

Somit besteht kein merklicher Unterschied zwischen der Verwandtschaft der Ölsäure und der festen Fettsäuren gegen Kali, eine Trennung ist auf diesem Wege nicht möglich.

2. Zur Prüfung der Frage, ob beim Ranzigwerden der Fette, Ölsäure, Palmitinsäure und Stearinsäure in demselben oder in einem anderen Verhältnisse frei werden, als sie sich in dem frischen Fette in Form von Triglyceriden vorfinden, habe ich Palmöl und Olivenkernöl untersucht. Die Fette wurden mit Alkohol übergossen und nahe der Siedehitze nach Zusatz von Phenolphthalein mit Kalilauge genau neutralisiert. Neutralfett und Seife wurden dann, wie oben beschrieben, mit Petroleumäther getrennt, und das Neutralfett endlich zur Gewinnung der darin enthaltenen Fettsäuren verseift. Das verwendete Palmöl hatte 94,0 Säurezahl und 55,0 Jodzahl. Die Jodzahl der freien Fettsäuren wurde zu 52,1, die Jodzahl der aus dem Neutralfett abgeschiedenen Fettsäuren zu 55,2 gefunden. Olivenkernöl hatte 93,0 Säurezahl, 79,2 Jodzahl, die freien Fettsäuren 77,8, die Fettsäuren aus dem Neutralfett 79,0 Jodzahl.

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass die freien Fettsäuren in Palmöl und Olivenöl Ölsäure und feste Fettsäuren in fast genau demselben Verhältnisse enthalten, wie die darin enthaltenen Neutralfette, dass also beim Ranzigwerden nicht, wie meist angenommen wird, vornehmlich Ölsäure frei wird.

## Über Aluminium, dessen Behandlung und Verwendung.

*(Schluss von S. 436.)*

Bearbeitung<sup>1)</sup>). In Folge seiner grossen Weichheit ist das Aluminium geneigt, beim Drehen, Hobeln und Feilen zu schmieren und den Stahl in der Weise abzustumpfen, dass die Schneide von daran hängenbleibenden Aluminiumtheilchen umhüllt wird. In Folge dessen findet mehr ein Reissen als ein Schneiden statt und die Flächen werden dadurch leicht rauh und uneben. Man vermeidet diesen Übelstand dadurch, dass man

<sup>1)</sup>) Nach Berichtigung eines Versehens im Original beträgt die Leistung der ganzen Anlage jetzt:

2 neue grosse Masch.	je 14 000 A.	und 30 V.
neue kleinere	3 000 "	65 "
2 ältere	" je 6 000 "	16—20 "
zusammen 1 275 000 Watts.		

auf einmal nur kleine Spähne nimmt und dass man Metall und Stahl fortwährend reichlich mit Öl bestreicht. Die Abtrennung einzelner Theile von einem grösseren Stücke gelingt am besten mittels der Fraise. Mit einer gutgeschränkten und geöltten Kreissäge lässt sich das Metall fast wie Holz schneiden.

Der Grabstichel gleitet auf dem weichen Metalle auffallender Weise ab wie auf Glas oder Diamant. Benetzen mit einem Gemisch von 4 Th. Terpentinöl und 1 Th. Stearin-säure (oder Olivenöl mit Rhum) hebt diesen Übelstand auf.

Man kann Aluminium in gewöhnlichen Thontiegeln einschmelzen, ohne dass es dadurch siliciumhaltig und spröde würde, vorausgesetzt, dass man dabei kein Flussmittel anwendet und dass die Temperatur nicht weit über den Schmelzpunkt des Metalls hinausgeht. Die Cohäsion der Aluminiumtheilchen unter sich ist viel grösser als ihre Adhäsion an das Tiegelmaterial und es hat den Anschein (bei nicht zu hoher Temperatur), als wenn gar keine richtige Berührung zwischen dem Tiegel und dem Metall stattfände. Durch Zusatz von Flussmitteln wird diese Berührung befördert und sofort beginnt die Siliciumaufnahme.

Auch in eisernen Tiegeln lässt sich Aluminium ohne Schaden schmelzen, wenn man bezüglich der Temperatur die nötige Vorsicht walten lässt. Bei dunkler Rothglut findet noch keine Legirung von Eisen mit Aluminium statt und wenn eine solche wirklich stattfindet, so hat die entstehende eisenreiche Legirung einen so hohen Schmelzpunkt, dass sie an den Tiegelwänden sitzen bleibt. Es geht höchstens Aluminium an den Tiegel, nicht aber Eisen in das Aluminium. Immerhin aber ist bei der Verwendung von Thon- und Eisen-tiegeln die grösste Vorsicht geboten, besonders bei unerfahrenen Arbeitern, und die geringste Nachlässigkeit oder ein aus Unerfahrenheit entspringender Irrthum in der Beobachtung der richtigen Temperatur kann das beste Metall zu einem minderwerthigen, für bestimmte Zwecke unbrauchbaren machen.

Es ist daher unter allen Umständen empfehlenswerth, die Tiegel mit reiner Kohle oder dem Gemisch eines indifferenten Oxyds mit Theer auszufüllen. Solche Tiegel sind von der Fabrik in Neuhausen in allen Grössen zu beziehen. Dieselben halten, wenn sie während des Schmelzens gut bedeckt werden, viele Monate. Grössere Mengen von Aluminium schmilzt man im Flammofen. Auch hier soll der Herd mit Kohle oder indifferenten Oxyden gefüllt sein, die Heizung geschieht mittels Holz oder Gasfeuerung. Am reinlichsten ist jedenfalls die elektrische Schmelzung.

Trotz seines niedrigen Schmelzpunktes erfordert das Aluminium viel Zeit und Wärme zum Schmelzen, eine Folge seiner hohen spezifischen und latenten Schmelzwärme. Gleichfalls eine Folge der beiden letzteren Eigenschaften ist es, dass das Metall, wenn überhitzt, ungemein lange stehen muss, bis es sich auf die richtige Giess-temperatur abgekühlt hat. Bis ein auf starke

Rothglut erhitzter Tiegel mit 20 bis 30 k Aluminium zum Guss geeignet ist, kann man die Giesser  $\frac{1}{2}$ , bis  $\frac{3}{4}$  Stunden einer andern Arbeit nachgehen lassen, ohne ein Erstarren des Metalls befürchten zu müssen.

Sollen in Sand gegossene Stücke die schöne silberweisse Farbe des Reinmetalles besitzen, so darf man nicht stark rothwarm gießen, sonst werden die Stücke leicht missfarbig<sup>2)</sup>. Man braucht keine Angst zu haben, das Metall möchte nicht mehr auslaufen, denn es ist noch bei am Tage kaum sichtbarem Rothglut so dünnflüssig, dass es die feinsten Kanäle füllt und die zartesten Abgüsse gibt. So lange die Giesstemperatur dunkle Rothglut nicht übersteigt, ist eine Aufnahme von Silicium ans dein Sand der Formen nicht zu befürchten. Man muss nur bei Metall, welches wieder umgeschmolzen werden soll, darauf achten, dass es sorgfältigst vom anhängenden Sand gereinigt wird. Bestäuben der Formen mit Graphitstaub ist zu unterlassen, da derselbe die Farbe des Metalls beeinträchtigt.

