

rührung gebracht, sie nimmt dann von diesem noch auf. Das Resultat dieser Behandlung ist, dass man eine Lösung erhält, in welcher sich neben viel Kochsalz nur wenig Salmiak befindet.

Diese Zusammensetzung ist, wie erwähnt, bei gleicher Behandlung immer dieselbe, man mag nun von einer reinen Salmiaklösung ausgehen oder von einer mit Kochsalz gemischten, wie man sie durch Carbonisation beim Ammoniaksodaprocess erhält. Eine Beeinflussung der Zusammensetzung wird nur veranlasst durch den Gehalt an Ammoncarbonat, den man der Lösung gibt. Je mehr von diesem in der Lösung vorhanden ist, je weniger grosse Mengen der anderen Salze bleiben in Lösung. Auf das Mengenverhältniss der beiden Chloride hat die Menge des gelösten Ammoncarbonats weniger Einfluss, doch wird bei steigendem Gehalt desselben immer etwas mehr Salmiak ausgefällt werden.

Bei Anwendung eines Gehalts von 18 Proc. Ammoncarbonat erhielt ich aus reinen oder mit Kochsalz gemischten Salmiaklösungen eine Flüssigkeit von ungefähr folgender Zusammensetzung:

25,5 Proc. Na Cl  
4,0 Proc. NH<sub>4</sub> Cl.

Wird diese Lösung mit Kohlensäure bis zur völligen Erschöpfung behandelt, so erhält man eine starke Fällung von Natriumbicarbonat und eine Lösung, welche ungefähr folgende Zusammensetzung zeigt:

21,0 Proc. NH<sub>4</sub> Cl  
9,0 Proc. Na Cl.

Aus der wechselseitigen Menge des Ammon- und des Natriumchlorids lässt sich genau berechnen, wie viel Natriumbicarbonat ausgeschieden ist, wie ich früher gezeigt habe (Z. 1888 S. 285). Es ergibt sich im vorliegenden Falle, dass 16,5 Proc. Natriumchlorid in Bicarbonat umgewandelt sind. Eine derartige Umsetzung ist genügend, um solche Lösungen im Fabrikbetriebe zu verarbeiten, für gewöhnlich wird bei Anwendung reiner Kochsalzlösungen, die keinen Salmiak enthalten, eine höhere Umsetzung auch nicht erzielt.

Nun wird aber auch in Wirklichkeit die Ausbeute noch höher, wenn nämlich während der Carbonisation die Flüssigkeit mit Kochsalz in Berührung gehalten wird. Es löst sich dann in Verhältniss mit der steigenden Ausfällung des Bicarbonats Salz auf, und wird ebenfalls in Bicarbonat umgewandelt. Ich verweise hier auf meine schon erwähnte Abhandlung in dieser Zeitschrift 1888 S. 287. Durch diese Combination wird bei Verwendung der regenerirten Laugen mindestens

ebenso viel Kochsalz umgesetzt, wie beim gewöhnlichen Verfahren bei Anwendung blosser Kochsalzlösungen.

Es liegt nun auf der Hand, dass der Vorgang der Regenerirung sich immer wiederholen lässt. Eine Störung könnte nur eintreten, wenn durch das verwendete Steinsalz zu viel schwefelsaure Salze in den Betrieb gelangen. Es würde dann vielleicht eine zu starke Anhäufung von schwefelsaurem Ammoniak in der Lösung stattfinden, wodurch natürlich die Regenerirung gestört wird. In einem solchen Falle müsste dann von Zeit zu Zeit mit der Lösung gewechselt werden.

Ich will nun dazu übergehen, die Anwendung des Verfahrens in der Praxis zu beschreiben.

[Schluss folgt.]

## Die Herstellung von Aluminium.

Von

C. Netto.

Obwohl die elektrolytische Darstellung von Legirungen des Aluminiums in den letzten Jahren unleugbare Fortschritte gemacht hat, so ist doch eine lohnende fabrikmässige Production von reinem, unlegirtem Aluminium trotz mannigfacher Versuche und Anpreisungen bisher nicht gelungen und in Anbetracht der sehr bedeutenden Schwierigkeiten, welche der Lösung dieser Aufgabe im Wege stehen, auch kaum zu erwarten.

