsbahn haben ferner gezeigt, daß die Verschleißfestigkeit der neuen Bronze etwa die sechsfache der normalen Bronze ist. Die Flugzeugindustrie geht dazu über, Berylliumbronzedrähte wegen ihrer höheren Bruch-sicherheit für die Federung von Fahrgestellen zu verwenden. Auch in elektrotechnischer Hinsicht ist die Berylliumbronze von besonderer Bedeutung: sie hat unter allen Bronzen, ja vielleicht unter allen Legierungen die höchste elektrische Leitfähigkeit, nämlich eine solche von 17 bis 19 gegenüber 7 bis maximal 9 bei gewöhnlichen Bronzen. Leitungsstücke, die aus Festigkeitsgründen aus Bronze hergestellt werden müssen, können daher bei Anwendung der neuen Bronze in halber Stärke

dimensioniert werden. Das Gleiche wie für Kupfer und seine Legierungen mit Beryllium gilt vor allem auch für Nickel. Die Legierungen lassen sich in jeder Weise vor der Vergütung mechanisch bearbeiten. Man kann sie auch vergießen und den Guß vergüten.

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß die Kupfer-Berylliumbronzen überall da von besonderer technischer Bedeutung werden können, wo hohe Festigkeit, starke elastische Eigenschaften bei großer Ermüdungsfestigkeit, großer Widerstand gegen Schleifbeanspruchung und gesteigerte elektrische Leitfähigkeit gefordert werden. Im Preis liegen sie natürlich noch verhältnismäßig hoch. Man wird die Kosten einer 2,5prozentigen Kupfer-Berylliumbronze heute auf etwa 27 Mark je kg beziffern können. Die Mehrkosten gegenüber normalen Bronzen sind aber überall da wirtschaftlich tragbar, wo die besseren physikalischen Eigenschaften des neuen Werkstoffs voll ausgenutzt werden können und diese Anwendungsgebiete werden sich in ihrem Gesamtumfang erst im Laufe einer längeren Erprobungszeit ergeben. Sehr interessante Aussichten eröffnen sich auf dem Gebiet der Eisen-Beryllium-Legierungen. Man hat hier sein Augenmerk vor allem den Mehrstoffsystemen zugewandt und ist dabei zu Legierungen gelangt, die dem V2A-Stahl ähnlich sind, aber vergütet werden können. Damit scheint in der Tat eine neue Ära für die nicht rostenden Stähle anzubrechen, denn es gelingt nun, einer der wesentlichsten Schwierigkeiten Herr zu werden, welche der weiteren Verbreitung dieses Werkstoffs in der Technik entgegenstehen: der überaus schwierigen Bearbeitbarkeit. In den vergütbaren Berylliumstählen sind uns zum ersten Male Werkstoffe in die Hand gegeben, die die wertvollen Eigenschaften der Korrosionsbeständigkeit mit der Vergütbarkeit verbinden und damit die Schwierigkeiten der Formgebung überwinden lassen. Die Arbeiten auf diesem Gebiet sind noch ganz im Fluß und werden zweifellos noch manche interessanten Ergebnisse zutage fördern, die vor allem für die chemische Industrie bedeutend sein werden.

BEILAGE „TECHNISCHE WELT“ DER I UND II

Industrie- und Handelszeitung (Berlin)

Nr. 41

Beryllium - Fortschritte und Zukunftsaussichten

Deutschland führend in der Entwicklung der technischen Berylliumgewinnung und -verwendung. — Gewaltige Preissenkung auf Grund der neueren Fortschritte. — Beryllium als Desoxydationsmittel und als Legierungsbestandteil. — Vergütbare VA-Stähle.

Von

Dr. W. Ernst, Berlin.

In den letzten Jahren hat ein seit rund 100 Jahren bekanntes, aber bisher nicht zur technischen Verwendung gelangtes Metall, das Beryllium, seinen Einzug in die Werkstofftechnik gehalten, und das mit einem solchen Erfolg, daß bereits die bis heute erzielten Fortschritte — ganz abgesehen von den Zukunftsaussichten — das Interesse weiterer Fachkreise beanspruchen dürfen. Es ist besonders erfreulich, feststellen zu können, daß sich diese Erfolge fast ausschließlich an die Namen deutscher Forscher und eines deutschen Unternehmens knüpfen. Zwei deutschen Forschern, Stock und Goldschmidt, gelang es vor wenigen Jahren, dieses hinsichtlich seiner Gewinnung widerstandsfähigste aller technischen Metalle zu bändigen und damit die Basis für seine werkstofftechnische Verwendung zu schaffen. Sie entwickelten eine schmelzfluß-elektrolytische Gewinnungsmethode, die sich dadurch kennzeichnet, daß Beryllium-Doppelfluoride verwendet und ganz besondere Arbeitsbedingungen eingehalten werden. Die weitere Durchbildung der technischen Berylliumgewinnung, auf die im einzelnen nicht näher eingegangen sein soll, erfolgte dann zunächst durch eine unter Beteiligung der Siemens & Halske A.-G. zustandegekommene Studiengesellschaft und wurde schließlich in der Abteilung Elektrochemie des Wernerwerks der genannten Firma durch Arbeiten von Prof. Dr. Engelhardt, Dr. Illig, Dr. Fischer u. a. soweit gefördert, daß man das Metall in den heutigen Ofeneinheiten in kompakter Form und in Reguli von 1 bis 1,5 kg gewinnen kann.

Zur Erreichung dieses Zieles waren umfangreiche Untersuchungen über die einzelnen Faktoren der Schmelzflußelektrolyse, wie Leitfähigkeit des Salzgemisches, Verdampfung der Elektrolytsalze, Verbrennung des Metalls an der Kathode usw. nötig, die zur Anwendung anderer Elektrolytsalze und zu einer Ausgestaltung des Gewinnungsverfahrens nach mehr technischen Gesichtspunkten führten (siehe Abbildung auf der folgenden Seite).

Mit diesen Fortschritten war eine gewaltige Senkung des Preises verbunden, der von etwa 200 RM je Gramm in den Anfangszeiten der Berylliumgewinnung auf etwa 1,50 bis 1 RM herabsank und mit zunehmender Jahresproduktion noch eine weitere Verringerung erfahren wird, so daß es sich bei weitgehender Verbesserung der Gewinnungsmethoden etwa in einigen Jahren dem Silberpreis nähern dürfte. Eine weitere Preissenkung ist allerdings kaum zu erwarten, da die Rohmaterialien bei verhältnismäßig geringem Berylliumgehalt teuer sind und ihre Aufbereitung sowie die Verarbeitung zu Elektrolytsalzen kostspielige Arbeitsverfahren erfordert.

Das technische Beryllium, so wie es an der Kathode des Ofens zur Abscheidung gelangt, enthält etwa 98 % Beryllium, 1 % Eisen und geringe Schlackeneinschlüsse, es ist sehr hart (ritz Glas!), aber infolge seiner grobkristallinen Struktur außerordentlich spröde, so daß es nicht mechanisch bearbeitet werden kann. Dieser Umstand schließt, abgesehen vom hohen Preis, die Verwendung des Metalls als selbständigen Werkstoff für Gebrauchsgeräte des täglichen Lebens, an die man etwa des geringen spezifischen Gewichtes (zwei Drittel von dem des Aluminiums) oder des hohen Schmelzpunktes (1278°) wegen denken könnte, auf absehbare Zeit aus.

Durch besondere Arbeitsmethoden (Anwendung reinerer Salze und reineren Tiegelmaterials) kann man die Reguli in größerer Rein-

heit gewinnen (etwa 99,5 % Beryllium neben 0,3 bis 0,4 % Eisen), das Metall ist auch dann noch spröde. Es findet in diesem Reinheitsgrad als Filter für Röntgenstrahlen in Röntgenröhren wegen seiner hohen Durchlässigkeit für das Röntgenlicht, die 17 mal größer ist als die von Aluminium, Verwendung. Die hierfür benötigten Berylliumfenster werden bei Rotglut aus dem spröden Werkstoff gepreßt. Ganz reines Beryllium konnte bisher nur ein einziges Mal (von Rosenhain vom Institute of metals) erhalten werden. Es wurde in kleiner Menge und im laboratoriums-mäßigen Maßstab aus reinsten Salzen unter Beachtung aller erdenklichen Vorsichtsmaßnahmen gewonnen und im Hochvakuum gereinigt. Dieses Metall, das nur hundertstel Prozente Verunreinigungen enthielt, war duktil.

Die große Verwandtschaft des Berylliums zum Sauerstoff, die seine Gewinnung aus den Mineralien so sehr erschwert, macht das Metall zu einem vorzüglichen Desoxydationsmittel für die Gießertechnik, das die üblichen Zusätze wie Phosphor, Aluminium, Magnesium usw. an oxydierender Wirkung bei weitem übertrifft und daher z. B. bei Kupfer einen besonders dichten, homogenen Guß mit hoher elektrischer Leitfähigkeit liefert. Während 0,02 % Phosphor dem Kupferguß eine Leitfähigkeit von 44 geben, liefert ein gleich großer Zusatz Beryllium einen Guß mit einer Leitfähigkeit bis zu 56, der obendrein frei von Oberflächenfehlern ist, wie sie beispielsweise bei der Verwendung von Magnesium und Aluminium als Desoxydationsmittel entstehen. — Die dadurch mögliche Querschnittsverminderung der Gußstücke gleicht nicht nur den höheren Kostenaufwand für das Desoxydationsmittel aus, sondern bedeutet sogar noch eine Ersparnis. Man verwendet das Metall für diese Zwecke ebenso wie für den Aufbau von Legierungen nicht in reiner Form, sondern als Vorlegierung mit Schwermetallen (10 bis 20 % Kupfer oder für Nickelguß Nickel) und es ist in diesem Zusammenhange erwähnenswert, daß man derartige Vorlegierungen unmittelbar im elektrolytischen Gewinnungsverfahren erzeugen kann. Die Verwendung einer Vorlegierung für den Aufbau von Berylliumlegierungen hat den wesentlichen Vorteil, daß die Abbrandverluste an Beryllium sehr viel geringer sind als bei der Anwendung unlegierten Metalls.

Die größte Bedeutung des Berylliums liegt darin, daß es mit Schwermetallen sehr hochwertige Legierungen bildet. Das wichtigste Beispiel dafür sind die Beryllium-Kupfer-Legierungen. Ein Gehalt von 2 % Beryllium in Kupfer steigert die Härte des Metalls auf das Sechsfache, die Festigkeit auf das Fünffache. Dabei sind diese Legierungen thermisch vergütbar, d. h. sie können ähnlich wie die Stähle durch Abschrecken und Anlassen aus dem weichen in einen doppelteilharten Zustand übergeführt werden. Eine 2,5prozentige Berylliumbronze kommt im vergüteten Zustand in ihren Festigkeitsverhältnissen bestem Federstahl gleich und weist etwa die doppelte Zugfestigkeit normaler Walzbronzen und die dreifache Zugfestigkeit der Zinnbronze auf. Neben diesen hohen Festigkeitswerten ist in erster Linie die Elastizität der Berylliumbronze bemerkenswert, die mit einer großen Dauerfestigkeit verbunden ist. Beim Vergleich von Berylliumbronze-federn mit Stahlspiralfedern bester Qualität auf Dauerfestigkeit gegenüber Biegun-gschwungsbeanspruchung ergab sich, daß die besten Stahlqualitäten 2 Millionen Schwingun-

Wenden

gen bis zum Bruch aushielten, während Berylliumbronzefedern unter gleichen Beanspruchungen 3 Millionen Schwingungen aushielten, ohne zu brechen oder auch nur Veränderungen aufzuweisen. Blattfedern aus Berylliumbronze wurden 10 bis 15 Millionen Schwingungen ausgesetzt, ohne eine Beschädigung zu erfahren, während gleichartige Federn aus Phosphorbronze durchschnittlich 400 000 und bestenfalls 1 Million Schwingungen bis zum Bruch aushielten. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß Berylliumbronzefedern etwa $4\frac{1}{2}$ mal so stark wie Messingfedern, 3 mal so stark wie Neusilberfedern und $2\frac{1}{2}$ mal so stark wie Phosphorbronze- oder Nickelinfedern beansprucht werden können.

Die 2½prozentige Berylliumbronze ist aber noch in anderer Hinsicht bemerkenswert: sie besitzt unter allen Bronzen die größte elektrische Leitfähigkeit, nämlich eine solche von 17 bis 19, je nach der Art der Vergütung, gegenüber einer Leitfähigkeit der Aluminium- und Phosphorbronze von 7 bis 10. Stromführende Teile können daher in ihrem Querschnitt bis zu 50 % vermindert werden. Die Wärmeleitfähigkeitsverhältnisse liegen ähnlich.

In jüngster Zeit hat auch die verhältnismäßig hohe Verschleißfestigkeit der Berylliumbronze mit 1 bis 2 % Be Beachtung gefunden: Versuche mit Lagerbüchsen aus solchen Bronzen ergaben eine Herabsetzung der Abnutzung auf ein Sechstel der bei Zinnbronze auftretenden, ohne daß die Welle angefrassen wurde.

Die Berylliumbronze zeichnet sich ferner

durch gute Vergütbarkeit aus. Der Guß ist dicht und frei von Oberflächenfehlern, er läßt sich im ursprünglichen unvergüteten Zustand leicht bearbeiten, z. B. zu Drähten, Röhren oder Blechen auswalzen, schmieden und stanzen, warm pressen usw. Die Gußstücke können ebenfalls vergütet werden, wodurch die Festigkeit von etwa 40 auf etwa 88 bis 90 kg/mm² ansteigt, was für Guß sehr viel heißen will. Die Bronzen können ohne Beeinflussung des Vergütungseffektes bei Temperaturen bis zu 250 ° beansprucht werden.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die Berylliumbronze sich durch hohe Festigkeit, beste elektrische und thermische Leitfähigkeit, hohe Ermüdungsfestigkeit, hohen Verschleißwiderstand, eine Härte von etwa 400 Brinell und leichte Bearbeitbarkeit in unvergütetem Zustand auszeichnet. Vielfach genügt bereits eine dieser Eigenschaften, um sie mit wirtschaftlichem Erfolg zur Anwendung bringen zu können. Der Preis ist heute allerdings noch verhältnismäßig hoch, der Mehrpreis gegenüber dem Preis normaler Bronzen fällt aber überall da nicht ins Gewicht, wo die besseren physikalischen Eigenschaften des neuen Werkstoffs weitgehend ausgenutzt werden können, so daß sich eine Verminderung der Dimensionen mit Gewichtersparnissen oder anderen konstruktiven Vorteilen, oder einer Erhöhung der Zuverlässigkeit der Arbeitsweise von Maschinen und Apparaten (Verringerung der Betriebsstörungen, Vermeidung von Unfällen im Verkehrswesen u. dergl.) ergibt. Einige Verwendungszwecke, auf denen sich die neue Bronze erfolgreich einführen konnte, sind: Brillenfassungen mit Doubleauflage, Injektionsnadeln, chirurgische Instrumente, Kontaktkappen und Bürstenhalterfedern für Elektromotoren, Federn für die Wähler in der automatischen Telephonie, Schleifringe für schnelllaufende Motoren, Fahrstellfedern für Flugzeuge, Ventillfedern, Lagerbüchsen, Düsen usw.

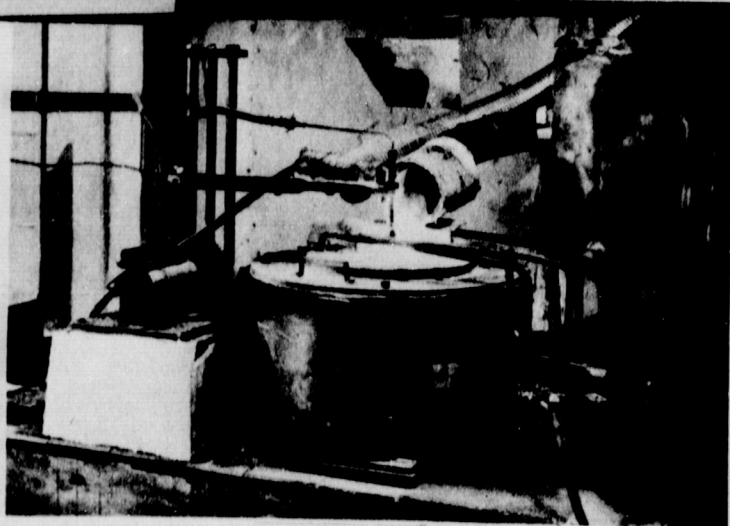
Auch die Legierungen des Berylliums mit Nickel und Kobalt weisen hervorragende Eigenschaften auf. Bemerkenswert ist ihre Seewasserbeständigkeit und ihre Wärmefestigkeit bis zu 400 °.

Interessante Aussichten bestehen bei den Eisen-Beryllium-Legierungen. Die bisherigen Untersuchungen haben ergeben, daß Legierungen von der Art der rostfreien Stähle (VA-Stähle) durch Zulegieren von Beryllium die



Reguli aus Beryllium,
1 bis 1,5 kg schwer

Ofenanlage zur Berylliumgewinnung im Betrieb. — Auf Grund der Erfahrungen mit dieser Anlage wird in Kürze bei Siemens & Halske die erste größere Erzeugungsanlage in Betrieb genommen werden, die für eine Jahreserzeugung von 1 Tonne Berylliummetall berechnet ist.



Eigenschaft der Vergütbarkeit erlangen. Wenngleich auch die Arbeiten auf diesem Gebiet noch nicht abgeschlossen sind, so lassen sie doch den Schluß zu, daß es mit Hilfe des Berylliums möglich sein wird, vergütbare rostfreie Stähle aufzubauen und damit die Bearbeitungsschwierigkeiten, die der ausgedehnten Verwendung der VA-Stähle im Wege stehen, zu überwinden.

Alles in allem muß die Einführung des Berylliums in die Werkstofftechnik jedenfalls als ein bedeutender Erfolg der deutschen Wissenschaft und Technik gewertet werden.

Lagerstätten-Chronik (Berlin)

Nr. 2

Beryllium.

Das Leichtmetall Beryllium hat in letzter Zeit in steigendem Maß die Aufmerksamkeit der Metallhüttenleute auf sich gezogen. Seiner früher

nicht bekannten wertvollen Eigenschaften wegen verdient das Metall das Interesse mit Recht. Sein spezifisches Gewicht beträgt nur 1,8, es ist also um etwa ein Drittel leichter als Aluminium. Es besitzt hohe elektrische Leitfähigkeit, und gewissen Legierungen verleiht es große Korrosionsbeständigkeit und Härte. Im Eisen und Stahl erhöht es die Elastizität und verhindert überhaupt die bei vielen Legierungen mitunter so verhängnisvollen Ermüdungserscheinungen. Mit diesen Erkenntnissen stehen wir erst in den Anfängen. In verschiedenen Ländern im Gang befindliche Versuche werden erst endgültige Klarheit über die zweckmäßigsten Verwendungsgebiete schaffen. In den Vereinigten Staaten macht eine Gesellschaft Versuche, Beryllium mit Gold, Silber und Aluminium zu legieren, Kupfer mit 2—3 % Beryllium soll an Härte gehärteten Stahl übertreffen. Bereits im Heft 12 der „Lagerstätten-Chronik“ war auf verschiedene Lagerstätten hingewiesen. Es sei hier noch ergänzend bemerkt, daß im Namaqualand Beryllium mit anderen Mineralien in Pegmatitgängen nesterweise auftritt. Bereits vor dem Krieg wurde hier Beryll als Halbedelstein gewonnen, von dem auch Deutschland einige Tonnen, wenn auch damals für andere Zwecke, bezog. Im vorigen Jahr förderte man hier einige hundert Tonnen, die durchschnittlich gegen 5 % Berylliummetall enthielten. Zur Ausbeutung des im Heft 12 gleichfalls erwähnten Vorkommens bei Köflach, an der Straße nach Edelschrott, hat sich die „Beryllium Co. Dr. Kurt Seidler, Graz“, mit Hilfe amerikanischen Kapitals gebildet. Mit dem Bau von Aufbereitungs- und Flotationsanlagen und von Sinteröfen soll bereits begonnen sein. Die durch Auslaugen erhaltenen Metallsalze werden in einem elektrolytischen Schmelzwerk weiterverarbeitet werden. Auch Kanada wird in die Reihe der zukünftigen Erzeuger eintreten. Im Gebiet des Bonnet-Sees in Manitoba tritt dies Erz an verschiedenen Stellen zu Tage aus. Von den Jask-Nutt-Gruben wurden bereits Proben nach New York geschickt. Seit längerer Zeit bekannt sind die größeren Berylliumlager in Süd-Dakota. Auch in Britisch-Indien findet sich dies Erz verschiedentlich (zum Teil ebenfalls in Pegmatiten) in abbauwürdigen Mengen. Der Preis des Metalls ist in den letzten Jahren außerordentlich gefallen. 1921 kostete 1 kg gegen 200000 RM, 1928 gegen 6000 RM und heute gegen 1200—1500 RM (bei einer Reinheit von 98 %).

V. D. I. Nachrichten

Mitteilungen des Vereines Deutscher Ingenieure (Berlin)

Nr. 44 -

Beryllium

Die 1925 gegründete Mercia A.-G. wurde zur Ausbeutung der in der Steiermark entdeckten Berylliumvorkommen vor einiger Zeit in eine neue Aktiengesellschaft mit dem Namen „The Beryllium Comp.“ mit dem Sitz in Graz umgegründet. Die Beryllium Holding A.-G. faßt als Dachgesellschaft die bisherigen Unternehmungen zusammen. Erzeugung und Preis für Beryllium, das hauptsächlich als Legierungsmetall in Frage kommt, stellte sich in den letzten Jahren wie folgt:

	Erzeugung	Preis
1923	0,5 kg	100 000 RM/kg
1924	1,1 „	28 000 „
1925	1,3 „	19 000 „
1926	9,0 „	16 000 „
1927	84,0 „	12 000 „
1928	167,0 „	8 000 „

Anfang des vorigen Jahres kostete 1 kg Beryllium noch 6000 RM, Ende 1929 nur noch 1000 RM. Zur Zeit stellt sich der Preis bei einer Jahreserzeugung von rd. 1000 kg auf 900 bis 1000 RM/kg. — ks —

Frankfurter Zeitung (Frankfurt a. Main)

Nr 822 . .

Ein Schreibtsch-Patent.

Vor einiger Zeit hatten wir an dieser Stelle (Nr. 613) unter der Spitzmarke „Federleichte Begierungen“ von einer amerikanischen Erfindung Notiz genommen, die sich auf angebliche ~~Verhütung~~ und ~~Stimmungsstörungen~~ bezog. Die Mitteilung entstammt einer amerikanischen wissenschaftlichen Zeitschrift. Von fachmännischer Seite werden wir darauf aufmerksam gemacht, daß die in der Notiz enthaltenen Angaben auf eine amerikanische Patentschrift aus dem Jahre 1920 (Patentanmeldung bereits im Juni 1917) zurückgehen, also auf eine Zeit, in der weder Verhütung noch Lithium in irgendeiner nennenswerten Mengen zur Verfügung standen. Jedenfalls habe man selbster in Fachkreisen von diesen Begierungen nicht gehört. Das Ganze dokumentiere sich demnach als ein Schreibtsch-Patent.

Dr. W. F.

The Manchester Guardian Commercial

Nr. 538

Beryllium Deposits Discovered.

The runabout aeroplane which may one day take the place of the British "taxi" may have a body built of beryllium. At present such an aeroplane would be rather costly for the "taxi" line of business. At £40 to £50 per pound weight it is debarred from entry into that and many other forms of industry. But this very light yet strong metal may before long be brought down to 10s. a pound, should recent discoveries in Manitoba turn out as satisfactory as expected. When the American Association of Scientists met last month in Cincinnati the use of beryllium in the arts was discussed at some length, though its high cost was admitted to be a deterrent. Rather oddly, at the moment the scientists were thus engaged, prospectors in South-eastern Manitoba were staking claims believed to contain the largest deposits of beryl yet found.

The mineral beryl, from which the metal beryllium is extracted, has been found for a century in certain parts of the world. Its presence in South-eastern Manitoba was suspected several years ago, though no veins of consequence had then been located. But a new mineral belt now being opened up promises not only beryl but tantalite and lithium in quantities greater than elsewhere known. Dr. T. L. Walker, Professor of Mineralogy at the University of Toronto, states that these deposits are the richest he has seen. Beryl, which Dr. Walker investigated in Renfrew, Ontario, and at Yellow Head Pass, in Western Canada, had not impressed him as economically important, though the Lac du Bonnet area in Manitoba may hold deposits, in his judgment, sufficient for the requirements of the whole British Empire.

Laboratory production of beryllium, which has been going on for some time, as a supplementary source of supply to the native metal, will no doubt eventually bring down its cost to a fraction of that prevailing in recent years. German laboratories may, in fact, give the Manitoba product a hard run, however abundant the supply. Electrical processes are being perfected in that country to reduce the price to as low as 18s. per pound.

Deutsche Bergwerks-Zeitung (Düsseldorf)

Nr. 266

Preissenkung für Beryllium.

Kein anderes Metall ist so schnell und so bedeutend im Preis gesunken wie das Beryllium, das von dem Siemens-Konzern und der kürzlich gegründeten Amerikanisch-Oesterreichischen Beryllium-Gesellschaft produziert wird. Im Jahre 1923 betrug der Preis, wie der Ironmonger berichtet, 2500 £ für das Pfund, im Jahre 1925 500 £, im Jahre 1928 250 £, am Ende von 1929 30 £ und gegenwärtig 22 bis 23 £ je Pfund. Weitere Preissenkungen stehen zu erwarten, vermutlich bis auf 8 bis 10 £. Die Erzeugung betrug im letzten Jahr in Deutschland und in Oesterreich 1½ t, wird schätzungsweise sich auf 2 t in diesem Jahre belaufen und wird weiter steigen. Beryllium wird hauptsächlich als Zusatz zu Aluminium verwendet, dem es eine außerordentliche Härte gibt, wenn es in einer Menge von 0,15 bis 0,25% hinzugefügt wird.

Dr. RL

Hamburgisches
Welt-Wirtschafts-Archiv
Literatur
Bibl. erl.
Technisches Blatt der
Frankfurter Zeitung (Frankfurt a. M.)

Nr. 47 vom 20. Nov. 1930

Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern. VIII. Bd.: Beryllium-Arbeiten. Hrg. von der Zentralstelle f. wissenschaftl.-techn. Forschungsarbeiten des Siemens-Konzerns. 256 S. m. 198 Abb. u. 19 Tfln. Berlin 1929, Julius Springer.

Die vorliegende Sammlung von Originalarbeiten mehrerer Forscher enthält die Arbeiten, die im Siemenskonzern über die Gewinnung und Verwendung des Berylliums in den letzten fünf Jahren ausgeführt wurden. Die erheblichen Fortschritte in der Gewinnungsmethode und die äußerst interessanten technischen Anwendungsgebiete, die das der Werkstofftechnik neu erschlossene Metall sich besonders als Legierungskomponente erschlossen hat und künftig noch erschließen wird, haben die Aufmerksamkeit aller Werkstoffachleute auf das in mehrfacher Hinsicht merkwürdige Element gerichtet. Die Möglichkeit, in vorliegendem Auszug aus den Gesamtarbeiten die grundlegenden Originaluntersuchungen kennen zu lernen, macht das Heft von besonderem Wert für die Fachwelt. Es enthält Beiträge von Illig, Masing, Dahl, Fischer, Kroll, v. Auwers u. a. Die Einleitung hat Prof. Stock, dem die grundlegenden Arbeiten zur Entwicklung der heutigen Gewinnungsmethode zu verdanken sind, geschrieben.

Dr. Hausen

JI Sole (Mailand)

N. 133..

1 grandi ritrovati tecnici

Il Berillio

Come durante e dopo le lunghe guerre napoleoniche, così nel corso dell'ultima — speriamo definitivamente ultima — grande guerra mondiale e negli anni susseguenti fino ad oggi, si è sviluppato un progresso tecnico maestoso. Sembra quasi che alle distruzioni che le guerre apportano, una legge suprema apporti la felice reazione di nuovi e maggiori mezzi di ricostruzione, di produzione e di traffico.

La marcia tecnica è nello stesso tempo larga ed intensa. Per citare solamente alcuni e pochissimi esempi dell'ultimo quindicennio, siamo corsi dalla captazione dell'azoto e relativi nitrati sintetici, alle onde corte ed a fascio; dalle alte pressioni delle caldaie, alle caldaie « eradianti »; dai rivoluzionanti « combines » che mietono, trebbiano ed insaccano, in unica macchina, il grano, ai telai senza navette, con grosse spole e richiedenti una sola persona per più decine di telai; dai mastodonti della meccanica profondamente « razionalizzanti », alle piccole radio che tolgono tutte le distanze — le voci ed ai suoni; dall'idrogenizzazione del carbone a quella del petrolio greggio, superante di molto in efficienza il « cracking »; dalle leghe alluminiche e magnesiche all'acciaio inossidabile, prossimo concorrente anche nelle batterie delle cucine domestiche, ed al... berillio.

Il berillio è vecchio di battesimo, essendo stato scoperto, quasi contemporaneamente all'alluminio, nel 1828. Ma è giovanissimo di produzione industriale e d'applicazione pratica.

Metallo leggerissimo, ha il peso specifico di 1,85 contro il 2,68 del già assai leggero alluminio. Dell'alluminio che, senza leghe, è piuttosto molle, il berillio è più che doppiamente duro. E' metallo di eccezionale resistenza e questa, congiunta con la sua estrema leggerezza, lo rende metallo preziosissimo e metallo specialmente indicato per l'aeronautica. La tecnica è riuscita a rendere accessibile ed industrialmente adoperabile il berillio.