Beim Formen ist das grosse Schwindmaass des Aluminiums (1,8 Proc.) zu berücksichtigen. Stärkere Stellen müssen tüchtige Angüsse mit möglichst breitem Anschnitt bekommen, Einläufe und Steigrohren sollen cylindrisch, oder nach innen breiter, nach aussen schmäler sein. Stücke mit verschieden dicken Querschnitten reissen sehr leicht ab.

Vor dem Guss soll das Metall mit einem Kohlenstab gut aufgeföhrt, mit einer Kohlenplatte abgeschäumt und zuletzt gut abgeblasen werden. Der Verlust beim Umschmelzen von dicken Stücken beträgt je nach dem Umfang der Stücke 2 bis 6 Proc., Hobel- und Drehspähne ergeben durchschnittlich 10 bis 15 Proc. und ganz feine Säge-spähne bis zu 60 Proc. Verlust. Das den Spähnen anhaftende unvollständig verbrannte Öl und sonstiger Schmutz hindern das vollständige Zusammenlaufen des Metalls. Man muss deshalb mit Eisen- oder Kohlenstäben öfter die Masse stark pressen und rühren. Die von den feinsten Spähnen abgehobene Asche enthält noch viel metallisches Aluminium in feinster Vertheilung, denn beim Liegen an der Luft erhitzt sich derartige anfangs nur rothwärme Asche durch Oxydation des Metalls auf höchste Weissglut. Am vortheilhaftesten werden kleinere Absfälle in der Weise umgeschmolzen, dass man sie vorher durch Pressen in die Form von Briquets bringt, aus diesen die Luft auspumpt und dafür leichte, nicht viel Kohle hinterlassende Öle hineinsaugt.

Schmelzabfälle und Asche werden im Kollergang vermahlen, kleinere Mengen im Mörser verstossen und dann gesiebt. Die metallischen Theilchen sind durch das Mahlen breit gedrückt worden und bleiben auf dem Sieb zurück, während die erdigen Bestandtheile als Pulver hindurchgehen.

Aluminium 0 und I lassen sich in der Kälte wie in der Wärme ausgezeichnet schmieden; ist es doch das beste Mittel, um die Qualität und

<sup>2)</sup> Einlegen in verdünnte Flusssäure und gutes Abwaschen gibt den Gegenständen die silberähnliche Farbe.

Reinheit des Metalles zu prüfen, dasselbe auf eine ganz feine Spitze auszuschmieden. Zeigt sich dabei kein Kantenriss, so kann man sicher sein, dass das Metall mindestens 98 procentig ist.

An besten gelingt das Schmieden, wenn man die Stücke stets annähernd auf etwa 450° hält. Gegenstände indess, von denen eine besondere Festigkeit und Härte verlangt wird, sollen kalt geschmiedet werden. In dieser Beziehung sollte das kalte Schmieden, Walzen und Pressen die allgemeinsten Verwendung finden und man sollte nie vergessen, dass warm gewalztes oder geschmiedetes Aluminium ebenso wie gegossenes eine sehr schlechte Festigkeit und eine sehr grosse Weichheit besitzt, dass dagegen kalt bearbeitetes die Festigkeit der Phosphorbronze erreicht und dabei doch etwas hart und elastisch ist. Selbstverständlich für jeden Fachmann muss es sein, dass vor dem Schmieden erst alle vom Guss herrührenden Fehler (kaltschwoissige Stellen, Saugtrichter, Schaum u. dgl.) durch Fräsen oder Hobeln beseitigt werden müssen, sonst sind Risse beim Schmieden unvermeidlich.

Aluminium II lässt sich in Folge seines Silicium- und Eisengehaltes nur sehr schwer oder gar nicht schmieden.

Bezüglich des Walzens gilt im Allgemeinen dasselbe, was eben vom Schmieden gesagt worden ist.

Die bisher bekannten Vorschriften über das Löthen von Aluminium sind alle ungenügend. Das Löthen gelingt, wenn man die Löhstellen vorher schwach verkupfert. Indess blättern die dünnen Kupferhäutchen bei plötzlicher Erwärmung leicht ab und die Löthing wird dadurch eine unsichere<sup>3)</sup>.

Eine Plättirung von Eisen, Kupfer oder Messing mit Aluminium ist in Folge der Brüchigkeit der bez. Eisen- und Kupferlegirungen nicht möglich. Zur Plättirung von Aluminium mit Gold oder Silber werden die zu vereinigenden Metalle kalt zwischen zwei vorher auf dunkle Rothglut erhitzte Kolben gebracht und durch hydraulische Pressen vereinigt (Blattgold und Blattsilber mit Aluminiumsecke). Auch durch warmes Aufeinanderwalzen kommt man zum Ziel.

Versucht man, das Aluminium auf gewöhnliche Weise wie Messing, Eisen oder Zink galvanisch mit Kupfer, Silber oder Gold zu überziehen, so entsteht nicht nur kein oder höchstens ein pulveriger Niederschlag, sondern sogar das Aluminium wird sowohl durch schwefelsaure Metallsalze (Verkupferung) als auch durch Alkalien (Versilberung und Vergoldung im Cyanbad) gelöst. Die chemische Reaction gewinnt die Oberhand über die Wirkung des elektrischen

<sup>3)</sup> Neuerdings bringt die Fabrik Neuhausen ein besonders bearbeitetes Aluminiumblech in den Handel, welches auf gewöhnliche Weise mittels des Kupferkolbens und mit Zinn gelöthet werden kann. Vor dem Löthen bestreicht man die Löhstelle mit einer Paste aus Colophonium, Talg und neutralem Chlorzink. Schaben wie überhaupt jedes Reinigen der Löhstelle mit andern Mitteln als höchstens Alkohol oder Terpinöl soll dabei vermieden werden.

Stromes. Bei Stromdichten, bei denen dieses Übergewicht nicht mehr vorhanden ist, fallen die Niederschläge an und für sich nicht gut aus. In beiden Fällen tritt an der Kathode eine Wasserstoffentwicklung störend dazwischen, welche genügt, um ein festes Anhaften des scheinbar tadellosen Niederschlags zu verhindern.

