

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 36

2. September 1916

52. Jahrg.

Die Elektrometallurgie der weniger häufigen Metalle in den Jahren 1906 bis 1915.

Von Professor Dr. Franz Peters, Berlin-Lichterfelde.

(Fortsetzung.)

Die Metalle der seltenen Erden.

Bei der Elektrolyse des geschmolzenen Cerchlorids fand A. Hirsch¹ besonders folgende Schwierigkeiten: 1. Das Salz gibt keine klare Schmelze. Dies tritt ein, wenn es vorher nicht vollständig entwässert ist oder beim Schmelzen die Luft nicht möglichst abgehalten wird. Das unter diesen Umständen entstehende Oxyd oder Oxychlorid macht das Bad trübe und undurchsichtig. 2. Der Elektrolyt erstarrt, »friert ein«. Die Ursache davon ist eine zu niedrige Badtemperatur oder die Bildung einer hoch schmelzenden Verbindung, wie des Oxyds oder Karbids (von der Kohleanode her). 3. Der innere Widerstand des Bades ändert sich. Damit wächst die Badspannung und nimmt die Stromstärke ab. Sie dürfen sich aber nur in engen Grenzen ändern, wenn die Elektrolyse Erfolg haben soll. Nur dann kann die elektrische Heizwirkung auf der angemessenen Höhe gehalten werden. 4. Die Anode arbeitet unregelmäßig in bezug auf (a) Chlorentwicklung oder (b) Erhitzung. a. Die Abscheidung von Chlor an der Anode kann trotz annähernd richtiger Werte für Badspannung und Stromstärke klein werden, wenn die Badtemperatur zu niedrig oder zu hoch ist. Im erstern Fall, in dem das Chlorid nur halb geschmolzen ist, leitet es den Strom, ohne daß es wesentlich zersetzt wird; im letztern entsteht an der Kathode ein Subchlorid, das nach der Anode diffundiert und dort zum Übergang in das Chlorid Chlor verbraucht. b. Ist das Gefäß Kathode, so liefert den größten Teil der Hitze, die zum Flüssighalten des Bades notwendig ist, die Anode, an der eine hohe Stromdichte herrscht. Die Wärmemenge ist größer, wenn die Anode aus Kohle als wenn sie aus Graphit besteht. Wird ihr Durchmesser zu groß, so wird die Stromstärke, die das Bad geschmolzen erhalten muß, ungebührlich groß. Außerdem kommt die Anode dann den Gefäßwänden zu nahe, so daß der größte Teil des Stromes an dieser Stelle übergeht, während die Stelle des kleinsten Widerstandes diejenige zwischen Anode und Gefäßboden sein muß. Denn nur in diesem Fall ist guter Umlauf des Elektrolyten und Abscheidung des Metalls in Form einer zusammenhängenden Kugel gewährleistet. Wird dagegen Cer am obern Abschnitt der Gefäßwandungen abgeschieden, so wird ein Teil leicht durch die Luft oxydiert und macht dann das Bad zähflüssig. 5. Man erhält das Metall in ungeschmolzenen

Teilchen im Elektrolyten zerstreut oder darin gelöst, oder es reagiert mit dem Anolyten oder mit dem Gefäßstoff (Bildung einer Kupferlegierung oder eines Karbids). 6. Dazu können die Mißstände, die bei jeder Schmelzflußelektrolyse möglich sind, treten.

Auf die eine dieser Ursachen, nämlich auf den Umstand, daß das Metall teilweise im Elektrolyten sehr fein verblasen, dadurch Konvektionselektrolyse hervorgerufen und die Leitfähigkeit erhöht wird, haben schon früher W. Muthmann, H. Hofer und L. Weiß¹ die mangelhafte Stromausbeute (z. B. 35,7%) zurückgeführt. Dem Übelstand ist von ihnen sowie von W. Muthmann und K. Kraft² durch Zusatz von Bariumchlorid zum Elektrolyten entgegengearbeitet worden, durch den auch das Schäumen und Spritzen während der Elektrolyse aufgehoben wird, weil sich sofort ein starker Spannungsunterschied zwischen Anode und Schmelze herausbildet und der Elektrolyt die Anode nicht mehr benetzt. So gelang es, durch 100 Amp in 6 st 270 g Cer als König zu gewinnen.

Der Zusatz von Kalziumchlorid zur Cerchloridschmelze (im molekularen Verhältnis) ist dann noch, wie bereits berichtet wurde³, W. Borchers und L. Stockem patentiert worden. Sie wollen damit aber einen andern Zweck erreichen, nämlich beim Eindampfen, Entwässern und Schmelzen die Zersetzung des Cerchlorids auf ein äußerst geringes Maß zurückführen⁴. Außerdem soll das Kalziumchlorid die schädliche Wirkung geringer Mengen Phosphorsäure auf die Elektrolyse aufheben, vielleicht infolge der Bildung von Kalziumphosphat, das nicht elektrolysiert wird oder sich in der Schmelze absetzt. Nach Zusatz von Flußspat leitet die Schmelze gut.

Statt von vornherein eine Mischung der Ceritmetallsalze mit Verbindungen stärker elektropositiver Metalle (z. B. mit den Halogeniden des Kalziums oder Bariums) in molekularen Verhältnissen anzuwenden, finden es A. Kratky und W. Brückner⁵ vorteilhafter, zunächst eine Schmelze der Salze der elektropositiven Metalle herzustellen und erst nach Beginn der Elektrolyse die entwässerten Salze der zu gewinnenden Metalle allmählich nachzutragen, so daß das Ceritsalz im Bade

¹ Liebigs Ann. Chem. 1902, Bd. 325, S. 260.

² Liebigs Ann. Chem. 1902, Bd. 325, S. 262.

³ Glückauf 1906, S. 1556.

⁴ Über andere Maßnahmen, die den gleichen Zweck verfolgen, s. S. 747.

⁵ D. R. P. 263 301 vom 19. April 1911.

¹ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1911, Bd. 20, S. 75. In kürzerer Fassung bringt den Vortrag Metall. Chem. Eng. 1911, Bd. 91, S. 542.

bereits elektrolytisch abgeschiedene stärker elektro-positive Metalle vorfindet. Man gibt z. B. 3 T. Bariumchlorid, 3 T. Kalziumfluorid und 8 T. Kalziumchlorid in den elektrischen Schmelztiegel, schmilzt und fügt 10 T. entwässertes Cerchlorid allmählich zu. Mit dem Fortschreiten der Elektrolyse wird trocknes Cersalz nachgetragen, und zwar in dem Maße, wie sich Metall abgeschieden hat. Ersetzt man das reine Cerchlorid durch eine Mischung mit andern Metallsalzen, so erhält man entsprechende Legierungen. Auch kann man Verbindungen mit Metalloiden erzielen, indem man entsprechende Salze dem Cersalz beimischt, z. B. Bor-, Titan- und Siliziumverbindungen. Statt der Cersalze können auch die Salze ähnlicher Metalle, wie Lanthan usw. sowie die von Titan, Wolfram, Molybdän, Uran und Vanadium dem Verfahren unterworfen werden. Das Verfahren hat den Vorteil, daß die entstandenen Metalle gieß-, zieh- und feilbar sowie in jeder Beziehung mechanisch zu bearbeiten sind, so daß man Drähte und beliebig geformte Körper (z. B. Glühkörper für Lampen) daraus herstellen kann. So läßt sich z. B. eine Wolfram- oder Molybdän-Cerlegierung auf diesem Wege erzielen, die sich für Glühfäden elektrischer Lampen eignet.

Den Zusatz von Kalziumchlorid zum Ceritmischchlorid¹ hat H. Keller mann² nicht vorteilhaft gefunden. Es hindert die Zersetzung der Ceritchloride nicht genügend, so daß die Schmelzen auch nach Flußspatzusatz etwas breiig bleiben und an der Oberfläche eine unschmelzbare Kruste der Zersetzungsprodukte abscheiden. Das tritt beim reinen Cerchlorid nicht ein. Letzteres zerfließt auch nicht, wie sein Gemisch mit Kalziumchlorid, beim Herauslesen der Cerkügelchen. Ferner ist zu berücksichtigen, daß der Cerchloridgehalt des Gemenges bei öfterer Verwendung stark abnimmt. Schließlich ist die Stromausbeute unter sonst gleichen Verhältnissen beim Gemisch kleiner (12,7%) als beim reinen Cerchlorid (25,5 und 17,5%).

Durch den Zusatz von Fremdmetallsalzen zur Halogenidschmelze der seltenen Erdmetalle wird außerdem die Aufarbeitung der Badrückstände erschwert. W. Muthmann und L. Weiß³ haben deshalb bei ihren spätern Arbeiten reines Cerchlorid als Elektrolyten angewendet und das in ihm fein verteilte Metall zeitweise nutzbar gemacht. Sie arbeiten in dem von Muthmann, Hofer und Weiß⁴ angegebenen Ofen aus Kupferblech mit Wasserkühlung, in dessen eiförmigem Schmelzraum von 7 × 11 cm Weite und 7 cm Höhe die Schmelze in der Nähe der Kathode durch zwei in einen Wechselstromkreis gelegte und parallel geschaltete Widerstandstäbchen auf genügend hoher Temperatur gehalten wird, und wählen die Anode so dick wie möglich (bei den oben angegebenen Abmessungen 5 cm). Bemerkte man, daß die Temperatur der Schmelze infolge ihrer Anreicherung an Metallteilchen zurückgeht, so schraubt

man die Anode, die für gewöhnlich etwa 1 cm in die Schmelze taucht, tunlichst weit herunter. Dann entwickelt sich außerordentlich heftig Chlor, das einen Teil des verblasenen Cers in Cerchlorid zurückverwandelt. Nach einigen Sekunden wird die Anode so weit gehoben, daß sie den Elektrolyten gerade noch berührt. Dann gerät die Schmelze in helle Rotglut, manchmal sogar in Weißglut, so daß in ihr etwa noch fein verteiltes Metall zusammenschmilzt und sich mit dem König am Boden vereinigt. Während dieser Zeit hört die Chlorentwicklung fast gänzlich auf. Sie beginnt erst wieder, wenn die Anode von neuem etwas in die Schmelze gesenkt und die Temperatur entsprechend zurückgegangen ist.

Sehr viel schwieriger als die Darstellung des Cers und des aus Monazit sich ergebenden Mischmetalls ist die Erzeugung von Lanthan, Neodym und Praseodym, weil trotz des niedrigeren Schmelzpunktes ihrer Chloride die Metalle selbst wesentlich höher schmelzen. Sie sind in kleinerem Maßstabe von Muthmann und Weiß in dem früher von Muthmann, Hofer und Weiß¹ beschriebenen Tiegelofen dargestellt worden. Dieser unterscheidet sich von dem oben erwähnten Ofen im wesentlichen dadurch, daß der trichterförmig gestaltete (nur etwa 40 ccm fassende) Schmelzraum, der im oberen Teil durch Wasser gekühlt wird, während der Elektrolyse nicht durch Widerstandstäbchen, sondern durch die Kathode selbst, die in ihrer ganzen Länge in Rotglut gerät, erhitzt wird. Um ihr Abbrennen zu vermindern und den Stromverbrauch herabzusetzen, aber trotzdem in der Nähe der Kathode die hohe Temperatur, die zum Schmelzen von Lanthan, Neodym und Praseodym nötig ist, zu erhalten, kittet man in einen 8 mm dicken Eisenstab, durch dessen ganze Länge eine an einem Ende auf 4 mm erweiterte Bohrung geht, ein genau passendes Kohlenstäbchen mit einem Gemenge aus Zuckersirup und Kohlenpulver fest ein und läßt es 2 cm weit aus dem Eisenstabe herausragen. Der Eisenstab und seine Verbindung mit dem Kohlenstäbchen werden mit stark gedrühter Asbestschnur derart umwickelt, daß die glühende Schmelze ferngehalten wird und daß die Wicklung fest in den Stiel des Trichters paßt. Zum Einschmelzen der wasserfreien Chloride senkt man die Anode bis auf das Kohlenstäbchen, schickt 30–40 Amp bei 8 V hindurch und hebt dann die Anode allmählich, bis die Spannung auf etwa 30 V gestiegen ist.

Für die Elektrolyse selbst sind beim Lanthan 50 Amp und 10–15 V, beim Neodym 90–100 Amp und 15–22 V nötig. Im letztern Fall verbrennt die 16 mm dicke Anodenkohle allmählich. Damit die Asche nicht in die Schmelze fällt, wird 3–4 cm über dem Tiegel ein Asbestschirm angebracht, durch den die Anode gesteckt wird. Bei der Darstellung des Praseodyms darf die Stromstärke, die, wie auch sonst, anfänglich 30–40 Amp beträgt, nicht über 70 Amp wachsen und nur sehr langsam gesteigert werden. Sonst gerät die Schmelze plötzlich in heftige Bewegung und läßt weißglühende Massen aufsteigen, die sich bald zu einer schwarzen,

¹ Mit etwa 50% Cerchlorid und 50% Chloriden der andern Ceritelemente.

² Über die Darstellung des metallischen Cers und seine Verbindungen mit Arsen und Antimon, Dissertation der Technischen Hochschule Berlin, 1910, S. 21.

³ Liebigs Ann. Chem. 1904, Bd. 331, S. 19.

⁴ a. a. O. S. 256. Mit einem ähnlichen Ofen hat C. R. Böhm (Chem.-Ztg. 1910, Bd. 34, S. 361) gearbeitet.

¹ a. a. O. S. 244.

blasigen, unsmelzbaren Schlacke von im wesentlichen Praseodymdioxyd abkühlen.

Mit zusatzfreien Edelerchloriden arbeitet auch Kellermann¹. Er schmilzt sie mit Hilfe eines Glühstäbchens aus Kohle in einen in seiner ganzen Höhe mit Wasserkühlung versehenen Kupfertiegel von 150 mm oberm und 120 mm innerm Durchmesser sowie 200 mm Höhe mit Gleichstrom² ein. Durch den Boden geht die Kathode, in deren Nähe trotz der bis unten reichenden Kühlung die Schmelze noch so heiß bleibt, daß das Metall zusammenschmilzt. Die Anode besteht aus drei 350 mm langen und 10 mm starken Platten aus Achesongraphit, die unter Zwischenlage von 10 mm starken Eisenplatten außerhalb des Elektrolyten zusammengepreßt werden. Die mittlere Graphitplatte ist 50 mm, jede seitliche 30 mm breit. Die Hebevorrichtung des davon isolierten und in der Länge veränderlichen Anodenträgers gestattet³ sowohl eine grobe Verschiebung auf- und abwärts als auch eine Drehbewegung in der Wagerechten. Außerdem sind feinere Verschiebungen in der Senkrechten durch Zahnstange und Zahnrad möglich. Bei der Elektrolyse von 2 kg Ceritmischchlorid, das mit 150 Amp eingeschmolzen war, wurde⁴ mit 220 Amp bei 10 V ein einziger 300 g schwerer Metallklumpen mit 26,6% Stromausbeute erhalten. Einen 450 g schweren ergab die Elektrolyse von 2,2 kg Cerchlorid, die etwa 5 st lang ohne Störung unter denselben Strombedingungen⁵ durchgeführt werden konnte, mit 24,7% Stromausbeute. Das abgeschiedene Metall wird an der Kathode bald fest, so daß nur der unmittelbar an ihr anliegende Teil einen Karbidgehalt aufweist. Der obere größere Teil ist⁶ sehr rein (99,6%ig). Er wird es noch mehr (99,76%ig) durch Umschmelzen unter Bariumchlorid.

Statt, wie Muthmann und Weiß es in ihren letzten Arbeiten vorschlagen, die metallische Leitfähigkeit, die sich beim Sinken der Temperatur der Chloridschmelze einstellt, durch zeitweises Überhitzen aufzuheben, bleibt Hirsch⁷ bei dem Zusatz von Bariumchlorid, der dem Bade gegeben wird, sobald es weniger flüssig wird. Außerdem empfiehlt er, vor dem Cerchlorid etwas Natrium- oder Kaliumnatriumchlorid einzuschmelzen und die geringe Menge Oxyd, die sich während der Elektrolyse bildet, durch gelegentliches Einschütten von Kaliumfluorid zu lösen, so daß das Bad in gutem Fluß bleibt. Hirsch hat mit einer Graphitstabbathode⁸, die unter Isolierung mit Asbest durch ein enges Eisenrohr von unten her in ein weiteres eingeführt wurde, nur eine geringe Stromausbeute (11%) erzielen können und einen Teil des Cers als Karbid erhalten. Er zieht es deshalb vor, als Kathode ein Eisengefäß zu nehmen, das nur sehr wenig angegriffen wird. Zur Erleichterung der Entfernung der Schmelze und des Metalls nach beendeter Elektrolyse wird ein 8 cm weites Gußeisenrohr in einen 13 cm-Flansch eingeschraubt und an diesen eine Boden-

platte angebolzt. Als Anode wird in das Eisenrohr von oben ein 3 cm dicker Kohlenstab eingeführt. Man schmilzt zunächst etwas Natriumchlorid oder Kaliumnatriumchlorid ein, fügt dann Cerchlorid zu, bis die Schmelze gut leitet und elektrolysiert mit 200 Amp bei 15 V unter Nachgeben von Cerchlorid und gelegentlich (etwa halbstündlich) von kleinen Mengen Kaliumfluorid und Kaliumfluorid-Bariumchlorid-Mischung. Mit 36,5 und 41,5% Stromausbeute konnte ein 97,5- bis 97,8%iger König von Cer erhalten werden. Er ist, abgesehen von etwas Oxyd und Karbid, mit über 1% Eisen verunreinigt. Dieses läßt sich durch Kochen mit konzentrierter Schwefelsäure nicht entfernen. Man muß vielmehr ein Ceramalgam bilden und es durch Destillation bei hoher Temperatur in sehr weit getriebener Leere zerlegen.