Il prezzo di questo metallo, che nel 1923 giungeva alla enorme altezza di 450.000 lire al chilogrammo (se ne produsse in tale anno mezzo chilo), e cioè a ben trentasei volte più dell'oro, è progressivamente caduto a circa 45.000 lire, ossia a tre volte e mezzo più dell'oro nel 1928, con una produzione in detto anno di 167 chilogrammi. La produzione è balzata in su, a 1000 chilogrammi col 1929 ed il prezzo è sceso a meno di 28.000 lire, due volte ed un quarto più dell'oro. Nel 1930 il prezzo si è ridotto ad un terzo circa del prezzo dell'oro che vale, in cifra tonda, 12.500 lire al chilo. Anche la produzione, benché non siano ancora indicate le cifre per il 1930, appare proporzionalmente accresciuta.

Il Canada, che ha la prerogativa di essersi presentato, nei tempi recenti, come un territorio minerario della massima importanza, in seguito alle continue scoperte di vasti e ricchi giacimenti di

svariati minerali e metalliferi, è il Paese che offre la maggior quantità di terre berillifere. (Il berillio è in terre speciali, come l'alluminio, il quale anch'esso si trova in terra — bauxite — e non in « elettrificazioni »). Il più ricco giacimento europeo trovato sin'ora, è quello di Köflach nella Stiria austriaca.

Le proprietà del berillio (un parente, tutt'altro che povero però, dei berilli; le terre preziose, fra le quali si annovera, più nobile di tutte le similari, lo smeraldo e più in giù le acquemarine, ecc.) non sono solo nella sua leggerezza e nella sua resistenza che ne dovrebbero fare, ripetersi, il metallo dell'aria, il conquistatore degli spazi, ma nel pregio delle sue leghe.

Aggiunto in piccole quantità fino al 3% al rame ed al nichelio, rende questi due metalli parecchie volte più duri, più resistenti, meno spezzabili. Aumentando la proporzione di berillio aggiunta al rame al 5%, il rame assume le caratteristiche dell'acciaio più duro.

I bronzi al berillio ed i rami al berillio acquistano proprietà del massimo valore nell'industria elettrotecnica — nei tubi « Röntgen ».

Col berillio l'umanità è venuta in possesso di un nuovo ed assai notevole elemento di progresso scientifico e tecnico e quindi di vasta portata economica.

Pur stando molto lontani da ogni visione miracolistica e considerando in pieno tutte le difficoltà e, diciamo pure, tutte le impossibilità di un rapido processo di entrata del berillio — anche l'alluminio dovette percorrere molti e molti anni prima di arrivare all'ancora ben incompleta sua situazione tecnico-industriale attuale — nella grande agone economica mondiale, la trovata produzione ed applicazione industriale del berillio apre una nuova via nel campo del lavoro umano.

Esso si aggiunge degnamente a tutti i molteplici progressi tecnici, grandi, medi e piccoli, che l'umanità crea con ritmo incessante e veloce d'ogni anno e d'ogni giorno. Progressi tecnici i quali modificano irresistibilmente e progressivamente tutta l'economia mondiale e stanno seminando, producendo e sviluppando nuove situazioni economiche e non solamente economiche.

Come tutti i progressi, anche questi tecnici hanno i loro scettici, i loro oppositori, hanno le loro difficoltà tanto più marcate, quanto più toccano sulle prime, ma solo sulle prime però, il lavoro umano.

La macchina, il processo chimico, dimenticano braccia, talvolta in numero notevole; ma creano poi, col minorato costo del prodotto, vastità di mercato che riassorbe di gran lunga le braccia dimesse e le riassorbe a salari più elevati. Così è il progresso umano: dal sacrificio, dalla disoccupazione, giungere, per virtù della tecnica, al lavoro intenso, al benessere.

MARIO MAZZUCHELLI

La Journée Industrielle (Paris)

Nr. 4 1 2 3

La préparation et les usages du glucinium

Le glucinium est un métal qui n'a été obtenu à l'état pur qu'en 1928. Il est d'un gris d'acier et caractérisé par une grande légèreté : sa densité n'est, en effet, que de 1,84, encore très inférieure à celle de l'aluminium (2,7). Bien qu'il soit connu depuis peu de temps, il entre déjà dans la composition de nombreux alliages dont il augmente la résistance à la corrosion, la dureté et la résistance mécaniques.

Sa grande légèreté a conduit à l'utiliser dans la fabrication d'alliages entrant dans la construction aéronautique. Une autre application intéressante du glucinium est son emploi dans la constitution des porcelaines électrotechniques pour isolateurs à haute tension.

Dans l'ensemble, les propriétés chimiques du glucinium (qui est appelé en Allemagne, en Angleterre et en Amérique, *beryllium*), sont semblables à celles de l'aluminium.

Industriellement, le glucinium est extrait du béryl, silicate double d'alumine et de glucine (oxyde de glucinium). Le béryl est un minéral cristallisé, souvent incolore, mais parfois coloré en bleu, jaune ou rose et dont la variété verte constitue l'émeraude.

Les méthodes usuelles d'obtention du glucinium à partir du béryl comprennent d'abord la désagrégation de ce minéral

par fusion avec du carbonate de potassium, puis l'attaque de la masse fondue ainsi obtenue par l'acide sulfurique. On obtient de la sorte une liqueur contenant du sulfate de glucinium et, par addition d'ammoniaque, on provoque la précipitation d'hydrate de glucinium.

On a récemment mis au point en Amérique un nouveau procédé d'extraction du glucinium à partir du béryl qui permet de recueillir, en même temps que ce métal, d'autres métaux précieux qui se trouvent en petite quantité dans le béryl, notamment le césium, le rubidium et le scandium.

On commence par fondre le minéral pulvérisé avec de la chaux et, après traitement par l'acide sulfurique, on obtient une solution de sulfate d'aluminium et de glucinium, que l'on soumet à l'évaporation. On peut ainsi recueillir des aluns de potassium, de césium et de rubidium que l'on sépare par cristallisations, tandis qu'une série d'opérations conduit à la précipitation d'un carbonate basique de glucinium.

Les aluns de potassium, césium, rubidium recueillis sont soumis à un traitement spécial qui permet d'obtenir ces divers métaux. On a également mis au point un traitement des précipités d'hydrate de fer et d'aluminium recueillis pendant la préparation du glucinium qui doit permettre d'extraire le scandium à l'état de traces qui peut être contenu dans le béryl.

P. F.

Signatur

Beryllium

Datum

15. Mai 1933

Lagerstätten-Chronik (Berlin)

Nr. 5.

Beryllium.

Seit Jahren beschäftigen sich eine ganze Reihe von Laboratorien in Idaho mit der Aufgabe, ein Verfahren zu erfinden, das eine wirtschaftliche Verhüttung der Berylliumerze von Latah County, Nordidaho, gewährleistet. Das Beryllium tritt hier in Glimmer-Pegmatitgängen, vergesellschaftet mit Quarz, Feldspat und Muskovit, auf. Bis vor einiger Zeit gewann man Beryllium

als Nebenprodukt bei der Gewinnung von Feldspat und Glimmer, aber bei der heutigen starken Nachfrage nach Beryllium ist es Hauptprodukt geworden, und es hängt alles davon ab, die Kosten des Verhüttungsverfahrens zu senken. Die American Brass Co. hat die Herstellung von Be-Cu-Legierung mit 2,25 % Be als Stangen, Bleche, Bänder usw. unter dem Namen „Anaconda Beryllium Copper“ aufgenommen.

Hausbrand.

Lagerstätten-Chronik (Berlin)

Nr.

6

Seltene Stoffe.

Beryllium.

In dem Sonderheft „Metall und Erz“ Nr. 11 gibt Harrassowitz unter dem Titel „Leichtmetall-Rohstoffe“ einen kurzen Überblick über das Vorkommen von Beryllium. Etwas eingehender berichtet Hessenbruch über die Entwicklung und Verwendung desselben. Die derzeitigen Preise für Rohberyll werden von ihm angegeben zu: cif Hamburg etwa £ 1 je Prozent BeO in der Tonne, in U. S. A. 4 \$ je Prozent BeO in der Tonne. Der Preis des fertigen Metalls liegt heute je nach Reinheit zwischen 250 und 500 RM/kg, nachdem er seit 1922 von 200000 RM ständig gefallen ist. Einschließlich Berylliumoxyd werden gegenwärtig 500—1000 kg Be jährlich verbraucht.

Signatur

Beryllium

Datum

15. Dez. 1935

Lagerstätten-Chronik (Berlin)

Nr. 12.

Seltene Stoffe.

Beryllium — Gallium — Rubidium.

U. S. A. Die Beryllium Corp. of New York errichtet ein neues Werk in Temple bei Reading (Penns.). („Chem. Ind.“ 58, S. 964, 1935)

UdSSR. In einer Arbeit „Über das Vorkommen von Rubidium, Beryllium, Gallium und Strontium in Nephelinen“ geben J. Tolmatschoff und A. Filippoff an, daß unter den Nephelinen der größten russischen Lagerstätten diejenigen der Wischnewy-Gory-Lagerstätte mit durchschnittlich je 0,01 % Be und Ga und 0,04 % Rb am reichsten an seltenen Elementen sind.

X1) Dokl. Akad. Nauk, Leningrad, Bd. 3, Heft 5, 1934. — Ref. in „Metall u. Erz“ 32, S. 576, 1935.

Lagerstätten-Chronik (Berlin)

Nr. 1

Seltene Stoffe.

Beryll.

In Frankreich hat die Comp. d'Alais, Froges et Camargue Verfahren zur Verarbeitung des Berylls entwickelt, die eine wirtschaftliche Darstellung von Be und seinen Legierungen gestatten sollen. — U. S. A. Im Staate Colorado sollen größere Beryllvorkommen mit 10—14% Berylliumoxyd entdeckt worden sein. — Britisch-Indien förderte im Ajmer-Merwara-Distrikt 1932 281 tons, 1933 324 tons und 1934 dagegen nur 55 tons Beryll. Das Material wurde nach Deutschland und U. S. A. verschifft. (Rec.) — Aus der Südafrikanischen Union wurde vor einiger Zeit die beabsichtigte Ausbeutung bedeutender Beryllvorkommen in Namaqualand gemeldet. Die Entwicklung eines billigen Verfahrens zur Herstellung von Berylliumoxyd durch italienische Wissenschaftler soll die Gewinnung möglich erscheinen lassen.

Deutsche Bergwerks-Zeitung (Düsseldorf)

High Trade Journal (Düsseldorf)

Nr. 164

Aus der internationalen Berylliumindustrie

Am 9. November 1935 erließ das Reichswirtschaftsministerium eine Verordnung über die weitere Aenderung der Bekanntmachung betreffend das Verbot der Ausfuhr bestimmter Waren. Unter die Waren, deren Ausfuhr ohne Bewilligung verboten ist, fällt danach auch Beryllium. Deutschland ist nach den Vereinigten Staaten der einzige Berylliumerzeuger von Bedeutung, und zwar sind es zwei Gesellschaften, die sich mit der Erzeugung von Beryllium befassen. Die Deutsche Beryllium-Studiengesellschaft, eine Untergesellschaft von Siemens & Halske, und die Heraeus Vakuum-Schmelze in Hanau. Zwischen beiden Gesellschaften kam es 1934 zu einem Uebereinkommen, wonach Heraeus die Erzeugung und den Verkauf von Beryllium und seinen Legierungen übernahm. Ein Abkommen mit der Beryllium Products Company (Beryllium Corporation of New York) schaffte die Voraussetzungen für eine gemeinsame Zusammenarbeit mit den Amerikanern in bezug auf den Austausch von Patenten und technischen und wissenschaftlichen Erfahrungen. Die Deutsche Gold- und Silberscheideanstalt in Frankfurt a. M. hat sich in der Hauptsache auf die Erzeugung von Berylliumoxyd für keramische Zwecke beschränkt. Der deutsche Preis für 98%iges Beryllium liegt seit einigen Jahren bei 600 RM je kg. — In U.S.A. gibt es ebenfalls zwei Gesellschaften, die sich mit der Erzeugung befassen, und zwar die Beryllium Corporation of New York und die Brush Beryllium Co. in Cleveland (Ohio).

In der Hauptsache wird Beryllium aus dem Mineral Beryll gewonnen, das in Pegmatiten gefunden wird und etwa 4% Beryllium enthält. Soweit bisher andere berylliumhaltige Mineralien gefunden wurden, enthalten sie nur wenige Hundertstel oder Tausendstel eines Prozentes an Beryllium. Neben den Vorkommen in Colorado, Nevada und Kalifornien ist es besonders Britisch-Indien, das für die Versorgung mit Beryll in Frage kommt. Im Jahre 1930 erzeugte Britisch-Indien nur eine Tonne Beryll, in 1931 überhaupt nichts. Im Jahre 1932 stieg die Erzeugung allerdings auf 281 t im Werte von 5281 Rupien und 1933 weiter auf 324 t im Werte von 7261 Rupien. Die gesamte Erzeugung Britisch-Indiens wurde nach den Vereinigten Staaten und Deutschland verschifft. Der Preis lag zwischen 7 und 10 £ je t cif. Neben den Vorkommen in Britisch-Indien werden neuerdings auch in Südamerika und in Afrika Vorkommen wirtschaftlich entwickelt. In den letzten Jahren hat auch die Aufbereitung und die Gewinnung von Beryllium aus Mineralien mit einem niedrigeren Berylliumgehalt Fortschritte gemacht, so daß anzunehmen ist, daß die Erzeugung allmählich steigen wird. Immerhin wird, da auch der Verbrauch insbesondere in Kupfer-Berylliumlegierungen und in der keramischen Industrie steigt, eine Verbilligung des Metalls in absehbarer Zeit kaum eintreten. Die Verarbeitung von Beryll belief sich in 1934 auf etwa 35 t im Monat und dürfte in der Zwischenzeit weitere Fortschritte gemacht haben.

Wie jetzt in englischen Fachzeitschriften berichtet wird, hat das deutsche Ausfuhrverbot in England, das über keine eigene Erzeugung verfügt, eine ziemlich starke Materialknappheit hervorgerufen. Großbritannien wurde in der Vergangenheit in der Hauptsache durch die deutschen Erzeuger beliefert. Es wäre denkbar, daß die Amerikaner, soweit sie dazu imstande sind, versuchen werden, diese Lage auszunützen.

bm

Deutsche Bergwerks-Zeitung (Düsseldorf)

High Trade Journal (Berlin)

Nr. 203

Aus der Internationalen Berylliumindustrie

In unserem Artikel „Aus der Internationalen Berylliumindustrie“ vom 16. Juli 1936 wurde gesagt, daß die Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt vorm. Roeßler, Frankfurt a. Main, sich in der Hauptsache auf die Erzeugung von Berylliumoxyd für keramische Zwecke beschränke, während Heraeus Vakuumschmelze in Hanau a. Main die Erzeugung und den Verkauf von Beryllium und seinen Legierungen übernommen habe. Wie uns hierzu mitgeteilt wird, ist in Wirklichkeit heute die Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt vormals Roeßler in Deutschland der einzige Hersteller von Beryllium-Metall, daneben selbstverständlich auch von allen Berylliumverbindungen. Berylliumoxyd wird nicht nur als solches hergestellt, sondern von der Scheideanstalt auch auf hochfeuerfeste Geräte (Tiegel, Rohre, usw.) verarbeitet. Beryllium-Legierungen werden in Deutschland allein von der Heraeus Vakuumschmelze A.-G., Hanau/Main, hergestellt und verkauft. Der Preis des Metalles, das in einer Reinheit von über 99% Be anfällt, beträgt nicht, wie gemeldet, 600 RM je kg, sondern ist schon seit längerer Zeit weit unter diesen Preis gesunken, natürlich bei größeren Bezügen. Bei der zu erhoffenden Steigerung der Verwendung von berylliumhaltigen Legierungen ist mit einem weiteren Sinken des Preises zu rechnen.

x

Deutsche Bergwerks-Zeitung (Düsseldorf)

Nr. 25

Wiederaufnahme des Beryllbergbaues in Oesterreich —
Französische Preisangebote. Wie aus London berichtet
wird, hat eine österreichisch-amerikanische Gruppe die
Arbeit in den Beryllgruben bei Brambach im Pinz-
gau wieder aufgenommen. Es ist beabsichtigt, die Erzeu-
gung metallischen Berylliums aus den Erzen an Ort und
Stelle vorzunehmen. Von französischer Seite wird gegen-
wärtig metallisches Beryllium in einer Reinheit von 97
bis 98% mit 3000 frs das kg angeboten. Beryllium-Kupfer-
legierungen mit 10% Beryllium notieren 2500 frs das kg
Beryll-Inhalt.

Le Temps (Paris)
Nr. 27667

FEUILLETON DU *Le Temps*
DU 8 JUIN 1937

CAUSERIE SCIENTIFIQUE

Le glucinium

Que ne puis-je, avant de publier ces causeries, les soumettre officieusement aux lecteurs de ce journal! Les observations très documentées et les remarques, souvent judicieuses, qui me parviennent après coup me permettraient de rendre ces chroniques plus dignes de ce journal et du public. C'est ainsi qu'ayant parlé incidemment du glucinium, de son emploi par les artisans de l'ancienne Egypte et de son utilisation par la métallurgie moderne, j'ai reçu, de divers côtés, des renseignements très précis qui me permettent de reprendre la question; elle en vaut la peine, et j'ai pu me convaincre qu'elle était peu connue en dehors des spécialistes. Je demande donc la permission de consacrer ces colonnes au métal qu'on nomme chez nous glucinium (en raison, paraît-il, de la saveur douceâtre de ses sels), et qu'à l'étranger on nomme béryllium (parce que le minerai d'où on l'extrait est le béryl). J'avoue que, pour une fois, je donne raison à l'étranger contre nous, car béryllium procède du béryl comme potassium de la potasse et calcium de la chaux, tandis que je ne sache pas qu'on ait jamais fabriqué des confitures au glucinium. D'ailleurs, ceci est de petite importance, et aucun Lancelot n'est chargé de défendre la pureté de la langue scientifique.

Il est dans le destin de certains éléments de vivre longtemps, connus de quelques spécialistes et ignorés du reste du monde, jusqu'au jour où, brusquement, ils atteignent la grande notoriété. Depuis que Vauquelin, en 1798, avait isolé les sels de glucine dans certains échantillons de béryl trouvés près de Limoges, à Chanteloube, ce corps avait surtout fourni des sujets de thèse aux chimistes; son minerai principal, le béryl, était connu comme pierre précieuse, et c'est sans doute pour cette qua-

lité qu'il était exploité, au temps de Sésostri, par les Egyptiens, qui allaient le chercher dans les parages du Sinaï.

Mais à mesure que la planète a été plus complètement prospectée on s'est aperçu que le béryl était bien moins rare qu'on ne le supposait jadis; on en a découvert des gisements importants en Russie, dans l'Oural, l'Altaï et la Transbaïkalie; dans l'Amérique du Sud, au Brésil, en Colombie et au Chili; au Canada et aux Etats-Unis, où on l'exploite dans le Dakota et le New-Hampshire. Mais, pour nous autres Français, la source la plus abondante de béryl se trouve à Madagascar, l'« Ile aux pierres précieuses »; on l'y exploite aux environs d'Antsirabé où, d'après l'éminent géologue M. Lacroix, certains échantillons se présentent sous forme de prismes hexagonaux dont la longueur dépasse parfois un mètre. Bien entendu, ces énormes cristaux ne présentent pas dans toutes leurs parties la limpidité qu'on exige d'une gemme; aussi les brise-t-on pour en extraire les parties intéressantes pour la joaillerie, qui sont, soit incolores, soit teintées de jaune, de bleu, plus rarement de rose, le plus souvent de vert, et c'est alors la gemme qu'on nomme aigue-marine. Cette exploitation laisse un abondant déchet de béryl pierreux, dont on pourrait, paraît-il, exporter 400 tonnes par an; en réalité, les expéditions de Madagascar se montent, bon an mal an, à une quinzaine de tonnes qui suffisent jusqu'à présent à assurer les emplois métallurgiques du glucinium; mais le jour où il en faudra davantage on ne sera pas embarrassé pour le trouver.

Seulement, pour passer du béryl au glucinium, la route est longue et difficile. J'ai sous les yeux un intéressant article de M. Gadeau (1), qui montre le chemin parcouru depuis 1828, où le métal a été isolé simultanément par Bussy en France et par Wöhler en Allemagne; on y rencontre les travaux de notre compatriote Lebeau, qui ont servi de base aux premiers procédés industriels allemands. Finalement, c'est l'électrolyse qui a fourni, comme pour l'aluminium et le magnésium, la solution longuement cherchée; mais il a fallu trouver un sel de glucinium qui se pré-

(1) *Revue de l'aluminium*, janvier 1936

Wenden

tât à cette opération. Dans le procédé Siemens et Halske, ce sel est un oxyfluorure de glucinium, additionné de fluorure de baryum qui rend le bain plus fluide et moins volatil; on le chauffe à 1,400 degrés dans un creuset en graphite, servant d'anode, où plonge une cathode en fer refroidie par une circulation d'eau; le glucinium se dépose alors à l'état solide sur cette cathode.

C'est par ce procédé que les premiers échantillons massifs de ce métal ont été obtenus en Allemagne, il y a une quinzaine d'années; mais l'Amérique et la France ne tardèrent pas à s'intéresser à cette fabrication, qui est réalisée régulièrement chez nous par la grande usine électrochimique de Saint-Jean-de-Maurienne. Naturellement, à mesure que les procédés se perfectionnaient, les prix baissaient rapidement; ainsi en 1922 le glucinium à 98 0/0 était vendu, en Allemagne, sur la base de 1,200,000 francs le kilo, c'est-à-dire 50 fois plus cher que l'or au cours actuel; en 1928 le prix s'abaissait à 18,000 francs, et en 1933 à 3,600 francs; actuellement le métal à 98-99 0/0 est vendu en France sur la base de 2,500 francs le kilo, et son alliage principal, le bronze au glucinium, vaut 65 francs; ces prix pourront encore s'abaisser si la consommation se développe, mais il ne faut pas compter que le glucinium tombe jamais au palier des métaux communs, et cela en raison des difficultés du traitement chimique et électrique qui permet de l'obtenir.

Un nouveau métal est donc entré au service de l'humanité; un métal léger ainsi que le font prévoir son poids atomique 0 et sa place au début de la classification de Mendeleïeff; un métal très oxydable, mais qui, comme ses cousins l'aluminium et le magnésium, sait se défendre à froid contre l'oxydation en se couvrant d'une fine pellicule de glucine; mais, au rebours de ces deux métaux, il est à la fois peu fusible (son point de liquéfaction est à 1,278 degrés), dur et élastique, son module d'élasticité étant supérieur à celui de l'acier lui-même. En fait, le glucinium à l'état pur n'a encore reçu qu'une application, qui ne suffirait pas à justifier une fabrication

industrielle : comme il est dix-sept fois plus perméable aux rayons X que l'aluminium lui-même, qui pourtant l'est déjà passablement, on munit les appareils producteurs de ces rayons d'une fenêtre de glucinium.

J'ajouterais qu'au point de vue purement scientifique ce métal est un de ceux qui intéressent le plus les faiseurs de transmutations: j'ai raconté jadis, ici même, comment Bothe et Becker, en le bombardant par les rayons alpha du polonium, en ont extrait une radiation très pénétrante qui à son tour, entre les mains habiles d'Irène Curie et de Frédéric Joliot, a provoqué la formation de radio-éléments inconnus. Ainsi le métal aux deux noms, glucinium-béryllium, tient une place éminente dans la plus moderne des sciences; mais, étant donnée l'allure à laquelle se réalisent les désintégrations, il n'en faut pas beaucoup de milligrammes pour subvenir à toutes les expériences.

En fait, c'est comme associé à des métaux plus communs que le glucinium est appelé à jouer un rôle industriel; on a réalisé ses alliages avec l'aluminium, le fer, le nickel, l'argent; ils n'ont pas donné lieu, jusqu'ici, à des applications bien intéressantes; mais il n'en est pas de même pour le bronze au glucinium, et c'est de ce côté que se tourne, actuellement, l'attention des métallurgistes novateurs.

À ce propos je dois signaler que, dans une précédente causerie, et sur l'autorité de M. Ulvi Planta, j'avais noté que certains outils anciens en cuivre avaient été durcis par addition de glucinium. Cette assertion paraît peu vraisemblable à M. Gadeau, qui allègue fort justement la difficulté d'obtenir un métal qui n'a pu jusqu'ici être libéré que par électrolyse, et les fréquentes erreurs d'analyse commises par des chimistes professionnels. D'ailleurs, d'autres lectures m'ont donné à penser que les Anciens employaient généralement l'arsenic pour durcir le cuivre et le bronze; le plus sage est donc de réserver son jugement jusqu'à plus ample informé, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'un chimiste spécialisé ait soumis ces outils anciens à une analyse donnant toutes garanties d'exactitude.

Revenons donc aux temps actuels, et au

bronze de glucinium, qui, lui, est une réalité bien vivante puisqu'on le prépare par union directe du cuivre avec 2 ou 3 pour cent du métal précieux. Cette faible teneur suffit pour lui faire acquérir des propriétés toutes nouvelles, à condition qu'elle soit complétée par un traitement thermique approprié: après chauffage à 750 degrés, suivi d'une trempe à l'eau, le bronze au glucinium est aussi mou que le cuivre, et ceci permet de le travailler aisément, de le laminier, le forger, l'étirer et l'estamper; une fois qu'il a reçu la forme voulue, il suffit de lui faire subir à 320 degrés, pendant trois à quatre heures, un « revenu » qui fait cristalliser un composé dur, dont la présence donne au bronze des qualités très intéressantes.

La première est la dureté. Cette propriété, fort difficile à définir théoriquement, se mesure empiriquement d'après la largeur de l'empreinte laissée par une bille d'acier appuyée fortement contre le métal à éprouver. Cette « dureté Brinell », qui est comprise pour le cuivre entre 70 et 100, pour l'acier doux entre 135 et 220, s'élève à 350 pour le bronze à 2,3 0/0 de béryllium.

On pourra donc faire avec ce bronze des outils aussi durs qu'avec l'acier et qui, par surcroît, possèdent un avantage inappréciable dans certains cas: ils ne donnent jamais d'étincelles, ce qui tient à ce que les copeaux détachés de l'outil ne s'échauffent jamais jusqu'au point de brûler dans l'air; l'emploi de ces outils s'imposera donc dans les poudreries, où tant d'effroyables catastrophes ont eu pour cause une étincelle échappée d'un outil d'acier.

Une seconde vertu du bronze au glucinium est l'élasticité et la résistance à la fatigue; on en fabrique des ressorts qui peuvent être intéressants dans plusieurs cas: d'abord en horlogerie, parce qu'ils ne sont pas magnétiques, ce qui fait que leurs oscillations ne risquent pas d'être modifiées par l'approche d'aimants ou même par le champ terrestre. Mais l'application la plus importante paraît être l'emploi à la fabrication de ressorts de soupapes pour les moteurs à explosion, et cela pour plusieurs raisons, dont l'une est la bonne conductibilité calorifique de cet alliage, qui permet l'évacua-

tion rapide de la chaleur: les « calories brûlées » sont aussi nuisibles que les gaz brûlés et doivent, comme eux, être expulsées après chaque explosion.

Plus opérante encore est la résistance remarquable de ce bronze à la fatigue: même lorsqu'un ressort travaille dans la limite de son élasticité, il ne reste pas indéfiniment semblable à lui-même; ses mouvements répétés finissent par altérer sa structure moléculaire; un beau jour il casse, et c'est un accident qui peut entraîner de graves conséquences, surtout pour les moteurs d'aviation qui doivent assurer une marche sans à-coups. Or, les expériences ont établi que des ressorts plats en bronze au glucinium se sont montrés dix fois plus résistants que les mêmes en bronze phosphoreux; un ressort à boudin, fabriqué avec cet alliage, a supporté 50 0/0 d'oscillations de plus que le meilleur ressort en acier spécial. Voilà des propriétés qui justifient d'importantes applications, car ce n'est que par un souci minutieux de chaque détail qu'on peut assurer la marche impeccable des machines modernes.

Les propriétés électriques fournissent encore l'occasion d'applications utiles: pour les ressorts, les contacts, les lames vibrantes utilisés en électrotechnique et en T. S. F., l'acier est généralement proscrit en raison de sa mauvaise conductibilité électrique, et on a recours au bronze phosphoreux, qui a l'inconvénient d'être trop peu élastique et de se déformer rapidement; le bronze au glucinium, plus élastique et meilleur conducteur, le remplace avantageusement.

Ainsi, tout jeune encore, et malgré son prix élevé, le nouvel alliage commence à prendre sa place dans la technique industrielle. Mais nul ne peut dire où on s'arrêtera; quand l'aluminium valait 2,000 francs le kilo on ne connaissait ni l'alpax ni le duralumin, dont l'industrie moderne ne saurait plus se passer; pareille fortune pourrait advenir au glucinium. Mais, sans tirer de traites sur l'avenir, il nous est agréable de signaler ce nouvel enrichissement de l'humanité, dû, non à la force aveugle des « masses », mais à l'effort intelligent des élites.

L. HOULLEVIGUE.

Lagerstätten-Chronik (Berlin)

Nr.

1

Beryllium.

Beryllium wird in Deutschland, USA. und Frankreich gewonnen. In USA. ist vor einiger Zeit von der Beryllium Alloys Co. in der Nähe von Vista in Kalifornien eine 5-tons-Versuchsanlage zur Berylliumgewinnung neu in Betrieb genommen worden.