Für Darstellung unlegirten, reinen Metalles ist man deshalb immer noch auf das altmodische metallurgische Verfahren angewiesen.

Bis vor Kurzem bediente sich dasselbe als Rohmaterial für die Zersetzung durch metallisches Natrium fast ausschliesslich des Chloraluminiumchloridnatriums.

Das Doppelsalz wird erzeugt durch Erhitzen eines innigen Gemisches von Thonerde mit Kohle in Retorten im Chlorstrom und Auffangen des flüchtigen Productes in Vorlagen. Die Fabrication ist somit eine ziemlich umständliche und kostspielige, um so mehr, als die Rücksicht auf das auszubringende Aluminium die Verwendung eisenfreier Thonerde bedingt.

Trotz aller Vorsicht lässt sich ein Eisen- und Siliciumgehalt des Aluminiums von 3 bis 4 Proc. nicht vermeiden, da die verwendeten thönernen Retorten unausbleiblich

geringe Mengen dieser Stoffe dem Chlorsalz zuführen.

Angesichts des Umstandes, dass H. Rose und J. Percy bereits i. J. 1855 auf die Verwendbarkeit des Kryolithes ( $6\text{NaFAl}_2\text{F}_6$ ) zur Aluminiumdarstellung aufmerksam machten, muss es befremden, dass sich die Industrie nicht schon längst dieses Rohproductes für die Aluminiumdarstellung bemächtigte.

Der Grund hierfür ist in erster Linie in dem hohen Schmelzpunkt des Kryolithes, der ungefähr bei  $800^\circ$  liegt, zu suchen. Erhitze man ein Gemenge von Kryolith und Natrium, so war der grössere Theil des letzteren bereits verdampft, ehe noch der Kryolith, selbst unter Anwendung von Flussmitteln, zum Schmelzen gebracht war; das Ausbringen musste also ein bedeutend niedrigeres sein, als bei Verwendung des Chloraluminiums sowohl, als des Chloraluminiumchlornatriums, welche beide bedeutend niedrigere Schmelzpunkte (unter  $200^\circ$ ) besitzen.

Ferner ist der Kryolith nicht ganz frei von geringen Beimengungen von Quarz und Eisen, welche zur Erzeugung eines silicium- und eisenhaltigen Aluminiums führten.

Seit einigen Monaten ist nun in Wallsend bei Newcastle eine Fabrik der Alliance Aluminium Co. Ld. im Gange, welche nach dem Verfahren des Verf. (vgl. Z. 1888 S. 705) reine Handelswaare aus Kryolith im Grossen darstellt.

Das Wesen des Verfahrens besteht darin, dass der Kryolith erst, nachdem er in den heissflüssigen Zustand übergeführt worden ist, mit dem Natrium in Berührung kommt, wodurch ein vorzeitiges Verdampfen des letzteren vermieden wird; sowie ferner darin, dass das Natrium in die heissflüssige Schmelze plötzlich eingeführt wird, um auf diese Weise eine augenblickliche energische Reaction zu erzeugen, die nicht nur eine innige Mischung, sondern auch eine Erhöhung der Temperatur herbeiführt, welche letztere die Dünnfüssigkeit der Schlacke und die Vereinigung der ausgeschiedenen Aluminiumtheilchen befördert.

Der Process kommt in folgender Weise zur Ausführung.

Der Kryolith wird in Posten von einigen Centnern mit geeignetem Flussmittel — meist Kochsalz — im Flammofen auf siliciumfreier Herdsole geschmolzen, alsdann in ein eisernes converterähnliches Gefäss abgestochen.

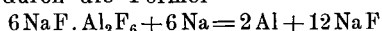
In das heissflüssige Bad wird nun das metallische Natrium in grossen Blöcken von 5 bis 7 k eingetragen und durch einen geeigneten Apparat untergetaucht.

In wenig Minuten ist die Reaction, welche unter lebhaftem Aufwallen vor sich geht, beendet; der Converter wird in eine kegelförmige gusseiserne Schlackenform entleert, in deren Spitze sich das Metall nach dem Erkalten in einem Regulus vorfindet.