Wie oben erwähnt wurde, muß man zur Darstellung der seltenen Erdmetalle durch Schmelzflußelektrolyse wasser- und oxychloridfreie Chloride haben. Sonst wird die Schmelze zähflüssig und trübe und für die Elektrolyse ungeeignet. Um zum Anhydrid des Cerchlorids zu gelangen, stellt Hirsch¹ zunächst das Monohydrat her. Zu dem Zweck wird über den Oxyden oder über Ammoniumceronitrat konzentrierte Salzsäure auf einem Sandbade mit Dampfheizung eingedampft und dies unter täglichem Ersatz der Salzsäure oft (bei 1,25 kg etwa 3 Wochen lang) wiederholt, bis die Zersetzung in das Chlorid vollständig ist. Dann wird die feste weiße Masse zerstückelt und auf einer Asbestplatte derart, daß die Temperatur nicht über 125° steigt, etwa 12 st lang weiter erhitzt. Das so gewonnene Monohydrat breitet man in einer Schale aus, stülpt einen Trichter darüber, der mit seinem Rand an die Schale angedichtet wird, leitet durch ein Rohr, das durch den Trichterstiel bis nahe zur Oberfläche des Monohydrats reicht, einen schnellen Strom von trockenem Chlorwasserstoff ein und erhitzt die Masse unter gelegentlichem Aufrühren. So² wird schnell, einfach und billig ein für die elektrolytische Zersetzung sehr geeignetes Produkt erhalten, das noch heiß in ein mit einem paraffinierten Kork zu verschließendes Gefäß gefüllt werden muß.

Meist stellt man die wasser- und oxychloridfreien Chloride durch Erhitzen der noch wasserhaltigen mit Ammoniumchlorid dar. Wesentlich billiger erhält die Deutsche Gasglühlicht-A. G. (Auergesellschaft)³ dasselbe Ergebnis durch Erhitzen der wasserhaltigen Chloride für sich und Behandlung des so erhaltenen Chlorid-Oxychlorid-Gemisches mit möglichst wasserfreiem Alkohol. Dieser löst nur die wasserfreien Chloride und kann durch Verdunsten der Lösung wiedergewonnen werden. Aus dem Verdunstungsrückstände werden Reste organischer Stoffe durch Erhitzen und Überleiten von trockner Luft entfernt.

Auf gänzlich anderm Wege hat das schwierige, zeitraubende und kostspielige Abtreiben des Salmiaks und die Unannehmlichkeiten, die in der Zerfließlichkeit der Chloride und der heftigen Chlorentwicklung liegen,

¹ a. a. O. S. 21.

² Die Handhabung eines Wechselstromofens ist (a. a. O. S. 30) sehr schwierig.

³ a. a. O. S. 16.

⁴ a. a. O. S. 25.

⁵ Nur in den ersten 10 min 150 Amp.

⁶ a. a. O. S. 29.

⁷ a. a. O. S. 79.

⁸ Eine ähnliche aus Eisen liefert bei hoher Stromdichte Cereisen.

¹ a. a. O. S. 65.

² Außer Chlorwasserstoff brauchen Chlor und Schwefelmonochlorid, die zur katalytischen Beschleunigung der Entwässerung vorgeschlagen sind, nicht eingeleitet zu werden.

³ D. R. P. 268 827 vom 24. Nov. 1912.

J. Scheidemandel¹ bei seinen Versuchen (über die auch W. Muthmann und L. Weiß² berichten) vermieden. Er benutzt zur Darstellung von Mischmetall³ in Mengen von mehr als 1 kg die Fluoride, die nicht hygroskopisch sind und sich einfach durch Flußsäure oder Alkalifluoride selbst aus sauern Lösungen der Erdmetallsalze quantitativ abscheiden lassen. Sie erfordern allerdings⁴, da der Schmelzpunkt beträchtlich höher liegt als derjenige der Chloride, verhältnismäßig hohe kathodische Stromdichten, ergeben dafür aber auch nur regulinisches Metall, während⁵ die Chloride (auch im Gemenge mit Kalziumchlorid) dendritisches und daneben viel verstäubtes liefern. Allein können die Fluoride nicht verwendet werden, weil⁶ ihre Schmelze die Anodenkohle nicht benetzt, so daß zu hohe Spannungen zur Überwindung des großen Übergangswiderstandes nötig werden. Geht man nicht über 40 V, so wird⁷ keine Spur von Metall erhalten. Die Stromenergie scheint nur in Wärme umgesetzt oder zuerst abgeschiedenes Metall in der Schmelze verblasen zu werden. Die Benetzung wird durch Zugabe von Oxyd erreicht. Nach aufklärenden Voruntersuchungen beschreibt Scheidemandel⁸ folgenden Hauptversuch.

Zunächst müssen aus einem Oxydgemenge, das große Mengen Fe, CaCl₂, NaCl und Sulfate enthält, reine Fluoride und Oxyde dargestellt werden. Man kocht mit Wasser aus, glüht mit Kohle im Windofen, um die ungelöst gebliebenen Sulfate in Sulfide überzuführen und das in Salzsäure unlösliche Cerdioxid aufzuschließen, löst in Salzsäure, filtriert von Kohlenstoff ab, oxydiert durch etwas Brom, bläst durch überhitzten Dampf Ammoniak so lange ein, bis Kieselsäure, Phosphate und Eisen ausgefallen sind, läßt absetzen, filtriert von dem rotbraunen Niederschlag, der bei richtigem Arbeiten nur kleine Mengen seltener Erden enthält, ab, konzentriert das Filtrat ziemlich stark, filtriert auskristallisiertes Ammoniumchlorid ab, gibt zu der heißen Lösung in einem säurefesten Tongefäß unter stetem Umrühren kieselsäurefreie Flußsäure in dünnem Strahl, läßt den sofort fallenden Niederschlag, der sich nur sehr schwer abnutschen lassen würde, sich in der Wärme absetzen, dekantiert die klare Lösung ab, rührt den Niederschlag wieder mit Wasser auf und wiederholt Absetzen und Dekantieren zweimal. Die Arbeitsweise dauert für 6 kg Fluorid 2–3 Tage. Sie liefert ein Produkt, das noch geringe Mengen von Ammoniumchlorid und Mischchlorid enthält. Letzteres ist bei der Elektrolyse nicht schädlich. Ersteres beschränkt beim Einschmelzen den Zutritt der Luft, so daß die Oxydbildung dabei herabgedrückt wird. Das feuchte Fluorid wird in dem Tongefäß auf dem Wasserbade eingetrocknet, bis es hornartig geworden ist, dann grob zerstoßen und in Schalen unter zeit-

weiligem Rühren getrocknet. Selbst bei 200–300° wird das Fluorid noch nicht zersetzt.

Das Verfahren läßt sich jedenfalls noch erheblich vereinfachen. Vielleicht ließen sich die scharf geglühten, fein geschlammten Oxyde in verdünnter Salzsäure aufschwimmen und mit Fluorwasserstoffgas behandeln, wobei ein mäßiger Teil unumgewandelt bleiben könnte.

Die schwach rosaroten Fluoride schmelzen bei etwa 900° zu einer klaren Flüssigkeit, bei schnellem Erhitzen ohne merkliche Zersetzung. Es wäre deshalb am besten, sie in einem Graphittiegel im Widerstandofen bei Luftabschluß zu schmelzen und so in den vorgewärmten Elektrolyseur einzugießen.

Die Oxyde wurden in genügender Reinheit aus den unreinen durch Fällen der salzsauern Lösung mit Oxalsäure, Abnutschen, gründliches Auswaschen und Verglühen im Windofen gewonnen.

Vor Beginn der Elektrolyse wird das Mischfluorid in einen Achesongraphit-Behälter von 140 mm Seitenlänge und 120 mm Höhe durch 1800 Amp (bei 5 V) eingeschmolzen, wobei die aus zwei Graphitplatten mit dazwischen gelegten Messingblechen bestehende Anode auf zwei Graphitprismen, die auf dem Boden liegen, gesenkt wird. Nach 40 min kann die Anode gehoben werden und die Elektrolyse ihren Anfang nehmen. Bei dieser wird nach und nach Oxyd in kleinen Mengen eingetragen, derart, daß schließlich auf 6 kg Fluorid 1,8 kg Oxyd kommen. Es wird von dem unter Verwendung von 750 Amp bei 7,5 V hellrot glühenden, ziemlich leicht beweglichen Elektrolyten glatt aufgelöst. Die Seitenwände des Ofens bedecken sich mit einer Schutzschicht.

Es gelang, die Elektrolyse mit einer Stromdichte von 9–10 Amp/qcm an der Kathode und einer von 3 Amp an der Anode ziemlich glatt durchzuführen, wenn auch zeitweise kurzschlußartige Erscheinungen auftraten¹. Unter Vernachlässigung der durch den untern Teil der Schmelze verstreuten sehr kleinen Kugeln² wurden 650 g glänzendes und schlackefreies Metall erhalten, so daß die Stromausbeute 57% betrug.

Die Ausbeute läßt sich³ sicher beträchtlich steigern, wenn⁴ die Einschmelzdauer auf etwa 10 min für 10 kg Fluorid durch Arbeiten mit 50–60 (statt 5) V bei 1000 Amp herabgesetzt wird, so daß sich viel weniger Fluorid zersetzen kann, und wenn die Benetzungsfläche der Anoden so vergrößert wird, daß für die Elektrolyse 1500–2000 Amp verwendet werden können. Dann kann man in einer verhältnismäßig geringen Menge Fluorid viel Oxyd verarbeiten, besonders, wenn das Metall zeitweise abgestochen wird, damit es bei länger dauernder Elektrolyse der Anode nicht zu nahe kommt.

¹ Über die Gewinnung der seltenen Erdmetalle durch Schmelzelektrolyse, Dissertation der Technischen Hochschule München, 1905, S. 5.

² Liebig's Ann. Chem. 1907, Bd. 355, S. 116.

³ Ein aus den Rückständen bei der Thoriumnitratdarstellung (für die Glühstrumpf-fabrikation) gewonnenes Gemenge mit etwa 45% Cer, 20% Lanthan, 20% Didym, 15% Samarium, Gadolinium, Yttrium und Erbium.

⁴ Dissert. S. 7.

⁵ Dissert. S. 16.

⁶ Dissert. S. 11.

⁷ Dissert. S. 30.

⁸ Dissert. S. 40.

¹ Diese können durch Heben der Anode um einige Millimeter je für eine Weile beseitigt werden. 50 min nach Beginn wurde, um die Elektrolyse weiterführen zu können, in Ermangelung von Fluorid dem Bade mehr Oxyd zugefügt. Das machte eine Erhöhung der Stromstärke bis auf 1000 Amp nötig und führte zu einer starken Überhitzung der Schmelze, in die infolgedessen viel Metall verblasen wurde. Aus diesem Grunde sind die Strommengen, die während 5 min unter diesen Umständen dem Bade zugeführt wurden, bei Berechnung der Stromausbeute nicht berücksichtigt worden.

² Feines Metallpulver, wie es bei der Elektrolyse der Chloride immer auftritt, war nicht vorhanden.

³ Dissert. S. 46.

⁴ Abgesehen davon, daß man, wie oben angedeutet wurde, die Fluoride schon geschmolzen einbringt.

Ziemlich schnell gelangt Hirsch¹ zum wasserfreien Cerofluorid, das beständiger und weniger hygroskopisch als das Chlorid ist, auf folgende Weise. Man digeriert zunächst in einer großen Schale auf dem Dampfbade das Oxyd mit konzentrierter Salzsäure, bis eine klare konzentrierte Chloridlösung entstanden ist, die nur einen schwachen Überschuß von Säure enthält, fällt in der Wärme mit konzentrierter Flußsäure, läßt etwas absetzen, hebert möglichst viel Flüssigkeit ab, wäscht, unter jedesmaligem Digerieren nach einigen Minuten, zweimal mit heißem Wasser und mehrmals mit 95%igem Alkohol, zentrifugiert die größte Menge des Alkohols ab, dampft ohne Dekantieren mit absolutem Alkohol zur Trockne und trocknet zuletzt bei 100° unter schließlicher Steigerung der Temperatur auf 200°.

Die Fluoride der Edelerdmetalle will die Firma Gebr. Siemens & Co.² aus einer ihrer andern Salzlösungen (z. B. aus derjenigen der Chloride) durch die Fluoride der Erdalkalien (z. B. Flußspat), des Magnesiums oder des Aluminiums fällen. Beispielsweise verwendet man Abfälle der Thoriumfabrikation und setzt zu der Lösung von 15,7 kg der Edelerden, die zur Hälfte aus Cerchlorid, zur Hälfte aus Lanthan- und Didymchlorid bestehen, in 84,3 l Wasser unter Umrühren in der Siedhitze 7,5 kg Flußspat und 1–2 kg Salzsäure, kocht (1–2 st), bis die Erdfluoride vollständig ausgefällt sind, wobei die Abscheidung vorteilhaft durch Zusatz von Kochsalz beschleunigt wird, wäscht den sich schnell absetzenden gleichförmigen Niederschlag mit Wasser, filtriert und trocknet. So werden 12,4 kg trocknes Produkt, d. h. 96% der berechneten Ausbeute, erhalten. Bei geringerm Säuregehalt der Lösung und kürzerer Einwirkungsdauer bildet sich³ ein Doppelfluorid. Dieses kann man beispielsweise gewinnen, wenn man zu der Lösung von 11 kg der Rohoxyde in einem geringen Überschuß von Salz- oder Salpetersäure, die durch Wasserzusatz auf 100 kg gebracht und zum Sieden erhitzt ist, 13 kg Flußspat gibt, ½ st kocht, den körnigen Niederschlag wäscht und trocknet. Die Ausbeute an der säureunlöslichen Verbindung beträgt 18,2 (theoretisch 18,4 kg). Aus dem Doppelfluorid entsteht durch weitere Einwirkung von Lösungen der seltenen Erden das einfache Edelerdfluorid.

Die Elektrolyse von Ceritoxiden (aus Monazit), die in die geschmolzenen Fluoride eingetragen wurden, lieferte Hirsch⁴ nur wenig Metall, das außerdem durch die Schmelze verstreut war. Bei der hohen Temperatur des Bades (etwa 1400°) entstehen Karbide, die teils als schwarze Bodenschicht auftreten, teils die Schmelze zähflüssig und für die Elektrolyse ungeeignet machen. Bei der Elektrolyse einer Lösung der Oxyde in einem geschmolzenen Gemenge der Fluoride des Kaliums und der seltenen Erdmetalle treten heftige Explosionen auf, die den größten Teil des Elektrolyten herausschleudern.

Daß die Trennung gewisser Metalle der seltenen Erden von andern durch gebrochene Elektrolyse möglich

sei, hat schon G. Krüß¹ angedeutet. L. M. Dennis² hat als Bedingung für das Gelingen erkannt, das Ansetzen der Verbindungen, die sich während der Elektrolyse bilden, wie der Hydroxyde, an den Elektroden zu verhüten. Gute Dienste leistet eine Quecksilberkathode. Man löst beispielsweise zur schnellen und vollständigen Trennung des Yttriums vom Erbium die Oxyde der Yttriumgruppe in Salpetersäure, verdampft zur Trockne, nimmt mit dem 20fachen Gewicht Wasser auf und elektrolysiert 6 st lang mit 9 V. Nachdem der Hydroxydniederschlag abfiltriert ist, wird die Lösung von neuem unter denselben Bedingungen elektrolysiert, der Niederschlag wieder entfernt und dies so oft wie nötig wiederholt. So ist es unter Anwendung einer durch einen Luftstrom bewegten Quecksilberkathode L. M. Dennis und B. J. Lemon³ gelungen, nicht nur die beschriebene Trennung, sondern auch die des Lanthans vom Didym auszuführen. Im erstern Fall sammelte sich bei Verwendung einer aus Xenotim erhaltenen Lösung der Nitrate (Atomgewicht 103,85) das Erbium hauptsächlich in den drei ersten Fraktionen (Atomgewichte 104,89, 111,00 und 109,23; Farbe der Oxyde hellgelb) an, die durch zehn-, acht- und neunstündige Elektrolyse erhalten wurden, während sich in den folgenden beiden Fraktionen (Atomgewichte 99,73 und 93,50), die bei sieben- und achtstündiger Elektrolyse entstanden, Yttrium schnell anreicherte, so daß die Endlösung, deren Oxyd sehr schwach gelb war, das Atomgewicht 92,08 (Yttrium = 89,0) ergab. Im andern Fall lieferte eine neutrale Lösung der Nitrate von Neodym, Praseodym, Lanthan und Samarium mit 50 g Oxyden in 1 l und dem Atomgewicht 140,6 durch die ersten vier Elektrolysen (6, 5, 7 und 6 st) Fraktionen mit den Atomgewichten 140,9, 141,2, 141,5 und 141,9 und hellbraunen Oxyden. Deren Farbe verblaßte bei den folgenden drei Fraktionen (Dauer der Elektrolysen 4, 5 und 4 st; Atomgewichte 141,7, 141,0 und 140,4), wurde bei der achten und neunten Fraktion (Dauer der Elektrolyse 5 und 3 st; Atomgewichte 139,6 und 139,5) schwach und sehr schwach, bis die zehnte Fraktion (4 st) und die Restlösung reines Lanthan (Farbe der Oxyde weiß; Atomgewicht 139,0 und 138,9) enthielten. Vom Praseodym allein ließ sich Lanthan schon durch sechs Fraktionen trennen.

Unter Anwendung eines Diaphragmas⁴ bei Benutzung einer bewegten Quecksilberkathode (Anode Platinblech) haben L. M. Dennis und P. A. van der Meulen⁵ die Nitratlösung (70 g Oxyde in 1 l; Atomgewicht 106,6) der Ytteritelemente, die von Cer und der größten Menge des Didyms befreit worden war, mit 5 Amp bei Spannungen, die von 7,5 auf 18 V stiegen, elektrolysiert. In den ersten vier Fraktionen sind die gefärbten Erden Erbium, Holmium und Thulium in überwiegender Menge vorhanden. Sie sind jedenfalls

¹ Z. f. anorg. Chem. 1893, Bd. 3, S. 60.

² Amer. P. 1 115 513, erteilt am 3. Nov. 1914; Metall. Chem. Eng. 1914, Bd. 12, S. 791.

³ J. Amer. Chem. Soc. 1915, Bd. 37, S. 131; Z. f. anorg. Chem. 1915, Bd. 91, S. 186.

⁴ Die im Anodenraum sich sammelnde Salpetersäure wird durch Zutropfen von Wasser und Bewahrung der Höhe des Flüssigkeitsspiegels durch einen Heber entfernt.

⁵ J. Amer. Chem. Soc. 1915, Bd. 37, S. 1963.

