

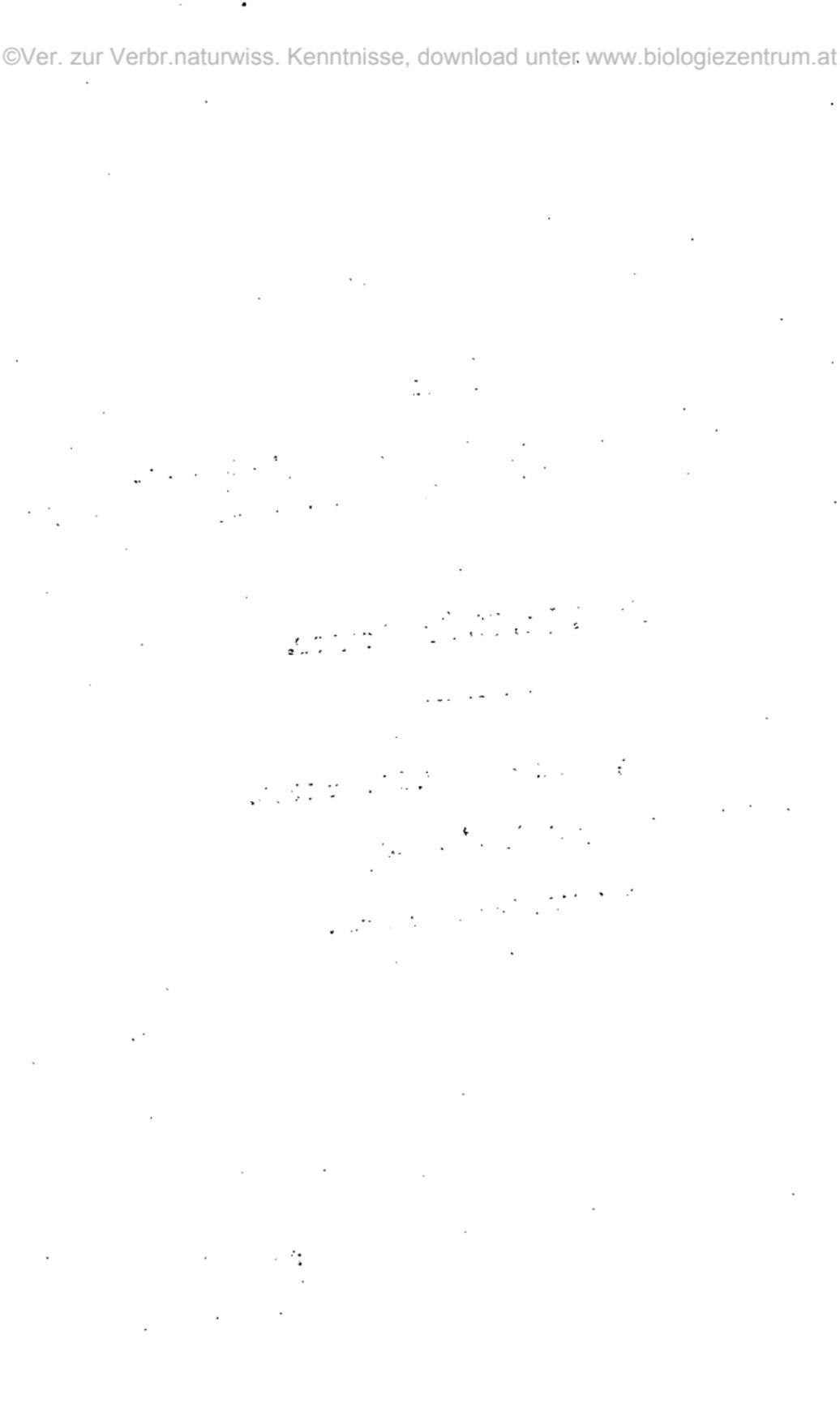
Über
die höchsten erreichbaren Hitzegrade.

Von
Prof. Dr. M. Bamberger.

Vortrag, gehalten den 3. Jänner 1900.

(Mit Experimenten.)

Mit 4 Abbildungen im Texte.



Am 1. Februar 1858 sprach A. Schrötter in diesem Hörsaale¹⁾ in dem „Vereine zur Besprechung der neuesten Fortschritte in den Naturwissenschaften“ über das Aluminium, und ist dieser Vortrag²⁾ auch in einer kleinen Broschüre niedergelegt.

Heute, nach mehr als vierzig Jahren, wird nun wieder dieses Metall in unserem Vereine, der aus dem früher genannten hervorgegangen ist, den Gegenstand eines Vortrages bilden; allerdings wird dasselbe von einem ganz anderen Gesichtspunkte aus beleuchtet werden, als dies Schrötter gethan.

Welch große Hoffnungen wurden nicht auf dieses „Silber aus Thon“ gesetzt, das erstmal, als es 1855 Sainte-Claire-Deville gelungen war, das 1827 von Wöhler entdeckte Metall in größerer Menge darzustellen. Doch war der hohe Preis (ein Kilogramm kostete

¹⁾ Der Vortrag wurde ausnahmsweise der Experimente wegen im Hörsaale für Chemie an der k. k. technischen Hochschule abgehalten.

²⁾ A. Schrötter, Über das Aluminium, Wien 1858 erschienen bei Karl Gerolds Sohn.

1855 ca. 1000 Francs) 1856 ca. 300 Francs, seiner allgemeinen Verwendung noch hinderlich.¹⁾

Mit der Verbesserung seiner Darstellungsmethoden, besonders als die billige elektrolytische Gewinnung aufgefunden, wurden auf dieses Metall wieder die kühnsten Erwartungen gesetzt, welche sich aber nicht realisieren ließen.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, die immerhin zahlreichen Anwendungen²⁾ des Aluminiums zu schil-

¹⁾ Statistik der Preise des Aluminiums seit der ersten fabrikmässigen Herstellung.