Nach einem Bericht von Paul M. Tyler vom United States Bureau of Mines ist der Preis für Beryllium als reines Metall noch viel zu hoch, um eine ausgedehnte Anwendung, ausgenommen als Härtungsmittel für andere Metalle, zuzulassen. Die Anwendung von Beryllium-Leichtmetall-Legierungen in der Flugzeugindustrie hat bisher keinen großen Umfang angenommen. Bessere Ergebnisse auch in wirtschaftlicher Beziehung sind bei der Anwendung von Beryllium-Kupferlegierungen und Beryllium-Eisenlegierungen zu verzeichnen, insbesondere in Verbindung mit Nickel-Eisen und Nickel-Chromeisen. Das gegenwärtige Berylliumangebot übersteigt nach dem Bericht die Absatzmöglichkeiten. Andererseits hängt es nur davon ab, ob das Angebot in der kommenden Zeit in einem Maße erhöht werden kann, daß sich mit Sicherheit ein steigender Bedarf befriedigen läßt, wodurch sich gleichzeitig mit der Zeit eine Verbilligung von selbst durchsetzen würde. („B. B.-Ztg.“ vom 23. 12. 37.)

Metalle usw. * C: Beryllium

H



Beryllium
Welt

Entwicklung der Berylliumindustrie

„The Chemical Age“ (London), Nr. 1036, 6. 5. 39. Die Weltproduktion von Beryllium liegt immer noch unter 500 t je Jahr. In den Vereinigten Staaten sind die Alleinproduzenten die Beryllium Corporation of Pennsylvania und die Brush Beryllium Corporation. Erstere hat einen Vertrag mit dem führenden dt. Produzenten Siemens-Halske über Zusammenarbeit durch Austausch von Informationen und Patenten. In Reading (Pennsylvanien) errichtete die Gesellschaft die ersten Werke, die speziell für das Walzen und Ziehen von Beryllium-Legierungen bestimmt sind; andere Produktionszweige umfassen die Herstellung von nichtfunkenden Werkzeugen und anderen Beryllium-Kupfer-Gußstücken; die Hauptmenge des Metalls wird jedoch in Form von Standardlegierungen für die Weiterverarbeitung verkauft.

Um der Nachfrage nach einem Material zu genügen, dessen physikalische Eigenschaften zwischen dem anerkannten Standard von Beryllium-Kupfer und Phosphor-Bronze liegen, wird eine ganz neue Gruppe von Legierungen bereits angeboten. Eine dieser Legierungen enthält 0,4 bis 0,5 % Beryllium und 2 bis 3 % Kobalt, der Rest besteht aus Kupfer. In einer anderen, ähnlichen Legierung ist das Kobalt durch Chrom ersetzt. Eine dritte Klasse von Legierungen umfaßt Beryllium-Nickel von einem Typ, der bis jetzt in den Ver. Staaten handelsmäßig noch nicht hergestellt wurde. Die Ver. Staaten und Dtl. produzieren den größten Teil des Berylliums in der Welt, und zwar in Form von Legierungen; der Rest entfällt auf Italien, Japan und Frankreich. Eine führende Elektrizitätsgesellschaft in Frankreich produziert gegenwärtig jährlich eine Tonne Beryllium, und zwar durch Elektrolyse geschmolzenen Berylls in einem Fluoridbad.

Die bedeutendste jüngste Entwicklung in der Anwendung von Beryllium liegt anscheinend in seiner größeren Verwendung zur Herstellung von Legierungen für den Flugzeugbau. 80 %iges Ferro-Beryllium wird für Betonstahl verwendet.

15. Juni 1939

Lagerstätten-Chronik (Berlin)

Nr. 6

Beryllium.

Preis: Für 98. bis 99 prozentiges Metall werden in London £ 21/14/9 je lb in Ingots und £ 17/12 in Schuppen, jeweils verzollt, notiert. Beryllium ist erst in der letzten Zeit zu erhöhter wirtschaftlicher Bedeutung gelangt, insbesondere als Legierungsmetall mit Kupfer in den sogenannten „Meisterlegierungen“. Wie jetzt aus USA berichtet wird, hat die Beryllium

Corporation of Pennsylvania Fabrikationsanlagen für die Herstellung von Berylliumlegierungen in Blechen, Drähten und Streifen fertiggestellt. Die Meisterlegierungen sind bisher nur in Ingots oder als Guß erzeugt worden. Einer der größten amerikanischen Erzeuger, die Brush Beryllium Cy. in Cleveland, die sich seit 1921 mit der Herstellung von Beryllium und Legierungen befaßt, hat Anfang Mai eine Herabsetzung des Preises für Beryllium-Kupferlegierungen um 8 auf 15 8 je lb Berylliuminhalt vorgenommen. Bis 1937 belief sich der Preis für den Berylliuminhalt in Kupferlegierungen auf 30 8 je lb, wodurch der Ausweitung des Verbrauchs gewisse Hemmnisse erwuchsen. Diese letzte Preissenkung auf 15 8 durch die Brush Beryllium Co. auf die Hälfte des früheren Preises wird der Ausweitung in der Anwendung der Berylliumlegierungen sehr förderlich sein. Mit dem zunehmenden Verbrauch werden sich dann wahrscheinlich auf die Dauer auch die Möglichkeiten zu weiteren Preissenkungen ergeben, wie es ja in der Vergangenheit auch bei anderen Metallen — erinnert sei an das Aluminium beispielsweise — der Fall gewesen ist. („B. B.-Ztg.“ vom 7. 5. 39.)

USA. Bei South Acworth (New Hampshire) soll eine Gesellschaft zur Förderung der dort vorkommenden Berylliumerze gegründet werden. Nach Darstellungen des Bergbauamtes des Staates New Hampshire handelt es sich angeblich um eine verhältnismäßig reiche Lagerstätte. („Chem. Ind.“ N. 62, S. 420 [1939].)



Welt-Berylliumversorgung

„Zwetyje metally“ (Moskau), Nr. 4, April 1940 (F. Syromolotow): Das Beryllium begann man unmittelbar nach dem Weltkrieg 1914—18 in der Industrie praktisch zu verwerten. Der Preis für 1 kg Metall mit einem Be-Gehalt von 98 % betrug 1922 1 200 000 frs. Mit der Vervollkommenheit der Gewinnungstechnik und der Entdeckung einer Reihe neuer Vorkommen ging er jedoch schnell zurück. 1924 kostete ein kg Beryllium 120 000 frs., 1928 17 000 frs., 1933 3600 frs. und 1939 3000 frs. (etwa 40 £ je lb.²). Im Flugzeugbau wurde Beryllium bereits Anfang der dreißiger Jahre verwendet. 1936 wurden in den USA Kupfer-Berylliumlegierungen mit 30 % je lb. Beryllium berechnet, 1937 mit 23 %, und im April 1939 ging der Preis auf 15 \$ je lb. zurück. Berylliumkupfer kostete bei einem Durchschnitts-Berylliumgehalt von 2,25 % 1,12 \$ je lb. Berylliumerz wurde mit 30—35 \$ je t bewertet. Das metallische Beryllium wird durch Elektrolyse ähnlich wie die Leichtmetalle gewonnen.

Rohstoff für die Berylliumindustrie ist das Mineral Beryll, das in allen Ländern, meistens in Pegmatiten, vorkommt. Seine höheren, durchsichtigen Sorten werden als Edelsteine geschätzt, so vor allem die in der Färbung verschiedenen Smaragde, Aquamarine und Phenakite. Der chemischen Zusammensetzung nach ist das Mineral Beryll ein Silikat von Beryllium und Aluminium mit der Formel $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$. Der Berylliumgehalt des Berylls beträgt theoretisch etwa 5 % (oder 14 % BeO). Die übrigen Berylliumerze sind die Minerale Phenakit ($2\text{BeO} \cdot \text{SiO}_2$), der in der Sowjetunion, in Frankreich (bei Limoges und Nantes) und in den USA vorkommt, Bertranit ($4\text{BeO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), der in Böhmen, den USA und Frankreich gefunden wird, Chrysoberyll ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{BeO}$),

* lb. = 454 g

Welt-Kartei der Wirtschaftspresse

Lfg. 188

Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Institut E.V.

Sowjetunion, Brasilien und Ceylon), Gadolinit ($2\text{BeO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{FeO} \cdot \text{V}_2\text{O}_5$, Skandinavien und USA.), Euklas ($2\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, Sowjetunion, Amerika) u. a.

Zurzeit werden Beryllium und Berylliumsalze in Frankreich, Dtl., den USA., Brasilien und Kanada gewonnen. Die Hauptrohstofflieferanten aber sind Britisch-Indien und Südafrika. Obgleich Beryllium in vielen Ländern gefunden wird, sind die Vorkommen noch wenig erforscht, und der Umfang der Erzvorräte ist nicht bekannt. In den USA. und Kanada beschäftigen sich allerdings zurzeit nicht weniger als 30 Firmen mit der Berylliumgewinnung. England organisierte die Berylliumindustrie in Portugal.

Über die Berylliumgewinnung in den einzelnen Ländern finden sich in der Literatur nur spärliche Angaben. So lieferte z. B. Indien 1934 324 t Berylliumerz und 1935 139 t; Südafrika 1935 58 t und 1936 5 t. In Dtl. trafen vereinzelt kleine Partien Berylliumrohstoff aus Brasilien ein, das auch die USA. belieferte. Wahrscheinlich sind in diesen Ländern die Konzentrate aus den Aufbereitungsanlagen der Smaragdgruben mit enthalten. Madagaskar führte 1925 149 kg Turmalin und 17 898 kg undurchsichtigen (industriellen) Beryll und 1926 155 kg Turmalin und 863 kg Beryll aus. In den USA. beträgt die Erzeugung von Berylliumoxyd, -salzen und -metall etwa 32 t jährlich. Der Siemenskonzern in Berlin lieferte 1936 etwa 1,5 t metallisches Beryllium. Eine Berylliumgesellschaft in den USA. stellte jährlich etwa 0,3 t Metall her. Man darf annehmen, daß die Berylliumindustrie jährlich nicht weniger als 600 t Erze in Form von Beryll, Smaragd u. a. verarbeitet. Die südafrikanischen Lagerstätten sollen 5 % Be enthalten. Außerdem soll es dort Beryllvorräte von mehreren Hunderttausend t mit einem Be-Gehalt von 10,35 % geben. Sollten diese gewaltigen Reserven tatsächlich vorhanden sein, so könnten sie über 1000 t metallisches Beryllium liefern. Die indischen Vorkommen können ebenfalls eine beträchtliche Menge liefern. 1938 betrug die Berylliumerzeugung der Welt 500 t. Beryllium gehört also bereits nicht mehr zu den sogenannten seltenen Metallen, und die Minerale Beryll und Smaragd, die früher nur im Juwelieregewerbe Verwendung fanden, sind jetzt mineralischer Rohstoff für wichtige industrielle Aufgaben. Smaragd hat dieselbe Zusammensetzung wie Beryll, ist aber durch eine

geringe Beimischung von Chrom und Kobalt von grünlicher Farbe. Die undurchsichtigen Smaragde sind der natürliche und billigste Rohstoff für die Berylliumindustrie, ebenso wie die Abfälle der Juwelierindustrie, deren Produktion im Zuge der neuen Aufgaben überprüft werden muß.

Im Ural gibt es ein ziemlich bedeutendes Beryll- und Smaragd-vorkommen: die bekannten Smaragdgruben (Isumrudnyje kopi) in der Nähe von Swerdlowsk (Jekaterinburg). Die Förderung von Smaragden wird nicht nur in den Smaragdgruben Isumrudnyje kopi betrieben, sondern auch am Fluß Adui in den Gruben von Mursinka.

Um den Bedarf der sowjetrussischen Industrie an Beryllium voll decken zu können, müssen die Smaragd-vorkommen im Ural erweitert und genau erforscht werden, ferner müssen Pläne für Gruben und Aufbereitungsanlagen entworfen werden. Außerdem sind umfangreiche Schürfsarbeiten in anderen, zur Ausbeutung vorgesehenen Lagerstätten erforderlich, z. B. in Transbaikalien (Scherlowaja gora u. a.), Westsibirien (Tigerezkije Belki u. a.). Auch müssen die Berylliumerze bei der Gewinnung von Gold und seltenen Metallen ausgeschieden werden, da sie häufig zusammen mit Wolfram- und Molybdän-erzen und Glimmer vorkommen. Dabei müßte man die Tätigkeit des Trusts „Russkije samozwety“ und der Hauptverwaltung für seltene Metalle kontrollieren, um sie den Erfordernissen der modernen Berylliumindustrie anzupassen. Schließlich ist eine schonende Behandlung des Berylliumrohstoffs unerlässlich, um Verluste bei der Förderung, Aufbereitung und Verarbeitung zu vermeiden. Die Sowjetunion verfügt über genügend Möglichkeiten, um ihren Berylliumbedarf jetzt und in Zukunft voll zu decken.

Referatenblatt

№ 3

Syromolotov, F.

1942 — F — 8758

Die Welterzeugung von Beryllium (Berillij i bor'ba za
kačestvo metallov)

Planov. Choz., Moskau, 17 (1940) 3, 92—96

Angaben über die Weltproduktion an kriegswichtigen
seltenen Metallen. Der Weltmarkt des an Bedeutung
ständig zunehmenden Beryllium wird von der US.-amerika-
nischen „Beryllium Corporation“ unter Beteiligung der eng-
lischen Firma Vickers und der deutschen Firma Siemens-
Halske beherrscht. Angaben über Zusammensetzung und
Verwendung von Beryllium-Kupfer-Legierungen und der
deutschen Speziallegierung Beryllium-Contracid sowie über
Berylliumpreise. Bericht über Vorkommen der als Rohstoff
dienenden Mineralien, insbesondere über die Smaragd-
gruben im Ural, die aus reinen Edelsteingruben zur Roh-
stoffbasis für die sowjetische Berylliumindustrie werden
sollen. (* DO)

BH 154.3

13. Juni 1943

Das Reich (Berlin)

Nr. 24

NEUES LEICHTMETALL

Starker Zuwachs der Berylliumproduktion

Beryllium, das jüngste Leichtmetall — sein spez. Gewicht beträgt 1,85 gegen 2,70 für Aluminium und 1,74 für Magnesium — hat durch den Krieg wesentlich an Bedeutung gewonnen. Besonders der Flugzeugbau und die Elektrizitätsindustrie zeigen einen ständig wachsenden Bedarf. Beryllium wird zumeist in der Form von Legierungen verwandt, von denen die bekanntesten das Berylliumkupfer und das Berylliumnickel sind. Die mit Beryllium vergüteten Metalle werden zur Herstellung von verschleißfesten Federn und Metallteilen, nichtfunkenden Werkzeugen usw. verwandt. Dabei braucht nur ein sehr geringer Prozentsatz Beryllium zugesetzt zu werden, um der Legierung ungeahnte Eigenschaften zu geben. Beispielsweise macht ein Zusatz von 2 Proz. Beryllium Kupfer so hart wie Stahl, Berylliumnickel mit 2 Proz. Beryllium hat eine Zugfestigkeit von 183 kg je Quadratmillimeter, Baustahl dagegen nur von 42 und nichtrostender Stahl von 63. Federn aus Berylliumkupfer oder Berylliumnickel haben bei härtester Beanspruchung eine praktisch unbegrenzte Lebensdauer. Deswegen werden die Ventillfedern bei Flugzeugmotoren und Automotoren aus diesem neuen Werkstoff hergestellt. Es ist also nicht verwunderlich, daß im Krieg die Nachfrage nach einem so hochwertigen Rohstoff stark gewachsen ist.

Statistische Daten über die Gewinnung von Beryllium sind vorläufig noch sehr spärlich. Als Hersteller von Berylliumlegierungen kamen vor dem Krieg im wesentlichen nur Deutschland und die Vereinigten Staaten in Frage. Aber auch Italien und Japan, sowie eine Reihe anderer europäischer Länder haben sich mit dem Problem der Berylliumgewinnung und -verwertung beschäftigt. Deutschland hat die Pionierarbeit auf dem Gebiet der Berylliumherstellung und -verwendung geleistet, und die deutschen Patente haben jahrelang die Welt beherrscht. Erst durch Lizenzverträge kamen die deutschen Erfahrungen auch den Amerikanern, Engländern und anderen Erzeugern zugute.

Am bekanntesten dürfte Beryll in der Form von Edelsteinen, wie Smaragd und Aquamarin sein. Das Mineral Beryll ist aber viel weiter verbreitet. Etwa 34 Mineralien enthalten wechselnde Gehalte an Beryllium. Die wichtigsten Erzeugungsgebiete sind Britisch-Indien, die Vereinigten Staaten, Ibero-Amerika und Südafrika. Aber auch in europäischen Ländern werden berylliumhaltige Mineralien gewonnen, so in Portugal und Spanien. Die Südafrikanische

Union wird als der wichtigste Erzeuger der Zukunft genannt. In den Smaragdminen von Murchison im nördlichen Transvaal sind große Mengen Beryll enthalten, die sich für das Schleifen von Edelsteinen nicht eignen. In den USA. wird Beryll in den Schwarzen Bergen Süddakotas gewonnen. Die Vereinigten Staaten führten im Jahre 1937 173,3 t Beryll ein, und zwar 143,3 t aus Argentinien und 30 t aus Britisch-Indien. Man schätzte vor dem Krieg, daß aus den Beryllvorkommen der Welt mehr als 10000 t im Jahr gewonnen werden könnten.

Neuere Ziffern aus Brasilien zeigen, daß die Gewinnung von Beryll während des Krieges auch dort beträchtliche Fortschritte gemacht haben muß. Brasilien, das im Jahre 1938 erst 202,6 t nach Italien, dem damals einzigen Absatzmarkt ausführte, erreichte im Jahre 1939 eine Ausfuhr von 275,88 t, wovon 204,56 t nach Italien, 68 t nach den Vereinigten Staaten und der Rest nach Deutschland ging. 1940 führte Brasilien schon 342,01 t nach den Vereinigten Staaten aus und in den ersten acht Monaten 1941 stellte sich die Ausfuhr auf nicht weniger als 1702,5 t, wovon 1301,4 t nach USA. gingen. Seit 1938 hat sich damit die brasilianische Beryllausfuhr mehr als verzehnfacht. Wenn die Erzeugung in den anderen Ländern, wie den Vereinigten Staaten, Britisch-Indien, Südafrika, Argentinien usw. in gleichem Maße gewachsen ist, so kann man annehmen, daß die Welterzeugung, die für 1938 auf etwa 500 t geschätzt wurde, jetzt mindestens zwischen 5000 und 7500 t liegen wird.

Beryll ist durchaus nicht selten. Verschiedentlich wird die auf der Erde verfügbare Menge etwa 10mal so groß angegeben, als die bekannten Zinnvorkommen. Man kann es aber wegen seiner schwierigen Gewinnung und seiner besonderen Eigenschaften, sowie der vorläufig noch beschränkten Menge, die zur Verfügung steht, unter die seltenen Metalle rechnen. Der Berylliumpreis ist immer noch verhältnismäßig hoch, wenn man ihn mit den Preisen der anderen Metalle vergleicht. Er wurde für 1938 mit 23 Dollar je lb. für das reine Metall oder legiert angegeben. Er dürfte inzwischen zwar gesenkt worden sein, beträgt aber wahrscheinlich immer noch ein Vielfaches des Zinnpreises beispielsweise, der bei 52 Cents je lb. liegt.

In Deutschland wird Beryllium in erster Linie von der Siemens & Halske AG. und der Heraeus-Vacuumschmelze AG. hergestellt, die auch im Besitze der entscheidenden Erzeugerpatente sind.

H. B.

LA DOCUMENTATION
HEBDOMADAIRE

24 -

Un nouveau métal léger

Progression marquée de la production de béryllium

Le béryllium, le plus récent des métaux légers — son poids spécifique est de 1,85, celui de l'aluminium étant de 2,70 et celui du magnésium de 1,71 — a considérablement gagné en importance depuis la guerre. La construction aéronautique et l'industrie électrique l'absorbent en quantités régulièrement croissantes. Il est utilisé le plus souvent sous forme d'alliages, les plus connus étant le cuivre-béryllium et le nickel-béryllium. Les alliages obtenus avec le béryllium servent à la fabrication de ressorts et de pièces métalliques inusables, d'outillage ne produisant pas d'étincelles, etc. L'incorporation d'un très faible pourcentage de béryllium suffit à doter l'alliage de qualités insoupçonnées. Ainsi, 2 % de béryllium rendent le cuivre aussi dur que l'acier. Le nickel-béryllium possède une résistance à la traction de 183 kg. au mm², alors que celle de l'acier de construction n'est que de 42 kg. et celle de l'acier au nickel-chrome de 63. Les ressorts de cuivre-béryllium et de nickel-béryllium durent indéfiniment, en dépit des efforts les plus violents. Aussi, les ressorts de soupape dans les moteurs d'avion et d'automobile sont-ils fabriqués avec ces matériaux nouveaux. Il ne convient donc pas de s'étonner de l'accroissement notable de la demande pour ce métal de haute qualité.

Les données statistiques relatives à la production du béryllium sont, pour le moment, encore très incomplètes. Avant la guerre, les seuls pays producteurs de quelque importance, pour les alliages au béryllium, étaient l'Allemagne et les Etats-Unis. Mais l'Italie et le Japon, ainsi qu'une série d'Etats européens, s'étaient préoccupés du problème de l'obtention et de la transformation du béryllium. C'est l'Allemagne qui a joué le rôle de précurseur pour l'obtention et l'utilisation du métal nouveau, et les brevets allemands ont dominé le marché des années durant. Ce n'est que par l'achat de licences que les Américains, les Anglais et les autres producteurs intéressés purent mettre à profit les expériences allemandes.

Le béryl est surtout connu sous forme de pierres précieuses, telles que l'émeraude et l'aigue marine, mais il est en réalité bien plus répandu. Environ 34 minéraux contiennent du béryllium en quantité variable. Les principales régions d'extraction sont les Indes britanniques, les Etats-Unis, l'Amérique latine et l'Afrique du Sud. Mais on trouve des minéraux contenant du béryllium même en Europe, notamment en Espagne et au Portugal.

L'Union sud-africaine est désignée comme le principal producteur de l'avenir. Dans les mines d'émeraude de Murchison, dans le Transvaal septentrional, se trouvent des quantités considérables de béryl qui ne conviennent pas pour la taille de pierres précieuses. Aux Etats-Unis, l'on extrait du minéral de béryl des montagnes noires du Dakota méridional. En 1937, les Etats-Unis ont importé 173,3 tonnes de béryl, se répartissant en 143,3 tonnes en provenance d'Argentine, et 30 tonnes en provenance des Indes britanniques. On estimait avant la guerre que les gisements du monde entier devaient permettre une production annuelle de plus de 10.000 tonnes.

Les chiffres récents d'origine brésilienne montrent que l'extraction y a considérablement progressé pendant le conflit. Le Brésil, qui en 1938 n'exportait que 202,6 tonnes, à destination de l'Italie, son unique débouché à l'époque, atteignait dès 1939 à l'exportation 275,88 tonnes, dont 204,56 vers l'Italie, 68 tonnes vers les Etats-Unis et le reste vers l'Allemagne. En 1940, le Brésil exportait aux Etats-Unis 342,01 tonnes, et durant les huit premiers mois de 1941 les quantités exportées s'élevaient à un total de 1.702,5 tonnes, dont 1.301,4 tonnes destinées aux Etats-Unis. De la sorte, depuis 1938, la production du Brésil a plus que décuplé. Si celle des autres pays, Etats-Unis, Indes britanniques, Afrique du Sud, Argentine, s'est accrue dans les mêmes proportions, on peut admettre que la production mondiale, évaluée pour 1938 à environ 500 tonnes, doit varier maintenant entre 5.000 et 7.500 tonnes.

Le minéral de béryl est loin d'être rare. En diverses circonstances, la quantité disponible sur l'ensemble du globe terrestre a été estimée à 10 fois le total des gisements d'étain connus. Mais on peut encore le ranger parmi les métaux rares, en raison des difficultés de son extraction et de ses caractéristiques spéciales, ainsi que du stock disponible encore très restreint. Le prix du béryllium est encore relativement élevé, en comparaison des cours des autres métaux. En 1938, il était de 23 dollars par livre pour le métal pur ou en alliage. Depuis, il a dû baisser, mais doit vraisemblablement dépasser encore plusieurs fois celui de l'étain, par exemple, qui tourne autour de 52 cents la livre.

En Allemagne, le béryllium est produit surtout par Siemens et Halske AG et par la Heraeus-Vacuumschmelze AG, qui détiennent les principaux brevets de fabrication. — G. D.

Nachrichten für Außenhandel (Berlin)

Nr. 238 -

Die Beryllgewinnung der Welt

Ein Gutachten der „National Academy of Science“

○ Stockholm — Der Ausschuß für Metallurgie in der National Academy of Science hat kürzlich an das War Production Board ein umfassendes Gutachten über die Versorgung mit Beryll geliefert. An Beryll besteht in den USA offenbar eine starke Knappheit. Für 1943 hat das Rüstungsprogramm einen Bedarf von 6000 t Beryll berechnet. Hierbei handelt es sich bereits um eine sorgfältige Anpassung des Bedarfs an die nur unter günstigsten Voraussetzungen denkbaren Bezugsmöglichkeiten. Wäre Beryll reichlicher vorhanden, so würde für die Kriegsproduktion im laufenden Jahre voraussichtlich wesentlich mehr benötigt werden.

Beryll wird vor allem als Bestandteil einer Beryll-Kupfer-Legierung benötigt, die nach Hitzebehandlung besonders für elektrische Kontakte, kleine Fäden usw. verwandt wird. Bei der Herstellung dieser Legierung wird zunächst eine Meisterlegierung mit einem Beryllgehalt von 4 bis 4,5 % erzeugt. Die schließliche Legierung wird jedoch nur einen Beryllgehalt von 0,3 bis 2,5 % besitzen. Es verläutet, daß Legierungen, die weniger als 2 % Beryll aufweisen, voraussichtlich auf vielen Gebieten durchaus genügen. Vielfach konnten neuerdings Beryll-Kupfer-Legierungen sogar durch neues kaltgezogenes Messing- und Bronzematerial ohne Beryllgehalt ersetzt werden, besonders bei der Herstellung von feinempfindlichen Federn. Die Vorteile der Beryll-Kupfer-Legierung liegen in ihrem hohen Widerstand gegen Ermüdung, in ihrer Härte und ihrer Elastizität. Hohe Zugstärke und elektrische Leitfähigkeit verbinden sich mit starker Rostwiderständigkeit. Die Kriegswichtigkeit der Legierung ist offensichtlich.

Gegenwärtig beträgt die Produktion von Beryll-Kupfer-Meisterlegierung, also von 4 bis 4,5 % Beryll, in den USA etwa 3 Mill. lbs. jährlich. Die Nachfrage soll aber diese Produktion um mindestens 40 % überschreiten. Gegenwärtig sind mehrere neue Fabriken in den USA im Bau, die eine beträchtliche Steigerung der Jahresleistung ermöglichen sollen. Man spricht von einer schließlichen Jahresproduktion in den USA von 10 Mill. lbs.

Beryll wird neuerdings auch bei der Herstellung von Aluminium-Beryll-Legierungen verwandt. Die Thermalleitfähigkeit dieser Legierung liegt weit über der sonstiger Aluminiumlegierungen, ohne daß das Metall sich dabei stark ausdehnt. Gewisse Fortschritte konnten bei der Herstellung von Blöcken mit einem 35proz. Beryllgehalt erzielt werden. Hieraus ließen sich Spezialteile von kleinen Instrumenten herstellen, allerdings zu außerordentlich hohen Kosten. Es ist nicht damit zu rechnen, daß Aluminium-Beryll-Legierungen im amerikanischen Flugzeug- und Motorenbau der nahen Zukunft stärker vordringen.

Auch Nickel-Beryll-Legierungen sollen gute Qualitäten aufweisen, die allerdings bei wesentlich niedrigeren Kosten auch in anderen Nickellegierungen, ohne Beryllgehalt, vorhanden sind.

Schließlich findet Beryll in der Form von Beryll-oxyd als Schmelzofenmaterial Verwendung. Der Schmelzpunkt liegt bei 4658° F. Es ist in dieser Eigenschaft besonders wichtig als fluoreszierendes Material bei fluoreszierenden Lampen. 1 lb Beryll-oxyd genügt

für mehr als 4000 fluoreszierende Lampen. Beryll wird ferner für die vakuumdichten Fenster von Röntgenröhren benutzt.

Ueber die Weltproduktion von Beryll und die Versorgung der Verein. Staaten mit Beryll hat das Gutachten die nachstehenden Daten veröffentlicht (in net t):

Die Weltproduktion von Beryll								
	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1. Halbjahr 1941	1942
Argentinien . . .	208	331	237	830	329	573	2000	1030
Australien . . .		4		223	7	2	1814	403*)
Brasilien . . .		20	20	10	177			25
Canada . . .		98	27	17	9			224
Britisch-Indien . .	139	11	2	2				
Madagaskar . . .	11	11						
Portugal . . .	2	2	24					23
Südafrika . . .	88	5						75
Verein. Staaten . .			75	25	94	121		
Insgesamt	448	471	435	1107	920	2318	4014	1780

*) Nur Bezüge aus USA. — Beryll dürfte auch vorkommen in Frankreich, Italien, Rumänien, Skandinavien und der UdSSR.

Die Versorgung von USA mit Beryll						
Einfuhren aus:	1937	1938	1939	1940	1941	1942*)
Argentinien . . .	153		78	384	422	861
Brasilien . . .				75	377	1805
Indien . . .	30					500
Afrika . . .			58			50
Canada . . .			10			50
Eigenproduktion (geschätzt) . . .	75	25	95	125	150	200
Insgesamt	258	171	554	930	2816	5000

*) Schätzung des Höchstbetrages der möglichen Versorgung. Die tatsächliche Einfuhr betrug in den ersten 5 Monaten 1942 1132 t, während eine Schiffsraumquote von 6200 t für das Ganzjahr zur Verfügung stand.

