download www.zobodat.at

Vorkommen und Gewinnung des Aluminiums.

Von Oberlehrer Dr. Ludwig.

Von allen Metallen ist kein anderes auf unserer Erde so weit verbreitet, wie das in neuerer Zeit viel genannte und sehr bekannt gewordene Aluminium. Es ist nicht nur ein wesentlicher Bestandtheil des Thons und somit jeder Ackerkrume; es ist auch in zahlreichen (etwa 200) Mineralien und den meisten der häufigen zusammengesetzten Gesteine in grösserer oder gegeringerer Menge enthalten. Der Thon, wenn er wenig durch fremde Stoffe verunreinigt ist, Kaolin oder Porzellanerde genannt, besteht aus Kieselsäure und Thonerde. Erstere, eine Verbindung des Elements Silicium mit Sauerstoff ($Si\ O_2$) kommt in der Natur rein als Bergkrystall vor, nahezu rein bildet sie die zahlreichen Varietäten des Quarz, wie Amethyst, Achat, Jaspis, Feuerstein und dergl., ferner den meist durch Eisenoxyd gefärbten Quarzsand. Der andre Bestandtheil des Thons, die Thonerde, ist Aluminiumoxyd ($Al_2 O_3$) d. h. eine Verbindung von Aluminium und Sauerstoff. Sie ist auch ein wesentlicher Bestandtheil des Alauns und wurde deshalb früher Alaunerde genannt. Von Alumen, dem lateinischen Namen des Alauns entlehnte der berühmte Göttinger Chemiker Wöhler, der Entdecker des Aluminiums, den Namen für das Metall der Thonerde. Der fast reine Thon, das Kaolin enthält 15—20% Aluminium und nahezu ebenso gross ist der Aluminiumgehalt des Porzellans. Sind in der kieselsauren Thonerde grössere Beimengungen von Quarz, Kalk, Eisenoxyd und anderen Mineralien enthalten, so hat sie je nach der Art der Verunreinigung verschiedene Namen, wie Lehm, Thon, Mergel, Steingutmasse und dergl. Auch der gewöhnliche Ackerboden besteht der Hauptsache nach aus kieselsaurer Thonerde und Quarz. Aber nicht nur in pulverigem, sondern auch in derbem Zustande hat die

download www.zobodat.at

kieselsaure Thonerde einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der Erdrinde, sie ist z. B. die Grundmasse von Thonschiefer, Porphyr, Basalt. Ferner bildet sie in krystallisirtem Zustande vereinigt mit den Silicaten von Kali, Natron, Kalk, Talkerde, Eisenoxydul zahlreiche Mineralien, wie Feldspath, Glimmer, Granat, Hornblende, Augit, ist mithin ein Bestandtheil von Granit, Gneiss, Glimmerschiefer und dergl. Alle diese Gesteine enthalten etwa 6—13% Aluminium.

Seltener als in Verbindung mit Kieselsäure kommt die Thonerde auch rein vor. Sie zeichnet sich durch schwere Schmelzbarkeit und grosse Härte aus, nur von Bor und Diamant wird sie in letzterer Beziehung übertroffen. Die gefärbten Thonerdekrystalle sind unter dem Namen Saphir und Rubin geschätzte Edelsteine. Durch Eisenoxyd verunreinigte Thonerde ist der Korund, der namentlich in den Gebirgen der Alleghanis in Amerika in ungeheuren Mengen vorkommt. Pulverisirter oft noch mit Kieselsäure gemengter Korund findet unter dem Namen Schmirgel als Glättungs- oder Polirmittel vielfach Verwendung. Aehnliche Zusammensetzung zeigt der Bauxit, nur enthält dieser noch Wasser, Bauxit ist Aluminiumhydroxyd mit Eisenoxyd und Kieselsäure. Er kommt vor in Frankreich, (z. B. in der Nähe der Stadt Baux), England, Hessen, Steiermark und an andern Orten. Ferner ist noch eine erwähnenswerthe Aluminiumverbindung der Kryolith. Er besteht aus Fluoraluminium und Fluornatrium und findet sich fast nur an der Westküste von Grönland. Seltener kommt das Aluminium in Verbindung mit Chlor vor.

Aber trotz der grossen Verbreitung, die das Aluminium auf der Erde hat, obwohl die Alumiumverbindungen schon seit langer Zeit ausgedehnte Verwendung finden und in ungeheuren Mengen in den Mauern unserer Häuser in den zahlreichen Verbrauchs- und Luxusgegenständen enthalten sind, ist das Metall selbst doch erst vor verhältnissmässig kurzer Zeit entdeckt. Lange hat man das Oxyd des Aluminiums, die Thonerde, für ein Element gehalten, weil es nicht gelang, dieselbe in einfachere Bestandtheile zu zerlegen. Die Beobachtung, dass sie ebenso wie die andern sogenannten Erden, Kali, Natron, Magnesia mit den bekannten Metalloxyden die Fähigkeit gemein hat, sich mit Säuren zu Salzen zu verbinden, liess zuerst vermuthen, dass man in diesen Erden Verbindungen eines Metalls mit Sauerstoff vor sich habe. In Betreff von Kali und Natron fand diese

download www.zobodat.at

Annahme ihre Bestätigung, denn im Jahre 1807 gelang es Davy durch den elektrischen Strom aus diesen Oxyden die Metalle Kalium und Natrium auszuscheiden. Bei der Thonerde misslang der gleiche Versuch und erst zwanzig Jahre später erhielt Wöhler auf chemischem Wege das erste Aluminium. Als derselbe Chloraluminium mit Kalium erhitzte, fand er auf dem Boden des Gefässes kleine Kugeln, denen er durch Reiben metallischen Glanz verleihen konnte, die sich aber, weil sie zu stark verunreinigt waren, nicht durch Schmelzen vereinigen liessen. Erst im Jahre 1845 wurde dieser Uebelstand beseitigt und bald fing man an, das Metall im Grossen fabrikmässig darzustellen. Ein französischer Chemiker, Deville, interessirte Napoleon III. für die Gewinnung des Aluminiums, das dieser seiner Leichttgkeit wegen wohl zu militairischen Ausrüstungsgegenständen zu verwenden hoffte und mit kaiserlicher Unterstützung wurde in Salindres eine Aluminiumfabrik errichtet. Im Jahre 1855 war die Fabrik so weit vorgeschritten, dass die ersten Barren des bis dahin noch etwas fabelhaft erscheinenden „Silbers aus dem Lehm“ auf der Pariser Weltausstellung gezeigt werden konnten. Bald darauf wurde das erste Kunstprodukt aus Aluminium dargestellt, durch das dieses in den Wettbewerb mit den andern Metallen eintrat. Es war dies eine Kinderklapper, die Deville dem Sohne seines kaiserlichen Gönners verehrte. Seitdem ist das Aluminium ein Handelsartikel.

Im folgenden sollen zunächst die wichtigsten Methoden der Aluminiumgewinnung besprochen werden. Es können hier nur diejenigen Erwähnung finden, die sich in der Praxis bewährt haben oder aus anderen Gründen besonderes Interesse beanspruchen, während die überaus zahlreichen Erfindungen auf diesem Gebiete, denen nur eine kurze Lebensdauer beschieden war, unberücksichtigt bleiben sollen.

Wie wir gesehen haben, kommt das Metall in der Natur in Verbindung mit Sauerstoff, Chlor und Fluor vor, hat also zu diesen Elementen eine besondere Verwandschaft. Die Chlor- oder Fluorverbindungen lassen sich auch künstlich aus dem Oxyd darstellen. Die Ausscheidung aus seiner Verbindung kann nun entweder auf chemischem Wege geschehen oder durch Elektrolyse. Die verschiedenen Verfahren der Aluminiumgewinnung lassen sich hiernach in folgende vier Gruppen eintheilen. 1. Chemische Darstellung des Aluminiums aus seinen Chlor- und Fluorverbindungen. 2. Chemische Darstellung aus dem

download www.zobodat.at

Oxyd. 3. Elektrolyse der Chloride bezw. Fluoride. 4. Elektrolyse des Oxydes.

Hierbei sind die Chlor- und Fluorverbindungen zusammengefasst, weil ja Chlor und Fluor zwei Elemente von ähnlichen Eigenschaften sind und die Gewinnung des Metalls aus diesen Verbindungen nach denselben Principien geschieht. Ferner sollen die Methoden, bei denen das Chlorid oder Fluorid künstlich aus dem Oxyd dargestellt wird, der ersten bezw. dritten Gruppe zugewiesen werden.

I. Chemische Darstellung des Aluminiums aus seinen Verbindungen mit Chlor oder Fluor.

Bei den zu dieser Klasse gehörigen Methoden der Aluminiumgewinnung wird das meist auf künstlichem Wege dargestellte Chloraluminium (bezw. Fluoraluminium) mit einem Metall erhitzt, das eine grössere Verwandschaft zum Chlor (bezw. Fluor) hat, als das Aluminium und so das letztere aus seinen Verbindungen gefällt. Das Verfahren ist also im wesentlichen dasselbe wie das, nach dem Wöhler das erste Aluminium darstellte. Dieser setzte, wie schon erwähnt, dem Chloraluminium Kalium zu, ausserdem könnten als Reduktionsmetalle noch in Betracht kommen Natrium und Zink. Die Versuche mit dem letzteren Metall haben wegen der erforderlichen hohen Temperaturen zu keinem praktisch brauchbaren Ergebniss geführt, die Gewinnung des Kaliums ist äusserst umständlich und kostspielig und man ist daher bei der Aluminiumfabrikation aus seinem Chlorid (bezw. Fluorid) ausschliesslich auf das auch nicht gerade billig herzustellende Natrium angewiesen.