Jahr	Fabrikant	Ungefährer Preis pro kg
1855	Deville in Glacière	M. 1000.—
1856	„ „ „	„ 300.—
1857	Morin in Nanterre	„ 240.—
1857—1886	Merle & Co., Salindres	„ 100.—
1886	Hemelingen	„ 70.—
1888	Alliance Al. Comp.	„ 47.50
1890	Februar Neuhausen	„ 27.60
1890	September „	„ 15.20
1891	Februar „	„ 12.—
1891	Juli „	„ 8.—
1891	November „	„ 5.—
1892	. . . . .	„ 5.—
1893	. . . . .	„ 5.—
1894	. . . . .	„ 4.—
1895	. . . . .	„ 3.—
1896	. . . . .	„ 2.60
1898	. . . . .	„ 2.34

Leon Franck, Chemiker-Zeitung 22 (1898 I), 236.

²⁾ Als Curiosum mag angeführt werden, dass in Chicago ein Haus aus Aluminium gebaut wird, das eine Höhe

dern, uns soll heute nur dessen Verwendung zur Herstellung sehr hoher Hitzegrade beschäftigen, und erlauben Sie, dass ich früher noch einige Versuche vorführe, welche die bisherigen Methoden zur Erreichung hoher Temperaturen charakterisieren.

Bezüglich des erklärenden Theiles zu diesen Experimenten verweise ich auf den im Vereinsjahre 1897/98 von Hofrath Professor A. Bauer¹⁾ abgehaltenen Vortrag „Über Hitze und Kälte“.

Experimente: Der Vortragende zeigt die Verbrennung eines starken Eisenstabes von einem Quadratcentimeter Querschnitt im Knallgasgebläse, wobei er sich zur Speisung des letzteren comprimierten Sauerstoffs und Wasserstoffs bediente, welche Gase sich in Bomben unter einem Druck von 120 Atmosphären befinden.

Ferner wird ein elektrischer Ofen demonstriert und in demselben aus Kalk und Kohle Calciumcarbid dargestellt, welches durch Einwerfen in Wasser in Acetylen und gelöschten Kalk zersetzt wurde.

Und nun will ich zu dem eigentlichen Thema meines heutigen Vortrages übergehen, nämlich zur Verwendung des Aluminiums zur Erzeugung von höchsten Hitzegraden,

von 64 m mit 17 Etagen besitzt. (Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architektenvereines 51 [1899] 29.)

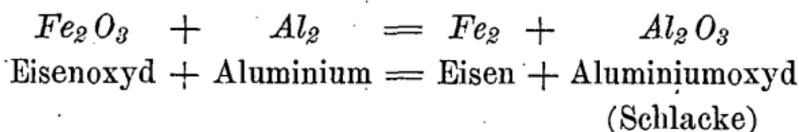
Jüngsten Datums ist die Herstellung einer Legierung von Aluminium und Magnesium durch Mach, welche den Namen Magnalium führt.

¹⁾ A. Bauer, Schriften des Vereines zur Verbreitung naturw. Kenntnisse 38 (1897/98), 3.

und bemerke, dass dem elektrischen Ofen durch das Aluminiumverfahren ein gewichtiger Concurrent erstanden ist.

Wenn Aluminium mit Eisenoxyd zusammen erhitzt wird, so verbindet sich der Sauerstoff des letzteren mit dem Aluminium, und das Eisen scheidet sich metallisch aus.

Dieser Vorgang lässt sich durch das nachstehende Schema ausdrücken:



Das metallische Aluminium wirkt bei diesem Prozesse Sauerstoff entziehend, ist also als ein Reduktionsmittel anzusprechen, und ist die Anwendung desselben zu genanntem Zwecke nicht neu, denn es wurde von vielen Forschern, wie Deville, den Gebrüdern Tissier, Wöhler und dessen Schüler Michel, sowie Beketoff bereits verwendet.¹⁾

In jüngster Zeit hat Leon Franck²⁾ das Aluminium hauptsächlich als Reduktionsmittel zur Herstellung des Phosphors aus der Phosphorsäure benützt.

¹⁾ Cl. Winkler hat die Einwirkung von Magnesium auf Metalloxyde eingehend studiert.

Moissan stellte durch Eintragen von Metalloxyden in geschmolzenes Aluminium Legierungen dar.

²⁾ Chemiker-Zeitung (1898) 236.

Alle diese Forscher haben nur mit sehr kleinen Mengen der Gemische gearbeitet und die letzteren in kleinen Gefäßen von außen erhitzt, wobei gewöhnlich eine sehr heftige, explosionsartige Reaction unter Entbindung großer Wärmemengen eintrat und die Erhitzungsgefäße zumeist zerstört wurden.

Es ist nun das große Verdienst von H. Goldschmidt,¹⁾ den besprochenen Process so eingerichtet zu haben, dass er technisch durchführbar ist.

Genannter Forscher fand als Resultat seiner Arbeiten, dass es durchaus unnöthig ist, das Gemenge von Oxyden mit Aluminium im ganzen zu erhitzen, dass es vielmehr leicht gelingt, dieses Gemisch anzuzünden, so wie man eben einen anderen brennbaren Körper entzündet; es bedarf nur der Erhitzung an einem Punkte, damit das Gemenge weiter brennt und noch zugefügtes Material in die Reaction zieht.