Tonnageschwierigkeiten dürften die tatsächliche Versorgung des Jahres 1942 also wesentlich gegenüber den Daten der Tabelle gedrückt haben.

Die Vorräte amerikanischer Gesellschaften an Beryll belaufen sich auf etwa 2500 t. Das WPB hat außerdem einen amtlichen Vorrat in Höhe von 3000 t genehmigt, jedoch konnte dieser bislang noch nicht gebildet werden, abgesehen von nur kleinen Andienungen. Das Gutachten selbst empfiehlt die Ansammlung eines Vorrats von 10 000 t durch die Metals Reserve Co., Tochterfirma der RFC.

Wichtigster Lieferant der Verein. Staaten mit Beryll war bislang Brasilien. Wegen der tropischen Regen kann jedoch das Erz nur in den Monaten von Mai bis Dezember versandt werden. Die brasilianischen Vorkommen liegen im Südosten, aber im Landesinnern. Argentinien besitzt nur vereinzelte Vorkommen, jedoch rechnet man mit geringen Lieferungen. Hei-mische Vorkommen bestehen in Californien, Colorado, Idaho, Nevada, New Mexico, South Dakota, Utah und in den Neuengland-Staaten. Die Vorkommen sind jedoch alle wenig ergiebig. In der Regel handelt es sich hierbei um das Nebenprodukt von Glimmer, Lithium und Feldspat. Allerdings hat das US Bureau of Mines erfolgversprechende Konzentrationsversuche durch Flotierungsverfahren unternommen, die eingesetzt werden könnten, sobald reichlichere Erzvorkommen ermittelt werden sollten.

Lagerstätten-Chronik (Berlin)

Nr. 11 - -

Die Weltförderung von Beryll (als Rohstoff für die Gewinnung von Beryllium, das hauptsächlich zur Kupfervergütung und ähnlichen Zwecken dient) hat sich in der Zeit von 1935 bis 1940 fast versechsfacht und seit-her weiter vermehrt. Sie betrug (in Tonnen):

	1935	1936	1937	1938	1939	1940
Argentinien	208	331	287	830	329	573
Australien	—	—	—	—	7	2
Brasilien	—	4	—	223	304	1622
Canada	—	20	20	10	177	—
Britisch-Indien	139	98	27	17	9	—
Madagaskar	11	11	2	2	—	—
Portugal	2	2	24	—	—	—
Südafrika	88	5	—	—	—	—
Vereinigte Staaten	—	—	75	25	94	121
Insgesamt:	448	471	435	1107	920	2318

Hauptverbraucher waren die USAmerika, in deren neuester Einfuhrstatistik sich gleichzeitig die wichtigsten Fördergebiete in Gestalt einiger südamerikanischer Staaten ausweisen.

Die Versorgung von USA. mit Beryllierz (in Tonnen).

	1937	1938	1939	1940	1941	1942
Einfuhren aus:						
Argentinien	153	78	384	422	861	1700
Brasilien	—	—	75	377	1805	2500
Indien	30	58	—	—	—	500
Afrika	—	10	—	—	—	50
Canada	—	—	—	—	—	50
Eigenproduktion (geschätzt)	75	25	95	125	150	200
Insgesamt:	258	171	554	930	2816	5000

(Nach einem Gutachten der Amer. Akad. d. Wiss.; vgl.: „Nachr. f. Außenhandel“ vom 13. 10. 43.)

Bulletin of the Imperial Institute (London)

Nicht A. F.

Nr. 4 . . .

Imperial Institute Publications on Mineral Resources.—A new volume in this series, *Beryllium (Glucinum) and Beryl*, has recently been issued by H.M. Stationery Office (26 pp., price 6d.).

The demand for new metals and alloys of very light weight, but strong and resistant to corrosion, for use in the rapidly expanding aircraft and automobile industries has caused much interest to be taken in beryllium. It is a metal much lighter than aluminium, with high melting point, high modulus of elasticity and considerable tensile strength. It forms an interesting series of alloys with aluminium, copper, iron and nickel, and imparts valuable properties to certain steels.

The monograph describes briefly the methods of preparing the metal, which are complex and expensive, the alloys which have been prepared and studied, and gives the latest information regarding production and prices. It also describes the known deposits of beryl, which is the only ore of the metal, special consideration being given to those within the Empire, concluding with a bibliography.

At present the only producers of metallic beryllium and alloys are in Germany and the United States, but the British Empire is in a strong position in regard to this metal if only adequate financial resources can be found to follow up the work of its own scientific investigators and mineral explorers, who have already provided much of the basic knowledge required.

Bibl. ori.

Deutsche Bergwerks-Zeitung (Düsseldorf)

Nr. 170.

Eine Beryllium-Neugründung. Köln, 22. Juli. (Drahtb.) Unter Führung schweizerischer Bankkreise und Beteiligung einer Kölner Gruppe ist in St. Moritz die Beryllium Holding A.-G. mit einem Kapital von 1 Mill. Schw. Fr. gegründet worden. Die neue Gesellschaft soll, wie wir hören, die erst kürzlich gegründete Beryllium Compagnie A.-G., Graz, die mit einem Kapital von 800 000 Schilling arbeitet, übernehmen. Die schweizerische Gesellschaft soll auch den Verkauf der Produkte der Grazer Gesellschaft übernehmen.

Beryllium III

Deutsche Allgemeine Zeitung (Berlin)

Nr. 231

**Beryllium als Aluminium-
legierung.**

Wiederholt haben wir darauf hingewiesen, welche Rolle die Leichtmetalle und ihre Legierungen für Deutschlands Wirtschaftsleben bedeuten. Neben den Alkalimetallen wie Lithium, Kalium und Natrium und neben dem zweifellos wichtigsten Aluminium sind es vor allem die Erdbalkenmetalle, Kalzium, Strontium, Barium, Magnesium und Beryllium, die in den Legierungen der Leichtmetalle eine große Rolle spielen.

In der Allgemeinheit sehr wenig bekannt ist Beryllium. Es trägt seinen Namen nach dem Edelstein Beryll, der ein Beryllium-Aluminium-Silikat ist. Dem Aluminium ähnlich ist es ein silberweißes, ziemlich hartes, verhältnismäßig beständiges Metall. Seine legierenden Eigenschaften kommen denen des Siliziums nahe. Es ist infolge seiner großen Seltenheit sehr teuer; aus diesem Grunde tritt es, obgleich als gutes Legierungsmetall bekannt, wirtschaftlich wenig in Erscheinung. Die Kupferlegierungen mit 5-10 % Beryllium sind an der Luft nicht oxydierend, kalt hammerbar und leicht zu bearbeiten. Die Färbung wird bereits durch ¼ % Beryllium beeinflusst, die Legierung mit 1,3 % hat schon Goldfarbe, mit 10 % ist sie nur noch schwach gelblich gefärbt. Die Legierungen mit Aluminium, die zwischen 1 und 99 % Beryllium enthalten können, sind gegen Feuchtigkeit widerstandsfähig, festen Aluminium in geringen Zusätzen stärker als Magnesium und erniedrigen das spezifische Gewicht noch um 5-30 %. Die Legierung ist daher für Luftfahrtzeuge außerordentlich geeignet.

Die Gewinnung kompakten Berylliums.

Professor Dr. Alfred Stock, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie in Berlin, berichtete auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker, Anfang September ds. Js., in Nürnberg über die Darstellung reinen kompakten Berylliums, die ihm gemeinsam mit den Herren Prof. Dr. Hans Goldschmidt, Dr. P. Praetorius und Dr. O. Prieß zum ersten Male gelungen ist.

Das bisher noch wenig erforschte Leichtmetall, das sich durch seine große Durchlässigkeit für Röntgen- und ähnliche Strahlen auszeichnet, wird durch Elektrolyse einer aus Natrium-Baryum-Beryllium-Fluoriden bestehenden Schmelze bei 1350°, oberhalb des Schmelzpunktes des Berylliums (1280°), gewonnen. Die Anode bildet der zur Aufnahme der Schmelze dienende Graphittiegel; das Beryllium scheidet sich an einer mit fließendem Wasser gekühlten Eisenkathode in geschmolzenem Zustande ab. Die Elektrolyse verläuft trotz der ungewöhnlich hohen Temperatur überraschend glatt, ohne jede Lichtbogenbildung oder Metallverstäubung. Die Stromausbeute beträgt anfangs 80% und senkt sich bei längerer Elektrolysendauer bis gegen 60% der Theorie. Sind die Ausgangsmaterialien frei von Beimengungen, so erhält man ein Beryllium von höchster Reinheit, wie sich nach dem genauesten Analysenverfahren, nämlich durch Messen der von dem Metall mit Säure entwickelten Wasserstoffmenge, ergab.

Somit ist das bisher in kompakter Form nur schwierig zu erhaltende Beryllium jetzt verhältnismäßig leicht in größerer Menge darzustellen. Dieser Aufgabe und dem Studium des Berylliums und seiner Legierungen widmet sich eine »Beryllium-Studiengesellschaft«, deren geschäftliche Leitung bei der Siemens & Halske A. G., Berlin-Siemensstadt, liegt. Von dieser werden Berylliumproben für chemische und physikalische Forschungszwecke abgegeben. Das Darstellungsverfahren ist im deutschen Reiche und in anderen Ländern durch Patente geschützt.

Deutsche Bergwerks-Zeitung (Essen)

Nr.

72

Leichter als Aluminium.

Langjährige Versuche mit Beryllium, dem zinkweißen, hammerbaren Metall, das ein Drittel leichter als Aluminium ist, haben ergeben, daß man dieses Metall durch Legieren mit anderen leichten Metallen vorteilhaft wirtschaftlich ausnutzen könne. So ergibt z. B. eine Legierung mit Kupfer eine Bronze von außerordentlicher Härte. Allerdings ist die Einführung des Berylliums in die Praxis noch von den hohen Kosten des Metalls abhängig. (1 kg Beryll kostete immerhin noch 1600 M), doch hofft man, durch Erzeugung größerer Mengen diesen Preis wesentlich herabdrücken zu können.

V. D. I. Nachrichten
Mitteilungen des Vereines Deutscher Ingenieure (Berlin)

Nr 35 ..

Beryllium.

Die im Jahre 1925 unter Führung der Siemens & Halske A.-G. gegründete Studiengesellschaft zur Durchbildung der Gewinnungsverfahren für Beryllium und zum Studium der Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten dieses Leichtmetalls hat vor einigen Monaten, nachdem ihre Arbeiten soweit zum Abschluß gekommen sind, daß an eine Anwendung der bisher entwickelten Verfahren in der Praxis herangegangen werden kann, die weitere Berylliumherstellung der Siemens & Halske A.-G. allein übertragen. Die inzwischen begonnenen umfangreichen Arbeiten werden von dieser Firma in Vertragsgemeinschaft mit den Erfindern des grundlegenden Verfahrens, Prof. Stock und den Goldschmidtschen Erben, durchgeführt mit dem Ziel, Beryllium und Berylliumlegierungen in jedem Umfang zu annehmbaren Preisen herzustellen.

The Manchester Guardian Commercial

Nr. 439

A METAL WITH A FUTURE.

The importance of light metals to industry is increasing. In recent years various processes have been elaborated for the production of beryllium in large quantities. As a result of investigations, says "Technische Rundschau," it is now possible to produce beryllium with a degree of purity of 99.5 per cent. This metal has about the same specific gravity as magnesium, and is extremely hard. Its elongation and behaviour under changes of temperature are about the same as that of iron. In this respect beryllium differs greatly from the other light metals. It can be brilliantly polished, and is impervious to atmospheric action. Its melting-point ranges round that of steel—namely, 1,285deg. C. Heating up to 600deg. C. does not influence the metal to any great extent. Beryllium in certain quantities acts as a hardening medium and increases resistance to corrosion. When added to iron it increases its hardness considerably. New applications of the metal continue to be discovered, and the time is not far distant when, in addition to aluminium and magnesium, beryllium also will play an important part in the light metal markets.

Beryllium, ein aussichtsreicher Werkstoff.

Bis vor kurzem war Beryllium ein schwer zugängliches Metall. Erst durch das Verfahren von Goldschmidt, Stock und ihren Mitarbeitern, die Elektrolyse eines Beryllium-Barium-Fluorid-Gemisches mit wassergekühlter Eisenkathode bei über 1300 Grad, trat eine Änderung ein. Die Elektrolyse liefert jetzt Berylliumstücke von über 1 Kilogramm Gewicht und von großer Reinheit. Auch in den Vereinigten Staaten nahm man sich neuerdings des Metalles an. Wie es scheint, elektrolysiert man dort Natrium-Beryllium-Chlorid bei etwa 700 Grad und schmilzt das in Flittern abgeschiedene Metall nachträglich zusammen. In wirtschaftlicher Hinsicht scheint kein großer Unterschied zwischen diesem Verfahren und dem von Stock, das von Siemens & Halske weiter entwickelt wurde, zu bestehen.

Der Berylliumpreis wird nach der bevorstehenden Fertigstellung einer Anlage bei Siemens & Halske, die eine Tonne Metall im Jahre liefern soll, etwa 1 Mark je Gramm betragen und bei steigendem Verbrauch und Verbilligung der Salzherstellung, die die Kosten in erster Linie bestimmt, weiter sinken. Da jetzt genug Beryllium für Versuche großen Maßstabs vorhanden ist, ließ sich seine praktische Anwendbarkeit in den verschiedensten Richtungen prüfen, wie Prof. Dr. Stock, Karlsruhe, auf der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Che-

miker ausführte. Das reine Metall eignet sich wegen seiner großen Durchlässigkeit für kurzwellige Strahlungen — sie ist 17mal besser als wie bei Aluminium — zur Anwendung in Röntgenröhren und dergleichen. Härte und Preis erschweren die allgemeinere Verwendung als Werkstoff. In Amerika setzt man Hoffnungen auf die leichten Legierungen von Beryllium mit Aluminium. In Deutschland schenkte man seine Aufmerksamkeit hauptsächlich den Legierungen mit Schwermetallen, bei denen überraschende Vergütungsmöglichkeiten auftreten. Berylliumbronzen aus Kupfer mit einigen Hundertsteln Beryllium besitzen hohe elektrische Leitfähigkeit und chemische Widerstandsfähigkeit, lassen sich in der Kälte leicht bearbeiten und durch nachträgliches Erwärmen auf Stahlhärte bringen. Sie bilden einen ausgezeichneten Werkstoff für chemisch und mechanisch stark beanspruchte Konstruktionsteile. Zusätze von 0,01 bis 0,02 Prozent Beryllium sind beim Guß von „Leitfähigkeitskupfer“ als Desoxydationsmittel dem bisher meist benutzten Phosphor in verschiedener Hinsicht überlegen. Eine technische Zukunft ist auch für gewisse berylliumhaltige Eisenlegierungen zu erwarten. An den Vortrag schloß sich die Vorführung eines von Siemens & Halske hergestellten Berylliumfilms.

Frankfurter Zeitung (Frankfurt a. Main)

Nr. 8 9 7

Berylliumfunde. In der Nähe von Graz wurde ein Bergbau aufgeschlossen, bei dem es sich nach dem „N. Wien. Tgbl.“ um die Förderung von Beryllium handelt, das beinahe halb so leicht wie Aluminium ist und dabei die Eigenschaft besitzt, alle anderen Metalle wie Kupfer, Aluminium, Stahl und Eisen bei ganz geringem Zusatzquantum so zu härten, daß die damit legierten Stähle alle anderen bisher erzeugten Stahlsorten an Härte weit übertreffen. Bei Aufschließung fand man auch Edelsteine, die man seit vielen Jahrhunderten nicht mehr entdeckte, z. B. Edelberyll (Smaragde) und Aquamarine.

Deutsche Bergwerks-Zeitung (Essen)

Nr. 289.

Ausbeutung von österreichischen Beryllium-Lagern durch die General Electric? Die General Electric wird sich, wie aus Gratz gemeldet wird, mit 50% an der Ausbeutung eines bei Köflach festgestellten Beryllium-Lagers beteiligen und dafür eine Million Dollar aufwenden. Die Ergiebigkeit des Köflacher Lagers soll so groß sein, daß die General Electric ihr Berylliumwerk in Dakota aufzulassen beabsichtigt, und daß es möglich sein soll, den gesamten Weltbedarf an Beryllium zu decken. (Beryllium wird zu Leichtmetalllegierungen benötigt.)

Deutsche Allgemeine Zeitung (Berlin)

Nr. 576

Beryllfunde in Steiermark

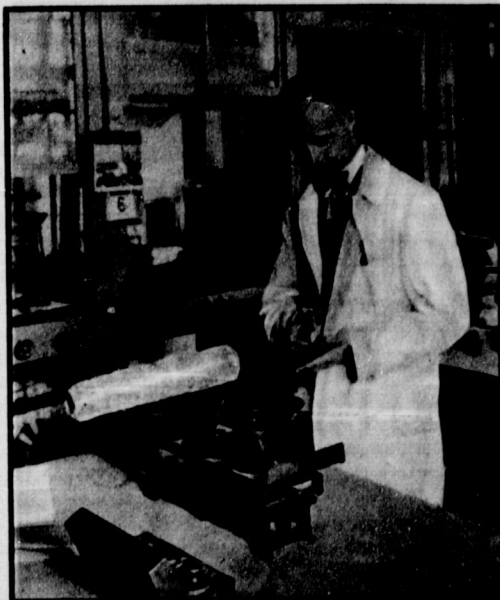
kgb. Wien, 11. 12. (Eigenbericht)

Bei Köflach in der Nähe von Graz (Steiermark) ist durch Professor Dr. Torngquist ein ~~Beryllvorkommen~~ ~~(Lousde-Bitter)~~ entdeckt worden. Es werden mit inländischen Interessenten Verhandlungen wegen Errichtung einer Hüttenanlage zur Gewinnung von Beryllium aus Beryll geführt. Die General Electric will sich an der Ausbeutung dieses Vorkommens beteiligen. Möglicherweise soll die in Dakota (Amerika) bestehende Beryllium-Hütte aufgelassen werden, wenn das in Köflach vorgefundene Beryllvorkommen auch für den amerikanischen Bedarf genügt. Beryllium, ein Metall, das im Beryll gefunden wird, hat als Legierungszusatz zu Aluminium oder Stahl und für die Veredelung in der Metallurgie große Bedeutung.

Das Wundermetall – Beryllium

Seit zwei Jahren wird das neue Metall, das Beryllium, im technischen Verfahren gewonnen. Es wurde zum erstenmal vor etwa hundert Jahren von Wöhler rein dargestellt. Das Metall zeichnet sich besonders durch ein sehr geringes spezifisches Gewicht (1,84) aus und ist demnach noch um ein Drittel leichter als das Aluminium, das das spezifische Gewicht 2,7 hat. Der Schmelzpunkt des Berylliums liegt bei 1280 Grad, die Härte ist größer als die des Glases.

Das Beryllium unterliegt nur geringen Abnutzungen. Das sind alles Vorteile, die ihm eine bedeutende Anwendung in der Technik ermöglichen sollten. Allerdings ist das Berylliummetall sehr spröde, so daß seine Bearbeitung auf Schwierigkeiten stößt. Immerhin kann man es aber bei Rotglut zu dünnen Blättchen von etwa 20 mm Durchmesser und 1 bis 2 mm Stärke pressen. Derartige Blättchen werden z. B. mit Erfolg als Fenster in strahlengeschützten Röntgenröhren verwendet. Es läßt wegen seines niedrigen Atomgewichtes Röntgenstrahlen siebzehnmal besser hindurch als Aluminium, das man früher für derartige Fenster verwendete. Das ge-



Beryllium ist noch um ein Drittel leichter als Aluminium. Ein zylindrischer Block von 40 cm Länge und 8 cm Durchmesser wiegt etwa 4 kg. Ein ähnlicher Block aus Eisen würde etwa das 5fache wiegen.

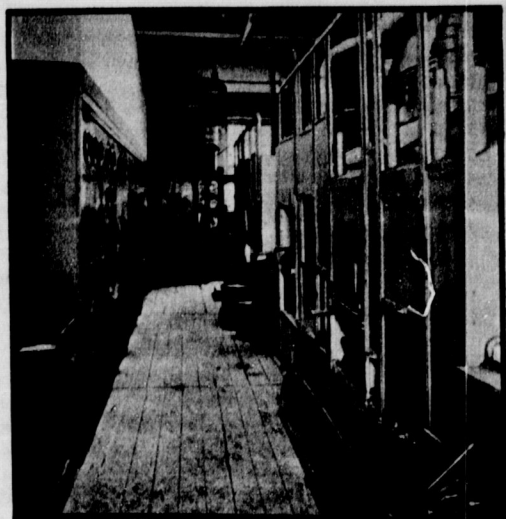
und doch wird Aluminium heute im weitesten Maße benutzt.

Zur Zeit wird das Beryllium fast ausschließlich in Legierungen verwendet. Wegen seiner großen Affinität zum Sauerstoff ist das Beryllium ein radikal wirkendes Reduktionsmittel. So tritt es beim Kupferguß an Stelle des Phosphors. Der mit Beryllium reduzierte Kupferguß ist gießtechnisch genau so gut wie der mit Phosphor reduzierte, aber dafür weist er eine höhere Dichte und vor allem eine weit größere elektrische Leitfähigkeit auf. Das bedeutet, daß man die gegossenen Teile elektrischer Anlagen um etwa 25 % geringer dimensionieren und so eine erhebliche Materialersparnis und Gewichtsverminderung erzielen kann.

Besonders wichtig sind die Legierungen von Beryllium mit Kupfer, Kobalt und Nickel. Dabei beträgt der Berylliumgehalt immer höchstens bis zu 3 %. Da das Beryllium an sich noch sehr teuer ist, weil vorläufig die Verwendung noch nicht allgemein eingeführt ist, so macht also der hohe Preis im Grunde doch nicht allzuviel aus. Sehr wichtig ist, daß die Berylliumlegierungen thermisch vergütbar sind, daß sie sich also durch Abschrecken und Anlassen aus dem weichen in einen federharten, technisch hochwertigen Zustand überführen lassen. Am besten härten lassen sich Legierungen mit 2,4 bis 3,5 % Beryllium. Die Legierung wird auf etwa 800 Grad einige Zeit erhitzt und dann im Wasser abgeschreckt. Sie bleibt dabei in weichem Zustand und kann nach dem Abschrecken beispielsweise gewalzt

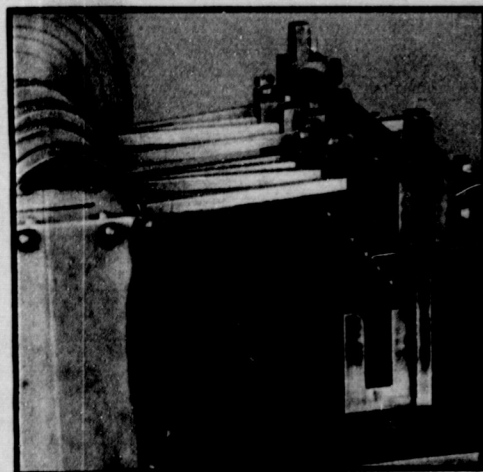
werden. Wird die Legierung dann auf 400 Grad angelassen, so steigt die Härte. Der erreichbare Härtegrad hängt von dem Berylliumgehalt, von der Vorbehandlung, von der Vergütungstemperatur und -dauer ab. Derartig gehärtete Legierungen unterscheiden sich ganz wesentlich und vorteilhaft von ähnlichen anderen Legierungen. Die gehärtete Legierung ist außerordentlich fest und übertrifft selbst ganz hart gewalzte Aluminiumbronze bei weitem und kommt in bezug auf die Festigkeit dem guten Federstahl gleich. Besonders vorteilhaft ist die geringe Ermüdung von Berylliumbronze bei erhöhter Elastizität. Das bedeutet, daß Federn jeder Art aus Berylliumbronze ganz überragende Eigenschaften aufweisen. Auch Korrosion macht sich bei der Berylliumbronze genau so wenig bemerkbar wie bei der Zinnbronze, aber dafür ist das Material viel widerstandsfähiger als Stahl.

Alle diese Eigenschaften verleihen der Berylliumbronze eine sehr vorteilhafte Anwendung in der Elektrotechnik, im Maschinenbau, besonders überall da, wo große Betriebssicherheit verlangt wird. So erscheint die Berylliumbronze



Beryllium wird aus Berylliumfluorid durch Elektrolyse im Schmelzfluß bei einer Temperatur von etwa 1400 Grad gewonnen. Das Verfahren verlangt besondere Ofenanlagen und einen erheblichen Aufwand an elektrischem Strom. Links sieht man die Schallanlage, rechts vier einzelne Ofen. Die bei der Elektrolyse entstehenden Gase werden durch ein besonderes Rohrsystem abgesaugt.

ringe spezifische Gewicht, die große Festigkeit versprechen dem Beryllium eine große Anwendung, vor allem überall da, wo es auf leichte, aber feste Materialien ankommt, also z. B. im Fahrzeugbau. Zur Zeit allerdings ist die Menge des hergestellten Berylliums noch relativ klein. Das war aber einmal beim Aluminium genau so,



Die Federprüfmaschine dient dazu, Federn aller Art im Dauerversuch zu prüfen. Eine Umdrehung der Achse entspricht einer vollen Schwingung der Feder. Man kann daher die Schwingungen der Feder und daraus ihre Ermüdbarkeit und Haltbarkeit genau feststellen.

unter anderem für die Herstellung von Federn bei Fahrzeugen jeder Art besonders vorteilhaft. Da das Beryllium in der technischen Herstellung noch ein jungfräuliches Material ist, so ist heute natürlich noch nicht abzusehen, für welche Zweige der Technik das Beryllium überhaupt anwendbar ist. Vorläufig kann gesagt werden, daß die Aussichten für weitestgehende Verwendung sehr groß sind.

Genau so, wie es anfangs erhebliche Schwierigkeiten bereitete, das Aluminium in großen Men-

wendert!

gen und billig zu gewinnen, liegen die Dinge auch beim Beryllium. Während man früher das Beryllium auf verschiedenen Wegen herzustellen versuchte, die aber eine Massenproduktion nicht in Aussicht stellten, wird seit dem Jahre 1921 nach Stock und Goldschmidt ein Verfahren angewendet, das zur Erzielung des Berylliums in größeren Stücken führte. Die beiden Wissenschaftler erkannten, daß eine elektrolytische Gewinnung des Berylliums möglich ist, wenn die Elektrolyse bei einer Temperatur des Elektrolyts durchgeführt wird, die oberhalb des Schmelzpunktes des Berylliums liegt. Beim Einsatz geeigneter Beryllium-Verbindungen sollte es möglich sein, diese Temperatur des Elektrolyts allein durch den Elektrolysestrom zu erzielen und aufrecht zu erhalten. Das Verfahren von Stock und Goldschmidt wurde von Siemens & Halske übernommen, weiter entwickelt und für den industriellen Gewinnungsprozeß durchgebildet. Seit 1928 wird die Gewinnung industriell bei der genannten Firma durchgeführt. Es können augenblicklich jährlich bis 1500 Kilogramm Beryllium hergestellt werden.



Beryllium wird vorzugsweise in Legierungen mit Schwermetallen benutzt. Diese Legierungen sind thermisch vergütbar und stellen einen Werkstoff von außerordentlicher Härte und Festigkeit dar. Federn aus einer Beryllium-Kupferlegierung mit 2,5 Prozent Beryllium haben auf der Prüfmaschine über 25 Millionen Schwingungen ausgehalten, ohne die geringste Ermüdung zu zeigen. Die geschmeidigen Beryllium-Kupfer-Legierungen mit ganz geringen Berylliumzusätzen liefern Lagerbuchsen, die sich kaum abnutzen und die Welle nicht angreifen.

Siemens & Halske verwenden als Ausgangsmaterial das Berylliumoxyfluorid. Dieses Material wird in einen Graphittiegel gefüllt, der in einen mit Kohlegries ausgefütterten Eisenbehälter eingelassen ist. Der Tiegel soll möglichst wenig verbrennen. Deshalb ist an seiner Oberfläche ein Kühlrahmen angebracht, der vom Kühlwasser ständig durchflossen wird. Zwischen Tiegel und Kühlrahmen liegt eine Isolierschicht. In den Elektrolyt wird ein hohler, von Kühlwasser durchflossener Stab aus Flußeisen mittels eines Halters eingetaucht. An den Stab wird der Minuspol, an den Tiegel der Pluspol einer elektrischen Spannungsquelle angelegt. Bei der Elektrolyse entstehen Sublimate und andere gasförmige Produkte, die mittels einer Absaugeinrichtung durch einen bleiernen Wäscher gesaugt werden, in dem sich die festen und wasserlöslichen Bestandteile der Gase absetzen.