Von den nach diesem Princip arbeitenden Fabrikations-Methoden verdienen folgende drei besondere Erwähnung: Das ältere Deville-Verfahren, hauptsächlich in Frankreich angewendet, das Verfahren von Netto, nach welchem neuerdings eine Fabrik in Newcastle in England arbeitet, und das Verfahren von Grabau, nach welchem dieser seit kurzem das Aluminium in Nienburg an der Weser gewinnt.

Das Verfahren, nach dem Deville sein Aluminium darstellte, war bis vor wenigen Jahren das einzige, das sich in der Praxis bewährt hatte. Jetzt dürfte es wohl endgültig durch andre Fabrikationsmethoden überholt sein. Immerhin lohnt es sich, näher darauf einzugehen, auch weil es zeigt, welche Umwege hier die Technik hat machen müssen, um das Metall von seinem

download www.zobodat.at

Sauerstoff zu trennen, während die entsprechende Aufgabe beim Eisen im Hochofen beinahe spielend gelingt.

Als Ausgangspunkte bei der Fabrikation dienen zwei häufige Mineralien, der Bauxit, d. i. Aluminiumhydroxyd mit Kieselsäure und Eisenoxyd, auf der einen Seite und Chlornatrium oder Steinsalz auf der andern Seite.

Der Bauxit wird pulverisirt und mit kalcinirter,*) d. i. wasserfreier Soda (kohlensaurem Natron) erhitzt. Es entsteht dann ein Gemenge von Thonerdenatron und Eisenoxyd mit etwas Kieselsäure. Ersteres ist löslich und kann durch Behandlung der Schmelze mit heissem Wasser ausgelaugt werden. Die Lösung wird dann mit Kohlensäure behandelt. Hierbei verbindet sich die Kohlensäure mit dem Natron wieder zu löslichem kohlensauren Natron oder Soda und unlösliches Thonerdehydrat wird niedergeschlagen. Der getrocknete Niederschlag wird mit Kochsalz und Kohle (oder Steinkohlentheer) fein gemengt, zu Kugeln geformt und in Thonretorten zur Weissgluth erhitzt, während ein Strom von Chlorgas von unten hindurchstreicht. Es verflüchtigt sich bei diesem Prozess eine Verbindung von Chloraluminium und Chlornatrium, welche in Vorlagen verdichtet und dann aufbewahrt werden kann. Wöhler und im Anfang auch Deville stellten sich reines Chloraluminium dar. Doch ging man später in der Fabrik von Salindres zur Bildung des Doppelchlorids über, weil das Chloraluminium bei seiner starken Neigung, bei feuchter Luft Wasser aufzunehmen, sich nur schwer aufbewahren lässt.

Um nun aus dem Doppelchlorid von Aluminium und Natrium das Aluminium zu gewinnen, ist metallisches Natrium oder Kalium erforderlich. Wie schon erwähnt, wandte Wöhler das letztere Metall an, die Fabrik in Salindres hingegen das erstere, weil sich die Natriumdarstellung im Grossen viel rentabler zeigte, als die Fabrikation von Kalium.

Natrium bildet bekanntlich in Verbindung mit Chlor das Steinsalz. Aus diesem wird nach verschiedenen Verfahren, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, Soda, d. h. kohlensaures Natron, hergestellt. Die Soda wird mit Kreide und Kohle gemengt und die Mischung sehr stark erhitzt. Hierbei verbindet sich der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff der Kohlen-

*) Die gewöhnliche krystallisirte Soda enthält nahezu 63% Krystall-Wasser. Dieses kann durch Glühen ausgetrieben werden.

download www.zobodat.at

säure und des Natrons (Natron ist Natriumoxyd) zu Kohlenoxyd, welches entweicht. Der sich bildende Natriumdampf wird in Vorlagen verdichtet, das Metall unter Petroleum geschmolzen, durch Tücher gepresst und in Barren gegossen*). Die Ausbeute an Natrium bei diesem Verfahren beträgt nicht die Hälfte der theoretisch berechneten, ausserdem sind die Kosten wegen der erforderlichen hohen Temperatur recht bedeutend, so dass der Preis des Natriums sich ziemlich hoch hielt.

Um nun das Aluminium zu erhalten, wird das Aluminium-Natrium-Doppelchlorid unter Zusatz von etwas Kryolith mit dem Natrium in geschlossenen eisernen Gefässen erhitzt. Das letztere hat eine grössere Verwandschaft zum Chlor wie das Aluminium, und verbindet sich mit dem Chlor des Aluminiumchlorids zu Chlornatrium oder Kochsalz. Der Kryolith bildet mit dem Chlornatrium eine leichte, leichtflüssige Schlacke, unter welcher das reducirte Aluminium zu Boden sinkt. Zur Gewinnung von 1 kg Aluminium sind bei diesem Prozess theoretisch 3 kg Natrium erforderlich, praktisch natürlich noch etwas mehr, so dass es erklärlich ist, dass der Preis des Aluminiums ziemlich hoch blieb. Immerhin gelang es Deville, den Preis bis auf 130 frs. pro kg herabzusetzen.

Die neuern Methoden der Aluminiumdarstellung, die anscheinend eine billigere Produktion gestatten, gehen nicht von dem Chlorid, sondern von dem Fluorid aus. Bei dem Deville-Verfahren wird ein Aluminium- und Natrium-Doppelfluorid künstlich hergestellt, ein natürliches Mineral von ähnlicher Zusammensetzung besitzen wir im Kryolith. Dieser ist, wie schon erwähnt, ein Aluminium-Natrium-Doppelfluorid,**) enthält also statt des Chlors das verwandte Fluor. Nach verschiedenen vergeblichen Versuchen, den Kryolith zur Aluminiumfabrikation zu verwerthen, ist dies neuerdings gelungen. Netto erfand im Jahre 1888 ein Verfahren zur Gewinnung von Aluminium aus Kryolith, welches von der Alliance Aluminium Company zu Wallsend bei Newcastle angewendet wird. Nachdem der Kryolith in eisernen Gefässen geschmolzen ist, werden grosse Blöcke Natrium zugesetzt und durch besondere Vorrichtungen untergetaucht. Dann verbindet sich das Natrium mit dem Fluor

*) Der Zusatz von Kreide ist erforderlich, weil sonst die Soda schmelzen würde. Die Kohle würde dann obenauf schwimmen und könnte nicht reducirend wirken.

**) $Al_2 Fl_6 + Na Fl$.

download www.zobodat.at

des Aluminiumfluorids zu Fluornatrium und das Aluminium sammelt sich am Boden des Gefässes. Das Einführen des Natriums in grossen Stücken und das sofortige Untertauchen desselben ist erforderlich, weil der Schmelzpunkt des Kryoliths so hoch liegt, dass sonst das Natrium bei der Berührung mit der geschmolzenen Masse sofort verdampfen würde. Bei dem Verfahren von Netto soll fast gar kein Natrium verloren gehen. Der chemische Prozess geschieht nach der Formel

$$(Al_2\ Fl_6 + 6\ Na\ Fl) + 6\ Na = 2\ Al + 12\ Al\ Fl.$$

Auch hier sind demnach zur Herstellung von 1 Theil Aluminium 3 Theile Natrium erforderlich. Besonderes Interesse gewährt das Verfahren von Netto, weil zu seiner Weiterführung nur wenig natürlicher Kryolith erforderlich ist und das Aluminium einem Material entnommen werden kann, das sich aus dem Thon in grossen Mengen mit geringen Kosten gewinnen lässt. Setzt man nämlich dem bei der ersten Reaktion entstandenen Fluornatrium schwefelsaure Thonerde (Aluminiumsulphat $Fl\ Al_2 (SO_4)_3$) so entsteht wieder Kryolith und ausserdem schwefelsaures Natron oder Glaubersalz, wie folgende Formel veranschaulicht.

$$12\ Na\ Fl + Al_2\ (SO_4)_3 = (Al_2\ Fl_6 + 6\ Na\ Fl) + 3\ Na_2\ SO_4$$

Das schwefelsaure Natron lässt sich, da es in Wasser löslich ist, durch Auslaugen entfernen und bildet ein verwerthbares Nebenprodukt, der Kryolith kann von neuem verwendet werden.

Auch für die Gewinnung des Natriums hat Netto ein neues Verfahren angegeben. Er lässt geschmolzenes Aetznatron (Na OH) auf glühende Kohlen träufeln. Hierbei entsteht flüssige Soda ($Na_2\ CO_3$), sowie Natriumdampf, Kohlenoxyd und Wasserstoff nach der Formel

$$4\ Na\ OH + 2\ C = 2\ Na + Na_2\ CO_3 + 2\ H_2 + CO$$

Die Soda fliesst ab und kann weitere Verwendung finden, der Natriumdampf wird in Vorlagen niedergeschlagen. Das Netto'sche Verfahren der Aluminiumgewinnung hat den Nachtheil, dass die Reaktionsgefässe durch die zum Schmelzen des Kryoliths erforderliche hohe Temperatur und durch die geschmolzene Masse zu sehr angegriffen werden.

Ein anderes Verfahren, bei welchem ebenfalls das Metall vermittelst Reduktion durch Natrium aus seinem Fluorid ausgeschieden wird und das diesen Uebelstand vermeidet, ist neuerdings von Grabau erfunden und wird von ihm in seiner

download www.zobodat.at

Fabrik in Nienburg an der Weser*) durchgeführt. Als Ausgangspunkte dienen die schon oben erwähnte schwefelsaure Thonerde (Aluminiumsulphat) und Fluorcalcium oder Flussspath ($Ca\ Fl_2$).