Diese Beobachtungen führten dazu, eine Salzlösung zu verwenden, deren saurer Bestandtheil die Eigenschaft besitzt, Aluminium nicht zu lösen und allenfalls auftretenden Wasserstoff gleich im *status nascens* zu oxydiren. Eine solche Verbindung ist das Kupfernitrat, und seine Wirkung wird noch verstärkt durch einen Überschuss freier Salpetersäure. So lange man für Überschuss an Salpetersäure sorgt, wird der Wasserstoff jeweils zu deren Reduction verwendet und kann so überhaupt nicht in freiem Zustande auftreten. In Neuhausen wird eine Lösung von 100 g Kupfervitriol und 60 cc concentrirter Salpetersäure von 1,334 sp. G. im Liter angewendet. Es ist für das Festhalten des Niederschlags nicht gut, wenn die Flächen ganz blank und glänzend sind, vielmehr sollen dieselben mit Schmirgel gerieben und so lange in verdünnte Natronlage getaucht werden, bis überall beträchtliche Gasentwicklung eingetreten ist. Dann wäscht man mit concentrirter Salpetersäure ab und bringt den Gegenstand in's Kupferbad. Die Kupferanode soll ungefähr die gleiche Oberfläche wie der zu verkupfernde Gegenstand haben. Ununterbrochene Bewegung des letzteren oder der Lauge, sei es durch mechanische Vorrichtungen, sei es durch Einblasen von Luft, ist unentbehrlich. Die geeignete Spannung am Bade ist etwa 4 V. bei einer Elektrodenentfernung von 5 cm. Der Strom soll durch das Eintauchen und Herausnehmen der Gegenstände selbst geschlossen und geöffnet werden. Die Dauer der Stromeinwirkung soll nicht länger als 10 bis 20 Minuten betragen. Zu dicke Niederschläge blättern leicht ab. Ganz fest, auch in dickeren Lagen, sollen dagegen jene Niederschläge halten, welche auf dem „löthbaren“ Blech der Neuhausener Fabrik aus einem *alkalischen* Kupferbad (17,8 Th. Ammoniak, 31 Th. Kupferacetat, 44,5 Th. Cyankali und 26,5 Th. Natriumsulfit) mit schwachem Strom niedergeschlagen werden.

Eine Versilberung wäre im salpetersauren Bade ebenso gut erreichbar wie die Verkupferung, wenn das Silber aus salpetersaurer Lösung überhaupt dicht niederfallen würde. Dies ist leider nicht der Fall, man erhält vielmehr daraus nur Krystallnadeln oder aus feinsten Nadelchen zusammen-

gesetzten Schwamm. Nur ganz dünne Schichten kann man bei sehr schwachem Strome dicht erhalten, doch lösen sich dieselben nur zu leicht wieder vom Aluminium ab. Es ist deswegen gerathener, der Versilberung erst eine Verkupferung nach obiger Vorschrift auf löthbarem Blech im alkalischen Bade vorausgehen zu lassen und dann im gewöhnlichen Cyansilberbad zu arbeiten. Dasselbe gilt für die Vergoldung. —

Aluminium dient auch als starkes Reductionsmittel für chemische Laboratorien. Es theilt in dieser Beziehung mit dem viel verwendeten Natrium den Vortheil, dass es durch Schwefelwasserstoff nicht gefällt wird und in alkalischer Lösung Verwendung finden kann. Dagegen übertrifft es das Natrium noch, insofern es, auf gleiche Äquivalente bezogen, billiger ist und seine Behandlung und Aufbewahrung keineswegs mit solchen Umständlichkeiten verknüpft ist, wie diejenige des Natriums. In Bezug auf Raschheit der Wirkung fährt man am besten mit den Abfällen aus der Blattaluminiumschlägerei.

**Aluminiumbronze.** Es ist ein vielfach verbreiteter Irrthum, dass man durch Zusammenschmelzen von Aluminium mit Kupfer keine guten Bronzen erhalten könne; man bekommt auf diesem Wege bei richtiger Behandlung ebenso homogene Legirungen, wie wenn sich die Metalle im „*status nascens*“ vereinigen. Thatsache ist es freilich, dass die durch Zusammenschmelzen der Reinmetalle gewonnenen Bronzen in der Regel geringere Festigkeit (dabei aber auch höhere Dehnung) besitzen, ein Umstand, der jedoch lediglich auf die grössere Reinheit der Produkte zurückzuführen ist. Die nach Héroult, Cowles u. A. gewonnenen Bronzen besitzen gewöhnlich einen höheren Siliciumgehalt und dieser Unterschied ist hinreichend, um die Verschiedenheiten zu erklären, denn die Festigkeit und Härte der Bronzen wird durch Silicium erhöht, während die Dehnung dadurch vermindert wird. Die grössere Festigkeit der siliciumhaltigen Bronzen erreicht man aber auch beim directen Zusammenschmelzen, wenn man etwas Silicium-Kupfer zuschlägt.

Zur Herstellung einer guten Bronze schmilzt man das Kupfer vollständig nieder, wirft das Aluminium in gut getrockneten Barren darauf und taucht es unmittelbar darauf noch mit einer Zange in das geschmolzene Kupfer unter. Dann röhrt man gut durch mit der Vorsicht, dass man den Löffel wechselt, sobald er zu roth geworden ist. Das Metall bleibt noch eine gute Viertelstunde im Ofen, sodann nimmt man den

Tiegel heraus, röhrt nochmals mit einem durchlöcherten Eisenlöffel gut durch und giesst zuletzt bei Orangeblut. Wie bei allen Legirungen überhaupt, so ist es auch hier Regel, dass die Güte des Metalls durch Umschmelzen gewinnt.

Die Aufnahme des Aluminiums durch das Kupfer ist in der Regel von einer gewaltigen Wärmeentwickelung begleitet. Man hat hieraus den Schluss gezogen, dass gewisse chemische Verbindungen des Aluminiums mit dem Kupfer nach bestimmten Äquivalentverhältnissen existiren. Besonders die 10,  $7\frac{1}{3}$  und 5 prozentigen Bronzen sollten dazu gehören. Gegen diese Theorie soweit sie die 10 prozentige Bronze betrifft, sprechen folgende Thatsachen: Setzt man die auf 90 Th. Kupfer treffenden 10 Th. Aluminium nicht auf einmal, sondern nacheinander zu, so folgt der anfänglichen starken Erhitzung bei weiterem Aluminiumzusatz wieder eine Temperaturabnahme. Die letzten Stücke Aluminium absorbiren eine ihrer latenten Schmelzwärme entsprechende Wärmemenge, die Temperatur sinkt, statt dass sie weiter steigt. Alles Kupfer enthält Kupferoxydul (selbst das elektrolytische), und beim Schmelzen desselben wird noch so viel davon gebildet, dass dessen Reduction, oder, richtiger gesagt, die dadurch bewirkte Oxydation des Aluminiums genügt, um die auftretende Temperaturerhöhung wenigstens theilweise zu erklären<sup>4)</sup>. Ausserdem müssten wohl auch die Curven der mechanischen und physikalischen Eigenschaften bestimmte Sprünge zeigen, wie dies z. B. bei den Lösungen der Schwefelsäure der Fall ist. Letzteres kann aber bei den Aluminiumbronzen nicht beobachtet werden, vielmehr folgen diese Curven ganz regelmässig für alle beliebigen Procentsätze dem Aluminium- und Siliciumgehalte. Andererseits ist es doch wahrscheinlich, dass wenigstens die niederprozentigen Bronzen chemische Verbindungen sind, weil eine 3- und 4 prozentige Bronze beim Zusatz von mehr Aluminium bis zu einem bestimmten Punkte immer noch wärmer wird.