Der Gewinnungsprozeß des Berylliums geht so vor sich, daß man den Tiegel mit Koksstückchen anfüllt, auf die man zunächst als Stromzuführung eine Graphitelektrode aufpreßt. Zunächst wird der Tiegel auf Rotglut erhitzt. Dann entfernt man den Koks fein säuberlich und füllt nunmehr den Tiegel mit einem Gemisch von Natriumfluorid und Berylliumoxyfluorid. Dieses Gemisch hat einen so niedrigen Schmelzpunkt, daß es bei der Rotgluttemperatur des Tiegels sofort flüssig wird. In den flüssigen Elektrolyt senkt man nunmehr die eigentliche Eisenstabelektrode. Dann wird der Strom durch das Gemisch geleitet. Dadurch wächst die Temperatur weiter an. Ist sie hinreichend groß, so wird ein neues Gemisch von Bariumfluorid und Berylliumoxyfluorid zugefügt. Das Natrium- bzw. Bariumfluorid leitet den elektrischen Strom. Ist nunmehr die Temperatur auf 1400 Grad gestiegen, so entfernt man den Eisenstab, an dem sich hauptsächlich Schlacken abgesetzt haben, und setzt einen neuen Stab ein, so, daß er mit dem unteren

Ende gerade die Oberfläche des Elektrolyts berührt. Dann setzt sich an dem Stab das Beryllium kristallinisch als fester Körper ab. Es vermehrt sich das Beryllium an dem Stab immer mehr. Ist hinreichend Beryllium ausgeschieden, so wird eine neue Elektrode eingesetzt. Während des Prozesses wird allmählich weiteres Berylliumoxyfluorid in den Tiegel getan. Die Ausbeute ist recht hoch und beträgt etwa 90% des als Fluorid zugeführten Berylliums. Das Beryllium besitzt an der Stabelektrode eine ganz glatte Oberfläche und ist im Innern metallisch und einschlußfrei. Etwaige Schlackeneinschlüsse liegen dicht unter der Oberfläche, also nicht im Inneren des Materials. Das so gewonnene Beryllium enthält nur 2%

Verunreinigungen (1 % Eisen und 1 % Schlacke). Um das Berylliumoxyfluorid zu gewinnen, wird zunächst das Rohberyllium aus der Erde gewonnen. Es kommt zur Zeit noch in wenig ergiebigen Lagern vor. Das so aus der Erde verhüttete Material ist Berylliumoxyd. Durch ein ziemlich verwickeltes Verfahren muß das Berylliumoxyd in das Berylliumoxyfluorid übergeführt werden. Dieses Verfahren ist noch sehr teuer. Daher auch der hohe Preis des Berylliums selbst. Ein Kilogramm technischen Berylliums kostet zur Zeit noch etwa 900 RM. Es ist aber anzunehmen, daß bei weiterer Verwendung des neuen hochwertigen Materials der Preis erheblich fallen wird.

Dr. F. Noack, Berlin-Schlachtensee

Beryllium,

ein Werkstoff, auf den wir gewartet haben

Die Technik steht immer wieder einmal an Grenzen, die zunächst unübersteigbar sind, weil es im Augenblick Material mit den dazu nötigen Eigenschaften überhaupt nicht oder nicht zu wirtschaftlich tragbaren Preisen gibt. Solche Grenzen — wir sprechen hier nur vom Fortschritt auf Teilgebieten, nicht vom Fortschritt im grossen — haben wir seit langen z. B. im Autobau vor uns, wo an Kolben, Federn, Lagern usw. wesentliche Verbesserungen möglich gewesen wären, wenn man nur ein Material mit gegenüber dem vorhandenen ein wenig veränderten Eigenschaften gehabt hätte. Jetzt sind unsere Hoffnungen erfüllt: in Beryllium und seinen Legierungen bietet sich ein Werkstoff, der viele der gewünschten Eigenschaften in sich vereinigt. Beryllium ist ein neues Leichtmetall, das erst seit einigen Jahren aus Rohberyll in einem technischen Verfahren gewonnen werden kann, das in seiner gegenwärtigen Form von Siemens & Halske entwickelt worden ist: in Berlin-Siemensstadt befindet sich die erste und bisher einzige Berylliumgewinnungsanlage in Europa.

Zahlreiche Legierungen der Schwermetalle, Kupfer, Nickel und Eisen, erfahren durch Berylliumzusatz ausserordentlich hohe Gütesteigerungen. Diese Berylliumlegierungen erhalten technische Eigenschaften, deren Gesamtheit sich bisher in keinem anderen Werkstoff findet; dabei übersteigen die Berylliumzusätze nicht wenige Prozent. Besonders wichtig ist die Legierung des Berylliums mit Kupfer, die man als Berylliumbronze bezeichnet. Sowohl gegossene, wie gewalzte Berylliumbronzen sind thermisch vergütbar; sie lassen sich durch einen Abschreck- und Anlassprozess aus dem ursprünglich weichen Zustand in einen sehr harten, technisch hochwertigen Zustand überführen. Besonders ausgeprägt ist die Eigenschaft der Vergütbarkeit bei Berylliumbronzen mit einem

Gehalt von 2,4 bis 3,5 Prozent Beryllium. Eine 2,5prozentige Berylliumbronze erreicht durch Vergüten eine Härte von 360 Brinell und eine Festigkeit von 125 bis 130 kg/mm²; sie übertrifft damit in der Härte bei weitem die üblichen Bronzen und kommt in der Festigkeit bestem Federstahl nahe. Berylliumbronzen behalten ihre hohe Härte in höherer Masse als andere Metalle in der Wärme bei. Andererseits besitzen sie eine hohe Wärmeleitfähigkeit. Sie verbinden die Wärmeleitfähigkeit der Leichtmetalle mit der Warmhärte von Grauguss. Die elektrische Leitfähigkeit ist etwa doppelt so gross wie die der Aluminium- und Phosphorbronzen. Berylliumbronzen weisen ausserdem eine verschwindend geringe Ermüdbarkeit bei hoher Elastizität auf. Sie sind daher das gegebene Material für hochbeanspruchte Federn, die man bisher aus anderen Spezialbronzen herstellte. Da sie mit hervorragenden Federeigenschaften hohe Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität verbinden, kommen Berylliumbronzen mit Vorrang in Betracht für Kontakt- und Schalterfedern in elektrischen Einrichtungen, sowie für Ventilefedern in Verbrennungsmotoren. Auch für Kolbenteile, die hohe Warmfestigkeit mit guter Wärmeleitfähigkeit verbinden müssen, verwendet man dieses Material. Stahl wird mit Vorteil durch Berylliumbronze dort ersetzt, wo die Gefahr der Korrosion oder der Magnetisierung besteht. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass Berylliumbronzen mit nur 0,9 bis 1,5 Prozent Beryllium vorzüglich als Lagermetalle dienen können. Lagerbuchsen aus diesem Material zeigten bei Dauerversuchen etwa nur ein Sechstel der Abnutzung, die bei Zinnbronze auftritt, ohne dass ein Angriff der Welle erfolgte. Die Legierungen des Berylliums mit Nickel zeichnen sich durch Beständigkeit gegen Seewasser aus.

Beryllium
17. März 1932

Kölnische Zeitung

Nr. 152

Der neue Baustoff Berylliumstahl

Seit vor einigen Jahrzehnten, vornehmlich durch die hohen Anforderungen der aufstrebenden Kraftfahrzeugindustrie, von den Edelfahlwerten die hochwertigen Nickel- und Chromnickelstähle entwickelt wurden, haben die Festigkeitseigenschaften dieser Stahlarten kaum eine Erhöhung mehr erfahren. Erst die neueste Zeit scheint mit dem Leichtmetall Beryllium wieder einen sehr wesentlichen Fortschritt zu bringen. Beryllium, das zurzeit in Europa nur in einer einzigen, der Siemens u. Halske AG. gehörigen Anlage hergestellt wird, ist ein aus Rohberyll auf chemischem Wege und durch Elektrolyse bei einer Temperatur von 1400 Grad in Stangenform gewonnenes Erzeugnis. Neben seinem geringen spezifischen Gewicht (es ist fast ein Drittel leichter als Aluminium) und seiner außerordentlichen Härte weist es die sehr willkommene Eigenschaft auf, in geringen Zusätzen zu den Legierungen des Eisens, Kupfers und Nickels die Güte dieser Erzeugnisse sehr bedeutend zu verbessern. So kann die Festigkeit gewöhnlicher Bronzen durch geringe Beimischung von Beryllium fast aufs Doppelte gesteigert werden. Dabei erhält die Legierung noch andre wichtige Eigenschaften, die sich neben einer sehr hohen Elastizität noch in einer überraschend geringen Ermüdbarkeit äußern, so daß Beryllium-Bronze sich in ganz hervorragendem Maße für hochbeanspruchte Federn eignet. Ferner wird auch bei Nickel durch Legieren mit Beryllium eine sehr bedeutende Härte erzielt; man hat daher derartige Legierungen schon mit Vorteil für chirurgische Instrumente verwandt, die früher aus Stahl gefertigt wurden.

Im weiteren Verlauf aller dieser Erfahrungen hat man nunmehr noch versucht, auch die für den Kraftfahrzeug- und Flugzeugbau so ungemein wichtigen Edelfähle mit Beryllium zu

legieren. Bisher konnte man durch sehr geringe Beimengungen von Chrom, Nickel auch wohl noch Wolfram die Festigkeiten dieser Stahlarten nur bis auf etwa das Drei- bis Vierfache der allgemein gebräuchlichen unlegierten Stahlarten steigern; eine weitere Erhöhung würde die Möglichkeiten bieten, bei gleichen Ausmaßen und Gewichten mit verbesserter Sicherheit zu bauen oder bei gleicher Sicherheit erheblich an Gewicht zu sparen. Die Stahlindustrie hat denn auch die Herstellung von Berylliumsonderstählen mit Chrom-Nickelgehalt in ihr Versuchsprogramm aufgenommen. Bereits nach Überwindung der ersten Schwierigkeiten zeigte sich das erfreuliche Ergebnis, daß sich mit der neuen Stahlart Festigkeiten erzielen lassen, die denen der besten heutigen Chrom-Nickelstähle um mehr als das Dreifache überlegen sind. Nun ist für die Güte eines Baustahles nicht allein seine Festigkeit maßgebend, es kommen vielmehr noch andre wichtige physikalische Eigenschaften in Betracht; hier alles zum Besten zu vereinigen, ist eine der Aufgaben, mit der sich die einschlägigen Werke noch beschäftigen.

The Manchester Guardian Commercial
620

Nr.

BERYLLIUM ALLOYS.

(From a Correspondent.)

Although beryllium has only recently been available for commercial purposes it already seems liable to supersede other metals in many branches of engineering. Beryllium is a light metal with a specific gravity of one-fifth that of iron and one third less than that of aluminium. Beryl, the source of the metal, is mined at the Siemens and Halske Works, of Berlin-Siemensstadt, and the metal is obtained by a special electrolytic process. Alloys of beryllium with heavy metals, copper, nickel, and iron, can be given remarkable qualities by a suitable heat treatment.

Alloys of beryllium with copper, beryllium bronzes, both in the form of castings and rolled material, are greatly improved by heat treatment. Although soft initially, by chilling and tempering they can be converted into a very hard material with very valuable engineering qualities. Those alloys with 2.4-3.5 per cent of beryllium are particularly satisfactory. A 2.5 per cent bronze by correct heat treatment can attain a hardness of 360 Brinell and withstand mechanical stresses of 125-130 kilogrammes per square millimetre, and is thus equivalent to the highest-grade spring steel.

While keeping their hardness to a much higher extent at high temperatures, they have the additional advantages of high thermal and electrical conductivity.

Moreover, these beryllium bronzes have remarkable elasticity and show very small traces of fatigue. For the manufacture of springs called upon to stand high strains they appear to be superior to any other metal, especially for contact and switch springs in electrical apparatus and for valve springs in combustion engines. Springs made of the 2.5 per cent bronze have been found to stand upwards of 25,000,000 vibrations without showing any trace of fatigue. It can be used to advantage in making pistons and similar components which have to combine a high mechanical strength with a satisfactory heat conductivity.

Alloys of beryllium with nickel, which are distinguished by a remarkable resistance to sea water, are likewise given great hardness by heat treatment. They lend themselves, therefore, to the manufacture of hollow needles, injection canules, and surgical instruments. Special beryllium steels on a chromium-nickel steel basis, are now being developed in the steel industry, and combine a remarkable resistance to acids with the highest hardness at high temperatures.

The Manchester Guardian Commercial

Nr.

636

RECOVERY OF BERYLLIUM.

An apparatus for the recovery of beryllium at a considerably reduced cost, permitting a more extensive use of the metal as an alloy, has been developed after experiments lasting three years by the German Beryllium Research Society. The addition of 3 per cent beryllium to copper alloys or bronze is said to give a tensile strength equal to about 150 kilos per square millimetre. This strength, combined with the flexibility and light weight, especially suits beryllium-bronze alloys for shaft cables of unusual length. These alloys offer strong resistance to water and air also. The production costs of beryllium remains high preventing extensive industrial application, although great progress is reported toward lowering these costs. Increased applications of beryllium are thought to be feasible, however, if the progress made so far toward lowering the cost can be continued.

The Times Trade and Engineering Supplement (London)

Nr. 741

BERYLLIUM

Details of a research conducted at the National Physical Laboratory on the production of pure ~~beryllium~~ were given in a paper by Mr. H. A. Sloman.

It was found that with the progressive elimination of metallic impurities the brittle nature of the early metal was not greatly altered, and ultimately the brittleness was traced to a beryllium/beryllium oxide eutectic surrounding the metal grains. Of methods tried for the elimination of this oxide sublimation *in vacuo* has proved the most effective, but it has not been possible to obtain sufficient metal for the determination of its properties in the pure form. Comparatively thin films of the metal of more than 99.9 per cent. purity have, however, been produced, and from their properties it is suggested that pure beryllium is likely to be similar in mechanical properties to, for example, iron—ductile, strong, and of medium hardness (Brinell about 55-60).

Technische Blätter,
Wochenschrift zur Deutschen Bergwerks-Zeitung (Düsseldorf)

Nr. 30.

Beryllium in Amerika

Aus „Engineer“, 1933, Nr. 4041, S. 625.

Die Legierungen aus Beryllium und besonders die aus Kupfer-Beryllium finden zunehmende Verwendung in den Vereinigten Staaten, vor allem für Federn, wenn hohe Ermüdungsfestigkeit und Widerstandsfähigkeit verlangt werden. Sie werden auch für Uhren und Wecker, wissenschaftliche Instrumente, elektrische Apparate und Schalter, Manometerrohre, Membranen, Ventilsitze und alle solche Teile verwendet, die der Abnützung und wechselnder Beanspruchung unterworfen sind. Diese Legierungen können durch Kaltbearbeitung und Wärmebehandlung gehärtet werden und werden zur Herstellung von Meißeln, Messer und Rasierklingen benutzt. Man erhält so Werkzeuge, die keine Funken verursachen, so daß sie bei Ölquellen und Tankanlagen sowie bei Explosivstoffen verwendet werden können. Sie haben eine große Ermüdungsfestigkeit und sind gegen Schwingungen unempfindlich, so daß sie in dieser Beziehung dem Stahl und der Phosphorbronze überlegen sind. Ihre Leitfähigkeit beträgt unvergütet und kalt bearbeitet 18%; diese kann durch Wärmebehandlung auf 40% gebracht werden. Beryllium-Kupfer wird in Blechen, Bändern, Stangen, Drähten und Rohren hergestellt. Eine unvergütete Legierung mit 2% Be hat eine Zugfestigkeit von 38 kg/mm², die Streckgrenze liegt bei 16 kg/mm² und die Dehnung (bezogen auf 2“) bei 55%. Durch Vergüten kann die Zugfestigkeit auf 109 kg/mm², die Dehnung auf 1,5% gebracht werden. Wenn das Material kalt auf die Hälfte des ursprünglichen Querschnitts gewalzt wird, beträgt die Zugfestigkeit etwa 77 kg/mm² bei 3% Dehnung, sie kann durch Vergüten auf 123 kg/mm² und 1,5% Dehnung gebracht werden. Bei einem Be-Gehalt von mehr als 2,75% kann das Material nur warm gewalzt werden. Das Mineral Beryll wird in der Hauptsache in Maine gefunden, aber auch in anderen Staaten, in für industrielle Zwecke ausreichender Menge; es enthält im Maximum 5% Beryllium.

Kuhn.

The Manchester Guardian Commercial

Nr. 881

Specification 385,889. Ferdinand Metzler
BERYLLIUM ALLOYS

This specification is of interest in that it gives yet another use for beryllium alloys. Ordinary nickel-chromium steels have to be used with some care in gas turbines because of the high operating temperatures, and in this specification certain parts, such as nozzles casings, blade wheels, &c., of gas and gas-and-steam turbines are made of alloys containing a definite amount of beryllium. The percentage of the basic element depends on the particular part for which the alloy is to be employed. Iron, aluminium, and duralumin are cited as examples, and in each case a beryllium content of from 0.5 per cent to 5 per cent is stated to be suitable.

The Financial Post of Canada (Toronto)
Nr. 7.

Beryllium Use Expands Alloys Now Available

One of Canada's Little-Known Mineral Resources
Under Review

Beryllium is a hard, brittle, steel grey metal, about two-thirds the weight of aluminum. Its extremely light weight—one of the lightest of the metallic elements—places it as a potentially versatile metal, but its commercial production in past years has embodied such high cost that it has little or no application outside of the laboratory. Its hardness and amenability to forging, rolling and polishing broadens its field of use, but commercial application is only now being undertaken.

Metallurgists in the United States and in Germany have been conducting extensive research work to make it commercially available for alloying with other metals and also for use in its pure state.

The metal has several unique characteristics. It is very brittle at ordinary temperature, but on being heated becomes ductile. Its physical characteristics can also be improved by heat treating—a characteristic not possible with other non-ferrous metals. It is not affected by air or water at ordinary temperatures and is said to be very resistant to corrosive gases and liquids. It also has high electrical conductivity—much higher than any other high strength material, but somewhat less conductivity than copper.

\$50 Per Pound

In view of the advances made in its commercial production, a United States firm recently announced a complete line of beryllium-copper alloy products in sheets, strips, rods, wires and tubes. Within the last year the price of the element has dropped from \$85 per pound to a current price of around \$50 per pound for the pure metal or \$6.25 per pound for beryllium-copper alloy containing 12½ per cent of the metal. Some quotations for the metal are as low as \$25 per pound. Since the maximum beryllium content of the copper alloy thus far developed is less than 2½ per cent the apparent high unit cost becomes less important.

Pure beryllium metal has found a limited use as a window for the rays in x-ray tubes. It has the ability of transmitting to its alloy its characteristics of extreme hardness and resistance to heat and cor-

rosion, while an alloy of 70 per cent beryllium and 30 per cent copper is said to have a greater strength than carbon steel. A chief use for beryllium-copper alloy has been in springs in radio equipment. It has shown itself to be particularly desirable owing to its resistance to fatigue.

Development of the metal and its alloy is under way for a large number of parts for motors or any mechanical parts subjected to great wear. Another wide field lined up for beryllium is for non-sparking tools where the sparks might be objectionable on account of fire hazards. Beryl, the mineral from which the element is obtained, possesses high electrical resistance and low thermal expansion when substituted for feldspar in the manufacture of porcelain insulators.

Beryl Known in Canada

The principal supply of the ele-

ment beryllium is obtained from beryl, a beryllium-aluminum silica containing from five to six per cent beryllium. The mineral, beryl, usually occurs in comparatively long hexagon crystals that occasionally reach a weight of two tons. It is a hard, transparent or sub-transparent mineral, usually green, light blue, yellow, rose or white in color. Beryl is also the source of semi-precious stones and when found free of foreign matter in a bright green variety is known as emerald. Beryl occurs chiefly in pegmatites which are widely distributed throughout the world. It is also found in crystals in feldspar quarries. Beryl has been reported to occur extensively in Namaqualand, Africa. In Canada there are no known commercial deposits, although in the pegmatite dikes of Renfrew County in the vicinity of Killaloe, there are known to occur interesting specimens. A company has been formed to exploit and promote the development of these showings in Renfrew County, which have been known for many years, but to date there is nothing to indicate that they can be regarded more than as originally regarded—that is, as specimens.

Signatur

Beryllium

Datum

15. April 1933

Lagerstätten-Chronik (Berlin)

Nr. 4 . 1

Beryllium.

Einen Überblick über „das natürliche Vorkommen des Berylliums“ gibt W. Brandes in der „Zeitschr. f. prakt. Geol.“ 41 (1933), S. 35.

The Manchester Guardian Commercial

Nr. 675

BERYLLIUM ALLOYS

Bronzes for Turbine Blades

(From a Correspondent.)

A great deal of work has recently been carried out on investigating the industrial possibilities of beryllium. Messrs. Siemens and Halske have evolved alloys of beryllium with various metals with the object of studying their industrial uses. As a result of these and other experiments, beryllium bronzes are being successfully employed for springs as their resistance to fatigue and chemical influences is very good. Leaf springs of phosphor-bronze were tested under the same conditions as beryllium-bronze leaf springs, and, whereas the best phosphor bronze stood up to one million bends, with an average of 400,000 bends, beryllium-bronze leaves withstood ten million bends. It is suggested that springs of this alloy will be of value in aircraft landing gear, and in other applications where heavy impacts must be resisted. Beryllium-bronze is also being used successfully for brush-holders and contact caps on electric locomotives, parts which previously have had to be renewed frequently owing to the heavy and continuous jarring shocks to which they are exposed.

The beryllium-bronze alloy is also shown to be suitable for resisting erosion and corrosion, and it is being used for moving parts which come into contact with fluids, such as for the blades of turbines, meters, and centrifugal pumps. This alloy has also displaced aluminium bronze castings with good results, the beryllium-bronze showing greater freedom from oxides and higher strength at elevated temperatures.

As far as other alloys of beryllium are concerned, an alloy of beryllium and aluminium showed no very unusual properties; alloys with cobalt and nickel, copper and zinc, and with copper-aluminium promise well. The alloying of beryllium with iron is now being studied. The disadvantage of beryllium alloys is the price, which varies with the degree of purity. This should disappear, however, with extended use of the element and the consequent greater demand and cheaper methods of production. Some alloys, such as the beryllium-bronzes, can be produced comparatively cheaply because it is found unnecessary to begin with pure beryllium, and direct methods may be used.

Technische Blätter,
Wochenschrift zur Deutschen Bergwerks-Zeitung (Düsseldorf)

Nr.

49.

Signatur

Datum

3. Dez. 1933

Mangel an Berylliumerzen

Unter Bezugnahme auf die Abhandlung in der Zeitschriftenschau Nr. 30, 1933, der „Technischen Blätter“ über die Verwendung der Berylliumbronzen wird uns geschrieben: Außer diesen Legierungen des Berylliums mit Kupfer vereinigen die Legierungen mit Nickel hochwertige technische Eigenschaften, ebenso die Berylliumspezialstähle auf Chromnickelbasis, die sich gegen stark korrodierende Angriffe bei gleichzeitig großer mechanischer Beanspruchung besonders gut bewährt haben. Trotz der technologischen Vorzüge infolge seines geringen spezifischen Gewichtes von 1,8 (33% niedriger als Aluminium) konnte Beryllium in der Flugzeug- und Schwerindustrie nicht die vielseitige Verwendung wie Aluminium finden, weil die Erzeugung von billigem Berylliummetall in größerem Maßstabe bisher nicht möglich war. Die Schwierigkeiten liegen im Vorkommen und der Bauwürdigkeit der Lagerstätten sowie in den Erzeugungskosten des Metalles.

An der Zusammensetzung der Erdkrinde ist Beryllium durchschnittlich mit 0,0005% beteiligt. Fundorte des Berylls sind Indien, Nord- und Südamerika, Afrika, Australien, Japan, Kaukasien, Transbaikalien, Norwegen, Schweden, Deutschland, Frankreich, Spanien, Portugal, Schweiz, Österreich u. a. Die Beryllfunde der Welt lassen aber keineswegs Schlüsse auf das Vorhandensein abbauwürdiger und ergiebiger Lagerstätten zu. Am wenigsten gilt dies von den Vorkommen, die Beryll in seiner edelsten Beschaffenheit als Smaragd, Aquamarin, Chrysoberyll usw. enthalten. Diese Beryllminerale finden sich als Einsprenglinge in Glimmerschiefer und Gneis oder aufgewachsen auf Klüften und Drusen von Granit und Pegmatit, seltener in Hohlräumen von Kalksteinen und Tonschiefer in Form von sechseckig-prismatischen Kristallen, die eine Länge von ein und mehreren Metern erreichen können. Nur ganz fehlerfreie, klare größere Stücke sind als Edelsteine sehr geschätzt, wie z. B. der samtgrüne Smaragd, der in reinen Stücken teurer und kostbarer als der Diamant ist. Im Smaragd wird ein Teil des Berylls bzw. der Tonerde durch Chromoxyd,

in anderen Beryllmineralien durch Eisenoxyd, Kalziumoxyd, Alkalien usw. ersetzt, wodurch die herrlichen meergrünen, smalteblauen, strohgelben bis wasserklaren Varietäten hervorgerufen werden. Der gemeine Beryll in seiner reinsten Zusammensetzung $3 \text{ BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{ SiO}_2$ hat einen theoretischen Gehalt von 14% BeO (Beryllerde) entsprechend 5,4% Be.

Diese nesterartig auftretenden Vorkommen kommen für die Erzeugung von großen Mengen von Beryllium nicht in Betracht, da ihre Gewinnung die Bewältigung großer Gesteinsmassen und eine umfangreiche und kostspielige Auslese erfordert. Der Rohstoff zur Herstellung des Metalles wird durchweg aus den sogenannten „getarnten“ Gesteinen gewonnen, d. h. jenen Lagerstätten, in welchen die Begleitminerale, wie Feldspäte, Biotite, Muskovite, Granite, Quarze u. a. mit Berylllösung durchtränkt sind. Diese infiltrierten Lagerstätten sind gewöhnlich niedrigprozentig, besonders an der Oberfläche, da der Beryllgehalt teilweise ausgelaugt ist. Die gesamte Nachfrage wird zurzeit aus den Gruben von Black Hills in Süd-Dakota gedeckt, die ein Haufwerk mit 55 bis 56% Berylleren fördern mit einem BeO-Gehalte von 7,5%. Die Basis aus diesen Lagerstätten bilden Konzentrate von 8 bis 10% BeO. Selbst wenn es möglich wäre, den theoretischen Beryllgehalt durch Anreicherung des Haufwerkes zu erreichen, müssen mit Rücksicht auf die großen Verluste vom Haufwerk bis zum Fertigmetall je Tonne Beryllium 30 bis 40 Tonnen Haufwerk verarbeitet werden. Hieraus ist leicht ersichtlich, daß in erster Linie hochhaltige, leicht zugängliche und abzubauende Lagerstätten berufen sind, die Erzeugungskosten und somit hohen Berylliumpreise zu senken, um diesem seltenen Metall Eingang in die Industrien zu verschaffen.

Faerber.

Signatur

Beryllium

Datum

15. Jan. 1934

Lagerstätten-Chronik (Berlin)

Nr. **1**.

Seltene Metalle.

Beryllium.

Beryllium eignet sich nach neueren Untersuchungen von W. Kroll¹⁾ in hervorragender

1) W. Kroll: Über die Entschwefelung von Eisen mit Beryllium. „Metallwirtschaft“ 13 (1934), S. 21 – 23.

Weise zur Entschwefelung von Eisen, Nickel und anderen Metallen. Die bisher im Eisenhüttenwesen gebräuchlichen Zusätze, insbesondere Al und Mn, sollen durch das Be bei weitem übertroffen werden.

Vergütbare Berylliumlegierungen

Über diesen Gegenstand hielt am 2. März dieses Jahres Herr Dr.-Ing. *Werner Hessenbruch* von der Heraeus Vacuumschmelze A.-G., Hanau a.M., einen durch Lichtbilder ergänzten, für Technologen und Hüttenfachleute besonders interessanten Vortrag.

Von Dr.-Ing. *J. F. Sacher*, Düsseldorf

Das nach dem bereits im Altertume in Form des Smaragdes und Aquamarins bekannten und geschätzten Edelsteine Beryll benannte Beryllium gehört hinsichtlich seines Vorkommens in der Erdkruste zu den *selteneren* Elementen. Der bis jetzt ermittelten Häufigkeit nach ist es in Mengen zwischen 0,001 bis 0,01% in der Erdkruste enthalten und steht diesbezüglich in derselben Reihe wie Lithium, Kupfer, Zink und Kobalt. Beachtenswert ist, daß beispielsweise das Zink der Häufigkeit nach seltener auftritt als das Beryllium. Es gibt kaum ein Land, in dem der Beryll nicht vorkommt; meist findet er sich eingesprengt im Granit, Kalkstein, Glimmer- und Tonschiefer. Hauptfundstellen desselben liegen in Afrika, Indien, Madagaskar und Rußland in abbauwürdigen Lagerstätten. Wie groß diese Vorkommen sind, ist zur Zeit auch nicht einmal schätzungsweise bekannt. In Deutschland tritt der Beryll bei *Bodenmais* am Rieslochbache im bayerischen Walde auf, doch wird dieses Vorkommen vorläufig noch nicht ausgebeutet. Der Rohberyll ist das einzige Erz, aus dem das Beryllium gegenwärtig technisch gewonnen wird. Zwar gibt es noch zahlreiche andere Erze, die Beryllium enthalten, wie Gadolinit, Euklas, Helvin, Phenakit, Bertrandit u. a., doch ist die Gewinnung aus diesen zurzeit nicht lohnend. Der Beryll hat die Zusammensetzung $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$; Rohberyll enthält 10 bis 12% Berylliumoxyd BeO (Beryllerde) bzw. 3,6 bis 4,3% Beryllium. Er ist hüttenmännisch verhältnismäßig *schwer* aufzuschließen. Zur Isolierung des Beryllium aus dem Rohberyll („gemeinen Beryll“) gibt es zahlreiche Verfahren, von denen jedoch nur zwei technische Verwendung finden, und zwar das Verfahren von *Siemens & Halske* und dasjenige der *Beryllium Development Corporation*.