¹ a. a. O. S. 70.

² D. R. P. 284 889 vom 2. April 1913.

³ Zus.-Pat. 286 018 vom 18. Mai 1913.

⁴ a. a. O. S. 77.

von beträchtlichen Mengen Yttrium begleitet. Dieses bildet den Hauptbestandteil der siebenten bis neunten Fraktion. Mit ihm konzentrieren sich kleine Mengen von Cer und Neodym. Am Schluß der Elektrolyse waren im Elektrolyten keine Ammoniumsalze zugegen. Aus den vereinigten ersten vier Fraktionen (Atomgewicht 116,54) kann durch sechs gebrochene Elektrolysen wieder Erbium am Anfang und Yttrium am Ende der Reihe schnell konzentriert und das Erbium praktisch frei von Metallen der Didymgruppe erhalten werden. In der achten Fraktion, deren gegen die siebente erhöhtes Atomgewicht auf die Anwesenheit von Neodym hinweist, läßt sich letzteres ähnlich mit Leichtigkeit und Schnelligkeit von Yttrium und Erbium trennen, indem es sich in der Endfraktion anreichert. In gleicher Weise, nur viermal langsamer, lassen sich die Hydroxyde¹ getrennt aus den Chloridlösungen der seltenen Erdmetalle fällen (Anode Kohle in 0,1 normal Salzsäure). Die Zersetzungsspannungen lassen sich nicht zur Trennung benutzen, da sie nahe beieinander (bei etwa 2 V) liegen.

Die nach Muthmann und Weiß aus den reinen Chloriden erhaltenen Ceritmetalle schließen noch Gasblasen, Kohlentelchen und Schlacke ein. Sie müssen² deshalb umgeschmolzen werden. Das ist bei Cer noch leicht in einem Porzellantiegel unter Kaliumnatriumchlorid ausführbar; bei Lanthan und namentlich bei Neodym und Praseodym nicht mehr, da diese zu leicht mit Silikaten reagieren. Für sie muß man Magnesiatiegel verwenden. Zu ihrer Herstellung rührt man reine Magnesia, die im Flammenbogen geschmolzen und dann zu einem groben Pulver zerrieben ist, mit konzentrierter Boraxlösung zu einem dicken Brei an, stampft diesen 3–5 mm dick mit einer Holzform in einen Graphittiegel ein, trocknet und erhitzt im Kokswindofen auf 1600–1700°. Man füllt den Magnesiatiegel mit wasserfreiem Bariumchlorid, stellt ihn in einen Graphittiegel, der etwas von demselben Salz enthält, erhitzt im Kokswindofen auf 1200–1400°, wirft die Metallstücke hinein und hält noch etwa 15 min lang auf voller Glut.

Das Cerkarbid Ce_2C_3 hat E. Kunheim³ aus dem Cerosulfat dargestellt. Er erhitzt 2,5 kg $Ce_2(SO_4)_3$ und 2,5 kg gemahlene Retortenkohle mit 400 Amp und 40–50 V 3 st (nach beendeter Beschickung) im Lichtbogen und erhält einen zusammengesinterten dunkeln Klumpen, dessen einzelne Teile kristallinisches Gefüge haben und mit metallisch aussehenden Kugeln von bronzefarbigem Bruch durchsetzt sind. Ihr spezifisches Gewicht ist 5,358, das der nur gesinterten Teile 5,1–5,31.

Zur Herstellung von Legierungen⁴ der Ceritmetalle erscheinen ein Verfahren und ein Tiegelofen zum Schmelzen von leicht oxydierbaren Schwermetallen geeignet, auf die Patente von der Ganzschen Elektrizitäts-A.G.⁵ angemeldet sind. Die Metalle sollen in ein über ihren Schmelzpunkt erhitztes, sie nicht an-

greifendes Schmelzbad eines Salzes eingetragen und der dieses enthaltende Tiegel durch ein äußeres Schmelzbad erhitzt werden. In dieses tauchen zu dem Zweck Elektroden.

Die Wolframate und Molybdate der seltenen Erden hat die Firma Gebr. Siemens & Co.¹ den Bogenlichtkohlen zugesetzt und dadurch hohe Lichtausbeute sowie ein angenehmes, dem Sonnenlicht ähnliches Licht erzielt.

Niob und Tantal.

Zur Darstellung von Niob im kleinen macht W. v. Bolton² Niobpentoxyd mit Paraffin plastisch, preßt die Masse durch eine Düse zu Fäden, biegt diese U-förmig, wandelt das Pentoxyd durch vier- bis fünfständiges Glühen in Kohlenpulver bei heller Weißglut in Tetroxyd um, wobei die Fäden bläulichbraun, gesintert und elektrisch gut leitend werden und erhitzt in der Leere mit Wechselstrom. Aus der aluminothermisch aus Niobsäure darstellbaren Aluminiumlegierung läßt sich das Aluminium im Flambogen des Vakuumofens vollständig verflüchtigen, wenn auch langsam³.

Der spezifische Widerstand des Niobs beträgt nach v. Bolton 0,187 V. Seine elektrische Zerstäubung ist viel beträchtlicher als die des Tantals. Es kann nach W. Muthmann und F. Fraunberger⁴ passiviert und aktiviert werden. Die Aktivierung geht in Kalilauge innerhalb 10 st von -0,96 auf +0,77 V. Bei längerer Behandlung bedeckt sich das Metall mit einem bläulichen Anflug. Elektrolysiert man 0,1 normal Schwefelsäure mit Niobelektroden, so geht nach v. Bolton bei 120 V kein Wechselstrom hindurch, während die eine Phase durchgelassen wird, wenn nur die Kathode aus Niob besteht. Diese wird über 60 V mit bläulich glühenden Gasbläschen bedeckt, wenn man nach dem Vorschlag von Siemens & Halske⁵ das Niob zur Herstellung eines Elektrolyttransformators benutzt. Auch Günther Schulze⁶ hat bei Niob als Anode starke Ventilwirkung beobachtet. Diese hat U. Sborgi⁷ näher untersucht. Sie tritt schon nach sehr kurzer Zeit, also bei sehr dünner Schicht von Niobsäure, in Schwefelsäure, Karbonat- und Boratlösung auf. Dagegen geht vorher kurze Zeit Strom hindurch in Salz- und Salpetersäure, lange Zeit in Iodid- und Bromidlösungen. Dabei löst sich das Niob fünfwertig. Ist die Anode sehr dicht, so wird sie schneller undurchlässig für den Strom, weil sie nicht, wie eine weniger kompakte, zerstäubt.

Bleiniobat will W. Morrison⁸ der positiven Masse elektrischer Akkumulatoren zusetzen.

Bei der Reduktion des Pentoxyds durch nicht überschüssige Kohle im Wasserstoffstrom bei Weißglut nimmt das Tantal Wasserstoff auf, den die Siemens & Halske A.G.⁹ durch Schmelzen im elektrischen

¹ D. R. P. 216 800 vom 6. Okt. 1908.

² Z. f. Elektrochem. 1907, Bd. 13, S. 145.

³ Die Verflüchtigung dauert bei einem Klumpen von 20 g mit 185 Amp und 40 V etwa 15 st.

⁴ Sitzungsber. Bayer. Akad. 1904, S. 201.

⁵ D. R. P. 150 833 aus dem Jahre 1902.

⁶ Ann. Physik 1907, 4. Reihe, Bd. 23, S. 226.

⁷ Gazz. chim. Ital. 1912, Bd. 42, 2. Hälfte, S. 331.

⁸ Franz. P. 441 999 aus dem Jahre 1912; Rev. électr. 1914, Bd. 21, S. 172.

⁹ D. R. P. 216 706 vom 17. Nov. 1907.

¹ Sie entstehen durch Einwirkung der sich an der Kathode konzentrierenden Hydroxyionen auf die Salzlösungen.

² Muthmann und Weiß, a. a. O. S. 23.

³ Über die Einwirkung des Lichtbogens auf Gemische von Sulfaten mit Kohle, Dissertation, Berlin 1900, S. 30.

⁴ Über die mit Silizium s. später bei diesem.

⁵ Z. B. Österr. Pat. Aufgebot 6476 vom 23. Aug. 1909, Priorität vom 24. März 1909; Z. f. Elektrochem. 1911, Bd. 17, S. 186.

Vakuumofen austreibt. Benutzt man unreines Tantal als Anode in geschmolzenem Kaliumtantalfuorid, so fallen nach E. Weintraub (General Electric Co.)¹ Oxyd und Kohle zu Boden. Als Gefäßmaterial dient Tantal- oder Magnesiumoxyd.

Zur Erlangung gleichmäßiger Körper aus Tantal oder andern schwer schmelzbaren Metallen stellt die Siemens & Halske A.G.² aus dem Pulver zunächst einen hinreichend festen Körper durch Pressen oder Sintern her und erhitzt diesen dann bis zum Schmelzen durch den Lichtbogen in der Luftleere oder in einer chemisch wirkungslosen Umgebung. Dabei wird³ ein teilweises Verdampfen des Tantals dadurch vermieden, daß man es zu einer Elektrode, bei Verwendung von Gleichstrom zur positiven⁴, des Lichtbogens macht. Dann wird letzterer an dieser Stelle durch die große Metallmasse gekühlt. Der Lichtbogen geht aber⁵ bei starker Luftverdünnung schwierig über. Weniger ist das der Fall, wenn man ein Jonen aussendendes Metall-oxyd (BaO, CaO, MgO u. a.) in den Ofen bringt und zweckmäßig mit der Kathode verbindet. Den aus dem Pulver gepreßten Stab verwendet W. von Bolton (Siemens & Halske)⁶ (Tantalelektroden) als Erhitzungswiderstand in möglichst vollständiger Luftleere. Der geschmolzene Körper ist durchaus homogen und so duktil, daß er zu sehr dünnen Blechen gewalzt und in die feinsten Drähte ausgezogen werden kann. Weiter hat die Siemens & Halske A.G.⁷ gefunden, daß das Schmelzen außerordentlich schnell durch Kathodenstrahlen erfolgt. Sie treffen zweckmäßig die einzelnen Teile des Metalls nacheinander. Zu dem Zweck wird ihr Bündel von außen durch einen Magneten bewegt.

Die spezifische elektrische Leitfähigkeit des Tantals ist nach Siemens & Halske A. G.⁸ 6,85 mal so groß wie die des Quecksilbers. Der spezifische Widerstand beträgt nach M. von Pirani⁹ 0,146 Ohm und ist bei der Temperatur der Tantallampe (1750°) etwa sechsmal so groß. Den Widerstand eines fast niobfreien Drahtes von 0,5 m Länge fand A. Pécheux¹⁰ zu 16,38 (1 + 0,0025 t + 0,0000004 t²) Mikroh. Er und der Haupttemperaturkoeffizient nehmen mit wachsender Verunreinigung des Tantals mit Niob ab. Aus den Potentialmessungen von W. Muthmann und F. Fraunberger¹¹ folgt, daß Tantal elektrochemisch edler als Blei ist. Sein Normalpotential im aktiven Zustand ist nach G. von Hevesy und R. E. Slade¹² in allernächster Nähe des Kupferpotentials zu suchen. Tantal zeigt in hohem Maße Passivität. Das am stärksten passive ist um 1 V edler als Silber.

Als Anode in Schwefelsäure bedeckt sich Tantal nach W. von Bolton¹³ sofort bei Stromschluß mit

einer isolierenden Oxydschicht, die bis 200 V aushält, so daß eine solche Zelle zum Gleichrichten von Wechselstrom dienen kann. Auch in Flußsäure beobachteten Hevesy und Slade eine ganz ähnliche Erscheinung. Von Bolton und auch H. Kuebner¹ haben dagegen glattes anodisches Lösen in Flußsäure festgestellt. Nach letzterm überzieht sich Tantal in allen andern untersuchten Elektrolyten mit der nicht leitenden unlöslichen Oxydschicht, außer in völlig konzentrierter Kalilauge. In dieser geht bei höhern Temperaturen dauernd Strom über, wohl weil sich die Schicht mechanisch ablöst. Die Ventilwirkung fand Günther Schulze² am stärksten in Alkalikarbonatlösungen, in denen Spannungsdrosselungen bis zu 1000 V erhalten werden konnten. Diese sinken stark mit wachsender Konzentration des Elektrolyten. Die Formierung erfolgt schneller als die von Aluminiumanoden. Sie ist³ (bei Elektroden aus Platin und Tantal) gleich bei Natriumsulfat und Kupfersulfat. Das aus letzterm Elektrolyten beim kathodischen Stromstoß auf dem Tantal abgeschiedene Kupfer rollt beim entgegengesetzten zum größern Teil ab. Das Tantal bleibt fast völlig blank. Beim Arbeiten mit unveränderter Strömdichte (z. B. 2 Milliamp/qcm) wurde⁴ beobachtet, daß die Klemmenspannung zunächst steil ansteigt, dann nach einem Knickpunkt in der Kurve weniger steil und nach einem zweiten Knickpunkt sofort einen unveränderlichen Wert annimmt oder asymptotisch einen gleichbleibenden Höchstwert erreicht. In geschmolzenen Salzen⁵ zeigt Tantal eine Ventilwirkung, deren Höchstspannung sich ähnlich wie die des Aluminiums verhält.

Die elektrische Zerstäubung fand von Bolton⁶ in der Leere, H. Finger⁷ in Wasser gering. Dieses wird dabei sehr langsam getrübt. In Isobutylalkohol erhielt The Svedberg⁸ durch Zerstäubung mittels des elektrischen Funkens kolloides Tantal, das im durchgehenden Licht braunschwarz, im reflektierten schwarz ist.

O. Brunck⁹ empfiehlt für elektroanalytische Zwecke den Ersatz der Kathoden aus Platin durch solche aus Tantal. Die Einwände, die G. Oesterheld¹⁰ und G. Wegelin¹¹ dagegen erheben, widerlegt er in einer andern Arbeit¹². Bei der Alkalielektrolyse werden Tantalelektroden nach Brunck nicht angegriffen.

Tantal kann nach W. von Bolton¹³ durch 2–3% Silizium erheblich gehärtet werden.

Eine Legierung, die statt reinen Goldes verwendet werden kann, vor dem sie die Vorzüge größerer Härte und Elastizität besitzt, während sie andererseits auch erst bei höherer Temperatur als Tantal zu oxydieren beginnt, erhält die Siemens & Halske A.G.¹⁴ durch Erhitzen einer innigen Mischung von Tantal mit Gold

¹ Amer. P. 947 983 vom 3. Okt. 1906; erteilt am 1. Febr. 1910.

² D. R. P. 152 848 vom 20. Jan. 1903.

³ Zus.-Pat. 152 870 vom 13. März 1903.

⁴ Zus.-Pat. 153 826 vom 20. März 1903; M. von Pirani, Amer. P. 873 958 vom 18. März 1907, erteilt am 17. Dez. 1907.

⁵ Zus.-Pat. 187 285 vom 27. März 1906; Pirani, a. a. O.

⁶ Amer. P. 904 831, erteilt am 24. Nov. 1908.

⁷ D. R. P. 188 466 vom 18. Febr. 1905.

⁸ Das Tantalmetall, Charlottenburg 1912, S. 7.

⁹ Z. f. Elektrochem. 1907, Bd. 13, S. 344.

¹⁰ Compt. rend. Acad. sci. 1911, Bd. 153, S. 1140. Dort auch Angaben über die Thermokräfte.

¹¹ Sitzungsber. Bayer. Akad. 1904, S. 201.

¹² Z. f. Elektrochem. 1912, Bd. 18, S. 1001.

¹³ Z. f. Elektrochem. 1905, Bd. 11, S. 49 und 724.

¹ Z. f. Elektrochem. 1910, Bd. 16, S. 769.

² Ann. Phys. 1907, 4. Reihe, Bd. 23, S. 226.

³ Ann. Phys. 1914, 4. Reihe, Bd. 44, S. 1106.

⁴ Ann. Phys. 1911, 4. Reihe, Bd. 34, S. 657.

⁵ Z. f. Elektrochem. 1911, Bd. 17, S. 509.

⁶ a. a. O. S. 49.

⁷ Verhandl. d. deutsch. physik. Ges. 1909, Bd. 11, S. 369.

⁸ Ber. D. chem. Ges. 1906, Bd. 39, S. 1712.

⁹ Chem.-Ztg. 1912, Bd. 36, S. 1233.

¹⁰ Z. f. Elektrochem. 1913, Bd. 19, S. 585.

¹¹ Chem.-Ztg. 1913, Bd. 37, S. 989.

¹² Chem.-Ztg. 1914, Bd. 38, S. 565.

¹³ Amer. P. 925 983, erteilt am 22. Juni 1909.

¹⁴ D. P. R. 284 241 vom 4. März 1913.

oder Kupfer oder beiden Metallen in Pulverform auf hohe Weißglut, nachdem das Gemenge unter hohem Druck in zusammenhängende Körper gepreßt ist. Zur Erhitzung dient der Lichtbogen oder der elektrische Widerstand. Der Bogen geht zwischen zwei Tantal-elektroden oder zwischen einer solchen und einer andern als Unterlage dienenden aus dem Legierungsmetall über. Als elektrischer Widerstand können das Gemenge selbst oder körniges Wolfram oder Tantal dienen, womit der Tiegel oder das Rohr, das die Mischung enthält, umgeben wird.

Thorium und Zirkonium.