Eine Lösung von Aluminiumsulphat wird mit pulverisirtem Flusspath erwärmt. Hierbei bildet sich ein lösliches Aluminiumfluorsulphat und unlösliches Calciumsulphat nach der Formel

$$Al_2\ (SO_4)_3 + 2\ Ca\ Fl_2 = Al_2\ Fl_4\ (SO_4) + 2\ Ca\ SO_4.$$

Das Calciumsulphat (Gips) bildet ein Nebenprodukt, die Lösung des Aluminiumfluorsulphats wird eingedampft und der Rückstand mit (künstlichem) Kryolith geglüht. Hierbei entsteht Aluminiumfluorid und Natriumsulphat:

$$3\ Al_2\ Fl_4\ (SO_4) + (Al_2\ Fl_6 + 6\ Na\ Fl) = 4\ Al_2\ Fl_6 + 3\ Na_2\ SO_4$$

Das Natriumsulphat (Glaubersalz) ist ein weiteres Nebenprodukt, das Aluminiumfluorid dient zur Aluminiumdarstellung. Es wird zu diesem Zwecke auf 600° erwärmt und dann in ein Gefäss geschüttet, in welchem sich geschmolzenes Natrium befindet. Letzteres verbindet sich unter lebhafter Wärmeentwicklung mit Fluor und es entsteht Aluminium und künstlicher Kryolith nach der Formel

$$4\ Al_2\ Fl_6 + 12\ Na = 4\ Al + 2\ (Al_2\ Fl_6 + 6\ Na\ Fl).$$

In Folge der bei der Reaktion entstandenen Wärme schmilzt der Kryolith und unter ihm sammelt sich das Aluminium. Ein Theil des Kryoliths erstarrt aber an den von aussen kühl gehaltenen Wänden des Gefässes und bildet einen Ueberzug, der eine Zerstörung des Gefässes und eine Verunreinigung des gewonnenen Aluminiums durch das Gefässmaterial verhindert. Die geschmolzene Masse wird dann in ein anderes Gefäss entleert, in dem sie sich abkühlt. Das Alumininm lässt sich von dem erstarrten Kryolith leicht trennen. Dieser wird wieder zur Herstellung von Aluminiumfluorid verwendet, doch bleibt ein Theil als Nebenprodukt übrig, da, wie aus den obigen Formeln ersichtlich, theoretisch bei der letzten Reaktion noch einmal so viel Kryolith entsteht, als bei der zweiten gebraucht wird. Als Ausgangspunkte des Verfahrens dienen also nur Flussspath und schwefelsaure Thonerde, verwendbare Nebenprodukte sind Calciumsulphat (Gips), Natriumsulphat (Glaubersalz) und der wegen seiner Reinheit sehr werthvolle künstliche Kryolith.

---

*) Neuerdings hat Grabau auch in Trotta bei Halle eine Aluminiumfabrik errichtet.

download www.zobodat.at

Die bei dem Grabau'schen wie bei dem Netto'schen Verfahren benutzte schwefelsaure Thonerde wird, wie schon erwähnt, im Grossen hergestellt. Der Thon (kieselsaure Thonerde) wird zunächst erhitzt, weil erst durch Erhitzen die Thonerde löslich wird. Dann wird er mit kochender Schwefelsäure ($H_2 SO_4$) behandelt. Hierbei löst sich die Thonerde (Aluminiumoxyd $Al_2 O_3$) und die Kieselsäure bleibt ungelöst. Die abfiltrirte Flüssigkeit wird eingedampft und ergiebt als Rückstand Aluminiumsulphat oder schwefelsaure Thonerde ($Al_2 (SO_4)_3$). In Deutschland werden jährlich gegen 400000 Centner fabrizirt, die meist bei der Papierfabrikation oder der Färberei Verwendung finden.

Das Natrium gewinnt Grabau auf einem völlig neuem Wege, nämlich durch Elektrolyse von geschmolzenem Chlornatrium (Steinsalz). Er hat damit, soweit die bis jetzt vorliegenden Berichte erkennen lassen, ein Problem gelöst, an dem lange Zeit vergeblich gearbeitet worden ist und bei dem besondre Schwierigkeiten auftraten. Setzt man nämlich geschmolzenes Chlornatrium der Wirkung des Stromes aus, so wird es allerdings im Anfang zersetzt, das Natrium geht zum negativen und das Chlor zum positiven Pol. Aber das Natrium verbindet sich zum grossen Theil wieder mit der geschmolzenen Salzmasse zu einer andern Verbindung von Chlor und Natrium zu Natriumsubchlorid. Dieses überzieht die Kathode (den negativen Pol) mit einer die Elektricität sehr schlecht leitenden Schicht, der Strom wird in Folge dessen schwächer und erzeugt fast nur noch Wärme. Die Chlorausscheidung am positiven Pol (der Anode) hört so gut wie ganz auf und das Resultat des ganzen Processes besteht im wesentlichen darin, dass die Kathode sich mit einer schlecht leitenden Schicht von Natriumsubchlorid überzogen hat.

Grabau mischt nun Chlornatrium mit Chlorkalium und Chlorstrontium.*) Dieses Dreisalzgemisch schmilzt ausserordentlich leicht, schon bei einer unter Rotglühhitze liegenden Temperatur. Setzt man die geschmolzene Masse der Wirkung des elektrischen Stromes aus, so entsteht an der Anode eine der Stromstärke entsprechende Menge Chlor, an der Kathode Natrium, das durch etwa 3% Kalium verunreinigt ist. Wie diese Wirkung zu erklären ist, lässt sich nicht mit Bestimmtheit angeben. Wahr-

*) Etwa 88 Theile Chlornatrium, 112 Theile Chlorkalium, 159 Theile Chlorstrontium.

download www.zobodat.at

scheinlich liegt die zur Subchloridbildung erforderliche Temperatur über dem Schmelzpunkt des Dreisalzgemisches und der Zusatz von Chlorkalium und Chlorstrontium hätte nur den Zweck, den Schmelzpunkt herabzusetzen. Diese Vermuthung wird dadurch unterstützt, dass die Ausbeute an Natrium rasch abnimmt, wenn die Temperatur über die normale steigt. Bei regulärem Betrieb gewinnt man 95% der theoretisch berechneten Natriummenge. Zur Regeneration der Schmelze dienen Chlornatrium und Chlorkalium entsprechend den ausgeschiedenen Mengen an Natrium bezw. Kalium. Das Chlorstrontium verhält sich indifferent und braucht nicht ersetzt zu werden. Die Erwärmung des Dreisalzes geschieht zuerst durch äussere Heizung, später durch den Strom. Es bildet sich dann an den Wänden eine Kruste von ungeschmolzenem Salz, die eine Zerstörung des Gefässes und eine Verunreinigung der Schmelze durch das Gefässmaterial verhindert. Das Natrium, das specifisch leichter ist, als das Salzgemenge, steigt an der Kathode in die Höhe und kann unter Petroleum aufgefangen werden. Die Verunreinigung durch Kalium ist bei der Aluminiumgewinnung nicht störend, da man ja, wie schon oben bemerkt, auch statt des Natriums reines Kalium anwenden könnte, doch arbeitet Grabau an einem Verfahren, nach dem es möglich ist, reines Natrium darzustellen.

2. Chemische Darstellung des Aluminiums aus seinem Oxyd.

Die direkte Gewinnung des Aluminiums aus Thonerde (Aluminiumoxyd) auf chemischem Wege bietet ganz besondere Schwierigkeiten, welche in dem Verhalten des Metalls gegen Sauerstoff begründet sind. Zum besseren Verständnis des folgenden sollen einige allgemeine Bemerkungen über gewisse chemische Prozesse vorausgeschickt werden.

Wenn Sauerstoff verbrennt, das heisst sich mit Sauerstoff zu Kohlensäure verbindet, sei es im Ofen, sei es im Körper des Menschen, so entsteht bekanntlich Wärme. Die Menge der erzeugten Wärme lässt sich in Zahlen ausdrücken, es entwickelt ein g Sauerstoff bei diesem Process etwa 2700—3000 Kalorien.*)

*) Unter Kalorie ist hier verstanden die Wärmemenge, die erforderlich ist, um die Temperatur von 1 g Wasser um 1° C. zu erhöhen. Die Verbrennungswärme eines Körpers ist nicht unter allen Umständen dieselbe, sie ist abhängig von seiner molekularen Constitution. Im folgenden soll hierauf keine Rücksicht genommen werden.

download www.zobodat.at

Sollte nun umgekehrt die Kohlensäure wieder in ihre Bestandtheile zerlegt werden, so müsste dieselbe Quantität Wärme, die bei der Verbrennung entstanden ist, oder eine dieser Wärmemenge gleiche Energie andrer Art, etwa elektrische Energie, zugeführt werden. Die Natur führt diese Zerlegung aus in den grünen Theilen der Pflanzen, die erforderliche Energie liefert die Sonne.

Ebenso entsteht Wärme bei der Verbrennung von Wasserstoff zu Wasser oder Wasserdampf. Bei der Zerlegung des Wassers durch den elektrischen Strom wird dann eine der Verbrennungswärme gleiche Menge von elektrischer Energie verbraucht, um den Zusammenhang der Wasserstoff- und Sauerstoffatome zu trennen. Aber auch auf anderem Wege lässt sich das Wasser zersetzen. Bringt man z. B. das Metall Natrium in oder auf Wasser, so verbindet es sich mit dem Sauerstoff des Wassers und es entweicht ein Gas, das nachweislich Wasserstoff ist.

Das Natrium hat eine grössere Neigung, sich mit Sauerstoff zu verbinden als der Wasserstoff und die bei dieser Verbindung entwickelte Wärme ist grösser, als die Verbrennungswärme des Wasserstoffes, sie liefert also die zu der Zerlegung des Wassers erforderliche Energie.