Ebenso wie das mit einem Zündhölzchen entzündete Holz die darauf geworfene Kohle in einem Ofen zum

¹⁾ Dr. Hans Goldschmidt hat sein Verfahren zum erstenmale bei der V. Hauptversammlung der Deutschen elektrochemischen Gesellschaft, welche im April 1898 in Leipzig tagte, demonstriert. Originalberichte über das genannte Verfahren finden sich in nachstehenden Zeitschriften: Liebigs Annalen 301 (1898), 19. Zeitschrift für Elektrochemie 4 (1897/98), 494. (Abdruck Stahl und Eisen 18 [1898] 468.) Zeitschrift für Elektrochemie 6 (1899), 53. Zeitschrift für angewandte Chemie (1898) 821. (Abdruck Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure Nr. 37 v. 1898). Stahl und Eisen 18 (1898), 1010.

Brennen bringt, ebenso kann das oben genannte Gemenge entzündet werden, nur bedarf es da eines eigenen Zündhölzchens, nämlich der sogenannten Zündkirsche.

Solche Zündkirschen sind aus Aluminiumpulver und einem leicht Sauerstoff abgebenden Körper, Baryum-superoxyd $Ba O_2$,¹⁾ hergestellt, und zwar werden aus diesem Gemenge unter Zuhilfenahme eines Klebestoffes kleine Kugeln geformt, in die ein Magnesiumband hineingesteckt wird, das dann durch ein Zündhölzchen entflammt werden kann, und so das Gemenge zur Reaction bringt.²⁾

Experiment: Es wird eine Zündkirsche durch ein Streichhölzchen entzündet.

Statt des Baryum-superoxyds kann man auch andere Sauerstoff abgebende Körper, wie übermangansaures Kali, chlorsaures Kali, Salpeter, Bleioxyd, verwenden.

Ein Gemenge von Aluminiumpulver und Natrium-superoxyd $Na_2 O_2$ besitzt eine sehr niedrige Entzündungstemperatur und wird durch Zugabe einiger Tropfen Wasser sofort entflammt.³⁾ Bei der Herstellung dieser höchst gefährlichen Mischung ist die größte Vorsicht zu

¹⁾ Magnesium mit Baryum-superoxyd vermischt, liefert entzündet ein Licht, das für orthochromatische Photographie verwendbar ist.

²⁾ Statt der beschriebenen Zündkirsche kann man sich auch eines Sturmstreichholzes bedienen.

³⁾ Leon Franck berichtet, dass Aluminiumpulver und Natrium-superoxyd in einer Epruvette erhitzt, unter flintenschussartiger Explosion aufeinander reagieren. Chemiker-

beobachten und dieselbe nur in sehr kleinen Mengen zu bereiten.

Experiment: Ein Gemenge von Aluminiumpulver und Natriumsuperoxyd wird mit einigen Tropfen Wassers benetzt.

Das Goldschmidt'sche Verfahren gestattet nun drei Hauptanwendungen:

1. Ausnützung der bei dem Reductionsprocesse gebildeten Wärmemenge.

2. Gewinnung von reinen Metallen und Legierungen.

3. Herstellung von künstlichem Korund.

Zur Erreichung des unter 1. Angeführtem wird das Aluminium mit billigen Oxyden wie Eisenoxyd vermengt und noch indifferente Körper wie Magnesia, Kalk, Sand zugefügt, damit die Temperatur nicht so hoch werde, dass die zu erhitzenden Körper schmelzen oder sich das Metall regulinisch abscheidet, und es wird so eine Sintermasse erhalten, die den zu erwärmenden Körper vollständig umhüllt.

Ein solches Gemenge führt den Namen Erwärmungsmasse und werden zwei verschiedene Mischungen, welche die Bezeichnung *E* und *M* führen, in den Handel gebracht.

Experiment: Ein drei Kilogramm schwerer Eisenriet, wie sie zum Brückenbau verwendet werden, ist ein-

Zeitung (1898) 245. Berliner Berichte 27 (1894), 56. In ähnlicher energischer Weise verbinden sich Natriumsuperoxyd und Calciumcarbid beim Erhitzen. H. Bamberger, Berliner Berichte 31 (1898), 451.

gebettet in eine größere Quantität Erwärmungsmasse auf der sich etwas Entzündungsgemisch¹⁾ und in dieses eingedrückt einige Zündkirschen befinden. Niet- und Reaktionsmasse sind rings von Sand umgeben in einem Holzeimer (Fig. 1). Durch Entzünden der Zünd-

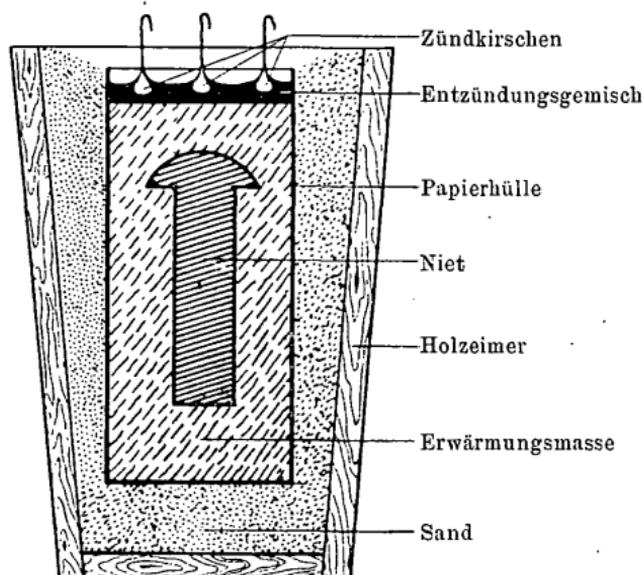


Fig. 1.

kirschen wird die Reaction eingeleitet und hierauf der Holzeimer vollständig mit Sand gefüllt.