Zur Verarbeitung von Monazit auf Thorium verflüchtigt Ch. Backerville (Welsbach Light Co.)¹ Phosphor und Silizium und führt in die Schmelze ein Produkt ein, das beim Behandeln mit Wasser feinen Zerfall bewirkt. Im elektrischen Ofen, vorteilhaft im Tiegelofen, wird ein Gemenge aus 1 T. Monazitsand, 1,1 T. Petroleumkoks, 0,15 T. Kalziumfluorid und 0,8 T. Kalk geschmolzen, wozu Wechselstrom von 100–300 Amp und 25–60 V geeignet ist. Die Phosphorsäure wird reduziert. Aus der Kieselsäure bildet sich Siliziumtetrafluorid. Durch die Gegenwart von Kalk entsteht Kalziumkarbid, das beim Behandeln mit Wasser zersetzt wird und so die Masse zersprengt. Der Kalk wird abgeschlämmt und der Rückstand mit Säuren behandelt. Aus der Lösung wird dann das Thorium nach einem der üblichen Verfahren von den Ceritverbindungen befreit. Die bekannte Reduktion des Thoriumchlorids durch Natrium will W. C. Arsem (General Electric Co.)² in Stahltiegeln vornehmen, die im elektrischen Vakuumofen³ erhitzt werden. Durch etwas beigemengtes Kaliumchlorid wird die Schmelze leichter flüssig. Die Umsetzung vollzieht sich bei 700°. Darauf wird durch Steigerung der Temperatur sämtliches Natrium abdestilliert. Nach Behandeln der Schmelze mit Wasser und verdünnter Salpetersäure bleibt das Thorium als Pulver zurück. Dieses wird mit 20–100% Magnesiumfeilspänen gemischt und in Magnesittiegeln im Vakuumofen geschmolzen, bis das Magnesium wieder völlig verdampft ist. Man wäscht den porösen König mit Salpetersäure, preßt ihn und zieht zu Draht aus. Dieser ist wegen seiner großen mechanischen Festigkeit und seines guten Leuchtvermögens für Glühlampen gut verwendbar.

Zur elektrolytischen Gewinnung des Metalls eignen sich seine geschmolzenen Alkalidoppelchloride. H. Moissan und O. Hönigschmid⁴ elektrolysieren die Schmelze des K_2ThCl_6 ⁵ bei etwa 600° mit 3,5 Amp und 110 V zwischen Graphitelektroden im bedeckten Tiegel in einer völlig sauerstofffreien Stickstoffatmosphäre oder in U-Röhren aus Porzellan verhältnismäßig

kurze Zeit¹. Nach dem Ausziehen der Schmelze mit Wasser bleibt Thorium, das mit Oxyd (5–15%) verunreinigt ist, zurück. Auch H. von Wartenberg² hat nur ein höchst unreines Metall³ erhalten können. Er gibt in einen 800° warmen bedeckten schwach konischen Achesongraphittiegel, der in einen Porzellantiegel paßt und als Anode dient, ein vorher zusammengeschmolzenes Gemenge aus Natrium- und Kaliumchlorid, dann Thoriumchlorid, leitet trocknen Stickstoff ein und elektrolysiert mit Achesongraphitkathode. Das an dieser abgeschiedene Thorium erscheint baumartig und wird desto feinkörniger, je höher die Stromstärke und je niedriger die Ofentemperatur ist. Nach dem Laugen mit Wasser wird der Metallklumpen mit einer Zange zerdrückt, der Metallgries gründlich ausgewaschen, zur Befreiung von Kohlenbrocken mit Methylenjodid geschlämmt und unter tüchtigem Durchreiben mit Alkohol und Äther gewaschen. Die Ausbeute beträgt 40%. Vom Oxyd läßt sich das unreine Produkt nach Moissan und Hönigschmid durch Umschmelzen im Lichtbogen befreien. Man kann so silberweiße Metallkugeln erhalten, die sich in Salzsäure vollständig, ohne Hinterlassung von ThO_2 , lösen.

Thorium, das auch Oxyd enthalten kann, schmilzt die Siemens & Halske A.G.⁴ vor seiner Verwendung zu Glühlampenfäden längere Zeit durch Hindurchschicken eines elektrischen Stroms, um es homogener zu machen und fremde Bestandteile zu verflüchtigen oder zu zerstäuben. E. Weintraub (General Electric Co.)⁵ macht es beim Schmelzen, ähnlich wie das Bor, zur Anode eines Quecksilberlichtbogens im Vakuumofen⁶.

Glühfäden aus Thorium mit 2% Kohlenstoff leiten nach C. R. Böhm⁷ elektrisch gut, schrumpfen aber. Allein ist Thoriumkarbid zu unbeständig. Nach W. S. Weedon⁸ liefert das Karbid nur als Anode einen hinreichend und charakteristisch leuchtenden Bogen.

Thoriumkarbid (ThC_2) hat E. Kunheim⁹ im elektrischen Ofen aus Thoriumsulfat dargestellt. Erhitzt man 5 kg des entwässerten Salzes mit 8,5 kg gemahlener Retortenkohle, so tritt unter starker Entwicklung weißer Dämpfe ein Schmelzen schwierig und selbst bei dreistündigem stärkstem Erhitzen, nur teilweise ein. Der erhaltene schwarze Klumpen zerspringt beim Zerschlagen in kristallinische Stücke von gelber, schwefelkiesähnlicher Farbe und großer Härte. Sie laufen an der Luft schnell dunkel an und riechen unangenehm nach Kohlenwasserstoffen. Das bronzefarbene Pulver hat das spezifische Gewicht 8,25. Das Produkt war mit etwa 7% Graphit durchsetzt.

Zirkonium konnten R. Kremann, J. Lorber und R. Maas¹⁰ aus dem Sulfat in alkalischer oder wein-

¹ Z. B. $\frac{1}{4}$ – $\frac{3}{4}$ st. Bei längerer Dauer der Elektrolyse wird der Tiegel zu stark angegriffen.

² Z. f. Electrochem. 1909, Bd. 15, S. 867.

³ Mit 88,2% Th, 11,6 ThO_2 , 0,04 Na, 0,03 Si, 0,06 Fe und 0,15 C.

⁴ D. R. P. 194 319 vom 30. März 1906.

⁵ Amer. P. 997 882 und 997 883, erteilt am 11. Juli 1911.

⁶ Beispiele für diese Ofen bringen die Patentschriften.

⁷ Chem.-Ztg. 1907, Bd. 31, S. 1037.

⁸ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1909, Bd. 16, S. 226.

⁹ Über die Einwirkung des Lichtbogens auf Gemische von Sulfaten mit Kohle, Dissertation der Technischen Hochschule Berlin, 1900, S. 28.

¹⁰ Monatsh. f. Chem. 1914, Bd. 35, S. 581.

¹ Amer. P. 1 087 099 vom 26. Febr. 1912, erteilt am 17. Febr. 1914; J. Ind. Eng. Chem. 1912, Bd. 4, S. 821.

² Amer. P. 1 035 098 vom 16. Juli 1913, erteilt am 27. Jan. 1914; Chem.-Ztg. 1914, Bd. 38, Repert. S. 588.

³ Beschreibung in Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1906, Bd. 9, S. 153.

⁴ Ann. Chim. Phys. 1906, 8. Reihe, Bd. 8, S. 182; Monatsh. f. Chem. 1906, Bd. 27, S. 635.

⁵ Statt dessen $KThF_6$ zu verwenden, bietet nach A. Duboin (Ann. Chim. Phys. 1909, 8. Reihe, Bd. 17, S. 955) keine besondern Vorteile.

saurer Lösung und aus dem Oxychlorid, dessen Lösung mit geringen Mengen Ferrosalz versetzt war, nicht abscheiden.

Das aus Kaliumzirkoniumfluorid durch Natrium reduzierte Zirkonium wird als schwarzes, beim Auslaugen mit Wasser oder Natronlauge ziemlich stark oxydiertes Pulver erhalten. Dieses läßt sich im elektrischen Vakuumofen schmelzen. Zu dem Zweck pressen L. Weiß und E. Neumann¹ aus dem fein zerriebenen Pulver durch 60 t/qcm Stifte, erhitzen sie in reinem Wasserstoff 2 st lang auf die höchste in einem Verbrennungsofen erreichbare Temperatur und führen sie von oben und unten als Elektroden in die kegelförmigen Endungen eines kupfernen doppelwandigen Zylinders ein. Sie pumpen aus diesem die Luft aus, lassen Wasserstoff zuströmen, evakuieren wieder unter Zuströmen dieses Gases, bis nur noch ein Druck von 10–11 mm herrscht und erzeugen² unter Kühlung des Gefäßes und der Elektrodenhalter einen Lichtbogen zwischen den Stiften. Der untere kathodische kommt höchstens auf Rotglut, während der obere anodische (bei 2–3 mm Elektrodenentfernung) unter starker Lichtentwicklung abschmilzt und auf die untere Elektrode abtropft, wo er Stalagmiten bildet. Im Stickstoffstrom unter gewöhnlichem Druck tropft die Anode sehr träge ab und gibt Stalagmiten, die an der Oberfläche dunkler als die in Wasserstoff erhaltenen sind und Hohlräume haben. Dieselben Ergebnisse werden im Stickstoffvakuum erhalten. Ähnlich wie das Zirkoniumpulver läßt sich die Aluminiumlegierung, »kristallisiertes Zirkonium«, schmelzen. Arbeitet man lange oder wiederholt das Schmelzen öfter, so verflüchtigt sich aus kleinen Mengen das Aluminium vollständig.

Der elektrische Widerstand des (karbidhaltigen) Metalls ist nach J. Koenigsberger und K. Schilling³ kleiner als der von Kohle, Silizium oder Titan und hat seinen niedrigsten Wert bei etwa -100° . Das für Glühfäden verwendete Zirkoniummaterial, das nach C. R. Böhm⁴ ein Gemenge mit einem niedern Oxyd darstellt, wird nach ihm erst elektrisch leitend, wenn sich durch hochgespannte Ströme Karbide gebildet haben. Erst solche mit 14% C leiten gut. Werden kleine Zirkoniumkristalle in 3%iger Schwefelsäure formiert, so zeigen sie nach L. H. Walter⁵ ausgesprochene Ventilwirkung (meist bis 105 V) als Anoden in Schwefelsäure und Lösungen von Natriumwolframat, Lithiumcitrat, Ammoniumborat, Kaliumdichromat und Natriumkarbonat.

Die Verwendung des Zirkoniums oder seiner Legierungen an Stelle des Titans zum Desoxydieren beim Metallguß schlagen A. Lesmüller⁶ und L. Weiß⁷ vor. Legierungen des Zirkoniums mit Kupfer, die bei Gehalten von 1,13, 1,34 und 2,01% Zr gelb, bei solchen von 12,03% Zr weißlichgelb sind, hat K. Metzger⁸

in elektrischen Widerstandöfen aus Mischungen der Metalle oder ihrer Oxyde bei Gegenwart von Kohle erzeugt. Bei sehr starken Strömen lassen sich vielleicht Verunreinigungen von Silizium und Eisen entfernen. Eisenlegierungen mit 40–90% Zr stellt J. L. Brown¹ im elektrisch geheizten Tiegel aus dem Oxydgemenge durch Reduktion mit Aluminium oder Kohle her. Wenig Titandioxyd begünstigt die Reaktion. Das Titan tritt mit in die Legierung ein und erhöht ihren Wert.

Um das Pulvern des Zirkonkarbids vor seiner Verwendung als Schleifmittel unnötig zu machen, bleibt O. Ruff² beim Erhitzen von Zirkondioxyd in einer kohlendenden oder seines Gemenges mit Kohle in einer reduzierenden Atmosphäre unter der Schmelztemperatur des Karbids. Beispielsweise wird ein Gemenge von 1 T. Zirkondioxyd mit 0,3 T. Kohle in einem Graphittiegel zunächst bis 1900° erhitzt, bei welcher Temperatur sich lebhaft Gas zu entwickeln beginnt, dann die Hitze langsam bis zum Aufhören der Gasbildung gesteigert und schließlich auf 2100° gebracht. Die Höhe der Endtemperatur bestimmt bis zu einem gewissen Umfang den Feinheitsgrad des Karbids. Die Helligkeit des zwischen Zirkoniumkarbidelektroden erzeugten Lichtbogens soll nach S. A. Tucker³ größer sein als die des Titankarbidgebogens. W. S. Weedon⁴ bestreitet dies.

Versuche zum elektrischen Schmelzen von Zirkondioxyd hat L. Weiß⁵ angestellt. Die im elektrisch erhitzten Kohlenrohr schlugen fehl. Das darin eingestampfte Oxyd frittete zu Stäbchen, die durch Hohlräume oder Karbid voneinander getrennt waren. Dagegen ist der elektrische Lichtbogen brauchbar. Nur muß eine unmittelbare Berührung der geschmolzenen Masse mit der Kohle vermieden werden. Dies wird durch Benutzung eines elektromagnetischen Gebläses erreicht, das vorteilhaft Stromstärken von mindestens 500 Amp zuläßt. Das fein gepulverte Zirkoniumdioxyd wird unter 8000 kg/qcm Druck zu Stiften gepreßt. Diese werden mit der Bunsenflamme und dem Knallgasgebläse vorgeglüht. Bestehen die Stifte aus reinem Zirkoniumdioxyd, so müssen sie sehr dünn sein und an den vier Längsseiten nacheinander mit dem Lichtbogen behandelt werden. Die äußere geschmolzene Schicht ist nämlich fast völlig wärmeundurchlässig. Die geschmolzene Masse ist schön weiß, emailleartig und hat matten Fettglanz. Leichter lassen sich die Stifte aus dem unreinen Oxyd vollständig durchschmelzen. Das Produkt ist rötlichgrau und dem natürlichen Glaskopf sehr ähnlich. E. Podszus⁶ erzeugt den Lichtbogen im Oxyd. Ist die obere Elektrode etwas von der untern entfernt, so bildet sich um den Bogen herum ein Hohlraum, dessen Wandung aus teigiger oder geschmolzener Masse besteht. Letztere läuft nun nach unten, bedeckt die untere Elektrode und übernimmt deren Rolle. Dazu muß die untere Zuführungselektrode und namentlich

¹ Z. f. anorg. Chem. 1910, Bd. 65, S. 262.

² mit 60–70 Amp und 20–25 V bei 13 cm langen, 0,5 cm dicken und 1 cm breiten Stiften.

³ Physikal. Z. 1908, Bd. 9, S. 347.

⁴ Chem.-Ztg. 1907, Bd. 31, S. 985.

⁵ Electrician 1913, Bd. 71, S. 1057.

⁶ D. R. P. 231 002 vom 18. April 1909.

⁷ Amer. P. 982 326 vom 15. Sept. 1910.

⁸ Über Zirkon- und Wolframlegierungen, Dissertation der Technischen Hochschule München, 1910, S. 51.

¹ Amer. P. 1 151 160; Eng. Min. J. 1915, Bd. 100, S. 639; Z. f. anorg. Chem. 1916, Bd. 29, Teil 2, S. 150.

² D. R. P. 286 054, vom 10. Juli 1914.

³ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1909, Bd. 16, S. 226.

⁴ ebenda.

⁵ Z. f. anorg. Chem. 1910, Bd. 65, S. 212.

⁶ D. R. P. 290 498 vom 3. Dez. 1912. Das Verfahren ist auch auf Thoriumdioxyd und auf andere schwer schmelzbare Stoffe anwendbar, die bei mäßigen Temperaturen Nichtleiter sind und bei hohen zu Leitern zweiter Klasse werden.

ihre Berührungsstelle mit der Schmelze dauernd auf sehr hoher Temperatur gehalten werden. Dies wird durch passende Wahl der Elektrodendicke und sichere Einbettung in das stark wärmeisolierende Schmelzgut erreicht. Der Lichtbogen wird schließlich möglichst lang gemacht. Dann wird nämlich die elektrische Energie zum überwiegenden Teil im Bogen selbst und nicht an den Elektroden in Wärme umgesetzt, so daß die Masse schneller schmilzt. W. Boehm¹ will beim Schmelzen als anfänglichen Leiter Alkalihydroxyd-lösung verwenden.

Das Zirkoniumdioxyd eignet sich² hervorragend zur Herstellung hoch feuerbeständiger und thermisch sowie chemisch sehr widerstandsfähiger Tiegel und Ziegel. Die verschiedensten Geräte daraus bringt seit einer Reihe von Jahren das Nernstlampenwerk der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in den Handel. Sie

¹ Amer. P. 1 099 133, erteilt 1914.

² vgl. u. a. H. C. Meyer, Metall. Chem. Eng. 1914, Bd. 12, S. 791; 1915, Bd. 18, S. 263; Chem. News 1915, Bd. 112, S. 38; ferner O. Ruff und G. Lauschke, Z. f. anorg. Chem. 1914, Bd. 87, S. 198.

scheinen nach Weiß¹ unter Anwendung eines alkalischen Bindemittels hergestellt zu sein. Ohne ein solches erzeugt sie die Firma Dr. O. Knöfler & Co.² Mit Tiegeln aus Gemengen von Zirkoniumdioxyd und Ton, die von C. W. Goebel & Söhne hergestellt waren, hat Weiß³ gearbeitet. Ein Gemenge mit geschmolzenem Quarz, das als Zirkonglas oder Z-Siloxyd bezeichnet wird, liefert Dr. Franz Wolf-Burckhardt. Es hat nach F. Thomas⁴ gegenüber Quarzglas höhere Bruch- und Druckfestigkeit, neigt weniger zur Entglasung und ist widerstandsfähiger gegen Alkalien und basische Metalloxyde. Gegenstände aus den gewöhnlichen feuerfesten Stoffen will H. Herzfeld⁵ mit Zirkonium- oder Thoriumdioxyd überziehen. O. Knöfler & Co.⁶ schlagen das Zirkoniumdioxyd als Masse mit unveränderlicher Porosität für flammenlose Oberflächenverbrennung vor. (Forts. f.)

¹ a. a. O. S. 223.

² D. R. P. 285 934 vom 22. Jan. 1913 und Zusätze 287 276 vom 24. Jan. 1913 sowie 287 554 vom 29. Nov. 1913. Wie Zirkoniumdioxyd sind auch Thoriumdioxyd und die seltenen Erden verwendbar.

³ a. a. O. S. 221.

⁴ Chem.-Ztg. 1912, Bd. 36, S. 25.

⁵ D. R. P. 239 992 vom 8. Febr. 1914.

⁶ D. R. P. 284 395 vom 21. Febr. 1914.

Die Reinigung von Pumpen und Steigleitungen.

Von Ingenieur M. Schimpf, Essen.

Viele Grubenwasser haben die unangenehme Eigenschaft, besonders in den Zentrifugalpumpen und Steigleitungen Ansätze zu bilden, welche die Leistungsfähigkeit der Wasserhaltungen verringern und unnötigen Kraftaufwand verursachen. Die Ansätze wachsen mit der Betriebsdauer, verengen die lichten Durchgänge der Laufräder sowie die Spielräume zwischen den festen und umlaufenden Teilen, wodurch diese dann nach kurzem Stillstand so fest sitzen, daß die Pumpe auseinandergebaut werden muß.