Auch wenn die Metalle sich mit Sauerstoff verbinden, entsteht Wärme. So entwickelt Eisen, wenn es sich mit Sauerstoff zu Eisenoxyduloxyd ($F_3\ O_4$) verbindet, nach den Versuchen von Andrews pro Gramm verbrauchten Sauerstoffs 4124 Wärmeeinheiten. Bei der Reduktion des Oxydes im Hochofen muss diese Wärmemenge zugeführt werden. Das Prinzip des Hochofens ist nun folgendes: Die erwärmte eingeblasene Luft verbrennt den Kohlenstoff des Brennmaterials zu Kohlenoxyd (CO), dieses entzieht dem Eisenerz seinen Sauerstoff und verbindet sich mit letzterem zu Kohlensäure (CO_2). Hierbei entstehen pro g Sauerstoff 4255 Wärmeeinheiten. Diese Wärmemenge ist hinreichend, um das Eisen von seinem Sauerstoff zu trennen,*) da sie grösser ist als die bei der Oxydation gebildete.

---

*) In Wirklichkeit verläuft der Hochofenprozess nicht so regelmässig wie oben gesagt, es wirkt auch ein Theil des zugeführten Kohlenstoffs direkt reducirend.

download www.zobodat.at

Wenn nun Aluminium mit Sauerstoff zu Aluminiumoxyd ($Al_2 O_3$) verbrennt, so werden pro gr. verbrauchten Sauerstoffs 8160 Wärmeeinheiten entwickelt, d. h. die Wärmemenge, die zu der Zerlegung des Oxydes erforderlich ist, ist nahezu doppelt so gross, als die bei der Verbrennung von Kohlenoxyd zu Kohlensäure entstandene. Es müssten also, wenn die Reduction der Thonerde durch Kohlenoxyd geschehen sollte, pro gr. Sauerstoff etwa 4000 Wärmeeinheiten zugeführt werden. Noch ungünstiger ist das Verhältniss, wenn die Kohle direkt als Reduktionsmaterial angenommen wird, da Kohle bei der Verbrennung zu Kohlensäure, wie oben bemerkt, pro gr. Sauerstoff gegen 3000 Wärmeeinheiten, und bei der Oxydation zu Kohlenoxyd nur etwa 1800 Wärmeeinheiten entwickelt. Die hiernach zu der Reduktion des Aluminiumoxyds erforderlichen bedeutenden Wärmemengen durch äussere Heizung zuzuführen, ist, im Grossen wenigstens, unmöglich. Trotzdem wird neuerdings Aluminium nach einem Verfahren gewonnen, das im Prinzip auf der Reduktion des Oxydes durch Kohle beruht. Die dazu nöthige Wärme liefert nicht eine Heizung von aussen, sondern es findet gewissermassen eine innere Heizung durch den elektrischen Strom statt. Geht nämlich der elektrische Strom durch einen Körper, der dem Strom Widerstand entgegensetzt, so wird ein je nach der Stärke des Widerstandes grösserer oder geringerer Theil der elektrischen Energie in Wärme verwandelt. Diese im Widerstand entwickelte Wärme bringt z. B. den Kohlenfaden der elektrischen Glühlampen in Gluth, sie macht im elektrischen Flammenbogen, unterstützt von der Verbrennungswärme der Kohle, den Kohlenstoff weissglühend und bringt die höchsten Hitzegrade hervor, die wir herzustellen vermögen.

Ein in der Praxis erprobtes Verfahren, die durch den elektrischen Strom erzeugte Wärme zur Reduktion des Aluminiumoxyds zu verwenden, haben die Gebrüder Cowles ausgearbeitet. Anwendung findet das Verfahren in Amerika und England. Ein flacher Kasten aus feuerfestem Thon wird mit einem Gemenge aus Kohle, Kupfer und Korund angefüllt. An beiden Enden sind die aus Graphitkohle bestehenden Pole einer Dynamomaschine möglichst luftdicht eingefügt. Der elektrische Strom bringt den Korund und das Kupfer zum Schmelzen, die Kohle verbindet sich mit dem Sauerstoff des Korunds zu Kohlenoxyd und das Aluminium vereinigt sich mit dem Kupfer zu Aluminiumbronze. Man erhält demnach bei diesem Verfahren

download www.zobodat.at

eine Legierung von Aluminium und Kupfer. Die Versuche, das Metall nach derselben Methode rein darzustellen, haben zu einem günstigen Resultat nicht geführt. Die Ursache dieses Misserfolges liegt in dem Verhalten des Aluminiums gegen den Sauerstoff. Das Aluminium, das bei gewöhnlicher Temperatur von dem Sauerstoff garnicht angegriffen wird, zeigt nämlich in der Hitze eine ausserordentliche Neigung zu oxydieren und geht anderseits sehr leicht eine Legierung mit Kupfer ein. Wird der Kupferzuschlag zu dem Gemenge fortgelassen, so verbrennt das Kohlenoxyd das eben gebildete Aluminium, in dem Cowles-Ofen aber wird dasselbe zum grössten Theil von dem Kupfer zurückgehalten. Der sich trotz des Kupferzusatzes bildende Dampf von Aluminiumoxyd wird aufgefangen und kann von Neuem verwendet werden.*) Statt des Kupfers kann auch ein andres Metall, z. B. Eisen, verwendet werden. Die Legierungen des Aluminiums zeichnen sich, wie wir später sehen, durch verschiedene bemerkenswerthe Eigenschaften aus und das Verfahren von Cowles hat deshalb eine ausgedehnte Anwendung gefunden, wenn auch durch dasselbe eine Darstellung von Reinaluminium nicht möglich ist. Ob es allerdings die Concurrenz mit verschiedenen neueren, im weiteren zu besprechenden Fabrikationsmethoden wird aushalten können, muss zweifelhaft erscheinen.

Andre Methoden, das Aluminium durch Reduktion des Oxydes zu gewinnen, haben keine praktischen Erfolge aufzuweisen gehabt und sollen daher hier keine Erwähnung finden.

3. Elektrolyse der Chloride oder Fluoride des Aluminiums.

Der elektrische Strom besitzt bekanntlich die Fähigkeit, bei seinem Durchgange durch Flüssigkeiten dieselben in ihre

---

*) Im Vorstehenden sind die Vorgänge in dem elektrischen Schmelzofen so dargestellt, wie sie nach Ansicht der Erfinder stattfinden. Dieselben halten ihr Verfahren für ein reines Reduktionsverfahren, d. h. die elektrische Energie wird in Wärme verwandelt und die Wärme wird zu der Zerlegung des Oxydes verwendet. Ob diese Auffasssung die richtige ist, lässt sich nicht mit Sicherheit entscheiden. Wahrscheinlich findet zugleich eine Elektrolyse statt, dasselbe heisst, ein Theil des elektrischen Stromes zersetzt direkt die Thonerde, ohne erst Wärme zu erzeugen. Die Beschreibung des Verfahrens gehörte dann an eine andere Stelle. Doch glaubt Verfasser dasselbe am besten da einzureihen, wo es nach Ansicht der Erfinder Platz finden müsste.

download www.zobodat.at

Bestandtheile zu zerlegen. So lässt sich, wie schon bemerkt, das Wasser zersetzen, der Sauerstoff sammelt sich am positiven Pol, (der Anode), der Wasserstoff am negativen Pol, (der Kathode). Auch andre Beispiele von Elektrolyse sind ja im Vorstehenden schon erwähnt. Soll nun ein Metall aus seiner Verbindung ausgeschieden werden, so muss zunächst eine Flüssigkeit hergestellt werden, in der das Metall enthalten ist. Dies kann auf zweierlei Art geschehen, man kann entweder die zu elektrolysierende Substanz, das metallhaltige Erz, in einer Flüssigkeit auflösen oder man kann dasselbe, eventuell unter Zusatz von Flussmitteln, schmelzen. Im ersten Falle spricht man von einer nassen, im zweiten von einer trockenen Elektrolyse. Die nasse Elektrolyse findet namentlich bei der Kupfergewinnung Anwendung und wird von Siemens u. Halske in ihren Kupferwerken im Ural im Grossen durchgeführt. Bei der Aluminiumgewinnung ist sie aus Gründen, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, unmöglich, und es kommt hier nur die zweite Methode in Betracht. Die zum Schmelzen des Erzes erforderliche Wärme wird entweder durch äussere Heizung zugeführt oder durch den elektrischen Strom entwickelt. Zuweilen findet auch nur im Anfang des Prozesses eine Wärmezufuhr statt, im weiteren Verlauf dient der elektrische Strom als Wärmequelle. Die Darstellung des Aluminiums durch Elektrolyse gelang zuerst nahezu gleichzeitig dem Heidelberger Professor Bunsen und dem französischen Chemiker Deville. Beide gewannen das Metall durch Zerlegung des Aluminium-Natrium-Doppelchlorids, das ja, wie oben erwähnt, bei der chemischen Darstellung des Aluminiums nach dem Deville-Verfahren Verwendung findet. Doch konnte die Erfindung von Bunsen und Deville zunächst nur wissenschaftliche Bedeutung beanspruchen, da damals der elektrische Strom noch zu theuer war und das Doppelchlorid ebenfalls nur mit grossen Kosten hergestellt werden kann. Erst seit die Dynamomaschine eine billige Erzeugung von elektrischer Energie gestattet, hat das Verfahren von Bunsen einige praktische Bedeutung erlangt und ist bis in die neuere Zeit von der chemischen Fabrik auf Actien vorm. Schering zu Berlin angewendet. Das Doppelchlorid wird bei diesem Verfahren in einem Schmelzgefäss aus Gussstahl durch äussere Erhitzung geschmolzen. Als Kathode dient zugleich das Gefäss, das heisst, dasselbe steht in leitender Verbindung mit dem negativen Pol der Dynamomaschine, die

download www.zobodat.at

positive Elektrode besteht aus Kohlenstäben, die in die Schmelze hineinragen. Es geht dann das Chlor zum positiven Pol und das Aluminium sammelt sich an den Wänden des Gefässes.