<sup>4)</sup> Angenommen, das geschmolzene Kupfer enthielte 0,45 Proc. Sauerstoff, so sind in 100 k geschmolzenen Metalls 4,02 k Kupferoxydul enthalten. Diese erfordern zu ihrer Zersetzung 1146 W. E. Andererseits sind zur Bindung des im Kupferoxydul enthaltenen Sauerstoffs 0,507 k Aluminium nötig und diese erzeugen durch ihre Oxydation 3300 W. E. Die bei der Umsetzung auftretende Wärmemenge beträgt also 2154 W. E. Nun sind rund 0,1 W. E. nötig, um 1 k Kupfer um 1° zu erwärmen, also 10 W. E., um obige 100 k von 0 auf 1° zu bringen. 2154 W. E. würden die Temperatur demnach um beiläufig 200 bis 250° erhöhen, was vollständig hinreicht, um das Auftreten der Weissglut zu erklären.

Die Ausführung des Héroult'schen Verfahrens in Neuhausen wurde bereits in d. Z. 1889, 134 besprochen. Besonders beachtenswerth ist die jetzt gemachte Angabe, dass die Thonerde sich in geschmolzenem Zustande im Héroult-Ofen befindet und dass sie nicht etwa gemischt mit dem Kupfer und Eisen ist, sondern in scharf abgegrenzter wasserklarer Schicht über den Metallen liegt. Wird die Thonerde vor dem Abstich nicht vollständig aufgearbeitet, so läuft sie beim Abstich in flüssiger Form aus dem Stichloch mit ab und zwar nach der Bronze. Diese Thonerde erinnert äusserlich, wenn in flachen Platten erstarrt, fast an halbirtetes Roheisen und zeigt oberflächlich prächtige Krystallisation.

Ein weiterer Beweis dafür, dass im Héroult-Process eine Thonerdeschicht über dem Metall liegt und die Anodenkohle nur mit der Thonerde, nicht aber mit dem Metall in unmittelbarer Berührung steht, liegt in der plötzlichen Änderung der Stromstärke beim allmählichen Tieferstellen der Anode. Man kann am Galvanometer durch das ruckweise Steigen der Stromstärke genau verfolgen, wie die Kohle beim Senken der Reihe nach 1) die Thonerde mit Lichtbogen berührt, 2) in die geschmolzene Thonerde eintaucht und schliesslich 3) durch Aufstossen auf das Metall Kurzschluss macht. Die mittlere dieser drei Galvanometerstellungen entspricht dem normalen Betriebe. Bei diesem taucht also die Kohle in das Thonerdebad, ohne das Metall der Kathode zu berühren. Es ist ferner Thatssache, dass geschmolzene Thonerde die Elektricität leitet und zwar als Leiter zweiter Klasse. Es kann somit keinem Zweifel unterliegen, dass im Héroult-Ofen der Strom durch die geschmolzene Thonerde hindurchgehen und dieselbe elektrolysiert muss.

Man hat von berufener Seite eingeworfen, die Ausbeute im Héroult-Ofen sei grösser als theoretisch aus der alleinigen Wirkung der Elektrolyse erklärbar sei. Man sagte, nach dem Faraday'schen Gesetze könnte 1 Ampère nur 0,337 g Aluminium in der Stunde ausscheiden. Das genannte Gesetz muss aber auf die negative Hälfte des Elektrolyts bezogen werden und die Thonerde hat in der Temperatur des Héroult-Ovens nicht mehr die gleiche Zusammensetzung wie in gewöhnlicher Temperatur. 1 Ampère scheidet in der Stunde aus Kupferoxydsalzen 1,18 g Kupfer ans, aus Kupferchlorür zwar die gleiche Menge Chlor wie aus dem Chlorid, dagegen die doppelte Kupfermenge. Ähnlich beim Héroult-Process. Im Blauglut existieren nur sauerstoffärmere Verbindungen des Aluminiums und die für Ampère-Stunde abgeschiedenen Metallmengen entsprechen mehr den Formeln  $\text{Al}_6\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_4\text{O}_3$  oder  $\text{AlO}$  als  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Wäre der Erfolg des Héroult'schen Verfahrens ebenso wie bei Cowles nur auf die rein chemische Reaction unter dem Einfluss grosser Hitze zurückzuführen, so müsste die Ausbeute bei Héroult eine unverhältnismässig kleinere sein als bei Cowles, weil letzterer unter einer der chemischen Reaction günstigeren Anordnung arbeitet, indem er durch Mi-

schung der Reagentien der Reaction viel mehr Angriffspunkte gibt. Bei Héroult ist die der Thonerde dargebotene Kohlenfläche verschwindend klein im Verhältniss zu derjenigen von Cowles, trotzdem ist aber nachgewiesenermassen bei Héroult die Ausbeute grösser als bei Cowles. In Folge dessen kann bei Héroult auch nicht die volle Reduktionswirkung auf Rechnung der rein chemischen Reduction gesetzt werden.

Fände eine solche bei Héroult überhaupt in bedeutenderem Maasse statt, so müsste sich dieselbe allein zwischen Thonerde und Kohle ohne Kupfer oder Eisen abwickeln, denn im Héroult-Ofen berührt das Metall bekanntlich die sich verzehrende Kohlenanode gar nicht. Nun ist es aber eine chemische Erfahrung, dass Kohle allein die Thonerde nicht zu reduciren vermag, aus dem einfachen Grunde, weil das dabei gebildete Kohlenoxyd in der Reductionstemperatur das Aluminium wieder verbrennt. Erst wenn ein Metall wie Kupfer oder Eisen hinzukommt, wird das Aluminium von diesem gebunden und gegen die Oxydation geschützt. Beim Héroult-Verfahren ist es gerade ein Hauptgrund der besseren Ausbeute, dass das Aluminium an einem Platze ausgeschieden wird, wo es nicht mit dem Kohlenoxyd in Berührung kommen und durch dasselbe wieder aufgefressen werden kann, denn es ist eben die Elektrolyse, welche die zur Wiedervereinigung gereinigten Elemente an zwei verschiedenen, diametral entgegengesetzten Enden ausscheidet. Auf der einen Seite wird das Aluminium von dem schweren Kupfer zurückgehalten, auf der andern Seite entweicht das gebildete Kohlenoxyd sofort nach oben und breunt mit loderner Flamme zu dem Ofen heraus. Bei Cowles dagegen bleibt das Aluminium, selbst wenn es schon vom Kupfer gebunden ist, auf allen Seiten dem immer neu sich bildenden Kohlenoxyd ausgesetzt und wird von diesem immer wieder gefressen. Daher Cowles' geringere Ausbeute. Vom chemischen Standpunkt aus ist sein Process ein irrationaler.