Je nach der Natur der Ansätze kann man chemische oder mechanische Mittel zu ihrer Beseitigung anwenden.

Auf einigen Zechen des Ruhrbezirks ist mit Erfolg verdünnte Salzsäure zur Reinigung benutzt worden. Wo die Ansätze erhebliche Mengen Bariumverbindungen enthalten, versagen alle chemischen Mittel; man wendet dann mit Erfolg die heiße Wasserstofflamme zum Absprengen des Steins an.

Auf einer Zeche werden die Zentrifugalpumpen regelmäßig nach 1000 Betriebsstunden auseinandergenommen und gereinigt. Wider Erwarten saßen plötzlich die Pumpen schon nach der halben Betriebszeit fest. Daher lag die Vermutung nahe, daß sich die Zusammensetzung der Zuflüsse geändert hatte, was aber nach der chemischen Untersuchung der Wasser nicht der Fall war.

Als Ursache wurde vielmehr folgendes ermittelt: Die Zuflüsse einer tiefen Sohle, die sich durch hohen Salzgehalt auszeichnen, wurden durch verhältnismäßig kleine Pumpen gehoben und nur etwa 1000 m vom

Pumpensumpf entfernt mit den andern Wassern gemischt. Nach Anlage von größern, elektrisch angetriebenen Zentrifugalpumpen liefen diese Wasser den Pumpen der Hauptwasserhaltung zu, ohne daß sie größere Räume zur Mischung durchflossen hatten. Die frühere Laufzeit der Pumpen von 1000 st stellte sich sofort wieder ein, nachdem die salzhaltigen Wasser zur Erzielung einer ausgiebigen Mischung durch eine söhliche Leitung ins Feld geführt worden waren.

Die Pumpen der tiefen Sohle arbeiteten meist 3000 Betriebsstunden und zeigten keinen Ansatz.

Bei jeder Pumpenöffnung werden auch die Rückschlagklappe und der Schieber nachgesehen und gereinigt; ferner wird der Zustand der anschließenden Leitungen geprüft.

In den Steigleitungen finden sich ebenfalls Ansätze die sich oft wesentlich von denen in den Pumpen unterscheiden.

Je nach den Eigenschaften der mineralischen Beimengungen des Wassers ist der Ansatz steinhart, wie Lehm knetbar oder schleimig. Einfaches Ablassen der Leitung oder Einführung von Spülwasser vom Tage her führen nur bei losem Ansatz zum Ziel. Zur Entfernung härterer Ansätze, besonders in söhlichen Leitungssträngen, ist es erforderlich, die Rohre auszubauen und einzeln von Hand zu reinigen. Diese Arbeit ist bei der Schwere der Rohrstücke und den beschränkten Raumverhältnissen in den Pumpenkammern lästig und außerdem kostspielig. Daher empfiehlt es sich, den Steinansatz auf seine Löslichkeit in verdünnter Salzsäure zu unter-

suchen und gegebenenfalls eine chemische Reinigung vorzunehmen.

Bei großen Teufen haben die Steigleitungen einen solchen Inhalt, daß sich die chemische Behandlung, die sich sonst bewährt hat, wesentlich teurer stellt als die nachstehend beschriebene mechanische Reinigung, die mit einem dem Oberingenieur Kroll in Essen-Borbeck geschützten, in Abb. 1 dargestellten Fallmeißel vorgenommen wird.

Der Meißel wird senkrecht über der Rohrleitung an einem Seil aufgehängt. Dieses geht über eine Scheibe zu einem gewöhnlichen Förderhaspel, der mit einer Auslösung versehen ist, so daß man den Meißel frei am Seil fallen lassen kann. Sein größter Durchmesser ist etwa 10 mm kleiner als der ursprüngliche lichte Durchmesser des zu reinigenden Rohres.

Der Meißel selbst besteht aus 3 Hauptteilen, dem Stempel *a*, den 4 Messern *b* und dem Rundmesser *c*. Der Stempel *a* ist im Durchmesser etwas kleiner als die noch freie Öffnung des zu reinigenden Rohres. Die Messer *b* sollen den Steinansatz in 4 Teile schneiden. Der Stempel *a* verhindert die Verstopfung der Leitung und läßt die gelösten Massen erst fallen, wenn der Meißel wieder angehoben wird, während das Rundmesser *c* noch etwa stehengebliebene Teile des Ansatzes beseitigen soll. Der untere Teil der Steigleitungen endigt meist in einen Krümmer. Diesen baut man zweckmäßig aus und schließt zur Aufnahme des beseitigten Ansatzes einen Luttenstrang an, der zu einem Zug Förderwagen im Füllort führt. Beim Bohren läßt man etwas Spülwasser laufen und stellt einen Beobachter an, der dem Haspelführer das etwaige Ausbleiben des Wassers durch Fernsprecher meldet.

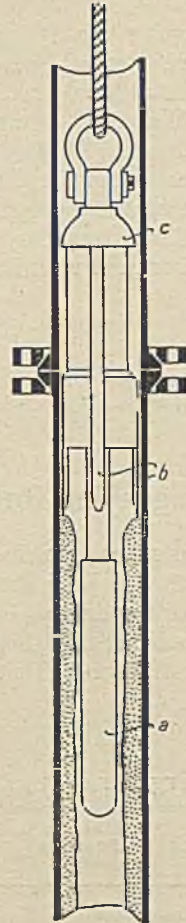


Abb. 1. Fallmeißel von Kroll zur Reinigung von Steigleitungen.

Über einige Erfahrungen mit dieser Vorrichtung soll kurz berichtet werden.

Auf einer Zeche hatte der Steinansatz zum größten Teil knetbar lehmige Beschaffenheit, nur die dem Wasser zunächst liegende Schicht zeigte steinartige Festigkeit. Vermutlich war hier während der Betriebszeit eine Veränderung in der Beschaffenheit des Grubenwassers eingetreten. Das Bohren ging ganz regelmäßig vor sich, so daß in 2 Tagen etwa 500 m Leitung gereinigt waren. Die Bohrarbeit wurde nur kürzere Zeit dadurch unterbrochen, daß sich etwa handgroße Zinkstücke in einem Teil der innen und außen verzinkten Leitung vorfanden. Diese wurden durch einige Schläge aus größerer Fallhöhe schnell entfernt. Bei etwa 250 m Bohrfortschritt meldete der Beobachter im Schacht,

daß kein Wasser mehr ausfließe, trotzdem wurde weiter geschlagen, aber bald ein Nachlassen der Bohrwirkung bemerkt. Plötzlich fiel der Bohrer etwa 100 m ab und der Beobachter gab an, daß der Rest des Ansatzes in einem Stück von der Fallhöhe des Bohrers abgegangen sei. Hierbei wurde die Luttenleitung zertrümmert.

Bei der Steigleitung in einem andern Schacht derselben Zeche wurde ihr unterer Teil durch eine gleich weite Hilfsleitung mit einem abgedämmten Teil des Sumpfes verbunden. Die Reinigung ging ohne Störung vor sich, bis bei etwa 530 m selbst nach 150 Schlägen kein Fortgang in der Bohrarbeit mehr zu beobachten war, weil sich die Leitung verstopft hatte. Versuchsweise wurde an Stelle des Stempels *a* ein unten offenes längeres Rohr eingebaut, um den Innenraum wieder frei zu machen. Währenddessen hatte der Maschinensteiger von oben Wasser in die Leitung laufen lassen und den Pumpenwärter beauftragt, das Rohr abzuklopfen. Infolgedessen löste sich plötzlich die Verstopfung und mit großem Getöse stürzte der Inhalt der Leitung in den Sumpf.

Die Reinigung der beiden Leitungen von je 300 mm lichter Weite und etwa 660 m Länge verursachte folgende Kosten:

	M
1 Fallmeißel	600
1 Holzbock nebst Kosten für zweimaliges Aufstellen und Entfernen des Bockes mit Lufthaspel	1100
Löhne über und unter Tage einschließlich Ein- und Ausbau des Fernsprechers	200
	zus. 1900

Das Herausfordern des Schlammes und das Reinigen des Sumpfes ist nicht einbegriffen.

Das Aussehen der zweiten Leitung nach Ausbau der Anschlüsse zur Pumpe in der Pumpenkammer ergibt sich aus Abb. 2, die ein ausgefrästes Stück des Steinansatzes zeigt; der daraus erkennbare noch freie Querschnitt des Rohres betrug etwa ein Sechstel des ursprünglichen. Durch die Leitung sind in 7 Jahren rd. 9 000 000 cbm Grubenwasser gefördert worden.

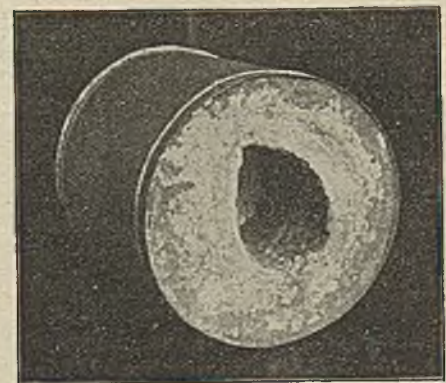


Abb. 2. Ausgefrästes Stück des Steinansatzes.

Als die erste Leitung gereinigt war, wurden 6 cbm/min mit einer Pumpe durch beide angeschlossene Leitungen

gehoben. Die gereinigte Leitung 1 endigt nach 200 m Söhliger Führung in 6 m Höhe über Tage, während die Leitung 2, die man noch nicht gereinigt hatte, unmittelbar an der Rasenhängebank in den Abflußgraben ausgießt. An beiden Ausgußstellen wurden Überfallwehre zur Wassermessung angebracht. Durch die gereinigte Leitung flossen 5,56 cbm/min, durch die 6 m tiefer endigende Leitung 2 nur 0,56 cbm/min aus.

Auf einer andern Zeche war der Steinansatz so fest, daß die Messer *b* wiederholt ausgewechselt werden mußten. Die Reinigung nahm hier infolgedessen mehrere Wochen in Anspruch.

Auf Gruben, deren Wasser zu Steinansatz neigen, ist es empfehlenswert, die Zentrifugalpumpen so zu bemessen, daß bei reiner Leitung der Regulationsschieber etwas gedrosselt werden muß. Bei eingetretener Verschmutzung kann dann der Schieber weiter geöffnet werden, damit die gewöhnliche Leistung aufrecht-

erhalten bleibt. Wird beobachtet, daß der Motor trotz vollständiger Schieberöffnung und ordnungsmäßigem Zustand der Pumpe nicht mehr die volle Ampèrezahl aufnimmt, dann erscheint es ratsam, die Steigleitung zu reinigen.

Bei starken Zuflüssen spielt die Wirtschaftlichkeit des Wasserhaltungsbetriebes eine nicht zu unterschätzende Rolle. Daher ist auch eine nur geringe Erhöhung des Stromverbrauches zu vermeiden. Wie im Betriebe beobachtet worden ist, bringt schon eine 10%ige Verengung der Steigleitung eine wesentliche Erhöhung des Kraftverbrauches der Pumpe mit sich, so daß es sich schon bei Verschmutzungen in diesem Umfang empfehlen dürfte, eine Reinigung der Steigleitung vorzunehmen. Außerdem soll man von vornherein die Abmessungen der Steigleitung mit Rücksicht auf etwaige Verschmutzungen reichlich bemessen, da sich diese Mehrkosten der Anlage durch Ersparnis im Kraftverbrauch reichlich bezahlt machen.

Die privaten Regalberechtigungen im Ruhrbezirk.

Im Beginn der neunziger Jahre war den Bergbautreibenden des Ruhrbezirks bei der großen Miquelschen Steuerreform nach jahrzehntelangen Bemühungen die Beseitigung der Bergwerksabgabe gelungen, die als Ausfluß des staatlichen Bergregals in einem aliquoten Teil des Rohertrages der Bergwerke (nach stufenweiser Herabsetzung in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts zuletzt mit 1%) erhoben wurde. Die damalige Steuerreform brachte jedoch nicht die Beseitigung der Abgabe im vollen Umfang, sie wurde nämlich nicht aufgehoben, sondern nur außer Hebung gesetzt. Diese Form hatte der Gesetzgeber gewählt, um die Weitererhebung der Abgabe für die standesherrlichen Regalinhaber zu sichern, die bei einer Aufhebung der Bergwerkssteuer durch Staatsgesetz in Gemäßheit der s. Z. mit ihnen abgeschlossenen Verträge zum Teil ihrer Berechtigung verlustig gegangen wären, da für manche von ihnen die Beschränkung bestand, daß die von ihnen erhobene Abgabe den Betrag der entsprechenden (der allgemein gesetzlich bestimmten) landesherrlichen Abgaben niemals übersteigen dürfte. So war also nach der Außerhebungsetzung der Bergwerksabgabe an den Staat ab 1. April 1905 die an Privatberechtigte zu leistende Abgabe noch weiter zu entrichten. Die rechtliche Verpflichtung hierzu ist zwar auf dem Prozeßwege bestritten worden, allein das Reichsgericht hat die Berechtigung des Regalinhabers zur Weitererhebung der Abgabe anerkannt.

Diese Berechtigungen, die uns wie ein Rest aus mittelalterlicher Zeit anmuten, stützen sich auf den Artikel 14 der Deutschen Bundesakte vom 8. Juni 1815 und auf die Bestimmungen der Königlichen Verordnung, betreffend die Verhältnisse der vormals unmittelbaren

deutschen Reichsstände in den preußischen Staaten, vom 21. Juni 1815, sowie der Instruktion wegen Ausführung dieser Verordnung vom 30. Mai 1820 (s. Kreutz: Die wirtschaftliche Entwicklung des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbaues in der zweiten Hälfte

Zahlentafel 1.

Bergwerksabgaben an den Herzog von Arenberg

Jahr	Zahl der pflichtigen Zechen	Betrag M.	Jahr	Zahl der pflichtigen Zechen	Betrag M.
1866	1	379,47	1892	13	265 750,16
1867	1	514,26	1893	13	280 665,06
1868	1	847,27	1894	13	301 857,33
1869	2	2 376,97	1895	13	387 243,30
1870	2	5 695,15	1896	13	423 757,04
1871	2	6 767,48	1897	13	468 301,76
1872	2	12 064,05	1898	13	508 379,58
1873	2	20 924,22	1899	13	581 705,74
1874	2	24 484,39	1900	13	725 384,69
1875	3	17 969,62	1901	13	754 489,97
1876	4	21 299,58	1902	14	727 964,57
1877	6	18 131,50	1903	14	791 876,74
1878	7	23 245,92	1904	16	816 277,94
1879	9	27 543,41	1905	16	862 991,31
1880	9	40 371,90	1906	18	1 073 201,81
1881	9	49 722,69	1907	18	1 210 132,75
1882	9	54 391,21	1908	19	1 385 672,27
1883	9	62 256,62	1909	19	1 373 429,01
1884	10	66 100,24	1910	20	1 427 544,84
1885	11	75 266,97	1911	20	1 482 977,30
1886	11	84 412,60	1912	22	1 602 265,27
1887	11	101 037,20	1913	24	2 035 567,97
1888	12	125 770,85	1914	26	1 852 462,17
1889	13	149 459,33	1915	26	1 619 638,26
1890	13	229 428,94			
1891	13	267 392,98			
				insges.	24447 391,66

Zahlentafel 2.
Bergwerksabgaben an den Herzog von Arenberg in den Kalenderjahren 1904–1915.

Gesellschaft oder Zeche	1904	1905	1906	1907	1908	1910	1911	1912	1913	1914	1915
	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„
Arenbergische A.G.	96724,24	101978,00	129138,76	125807,65	158454,23	150770,87	148771,58	154833,61	202949,29	175681,46	168651,59
Arenberg Forts. . .	—	—	—	—	—	—	—	28562,25	45420,43	48060,72	44001,46
Auguste Victoria	—	—	1681,63	8323,17	23038,18	41785,30	44770,19	49701,68	51889,46	44019,49	37211,10
Brassert	—	—	—	—	—	439,75	2033,07	7667,79	30609,19	32713,39	27854,82
Kgl. Bgw.-Direkt.	35935,49	42149,20	56404,75	68015,66	90821,33	156546,67	190188,03	224212,69	324475,26	321854,50	266220,63
davon											
Berginspektion 2	35935,49	42149,20	56404,75	67211,99	68068,75	94014,67	109503,03	124449,68	153958,29	130742,47	97075,84
„ 3	—	—	—	—	19458,00	62532,00	80685,00	93598,60	132584,74	138914,02	107487,75
„ 4	—	—	—	803,67	3294,58	—	—	—	3526,50	8852,33	11252,09
„ 5	—	—	—	—	—	—	—	6164,41	34405,73	43345,68	50401,95
Emscher-Lippe . . .	—	—	163,26	2000,45	13598,06	50071,00	55791,00	59916,69	67985,43	62151,13	41497,99
Ewald	75814,89	93024,08	117276,85	137122,71	148274,27	144661,85	152505,53	177118,61	228453,59	202509,67	149318,84
davon											
Ewald	71735,50	90978,37	111291,66	119719,00	121417,49	116673,05	118030,35	132572,22	162650,24	143999,01	110969,36
Ewald Fortsetzg. .	4079,39	2045,71	5985,19	17403,71	26856,78	27988,80	34475,18	44546,39	65803,35	58510,66	38349,48
Friedrich d. Große	1075,84	1421,21	2837,78	2673,57	3090,29	4555,88	7997,54	8478,60	8306,49	8264,57	8553,43
Graf Bismarck . .	99253,49	98957,22	115300,41	115070,83	120395,44	125314,61	122357,83	134896,99	174767,20	150471,77	116111,12
Gutehoffnungs- hütte (Oster- feld, Vondern) .	63270,91	72759,94	92736,46	100959,66	108769,25	119531,00	119425,42	106479,68	115937,05	96194,49	82933,65
Harpen	126994,25	128032,56	144743,88	167121,03	179053,59	150596,27	144875,85	147316,23	174049,09	155221,33	145492,89
davon											
Hugo	60836,79	60963,20	71883,23	81018,46	89527,53	86451,37	84971,09	88251,18	103362,63	86186,33	82503,05
Recklinghausen . .	66157,46	67069,36	72860,65	86102,57	89526,06	64144,90	59904,76	59065,05	70686,46	69035,00	62989,84
Hibernia	141655,87	147578,58	183197,12	205874,23	211913,40	192327,42	183849,25	192110,87	225666,39	195179,29	161766,80
davon											
Schlägel u. Eisen	74315,51	79722,72	100101,09	116268,73	118949,42	98424,90	101230,84	102978,77	116050,14	108914,42	87667,57
General Blumen- thal	67340,36	67855,86	83096,03	89605,50	92963,98	93902,52	82618,41	89132,10	109616,25	86264,87	74099,23
Ickern	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2055,99	5846,57
Jacobi	—	—	—	—	—	—	—	—	4754,25	25685,40	50183,93
König Ludwig . . .	68638,80	69629,09	87753,67	97801,20	108025,76	91481,51	105271,97	92558,34	111286,45	99685,09	78474,08
Stinnes	462,21	862,72	7144,32	27237,72	35469,71	31030,36	31458,46	43128,13	68115,36	59745,76	93373,27
davon											
Mathias Stinnes .	462,21	862,72	7144,32	27237,72	35469,71	31030,36	31458,46	43128,13	68115,36	54635,55	52473,04
Welheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5110,21	40900,23
Phönix	102231,86	103190,90	132414,10	152124,87	184768,76	167952,55	172975,97	173167,24	196116,00	167805,78	135000,43
davon											
Nordstern	57970,57	55123,18	63194,78	66531,92	84169,00	88032,97	87825,51	85321,77	101598,19	84617,22	64630,05
Graf Moltke	44261,29	48067,72	69219,32	85592,95	100599,76	79919,58	85150,36	87845,47	94517,81	83188,56	70370,38
Unser Fritz	4220,09	3407,81	2408,82	—	—	479,80	705,61	2115,87	4787,04	5162,34	7145,66
zus.	816277,94	862991,31	1073201,81	1210132,75	1385672,27	1427544,84	1482977,30	1602265,27	2035567,97	1852462,17	1619638,26

des 19. Jahrhunderts. Sammelwerk, Bd. 12, S. 266 ff.). Diese Instruktion bestimmte u. a., daß den Standesherrn in ihren standesherrlichen Bezirken die Benutzung ihrer Bergwerke verbleibe. Unter dem Rechte der »Benutzung der Bergwerke« verstand man nun allgemein das Bergregal, d. h. das Recht, daß die Standesherrn gewisse Mineralien ohne Mutung und Verleihung selbst gewinnen oder diese Mineralien nach Maßgabe der Landesgesetze an andere verleihen und von den Beliehenen Bergwerksabgaben erheben dürften.