Nach 15—20 Minuten wird der Holzeimer umgestürzt und der von Schlacke umgebene Niet durch Abschlagen von dieser befreit, worauf er sich als weißglühend erwies.

¹⁾ Entzündungsgemisch ist ein Gemenge von Aluminiumpulver mit leicht Sauerstoff-abgebenden Oxyden.

Ist die Bereitung von Metallen beabsichtigt, so werden die Zusätze fortgelassen, so dass durch die entwickelte Wärmemenge sowohl das Metall als die Schlacke schmilzt.

Nach dem Goldschmidt'schen Verfahren gelingt es sehr leicht, Metalle wie Chrom,¹⁾ Mangan, Eisen und noch viele andere in vollständig chemisch reiner Form darzustellen.

Je nachdem man ein Oxyd mit höherem oder niederem Sauerstoffgehalt oder eine Mischung dieser zur Herstellung der Metalle nimmt, lässt sich eine Änderung in der Intensität der Reaction ermöglichen. So reagiert z. B. Braunstein $Mn O_2$ viel heftiger mit Aluminium als Manganoxyduloxyd $Mn_3 O_4$ oder Manganoxydul $Mn O$.

Die Mischungen sind nach der Gleichung $R_2 O_3 + Al_2 = Al_2 O_3 + R_2$ zusammengesetzt.

Damit aber die Metalle aluminiumfrei erhalten werden, ist stets ein Überschuss an Oxyden vorhanden, wodurch dieses gänzlich oxydiert wird.

Zur Gewinnung von reinem Chrom wird Chromoxyd und Aluminiumpulver mit Entzündungsgemisch vermenget

¹⁾ Mit der Herstellung von Chrom und Mangan hat sich bereits Moissan befasst und erhielt diese Elemente durch Reduction von Chromoxyd $Cr_2 O_3$ mit Kohlenstoff im elektrischen Ofen.

Je nachdem man die Oxyde oder den Kohlenstoff vorwalten ließ, gewann man ein mehr oder weniger kohlenstoffhaltiges Metall. (Moissan, Der elektrische Ofen, deutsche Ausgabe von Zettel, Berlin 1897).

und die Masse in einem mit Magnesia ausgefütterten feuerfesten Thontiegel eingestampft, der oben eine Abstichöffnung für die Schlacke und unten eine für das Metall besitzt, und durch aufgestreutes Entzündungsgemisch und eine Zündkirsche die Reaction eingeleitet (Fig. 2). Durch weitere Zugabe des erstgenannten Gemisches erhält man in kürzester Zeit den ganzen

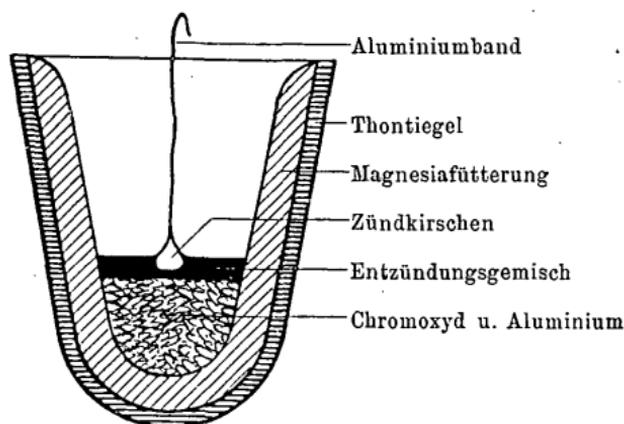


Fig. 2.

Tiegel mit vollständig feurigflüssiger Masse erfüllt, die Schlacke schwimmt auf dem geschmolzenen Chrom, und da der Tiegel zwei Abstichöffnungen besitzt, ist das Verfahren ein continuiertes, und es lassen sich in einem mittleren Tiegel pro Minute 1—2 *kg* Aluminium oxydieren.

Goldschmidt hat z. B. einen Regulus von 50 *kg* Chrom hergestellt.

Reines Chrom besitzt eine silberglänzende Farbe, ist sehr luftbeständig und ähnelt in vieler Beziehung

einem edlen Metalle, und liegt dessen Schmelzpunkt bedeutend höher als der des Platins.

Geschmolzenes Chrom stellt eine leicht bewegliche, dem Quecksilber ähnliche Flüssigkeit dar. Chrom verbrennt, in der Knallgasflamme erhitzt, unter glänzendem Funkensprühen.

Wenn man ein Stückchen Chrom auf in einer Eprouvette befindliches geschmolzenes chlorsaures Kali wirft, so findet eine sehr heftige Reaction statt, und das Chrom bewegt sich unter glänzender Feuererscheinung auf dieser Flüssigkeit wie Kalium auf Wasser. (Moissan, Der elektrische Ofen, S. 200.)

Auf ganz ähnliche Weise wie das Chrom kann auch das Mangan¹⁾ erhalten werden, welches ein dem Wismuth ähnliches Aussehen besitzt und ziemlich beständig gegen Luftfeuchtigkeit ist.

Das früher gewonnene Mangan enthielt viel Carbid und zerfiel an der Luft sehr bald zu einem Pulver.

Ebenso wie das Chrom und Mangan kann auch das Eisen mittels des Aluminiumverfahrens aus seinen Oxyden als Schmiedeeisen gewonnen werden.