Wie das Aluminium wird auch das diesem chemisch nahe verwandte Beryllium bei den genannten Verfahren durch Schmelzflußelektrolyse gewonnen. Nachdem *A. Stock* und *H. Goldschmidt* 1920 die Gewinnung von Beryllium in technischem Maßstabe in Angriff genommen hatten und das Metall bei einer über seinem Schmelzpunkte liegenden Temperatur direkt in kompakter Form auf schmelzflußelektrolytischem Wege aus Berylliumfluoriden darzustellen vermochten, wurde dieses Verfahren von *Siemens & Halske* weiter verbessert, wodurch es gelang, das Beryllium in betriebstechnischem Maßstabe bis zu einem Reinheitsgrade von 99 bis 99,6% abzuschneiden. Hierbei wird der rohe Beryll in einem Erzhofen mit Natriumsilikofluorid Na_2SiF_6 bei 850°C aufgeschlossen, und das sich ergebende Sinterprodukt mit Wasser kalt ausgelaugt. Das erhaltene Natriumberylliumfluorid wird sodann mittels Natriumhydroxyd in Berylliumhydroxyd $\text{Be}(\text{OH})_2$ und dieses mittels Fluorwasserstoffsäure in Berylliumoxyfluorid $5\text{BeF} \cdot \text{BeO}$ übergeführt, das als eigentliches Ausgangsmaterial für die Schmelzflußelektrolyse dient.

Da das metallische Beryllium den hohen Schmelzpunkt von 1278°C aufweist, muß man die Elektrolyse bei einer Temperatur von 1400°C ausführen. Zur Verbesserung der Leitfähigkeit des nur schlecht leitenden Berylliumoxyfluorides setzt man (nach *Stock*, *Prätorius* und *Priess*) geeignete Bariumverbindungen zu, wobei Bariumberyllium = Doppelfluoride entstehen. Als Anode dient ein Kohlenklotz und als Kathode Kupfer, an der sich zunächst flüssiges Beryllium niederschlägt, das zu einem krystallinischen Regulus von durchschnittlich 98 bis 99% Berylliumgehalt erstarrt.

Bei dem Verfahren der *Beryllium Development Corporation* erfolgt der Aufschluß des rohen Berylls ebenfalls mittels Natriumsilikofluorid, jedoch wird das entstandene Sinterprodukt mit heißem Wasser ausgelaugt. Das erhaltene Natriumberylliumfluorid wird durch Natriumhydroxyd in Berylliumhydroxyd, dieses durch Glühen in Berylliumoxyd BeO und letzteres durch eine Behandlung mit Kohle im Chlorstrom bei 1000°C in Berylliumchlorid BeCl_2 übergeführt, das für die Schmelzflußelektrolyse vollkommen wasserfrei sein muß. Zur Erhöhung der Leitfähigkeit des Berylliumchlorides wird dieses im molekularen Ver-

hältnisse 1:5 mit Kochsalz gemengt und bei einer Temperatur *unterhalb* des Schmelzpunktes des Berylliums elektrolysiert. Als Kathode dient ein Tiegel aus einer Chromnickellegierung, an welchem sich das Beryllium in Flitterchen abscheidet. Die ganze Elektrolyse wird bei beiden Verfahren im Wasserstoffstrome vorgenommen, um den Luftsauerstoff abzuhalten, weil das Beryllium sonst zu leicht oxydiert werden würde. Das gewonnene Beryllium wird mit Wasser ausgelaugt, mit Alkohol gewaschen und umgeschmolzen.

Nach einem weiteren Verfahren wird der rohe Beryll aufgeschlossen, die Berylliumfluoridverbindung in Berylliumchlorid übergeführt und dieses mittels metallischen Kalziums reduziert. Dieses Verfahren wie auch zahlreiche andere sind indessen technisch nicht brauchbar bzw. nicht verwendet worden.

Die beiden erstgenannten schmelzflußelektrolytischen Verfahren bieten überdies den Vorteil, daß man hiermit nicht nur das Beryllium selbst, sondern auch dessen *Legierungen* gewinnen kann. Dies geschieht in der Weise, daß man das Metall, z. B. Kupfer oder Nickel, womit das Beryllium legiert werden soll, in metallischer Form dem Elektrolyten zusetzt; es scheidet sich dann in Form der Berylliumlegierung an der Kathode ab. Das nach dem Verfahren von *Siemens & Halske* und der *Beryllium Development Corporation* erhältliche Beryllium hat, wie bereits erwähnt, einen durchschnittlichen Reinheitsgrad von 98 bis 99%; infolge der technischen Verunreinigungen von 1 bis 2%, die aus Eisen, Mangan, Kohlenstoff und Sauerstoff bestehen, ist das Metall sehr spröde. Man hat versucht, den Reinheitsgrad dadurch zu erhöhen, daß man das Metall im Vakuum destillierte; aber auch das destillierte Metall, das allerdings schon etwas duktiler ist, erweist sich immer noch als sehr spröde.

Das Beryllium hat das Atomgewicht 9, die Ordnungszahl 4, das spezifische Gewicht 1,842 bei 20° C, den Härtegrad 6 bis 7, den Schmelzpunkt 1278° C, den Siedepunkt 1900° C, krystallisiert ähnlich dem *Magnesium* hexagonal und verhält sich chemisch vielfach analog dem *Aluminium*. Es besitzt unter sämtlichen Metallen die *höchste Schmelzwärme*, nämlich 341 cal je Kilogramm, die sich technisch in vielen Fällen vorteilhaft auswirkt. Das Beryllium zeigt eine außerordentlich hohe Affinität zu Sauerstoff, Stickstoff, mit dem es Nitride bildet, zu Kohlenstoff, Schwefel wie auch zu den *Halogenen*, mit denen es sich unter *Lichterscheinung* verbindet. Die bei der Oxydation an der Luft gebildete Schicht schützt es vor weiterer Oxydierung. Das unterschiedliche Verhalten verschiedener Berylliummetallprodukte führte zur Annahme von zwei allotropen Modifikationen des Metalls, die indessen nach der Auffassung von *Hessenbruch* kaum bestehen, und die Änderungen in den Eigenschaften auf gewisse Verunreinigungen zurückzuführen sein dürften.

Das *metallische* Beryllium findet als solches nur eine *beschränkte* Verwendung; es wird lediglich für *Röntgenfenster* benutzt, da es für die Röntgenstrahlen siebzehnmal leichter durchlässig ist als das Aluminium. Technisch besonders wichtig ist es indessen in Form seiner Legierungen. Ein gewisser Anhaltspunkt dafür, mit welchen Elementen es Legierungen eingehen kann, ergibt sich aus seiner Stellung im periodischen System. Es ist bisher noch nicht gelungen, irgendwelche Berylliumlegierungen mit *Magnesium* herzustellen; ebenso negativ dürften Versuche mit Kalium ausfallen, die noch nicht unternommen worden sind. Mit Aluminium bildet Beryllium im flüssigen Zustande Legierungen in jedem Verhältnisse. Auch Silizium-Beryllium-Legierungen sind bereits untersucht worden, bieten indessen kein praktisches Interesse. Etwaige Berylliumlegierungen mit Tantal sind bis jetzt noch unbekannt. Berylliumlegierungen mit Mangan, Zink oder Kadmium sind vorläufig als aussichtslos zu betrachten. Silber-Beryllium-Legierungen, die sich den Aluminium-Beryllium-Legierungen grundsätzlich ähnlich verhalten, sind bereits studiert worden, doch sind irgendwie technisch brauchbare Produkte nicht gefunden worden. Die bis jetzt unveröffentlichten Untersuchungen bezüglich der Legierungen mit *Platin* und *Gold* haben noch *keine* nennenswerten Ergebnisse gezeitigt. Am wichtigsten sind die Legierungen mit *Kupfer*, *Nickel* und *Kobalt*, die alle einen verhältnismäßig *hohen Schmelzpunkt* haben. Eisen-Beryllium-Legierungen haben fast keine praktische

Verwendung gefunden, da bei diesen die Löslichkeitsgrenze bei ziemlich hohen Berylliumgehalten liegt; es muß daher bei einer Eisenlegierung sehr viel Beryllium verwendet werden, um eine vergütbare Legierung zu erhalten. *Siemens & Halske* unternahmen die systematische Erforschung der Berylliumlegierungen, hauptsächlich der Kupfer- und Nickel-Beryllium-Legierungen, die sich durch eine hohe Vergütungsfähigkeit auszeichnen und eine weitgehende Verwendung in der Technik voraussehen ließen. Unter den vergütbaren Legierungen versteht man solche Legierungen, die durch eine Wärmebehandlung eine wesentliche Verbesserung ihrer Festigkeitseigenschaften erhalten. Durch eine Abschreckung von hohen auf niedere Temperaturen werden sämtliche Berylliumlegierungen *weich* und durch darauffolgendes Anlassen bei niedriger Temperatur *hart*. Die hierdurch erreichbaren *Härtegrade* können noch *erhöht* werden durch eine *Kaltverformung*, die zwischen einer Querschnittsverminderung von 30 und 50% liegt und zwischen dem Abschrecken und Anlassen vorgenommen wird.

Die *Herstellung* der Kupfer-Beryllium-Legierungen ist verhältnismäßig *einfach*, da es leicht gelingt, das Beryllium in flüssiges Kupfer einzuführen. Wesentlich *schwieriger* ist die Erzeugung der Nickel-Beryllium-Legierungen. Früher wurden die Berylliumlegierungen behufs Vermeidung der Sauerstoffaufnahme unter dicht schließenden Decken aus niedrigschmelzenden Salzen verschmolzen. Aber auch diese Vorsichtsmaßregel vermochte eine gewisse Oxydation und einen geringen Verlust an Beryllium nicht zu verhindern. Am besten bewährt hat sich das *Vakuumschmelzverfahren*, wobei die Komponenten der Legierungen in Vakuumöfen, die von *Siemens & Halske* entwickelt worden sind, verschmolzen werden. Die Kupfer-Beryllium-Legierungen kann man als Berylliumbronzen bezeichnen, da sie eine große Ähnlichkeit mit den sonst bekannten Bronzen aufweisen. Bei den Kupfer-Beryllium-Legierungen wird die maximale Aushärtungswirkung bei einem Gehalte von etwa 2,5%, bei den Nickel-Beryllium-Legierungen bei etwa 2% Beryllium erzielt. An zahlreichen Lichtbilddiagrammen wurde die Härte und Festigkeit der Kupfer-Beryllium-Legierung mit 2,5% Beryllium, der Nickel-Beryllium-Legierung mit 1,7% Beryllium und der Chrom-Nickel-Molybdän-Beryllium-Legierung mit 0,6% Beryllium in Abhängigkeit von der Vergütungstemperatur und der Vergütungsdauer veranschaulicht.

Die Härte wird als *Brinell-Härte* gemessen und in Kilogrammen auf 1 mm² ausgedrückt. Mit der Härte steigen auch die Streckgrenze, die Zerreißfestigkeit und der Elastizitätsmodul, sämtlich gemessen nach Kilogrammen je 1 mm². Bei Kupfer-Beryllium-Legierungen kann man über 120 kg je 1 mm² Festigkeit bei einer Dehnung von 5 bis 10%, bei Nickel-Beryllium-Legierungen bis 180 kg je 1 mm² Festigkeit bei einer Dehnung von etwa 7% erreichen. Die erzielbaren Härten liegen bei etwa 600 Brinell. Neben der Härte sind auch andere Eigenschaften, wie die elektrische Leitfähigkeit und der Torsionsmodul ein Kriterium. Sonderbarerweise findet bei Kupfer-Beryllium-Legierungen, nicht hingegen bei den Nickel-Beryllium-Legierungen, anfangs ein Fallen, später ein Steigen der *elektrischen Leitfähigkeit* statt; die Ursache dieses eigentümlichen Verhaltens ist noch nicht erforscht. Der Mischkristall hat stets einen höheren elektrischen Widerstand als der zerfallene Mischkristall. Zu den günstigen Eigenschaften nach der Vergütung kommt bei den Berylliumlegierungen noch die *Ermüdungsfestigkeit* hinzu. Berylliumbronze zeigt diesbezüglich eine ungeheure Überlegenheit über die Phosphorbronze. Bei der Vergütung von Kupfer-Beryllium-Legierungen tritt eine 0,6%ige Volumverringerng ein. Diese Volumänderung ist auf die Ausscheidung des β -Kristalls zurückzuführen. Ähnlich der elektrischen Leitfähigkeit verhält sich die Wärmeleitfähigkeit.

Beim *Anlassen* der Kupfer-Beryllium-Legierungen steigt die Härte nur wenig, sobald man aber Eisen, Mangan, Titan, Silber oder Silizium in Mengen von 5 bis 10% zusetzt, sehr stark. Bei Nickel mit 1% Beryllium

tritt keine nennenswerte Vergütbarkeit ein, da die Löslichkeit des Berylliums in Nickel bei Raumtemperatur etwa 1,2% Beryllium beträgt. Durch Zusätze von Molybdän wird die Sättigungsgrenze für Beryllium zu geringeren Gehalten verschoben. Aus den Vergütungsisothermen bei 500° C für weiches Nickel-Beryllium mit 1% Beryllium sowie Nickel mit 4,6 bzw. 8% Molybdän und 1% Beryllium ergibt sich, daß erst ein Zusatz von 8% Molybdän eine wesentliche Verschiebung der Löslichkeitslinie und damit eine merkliche Vergütung hervorruft. Im kaltgewalzten Zustande vergüten hingegen die Legierungen bereits mit 4 und 6% Molybdän.

Was die chemischen Eigenschaften anbelangt, so sind Kupfer-Beryllium mit 2,5% Beryllium, Nickel-Beryllium mit 1,9% Beryllium und Beryllium-Contracid (der Zusammensetzung: 60% Nickel, 15% Chrom, 7% Molybdän, 0,7% Beryllium, Rest zu 100 Eisen nebst kleinen Zusätzen) vollkommen rosticher und seewasserbeständig. Erwähnt wurden die Versuche von *Meißner*, der die Seewasserbeständigkeit der genannten Legierungen durch Aussetzen derselben in das Wasser der Nordsee während drei Monaten experimentell bestätigte. Ganz hervorragend ist die Beständigkeit der Chrom-Nickel-Beryllium-Legierungen gegenüber verdünnten Säuren in der Kälte und in der Wärme. An Hand ausführlicher Tabellen wurde die *minimale* Gewichtsabnahme verschiedener Legierungen in je 10%iger Salpetersäure, Salzsäure und Schwefelsäure veranschaulicht. Diese Legierungen stellen somit überaus wertvolle Werkstoffe für die *chemische* Industrie dar.

Kupfer-Beryllium kann man als *Formguß* verarbeiten, wobei in nassen oder trockenen Formen vergossen wird. Der gegossene Körper, z. B. Ventil, Lagerbüchse u. a., wird auf 800° C erhitzt, in Wasser abgeschreckt und dann auf 300° C angelassen. Die Berylliumlegierungen sind *außerordentlich verschleißfest*. Ihre Herstellung durch Schmelzen und Gießen im Vakuum ergibt gut verarbeitbare, einschlußfreie Ausgangsmaterialien, die zu Blechen, Drähten, Bändern und Röhren verarbeitet werden können. Sie eignen sich selbst für hochbeanspruchte Lager, Ventilausführungen von luftgekühlten Motoren, Gleitlager für Flugzeugpropeller u. a. Weitere Anwendungsgebiete betreffen die Erzeugung von Federn aller Art für Apparate, Ventile, Teile elektrischer Schaltapparate, von auf Verschleiß beanspruchten Bestandteilen von Uhren, Lagern für Präzisionsvorrichtungen und Maschinen, temperaturkompensierenden Unruhfedern, Schlagbolzen für Gewehre, Führungen von Typen in Druckerpressen, nahtlosen Rohren, Injektionskanülen, Wundnadeln, Membranungen usw.

Infolge seiner außerordentlich hohen Affinität zum Sauerstoff kann das Beryllium zur Desoxydation von Eisen, Kupfer, Chrom, Kobalt und Nickel verwendet werden; hierzu sind nur ganz geringe Mengen, etwa 0,02% Beryllium erforderlich, so daß selbst dessen hoher Preis derartige Verfahren nicht allzu stark belastet. Chrom-Nickel-Beryllium-Legierungen sind ferner besonders geeignet für *Zugfedern*, die nicht magnetisch sind und weniger zum Brechen neigen als Stahlfedern. In Amerika hat man auch *rostfreie Küchenmesser* aus Kupfer-Beryllium erzeugt, die, wiewohl sie die Güte des normalen Stahlmessers hinsichtlich *Schärfe* bei weitem *nicht* erreichen, dennoch einen großen Absatz fanden. Kupfer-Beryllium-Röhren werden in Amerika für Manometer, ferner als Zuleitungsröhren für Benzin und Öl bei Flugzeugmotoren gebraucht.

Die Verwendung des Nickel-Berylliums ist gegenüber derjenigen des Kupfer-Berylliums eine wesentlich beschränktere und erstreckt sich hauptsächlich auf die Erzeugung rostbeständiger, sehr harter *Injektionskanülen*. Die Contracid-Beryllium-Legierungen werden zur Fertigung von *Wundnadeln*, an die besonders hohe Anforderungen hinsichtlich Rostbeständigkeit, chemische Unangreifbarkeit durch pharmazeutische Stoffe, Härte und Elastizität gestellt werden, von Uhrenfedern, Membranungen u. a. gebraucht, wozu sie sich jedem anderen Material gegenüber als weitaus überlegen erweisen.

Schließlich wurde noch kurz die *Preisentwicklung* für Beryllium erörtert. 1922 stellte sich das Kilogramm auf 200000 M., 1927 auf 2000 RM., 1930 auf 900 RM., anfangs 1934 auf 600 RM. Aller Voraussicht nach wird der Preis noch weiter nachgeben, so daß man für die nächsten Jahre einen solchen von etwa 200 RM. wird veranschlagen dürfen.

The Manchester Guardian Commercial

Nr. 719

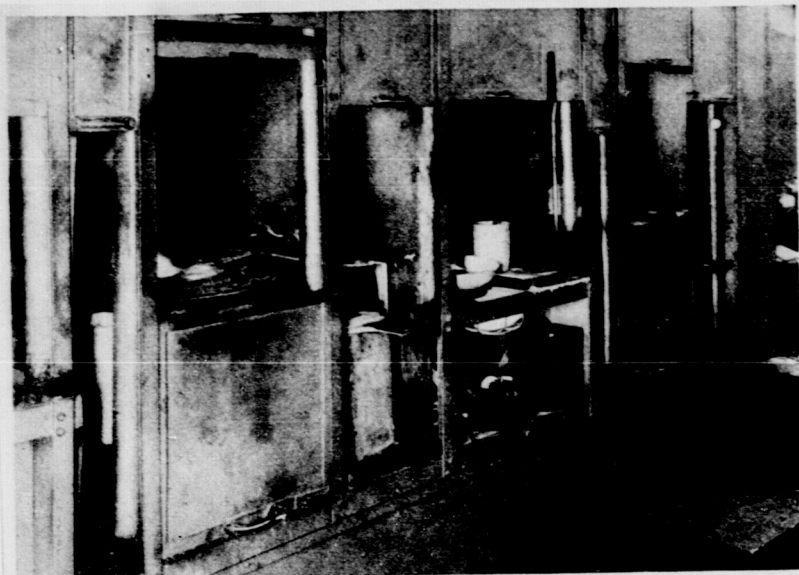
Specification 405,571. Comp. de Produits
Chimiques, &c.

BERYLLIUM FLUORIDE

The main problem in the manufacture of beryllium fluoride from the double fluoride of beryllium and sodium is to make it as free from sodium fluoride as possible. In this specification it is claimed that this can be done directly and very efficiently by means of aluminium fluoride provided that the reaction is carried out in the presence of water; it is in this that the process differs from known methods. A solution is made up of 55 grams per litre of aluminium fluoride; one litre of this is heated to 70deg. c. and to it are added, with stirring, 90 grams of the double fluoride. The composition of the latter is given as 45.8 per cent beryllium fluoride and 52.3 per cent of sodium fluoride. After some hours' stirring it is found that the solution contains the fluorides of beryllium, aluminium, and sodium in the proportion of 100, 2.7, and 14.5 respectively, giving an elimination efficiency for the sodium fluoride of 87.3 per cent, a figure which is increased in another example to 98.5 per cent.

Technische Blätter,
Wochenschrift zur Deutschen Bergwerks-Zeitung (Düsseldorf)

Nr. 22



Teilansicht einer Ofenanlage zur Berylliumgewinnung.



Elektrolytischer Ofen mit Kathode, an der sich das Beryllium stangenförmig absetzt. Ein Abzug saugt die bei der Elektrolyse entstehenden Gase ab.

Neue Entwicklungen und Erfahrungen mit Beryllium, dem leichtesten Metall

Beryllium ist ein neues Leichtmetall, das erst seit einigen Jahren im technischen Verfahren gewonnen werden kann. Ausgangsmaterial ist der Rohberyll, ein Silikat des Berylliums, das auf chemischem Wege in Berylliumoxydfluorid übergeführt wird. Aus diesem wird dann durch Elektrolyse im Schmelzfluß bei einer Temperatur von etwa 1400° C metallisches Beryllium in Stangenform gewonnen. Für uns Deutsche ist es ein besonderer Stolz, da das gegenwärtige Gewinnungsverfahren von deutschen Ingenieuren entwickelt wurde. (Die erste und bisher einzige Beryllium-Gewinnungsanlage ist bei Siemens & Halske, Berlin-Siemensstadt.)

Das Beryllium ermöglicht für zahlreiche Legierungen der Schwermetalle Kupfer, Nickel und Eisen außerordentlich hohe Gütesteigerungen. Die Berylliumlegierungen vereinigen hochwertige technische Eigenschaften, wie sie in diesem Ausmaße bei keinem anderen Werkstoff kombiniert sind. Obwohl die Berylliumzusätze zu diesen Legierungen wenige Prozent nicht übersteigen, sind doch die in der Technik verwendeten Berylliummengen bereits erheblich, ein Beweis für die vielseitige Anwendbarkeit der Berylliumlegierungen.

Die Legierungen des Berylliums mit Kupfer bezeichnet man als Berylliumbronzen. Berylliumbronzen als Guß, ebenso wie als gewalzte Legierung, sind thermisch vergütbar. Sie lassen sich durch einen Abschreck- und Anlaßprozeß aus dem ursprünglich weichen Zustand in einen sehr harten, technisch hochwertigen Zustand überführen. Besonders ausgeprägt ist die Eigenschaft der Vergütbarkeit bei Berylliumbronzen mit einem Gehalt von 2,4 bis 3,5% Beryllium. Eine zweieinhalbprozentige Berylliumbronze erreicht durch Vergüten eine Härte von 360 Brinell und eine Festigkeit von 125—130 kg/mm².

Sie übertrifft damit in der Härte bei weitem die üblichen Bronzen und kommt in der Festigkeit bestem Federstahl nahe. Berylliumbronzen behalten ihre hohe Härte, in höherem Maße als andere Metalle, in der Wärme bei. Andererseits besitzen sie eine hohe Wärmeleitfähigkeit der Leichtmetalle mit der Warmhärte von Grauguß. Die elektrische Leitfähigkeit ist etwa doppelt so groß wie die der Aluminium- und Phosphorbronzen.

Berylliumbronzen weisen eine verschwindend geringe Ermüdbarkeit bei hoher Elastizität auf. Sie sind daher das gegebene Material für hochbeanspruchte Federn, die man bisher aus anderen Spezialbronzen herstellte. Da sie mit hervorragenden Federeigenschaften hohe Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität verbinden, kommen Berylliumbronzen mit Vorrang in Betracht für Kontakt- und Schalterfedern in elektrischen Einrichtungen sowie für Ventilsfedern in Verbrennungsmotoren. Auch für Kolbenteile, die hohe Warmfestigkeit mit guter Wärmeleitfähigkeit verbinden müssen, verwendet man dieses Material. Stahl wird mit Vorteil durch Berylliumbronze dort ersetzt, wo die Gefahr der Korrosion oder der Magnetisierung besteht.

Die Legierungen des Berylliums mit Nickel, die sich durch Beständigkeit gegen Seewasser auszeichnen, erreichen ebenfalls durch Vergüten sehr hohe Härten. Dieser hohen Härte wegen verwendet man sie für Hohlraden, Injektionskanäle und für chirurgische Instrumente.

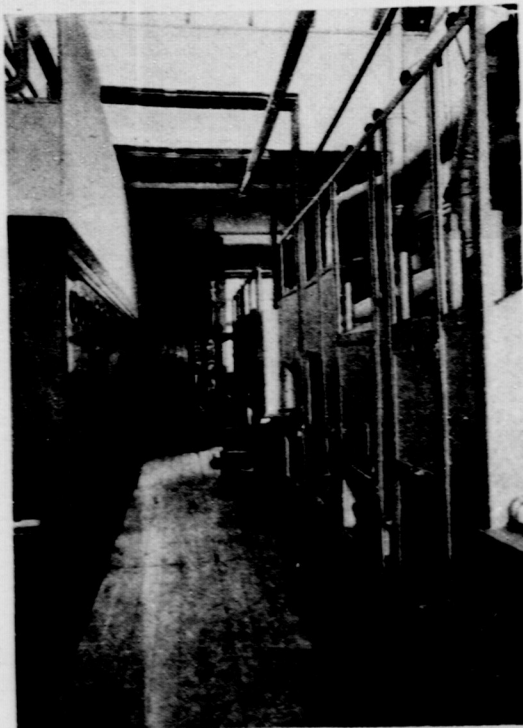
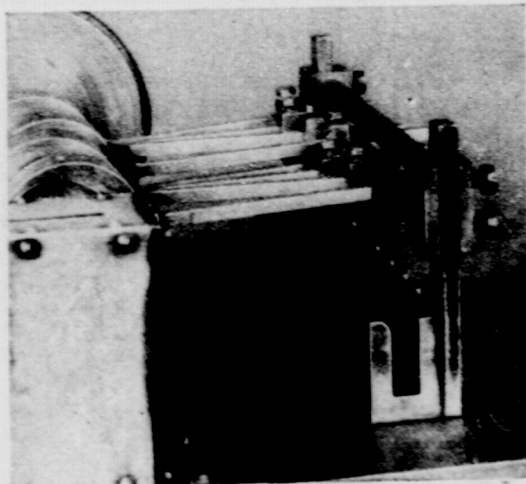
Die Berylliumspezialstähle auf Chromnickelbasis, die sich zurzeit bei der Stahlindustrie in der Entwicklung befinden, erreichen Härten bis zu 600 kg/mm². Sie verbinden damit eine hohe Säurebeständigkeit und in bestimmter Zusammensetzung auch höchste Warmhärte. Berylliumstähle verwendet man, wo korrodierender Angriff mit mechanischer und thermischer Beanspruchung besteht.



Links: Arbeiter am Berylliumschmelzofen.

Mitte: Prüfungen von Blattfedern aus Berylliumbronze auf der Federprüfmaschine.

Rechts: Ofenanlage zur Berylliumgewinnung.



Technische Blätter,
Wochenschrift zur Deutschen Bergwerks-Zeitung (Düsseldorf)
Nr. 32.

**Die Nebenprodukte der Beryllium-
fabrikation in der Glasindustrie**

Aus „Glashütte“ 1934, Bd. 64, S. 259—266.

Das in der Metallurgie vielfach Verwendung findende Beryllium wird bekanntlich durch Schmelzflußelektrolyse des Minerals Beryll gewonnen. Die hierbei anfallenden Nebenprodukte, wie Tonerde, Natriumoxyd und Kieselfluornatrium, können auf künstlichen Kryolith verarbeitet werden, die Kieselsäure ist leicht chemisch rein darstellbar und kann in dieser Form für Spezialglasschmelzen Verwendung finden.

Dr. W. H.

Lagerstätten-Chronik (Berlin)

10

Nr.

Seltene Stoffe.

Beryllium (Lithium, Uran, Radium u. a.)

In der „Ztschr. f. prakt. Geologie“ berichtet F. Vogel¹⁾ über: Die Verfahren der Berylliumgewinnung unter Berücksichtigung der Verbreitung des Elementes. Besonders geht er auf die Fluorierung ein als ein Mittel zur Verarbeitung komplexer Tonerdesilikate, deren Verwendung bisher nicht wirtschaftlich erschien, weil wertvollere Bestandteile (seltene Elemente) in dem Ausgangsmaterial nicht oder nur ungenügend vorhanden waren, die aber das Fluorierungsverfahren als Nebenprodukte mitzugewinnen gestattet.

¹⁾ „Ztschr. f. prakt. Geologie“ 42, S. 120—124 (1934).

Lagerstätten-Chronik (Berlin)

Nr. 11.

"Mining and Metallurgy" berichtete im Mai dieses Jahres von einer neuen Beryllium-Kupfer-Legierung, die mit einem Be-Gehalt von 2 bis $2\frac{1}{2}\%$ bei der Bearbeitung harter Materialien keine Funken bildet und sich deshalb besonders zur Verwendung in Erdölbetrieben und Schlagwettergruben an Stelle von Stahlwerkzeugen eignet.

Signatur Beryllium

Datum Mai 1935

Hinweisblatt

Uhren aus Beryllium

Siehe : Uhren III

Signatur

Datum

1. Sep. 1935

Berliner Tageblatt

Nr. 413

Keine Funken mehr Beryllium-Legierungen als Werkstoffe für Werkzeuge

Die auftretende Funkenbildung, besonders beim Arbeiten mit Geräten aus Kohlenstoffstahl, ist im allgemeinen eine nebensächliche Begleiterscheinung. Sie gewinnt jedoch Bedeutung und kann verderbenbringend wirken, wenn sie in mit leicht entzündlichen Gasen gemischter Luft erfolgt. Schlagwetterkatastrophen im Kohlenbergbau und Explosionen in chemischen Fabriken, deren Entstehungsursache nicht geklärt werden konnte, werden auf die Entzündung von Gasluftgemischen durch Arbeitsfunken zurückgeführt. Daher ist für die Sicherheit in explosionsgefährlichen Betrieben die Schaffung von Arbeitswerkzeugen aus funkenlos arbeitendem Metall von

grosser Wichtigkeit und wird stark gefördert. Aus diesem Grunde führte die deutsche Werkstoffforschung weitgehende Untersuchungen in dieser Richtung durch und entwickelte in den letzten Jahren eine Reihe von Metallegierungen, die die Eigenschaft der Funkensicherheit teils völlig, teils in ausreichendem Masse besitzen. So ist die Legierung von Beryllium mit Kupfer vollkommen funkenfrei, während die Legierung von Beryllium mit Nickel, die große Härte besitzt, bei starkem Anpressen an eine Schleifscheibe wohl matte dunkle Funken ergibt, aber für die Herstellung von Werkzeugen wie Hammer und Meissel im allgemeinen ausreichende Funkensicherheit hat. An Härte sind die aus Berylliumlegierungen gefertigten Geräte wie Schaufeln, Hämmer, Meißel, Schraubenzieher und Dorne dem Stahl zwar noch etwas unterlegen, aber Sonderwerkzeuge gut brauchbar.