Als derart berechnigte Standesherrn im Gebiet der niederrheinisch-westfälischen Industrie kommen in Betracht¹:

für die Grafschaft Recklinghausen der Herzog von Arenberg,

für die Herrschaft Dülmen der Herzog von Croy,
für das Fürstentum Salm und die Herrschaft Anholt der Fürst von Salm-Salm,
für die Grafschaft Hohenlimburg und die Herrschaft Rheda der Fürst von Bentheim-Tecklenburg,
für das Fürstentum Rheina-Wolbeck der Fürst von Rheina-Wolbeck,
für die Grafschaft Steinfurt der Fürst von Bentheim-Bentheim und Bentheim-Steinfurt.

Eine große Bedeutung hat im Laufe des letzten Jahrhunderts das Bergregal des Herzogs von Arenberg bekommen, das dieser in den dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts für eine Jahresrente von 1000 Talern oder ein entsprechendes Kapital an den preußischen Staat abzutreten bereit war. Da jedoch damals in der Grafschaft Recklinghausen noch kein Bergbau umging, nahm die Regierung das Anerbieten nicht an.

¹ s. auch die Karte der Regalgebiete, Glückauf 1912, S. 2121.

Wie sehr dies zum Vorteil des Herzogs von Arenberg und neuerlich auch unmittelbar zum Schaden des preußischen Bergfiskus war, ergibt sich aus den Zahlentafeln 1 und 2.

Danach hat das Bergregal dem Herzog von Arenberg bis 1915 die gewaltige Summe von 24,45 Mill. *M* eingebracht. Vom Jahre 1904 ab waren an dieser Leistung die in Zahlentafel 2 aufgeführten Zechen beteiligt, die ganz oder teilweise in dem Regalgebiete liegen.

Auf 1 t Förderung ergeben sich bei den Gesellschaften oder Zechen, die mit ihrem ganzen Feld in den Regalbezirk des Herzogs von Arenberg fallen, die folgenden Beträge an Bergwerksabgabe.

Zahlentafel 3.

Bergwerksabgabe an den Herzog von Arenberg im Jahre 1915 berechnet auf 1 t Förderung.

Gesellschaft oder Zechen	Bergwerksabgabe auf 1 t Förderung <i>M</i>	Gesellschaft oder Zechen	Bergwerksabgabe auf 1 t Förderung <i>M</i>
Arenbergsche A. G.	0,09	Hugo	0,10
Arenberg Fortsetzung	0,09	Recklinghausen	0,07
Auguste Victoria	0,06	Schlägel u. Eisen	0,09
Brassert	0,07	General Blumenthal	0,09
Kgl. Bergw.-Direktion	0,07	Jacobi	0,11
Emscher-Lippe	0,07	Nordstern	0,08
Ewald	0,10	Graf Moltke	0,07
Ewald Fortsetzung	0,09	Welheim	0,08

Da der Ruhrbergbau bei seinem Fortschreiten nach Norden sich vor allem in der Grafschaft Recklinghausen ausbreitet, ist die Zahl der Bergwerksabgabe an den Herzog von Arenberg unterworfenen Zechen in ständiger Zunahme begriffen. 1900 zählte man ihrer 13, 1910 dagegen 20 und 1915 gar 26. Der westfälische Bergfiskus liegt mit fast seinem ganzen Felderbesitz in dem Arenbergschen Regalgebiet und hatte im Jahre 1913 dem Herzog bereits 324 000 *M* an Bergwerks-

abgabe zu zahlen, eine Summe, die sich ohne den Krieg in den nächsten Jahren erheblich gesteigert hätte. Nach völliger Inangriffnahme seines westfälischen Bergwerksbesitzes wird der Bergfiskus an den Herzog von Arenberg ein Mehrfaches der bisherigen Beträge an Bergwerksabgabe zu entrichten haben. Im Jahre 1913 trug diesem das Bergregal bereits über 2 Mill. *M*, um in den beiden folgenden Jahren infolge des Krieges wieder auf 1,85 und 1,62 Mill. *M* zurückzugehen, ein Rückschlag, der mit der Wiederkehr friedlicher Verhältnisse sich alsbald wieder ausgleichen wird.

Neben dem Bergregal des Herzogs von Arenberg hat in neuerer Zeit die gleiche Berechtigung des Fürsten von Salm-Salm eine gewisse Bedeutung erlangt, dessen Regalbezirk sich nach Norden an die Grafschaft Recklinghausen anschließt. Hier stehen zwei Werke in Förderung, die Zeche Baldur der Bergwerksgesellschaft Trier und die Zeche Fürst Leopold der Bergwerks-A.G. Consolidation. Erstere leistet die Bergwerksabgabe nicht wie die dem Herzog von Arenberg pflichtigen Zechen in Form eines jährlichen Betrages (1% vom Verkaufswert der Förderung), sondern hat stattdessen mit dem Regalherrn ein Abkommen getroffen, wonach sie für jedes Maximalfeld die Entrichtung einer Barsumme von 12 000 *M* und eine hypothekarische, zu 2% verzinsliche und in 50 Jahren zu tilgende Belastung von 40 000 *M* übernommen hat. Dagegen ist die Gewerkschaft Fürst Leopold vertragsmäßig verpflichtet, an den Regalinhaber eine auf 1% des Verkaufswertes der geförderten Kohle festgesetzte Abgabe zu leisten; diese kann jedoch durch eine einmalige Bezahlung von 80 000 *M* für jedes Maximalfeld abgelöst werden; der Betrag ist für den Regalherrn hypothekarisch einzutragen, mit 2% zu verzinsen und bis 1973 zu tilgen.

Auch in der Herrschaft Broich bestand eine private Regalberechtigung, die von den betreffenden Standesherrn 1854 in den Besitz der Mülheimer Zehntgesellschaft, Bewohner von Mülheim und Umgebung, übergegangen war. Dieser »Steinkohlenzehnt« ist in der Hauptsache abgelöst.

Volkswirtschaft und Statistik.

Frankreichs Außenhandel in Kohle und Erzen im Jahre 1915¹. Im Jahre 1915 belief sich die Einfuhr von Kohle und Koks auf 19,7 Mill. t gegen 17,5 Mill. t in 1914 und 22,9 Mill. t in 1913. Die Ausfuhr, die in den beiden Vorjahren 926 000 und 1 765 000 t betragen hatte, ging 1915 auf 240 000 t zurück. Eine ähnlich starke Abnahme hat die Einfuhr von Eisenerz zu verzeichnen, die sich in dem letzten Jahr auf 271 000 t stellte, während sie in 1914 701 000 t und 1913 1 410 000 t betragen hatte. In Manganerz wurden nur 12 600 t gegen 153 000 t in 1914 und 259 000 t in 1913 eingeführt. Fast völlig bedeutungslos ist die Ausfuhr an Eisenerz geworden, die in neuerer Zeit einen so

großen Aufschwung genommen hatte, daß sie in 1913 10,07 Mill. t ausmachte. Schon im 1. Kriegsjahr ging sie auf 4,8 Mill. t zurück und betrug in 1915 nur noch 95 000 t, d. i. noch nicht einmal der hundertste Teil ihres Umfangs vom Jahre 1913.

Rußlands Kupfergewinnung im Jahre 1915. Im Jahre 1915 betrug die Kupfergewinnung Rußlands nach den »Nachrichten für Handel, Industrie und Landwirtschaft« 1 650 270 Pud gegen 2 017 830 Pud im Jahre 1914. Ein erheblicher Teil der letztjährigen Gewinnung entfiel mit 1 071 200 Pud auf die Werke im Ural, wo trotz der Verminderung der im Betriebe befindlichen Werke 41 000 Pud mehr erschmolzen wurden als 1914. Auf die verschiedenen Werke in diesem Gebiet verteilte sich die Kupfergewinnung in den einzelnen Monaten des letzten Jahres wie folgt:

¹ Nach »The Iron and Coal Trades Review« vom 7. April 1916.

Monat	Demidows	Bogroslovski-	Obert-Issetisk-	Kyschlym-	Südrussische
	Erben	Gesellschaft	Gesellschaft	Gesellschaft	Gesellschaft
	Pud	Pud	Pud	Pud	Pud
Januar . . .	4 379	25 724	22 438	41 671	1 928
Februar . . .	3 461	21 221	20 470	34 419	2 604
März . . .	4 607	27 471	23 793	39 842	218
April . . .	4 635	17 723	23 224	48 085	2 133
Mai . . .	4 261	18 288	18 857	51 466	3 639
Juni . . .	3 143	18 056	6 783	51 099	—
Juli . . .	6 766	12 843	21 674	46 334	3 169
August . . .	3 641	20 091	24 749	42 371	1 837
September . . .	3 694	18 886	22 745	36 784	—
Oktober . . .	2 617	22 002	23 477	23 955	—
November . . .	3 047	21 066	12 300	29 192	—
Dezember . . .	3 580	14 975	15 088	48 132	—
zus.	47 831	238 346	235 598	493 350	15 528

Die kaukasischen und sibirischen Kupferwerke haben im Jahre 1915 525 571 Pud Kupfer gegen 901 345 Pud im Jahre 1914 gewonnen. Die Abnahme erklärt sich dadurch, daß ein erheblicher Teil der kaukasischen Werke überhaupt kein Kupfer ausgeschmolzen hat, und daß im sibirischen Gebiet, obgleich alle Werke in Betrieb standen, nicht voll gearbeitet worden ist.

Auf die einzelnen Werke in den kaukasischen und sibirischen Gebieten verteilte sich die Ausbeute in den einzelnen Monaten wie folgt.

Monat	Siemens	Kaukasische	Metall-	Spaßki-	Sibirische	Wladimir-
	Erben	Achel-	Gesellschaft	Gesellschaft	Gesellschaft	Alexejew-
	Pud	Pud	Pud	Pud	Pud	Pud
Januar . . .	2 208	23 812	5 863	24 425	1 910	2 373
Februar . . .	1 669	18 510	6 765	21 781	1 510	2 500
März . . .	2 144	18 029	3 201	24 612	1 379	1 709
April . . .	4 274	4 773	5 262	21 519	1 551	706
Mai . . .	6 822	12 014	—	22 823	—	3 176
Juni . . .	5 373	7 195	2 948	20 803	2 553	2 140
Juli . . .	4 912	10 902	—	17 385	—	2 700
August . . .	4 888	18 499	729	16 400	—	2 880
September . . .	4 352	14 004	—	15 722	1 775	2 514
Oktober . . .	8 500	12 775	—	14 175	1 217	2 919
November . . .	6 829	12 909	9 570	14 374	1 807	2 871
Dezember . . .	13 884	13 819	2 150	—	1 493	860
zus.	65 855	167 241	36 488	214 019	15 195	27 348

Kupferausschmelzungen fanden ferner noch in den chemischen und Raffinierwerken der Gesellschaft Gebrüder Kreineß und der Gesellschaft von Uschakow statt; an beiden Stellen wurden im Jahre 1915 53 499 Pud Kupfer gegen 86 397 Pud im Vorjahr gewonnen.

Trotz der infolge des Krieges ungünstigen Lage der Arbeiten auf den Werken war die Verminderung der Gewinnung in 1915 gegenüber dem Jahre 1914 mit 367 560 Pud = 18,22% nicht übermäßig groß.

Nach einer spätern Veröffentlichung der »Nachrichten für Handel, Industrie und Landwirtschaft«, die ebenfalls auf amtlicher russischer Quelle beruht, ergibt die Kupfergewinnung Rußlands für die einzelnen Gewinnungsgebiete in den letzten 3 Jahren das folgende Bild.

	1913	1914	1915
	Pud	Pud	Pud
Uralische Werke	1 055 122	1 025 057	1 043 892
Kaukasische Werke	610 661	495 387	233 559
Sibirische Werke	345 273	342 881	259 423
Chemische und Raffinierwerke	84 233	86 396	50 281
zus.	2 095 289	1 949 721	1 587 155

Kohlen-Ein- und -Ausfuhr der Ver. Staaten von Amerika im 1. Vierteljahr 1916.

	1. Vierteljahr		
	1915	1916	± 1916 gegen 1915
Einfuhr			
Weichkohle			
Großbritannien	10 761	2 767	— 7 994
Kanada	302 562	436 298	+ 133 736
Japan	15 910	10 400	— 5 510
Australien und Tasmanien	47 258	12 134	— 35 124
Übrige Länder	985	885	— 100
zus.	377 476	462 484	— 85 008
Anthrazit	18	4 411	+ 4 393
Koks	11 627	16 493	+ 4 866
Ausfuhr			
Weichkohle			
Italien	72 371	403 976	+ 331 605
Kanada	930 199	1 623 335	+ 693 136
Panama	102 247	97 481	— 4 766
Mexiko	97 943	71 140	— 26 803
Kuba	245 428	284 901	+ 39 473
Übriges Westindien und Bermuda	84 367	149 723	+ 65 356
Argentinien	73 637	115 467	+ 41 830
Brasilien	90 907	188 936	+ 98 029
Uruguay	10 273	14 458	+ 4 185
Übrige Länder	203 515	106 439	— 97 076
zus.	1 910 887	3 055 856	+ 1 144 969
Anthrazit			
Kanada	490 861	848 905	+ 358 044
Brasilien	—	100	+ 100
Übrige Länder	4 873	26 912	+ 22 039
zus.	495 734	875 917	+ 380 183
Koks	161 457	273 103	+ 111 646
Kohle usw. für Dampfer im auswärtigen Handel	1 609 894	1 669 241	+ 59 347
Wort in \$			
Einfuhr			
Weichkohle	1 064 107	1 402 253	+ 338 146
Anthrazit	143	11 170	+ 11 027
Koks	51 426	80 151	+ 28 725
Ausfuhr			
Weichkohle	5 097 528	7 359 483	+ 2 261 955
Anthrazit	2 554 461	4 617 095	+ 2 062 634
Koks	612 796	1 061 469	+ 448 673
Kohle usw. für Dampfer im auswärtigen Handel	5 482 311	5 731 719	+ 249 408

Verkehrswesen.

Kohlen-, Koks- und Preßkohlenbewegung in den Rhein-Ruhrhäfen im Monat Juli 1916.

Hafen	Juli		Jan. — Juli	
	1915 t	1916 t	1915 t	1916 t
Abfuhr zu Schiff				
nach Koblenz und oberhalb von Duisburg-Ruhrorter Häfen . . .	502 928	421 237	3 132 945	3 029 421
Rheinpreußen . . .	22 541	16 176	155 087	167 982
Schwelgern . . .	12 884	7 100	91 006	49 503
Walsum . . .	42 571	57 783	270 882	350 723
zus.	580 924	502 296	3 649 920	3 597 629
	— 78 628		— 52 291	
bis Koblenz ausschl. von Duisburg-Ruhrorter Häfen . . .	2 744	—	26 985	3 690
Rheinpreußen . . .	16 131	21 702	96 589	146 512
Walsum . . .	260	77	1 430	881
zus.	19 135	21 779	125 004	151 083
	+ 2 644		+ 26 079	
nach Holland von Duisburg-Ruhrorter Häfen . . .	102 302	88 911	684 757	479 232
Rheinpreußen . . .	17 557	20 234	152 068	101 877
Schwelgern . . .	15 769	10 533	109 785	82 775
Walsum . . .	31 668	10 385	149 931	131 876
zus.	167 296	130 063	1 096 541	795 760
	— 37 233		— 300 781	
nach Belgien von Duisburg-Ruhrorter Häfen . . .	27 562	24 789	451 794	107 780
Rheinpreußen . . .	10 360	13 938	71 481	93 590
Schwelgern . . .	5 262	2 560	12 304	7 980
Walsum . . .	—	881	6 771	9 134
zus.	43 184	42 168	542 450	218 484
	— 1 016		— 323 966	
nach andern Gebieten von Duisburg-Ruhrorter Häfen . . .	10 710	17 642	65 700	168 386
Schwelgern . . .	—	—	—	2 505
zus.	10 710	17 642	65 700	170 891
	6 932		+ 105 191	
Gesamtabfuhr zu Schiff				
von Duisburg-Ruhrorter Häfen . . .	646 246	552 579	4 362 181	3 788 509
Rheinpreußen . . .	66 589	72 050	475 324	509 960
Schwelgern . . .	33 916	20 193	213 096	142 523
Walsum . . .	74 499	69 126	429 014	492 614
zus.	821 250	713 948	5 479 615	4 933 606
	— 107 302		— 546 009	

Amtliche Tarifveränderungen. Niederschlesischer Staats- und Privatbahn-Kohlenverkehr. Heft 1 vom 1. Okt. 1913. Seit 18. Aug. 1916 ist die Güterladestelle Hahnau (Bez. Posen) in den Tarif aufgenommen worden.