Experiment: Aus einem Gemisch von Eisenoxyd mit Aluminiumpulver wird das Eisen ausgeschmolzen und dasselbe in eine Gussform fließen gelassen. Ein in

¹⁾ Claude Vautin, sowie Greene und Wahl beschäftigten sich ebenfalls mit der Herstellung von Mangan nach der bereits eingangs erwähnten Methode durch Erhitzung der Oxyde mit Aluminium in einem Tiegel. Berliner Berichte 26 (1893), Ref. 980.

feurigflüssige Masse des Tiegels eingetauchter Eisenstab von ca. 1 cm Dicke schmilzt nach einigen Secunden zusammen.

Ein großer Vortheil des Goldschmidt'schen Verfahrens ist, dass die Erwärmung des Reactionsgefäßes von außen vermieden wird, was deshalb besonders wichtig erscheint, da es kein Tiegelmateriale gibt, das einer gleichzeitigen äußeren und inneren so hohen Erhitzung Widerstand leistet.

Die gewöhnlichen feuerfesten Tiegel eignen sich nicht für diese Schmelzversuche, sondern es werden von der Chemischen Thermoindustrie in Essen (Ruhr) eigene, innen mit einer Schichte von Magnesia oder künstlichem Korund ausgefüllte Gefäße hergestellt.

Das geschmolzene Aluminiumoxyd wirkt gleichzeitig wie eine Glasur und erhöht die Widerstandsfähigkeit der Tiegel beträchtlich.

In ganz ähnlicher Weise, wie dies bereits bei der Gewinnung des Chroms, Mangans und Eisens beschrieben wurde, lassen sich noch viele andere Metalle, so z. B. Nickel, Kobalt, Zink, Kupfer, Molybdän, Wolfram, Zinn, Blei und Cer, sowie einige Metalloide isolieren.

Eine Ausnahme macht das Magnesiumoxyd¹⁾ MgO , das bis jetzt noch nicht reducirt werden konnte.

¹⁾ Die Untersuchungen von Moissan ergaben, dass Magnesia durch Kohle im elektrischen Ofen nicht reducirt wird. Borchers ist der Überzeugung, dass es gar kein Metalloxyd gibt, das nicht durch Kohle reducierbar wäre, wenn man nur die Temperatur hoch genug steigert.

Das Beryllium, Titan, Bor, Silicium, Cer und Thorium scheiden sich nicht regulinisch aus, sondern sind in der Schlacke nur fein vertheilt, und es ist da vortheilhafter die Herstellung von Legierungen anzustreben.

Von letzteren sind folgende dargestellt worden:

Titaneisen (Ferrotitan)	80 ⁰ / ₀	Eisen	mit	20 ⁰ / ₀	Titan
Boreisen (Ferrobor)	80	"	"	20	" Bor

Auch eine Legierung von Chrom mit Kupfer wurde gewonnen, welche fast vollständig die Farbe des Kupfers besitzt, aber bedeutend härter als dieses ist.

Besonders erwähnenswert ist, dass es Goldschmidt nicht gelungen ist, die Vanadinsäure bis zum Metall, sondern nur bis zum Vanadinoxidul Vd_2O zu reducieren.

Genannter Forscher hielt letztere Verbindung für das Metall Vanadin, bis er durch Hitttdorf auf diesen Irrthum aufmerksam gemacht wurde. Man sah bisher das Oxyd für das Metall selbst an.

Von Niob und Tantal sind nur kleine Mengen erhalten worden.

Auch die Metalle Calcium, Baryum und Natrium wurden durch Reduction gewonnen, nachdem sie aber leichter als die Schlacke sind, werden sie mit einem Schwermetall, wie z. B. Blei legiert. Bleibaryum mit 25—30⁰/₀ Baryum zersetzt das Wasser.

Die Isolierung des Natriums aus seinen Sauerstoffverbindungen durch Aluminium ist besonders interessant, weil früher das Aluminium aus seinem Chlorid durch Natrium gewonnen wurde.

In den Mischungen von Oxyden mit Aluminiumpulver kann man erstere manchesmal mit Vortheil durch Sulfide ersetzen. Die Reaction verläuft da bei niedrigerer Temperatur als bei Anwendung der Oxyde, und die Schlacke (Schwefelaluminium) schmilzt leichter, wodurch sich deren Trennung vom Metall besser vollzieht.

Außer den Oxyden und Sulfiden werden auch Sauerstoffsalze durch Aluminium reducirt. Nitrate werden, wie schon Deville nachwies, sehr wenig durch Aluminium angegriffen.

Viel energischer ist die Wirkung des Aluminiums auf Sulfate, wie Gips oder Glaubersalz. Als Tissier ein Gemenge von letztgenanntem Salz mit Aluminiumpulver in einem Tiegel erhitzte, trat eine so heftige Reaction ein, dass der Tiegel vollständig zerstört wurde.

Um die genannte Reaction in vollständig gefahrloser Weise zu zeigen, wird die Mischung des betreffenden Sulfates mit Aluminium in eine kleine Papierröhre eingefüllt und in diese eine Zündkirsche eingesetzt, worauf nach deren Entzündung die ganze Masse gleich einem Feuerwerkskörper abbrennt.

Die bei der Herstellung der Metalle sich auf denselben ansammelnde Schlacke besteht, sofern man Sauerstoffverbindungen benützt hat, aus geschmolzener Thonerde, Aluminiumoxyd (Korund) Al_2O_3 , und man kann aus dieser entweder das Aluminium gewinnen, welches dann wieder zur Herstellung desjenigen Metalles verwendet werden kann, von dessen Bereitung es stammt, oder sie wird als Schleifmittel benützt, und findet dann zur Her-

stellung von Schleifscheiben und als Poliermittel Verwendung.