The Manchester Guardian Commercial
Nr. 809

COBALT-BERYLLIUM-COPPER

An Improved Alloy

From a Correspondent

During recent years beryllium has attracted the attention of metallurgists as an alloying element, an alloy showing great promise being one of beryllium and copper. The disadvantage in this instance was the price, and attempts have been made to cheapen it by reducing the percentage of beryllium, but the resulting alloy showed much decreased hardness and strength. Research recently carried out by the General Electric Company of America has revealed that the copper alloys were of the precipitation-hardening type. That is to say, the copper is hardened by the critical dispersion of the beryllium-copper compound, by precipitation, through its matrix. This precipitation is brought about by first supersaturating the copper with beryllium—2.5 per cent beryllium is found to be quite ample for this,—and then controlling the precipitation of the beryllium by heat treatment.

It was decided that any third metal which would serve to make beryllium less soluble in copper would lower the amount of beryllium necessary to force precipitation. A small percentage of cobalt was so effective in lowering the solubility that only about 0.1 per cent of beryllium remained in solution at ordinary room temperature. Since only a small amount of beryllium is required to produce the requisite hardening effect, alloys containing varying small amounts of beryllium, plus an addition of cobalt, had qualities similar to those of the more expensive alloys with 2.5 per cent of beryllium. Among the advantages of the addition of cobalt is found an increase of electrical conductivity and raising of the precipitation-hardening temperature of the alloy from 275deg. c. to about 500deg. c. Moreover, the cobalt alloy remains stable at much higher temperature than an alloy without cobalt. The alloy may be produced in any form in which brass is obtained.

Technische Blätter,
Wochenschrift zur Deutschen Bergwerks-Zeitung (Düsseldorf)

Nr. 1 . .

**Fortschritte im Beryllaufschluß und in der
Herstellung von metallischem Beryllium**

Aus „Angewandte Chemie“, Nr. 48 vom
30. November 1935.

In jüngster Zeit hat das Beryllium in der Metallindustrie wesentlich an Bedeutung gewonnen, und zwar nicht nur als Legierungsbestandteil, sondern auch als sehr energisches *Desoxydationsmittel* für Schwermetalle.

Den Kernpunkt der Gewinnung des Metalls bildet der Aufschluß des *Rohberylls*, eines in der Natur vorkommenden Beryllium-Aluminium-Silikats zwecks Herstellung der für die *Elektrolyse* benötigten Salze. Um eine möglichst quantitative Ausbeute des Rohberylls zu erzielen, wurden die bisher verwendeten Aufschlußverfahren verbessert; es sind Fortschritte im Aufschluß mit Fluorverbindungen, im alkalischen Aufschluß und in demjenigen mit Säuren zu verzeichnen, die sich bewährt haben. Das frühere Natriumsilikofluoridverfahren wurde dadurch verbessert, daß das Gemisch aus berylliumhaltigem Mineral und Alkali- oder Erdalkalisilikofluorid nicht direkt auf eine bestimmte hohe Temperatur gebracht, sondern stufenweise erhitzt wird. Dadurch wird eine *nachträgliche Zerlegung* des entstandenen Berylliumfluorids praktisch vermieden und die Ausbeute an Beryllium gesteigert. Ferner gewinnt man auf diese Weise eine poröse, leicht pulverisierbare Masse, die sich gut auslaugen läßt, während nach dem alten Verfahren Sinterprodukte erhalten wurden.

Als wesentlicher Fortschritt im *alkalischen* Aufschluß kann ein in jüngster Zeit bekanntgewordenes Verfahren gelten, nach welchem im Gegensatz zu dem bisherigen Aufschluß mit Alkalien und Alkalikarbonaten, der wenig wirtschaftlich arbeitete, das Mineral mit Erdalkalioxyd, z. B. Kalziumoxyd, in großem Überschuß erhitzt wird. Dabei geht das Beryllium in ein Oxyd über, welches bei Behandlung mit gewissen Säuren in bestimmten Konzentrationen nicht angegriffen wird, während die übrigen Metalle (Eisen, Aluminium, Chrom, Kalzium)

in Lösung gehen. Durch Behandeln des Rückstandes mit konzentrierter Schwefelsäure erhält man eine Lösung von Berylliumsulfat, aus welcher mit Ammoniak reines Berylliumhydroxyd ausgefällt werden kann.

Als Neuerung auf dem Gebiete des *Säureaufschlusses* ist erwähnenswert das verbesserte Verfahren von Adamoli, welcher die berylliumhaltigen Mineralien, darunter auch ärmere Erze, brennt, aufs feinste pulvert und mit viel Wasser unter Einleiten von Kohlensäure auführt, wodurch der größte Teil des Berylliums in Lösung gebracht werden kann. Allerdings muß dieser *Extraktionsprozeß* mehrfach *wiederholt* werden. Durch Erhitzen des Minerals mit einer Menge Soda und Kalk auf 700 bis 750° Celsius vor dem Aufschluß mit Kohlensäure wird dieser wesentlich erleichtert, und es können nach diesem neuartigen Verfahren Mineralien mit weniger als 1 % Beryllium verarbeitet werden.

Was nun die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der *Herstellung von metallischem Beryllium* angeht, so hat man sich in jüngster Zeit — besonders im Ausland — erneut der Elektrolyse der Doppelchloride des Berylliums mit Alkalien zugewandt. Diese erfolgt in einer indifferenten Atmosphäre, z. B. im Wasserstoffstrom, um jede Oxydation des Berylliums zu vermeiden, und zwar elektrolysiert man möglichst bis zur Erschöpfung des Berylliumgehalts bei 720° C., gießt den Fluß aus, sammelt das an den Gefäßwandungen sitzende Beryllium und reinigt es von anhängendem Fluß. Man erhält das Metall in Form von glänzenden Blättchen, frei von Oxyd, die zu Scheiben zusammengepreßt und unter einer Decke von Chlorbarium oder einem Gemisch von diesem mit 10% Bariumfluorid zu massiven Barren zusammengeschmolzen werden.

Nach einem neuen patentierten Verfahren ist es nunmehr möglich, auch Beryllium gleich anderen Leichtmetallen durch *Destillation im Vakuum* herzustellen, wobei das Metall sich im Reduktionsofen selbst an einer stark gekühlten rotierenden Scheibe, von der nur immer ein Teil sich im Ofenraum befindet, niederschlägt (also Reduktion und Destillation in ein und demselben Ofen). Bedingung ist jedoch, daß die Reduktion des Berylliumoxyds in Gegenwart von Metallen der Chromgruppe (Chrom, Wolfram, Molybdän) erfolgt, welche katalytisch wirken und den Reduktionsprozeß beschleunigen. Mit Eisen, welches als Katalysator für die übrigen Leichtmetalle benutzt wird, wurden keine günstigen Ergebnisse erzielt, weil dieses bei der hohen Reduktionstemperatur des Berylliums im Vakuum verdampfte, während die Metalle der Chromgruppe im luftverdünnten Raum einen wesentlich höheren Siedepunkt als diejenigen der Eisengruppe besitzen.

Dipl.-Ing. E. Reitter, Neuß a. Rhein.

Frankfurter Zeitung (Frankfurt a. M.)

~~Torgener Prominentenliste (Anzeige)~~

Nr. 439

Erhöhte Sicherheit durch Beryllium

An Stellen, an denen die Betriebssicherheit die Hauptrolle spielt, begegnen wir einem neuen Werkstoff, der Beryllium enthält. Zum Beispiel mußten bisher aus Sicherheitsgründen bei elektrischen Lokomotiven die Kontaktfedern, die die Kollektorbürsten halten, etwa alle drei Wochen ersetzt werden. Durch Einführung eines neuen Federwerkstoffs, Berylliumbronze, ist die Haltbarkeit um das Sechsfache gestiegen. Ein Gebiet ähnlicher Sicherheitsanforderungen liegt bei der Federung der Fahrgestelle von Flugzeugen vor. Auch hier verwendet man wegen der höheren Bruchfestigkeit Berylliumbronze.

Beryllium war noch vor wenigen Jahren ohne Bedeutung. 1797 hat der Franzose Vauquelin es angegeben. Dargestellt wurde es zuerst 1828 von Wöhler, dem auch die erste Aluminium-Darstellung gelang. Aluminium ist das schwerste Leichtmetall. Die Reihe der Leichtmetalle erstreckt sich vom Aluminium über Strontium, Beryllium, Magnesium, Calcium, Natrium, Kalium zum Lithium. Beryllium schmilzt, ähnlich wie Stahl, bei 1285°, hat das spezifische Gewicht 1,84 und ist härter als Glas. Es ist nicht leicht zu bearbeiten, läßt sich aber zu Blättchen pressen, die man wegen ihrer hervorragenden Durchlässigkeit für Röntgenstrahlen als Röntgenfenster benutzt.

Wie oft bei derartigen Entwicklungen war im Anfang der Preis fast unerschwinglich. Noch 1922 hätte ein Pfund Beryllium, wenn es so etwas damals überhaupt gegeben

hätte, über RM 20 000 gekostet. 1931, also nach neun Jahren, kostete es RM 42. Gewonnen wird es in Stangenform und kommt als Berylliumbronze in den Handel. Durch seine hohe Elastizität bei gleichzeitig verschwindend kleiner Ermüdbarkeit wurde es schnell beliebt. Eine andere Legierung mit Nickel ist gegen Seewasser besonders beständig und gleichzeitig von großer Härte. Diese gab den Anlaß für die Verwendung als Hohladeln, Injektionskanülen und sonstiges chirurgisches Werkzeug. Auch Unruh-Spiralfedern aus einer Legierung von Nickel, Molybdän, Eisen mit einem Gehalt von 1 bis 2% Beryllium sind bekannt geworden. Sie sind unmagnetisch und nichtrostend. Man kann sie getrost anfassen, während Aufzugfedern aus gewöhnlichem Stahl schon fortgeworfen werden müssen, wenn man sie bloß mit dem Finger berührt. Die Empfindlichkeit gegen Rost stellt auch den Grund für die meisten Federbrüche dar; es genügen da schon die allerkleinsten Rostansätze. Bei Beryllium-Federn treten Brüche dementsprechend nur noch in geringem Maß auf.

Die hohe Härte und der Abnutzungswiderstand und die guten Gleiteigenschaften ließen den Gedanken aufstehen, Uhr-Lagersteine aus vergütetem Beryllium-Kupfer zu verwenden. Solche Uhren sind sehr widerstandsfähig, da diese neuen Lagersteine nicht zerpringen. Man hat das in einem geradezu rohen Versuch bewiesen, indem man Armbanduhren mit Spiralen, Federn und Lagern aus Beryllium-Legierungen ohne jeglichen Schutz in 1000 Meter Höhe aus dem Flugzeug warf. Danach

waren die Spiralfedern dieser Uhren in ihrer Arbeitsweise nicht gestört. Auch sonstige Gangteile sind aus Beryllium-Legierungen hergestellt worden. Man kann sie weich bearbeiten und nachträglich härten. Hierbei findet keinerlei Verformung statt. Das der Genauigkeit schadennde Rosten fällt daher fort.

Mit der Unempfindlichkeit des Berylliums gegen Rost ist ein weites Gebiet berührt, auf dem man bisher nur die V2A-Stähle kannte. Ihnen gleichen die Beryllium-Legierungen, die jedoch vergütbar sind. Damit lassen sich die bisherigen Schwierigkeiten in der Formgebung überwinden. Hier ist die Entwicklung noch im Fluß. Für die Aussichten, die sich bei solchen technisch-wissenschaftlichen Entwicklungen öffnen, sind die neuen, funkenlos arbeitenden Werkzeuge bezeichnend. Beim Arbeiten mit Stahlwerkzeugen entstehen Funken. Das ist überall da unerwünscht und gefährlich, wo Berührung zu befürchten ist, z. B. in chemischen Fabriken, Kraftwagen- und Lackfabriken, Bergwerken u. ä. Werkzeuge aus Beryllium-Kupfer und Beryllium-Nickel sind praktisch funkenfrei. Es stehen bereits alle Arten von Werkzeugen, wie Meißel, Hämmer, Schraubenschlüssel u. ä. zur Verfügung, die allerdings teurer als gewöhnliche Stahlwerkzeuge sind, aber wegen ihrer Eigenschaften aus Gründen der Sicherheit des Betriebes in manchen Fällen vorzuziehen sind.

Peter Jens.

Die Gewinnung des Berylliums durch Schmelzflußelektrolyse

Aus „Metals and Alloys“ Juli 1936.

Beryllium, welches die vierte Stelle im periodischen System der chemischen Elemente einnimmt, ist eines der leichtesten bekannten Metalle; sein spezifisches Gewicht beträgt nur 1,84. Wider Erwarten besitzt es hingegen einen sehr hohen Schmelzpunkt, der nahe bei 1280° C liegt. Von besonderem Interesse ist sein hoher Elastizitätsmodul (1898000 kg/qcm).

Das Metall wurde zuerst 1828 von Wöhler aus seinem Chlorid durch Erhitzen mit plattgedrückten Kugeln von metallischem Kalzium hergestellt. Erst 1889 gelang es Le Beau, Beryllium durch Schmelzflußelektrolyse von geschmolzenen Berylliumverbindungen herzustellen, und zwar benutzte er Natrium-Berylliumfluorid. Das gewonnene Metall war äußerst hart und spröde und stahlgrau bei einem Reinheitsgehalt von 92%. — Versuche, Beryllium durch thermische Verfahren aus seinen Salzen zu gewinnen, schlugen fehl; die Reduktion des Oxyds mit Kohle ergab nicht das Metall, sondern hartes und brüchiges Berylliumkarbid. — Ebenso ergaben Versuche, das Beryllium aus wässrigen Salzlösungen durch Elektrolyse herzustellen, die Aussichtslosigkeit eines derartigen Verfahrens.

Die Hauptschwierigkeiten, die bei der Ausarbeitung metallurgischer Verfahren für die Gewinnung des Berylliums zu überwinden waren, ergaben sich aus dem hohen, bei 1285° C liegenden Schmelzpunkt des Metalls, wodurch hohe Temperaturen für die anzuwendenden Verfahren bedingt wurden, ferner aus der nahen Verwandtschaft des Berylliums zum Sauerstoff bei hohen Temperaturen und endlich aus der Tatsache, daß die geschmolzenen Berylliumsalze Nichtleiter des elektrischen Stromes sind und daher den Zusatz eines Flußmittels benötigen, mit dem sie Doppelsalze bilden.

Die Entwicklung wirtschaftlicher Verfahren für die Erzeugung von Beryllium ist im wesentlichen von Deutschland gefördert worden, und so nimmt denn die Schilderung des deutschen Verfahrens von Siemens & Halske, das hier als bekannt vorausgesetzt werden darf, den breitesten Raum ein.

Das englische Verfahren wurde zuerst von Vivian beschrieben. Das Doppelfluorid von Beryllium und Natrium wurde mit einem Zusatz von Fluorbarium als Elektrolyt verwendet. Der Tiegel und die Elektrode wurden durch langes Erhitzen und Reinigen von Verunreinigungen befreit. Durch Widerstandsheizung wurde der Tiegel auf Rotglut gebracht, und nach

der Einführung von zwei Hilfsanoden in die geschmolzene Mischung stieg die Temperatur bei Anwendung von Wechselstrom bis auf 1200° C. Bei diesem Punkt wurde die aus einem wassergekühlten eisernen Rohr bestehende Kathode in das Bad eingetaucht und nunmehr Gleichstrom verwendet. Um eine gleichmäßige Ablagerung des Metalls zu erzielen, dreht sich die Kathode bei gleichzeitigem langsamem Hochheben. Während der Elektrolyse wird trockener Stickstoff in den Tiegel eingeführt. Nach der Elektrolyse wird das auf der Kathode abgeschiedene Metall mit kaustischer Soda gereinigt. Zwecks weiterer Reinigung bzw. Entfernung des Kohlenstoffgehalts muß das Beryllium sublimiert werden. Über die neueren britischen Gewinnungsmethoden berichtet H. Sloman im Journal der Londoner Gesellschaft für chemische Industrie.

Sehr wenig ist über die amerikanischen Herstellungsverfahren für Beryllium veröffentlicht worden. Ein den Kemet Laboratories 1927 erteiltes Patent beschreibt ein Verfahren, durch welches Berylliumchlorid durch den Zusatz von Erdalkalichloriden leitungsfähig gemacht wird. Die Mischung wird unter Wärmezufuhr von außen her geschmolzen. Der schmiedeeiserne Tiegel dient als Kathode, ein Kohlenstab als Anode. Es ist bei diesem Verfahren wichtig, daß der Schmelzpunkt des Metalls gerade erreicht, aber nicht überschritten wird. Ein Vortrag von Dr. Jllig vor der amerikanischen elektrochemischen Gesellschaft im Jahre 1928 wirft etwas Licht auf die praktische Durchführung des Prozesses. Der Beryll wird mit Alkali geschmolzen, mit einem Fluorsilikat behandelt und dadurch wird der Berylliuminhalt in ein Salz übergeführt, welches bedeutend weniger ätzend wirkt als das im Ausland verwendete Fluorid. Die Elektrolyse wird bei 750 bis 800° C durchgeführt. Im Vergleich mit dem deutschen

Verden!

Prozeß ist nur eine sehr geringe Spannung (5 bis 6 Volt) erforderlich. Um den Anodeneffekt zu vermindern und die Elektrolysekosten zu senken, setzt man dem Bade Berylliumoxyd zu. Das Metall wird in Form von Schuppen oder Blättchen erhalten. Wegen der geringen Verflüchtigung von Salzen und des niedrigeren Verbrauchs an elektrischer Energie scheint das amerikanische Verfahren billiger als das deutsche zu arbeiten. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß durch das Einschmelzen der Schuppen bzw. Plättchen noch weitere Kosten entstehen. Man schätzt, daß die Elektrolyse nach dem deutschen Verfahren ein Drittel der gesamten Unkosten der Berylliumerzeugung erfordert. Die Reinheit des gewonnenen Metalls soll 99,25 bis 99,5% betragen. Das Metallausbringen vom Erz bis zum fertigen Metall wird zu rund 75% angegeben.

Einer Ausdehnung des Verwendungsgebietes des Berylliums, besonders als Legierungsmetall, steht in erster Linie sein hoher Preis (40 Dollars je amerikanisches Pfund) im Wege. Bekannt geworden sind die Beryllium-Kupfer-Legierungen wegen ihrer ausgezeichneten physikalischen und mechanischen Eigenschaften.

Beryllium-Legierungen

Wir haben bereits an dieser Stelle vor einiger Zeit über die Gewinnung des Berylliums durch Schmelzflußelektrolyse und ferner über neuere Fortschritte in der Herstellung von metallischem Beryllium berichtet. Nachstehend bringen wir im Anschluß daran Ausführungen über technisch wichtige Berylliumlegierungen, besonders über die Berylliumkupferlegierungen, die wir einem Aufsatz in „Metals & Alloys“ (August 1936) entnommen haben.

Die Zukunft des Berylliums liegt in seiner Verwendung als Legierungsbestandteil, da wesentliche Verbesserungen von Metallen und Legierungen durch den Zusatz geringer Mengen von Beryllium erreicht worden sind. Charakteristische Beispiele dafür sind die *Beryllium-Kupfer-Legierungen*, in denen geringfügige Zusätze des Metalls eine einzigartige Mischung von mechanischen und elektrischen Eigenschaften bewirkt haben. Es sei daran erinnert, daß im Jahre 1933 90% der amerikanischen Berylliumerzeugung für die Herstellung dieser Legierungen verwendet wurde. Augenscheinlich hat das Metall für Kupfer dieselbe Bedeutung wie der Kohlenstoff für Eisen und Stahl. Reines Kupfer hat niedrige Festigkeitseigenschaften und geringen Widerstand gegen Formänderungen; beide werden aber durch Zusatz von Beryllium bis zu einem bei anderen Kupferlegierungen bisher nicht erreichten Grade gesteigert. Hinsichtlich der Herstellung der Berylliumlegierungen ist zu bemerken, daß die elektrolytischen Methoden der Schmelzflußelektrolyse vorherrschen, obschon ein unmittelbarer Zusatz von Beryllium zum geschmolzenen Grundmetall stellenweise üblich ist. Elektrolytische Verfahren, welche zu einer unmittelbaren Erzeugung der Legierungen führen, erhalten vor dem Zusatz des Berylliums zum Grundmetall deshalb den Vorzug, weil von verschiedenen Seiten festgestellt wurde, daß hierbei die geringsten *Berylliumverluste* auftreten.

Die Herstellung von *Beryllium-Aluminium-Legierungen* durch Schmelzflußelektrolyse einer Schmelze von Aluminium- und Berylliumfluorid, ist technisch durchgeführt worden. Die Elektrolyse erfolgt bei 1200 bis 1300° C; es wurden auf diese Weise eine Reihe derartiger Legierungen mit Gehalten von 1 bis 40% Aluminium erzeugt. Zwecks Entfernung der bei der Schmelzflußelektrolyse stets auftretenden Schlackeneinschlüsse werden die unmittelbar erzeugten Legierungen nochmals umgeschmolzen. Aluminium und Beryllium mischen sich im flüssigen Zustand in *allen* Verhältnissen, und die Tatsache, daß die Zersetzungstemperaturen der Beryllium- und Aluminiumsalze dicht beieinander liegen, ermöglicht die erfolgreiche Anwendung dieses Verfahrens.

Legierungen des Berylliums mit *Kupfer und anderen Schwermetallen* werden elektrolytisch durch Zugabe des fein verteilten Legierungsmetalls zu einem Bade von geschmolzenem *Berylliumoxyfluorid* hergestellt. Dieses

wenden

Verfahren soll mit niedrigen Berylliumverlusten arbeiten. Das zugeführte Metall sinkt auf den Boden des als Anode dienenden Graphittiegels, setzt sich dabei zu Fluorid um und löst sich im Bad auf. Schließlich wandert es zusammen mit Beryllium zur Kathode, wo sich die Legierung abscheidet. Auf diese Weise werden berylliumreiche Legierungen von Schwermetallen in Deutschland hergestellt.

In den Vereinigten Staaten zieht man den unmittelbaren Zusatz von Beryllium zum Grundmetall vor. Da Beryllium ein kräftiges Desoxydationsmittel ist, wird vor dem Zusatz desselben zum Kupferbad letzteres z. B. mit Borkarbid, Kalzium, Lithium oder Magnesium behandelt, um es von dem überschüssigen Sauerstoff zu befreien. Dadurch erreicht man einen möglichst geringen Berylliumverlust. — Das Kupferbad wird auf 1200° C erhitzt und das Beryllium in kleinen Mengen zugegeben. Das Bad wird nicht schnell gerührt, wodurch die Absorption der Gase vermindert wird. Die Gießtemperatur, 1040 bis 1090° C, hängt vom Berylliumgehalt der Legierung ab. Diese wird in Blockform gegossen, falls Wärmebehandlung oder Formgebung erforderlich ist, in Gußformen, falls erwünscht. Um Beryllium-Kupfer-Legierungen im weichsten Zustand zu erhalten, glüht man sie bei 780 bis 815° C eine Stunde lang und schreckt sie darauf in kaltem Wasser ab.

Auch die *Elektroplattierung* von Metallen mit Beryllium ist gelungen. Wenn man in einer Schmelze von Berylliumoxyfluorid und Fluornatrium die Temperatur des Bades auf 700 bis 800° C hält, ist es möglich, ein als Kathode dienendes Kupferblech mit Beryllium zu überziehen. Das so behandelte Kupferblech zeichnet sich durch eine bedeutende Härte aus. Für die Elektroplattierung von Aluminium mit Beryllium empfiehlt sich eine Badtemperatur von 550 bis 580° C und für einen Überzug auf Eisen oder Nickel eine solche von 900° C. Durch eine nachfolgende *Wärmebehandlung* bildet sich eine Oberflächenlegierung des Berylliums mit dem darunter befindlichen Metall, die als solche sehr günstige Ergebnisse in der Praxis gezeitigt hat. Es sei ausdrücklich betont, daß Beryllium aus seinen wässrigen Lösungen *nicht* elektrolytisch abgeschieden werden kann.

Die außergewöhnlichen Eigenschaften der Beryllium-Kupfer-Legierungen haben zu einer Reihe erfolgreicher Verwendungsarten geführt, welche für die Zukunft des Metalls vielversprechend sind. Einer der bemerkenswertesten Vorzüge dieser Legierungen liegt in der Tatsache, daß aus ihnen in weichem Zustande geformte und bearbeitete Gegenstände durch *nachfolgende Wärmebehandlung* Zugfestigkeitseigenschaften und Härten aufweisen, die weit über denen der heutigen *Hartbronzen* liegen. Von ganz besonderem Interesse ist die Beziehung zwischen Zugfestigkeit und Härte und der Dauer der Wärmebehandlung der Legierungen, die der Aufsatz eingehend behandelt. Die Dehnung derselben nimmt in der Mehrheit der Fälle mit steigender Härte und Zugfestigkeit ab. Was andere Eigenschaften, wie Dauerbruchgrenze, Schwingungsfestigkeit, elektrische und thermische Konstanten angeht, so stehen sie nicht in bedingtem Zusammenhang mit der durch die Wärmebehandlung hervorgerufenen Steigerung der Zugfestigkeit.

Beryllium-Kupfer-Legierungen mit 1,5 bis 4% Beryllium sind für die Wärmebehandlung am geeignetsten. Legierungen mit höherem Berylliumgehalt sind sehr *hart und spröde* und erschweren die Bearbeitung ganz erheblich. Eine Legierung mit 6% Beryllium z. B. weist eine Härte von 730 Brinellgraden auf, aber sie ist unbearbeitbar, weil es unmöglich ist, sie in eine praktische Form zu bringen. Die bearbeitbaren Beryllium-kupferlegierungen, die die größten Entwicklungsmöglichkeiten besitzen, haben 2,0 bis 2,5% Beryllium. — Das Walzen dieser Legierungen im abgeschreckten Zustande verbessert die physikalischen Eigenschaften. — Bis zu einem Berylliumgehalt von 2,5 bis 2,75% werden diese Legierungen kalt, darüber hinaus gewöhnlich warm gewalzt. Als wichtigste Tatsache sei nochmals herausgestellt, daß die Beryllium-Kupfer-Legierungen ohne jegliche Schwierigkeit geformt und bearbeitet werden können. Sie werden bereits in Form von Draht, Blech, Stäben, Röhren usw. hergestellt. Für Drahtgeflechte werden sie in Stärken entsprechend denjenigen von Phosphorbronze angeboten.

Beryllium-Kupfer-Legierungen von 1,5 bis 4% Beryllium zeigen in starkem Grade *Alterungsdurchhärtung* nach dem Abschrecken in Öl oder Wasser von 750 bis 800° C, gefolgt von einer künstlichen Alterung bei 250 bis 300° C. — Beim Schmieden oder Pressen können die Legierungen innerhalb des Temperaturbereichs von 575 bis 775° C, je nach dem Berylliumgehalt, bearbeitet werden. Die Gegenstände werden alsdann durch Glühen bei 800° C vor der üblichen Wärmebehandlung homogenisiert. Verwickelte Teile werden auf diese Weise in weichem oder halbhartem Zustande hergestellt und nochmals warmbehandelt, um die Zugfestigkeit zu erhöhen. Vergleichende Untersuchungen betreffs des *Korrosionswiderstandes* von Beryllium-Kupfer-Legierungen haben ergeben, daß letztere reichlich so gut als Zinnbronzen, aber weniger gut als Aluminiumbronzen sind.

Deutsche Bergwerks-Zeitung (Düsseldorf)

Nr. 18

**Ausbringung einer neuen amerikanischen Legierung
aus Beryllium-Kupfer**

Ende Dezember verkündete die „Brush Beryllium Co.“ die Ausbringung einer neuen Beryllium-Kupferlegierung, die nach einem erheblich billigeren Prozeß hergestellt werden soll und eine Preissenkung von 30,— \$ auf 23,— \$ je lb (bei Abnahme von 50 bis 100 lbs) gestattet. Gleichzeitig verkündet die Firma ein stärkeres Vordringen auf dem Markte für sogenannte „Master“-Legierungen von Beryllium-Kupfer. Der neue Prozeß gestatte eine beträchtliche Ausweitung der Verwendbarkeit dieser Legierung und sei auch für andere Legierungen mit Beryllium verwendbar. x

The Manchester Guardian Commercial

Nr. 891

HARDENED COPPER TOOLS

Improved Properties of Beryllium Alloys

By a Special Correspondent

EVERY engineer has probably been interested at some time or another by reading accounts of the reputed use of hardened copper tools by ancient races. Early Egyptians are supposed to have learnt the art of making copper as hard as steel, but this is not generally believed and it is rather thought that the hardness referred to was obtained, if at all, by alloys which are now used in making phosphor bronze and similar products. However, it is now established that copper treated with beryllium can be made as hard and strong as most types of hardened steel. Heat-treated beryllium copper is harder than ordinary mild steel, but it is a little softer than the steel of a knife-blade.