Die Farbe der Bronzen mit über 20 Proc. Aluminium ist bläulich-weiss, zwischen 20 und 15 Proc. weiss, bei 15 Proc. beginnt der Übergang zur gelben Farbe und bei 5 Proc. ist letztere derjenigen des Goldes täuschend ähnlich; 3 prozentige Bronze ist dem rothen Gold vergleichbar. Durch einen Siliciumgehalt wird die schöne Goldfarbe der Bronze bedeutend beeinträchtigt. Silicium macht die Farbe mehr weissgelb, in höheren Procenten sogar im Bruch grau. Für alle Zwecke, bei denen die Farbe der Bronzen wirken soll, muss man siliciumarme oder -freie Materialien verwenden. Bei 140° nehmen die Bronzen eine prachtvolle, tief goldgelbe Anlauffarbe von höchster Beständigkeit an. Man achte bei deren Herstellung darauf, dass die Einwirkung der Hitze nicht zu lange dauere, sonst geht bei der gleichen Temperatur das schöne Gelb in andere Anlauffarben über.

Bronzen über 11 Proc. sind ungemein spröd und brüchig, von 11 Proc. abwärts nehmen dieselben an Zähigkeit zu und erreichen zwischen 8 und 5 Proc. einen Grad der Dehnung, wie er bei keinem Metall überhaupt sonst erreicht wird (70 Proc. bei 47 k Zugfestigkeit auf 1 qmm (vgl. d. Z. 1889, 551).

Das specifische Gewicht der Aluminium-Bronzen beträgt bei:

20 Proc. Aluminiumgehalt	6,42
15	7,05
10	7,65
7,5	7,87
5	8,15

Absolut genommen ist also 10 proc. Aluminiumbronze so schwer wie Gussstahl oder Schmiedeeisen, im Zusammenhalt mit ihrer höheren Festigkeit aber ergibt sich, dass die Aluminiumbronze für Constructionen von bestimmter Festigkeit neben Reinaluminium das leichteste Metall ist, was besonders für den Schiffsbau und Torpedobau von Bedeutung ist. Der Schmelzpunkt der 10 prozentigen Aluminiumbronze liegt bei etwa 950°.

Eine Absorption von Gasen während des Schmelzens tritt nur dann ein, wenn das Metall unsinnig überhitzt wird oder unmässig lange den Ofengasen ausgesetzt bleibt. Nur in Folge fehlerhafter Überhitzung in Kohlenoxyd- und Wasserdampf-Atmosphäre wird Kohlenoxyd und Wasserstoff in solchen Mengen aufgenommen, dass beim Erstarren wieder eine Abgabe dieser Gase in grossen Mengen erfolgt. Es tritt dann ein gewaltiges Steigen der Gässe ein, die Gase werden unter grossem Druck aus dem Metallbrei herausgepresst, verbrennen mit blauer Flamme und das Metall ist im Innern durch und durch porös, oberflächlich aber höckerig und durch die feinen Gasausströmungsöffnungen rauh. Dabei treten auch Segregationserscheinungen auf, insofern die oberflächlich herausgepressten Wülste leichten flüssigen Metalls siliciumreicher und eisenärmer sind. Vermeidung einer Überhitzung schützt gegen solche Unfälle. Das lineare Schwindmaass der 10 prozentigen Bronze beträgt 1,8 bis 2 Proc.

Die mechanischen Eigenschaften der Aluminiumbronze sind derart ausgezeichnet, dass man behaupten darf, es existire neben derselben kein ähnliches Material für Constructionszwecke, Stahl nicht ausgenommen.

Die Schmiedbarkeit der Aluminiumbronzen ist eine ausgezeichnete. Je nach dem Prozentgehalt liegen die Schmiedetemperaturen zwischen dunkler und heller Rothglut. Durch das Schmieden gewinnt die Aluminiumbronze ungemein, und es kann nicht eindringlich genug empfohlen werden, die Bronze wo immer nur möglich zu schmieden, zu walzen oder zu pressen statt zu gießen. Lässt man dabei die Temperatur nicht so hoch steigen, dass die Bronzen sehr weich werden, so hat man es in der Hand, die denselben sonst abgehende Elastizität bis auf diejenige des Stahls zu bringen, ohne die Dehnung zu sehr zu vermindern. Dabei wird selbstverständlich auch die Festigkeit noch bedeutend erhöht.

Je nach Wahl der Temperatur und des Prozentgehaltes kann man so Bronzen herstellen, deren Zugfestigkeit innerhalb der Grenzen von 100 bis 47 k/qmm und deren Dehnung entsprechend zwischen 3 und 70 Proc. für 1 dm wechselt.

Das elektrische Leitungsvermögen der Aluminiumbronzen ist ein sehr schlechtes und es ist nicht daran zu denken, Drähte aus Aluminiumbronze für Leitungszwecke zu verwerten, trotzdem die hohe Festigkeit derselben unwillkürlich

zu dem Gedanken führt, Aluminiumbronze statt der Siliciumbronze für Telephonleitungen (mit nur 43 Proc. Leitungsvermögen) einzuführen.

An Widerstandsfähigkeit gegen Oxydation übertrifft die Aluminiumbronze alle andern Legirungen. Diese Widerstandsfähigkeit ist im Allgemeinen proportional dem Aluminium- und umgekehrt proportional dem Siliciumgehalte. Die stark siliciumhaltige Aluminiumbronze ist weniger beständig. Lässt man eine Bronze mit 3 Proc. Silicium nur offen im Zimmer liegen, so ist sie auf frischen Bruchflächen schon nach 24 Stunden mit einer grünlichen Decke überzogen, während siliciumarme Bronze unter den gleichen Verhältnissen noch nach Jahren gelbe Bruchflächen zeigt. Ebensowenig beständig ist die Aluminiumbronze gegen Schweiss u. s. w. Besonders die schönen goldfarbigen Sorten werden durch das Berühren fleckig und sind sehr schwer zu reinigen.

Gegen Essig und andere organische Säuren sind die Aluminiumbronzen nicht ganz beständig. Nach Versuchen von Regelsberger im Neuhausener Laboratorium war nach 2wöchentlichem Stehen einer Bronze mit 7,4 Proc. Aluminium und 1,0 Proc. Silicium in kalter 5 proc. Essigsäure äusserlich noch kein Angriff wahrzunehmen, nach 3 wöchentlichem Stehen dagegen war schon deutliche Blaufärbung der Flüssigkeit eingetreten und die Bronze (mit einer Oberfläche von  $2 \times 25$  qc und einem Gewicht von 9,346 g) hatte an Gewicht um 0,44 Proc. abgenommen. Die Lösung enthielt sowohl Kupfer wie Aluminium. Von einer Verwerthung der Bronzen zu Tafelgeschirren, Eßbestecken, soweit dieselben mit sauren Speisen und Getränken in Berührung kommen, ist also entschieden abzurathen.