Es ist im ersteren Falle ein vollständiger Kreisprocess hergestellt.

Die Schlacke, die außerordentlich hart ist und selbst vom Diamanten nicht geritzt wird, ist im Gegensatze zu dem natürlichen Schmirgel (Korund) vollkommen wasserfrei. In den Schlacken finden sich kleine, durchscheinende, farblose oder verschieden gefärbte Krystalle; so enthält die Chromschlacke in ihren Hohlräumen sehr schöne, nadelförmige Krystalle, die als Rubine anzusehen sind.

Ich bin in der Lage, Ihnen hier ein Stück von Chromschlacke zu zeigen, das ganz mit Rubinen übersät ist.

Das zur Ausführung der Goldschmidt'schen Versuche dienende Aluminium wird in zerkleinertem Zustande als Aluminiumgries verwendet.

Zur Reindarstellung der Metalle ist natürlich reines Aluminium zu verwenden, für Erwärmungszwecke genügt aber vollkommen ein ca. 50% Rohaluminium, von dem jetzt 1 kg ca. 1 Mark kostet.

Was nun die praktische Ausnutzung des Goldschmidt'schen Verfahrens anbelangt, so ist es gelungen, für dasselbe eine Reihe von Anwendungen in der Technik zu finden.

Die Darstellung reiner, kohlefreier Metalle wird jetzt in Essen im großen Maßstabe in tiegelförmigen Öfen, die aus feuerfestem Material aufgebaut sind und einige hundert Kilo Metall fassen können, vorgenommen.

Chrom wird hauptsächlich zur Darstellung von Chromstahl, Mangan zur Erzeugung von reinen eisenfreien Mangankupfer-Legierungen mit ca. 50, 30 und 20% Mangangehalt verwendet.

Wenn es sich darum handelt, an bereits fertigen Arbeitsstücken, die auch schon montiert sein können, eine stellenweise Erwärmung und Formveränderungen vorzunehmen, ohne dass die Gegenstände sich verziehen, so leistet da das Aluminiumverfahren ausgezeichnete Dienste, und eine solche partielle Erwärmung war bisher mit keinem anderen Verfahren zu erzielen.

Um z. B. eine schmiedeiserne Platte an irgend einer Stelle rothglühend zu machen, wird die betreffende Fläche durch Ziegelsteine und Formsand abgegrenzt und in diesen Raum die Erwärmungsmasse eingetragen, mit Entzündungsgemisch bestreut und durch eine Zündkirsche zur Reaction gebracht. In ähnlicher Weise wird das Durchschmelzen einer eisernen Platte bewirkt.

Sehr praktisch ist das beschriebene Verfahren zum Härten und Enthärten; so können z. B. lange Stahlmesser schnell und leicht gehärtet werden, ferner ist das Enthärten von ganz kleinen Stellen, z. B. die Enden gehärteter Stahlbolzen leicht erreichbar.

In ähnlicher Weise lässt sich das Goldschmidt'sche Verfahren zur Ausbesserung fehlerhafter schmiedeiserner Stücke aller Art, z. B. zum Anschmelzen eines ausgebrochenen Zahnes eines Zahnrades, Aufschmelzen von Verstärkungen verwenden. Ebenso kann man einen Lunker — ein Loch in einem Stahlfaçonguss — sehr

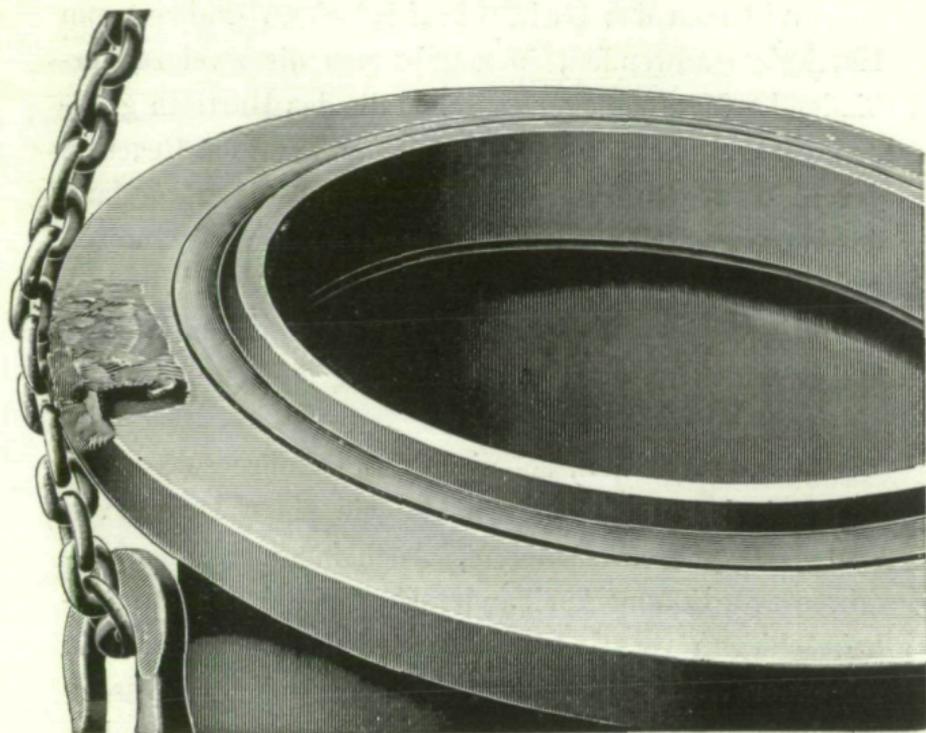


Fig. 3. Ausbessern fehlerhafter Stahlgüsse. (Ausgegossener Lunker, unbearbeitet.)