Patentbericht.

Anmeldungen,

die während zweier Monate in der Auslegehalle des Kaiserlichen Patentamtes ausliegen.

Vom 10. August 1916 an.

121. Gr. 3. E. 21 297. von Essen & Lindenbaum, Frankfurt (Main). Verfahren zur Denaturierung von Steinsalz. 14. 10. 15.

121. Gr. 3. G. 42 567. Gewerkschaft Einigkeit I, Kalisalzbergwerk und chemische Fabriken, Ehmén b. Fallersleben. Verfahren zur Herstellung eines Tafelstreusalzes aus Steinsalz. 22. 1. 15.

21 h. Gr. 12. A. 27 690. Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Berlin. Elektroden für elektrische Schweißung. 13. 1. 16. V. St. Amerika 23. 1. 15.

21 h. Gr. 12. G. 43 326. Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H., Berlin. Vorrichtung zur elektrischen Schweißung in Wasserstoff. 11. 10. 15.

24 b. Gr. 1. B. 74 315. Wilhelm Bersing, Baku (Rußl.); Vertr.: H. Wiegand, Rechtsanwalt, Berlin SW 48. Heizvorrichtung für flüssige Brennstoffe, besonders Naphtha, mit einer Brennstoffpfanne, deren unter dem Einfluß der Belastung durch den Brennstoff sich ändernde Bewegungen zur Regelung der Brennstoffzufuhr nutzbar gemacht sind. 16. 10. 13.

50 c. Gr. 7. G. 43 628. Gauhe, Gockel & Co., G. m. b. H., Oberlahnstein. Kollergang mit angetriebenem Teller und Läufer. 17. 1. 16.

Vom 14. August 1916 an.

24 e. Gr. 3. W. 45 505. Wetcarbonizing Limited, London; Vertr.: Dr. S. Hamburger, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Verfahren zur Vergasung von Klärschlamm mittels eines Luft-Wasserdampfgemisches. 4. 7. 14. England 22. 7. 13.

24 e. Gr. 10. H. 67 265. Gebr. Hinselmann, Essen (Ruhr) Winderhitzer, besonders für Generatoren mit flüssigem Schlackenabstich. 4. 8. 14.

59 c. Gr. 4. St. 20 932. Theodor Steen, Charlottenburg, Knesebeckstr. 77. Druckluftwasserheber. 8. 5. 16.

Versagung.

Auf die am 28. Okt. 1915 im Reichsanzeiger bekannt gemachte Anmeldung,

5 d. K. 58 235. Fangvorrichtung für über Bremsberge durchgehende Wagen. 28. 10. 15., ist ein Patent versagt worden.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekannt gemacht im Reichsanzeiger vom 14. Aug. 1916.

1 b. 650 871. Electro-Magnetische Ges. m. b. H., Frankfurt (Main). Elektromagnetischer Ringscheider mit einem mehrpoligen Magnetsystem mit gerader Polzahl zur nassen Scheidung von Erzen. 4. 11. 13.

5 e. 650 503. Christian Treinies, Mecklinghoven. Nachgiebiger Grubenstempel aus ineinander verschiebbaren Rohren. 18. 11. 13.

5 d. 650 506. Gewerkschaft Emscher Lippe, Datteln (Westf.). Vorrichtung zum Fortbewegen von Förderwagen. 9. 1. 15.

35 b. 650 707. Otto de Haas, Duisburg, Hedwigstr. 35. Schaufelformen für vierschalige Selbstgreifer. 29. 6. 16.

59 a. 650 657. Gasmotoren-Fabrik Deutz, Köln-Deutz. Anordnung einer Hilfssaugpumpe bei Förderpumpen. 22. 7. 16.

59 c. 650 817. Heinrich Flasche, Bochum, Friederikastraße 10. Ejektor mit außenliegenden Rohren. 26. 7. 16.

59 c. 650 646. Wilhelm Bolte, Arnstadt. Flügelpumpe. 20. 7. 16.

81 e. 650 629. Paul Ollrogge, Kamen (Kr. Hamm). Kreiselwipper. 10. 5. 16.

81 e. 650 641. Albert Schenk, Misburg. Laufschiene für Förderinnen u. dgl. 13. 7. 16.

81 e. 650 644. Fa. A. W. Kaniß, Wurzen. Elevator-Drahtgurt. 17. 7. 16.

81 e. 650 757. Maschinenfabrik und Mühlenbauanstalt G. Luther, A.G., Braunschweig. Universalförderer mit unlaufendem Fördermittel. 13. 8. 15.

Verlängerung der Schutzfrist.

Folgende Gebrauchsmuster sind an dem angegebenen Tage auf drei Jahre verlängert worden.

5 b. 569 014. Oberschlesische Eisen-Industrie A.G. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Gleiwitz. Einsatzbohrer usw. 6. 7. 16.

24 e. 627 191. Gasgenerator und Braunkohlenverwertung G. m. b. H., Leipzig. Vorrichtung an Gasgeneratoren zum Entfernen der Asche und Schlacke. 17. 7. 16.

27 c. 563 802. A.G. der Maschinenfabriken Escher Wyß & Co., Zürich; Vertr.: H. Nähler und Dipl.-Ing. F. Seemann, Pat.-Anwälte, Berlin SW 61. Einzeln hergestellte Laufschaufel usw. 3. 7. 16.

27 c. 566 004. Isidor Bernstein, Kopenhagen; Vertr.: Th. Hauske, Berlin, Johanniterstr. 5. Ausrückbarer Ventilator usw. 4. 7. 16.

50 e. 566 573. Emil Barthelmeß. Neuß (Rhein). Mahlvorrichtung usw. 10. 6. 16.

59 b. 564 026. Richard Scholz, Berlin-Borsigwalde, Ernststr. 26. Schleuderpumpe usw. 6. 7. 16.

59 e. 580 728. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin. Pumpe usw. 6. 7. 16.

59 e. 580 729. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin. Pumpe usw. 6. 7. 16.

Deutsche Patente.

5 e (4). 293 684, vom 17. März 1914. Bohr- u. Schrämkronenfabrik G. m. b. H. in Sulzbach (Saar). *Nachgiebiger eiserner Stempelfuß für Holzstempel beim wandern den Grubenausbau.*

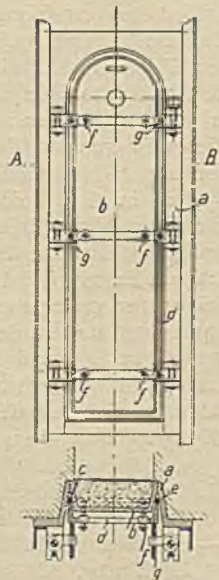
In dem Hohlraum des Stempelfußes ist eine stehende Schneckenfeder untergebracht, auf der ein als Unterlage für den Holzstempel dienender Teller aufruhet.

5 d (9). 293 785, vom 22. August 1912. Richard Scholz in Berlin-Borsigwalde. *Bergwerksversatzverfahren mittels Druckluft o. dgl.*

Aus Erdmassen ausgewaschenem oder reinem Ton in breiiger oder plastischer Form soll ein solcher Zusatz von Sand (bis 70%) gegeben werden, daß die breiige oder plastische Eigenschaft des Tones nicht zerstört wird. Das Gemisch aus Ton und Sand soll alsdann z. B. mittels Druckluft in den zu versetzenden Bau gefördert werden.

10 a (12). 293 584, vom 17. Oktober 1914. Beckers & Co. in Düsseldorf. *Selbstdichtende Koksofentür.*

Auf Bolzen *f* der Tür *b* ist ein Rahmen *d* geführt, der so gestaltet ist, daß er in den keilförmigen Spalt eingreift, der bei eingesetzter Tür zwischen ihr und dem Türrahmen *a* vorhanden ist. Der Rahmen dient dazu, beim Schließen der Tür einen Dichtungstreifen *e* in den genannten Spalt zu drücken. Zum Eindrücken des Rahmens *d* und damit des Dichtungstreifens *e* in den Spalt können die Mittel (z. B. die Druckschrauben *g*) verwendet werden, die zum Festhalten der in den Rahmen eingesetzten Tür dienen.



20 a (18). 293 728, vom 14. Juli 1915. J. Pohlig, A.G. in Köln-Zollstock und Wilhelm Ellingen in Köln-Lindenthal. *Seilklemme für Einseilschwebbahnen.*

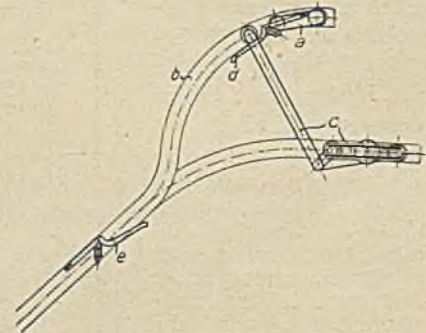
In eine oder in beide Backen der Klemme sind eine oder mehrere Stahlkugeln so eingesetzt, daß sie sich nach allen Richtungen frei drehen können und ihr aus den Preßflächen der Backen herausragender Teil sich in die schraubenförmigen Nuten des Seiles einlegen kann. Die Klembacken können ferner federnd ausgebildet sein oder an den Drehachsen der Backen können elastische Einlagen vorgesehen sein, die ein Federn der Backen gestatten.

21 h (11). 293 761, vom 8. Dezember 1915. Aktiebolaget Elektriska Ugnar in Stockholm. *Drosselspule zur Vorschaltung vor elektrische Öfen.* Für diese Anmeldung wird gemäß dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911

die Priorität auf Grund der Anmeldung in Schweden vom 16. Dezember 1914 beansprucht.

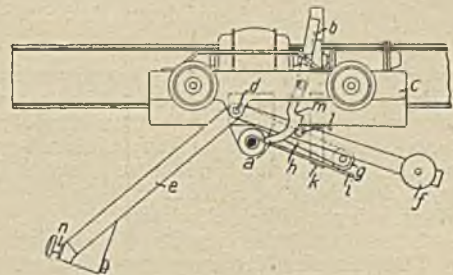
Die Spule besteht aus einem oder mehreren Eisenkernen ohne Wicklung, die mit eine Wicklung tragenden Eisenkernen in magnetischem Nebenschluß verbunden sind. Die Wicklungen der verschiedenen Eisenkerne können eine verschiedene Anzahl von Windungen haben und parallel zur Wicklung jedes Kernes kann ein Schalter angeordnet sein, mit dessen Hilfe sich die Wicklung kurzschließen läßt; oder es kann mit der Wicklung jedes Kernes ein Schalter in Reihe geschaltet sein, mittels dessen der Stromkreis der kurzgeschlossenen Wicklung zu öffnen ist.

35 a (1). 293 745, vom 1. August 1915. J. Pohlig, A.G. in Köln-Zollstock, und Johannes Köhler in Köln. *Gegengewicht an Kippkübelkatzen von Hochofenschrägaufzügen.*



Das Gewicht *a*, das getrennt von der Katze *c* am oberen Ende des Aufzuges angeordnet ist, hat die Gestalt eines Wagens, der sich auf dem obern Gleisweig *b* bewegt. An der Schrägball des Aufzuges und an dem Wagen können Schwinghebel *d* bzw. *e* angeordnet werden, die durch Federdruck in tangentialer Lage zur Fahrbahn des Wagens bzw. des hintern Endes der Laufkatze gehalten werden. Durch diese Hebel sollen die beim Beschleunigen und beim Stillsetzen des Gegengewichtswagens auftretenden Stöße gedämpft werden.

35 a (9). 293 610, vom 7. Juni 1914. Otto Heinze in Beuthen (O.-S.). *Mit einem beweglichen Stößel versehene, über dem Zufahrtgleis angeordnete, hin und her bewegliche Aufschiebevorrichtung für Förderwagen.*

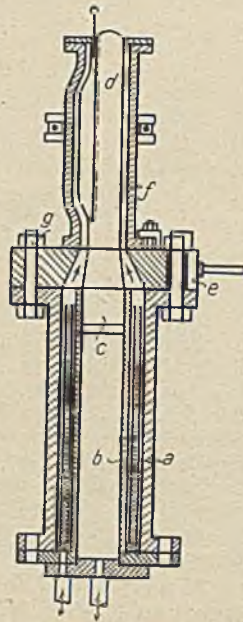


Der Stößel *n* der Vorrichtung liegt in dem einen Arm des an dem Aufschiebewagen *c* drehbar gelagerten Winkelhebels *e*, dessen anderer Arm den Bolzen *l* und das Gewicht *f* trägt. Auf der Achse *d* des Winkelhebels *e* ist ein Hebel *h* frei drehbar gelagert, der unterhalb des Bolzens *l* des Winkelhebels liegt und an seinem freien Ende mit der Rolle *g* versehen ist. An dem Wagen *c* ist ferner ein in der Bahn des Bolzens *l* liegender Sperrhebel *a* drehbar gelagert, und außerhalb der Fahrbahn für den Wagen ist an der Stelle, an der der Stößel *n* hinter die aufzuschiebenden Förderwagen fassen soll, die drehbar auf dem Anschlag *k* ruhende schräge Anlaufbahn *i* für die Rolle *g* und an der Stelle, an der der Wagen seine Vorwärtsbewegung vollendet, d. h. die Wagen aufgeschoben hat, ein fester Anschlag für die

Verlängerung *b* des Sperrhebels *a* angeordnet. Bei Beginn der Vorwärtsbewegung des Aufschiebewagens *c* wird durch die schräge Fläche *i* der Hebel *h*, und da dieser unter den Bolzen *l* des Winkelhebels *e* faßt, der den Bolzen tragende Arm des letztern unter Zurückdrücken des Sperrhebels *a* so weit gehoben, bis der Bolzen sich in die Aussparung *m* des Sperrhebels einlegt. Der Winkelhebel hat alsdann eine solche Lage, daß der Stößel *n* hinter die Förderwagen faßt und diese von dem Aufschiebewagen mitgenommen werden. Sobald die Wagen aufgeschoben sind, stößt die obere Verlängerung *b* des Sperrhebels gegen den für sie vorgesehenen festen Anschlag, so daß der Sperrhebel gedreht wird und den Bolzen *l* freigibt. Infolgedessen wird der Winkelhebel *e* durch das Gewicht *f* so gedreht, daß der Stößel *n* sich bei der Zurückbewegung des Aufschiebewagens über die unter diesem stehenden neu herangeschobenen Förderwagen hinwegbewegt. Bei der Zurückbewegung des Wagens hebt die Rolle *g* die Anschlagfläche *i*, so daß diese die Bewegung des Wagens nicht hindert.

80 a (32). 293 679, vom 23. Februar 1915. Alfred Häberle in Aachen. *Hydraulische Presse zur Herstellung von Vorlagen für die Zinkdestillaton.*

Die Presse hat zwei durch den Deckel *e* von der zweiteiligen Fertigpreßform (Matrize) *f* getrennte, konzentrisch zueinander angeordnete Druckwasserzylinder *a* und *b*. Aus dem äußern ringförmigen Zylinder *a* wird die Tonmasse, nachdem sie vorgepreßt ist, in die Fertigpreßform *f* gedrückt, in der sich die mit dem Kolben *c* des innern Zylinders *b* verbundene Patrize *d* befindet, und der innere Zylinder dient zur Aufnahme der Patrize, die nach Fertigpressung einer Vorlage aus der Preßform *f* gezogen wird.



80 e (5). 293 222, vom 22. April 1914. Arthur Ramén in Helsingborg (Schweden). *Verfahren zum Umsetzen der das Brenngut tragenden Wagen von Kanalöfen.* Für diese Anmeldung wird gemäß dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der Anmeldung in Schweden vom 29. April 1913 beansprucht.

Die aus dem Ofen kommenden Wagen werden auf eine außerhalb des Ofens stehende Schiebebühne übergeführt und auf dieser verbleibend zum andern Ende des Ofens gefahren, wobei sie während dieser Fahrt dadurch mechanisch entladen werden, daß das auf den Wagen geladene Brenngut, Erzbriketts o. dgl. auf eine auf der Schiebebühne angeordnete Plattform oder in einen Korb abgestrichen wird, um nachher an beliebiger Stelle des Gleises abgeladen werden zu können. Die Rückbeförderung des Wagens vom Ausfahrende des Wagens bis zum Einfahrende des Ofens erfolgt also mit derselben Schiebebühne, die maschinenmäßig bewegt werden kann, so daß das Umsetzen des Wagens von einer Schiebebühne auf eine zweite wegfällt und an Anlagekosten, Arbeitskräften und Zeit gespart wird.

81 e (26). 293 681, vom 10. Juni 1914. Hermann Bock in Buchatz (O.-S.). *Wagenvorzieheinrichtung an Schüttgutverladern mit einem Zugseil.*

Die Seilwinde der Vorrichtung ist ortsfest gelagert und die Seilrolle oder Seilrollen, über die das Zugseil von der Winde zum Wagen geführt ist, der unter dem Verloader vorgezogen werden soll, sind an Tragzylindern gelagert, die so bewegt werden können, daß sich die Rollen ohne weiteres aus dem freien Verkehrsraum oberhalb der Gleise entfernen lassen.

Bücherschau.