Immerhin sind die Aluminiumbronzen noch viel widerstandsfähiger als die andern bekannten Kupferlegirungen. Dies wird am besten bewiesen durch die Versuche, in denen seitens des Neuhausener Laboratoriums das Verhalten der verschiedenen Legirungen gegen eine heisse Lösung von Kochsalz und Essigsäure studirt wurde. Bleche der verschiedenen Legirungen von gleicher Oberfläche wurden 14 Stunden lang in einer Lösung mit 3 Proc. Kochsalz und 4 Proc. Essigsäure auf dem Wasserbade bei 80 bis 90° digerirt, so zwar, dass dieselben nicht ganz eintauchten, die Luft also leichten Zutritt hatte. Dabei ergab sich für die specifische Abnützung der Bleche nebenstehende Reihe.

Auch aus diesen Versuchen ergibt sich der schon schädliche Einfluss eines bedeutenderen Siliciumgehaltes auf die Beständigkeit der Bronzen.

Legirung	Abnützungsgrad
Aluminiumbronze 10 Proc., siliciumfrei . . . . .	1
Aluminiumbronze 10 Proc., mit 2,8 Proc. Silicium <sup>5)</sup> . . . . .	2,1
Aluminiummessing 3,5 Proc. . . . .	4,4
Deltametall . . . . .	6,3
Phosphorbronze . . . . .	32

Noch viel deutlicher tritt einerseits dieser Einfluss des Siliciums, anderseits das Übergewicht der Aluminiumlegirungen überhaupt über die andern Metalle aus den Versuchen mit Meerwasser hervor, welche im Neuhausener Laboratorium angestellt wurden.

Um rasch zu einem Resultat zu gelangen, wurde in einer ersten Versuchsreihe die Kürze der Versuchszeit durch Erhöhung der Temperatur einigermaassen ausgeglichen. Die Bleche wurden 18 Stunden bei 80 bis 90° in einer künstlichen Meerwassermischung unter Luftzutritt erwärmt. Das Resultat war folgendes:

Legirung	Abnützungsgrad
Aluminiumbronze 10 Proc., siliciumfrei . . . . .	1
Aluminiumbronze 10 Proc., mit 2,8 Proc. Silicium . . . . .	39
Aluminiummessing 3,5 Proc. . . . .	101
Phosphorbronze . . . . .	116
Deltametall . . . . .	450

Bei einem zweiten Versuch wurde die Einwirkung des Meerwassers in der Kälte beobachtet. Da in der Praxis neben den in Rede stehenden Legirungen oft auch Eisen oder Stahl in Verwendung kommt und dabei das Auftreten eines elektrischen Stromes von Einfluss ist, so wurde neben den Versuchsblechen stets auch ein Eisenblech von gleicher Grösse in das Meerwasser eingetaucht, so dass beide Bleche sich berührten und außerdem noch theilweise aus der Flüssigkeit herausragten. Die Dauer des Versuchs war 24 Tage, das Resultat nach dieser Zeit folgendes:

Legirung	der Legirung	des Eisens	Abnützungsgrad
Aluminiumbronze 10 Proc., siliciumfrei . . . . .	1	172	
Aluminiumbronze 10 Proc., mit 2,8 Proc. Silicium . . . . .	2	86	
Phosphorbronze . . . . .	9	172	
Deltametall . . . . .	40	86	
Aluminiummessing 3,5 Proc. . . . .	50	198	

Absolut ausgedrückt war der Gewichtsverlust bei der siliciumfreien Aluminiumbronze auf 1 qm Fläche 0,083 g. Kein Metall ist also so seefest wie die Aluminiumbronze.

Ebenso vorzüglich hält sich die Aluminiumbronze gegen die Sulfitlaugen der Cellulosefabriken. Die Fabriken fertigten ihre Armaturen bisher hauptsächlich aus Phosphorbronze, hatten dabei aber bedeu-

tende Reparaturkosten. Wohl überzieht sich auch die Aluminiumbronze miteinerschwarzen, schwefelkupferhaltigen Decke, doch halten die Armaturen daraus sieben Mal länger als solche aus Phosphorbronze. Die Widerstandsfähigkeit ist im Allgemeinen proportional dem Aluminiumgehalte. Ähnlich wie gegen Sulfitlaugen ist auch das Verhalten gegen andere Säuren, Chlor, Alaun u. dgl.

Behandlung der Aluminiumbronzen. Beim Schmelzen siliciumfreier Bronzen ist zu berücksichtigen, dass dieselben aus Graphitiegeln etwas Silicium aufnehmen. Immerhin ist dies so wenig, dass es für die mechanischen Eigenschaften kaum bemerkbar wird. Wenn das Metall nicht überhitzt wird, ist überhaupt keine Decke nothwendig, weder von Kohle noch von Flussmitteln. Abfälle wie Gekräzt, Hobel- und Drehspähne werden am besten in der Weise verschmolzen, dass man erst dichte Stücke zu einem Metallbad niederschmilzt und die Abfälle in die geschmolzenen Massen einträgt, beziehungsweise untertaucht. Der Verlust beim Umschmelzen von Aluminiumbronzen in grösseren Stücken beträgt im Tiegel wie im Herd-Flammenofen 2 bis 5 Proc., ebensoviel wie beim Umschmelzen von Kupfer für sich. Dieser Verlust verteilt sich gewöhnlich gleichmässig auf Kupfer und Aluminium im Verhältniss des Legirungssatzes. Nur beim Umschmelzen sehr kleiner Mengen und da erst nach oftmaliger Schmelzung macht sich eine Verminderung des Aluminiumgehaltes bemerkbar. So betrug bei einem Versuch in Neuhausen, bei dem 10 k einer 8,5 proc. Bronze 9 Mal umgeschmolzen wurden, der Verlust an Aluminium 0,5 Proc. Die Aluminiumbronze liefert im Allgemeinen Gösse, welche ausnahmslos sämmtlichen anderen Metallegirungen (Phosphorbronze, Manganbronze, Deltametall) in allen Eigenschaften weit überlegen sind und höchstens nur mit Stahl verglichen werden können. Trotzdem ist das richtige Giessen der Aluminiumbronze schwierig, wegen des Schwindens und auch des Auftretens von Oxydhäuten, deren Unschädlichmachung a. a. O. besprochen wird.

Von den vielfachen Verwendungen der Aluminiumbronze möge hier nur hervorgehoben werden, dass schon heute dieselbe in vielen Cellulose- und Papierfabriken die Phosphorbronze vollständig verdrängt hat. Alle Theile der Sulfitkessel (Schrauben, Ventile, Armaturen, Pumpenkörper u. dgl. und der Holländer können aus Aluminiumbronze gefertigt werden. Diese Unveränderlichkeit der Aluminiumbronze in Verbindung mit ihrer Streckbarkeit, Festigkeit und Härte machen dieselbe besonders verwendbar für

die feinen Siebe, wie sie in Papierfabriken verwendet werden und auch überall da in Gebrauch sind, wo die Siebe einer starken Reibung ausgesetzt sind, z. B. bei der Verarbeitung der Thomasschlacke. Die ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegen saure Flüssigkeiten befähigt die Aluminiumbronze ferner zur Herstellung von Druckwalzen.