leicht nach diesem Verfahren mit Schmiedeeisen ausgießen. Es wird zu diesem Behufe die betreffende schadhafte Stelle zuerst blank gemacht, hierauf mit Blech und Formsand umgrenzt und in die Höhlung das früher in einem Tiegel aus Erwärmungsmasse „Thermit R“ gewonnene Schmiedeeisen gegossen. (Fig. 3.¹)

¹) Die Firma Max Kaehler und Martini in Berlin hat mir in liebenswürdigster Weise die Galvanos von obenstehender Figur, sowie von dem Bilde „Schienen-

Will man das Goldschmidt'sche Verfahren zum Hartlöthen anwenden, so umgibt man die zwei zu verbindenden Metallstücke, zwischen die das Hartloth gegeben wurde, mit Erwärmungsmasse und leitet die Reaction durch Aufwerfen einer Zündkirsche ein; es wird dann durch die entwickelte große Hitze das Loth geschmolzen und die beiden Stücke fest verbunden. Zum Löthen eines einzölligen Eisenrohres sind ca. 100 g Aluminium nöthig, und es wird sich eine solche Löthung auch nicht höher als ca. 16 Heller stellen.

Es ist gelungen, schmiedeiserne Rohre so vorzüglich zusammenschweißen, dass sie einen Druck von 400 Atmosphären aushielten. Auch kann man das Verfahren zum Stumpf-Aneinanderschweißen¹⁾ von Straßbahnschienen verwenden, und wird diese Operation in folgender Weise ausgeführt. Die zwei Schienen werden durch einen Klemmapparat miteinander starr verbunden, nachdem früher die Berührungsstellen blank geputzt und ein Blech zwischen dieselben eingelegt wurde. Um die Schweißstelle herum wird eine Form aus Eisenblech, verstärkt durch Formsand, gelegt und in diese das in einem Tiegel bereits früher aus Erwärmungsmasse — Thermit — erhaltene Eisen gegossen.

schweißung auf der Strecke“ zur Verfügung gestellt, wofür ich mir erlaube, obiger Firma den herzlichsten Dank auszusprechen.

¹⁾ Mittheilungen des Vereines deutscher Straßenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen (Beilage zur Zeitschrift für Kleinbahnen) 6 (1899), 276.

Beim Ausgießen fließt zuerst die geschmolzene Thonerde aus, die sofort auf den Schienen erstarrt und die zu verbindenden Eisentheile mit einer schützenden Oxydschichte überzieht, und es kann das nachfließende Eisen die Schweißstellen nicht mehr angreifen. Durch die hohe entwickelte Wärme wird eine völlige Verschweißung der Schienenenden ermöglicht.

Die Schweißstelle bei Phönixrillenschienen (Normalprofil 180 mm) ist derartig fest, dass sie einen Druck von über 40.000 kg bei einer Auflagerentfernung von 70 cm aushält.¹⁾

Auf einer so geschweißten Schienenstrecke ist ein stoßfreies Fahren ermöglicht und eignet sich eine solche besonders gut zur Rückleitung des Stromes bei elektrischem Betriebe.

Das Bild Fig. 4 stellt eine Schienenschweißung auf der Strecke vor und zeigt sämtliche zur Schweißung erforderliche Arbeiter, Materialien und Apparate, d. h. Klemmapparat, Tiegel mit Zange, der von zwei Mann ausgegossen wird, Büchse mit Thermit die für 10—12 Schweißungen aushält.

Nach den Versuchen von Oberingenieur Beyer²⁾ in Essen lässt sich das Goldschmidt'sche Verfahren in ganz ausgezeichneter Weise bei Schienenschweißungen verwenden.

¹⁾ Zeitschrift für Elektrochemie 6 (1899) 56.

²⁾ Mittheilungen des Vereines deutscher Straßenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen (Beilage zur Zeitschrift für Kleinbahnen) 6 (1899), 278.

In jüngster Zeit ist es gelungen, auch Calciumcarbid,¹⁾ das bisher im elektrischen Ofen bereitet wurde, durch die beim Goldschmidt'schen Verfahren erzeugte hohe Temperatur zu gewinnen.

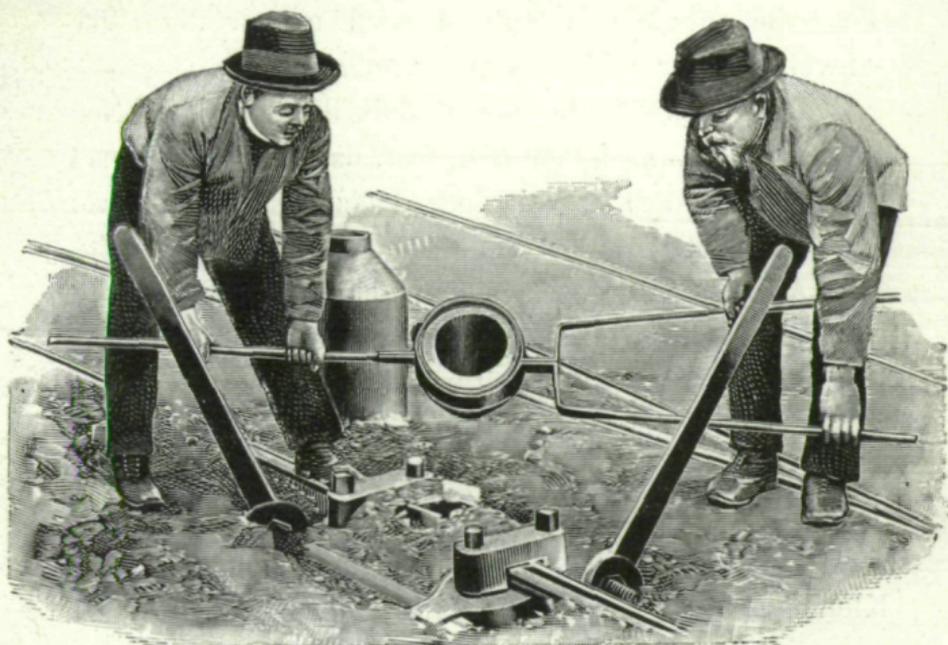


Fig. 4. Schienenschweißung auf der Strecke.