Als vortheilhafter haben sich die elektrolytischen Verfahren erwiesen, die statt des Aluminium-Natriumchlorids Aluminium-Natriumfluorid, d. i. natürlichen oder künstlichen Kryolith anwenden, es sind ebenso wie bei der chemischen Aluminiumgewinnung, so auch bei der Elektrolyse in neuerer Zeit die Chlorverbindungen durch die Fluorverbindungen verdrängt. Allerdings hat das erste von Kleiner-Fiertz angegebene Verfahren zur Zerlegung von Kryolith durch den elektrischen Strom, das vor etwa fünf Jahren mit grossem Pomp angekündigt wurde, den Erwartungen nicht entsprochen, die man auf dasselbe setzte. Es war vielleicht ein Glück für die Unternehmer, das die grosse Anlage von 15000 Pferdestärken, die zur Ausbeutung der Erfindung am Rheinfall bei Neuhausen errichtet werden sollte, damals besonderer Umstände halber nicht zu Stande kam. Aber zwei neuere Methoden der Aluminiumgewinnung, die ebenfalls auf der Elektrolyse des Kryoliths beruhen, haben gute Resultate geliefert und scheinen sich lebensfähig zu erweisen, es sind dies die Verfahren von Minet und Hall.

Bei dem ersteren Verfahren, das in einer Fabrik in Frankreich Anwendung findet, wird eine Mischung von Kryolith ($Al_2 Fl_6 + Na Fl$) und Chlornatrium (Kochsalz) in einem eisernen, innen mit Graphitkohle ausgekleideten, Gefäss geschmolzen. Das Gefäss dient wieder zugleich als Kathode, die Anode besteht aus Graphitkohle und ragt in die Schmelze hinein. Es sammelt sich Aluminium an den Wänden des Gefässes, fliesst zu Boden und kann durch ein Abstichloch abgelassen werden. Zur Regeneration der Schmelze dient Korund (Aluminiumoxyd) oder Bauxit (Aluminiumhydroxyd.) Am positiven Pol werden Chlor und Fluor ausgeschieden. Das zugesetzte Aluminiumoxyd bezw. der Bauxit verbinden sich mit diesen unter Abgabe von Sauerstoff zu Aluminiumfluorid und Aluminiumchlorid und der Process nimmt seinen ungestörten Fortgang. Es dient also hier wie bei dem Verfahren von Netto der immerhin seltenere Kryolith nur zur Einleitung des Verfahrens und bei der Weiterführung genügt der Zusatz von weiter verbreiteten Mineralien. Die Ausbeute beträgt etwa 60% der theoretisch berechneten Aluminiummenge. Wendet man dagegen eine Kathode von Kupfer an, d. h. thut man Kupfer in das Schmelzgefäss, so

download www.zobodat.at

erhält man eine Bronze, die nahezu den theoretischen Aluminiumgehalt hat. Im ersten Falle findet wahrscheinlich eine sekundäre Reaction statt, ein Theil des an der Kathode ausgeschiedenen Aluminiums vereinigt sich mit dem geschmolzenen Kryolith zu einer Aluminium-Fluorürverbindung,*) während im zweiten Fall das Aluminium (ebenso wie bei dem Cowles-Verfahren) durch das Kupfer aufgenommen und an dem Eingehen einer neuen Verbindung verhindert wird.

Aehnlich ist das Verfahren von Hall, nach welchem eine Fabrik in Pittsburg arbeitet, nur wendet er reinen Kryolith und zur Regeneration der Schmelze reine Thonerde an. Nach Ansicht des Erfinders würde nur die Thonerde ($Al_2 O_3$) durch den Strom zersetzt, während der Kryolith unverändert bliebe und nur als Flussmittel diente. Das Verfahren bildet demnach den Uebergang zu der vierten Methode der Aluminiumdarstellung.

4. Gewinnung von Aluminium durch Elektrolyse des Oxydes.

Die tägliche Gesammtproduktion der Erde an Aluminium wird zur Zeit auf 3000 kg geschätzt, hiervon werden 1800 kg**) in der Fabrik hergestellt, die das Metall auf elektrischem Wege direkt aus seinem Oxyde herstellt, in den Werken der Aluminium-Industrie-Actien-Gesellschaft in Neuhausen am Rheinfall. Die feuerflüssige Elektrolyse des Oxydes hat gegenwärtig den Sieg über die andern Verfahren davongetragen. Ob dies Verhältniss dauernd so bleiben wird, ob nicht die chemischen Verfahren, wenn sie noch besser ausgebildet sind, und — was in der modernen chemischen Technik von der allergrössten Wichtigkeit ist, — für die Nebenprodukte andauernd guter Absatz ist, doch vortheilhafter arbeiten können als die elektrischen, lässt sich nicht voraussagen. Unmöglich ist dies durchaus nicht. Denn bei der Elektrolyse der Thonerde wird mit ausserordentlich hohen Temperaturen gearbeitet und die aufgewendete Energie kann deshalb nur sehr unvollkommen ausgenutzt werden. In Neuhausen sind die Produktionsverhältnisse so günstig wie nur irgend möglich, weil eine starke und äusserst gleichmässig wirkende Wasserkraft sehr billig zu Gebote steht. Die Neu-

*) Ein ähnlicher Vorgang wurde schon oben (S. 110) bei der Elektrolyse des Steinsalzes erwähnt.

**) Im Jahre 1891 im ganzen 168669 kg, also im Durchschnitt täglich ca. 460 kg.

download www.zobodat.at

häuser Gesellschaft hat in Folge dessen trotz der stark gesunkenen Aluminiumpreise aus dem Ertrage des Jahres 1891 ihre in den Entwicklungsjahren entstandene Unterbilanz tilgen und eine Dividende vertheilen können. Ob das Verfahren unter andern Verhältnissen rentabel wäre, ist zweifelhaft.

Die in enger Verbindung mit der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft stehende Aluminium-Industrie-Actien-Gesellschaft zu Neuhausen hat das Recht erworben, pro Sekunde 20 Kubikmeter Wasser dem Rheinfall zu entnehmen, eine im Vergleich mit der Gesammtmasse des Rheinfalls geringe Menge, so dass der Schönheit desselben kein Eintrag geschieht. Die vertragsmässig der Gesellschaft zustehende Wassermenge repräsentiert 4000 Pferdestärken, zur Zeit hat die Wasserentnahme jedoch noch nicht ihre volle Höhe erreicht. Ein bis an den Wasserspiegel oberhalb des Falles reichendes Blechrohr von 2,5 m Durchmesser führt den Turbinen das Wasser zu. Mit diesen direkt verkuppelt sind die grossen, meist 600pferdigen Dynamo-Maschinen, die die zur Zerlegung der Thonerde erforderliche elektrische Energie liefern.

Es werden nun in Neuhausen aus der Thonerde nach dem von Héroult erfundenen Verfahren, das auch in Frankreich neuerdings stellenweise Verwendung findet, Aluminiumbronzen, d. h. Legierungen von Aluminium mit anderen Metallen, dargestellt. Dann wird auch durch Elektrolyse auf einem, nach den Veröffentlichungen der Gesellschaft gänzlich neuem Wege, direkt reines Aluminium gewonnen. Da dies letztere Verfahren streng geheim gehalten wird und keinerlei authentische Nachrichten über dasselbe zu erlangen sind, so müssen wir uns hier auf die Beschreibung des Héroult-Verfahrens beschränken.

Das Schmelzgefäss besteht hier wie bei dem Minet-Verfahren aus Graphitkohle und ist von aussen mit einer Metallhülle umgeben. Dasselbe dient wieder als negative Elektrode, während die positive Elektrode durch ein Bündel Kohlenplatten gebildet wird. Beim Beginn des Verfahrens bringt man zerkleinertes Kupfer in den Tiegel. Das Kohlenbündel wird herabgelassen, so dass der Strom durch das Kupfer geht und dasselbe zum Schmelzen bringt. Dann erfolgt die Einführung der Thonerde ($Al_2 O_3$). Diese wird durch das überhitzte Kupfer geschmolzen und dann durch den Strom in ihre Bestandtheile zerlegt. Das Aluminium geht zu dem den negativen Pol bildenden Kupfer und vereinigt sich mit letzterem zu Aluminiumbronze, der

download www.zobodat.at

Sauerstoff verbindet sich mit der Kohle des positiven Pols zu Kohlenoxyd und dieser brennt zum Ofen hinaus. Von Zeit zu Zeit wird durch eine Abstichöffnung die flüssige Bronze abgegeben und von oben frisches Material zugeführt. Das Verfahren eignet sich zur Darstellung verschiedener andrer Aluminiumlegierungen, man braucht nur statt des Kupfers ein andres Metall zu nehmen. Reines Aluminium lässt sich nach dem Héroultverfahren nicht darstellen, namentlich weil das Schmelzgefäss bei dem Prozess stark angegriffen wird und das Produkt erheblich durch Silicium verunreinigt wird. Bei der Aluminiumbronze ist der Siliciumgehalt nicht störend, im allgemeinen sogar erwünscht, weil dadurch die Festigkeit erhöht wird, allerdings auf Kosten der Dehnbarkeit. Das Aluminium aber wird durch Verunreinigung mit mehr als 2% Silicium spröde und brüchig. Ausserdem ist die schon erwähnte grosse Neigung des Sauerstoffs, sich mit dem eben gebildeten Aluminium wieder zu verbinden, sehr störend,*) und die Aluminium-Industrie-Actien-Gesellschaft zu Neuhausen wendet deshalb wie schon erwähnt, bei der Darstellung von Reinaluminium ein neues, noch nicht bekanntes Verfahren an.