Wegen seiner Härte passt das Metall sehr gut zu Lagern jeder Art, besonders deswegen, weil diese Härte keineswegs, wie bei anderen harten Metallen, mit Sprödigkeit verbunden ist, desgleichen für Pulverwalzen, überhaupt für Werkzeuge der Pulverfabrikation. Stahlwerkzeuge geben bekanntlich leicht Funken und sind deswegen aus den Pulverfabriken ganz ausgeschlossen. Aluminiumbronze ist härter und bruchsicherer als andere Bronzen und theilt mit letzteren die Eigenschaft, bei Reibung oder Stoss keine Funken zu geben. Auch für Hochofendüsen ist sie sehr geeignet.

Zur Herstellung von Aluminiummessing schmilzt man das Messing wie gewöhnlich und setzt vor oder nach dem Zink die bestimmte Menge Aluminium zu. Letzteres wird als Stück (nicht etwa granulirt) mittels einer Zange untergetaucht, bis es sich gelöst hat, dann das Metall mit einem eisernen Löffel oder Stab gut durchgerührt und noch eine kurze Zeit „köchen“ gelassen wie gewöhnlich. Man kann auch die Legirung statt mit Reinaluminium mit hochprozentiger (20 bis 25 Proc.) Aluminiumbronze herstellen. Diese wird einfach mit dem Kupfer niedergeschmolzen und das Messing ganz wie gewöhnlich fertig gemacht.

Je grösser der Zinkgehalt, um so weniger Aluminium darf zugesetzt werden, soll die Legirung nicht zu hart und zu spröde werden. Bei 40 Proc. Zink soll man den Aluminiumgehalt nicht über 2 Proc. steigen lassen. Auch besitzen diese im Zinkgehalt hohen Legirungen nicht jene ausgezeichnete Bruchdehnung wie die Sorten mit weniger Zink.

Besonders beachtenswerth sind auch die Angaben des Aluminiumwerkes über die Verwendung von Aluminium in der Eisen- und Stahl-Industrie. Wie bekannt, bildet sich im gewöhnlichen Guss durch Einwirkung von Eisenoxydul auf Kohlenstoff Kohlenoxyd, welches Blasenbildung verursacht. Setzt man aber Aluminium zu, so wird das Eisenoxydul unter Bildung eines festen Körpers, des Aluminiumoxyds, zerstört und so die Bildung von Blasen hintangehalten. Das Metall giesst sich dann ohne Aufwallen und der Guss wird völlig dicht und blasenfrei. Vergleichende Proben mit und ohne Aluminiumzusatz ergeben bei

ersteren ein tiefes Einsinken am Trichter, bei letzteren ein Steigen. Das starke Saugen in Folge des Aluminiumzusatzes muss vom Former wohl beachtet werden. Die Güsse mit und ohne Aluminiumzusatz lassen sich auf den ersten Blick an der Form des Trichters und am feinern Korn erkennen. Bedingung dieses Erfolges ist Trockenheit der Form.

Die Zerstörung des Eisenoxyduls durch das Aluminium hat ferner zur Folge, dass kohlenstoffarmes Metall dünnflüssiger wird. Beim Zusatz von Aluminium zum Eisen wirkt dieses ungleich kräftiger reinigend als Silicium, indem es den Sauerstoff des Eisenoxyduls viel vollständiger aufnimmt. Beim Vergleich mit letzteren Reinigungsmitteln vergesse man nicht, dass das bei der Raffination mit Aluminium gebildete Aluminumoxyd nicht wie das Oxyd jenes Elementes wieder rückwärts durch Eisen reducirt wird. Ferner achte man wohl darauf, dass das gebildete Oxyd des Siliciums bei der Raffinationstemperatur wieder vom Kohlenstoff des Eisens reducirt wird. Dabei aber entsteht Kohlenoxyd, ein Gas, welches erst recht dazu beiträgt, den Guss porös zu machen. Bei Aluminium ist dies ausgeschlossen.

Es ist Thatsache, dass Eisen beim Zusatz von Aluminium eine bedeutend höhere Temperatur annimmt. Diese Temperatursteigerung erklärt sich theils aus der Oxydation des Aluminiums durch den Sauerstoff des Eisenoxyduls (vergl. Anmerkung S. 486), theils auch hat es den Anschein, als wenn das Aluminium eine mit der auffallenden Kohlenstoffausscheidung im Zusammenhang stehende Umlagerung der Moleküle erfahre, bei der ein Überschuss von latenter Wärme frei wird. Schmiedeisen, welches bei etwa  $1600^{\circ}$  schmilzt, müsste man, um es in Formen zu giessen, weit über diese Temperatur erhitzen, wollte man vermeiden, dass sich das Metall beim Giessen zu rasch abkühlt. Fügt man aber gerade bei der Temperatur des Schmelzpunktes geringe Mengen Aluminium zu, so steigt die Temperatur bedeutend und das Eisen wird sehr dünnflüssig. Vermöge dieser Dünnflüssigkeit füllt es die feinsten Kanäle der Form gut aus.

Es ist Thatsache, dass man selbst bei gewöhnlichem Grauguss, der eben beginnt, dick zu werden, durch Hinzufügen von etwas Aluminium die ganze Masse wieder dünnflüssig machen kann. Beim Siemens-, Martin- und Thomas-Process können überblasene oder sonst dickflüssig gewordene Posten durch Zuschlag der geringsten Aluminium-Mengen regenerirt werden. Vom

größten Werth ist diese Dünnflüssigkeit beim Stahlfaçonguss.