Wir haben nun bei allen Versuchen gesehen, dass wir mit dem Aluminium in sehr kurzer Zeit im engsten Raume eine enorme Menge Wärme erzeugen können, und dient daher dieses Metall als Wärmespeicher.

¹⁾ Chemiker-Zeitung 23 (1899, II), 998.

Die beim Aluminiumverfahren erzeugte Temperatur¹⁾ beträgt ca. 2900—3000° C, welche letztere mit dem Thermophon von Wyborgh²⁾ bestimmt wurde.

Im elektrischen Ofen kann man Temperaturen nahe dem Minimum von 3500° erreichen.

Nach Hochmann³⁾ ist die bei der Oxydation des Aluminiums entstehende hohe Temperatur nicht so sehr auf dessen große Verbrennungswärme (7140 Calorien) zurückzuführen, sondern darauf, dass dieser Heizstoff mit einem sehr hohen Nutzeffect verbrennt.

Ostwald⁴⁾ nannte auf der im April 1898 in Leipzig abgehaltenen V. Hauptversammlung der Deutschen elektrochemischen Gesellschaft das Goldschmidt'sche Verfahren „ein Schmiedefeuer und einen Hochöfen in der

¹⁾ In einem kürzlich in Leipzig erschienenen Werke von J. Scheiner, über Strahlung und Temperatur der Sonne, werden für letztere, die früher bis zu 10 Millionen Grade geschätzt wurde, als äußerste Grenzen 5400—6200° angenommen.

Nach v. Kövesligethy betragen die Oberflächentemperaturen der weißen, gelben und rothen Fixsterne 6400, 5400, beziehungsweise 4300°. (Chemiker-Zeitung, 24 [1900], 214.)

²⁾ Wyborgh verwendet zur Bestimmung hoher Temperaturen kleine Thoncylinder, deren Hohlraum Knallquecksilberzündhütchen enthält. Die Explosion erfolgt umso rascher, je höher die zu messende Temperatur ist. Aus einer Tabelle sind die den Zeiten entsprechenden Temperaturswerte zu entnehmen.

³⁾ Stahl und Eisen 18 (1898), 10 11.

⁴⁾ Zeitschrift für Elektrochemie 4 (1897—1898), 498.

Westentasche“ und hat damit das Verfahren in prägnantester Weise charakterisiert.

Es sei mir gestattet, über letzteres noch die eigenen Worte Goldschmidt's¹⁾ folgen zu lassen. „Es ist in der That das Kennzeichnende dieses Verfahrens die große Energiedichte, die mit ihm auf so einfache Weise zu erzielen ist. Das Aluminium stellt hier einen ganz außerordentlich fassungskräftigen Wärmeaccumulator dar und gestattet, die an geeigneten Industriemittelpunkten in ihm niedergelegten großen Kräfte an jeder beliebigen Stelle auszulösen und den mannigfaltigsten Zwecken dienstbar zu machen.“²⁾

Die chemischen Eigenschaften des Aluminiums, hauptsächlich sein großes Reduktionsvermögen werden ihm in der Zukunft eine viel bedeutendere Verwendung sichern als die physikalischen, wie schönes Aussehen, geringes spezifisches Gewicht etc. imstande waren.

Wenn Victor Meyer, der Meister der pyrochemischen Forschung, noch unter den Lebenden wäre, wie

¹⁾ Zeitschrift für angewandte Chemie 1898, 827.

²⁾ Das Goldschmidt'sche Verfahren ist in allen Culturstaaten patentiert und hat sich in Essen a. R. eine Gesellschaft, die „Chemische Thermo-Industrie“ gebildet.

Genannte Gesellschaft hat den Alleinverkauf der „Gemische für Vorlesungszwecke“ in Deutschland der Firma Max Kaehler und Martini, Berlin W., Wilhelmstraße 50 übertragen und sind von dieser Firma auch detaillierte Anweisungen zur Ausführung der Experimente herausgegeben worden.

würde er diese so bequeme Methode zur Erzeugung höchster Temperaturen begrüßt haben!

Der berühmte Heidelberger Forscher, der sich die letzten Jahre seines Lebens so intensiv mit der Herstellung großer Hitze behufs weiterer Sprengung der Materie befasste, hätte gewiss viel Nutzen von den Goldschmidt'schen Arbeiten gezogen.

Ebenso wie dem Chemiker durch den elektrischen Ofen eine gewaltige Zahl neuer Erscheinungen erschlossen wurde, ebenso wird gewiss das heute besprochene Aluminiumverfahren sich als äußerst fruchtbringend für Wissenschaft und Industrie erweisen, und die anorganische Chemie, die während ziemlich langer Zeit als Stiefkind von den Chemikern behandelt wurde, kann stolz auf die Errungenschaften der letzten Jahre blicken.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Bamberger Max

Artikel/Article: [Über die höchsten erreichbaren Hitzegrade. 323-347](#)