Von dem Betrieb in ihrem Werke entwirft die Gesellschaft folgende Schilderung: „Der Betrieb macht auf den erstmaligen Beschauer einen grossartigen Eindruck. Die Ruhe und Sicherheit, mit der die ganze Anlage arbeitet, ist staunenswerth, wenn man bedenkt, dass es 2000 Pferdekräfte sind,**) welche gegenwärtig dort auf solch denkbar kleinstem Raume und in solcher Stille vor den Augen des Beschauers ihr gigantisches Spiel treiben. Nichts ist da zu bemerken von dem Getöse der Maschinen, nichts von dem hastigen Treiben der bleichen Gestalten, wie sie uns in andern Hütten und Werkstätten mit ähnlichem Kraftverbrauch begegnen. Wenige Leute genügen hier, um die ungeheure Kraft im Zügel zu halten. Lediglich das gleichmässige Schleifen der Dynamobürsten ist es, das die Ruhe des

*) Diesen Uebelstand sucht Wilson dadurch zu vermeiden, dass er die Anode röhrenförmig darstellt und in Verbindung mit einer Gasleitung setzt. Es wird in die Anode von oben Kohlenwasserstoff eingepumpt, welcher sich mit dem aus dem Erz entwickelten Sauerstoff zu Kohlenoxyd, Kohlensäure und Wasser verbindet. Die Wilson Aluminium Company beabsichtigt in Leaksville (Amerika) ein Werk zur Gewinnung von Reinaluminium und Legierungen zu errichten. Näheres bleibt abzuwarten.

**) Januar 1890. Jetzt sind es mehr.

download www.zobodat.at

Raumes stört, und allein das Emporlodern der mächtigen Flammen aus den Oefen giebt dem Bilde einiges Leben. Erst zur Zeit des Abstiches weicht diese einförmige Stille einem bewegteren Treiben. Da aber erhebt sich das Bild zu sonst nie gesehener Pracht: einer vieltausendkerzigen Lichtquelle gleich übergiessen die Massen des blauglühenden Metalls und die Riesenelektroden den domartigen Bau mit einer Lichtfülle, wie sie der Mensch so blendend sonst nicht zu sehen gewohnt ist.

Jeder, der dieses grossartige Schauspiel der Zügelung wilder Naturkraft durch den menschlichen Geist gesehen, geht hinweg mit dem Gefühl, an der Wiege einer neuen Technik gestanden zu sein, welche berufen ist, einer glänzenden Zukunft entgegen zu gehen."

Leider wird der im vorstehenden geschilderte grossartige Anblick vorläufig nur wenigen Sterblichen zu Theil, da die Sorge um das ängstlich gehütete Fabrikgeheimniss die Gesellschaft veranlasst, die Thüren ihres Werkes fest geschlossen zu halten. In wieweit die Ansicht berechtigt ist, dass die neue Technik einer glänzenden Zukunft entgegen geht, das wird sich erst zeigen, wenn die Aluminiumindustrie auf eine längere Entwicklung zurückblicken kann und wenn sich beurtheilen lässt, ob die zahlreichen aus oder mit Hülfe von Aluminium dargestellten Fabrikate sich im praktischen Gebrauch bewähren. Im folgenden soll auf die Eigenschaften und die Verwendungsarten des Aluminiums näher eingegangen werden.

Eigenschaften und Verwendung des Aluminiums.

Von den Eigenschaften des Aluminiums ist die bekannteste und auffallendste seine im Vergleich mit andern Metallen ausserordentlich geringe Schwere. Das specifische Gewicht des Aluminiums beträgt je nach der Bearbeitung 2,64 bis 2,7, d. h. das Metall ist 2,64 — 2,7 mal so schwer, als Wasser, welches denselben Raum einnimmt. Es hat demnach ungefähr dasselbe Eigengewicht, wie diejenigen Mineralien oder zusammengesetzten Gesteine, die man im gewöhnlichen Leben als Steine zu bezeichnen pflegt, wie Granit, Quarz, Kalkstein u. dgl., es ist ebenso schwer, wie das gleiche Volumen Ackererde, Quarzsand,

download www.zobodat.at

wie Glas, Porzellan. Von den gebräuchlichen Metallen sind Zinn und Zink etwa 2,7, Eisen 2,9, Kupfer und Nickel 3,3, Silber 3,9, Blei 4,25, Gold 7,2, Platin fast 8 mal so schwer als Aluminium. Es ist, einen Preis von 5—6 M. pro kg angenommen*) dem Volumen nach so theuer wie Zinn und etwa $1^1/_2$ mal so theuer wie Kupfer.

Die Farbe des reinen Aluminiums ist nahezu dieselbe wie die des Silbers. Durch Walzen oder Hämmern erhält es einen bläulichen Schimmer, ebenso, wenn es längere Zeit an der Luft liegt, da sich dann eine dünne Oxydschicht bildet. Diese kann durch Waschen mit stark verdünnter Fluss- oder Salzsäure leicht entfernt werden. Auf den in den Handel kommenden Aluminiumgeräthen, wie Cigarrentaschen, Federhaltern, Bürsten u. dgl. ist meist durch Behandlung mit Natronlauge und Salpetersäure eine ziemlich dauerhafte Mattierung erzeugt.

In der Luft ändert das Aluminium seine Farbe weniger als irgend ein anderes Metall, ausgenommen Gold und Platin. Selbst das Silber wird in dieser Beziehung von dem Aluminium übertroffen, da letzteres vollständig unempfindlich ist gegen die Einwirkung von Schwefelverbindungen, welche in grossen Städten nie in der Luft fehlen und das Schwarzwerden des Silbers bewirken. Auch bei dunkler Rotgluth bildet sich nach den Angaben der Aluminium-Industrie-Actien-Gesellschaft nur eine dünne Oxydschicht, und das Aluminium kann sogar geschmolzen werden, ohne das eine erhebliche Oxydation erfolgt. Erst bei weiterer Steigerung der Temperatur zeigt es eine ausserordentliche Verwandtschaft zum Sauerstoff; dass die dann eintretende sehr lebhafte Oxydation von einer aussergewöhnlich grossen Wärmeentwicklung begleitet ist, wurde schon oben erwähnt.

Wasser wirkt bei gewöhnlicher Temperatur auf das Aluminium garnicht ein, dagegen wird dasselbe nach neueren Untersuchungen von kochendem Wasser sehr stark angegriffen und die Anwendung des Metalls ist in allen Fällen ausgeschlossen, wo es mit Wasser von Siedehitze in Berührung kommen kann. Sehr leicht aufgelöst wird Aluminium von Salzsäure, ferner von alkalischen Flüssigkeiten, wie Soda- und

*) November 1891. Neuerdings soll Aluminium zum Preise von 3 M. pro kg offerirt werden.

download www.zobodat.at

Seifenlösungen, kalte Salpeter- und Schwefelsäure zeigen hingegen fast gar keine Einwirkung. Auch gegen Wein, Bier, Cognac, Kaffee, Thee, Butter, Honig, eingemachte Früchte, Essigsäure, Weinsäure soll Aluminium nach den Versuchen von Rupp, wenigstens bei geeigneter Bearbeitung, unempfindlich sein, so dass die neuerdings wegen ihrer Leichtigkeit beliebten und auch in der Armee probeweise eingeführten Feldflaschen unbedenklich benutzt werden könnten.*) Die Verwendung des Metalls in Küche und Speisekammer, zu Bestecken u. dgl. dürfte ihre Schwierigkeiten haben, so lange nicht die Soda aus der Küche verbannt ist. Schon durch einmalige Behandlung mit Soda kann ein Gegenstand aus Aluminium vollständig verdorben werden.

Die Härte und Zugfestigkeit ist sehr abhängig von der Art der Bearbeitung. Gegossenes Aluminium ist weich und viel weniger fest, als das kalt gewalzte oder geschmiedete Metall. Das Aluminium kann ziemlich leicht auf mannigfache Art bearbeitet werden. Es lässt sich sehr gut walzen, prägen, schmieden oder zu dünnen Drähten ausziehen, wenn es nicht zu stark verunreinigt ist. Ein Siliciumgehalt von über 2% macht es, wie schon erwähnt, spröde und brüchig. Die jetzt vielfach benutzten Aluminiumschlüssel sind hinreichend dauerhaft, wenn sie aus gutem Material kalt gepresst sind. Neuerdings sollen aber auch gegossene und aus unreinem Metall hergestellte Schlüssel in den Handel kommen, die beim Gebrauch sehr leicht abbrechen und geeignet sind, das Aluminium in Misskredit zu bringen. Ein guter Aluminiumschlüssel kann sich unter Umständen etwas verbiegen, aber niemals brechen.

Besondere Schwierigkeit macht das Löthen des Aluminiums. Zwar zahlte vor längerer Zeit die Société d'encouragement an Mouray einen Preis von 200000 frs. für sein Aluminiumloth, doch hat sich dieses ebenso wenig bewährt, wie die zahlreichen älteren oder jüngeren Erfindungen auf diesem Gebiete.**) Die Aluminium-Industrie-Actien-Gesellschaft bringt besonders präparirtes Blech in den Handel, das sich auf gewöhnliche Weise mittelst des Kupferkolbens und mit Zinn löthen lassen soll

---

*) Die Versuche über diesen Punkt sind, soviel bekannt, noch nicht abgeschlossen.

**) Ob sich das neuerdings von Bloch in Berlin in den Handel gebrachte Aluminiumloth durchaus gut bewährt, ist dem Verfasser nicht bekannt.

download www.zobodat.at

Die beim Löthen auftretenden Schwierigkeiten machten bis vor kurzem das Metall ungeeignet zur Herstellung von Röhren. Die Erfindung des Mannesmannverfahrens hat hier Abhilfe geschaffen. Bekannt sind die aus Mannesmannrohr gefertigten Aluminiumfederhalter; auch stärkere Rohre lassen sich gut herstellen.