Kriegshefte aus dem Industriebezirk. H. 1–5, 8 und 9. Essen 1915, G. D. Baedeker. Die Kriegshefte aus dem Industriebezirk, die in gedrängter Kürze oft die schwierigsten Fragen dieser nie geahnten Zeit erörtern, können und wollen natürlich keine erschöpfenden Darstellungen bieten. Sie sind zumeist Auszüge oder auch die weitem Ausarbeitungen von Vorträgen, woraus sich auch die häufig schwungvolle Darstellung sonst sehr nüchterner Fragen erklärt. Inzwischen sind verschiedene der wirtschaftlichen Berichte durch die neuern Ereignisse überholt worden, wie sich überhaupt in den Heften Stimmung und Auffassung etwa zu Beginn des Jahres 1915 widerspiegeln.

Im einzelnen ist zu bemerken:

H. 1: England wider England! Unsere Täuschungen über, unsere Enttäuschungen durch England. Von Mathieu Schwann. 28 S. Preis geh. 50 Pf.

fällt aus dem allgemeinen Rahmen heraus. In dem Heft werden keine wirtschaftlichen Fragen behandelt, es wird vielmehr versucht, aus englischen Quellen selbst die Schlechtigkeit, Heuchelei und Verkommenheit der gesamten Nation zu beweisen. Derartige Beweisführungen bleiben immer sehr problematisch, da gewöhnlich, besonders aber im Kriege, das »pro« und »contra« keine gleichmäßige Verteilung erfährt. Einen Wert als Kriegsstimmungsbild dürfte das Heft immerhin behalten.

H. 2: Deutschlands Wirtschaftslage während des Krieges. Von Dr. W. Beumer, M. d. A. 33 S. Preis geh. 50 Pf.

H. 3: Wirtschafts- und Verkehrsfragen im Kriege. Von Handelskammersyndikus Hirsch, M. d. A., Essen. 36 S. Preis geh. 50 Pf.

behandeln ungefähr dieselben Fragen. Besonders eindringlich warnt Beumer vor einer Unterschätzung der Finanzkräfte der uns feindlichen Staaten. In der Tat hat diese Unterschätzung, gefördert durch Gelegenheitsaufsätze in der Tagespresse, die sich mit einem finanzwissenschaftlichen Mäntelchen schmückten, einen erstaunlichen Grad in weiten Kreisen unseres Landes erreicht. Hinsichtlich dieser Fragen ist das von Beumer herausgegebene Heft heute noch zeitgemäßer denn je.

Die in den beiden Heften aufgestellten Forderungen für die nächste Zukunft bewegen sich naturgemäß in allgemeinem Rahmen. Hirsch tritt nachdrücklich dafür ein, daß ein Programm der Friedensbedingungen der Öffentlichkeit unterbreitet werde, um den Opfersinn zu stärken und immer von neuem darauf hinzuweisen, daß die ungeheuern Opfer den Blutpreis lohnen. — Durch den Gang der Ereignisse sind viele vom Verfasser geäußerte Wünsche über Organisation des Bezugs von Rohstoffen aus Belgien, Beschlagnahme von Gütern usw. längst verwirklicht und überholt worden.

H. 4: Unsere Geldwirtschaft vorher, jetzt und nachher.

Von Max Schinckel, Geschäftsinhaber der Diskontogesellschaft in Berlin und der Norddeutschen Bank in Hamburg. 28 S. Preis geh. 50 Pf.

gibt einen kurzen Überblick über unsere Geldwirtschaft und die der feindlichen Staaten. Besonders bemerkenswert ist die Schilderung der geldlichen Mobilmachung. Gerade beim Lesen dieses Heftchens tritt besonders augenfällig in Erscheinung, daß die angeschnittenen Fragen doch zu tief sind, um im Rahmen eines knappen Vortrags erörtert werden zu können.

H. 5: Eine Bismarck-Rede zum 1. April 1915. Von Dr. W. Beumer, M. d. A. 18 S. Preis geh. 50 Pf.

In kurzer, sachlicher Darstellung werden die Verdienste des ersten Reichskanzlers um die heutige staunenswerte Organisation unseres Wirtschaftslebens hervorgehoben.

II. 8: Die Eisenindustrie unter dem Kriege. Von Dr.-Ing. e. h. E. Schrödter, Geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Vereins deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf. 58 S. Preis geh. 80 Pf.

Dem von einem der besten Kenner der Eisenindustrie herausgegebenen Heft kommt ein bleibender wissenschaftlicher Wert zu. Die positiven, wo Schätzungen notwendig waren, mit Vorsicht gegebenen Zahlen über die Einwirkungen des Krieges auf die Montanindustrien der einzelnen Länder bieten in einer Zeit, die wissenschaftlichen Untersuchungen wenig günstig ist, einen wertvollen Beitrag. Die Wiederbelebung der Montanindustrie während des ersten Kriegsvierteljahrs ist in der Ausarbeitung knapp zusammengefaßt. — Schrödter hat Ende des Jahres 1914 eine Anzahl industrieller Werke der besetzten Gebiete an der Westfront besichtigt und seinen Befund in großen Zügen in dem Aufsatz niedergelegt. Eine spätere Wirtschaftsgeschichtsschreibung wird an dem von ihm gesammelten Stoff nicht achtlos vorübergehen können; denn gerade die erste Zeit des Krieges, in der das wirtschaftliche Leben, aus dem alten Geleise gerissen, erheblich in Unordnung geraten war, wird der Geschichtsschreibung die größten Schwierigkeiten bieten. Die Verdienste der deutschen Verwaltungen in den besetzten Gebieten um die teilweise Wiederbelebung der Industrie werden von dem Verfasser eingehend besprochen.

II. 9: Wirtschaftskultur und deutsche Verwaltung der besetzten Gebiete in Feindesland. Von Otto Brandt. 115 S. Preis geh. 80 Pf.

Das Heft enthält vielfach Wiederholungen der schon von Schrödter gebrachten statistischen Zahlen über die wirtschaftliche Bedeutung der Montan- und andern Industrien der feindlichen Länder. Ziemlich eingehend ist hier die Textilindustrie behandelt. Die wirtschafts-statistischen Zahlen über Belgien sind etwas wahllos zusammengestellt und ermangeln daher der Übersichtlichkeit. Die Schrift gibt einen guten zusammenfassenden Überblick über die Arbeiten der deutschen Zivilverwaltungen in Belgien und Russisch-Polen und behandelt auch die Tätigkeit des Comité de secours et d'alimentation. — Die Bemerkung auf S. 79, daß das Leben in Brüssel keineswegs teuer sei, was der Verfasser aus den am 19. Februar 1915 von der Brüsseler Polizei ermittelten Preisen einer Reihe Lebensmittel folgert, bedarf entschieden der Berichtigung. Für den Kleinhandel dürften die Preise niemals Geltung gehabt haben. Inzwischen ist auch das Leben in Belgien sehr teuer geworden. W.

Zeitschriftenschau.

(Eine Erklärung der hierunter vorkommenden Abkürzungen von Zeitschriftentiteln ist nebst Angabe des Erscheinungs-ortes, Namens des Herausgebers usw. in Nr. 1 auf den Seiten 21–23 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Mineralogie und Geologie.

Das Vorkommen silberhaltiger Bleierze am Calesberg (Monte Calisio) bei Trient. Von Canaval. (Forts.) Z. pr. Geol. Febr. S. 29/38*. Lagerungsverhältnisse und Gesteine. (Schluß f.)

Über die Wasserhältnisse im Lothringer Jura. Von Klüpfel. Z. pr. Geol. Febr. S. 38/53*. Allgemeine Erläuterung der Wechselbeziehungen zwischen der Morphologie, dem geologischen Aufbau und der Wasserführung des Gebietes. Stratigraphische Übersicht über den Loth-

ringer Jura. Überblick über seine Wasserhorizonte. Tektonik. Einteilung der verschiedenen Wasservorkommen. (Forts. f.)

Bergbautechnik.

Griechenlands Berg- und Hüttenwesen. Von Zsigmondy. Techn. Bl. 19. Aug. S. 129/31. Die bergrechtlichen Verhältnisse. Besprechung einiger Bergbaubetriebe.

Grundeigentümerbergbau und Bergwirtschaft bei Gewinnung der Kohle durch Tagebau. Von Herwegen. (Schluß.) Braunk. 18. Aug. S. 191/3. Durchrechnung eines weitem Falles und Besprechung der Ergebnisse.

Der Kohlenabbau unter verbauten Stadtgebieten. Von Goldreich. (Forts.) Mont. Rdsch. 16. Aug. S. 493/8*. Der Zwickauer Kohlenabbau unter Berücksichtigung der neuesten Forschungen auf dem Gebiet der Bodenbewegungen im Kohlenbezirk. (Forts. f.)

Fighting an anthracite mine fire. Von Richards. Coal Age. 10. Juni. S. 1013/7*. Schnelle und erfolgreiche Bekämpfung eines Brandes unter Tage auf der Grube Nr. 9 der Lehigh Coal and Navigation Co. mit Hilfe eines Feuerlöschwagens, der in zwei eisernen Behältern ein in Wasser zu lösendes wirksames Feuerlöschmittel enthält.

Underground mine roads. II. Von Mc Chrystle. Coal Age. 10. Juni. S. 1000/3*. Zusammenstellung von Anweisungen, die beim Bau, der Unterhaltung und Beaufsichtigung von Förderstreckenbahnen zu befolgen sind.

An underground mine stable. Von Greer. Coal Age. 10. Juni. S. 998/9*. Zweckmäßige Bauart, Einrichtung und Sicherung einer unterirdischen Stallung für Grubenpferde.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Neue Patente auf dem Gebiete der Dampfkessel- feuerung. Von Pradel. (Schluß.) Z. Dampf. Betr. 18. Aug. S. 260/1*. Unterschubfeuerung mit Druckluft-zuführung, Bauart Rohr. Hohle Feuerbrücke, Bauart Michael. Doppelkegeldüse zur Windzuführung der Stettiner Chamotte-Fabrik. Kamineinrichtungen für Lokomotivkessel.

Über amerikanische Vertikalkessel. Von Schapira. (Forts.) Feuerungstechn. 15. Aug. S. 258/62*. Die Bauarten Manning und Robb von Feuerrohrkesseln der International Engineering Co. Feuerrohrkessel und vertikaler Wasserrohrkessel der Erie City Iron Works. (Schluß f.)

Die Verwendung von gestücktem Koks zur Dampferzeugung. Von Stober. St. u. E. 24. Aug. S. 820/5*. Beschreibung einer Versuchsfeuerung im Kraftwerk Essen des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerks. Versuchsergebnisse.

Die thermischen Eigenschaften der einfachen Gase und der technischen Feuergase zwischen 0° und 3000° C. Von Schüle. (Schluß.) Z. d. Ing. 19. Aug. S. 694/7*. Anleitung zum Gebrauch der beschriebenen Tafel nebst Beispielen. Verbrennungstemperaturen. Abgasverluste.

Neuerungen für Einspritzventile von Verbrennungskraftmaschinen. Von Wimplinger. Dingl. J. 19. Aug. S. 263/5*. Besprechung neuerer Patente.

Untersuchung eines schnellaufenden Schwefligsäurekompressors bei »trockenem« und »nassem« Kompressorang. Von Koeniger. (Schluß.) Z. Kälteind. Aug. S. 86/7*. Schaubildliche Wiedergabe und Besprechung der Wärmebilanzen.

Beiträge zur Theorie und Berechnung der Schraubenpumpen auf Grund von Versuchen. Von Pfeiffer. (Forts.) Z. Turb. Wes. 20. Aug. S. 237/9*.
Versuchsergebnisse mit großem Laufrad von 400 mm Außendurchmesser. (Forts. f.)

Über Druckluftlokomotiven. Von Peter. (Forts.) Bergb. u. Hütte. 15. Aug. S. 281/6*. Angaben und Berechnungen über Rohrleitung, Luftspeicher und die Lokomotivmaschine. Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit des Druckluftbetriebes. (Schluß f.)

Hüttenwerkskrane. Von Feigl. Z. d. Ing. 19. Aug. S. 685/9*. Die allgemeinen Anforderungen, die an Hüttenwerkskrane hinsichtlich ihrer Anpassung an die Betriebsverhältnisse und die Örtlichkeit, ihrer Betriebssicherheit und des Arbeiterschutzes zu stellen sind. Beschreibung der Gießkrane für das neue Stahlwerk in Witkowitz. (Forts. f.)

Über geschmierte Arbeitsräder. Von Gumbel. (Forts.) Z. Turb. Wes. 20. Aug. S. 239/41*. Abnutzung der Verzahnungen bei trockner Reibung. (Forts. f.)

Elektrotechnik.

Drehstromgeneratoren für schwierige Betriebe. Von Philippi. (Forts. u. Schluß.) El. Bahnen. 24. Aug. S. 249/52*. Sicherung der Umgebung gegen die Motoren.

Neuere Selbstanlasser für Elektromotoren. Von Wolf. Z. Dampf. Betr. 18. Aug. S. 257/9. 25. Aug. S. 265/8*. Bauart und Wirkungsweise einer Anzahl von neueren Vorrichtungen.

Beanspruchung und Schutzwirkung von Spulen bei schnellen Ausgleichsvorgängen. Von Wagner. (Schluß.) E. T. Z. 24. Aug. S. 465/60*. Weitere Aufnahmen von Oszillogrammen.

Kurzschlußreaktanz von ein- und mehrphasigen Maschinen. Von Niethammer. El. u. Masch. 20. Aug. S. 401/4*. Der allgemeine einphasige Transformator im Kurzschluß. (Schluß f.)

Hüttenwesen, Chemische Technologie, Chemie und Physik.

Tin smelting at Perth Amboy. N. J. Von Vail. Eng. Min. J. 27. Mai. S. 927/9*. Die Herstellung von Zinn auf der neuen Anlage der American Smelting and Refining Co. in Maurer, die das Metall aus bolivianischen Konzentraten gewinnt.

Die Ausschließung von Feldspat zum Zwecke der technischen Kaligewinnung. Von Neumann und Draibach. Z. angew. Ch. 15. Aug. S. 313/9*. 22. Aug. S. 326/31. Die in Amerika infolge des Krieges eingetretene Kalinot und die Versuche, ihr abzuwehren. Die dafür in Betracht kommenden Kaliquellen, Seetange, Salzsolen, Alunit und Feldspat. Die Vorschläge zur Aufschließung des Feldspats in der Literatur. Eigene Aufschlußversuche im Autoklaven und bei höherer Temperatur ohne Druck. Aufschluß bei sehr hoher Temperatur unter Verflüchtigung des Kalis. Die chemischen Vorgänge beim Aufschluß des Feldspates. Die Aussichten für die technische Gewinnung von Kali.

Die Grundlagen einer neuen Art des Anzeigens explosibler Gase. Von Fleißner. Bergb. u. Hütte. 15. Aug. S. 275/81*. Die Erscheinung der »singenden Flammen« und die Möglichkeit, sie zum Anzeigen explosibler Gase zu benutzen. Bauart und Wirkungsweise eines Schlagwetteranzeigers, der auf dieser Erscheinung beruht.

Über die Dichte des flüssigen Wasserstoffs, den Brechungsexponenten und die Dispersion des flüssigen Wasserstoffs und des flüssigen Stick-

stoffs. Von Augustin. (Schluß.) Z. kompr. Gase. Mai. S. 65/8. Berechnung der absoluten Werte der Brechungsexponenten und der Formkonstanten der Molekeln.

Gesetzgebung und Verwaltung.

Beiträge zum Freischurfrecht. Von Barvik. (Forts.) Bergb. u. Hütte. 15. Aug. S. 286/7. Beantwortung der Frage, ob das österreichische Freischurfrecht schon durch die Anmeldung des Freischurfes oder erst durch die Zuweisung des Revierbergamtes erworben wird. (Forts. f.)

Volkswirtschaft und Statistik.

Die Metallhüttenindustrie unter dem Kriege. Von Nugel. (Schluß.) Metall u. Erz. 22. Aug. S. 349/55. Die Gewinnung von Blei, Zinn, Aluminium, Nickel, Antimon, Arsen und Gold vor dem Kriege und ihre Gestaltung unter den durch den Krieg herbeigeführten Verhältnissen.

Die Grundlagen und die wirtschaftliche Bedeutung der belgischen Eisenindustrie. II. Von Ungeheuer. Kohle u. Erz. 21. Aug. Sp. 385/98*. Allgemeine und statistische Angaben über die Kohlenindustrie Belgiens als Grundlage der Eisenindustrie des Landes. (Schluß f.)

Die Montanindustrie von Schweden im Jahre 1914. Von Przyborski. Mont. Rdsch. 16. Aug. S. 499/500. Zusammenstellung über Betrieb und Ergebnisse der Berg- und Hüttenwerke nach amtlichen Quellen.

Verkehrs- und Ladewesen.

Übersicht über die seitherigen Bestrebungen und Mittel zur Verhütung des Schienenwanderns. Von Klutmann. St. u. E. 24. Aug. S. 813/20*. Besprechung der einzelnen Bauarten. (Forts. f.)

American car dumpers. Coll. Guard. 4. Aug. S. 207/9*. Beschreibung verschiedener Bauarten amerikanischer Waggonkipper.

Verschiedenes.

Neue Sicherheitswiegevorrichtungen. Von Darmstädter. Braunk. 18. Aug. S. 193/7*. Beschreibung von Bauarten der Firma Schenck in Darmstadt.

Personalien.

Den Tod für das Vaterland fanden:

am 18. August im Alter von 29 Jahren der Dipl.-Bergingenieur Paul Wagner, Leutnant d. R. in einer Feldfliegerabteilung, Inhaber des Eisernen Kreuzes, des Albrechtsordens zweiter Klasse mit Schwertern, des Verdienstkreuzes mit Schwertern und des Beobachterabzeichens,

am 21. August im Alter von 31 Jahren der Bergassessor Fritz Hirschfeld (Bez. Breslau), Oberleutnant d. R. im Feld-Art.-Rgt. 41, kommandiert zu einer Artilleriefliegerabteilung, Inhaber des Eisernen Kreuzes und des Beobachterabzeichens,

am 24. August im Alter von 36 Jahren der Hüttendirektor bei der Hohenlohe-Werke A.G. Dipl.-Ing. Ernst Gellbach, Oberleutnant d. R. und Kompagnieführer in einem Jägerbatl., Inhaber des Eisernen Kreuzes erster Klasse, des Albrechtsordens zweiter Klasse mit Schwertern und des Herzogl. Sachsen-Ernestinischen Hausordens mit Krone und Schwertern.