Beryllium was more of a chemical curiosity than anything else until it was discovered that it has an extraordinary affinity for other metals and could be used to impart very desirable properties to some. The pure metal is lighter than aluminium and more rigid than steel. It can be made from low-grade emeralds, but the ore of beryllium is beryl, which occurs in many countries, and it is only the extremely pure crystals of this beryllium-aluminium silicate which are entitled to be called emeralds or aquamarines. Beryllium is, however, so difficult to extract from its ores that its price is rather prohibitive. Early samples cost about £40 per pound, but at the present price of about £5 per pound it can profitably be utilised in some applications, and the probability is that cheaper methods of producing the pure metal will eventually be evolved.

While it is recognised that beryllium may be used in treating other metals to

obtain greatly improved qualities for certain applications, little more has yet been done than to try out its possibilities in connection with copper, and this field has been thoroughly investigated. At the start as much beryllium was added to copper as the latter could absorb, or take into solution, at a high temperature. This proved to be about 3 per cent at 1,475deg. F., and the resultant alloy was as hard as bronze and had excellent conducting properties. But the most interesting fact discovered was that beryllium is not permanently soluble in copper at ordinary temperatures. Cooled by quick quenching, the beryllium remained in supersaturated solution, but when cooled slowly all but a fraction of the beryllium crystallised out. This peculiarity favours what metallographers term "precipitation hardening," which is the most useful modern method for discovering new alloys.

It remained to evolve a proper heat treatment conducive to the rendering of beryllium in the form of keys of critical dispersion, a sub-microscopic phase of beryllium which hinders "slip" along the crystal planes. In simpler words, in an alloy which is suitably heat-treated the beryllium content seems to lock all the molecules more securely together, and this seems to impart greater resistance to the alloy. Why this should happen may not be quite understood, but as a working hypothesis it seems to meet the case. The modern hardening process for soft copper resembles that used for the well-known duralumin; the alloy is heated to 1,475deg. F. and quenched suddenly, and this gives the metal the hardness of soft

brass—about 80 Brinell. As such it can be machined or worked very easily. Then the finished part is heated for about two hours at a temperature of 525deg. F. and the copper then comes out as hard and strong as many types of hardened steel, the Brinell hardness rising to about 390—a most extraordinary change.

The possibilities of beryllium copper are evidently great. A 250-h.p. aero engine, for example, would weigh only about 70lb. if mainly constructed of the metal, and little imagination is required to visualise many other very useful applications. As the matter stands at present, however, the manufacture of beryllium copper appliances and tools is chiefly limited to special applications where its present high cost is more than offset by the advantages it confers. Copper may be hardened to some degree by other alloys, but these generally impair its conductivity; beryllium does not, and therefore beryllium copper is valuable for small electrical parts where strength and high conductivity are desired. It can usefully be employed for springs, valves, and gears, &c.; it is invaluable in applications for which steel is not so useful because of its tendency to rust, its low conductivity, its magnetic properties, or its unsuitability as bearing metal.

Again, beryllium copper will not cause sparks when a tool of this metal is dropped, and moving parts of beryllium copper are not liable to cause sparks such as might result from contacts with steel or cast iron parts in certain circumstances. Obviously this is important in many industries where inflammable products are handled, and the immunity conferred by beryllium copper may be well worth the higher cost of the metal. Naturally there are many other alloying metals which are very much cheaper than beryllium, but none seems to give such extraordinary results with copper. It is not likely, however, that beryllium will be limited to this special application, for it appears to have a remarkable effect upon some properties of nickel, and there is the further possibility that beryllium steel may be developed. Nevertheless little has been done except in connection with copper alloys for special applications where cost is of secondary importance.

Deutsche Bergwerks-Zeitung (Düsseldorf)

Nr. 282

Herstellung von elektrolytischen Beryllium-Kupferlegierungen

Dr. Colin G. Fink und Dr. Ising Nang Shen an der Elektrochemischen Abteilung der „Columbia University“, New York City, haben kürzlich über 3proz. Berylliumlegierungen elektrolytisch erzeugt, wobei sie geschmolzenes Kupfer und andererseits einen darüberstehenden Schmelzelektrolyten von Berylliumoxyfluorid, Natriumfluorid und Bariumfluorid als Elektroden benutzten. Reines Beryllium wird in Deutschland und in den Ver. Staaten dargestellt und findet Verwendung in der Röntgenstrahlentechnik. Jedoch die Kupferlegierung ist heute die wichtigste. Man macht heute funkenlose Meißel, Hämmer und andere Werkzeuge, elastische Federn, Aeroplanpropeller u. dergl. mehr. Die Zusammensetzung des Schmelzelektrolyts war folgende: Berylliumfluorid 50%, Natriumfluorid 34%, Bariumfluorid 16%. Die Badtemperatur war 1160 Grad C. Die Stromausbeute auf Beryllium bezogen war 48,7%. Die Legierung enthielt 2,85% bis 3% Be. Der Ofen bestand aus Magnesitziegeln mit Graphitauströpfung, welche das geschmolzene Kupfer und die darüberstehende Fluoridschmelze umschloß. Die Anode war ein Graphitstab. Das Vorwärmen des Ofens wurde mit 300–500 Amperes und 50 Volt vorgenommen. Später wurde die Spannung auf 120 bis 125 Volt erhöht. Um ein 3% Be-Kupfer zu erhalten, dauerte die Elektrolyse drei Stunden.

Bulletin of the Imperial Institute (London)

Nr. 4

Beryl in the Ceramic Industry.—The increasing demand during the last few years for beryl, not only as a source of metallic beryllium and its oxide, but for use as a raw material of the ceramic industry, has led to the utilisation of material which was formerly discarded as not being of gem quality.

Footnote *Prints* (1937, 10, No. 1, p. 1) contains an interesting article by D. W. Luks describing the part played in ceramics by this substance.

Beryl is found in commercial quantities principally in India, South America, Scandinavia, South Africa, Canada, and the United States, and is usually obtained from mines operated primarily for such minerals as feldspar and mica. The crystals are generally well formed, and are never found in solid veins, but are scattered throughout pegmatite or a similar matrix.

Beryl of satisfactory quality for ceramic work should contain not less than 10 per cent. of beryllium oxide, the percentage in commercial material usually ranging from 10.5 to 11.5. One or more of the oxides of potassium, sodium, lithium, caesium, calcium, iron, and chromium is nearly always present, chemically replacing the beryllium oxide in amounts varying from 0.25 to 5 per cent. The total content of alkalis, ranging from 0.5 to 2.5 per cent., is only of importance when the beryl is intended for special purposes such as the manufacture of electrical porcelain.

The author claims that by the substitution of beryl for part of the feldspar in porcelain mixes, products are obtained which have increased strength, increased electrical resistance at high temperatures, greater resistance to impact and heat-shock, and lower thermal expansion. The replacement of feldspar by beryl, however, causes the development of large amounts of cristobalite and mullite in the body, in quantities not necessarily governed by the percentage of silica in the mix, but in some way proportional to the amount of beryllium oxide present. It follows, therefore, that there is need for careful control of the amount of beryl introduced, and also of the amounts of other fluxes such as feldspar which may dissolve the cristobalite or restrain its formation.

The effect of the addition of beryl to glazes is, in most cases, very marked. Generally speaking, beryllium glazes seem to be highly fluid and of rather short firing range. Careful temperature control of the glaze oven is necessary, otherwise excessive crystallisation is apt to develop. This tendency to crystallisation can, however, be turned to advantage when compounding matt glazes designed for talc-base bodies of low expansion. One of the most striking properties of beryl is its ability to aid in the development of high temperature chrome green glazes. These colours can be produced with a certainty never previously obtained, by substituting beryllium oxide for potassium oxide in the glaze.

Hamburger Fremdenblatt

Nr. 121 A

Das Metall der Sensationen

Vom Ring des Polykrates heißt es, daß er einen wundervollen Smaragd enthalten habe. Der Edelstein stammte aus den Gruben von Zabarah am Roten Meer, die laut Hieroglyphen-Inschriften schon Anno 1650 v. Chr., also bereits vor 3600 Jahren, ausgebeutet wurden. Ebenso wie der weniger wertvolle Aquamarin ist auch der grasgrüne Smaragd eine Abart des Minerals Beryll, dessen gelbliche, undurchsichtige Kristalle bis 1000 Kilogramm schwer sein können. Erst kürzlich sind im Staate Maine, hochoben im Nordwesten der USA, Beryll-Niesen von 5 Meter Länge und 1 Meter Breite aufgefunden worden, die jetzt unter Naturschutz stehen.

Der deutsche Chemiker Richter stellte zuerst 1828 aus dem Mineral ein neues Metall her, das Beryllium. Es sieht silberweiß aus, ist leichter als Aluminium und kostete noch vor wenigen Jahren 20.000 Mark je Kilogramm. Heute, wo dank umfassender Arbeiten deutscher Forscher der Preis auf etwa 50 Pfennig für das Kilogramm niedergesunken ist, hat sich das Beryllium als wahres „Wundermetall“ erwiesen. Es dient zum „Härten“ anderer Metalle, macht sie härter und fester, gibt ihnen größere Widerstandskraft gegen Temperatur-Unterschiede und erhöht ihre Beständigkeit gegen den Einfluß von Säuren.

Die Kupfer-Legierungen des Berylliums sind funktionsicher. Sie liefern daher das geeignete Werkzeuga-Metall für Arbeiten in Strassenerien und anderen Betrieben, wo Brand oder Explosion

droht. Kupfer mit 2,5 Prozent Beryllium läßt sich zu feinsten Häutchen auswalzen, hat die Härte von Stahlguß und die Zugfestigkeit gewöhnlichen Stahls, leitet allerdings den elektrischen Strom nur ein Viertel so gut wie Kupfer. Wird dieses jedoch mit einer geringen Menge des verhältnismäßig billigen Schwermetalls Kobalt zusammen-geschmolzen und eine Spur Beryllium, 1/10 Prozent, hinzugefügt, so entsteht ein Material, dessen Leitfähigkeit die des Kupfers um die Hälfte übertrifft und dem überdies auch alle oben- genannten günstigen Charakterzüge zu eigen sind. Kupfer mit nur 1/100 Prozent Beryllium aber ist elastischer als Stahl.

Gold, für gewöhnlich weich, wird hart, falls es 2 Prozent des Wundermetalls enthält. Noch größere Härte ist dem Beryllium-Nickel zu eigen. Auch diese Legierung kann als Werkstoff für funktionsichere Hämmer und Meißel gelten, denn nur bei Verührung mit einer sich schnellstens drehenden Schleifscheibe entspringen dem Metall matte Funken. Während Federn aus Stahl etwa 2 1/2 Millionen Heben zulassen, bevor sie brechen, sollen Federn aus Beryllium-Nickel oder Beryllium-Kupfer die gleiche Prozedur 20 Millionen Male aushalten, ehe sie müde, also arbeits-unfähig geworden sind. Ein Draht aus Beryllium-Nickel vermag bis zum Reißen mehr denn das Doppelte zu tragen als ein ebenso starker Draht aus Baustahl.

Bei großer Hitze und hohem Druck mit Wasserstoff zu arbeiten, ist schwierig, weil rot-glühende Metalle das Gas durchlassen. Unbedingte Dicht jedoch hält eine Legierung aus Eisen und Beryllium. Dem Aluminium zugesetzt aber gibt das Beryllium einen Werkstoff, der Röntgenstrahlen passieren läßt und so zur Herstellung von Röntgenröhren verwendet werden kann.

John Fuhlberg-Horst

Technische Blätter,
Wochenschrift zur Deutschen Bergwerks-Zeitung (Düsseldorf)

Nr. 15

Beryllium und seine Legierungen. (Aus „Metal Ind.“, London, Bd. 56, S. 482).

In einer interessanten Abhandlung beschreibt *Henry Walter Lohse* die drei wichtigsten Verfahren zur Gewinnung von Beryllium bzw. von Berylliumlegierungen. Bei dem *Siemens-Verfahren*, bei welchem der Aufschluß des Erzes mit Kieselfluornatrium erfolgt, wird das so gewonnene Berylliumoxyfluorid der Elektrolyse unterworfen. Man gewinnt in 60%iger Ausbeute Beryllium, das etwa noch 0,3% Eisen, 0,7% Aluminium und 0,04% Kohlenstoff enthält. Der Prozeß der *Brush-Beryllium-Comp.* verfährt so, daß das Erz zunächst bei 1500 bis 1600° geglüht und dann abgeschreckt wird, worauf man mit starker Schwefelsäure zwecks Erzeugung von Berylliumsulfat behandelt. Letzteres wird nun in das Berylliumoxyd übergeführt, das mit Kohle im Elektroofen in Gegenwart jenes Schwermetalles, mit dem es legiert werden soll, zur gewünschten Legierung vereinigt wird. Nach dem dritten Prozeß, dem der *Beryllium-Product-Corporation*, führt man Berylliumoxyd mit Kohle und Chlor oder Tetrachlorkohlenstoff oder Phosgen in sublimierendes Berylliumchlorid über, das man dann mit gewöhnlichem Salz mischt und der Schmelzelektrolyse unterwirft, wobei das Beryllium in Flocken anfällt.

Leichtmetall Beryllium

Bei Leichtmetallen denkt man zunächst an Kalium und Natrium, Magnesium und Aluminium, seltener schon an Lithium, Kalzium, Barium; in neuerer Zeit kommt zu diesem das Beryllium. Der griechische Name sagt uns wenig, wird aber vertrauter, wenn man weiß, daß unsere Brille davon abstammt, da aus dem Mineral Beryll die ersten optischen Gläser geschliffen wurden, als man noch kein blasenfreies Glas herstellen konnte.

Hierbei ist schon das Hauptmineral des Beryllium-Elementes genannt, nicht ein Erz, da dieser auszeichnende Name für Schwermetallträger reserviert ist. Beryll kommt in metergroßen hexagonalen Kristallen vor, die in Brasilien zu Fenster- und Türpfosten benutzt werden, als durchsichtiges, klares Beryllium-Aluminiumsilikat, aber ein Edelstein ist, dessen farbige Varietäten Smaragd und Aquamarin besonders geschätzt sind, ebenso Chrysoberyll und der Drillinge bildende Alexandrit, ein Berylliumaluminat; seltener sind Euklas, Gado-linit, Leukophan, im ganzen über dreißig berylliumhaltige Mineralien.

Beryllfundländer sind hauptsächlich Brasilien, die USA, Ostindien, Südafrika, in Europa Spanien und Portugal. Deutschland birgt keine Schätze davon, aber Pegmatite werden jetzt auf Beryllium untersucht und Steinkohlenasche zur Gewinnung in Betracht gezogen. In Brasilien hat in den letzten fünf Jahren eine Steigerung der Produktion und Ausfuhr von Beryll um das Zehnfache stattgefunden; Südafrika (Namaqualand) wird als Zukunftsland für Berylliumgewinnung angesehen. Die Vereinigten Staaten von Amerika haben ihre Einfuhr sehr vergrößert, was auf die wachsende Bedeutung des vorher weniger beachteten Leichtmetalls hinweist.

Es ist mit 1,85 sp. G. um ein Drittel leichter als Aluminium, wenig schwerer als Magnesium; das stahlgraue Metall ritzt Glas, hat ein Zwölftel Leitfähigkeit des Kupfers, bleibt blank an der Luft und überzieht sich im Wasser mit einer schützenden Oxydschicht; die Löslichkeit in kalten verdünnten Säuren kommt zum Stillstand, konzentrierte, selbst Salpetersäure, greifen Beryllium nicht an, auch Alkalien nur wenig in der Kälte. Dargestellt wird das Element aus dem Chlorid mit Kalium oder Natrium, aus dem Oxyd mit Magnesium, technisch durch Elektrolyse im Schmelzfluß (A. Stock 1921, Goldschmidt 1925), eines Gemisches von Natrium- und Barium-Berylliumfluorid, ausgehend von Beryll, im Graphittiegel mit dem Elektrolyten und einem wassergekühlten Eisenstab als Kathode. Die Mischung muß hohe Temperatur oberhalb des Beryllium-Schmelzpunktes (1285 Grad), bei etwa 1400 Grad. Die Her-mens & Halske sowie Heraeus bewirkt; sie ist noch verhältnismäßig teuer, daher der Preis des Metalls noch hoch (1 RM pro g) gegenüber anderen Metallen, z. B. dem Zinn, mit dem verglichen seine Häufigkeit als zehnfach bezeichnet wird, so daß wohlfeilere Gewinnung sehr erstrebenswert erscheint.

In Legierungen verbessert Beryllium die Eigenschaften mancher Schwermetalle ganz außerordentlich bei geringem Zusatz, 2 bis 3 vH in Kupfer erhöhen die Härte auf das Fünffache, Streckung aufs Siebenfache, Bruch- und Biegezugfestigkeit das Dreifache; der Zerreißwiderstand beträgt 130 bis 150 kg/qmm, wie bei besonders hartem Stahl; 6 bis 7 Prozent Anteil erzeugen die Härte des besten Stahles. Auch Nickel und Eisen werden verbessert; 2 vH Beryllium erteilen Eisen eine dreifache Härte, die durch Behandlung noch gesteigert werden kann; Nickel erlangt durch solche Beimischung eine Zugfestigkeit von 183 kg, das Dreifache von nichtrostendem Stahl.

Die Legierungen leiten den elektrischen Strom sehr gut; daher werden sie immer häufiger verwendet zu Kontaktfedern an Flugzeug- und Automotoren, in der Elektroindustrie als Schleiffedern, an Ventilen, im Bergbau als nichtfunkende Werkzeuge. Ihre Verschleißfestigkeit verbürgt unbegrenzte Lebensdauer; die Beanspruchung des Berylliummetalls wird daher immer größer.

Im Kupferguß dient es als Desoxydationsmittel zur Beseitigung von Oxyd und Sulfid, setzt dabei nicht (wie Phosphor in der Bronze) die Leitfähigkeit herab. Im Eisenguß tritt es ein für Mangan, Aluminium, Vanadium, Silizium und Titan. Da es die Röntgenstrahlen nur siebenmal schwächer absorbiert, wird es an Stelle von Aluminium als Austrittsfenster für diese benutzt. In der physikalisch-chemischen Forschung hat Beryllium Bedeutung erlangt durch sein Verhalten gegen Alphastrahlen. 1930 entdeckte Bothe, daß es dabei eine neue Strahlenart aussendet, die

Chadwick als ungeladen nachwies und Neutronen nannte.

In seinen Verbindungen ist Beryllium zweiwertig wie die verwandten Alkali-Erdmetalle Kalzium und das Magnesium; die Salze schmecken süß, ebenso das schon 1797 von Vauquelin entdeckte Oxyd, die Beryllerde, die er als Glyzin, Süßerde bezeichnet hat; daher heißt noch heute in Frankreich und England zuweilen das 1828 von Wöhler gefundene Element Glyzinium. Das Nitrat dient zur Härtung von Gasglühlichtstrümpfen.

Die Gewinnung, Verarbeitung von Beryllium, seinen Legierungen und Verbindungen ist zunächst hauptsächlich in Deutschland geschehen, dessen Patente in der Welt herrschten; später wurden sie auch in den USA und England, in Italien und Japan benutzt. Es steht zu erwarten, daß die Verwendung des eigenartigen Leichtmetalls in Zukunft sich weiter steigern wird; wissenschaftliche Forschung und praktische Technik vereint, werden es diesem Ziel zuführen und so ein „seltenes“ Metall zu einem häufiger verwandten machen.

M. D.

Naturwissenschaftliche Notizen

Ein geheimnisvolles Leichtmetall

Von Anton Lübke

Eines der eigenartigsten Metalle ist das Beryllium, es gehört mit zu den leichtesten festen Elementen und verleiht auch anderen Metallen Eigenschaften, die ihren Gebrauchswert vielfach erhöhen. Mit vollem Recht hat man das Beryllium auch das „Metall der Sensationen“ genannt, weil es, nachdem man es in großem Maßstabe nach dem ersten Weltkriege in die Technik einführt, immer überraschende Eigenschaften offenbarte. Wie der Edelstein im goldenen Schmuckstück, so muß man das Beryllium unter den Metallen werten, denn oft nur ein winziger Hundertsatz Beryllium genügt, um einem anderen Metall eine durch keine andere Legierung erreichbare Eigenschaft zu verleihen.

Zuerst soll während der Französischen Revolution der französische Chemiker Vauquelin Beryllium hergestellt haben. Es erging dem Element aber ähnlich wie dem Aluminium. Das zuerst gefundene Metall war nicht rein. Wieder war es Friedrich Wöhler, der es 1828 in kleinen Plättchen und in reinem Zustand herstellen konnte. Wie so viele Entdeckungen des 19. Jahrhunderts wurde auch sie wieder vergessen. Was sollte man auch mit einem Metall anfangen, das man aus zerstoßenen Edelsteinen herstellen mußte, um nur einige Gramm dieses „Metallzuckers“ zu erhalten. Seines süßen Geschmacks wegen nennt man das Beryllium in Frankreich und England Dulcinium (dulcis gleich süß). Kostete doch dieser „Metallzucker“ um 1923 noch 100 000 RM das halbe Kilogramm. Aber bald fand man neue Gewinnungsverfahren, die den Preis rasch sinken ließen.

Bis in die Jahre nach dem ersten Weltkriege konnte man das Metall trotz zahlreicher Herstellungspatente nur in kleinen Körpern von kaum einem Gramm Gewicht herstellen. Nach dem Kriege gelang es dann dem Erfinder des Termits, Goldschmidt, und dem derzeitigen Leiter des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Chemie, Stock, auf elektrolytischem Wege größere Berylliumkörper herzustellen. Eine im Jahre 1923 gegründete Beryllium-Gesellschaft, die später wieder eingieng, und eine Anzahl deutscher Firmen, darunter die Siemens-Halske AG, widmeten sich der eifrigen Weitererforschung des Metalls. 1927 waren bei Siemens-Halske zwei Ofen in Betrieb, die bei achtstündiger Arbeit täglich 50–60 g Beryllium herstellen konnten. Inzwischen war auch der Preis schon auf 6 RM das Gramm gesunken und erreichte in den späteren Jahren eine noch niedrigere Stufe.

Es gibt nicht weniger als 34 Mineralien, die Beryllium enthalten. Am reichhaltigsten an Beryllium ist der seltener gefundene Phenakit (Kieselsäures-Beryllium) der bis zu 45 v. H. Berylliumoxyd enthält. Ein reiner Beryll enthält etwa 14 v. H. Berylliumoxyd. Am verbreitetsten ist Beryllium in der Berylliumerde. Beryllkristalle können bis zu 1000 kg schwer werden, und man hat in USA Beryll-Riesen von 5 m Länge und 1 m Breite gefunden. Geologische Schätzungen ergaben, daß unsere Erdkruste über so viel Beryll verfügt, daß jährlich 10 000 t gewonnen werden könnten. Vielleicht besitzt die Technik im Jahre 2000 so viel Beryllium aus inzwischen neu entdeckten Lagern, daß sie damit korrosionsfeste Konservendosen, die besser als die aus Zinn und Aluminium sind, herstellen kann. Aluminium und Magnesium sind ja für den Aufstieg von Me-

tallen treffende Beispiele. Während man in den ersten Jahren nach dem ersten Weltkriege kaum einige Gramm Beryllium mühsam herstellen konnte, betrug die Erzeugung im Jahre 1943 in der ganzen Welt bereits 7 500 t. Inzwischen haben sich auch die Gewinnungsstätten vermehrt. An zahlreichen Stellen unserer Erde fand man Berylliumlager: an der atlantischen Küste von Maine bis Georgia, in den Schwarzen Hügeln Nord- und Süddakotas, in Kolorado, Utah, Wyoming, Nevada, Kalifornien, Neumexiko, Arizona, Transvaal, Argentinien, Brasilien, Südafrika, Portugal, Spanien und Norwegen. Auch in Deutschland gibt es verschiedene Berylllager.

Was gibt nun dem Beryllium seine große Bedeutung für die Metallurgie? Als reines Metall wird es kaum verwandt, denn seine Härte und Sprödigkeit sind größer als Glas. Vielmehr zeigt es seine hohen Eigenschaften erst als Legierungsmetall, und zwar in kleinen Hundertsätzen.

Drei Elemente sind nach dem Atomgewicht leichter als Beryllium: Wasserstoff, Helium und Lithium. Die zwei ersten sind Gase. Beryllium ist leichter als Wasser. Vier wichtige Eigenschaften zeichnen eine Berylliumlegierung aus: Niedriger Schmelzpunkt, große Härte, doppelte Leitfähigkeit des Stahles und hohe Schmelzflüssigkeit, die die feinsten Einzelteile des Gusses auszufüllen in der Lage ist. Mit einem kleinen Zusatz Beryllium wird Gold so hart, daß man es nicht mehr schneiden kann. Ein Zusatz von nur 2 v. H. Beryllium verwandelt Kupfer zu einem stahlharten und elastischen Metall. In früheren Jahrhunderten konnte man Kupfer härten: Das Geheimnis wurde vergessen und erst in unseren Tagen durch das Beryllium wiedergefunden. Nickel, mit 2 v. H. Beryllium legiert, wird so hart, daß sich je qmm eine Zugfestigkeit von 143 kg ergibt gegenüber nur 42 und 63 kg bei Bau- und nichtrostenden Stählen. Der Legierungszusatz an Beryllium beträgt in keinem Falle mehr als 2,5 v. H. Eine ganze Reihe von Legierungen mit abgestuften Festigkeitseigenschaften sind durch Vorbehandlungen der Legierung möglich. Da Beryllium erst bei 1280 Grad, Kupfer dagegen schon bei 1100 Grad schmilzt, müßte man beim Zusammenschmelzen beider Metalle den höchsten Wärmegrad wählen, wobei sich das Beryllium nicht mit dem Kupfer vereinigte, sondern als weißes Pulver auf dem geschmolzenen Kupfer schwimmen würde. Es war deshalb erforderlich, besondere Legierungsverfahren auszuarbeiten.

Kein anderes Metall hat derart dazu beigetragen, Spitzenleistungen in der Technik zu erreichen, wie das Beryllium. Überall, wo andere Metalle versagten oder sich als unzulänglich erwiesen, da griff man zur Berylliumlegierung, die allen anderen Legierungen hoch überlegen ist. Die deutsche Technik hat auch hierin die ersten Pionierdienste geleistet. Sie bewies schon Jahre vor dem zweiten Weltkriege, was eine Ventildeder aus Berylliumnickel leisten kann. Damals staunten selbst die Amerikaner über die gewaltigen Leistungen der deutschen Rennmotoren, die mit Beryllium-Ventilfedern ausgestattet waren. (The New York Times vom 14. Mai 1939). Beryllium-Nickel-Federn sind unzerbrechlich. Wer sich auf die Technik versteht, weiß was das heißt. Federn aus Stahl brechen schon nach 2 1/2 Mill. Biegungen, eine Feder aus Berylliumnickel dagegen hält 20 Milliarden Biegungen aus, und ein Draht aus derselben Legierung vermag das doppelte Gewicht zu tragen wie ein Stahldraht. Will man hochbeanspruchte Lager, korrosionsfeste Spiralfedern, verschleißfeste Blattfedern herstellen, greift man zu einer Berylliumlegierung. Contracid-Beryllium, das nicht nur säure- und korrosionsfest ist, sondern auch

unmagnetisch, besteht aus 61 v. H. Nickel, 15 v. H. Chrom, 15 v. H. Eisen, 2 v. H. Mangan, 7 v. H. Molybdän mit einem Zusatz von nur 0,6 bis 1,0 v. H. Beryllium. Da eine Berylliumlegierung keine Funken erzeugt, dient es zur Herstellung von Bergwerks- und Ölbohrwerkzeugen. Eine Kupfer-Kobalt-Legierung mit einem zehntel Prozent Beryllium steigert die elektrische Leitfähigkeit gegenüber Kupfer um die Hälfte. Wasserstoff läßt sich in unter Druck und Hitze rotglühend gewordenem Stahl nicht bündigen, eine Berylliumlegierung dagegen ist für Wasserstoff undurchlässig. Dünne Plättchen reinen Berylliums werden statt Aluminium jetzt als Austrittsfenster der Strahlen in Röntgenröhren verwandt, weil es die Strahlen siebzehnmals besser durchläßt als ein Aluminiumplättchen, das man früher verwandte. Berylliumkupfer läßt sich auch zu dünnen, hochempfindlichen Membranen verarbeiten, die beispielsweise in Flugzeughöhenmessern verwandt werden. Mit Hilfe von Beryllium machte man in den Jahren vor dem zweiten Weltkriege eine großartige physikalische Entdeckung, nämlich die Neutronenstrahlen, die nicht nur ein ähnliches Durchdringungsvermögen wie harte Röntgenstrahlen haben, sondern auch die wichtige Eigenschaft besitzen, gewöhnliche Stoffe durch Anlagerung des Neutrons (bekanntlich ein Bestandteil des Atomkerns) an deren Atomkern in radioaktive Stoffe umzuwandeln. Die Neutronenstrahlen entstehen dadurch, daß man mit Hilfe von Radiumstrahlen aus dem Atomkern des Berylliums die elektrisch neutralen Elementarteile, die Neutronen, heraus schlägt. Auf diese Weise läßt sich Phosphor radioaktiv machen, der in dieser Eigenschaft besonders in der Heilkunde verwandt wird.

IV
Signatur Beryllium
Datum 15. Mai 1937

Lagerstätten-Chronik (Berlin)

Nr. **5**.

Welt. Über „Beryllium, Vorkommen und Gewinnung“ berichtet E. Reitler in „Metallwirtschaft“ 16, S. 419—421, 1937.