Von sonstigen Bearbeitungsarten sei noch das Giessen erwähnt. Dies gelingt sehr leicht, da das Metall, auch wenn es nicht weit über seinen Schmelzpunkt erhitzt wird, äusserst dünnflüssig ist. Vorsicht ist nur geboten in Betreff des Materials, aus dem die Schmelzgefässe bestehen. Bei höherer Temperatur legiert sich das Metall sehr leicht mit Eisen und Silicium und die gewöhnlichen Eisen- nnd Siliciumhaltigen Gefässe können nur Verwendung finden, wenn eine zu starke Erhitzung sorgfältig vermieden wird. Die Neuhäuser Gesellschaft fertigt Tiegel aus siliciumfreiem Material, durch welches keine Verunreinigung stattfinden kann. Beim Formen verdient besondre Beachtung das ausserordentlich hohe Schwindmass des Aluminiums bei der Abkühlung. Der Aufwand von Feuerungsmaterial beim Schmelzen ist verhältnissmässig gross, da die specifische und die Schmelzwärme des Aluminiums sehr hoch sind. Umgekehrt kann aus denselben Gründen das geschmolzene Metall sehr lange stehen, ohne zu erstarren.

Die Leitungsfähigkeit für Elektricität auf gleichem Querschnitt berechnet beträgt 59% von der des Kupfers. Wegen des geringen specifischen Gewichts wiegt hiernach eine aus Aluminium hergestellte Leitung nur halb so viel als eine Kupferleitung von gleicher Leistungsfähigkeit. Das Aluminium kann daher bei elektrischen Anlagen mit Kupfer in Koncurrenz treten, sobald es nicht mehr als doppelt so viel kostet, wie das gleiche Gewicht Kupfer. Wenn die Aluminiumpreise ihre hinkende Tendenz beibehalten, dürfte dieser Fall sehr bald eintreten und die Anwendung des Aluminiums in der Elektrotechnik kann leicht eine grosse Ausdehnung gewinnen, zumal da auch das geringe Gewicht der Aluminiumleitungen oder Maschinentheile im Vergleich mit den aus Kupfer hergestellten in vielen Fällen erheblichen Vortheil bieten kann.

Telephonleitungen aus Aluminiumdraht würden bei gleichem Leitungsvermögen $4^1/_2$ mal leichter sein als die jetzt üblichen aus Siliciumbronze hergestellten und dabei nicht unerheblich billiger, da 1 kg Siliciumbroncedraht ca. 3 M. kostet. Die

download www.zobodat.at

Versuche über die Verwendung von Aluminium im Telephonbetrieb sind noch nicht abgeschlossen. Was die Siliciumbronze so gut geeignet für Telephonleitungen macht, ist ihre ausserordentlich geringe Selbstinduktion.

Im übrigen ist über die Verwendung des Aluminiums zu sagen, dass es stets da am Platze ist, wo mehr Rücksicht zu nehmen ist auf geringes Gewicht als auf den Preis des Materials. Dass es, wie man einst gehofft, das „alte rostige Eisen" verdrängen wird, ist nicht denkbar, da die Festigkeit des Stahles etwa sechsmal so gross ist, wie die des Aluminiums und ausserdem aus den oben angeführten Gründen es wenig wahrscheinlich ist, dass der Preis den des Eisens erreicht. Die Herstellung von feinen chemischen Wagen und Gewichten aus Aluminium, ferner seine Verwendung bei der Fabrikation von Fernröhren, Krimstechern u. dgl. ist bekannt und datiert nicht erst seit dem in der jüngsten Zeit erfolgten Aufschwung der Aluminium-Industrie. Jetzt bringen die Tagesblätter fast täglich Berichte über Erfinder, die die verschiedenartigsten Sachen, wie z. B. Stiefelsohlen, Hufeisen und anderes aus Aluminium herstellen wollen. Es kann hier auf diese „Erfindungen," die zum Theil besser unterblieben wären, nicht näher eingegangen werden. Hervorgehoben sollen nur noch werden die Versuche, die man mit Aluminiumbooten gemacht hat. Auf der vorjährigen elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt am Main war ein vollständig aus Aluminium hergestelltes Boot zu sehen, das durch einen Petroleummotor getrieben wurde. Aehnliche Fahrzeuge, aber in grösserem Massstabe, sind neuerdings wiederholt gebaut.

Auch im Kunstgewerbe könnte das Metall ausgedehnte Verwendung finden. Die aus Aluminium gefertigten kunstgewerblichen Gegenstände zeichnen sich durch Weichheit der Formen und nahezu unveränderliche Farben aus, sind allerdings vorläufig noch verhältnissmässig theuer. In der Ausstellung für Aluminiumindustrie, welche die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in ihrem Geschäftshaus, Berlin, Schiffbauerdamm, veranstaltet hatte, war eine reiche Auswahl von künstlerisch ausgeführten Aluminiumgegenständen zu sehen.

Von vielleicht noch grösserem Werthe als das Reinaluminium sind die Legierungen mit andern Metallen. Zunächst ist hier zu nennen die Aluminiumbronze, d. i. eine Legierung von Aluminium und Kupfer in verschiedenen Gewichtsverhältnissen.

download www.zobodat.at

Dieselbe kann, wie oben besprochen, auf verschiedene Weisen, z. B. nach dem Verfahren von Héroult oder von Cowles, direkt aus Thonerde gewonnen werden, sie lässt sich aber auch herstellen durch Zusammenschmelzen von Kupfer mit Aluminium oder hochprozentigen Aluminiumbronzen. Wünschenswerth ist, wie schon gelegentlich erwähnt, für viele Fälle ein gewisser Gehalt an Silicium, da dieses die Festigkeit bedeutend erhöht. Die nach dem Héroult-Verfahren gewonnene Bronze ist stets etwas durch Silicium verunreinigt; soll eine Bronze von hoher Festigkeit aus Kupfer und siliciumarmen Aluminium hergestellt werden, so ist beim Zusammenschmelzen der Metalle etwas Siliciumkupfer zuzusetzen. Auffallend ist, dass bei dem Zusatz von Aluminium zu geschmolzenem Kupfer eine starke Erwärmung der Legierung eintritt. Man hat hieraus den Schluss ziehen wollen, dass sich eine chemische Verbindung von Kupfer und Aluminium bildete. Eine vollständig genügende Erklärung für alle bei der Bildung von Aluminiumbronze beobachteten thermischen Erscheinungen ist bis jetzt noch nicht gegeben, ein grosser Theil der entwickelten Wärme entstammt jedenfalls einer theilweisen Oxydation des Aluminiums. Das Kupfer ist nämlich niemals ganz rein, sondern enthält stets Sauerstoff, der mit Kupfer zu Kupferoxydul verbunden ist. Das geschmolzene Aluminium hat, wie oben besprochen, eine grosse Verwandschaft zu Sauerstoff. Ein Theil des Aluminiums verbindet sich in Folge dessen mit dem Sauerstoff des Kupferoxyduls zu Aluminiumoxyd und die schon mehrfach erwähnte grosse Oxydationswärme des Aluminiums bewirkt eine erhebliche Steigerung der Temperatur.

Das Mischungsverhältniss von Kupfer und Aluminium wählt man verschieden je nach dem Zweck, dem die Bronze dienen soll. Je höher der Aluminiumgehalt der Legierung ist, desto grösser ist ihre Härte und Festigkeit, desto schwerer lässt sie sich aber auch bearbeiten. Am meisten Verwendung finden Bronzen von 5 bis 10% Aluminiumgehalt. Nur ausnahmsweise wird 11 oder 12% Bronze benutzt, doch lässt sich die 12% Bronze nur in der Rotgluth schmieden und walzen und ist ziemlich brüchig. Die 10% Bronze hat dieselbe Härte, Dehnbarkeit, Zugfestigkeit und Elasticität wie die besten Stahlsorten und lässt sich gut bearbeiten. Sie zeichnet sich vor Stahl namentlich durch ihre Unempfindlichkeit gegen atmosphärische Einflüsse aus und soll auch bei andauernder Er-

download www.zobodat.at

schütterung nicht brüchig werden. Allerdings wird die Aluminiumbronze stets erheblich theurer bleiben wie Stahl, immerhin wird es viele Fälle geben, in denen der höhere Anschaffungspreis durch die Vortheile der Bronze aufgewogen wird, so z. B. bei Herstellung von Maschinentheilen, welche in feuchten Räumen, Bergwerken, chemischen Fabriken aufgestellt sind. Besonders bemerkenswerth ist die Beständigkeit der Aluminiumbronze gegen Meerwasser, sie wird in dieser Beziehung von keinem unedlen Metall erreicht. Deshalb erscheint sie besonders geeignet für Schiffstheile, wie Schiffsschrauben, Propellerwellen, Schiffbeschlag u. dgl. Eine Schiffsschraube aus 10% Bronze war längere Zeit in Berlin ausgestellt.

Die Bronzen von geringem Aluminiumgehalt zeigen nicht die gleichen vortheilhaften mechanischen Eigenschaften, sie lassen sich aber leichter bearbeiten und zeichnen sich aus durch ihre schöne, goldähnliche Farbe, sowie ihre grosse Unempfindlichkeit gegen den atmosphärischen Sauerstoff. Da sie sich, sofern gewisse Vorsichtsmassregeln beobachtet werden, gut giessen lassen, so eignen sie sich zur Herstellung der verschiedensten kunstgewerblichen Gegenstände und in der schon mehrfach erwähnten Ausstellung in Berlin war eine reiche Auswahl aus diesem Gebiete zu sehen. Auch Uhren und verschiedene Gebrauchsgegenstände, wie Stockgriffe u. dgl. wurden gezeigt, doch dürften diese ihre schöne goldartige Färbung nicht lange behalten, da die Aluminiumbronze von Schweiss ziemlich stark angegriffen wird und die entstehenden Flecke sich nur äusserst schwer wieder entfernen lassen. Gegen organische Säuren sind die Bronzen zwar widerstandsfähiger wie die andern bekannten Kupferlegierungen, immerhin kann ihre Verwendung zu Essbestecken, Tafelgeschirren u. dgl. nicht empfohlen werden.