Aluminium verdrängt ferner, ähnlich wie Silicium, aber noch in viel höherem Grade, den Kohlenstoff aus seiner Lösung im Eisen und verwandelt ihn in Graphit. Diese Ausscheidung von Kohlenstoff ist proportional der Temperaturabnahme und der Menge des zugefügten Aluminiums. Am deutlichsten tritt diese Erscheinung zu Tage, wenn man absichtlich das Eisen in sehr hoher Weissglut mit Kohlenstoff sättigt (6 Proc.) und dann 20 bis 30 Proc. Aluminium zusetzt. Durch diesen Zusatz werden in dem vorher leichtflüssigen Metall so massenhaft Graphitblättchen ausgeschieden, dass die Metalltheilchen am Zusammenfliessen gehindert sind und die Masse so dick und zähe wird, dass sie kaum mehr fliesst, obwohl doch der Schmelzpunkt der Legirung durch den grossen Aluminiumzusatz herabgesetzt worden ist. Beträgt bei gleich hohem Kohlenstoffgehalt, wie eben genannt, der Aluminiumzusatz nur bis 15 Proc., so bleiben bei hoher Weissglut noch bis 6 Proc. Kohlenstoff in Lösung; sowie aber die Temperatur zu sinken beginnt, fängt auch der Graphit an, in gewaltigen Massen an die Oberfläche zu steigen, und aus einer Tonne Eisen lassen sich auf diese Weise ganze Karren voll Kohlenstoff gewinnen. Durch diese gewaltige Kohlenstoffverdrängung kommt es, dass die Aluminium-Eisen-Legirungen mit über 20 Proc. Aluminium fast gar nicht mehr laufen, sondern zäh wie Brei sind. Die zwischengelagerten Graphitplättchen hindern einfach die Metalle am Zusammenlaufen. So unangenehm derart bei übertriebenem Kohlenstoff- und Aluminiumzusatz diese Ausscheidung des Kohlenstoffs durch das Aluminium wirkt, so ausgezeichnet bewährt sich dieselbe bei normalem Kohlenstoffgehalt. Es ist dann nämlich der ausgeschiedene Kohlenstoff durch die ganze Masse völlig gleichmässig verteilt und die Härtung einzelner Stellen vermieden. Besonders an denjenigen Stellen, welche rasch erkalten, also an den Rändern und an den dünnern Theilen, sowie überhaupt auch beim Coquillenguss wird keine Härtung eintreten. Die so gegossenen Gegenstände bieten also hinsichtlich der Bearbeitung bedeutend weniger Schwierigkeiten, als die ohne Aluminium gegossenen. Ausserdem weisen die Aluminiumgüsse eine viel grössere Gleichartigkeit des Korns auf. Gussstücke aus ein und demselben Eisen mit und ohne Aluminiumzusatz unterscheiden sich auf den ersten Blick durch die gleichmässige dunklere Farbe des Bruchs beim Aluminiumguss.

Vielfach begegnet man der Behauptung, das Aluminium veranlasse ein Kochen des Eisens im Augenblicke des Zusatzes. Es ist aber nur das Aufsteigen grösserer Mengen von Graphitblättchen, welches das Metall etwas in Wallung bringt und so den Eindruck des Kochens hervorruft. Aus obigen Umständen erklärt es sich auch, dass der Aluminiumzusatz im Allgemeinen kohlenstoffreiches aber sauerstoffarmes Eisen dickflüssiger, sauerstoffreiches aber kohlenstoffarmes dagegen dünnflüssiger macht.

Man hat allgemein die Beobachtung gemacht, dass das Aluminium in den geringen Mengen, in denen es gewöhnlich zugeschlagen wird, die Festigkeit des Eisens etwas, wenn auch nicht viel vermindert. Es ist ganz natürlich, dass ein Material, zwischen dessen einzelnen Metallmolekülen Graphitblättchen eingelagert sind, weniger Festigkeit haben muss als ein solches, bei dem Metalltheilchen an Metalltheilchen sitzt. Grössere Zusätze von Aluminium indess steigern die Festigkeit und mehr noch die Härte. Aluminium eignet sich deswegen besonders für Hartguss.

Die Zuschlagsmenge wechselt zwischen 0,1 und 5 Tausendstel Aluminium. Was für jeden einzelnen Fall passt, muss sich Jeder für seine besondere Eisensorte und seine Verhältnisse ausprobieren. Im Allgemeinen ist es vortheilhafter, das Aluminium als Reinmetall II in Form der kleinen Stückchen anzuwenden, wie dieselben von Neuhausen aus in den Handel gebracht werden, als in Form von 10 bis 15 proc. Ferro- oder Stahl-Aluminium. Besonders bei Grauguss kommt es zu häufig vor, dass die Stückchen der Legirung ungelöst in der Pfanne liegen bleiben. Rein-Aluminium dagegen löst sich augenblicklich im Metall auf und vertheilt sich ungemein rasch durch die ganze Masse. Man legt es entweder auf den Boden der Pfanne oder taucht es mit einer Zange ganz unter. Sobald man merkt, dass es sich gelöst hat, röhrt man das Metall gut durch und giesst dann sofort. Setzt man auf einmal grössere Mengen zu, so soll man das Metall vorwärmen, sonst bildet sich rings um das Aluminium eine Hülle von erstarrtem Eisen, in welcher das Aluminium oft sitzen bleibt. Nur beim Guss von sehr kleinen Stücken ist der Gebrauch von 10 proc. Legirung anzulegen, weil hier die Zuschlagsmengen in Rein-Aluminium so gering wären, dass sie auf der Goldwaage abgewogen werden müssten.

Beim Kupferguss ist das beste Mittel zur Verhinderung des Treibens Aluminium, da dies den die Poren in erster Linie ver-

ursachenden Sauerstoff des Kupferoxyduls an sich nimmt und in fester Form an die Oberfläche führt. Das Aluminium bewährt sich in dieser Richtung nicht nur da, wo es auf dichten Guss ankommt, sondern hauptsächlich auch, wo es sich um völlige Befreiung von Oxydulverbindungen, um bestes elektrisches Leitungsvermögen und beste Streckbarkeit handelt. Alle anderen Reinigungsmittel drücken, wenn im geringsten Überschuss zugesetzt, die Leistungsfähigkeit des Kupfers bedeutend herab, viel mehr als das Aluminium.

Altes Messing, Metallabfälle werden durch kein Mittel rascher und sicherer gereinigt als durch Aluminium. Zur blossen Reinigung genügt meist 1 bis 5 Tausendstel. Mehr erheilt den Metallen die vorzüglichen Eigenschaften der Aluminiumlegirungen.

### Unorganische Stoffe.

Sprenggelatine, nach Nobel's Patenten v. J. 1875, ist eine durchscheinende, schwach elastische Masse von 1,5 bis 1,55 sp. G., besteht aus 92 bis 93 Proc. Nitroglycerin und 7 bis 8 Proc. nitrirter Baumwolle. G. MacRoberts (J. Chem. Ind. 1890 S. 265), welcher sich zu Ardeer mit der Darstellung dieses Productes beschäftigte, construirte zur besseren Vereinigung beider Bestandtheile folgenden Apparat (Fig. 214 u. 215). In einem starken Holzrahmen ist ein Rührwerk angebracht. Die beiden lothrechten Wellen der einzelnen Rührer, deren Arme in einander greifen, werden durch eine wagerechte Welle mittels Zahnräderübertragung in entgegengesetzten Richtungen bewegt.

Sämmtliche Metalltheile der Maschine sollten aus Messing oder Kanonenbronze bestehen, und ist bei der Zusammenstellung mit der peinlichsten Genauigkeit darauf zu schenken, dass während des Betriebes Reibung oder Stossen von Metall gegen Metall vermieden wird. Eine doppelwandige Kupfer- oder Messingpfanne, in deren hohlem Wandraum während des Mischens heißes Wasser kreist, läuft auf 4 kleinen Rädern und kann durch eine Art Fahrstuhl in dem Rahmen der Maschine soweit gehoben werden, dass die Rührer vollständig in die Mischung eintauchen. Die Pfanne fasst ungefähr 100 k Mischung und dauert die jedesmalige Ausführung einer Gelatinisirung etwa 1 Stunde. Die Temperatur des Wassers wird auf 60° erhalten, die Temperatur der Mischung in