Vielfach wird die Aluminiumbronze mit Vortheil als Ersatz des Messings zu Beschlägen u. dgl. benutzt werden können. Noch besser erscheint in diesen Fällen Aluminiummessing, das ist eine Legierung von Messing mit 1/4 bis 3 1/2% Aluminium. Die mechanischen Eigenschaften des Messings werden durch diesen Zusatz wesentlich verbessert, das 3% Aluminiummessing mit 33% Zink besitzt nach den Angaben der Aluminium-Industrie-Actien-Gesellschaft in der Kälte die Härte der härtesten Phosphorbronze und die Festigkeit des besten Gussstahls, ist dabei bei

download www.zobodat.at

Rotgluth so weich, dass es in alle Formen geschmiedet, gepresst und gewalzt werden kann.*)

Wir kommen endlich zu der Verwendung des Aluminiums als Raffinationsmittel beim Stahl oder Eisenguss, die verhältnismässig wenig bekannt ist, obwohl nach den vorliegenden Schätzungen ohngefähr 40 bis 50% des gesammten erzeugten Aluminiums zu diesem Zwecke benutzt werden. Das sogenannte Gusseisen ist bekanntlich kein reines Eisen, es enthält ausser Kohlenstoff wechselnde Mengen von Eisenoxydul. Wird das Gusseisen geschmolzen, so verbindet sich ein Theil des Kohlenstoffs mit dem Sauerstoff des Oxyduls zu Kohlenoxyd und dieses sucht zu entweichen. Hierher rührt die so überaus störende Blasenbildung beim Eisenguss. Um dieselbe zu verhindern, ist es nöthig, der geschmolzenen Masse einen Körper zuzusetzen, der eine grössere Verwandtschaft zu Sauerstoff hat, wie Kohlenstoff, und dessen Oxyd ausserdem nicht gasförmig, sondern fest ist. Diesen Anforderungen entspricht das Aluminium in vollkommenem Masse. Auf seine grosse Neigung, sich mit Sauerstoff zu verbinden, ist schon wiederholt hingewiesen. Das gebildete Aluminiumoxyd (Thonerde) steigt wegen seines geringen specifischen Gewichts in Form einer unschmelzbaren Schlacke an die Oberfläche, die Schmelze erhitzt sich zugleich wegen der hohen Oxydationswärme des Aluminiums und sie wird dünnflüssiger, da ein Gehalt an Eisenoxydul das Eisen stets zähe macht. Dabei ist der erforderliche Aluminiumzusatz relativ gering, er beträgt nur 0,05 bis 0,1%, so dass die Kosten im Vergleich zu den erzielten Vortheilen gering sind. Bedingung ist, wie beim Guss von allen Aluminiums haltigen Metallen, dass die Form absolut trocken ist. Am auffallendsten tritt der Einfluss des Aluminiums beim Schmiedeeisen hervor. Wollte man dieses giessen, so müsste man es weit über seinen Schmelzpunkt (1600°) erhitzen, weil es sonst beim Guss zu schnell erstarrt. Eine geringe Menge Aluminium im Moment der Verflüssigung hinzugesetzt, steigert die Temperatur erheblich und macht die Masse so dünnflüssig, dass sie die feinsten Kanäle vollkommen gut ausfüllt. Der Erstarrungspunkt liegt dann nach dem Aluminiumzusatz erheblich tiefer, Schmiedeeisen mit 0,1% Aluminium wird bei ca. 1100° fest.

*) Aus einer Legierung von Titan und Aluminium, die wenig schwerer ist als Aluminium, werden Schneidewerkzeuge hergestellt, die eben so gut wie stählerne sein sollen. Näheres bleibt abzuwarten.

download www.zobodat.at

Das bisher Gesagte gilt nur für den Fall, dass das Eisen einen nicht zu hohen Gehalt an Kohlenstoff hat. Das Aluminium verdrängt nämlich auch zum Theil den Kohlenstoff aus seiner Verbindung mit dem Eisen und bewirkt, dass derselbe sich in Form von kleinen Graphitblättchen in der ganzen Masse vertheilt. Ist der Gehalt an Kohlenstoff normal, so ist auch dieser Einfluss des Aluminiums von Vortheil, da dadurch die Härtung einzelner Stellen vermieden wird und die so gegossenen Gegenstände, weil sie von homogener Struktur sind, sich viel leichter bearbeiten lassen. Anders liegt die Sache, wenn das Eisen mit Kohlenstoff vollständig oder nahezu gesättigt ist. Alsdann werden, namentlich bei hohem Aluminiumzusatz, so massenhaft Graphitblättchen ausgeschieden, dass die Metalltheilchen am Zusammenfliessen gehindert werden und die Schmelze zähflüssig wird. So erklärt es sich, dass der Aluminiumzusatz kohlenstoffreiches aber sauerstoffarmes Eisen dickflüssiger, sauerstoffreiches aber kohlenstoffarmes dagegen dünnflüssiger macht.

Ebenso wie beim Eisenguss ist auch beim Giessen von Kupfer ein Aluminiumzusatz von ausserordentlichem Vortheil. Das Kupfer ist stets gemengt mit Kupferoxydul, diesem wird durch Aluminium der Sauerstoff entzogen und wieder unlösliche feste Thonerde gebildet. Bisher wurden zur Raffination des Kupfers Silicium oder Phosphor angewendet. Werden diese in zu geringer Menge zugesetzt, so bleibt Oxydul zurück, wählt man die Menge etwas zu gross, so wird das Kupfer brüchig und seine Leitungsfähigkeit für den elektrischen Strom wird bedeutend verringert. Da man nun nie genau bestimmen kann, wieviel Oxydul in dem Kupfer enthalten ist, so erhielt man bei Anwendung von Silicium oder Phosphor fast niemals reines Kupfer, sondern entweder unzersetztes Oxydul oder freies Silicium resp. Phosphor. Wählt man Aluminium als Raffinationsmittel, so fallen derartige Uebelstände fort. Denn ein geringer Gehalt an Aluminium ist von verschwindendem Einfluss auf das elektrische Leitungsvermögen des Kupfers und wirkt durchaus nicht in schädlicher Weise auf die mechanischen Eigenschaften ein, so dass auch bei der Raffination des Kupfers das Aluminium den bisher benutzten Mitteln weit überlegen ist. Auch altes Messing und andre Metallabfälle werden durch Anwendung von Aluminium leicht und sicher gereinigt.

Zum Schluss noch wenige Worte. Wenn irgendwo auf wissenschaftlichen oder technischen Gebiete eine bedeutendere

download www.zobodat.at

Erfindung gemacht wird, so erwartet das grössere Publikum, oft enthusiasmiert durch die zuweilen etwas reclamehaften Empfehlungen der Erfinder, zunächst viel zu viel von der Neuerung. Wenn dann die weitere Entwicklung nicht ganz den Erwartungen entspricht, vielleicht auch der geschäftliche Erfolg zunächst ausbleibt, so tritt eine gewisse Ernüchterung und Enttäuschung ein, der frühere Enthusiasmus schlägt in sein Gegentheil um. So ist es gegangen, als zuerst Aluminium fabrikmässig dargestellt wurde und ähnlich scheint es bei dem in den letzten Jahren eingetretenen Aufschwung der Aluminiumindustrie wieder zu werden. Fast alle neuen Industrie-Zweige haben, ehe sie sich lebensfähig zeigen, ihre Kinderkrankheiten durchzumachen. Wenn auch manche Gebrauchsartikel aus Aluminium sich nicht bewähren, wenn die vielerlei kleinen Gegenstände, die jetzt die Schaufenster füllen*) und die, so lange es noch etwas Neues ist, viel gekauft werden, nicht mehr „gehen“ und Händler wie Fabrikanten ihre Rechnung nicht finden, wenn diese oder jene Aluminiumfabrik keinen geschäftlichen Erfolg erzielt, so beweist das noch lange nicht, dass es „mit dem Aluminium doch nichts ist,“ sondern nur, dass man es zu Zwecken hat verwenden wollen, zu denen es sich nicht eignet, dass man bei seiner Darstellung nicht den richtigen Weg eingeschlagen hat. Der Werth, den die Entdeckung unseres grossen Wöhler hat, wird dadurch nicht geschmälert, und wenn auch nicht, wie manche haben weissagen wollen, auf die Eisenzeit demnächst ein Zeitalter des Aluminiums folgen wird, so ist doch für die gesammte Weiterentwicklung der Technik die wohlfeilere Gewinnung des Aluminiums ein Fortschritt von der grössten Bedeutung.

*) Nach einer Schätzung sind zeitweise 20% der gesammten Aluminiumproduktion zur Herstellung von dergleichen Gegenständen verwendet.

Druckfehler-Berichtigung.

Seite [108] Zeile 9 von oben lies: 12 Na Fe, statt: Ae Fe.

Seite [111] Zeile 5 von unten lies: wenn Kohlenstoff verbrennt, statt: wenn Sauerstoff verbrennt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Helios - Abhandlungen und Mitteilungen aus dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Ludwig-Greiz F.

Artikel/Article: Vorkommen und Gewinnung des Aluminiums. 102-129