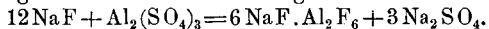
Bei der Schnelligkeit, mit welcher die Umsetzung von Statten geht, hat das Natrium zum Verdampfen keine Zeit, ebensowenig hat es zum Verbrennen Gelegenheit, da es immer von der Schmelze bedeckt und somit gegen Luftzutritt geschützt ist. Wenn auf diese Weise in Folge des Quarzgehaltes des Kryolithes nur ein Aluminium von 95 bis 96 Proc. zu erzeugen ist, so gestattet ein verbessertes Verfahren, welches auf der Eigenschaft von Silicium und Eisen, sich vor dem Aluminium aus der Schmelze reduciren zu lassen, beruht und Gegenstand eines anderen Patentes ist, die Herstellung eines Aluminiums von 99 bis 99,5 Proc. Reinheit aus Kryolith.

Während die bei der Aluminiumdarstellung aus dem Chlorsalz entstehende Schlacke in der Hauptsache aus Chloraluminium besteht und demnach so gut wie werthlos ist, bildet die bei Benutzung des Kryolithes fallende Schlacke wegen ihres Gehaltes an Fluornatrium ein geeignetes Material für Verarbeitung auf künstlichen Kryolith; es genügt für diesen Zweck, die Schlacke mit Aluminiumsulfat in passendem Verhältniss zu schmelzen und durch Auslaugen von dem schwefelsauren Natron zu befreien.

Der Vorgang bei der Reduction des Aluminiums aus dem Kryolith durch Natrium wird durch die Formel



veranschaulicht, während die Schlackenregeneration — wenn man das sich indifferent verhaltende Kochsalz vernachlässigt — in folgender Weise vor sich geht:



Es ist demnach auf diese Weise ein Mittel geboten, um die Thonerde durch eine einfache Operation in eine Verbindung überzuführen, welche die Reduction auf metallurgischem Wege gestattet; wenn dasselbe auch die Aufgabe der directen Reduction der Thonerde noch nicht löst, so bedeutet es immerhin einen erheblichen Fortschritt gegenüber der bisherigen umständlichen Methode.

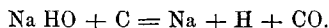
Ausserdem bietet das aus der Schlacke dargestellte Material noch den Vortheil eines geringeren Siliciumgehaltes dem ursprünglichen Kryolith gegenüber, aus welchem bei dem ersten Reductionsprocesse gleichzeitig mit dem Aluminium ein Theil des Siliciums ausgefällt wurde.

Wenn der Bedarf an metallischem Natrium, der sich theoretisch auf 2,5 Gewichtstheile Natrium für 1 Gewichtstheil Aluminium berechnet, sich in der Praxis noch höher, und zwar mindestens auf 3 zu 1 stellt, so bedarf es keiner weiteren Begründung, dass für die Aluminiumdarstellung die Verminderung der Produktionskosten des Natriums von wenigstens eben solcher Bedeutung ist, wie die Beschaffung eines billigeren Aluminiumrohmaterials als Ersatz für das bisher verwandte Chloraluminiumsalz.

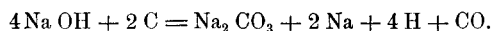
So lange man für die Retorten, in welchen die Darstellung des Natriums erfolgte kein anderes Material, als Schmiedeeisen oder günstigsten Falles Gussstahl verwenden konnte, war eine irgendwie erhebliche Erniedrigung des Darstellungspreises ausgeschlossen und eine Massenproduction kaum zu erreichen.

Wenn es auch schon seit lange bekannt war, dass Ätznatron sich ebensowohl, wie das Carbonat zur Darstellung des metallischen Natriums benutzen lässt, so fand es doch weniger Verwendung, da es in verschiedener Hinsicht Unbequemlichkeiten und Schwierigkeiten bot; seine hygroskopischen Eigenschaften wirkten störend, seine Dünflüssigkeit in der Hitze liess ein inniges Vermischtbleiben mit dem Reduktionsmaterial — meist Holzkohle — nicht zu, da letztere das Bestreben hatte, auf der Schmelze oben aufzuschwimmen. Der höhere Preis für das Ätznatron, verglichen mit dem kohlen-sauren bildete ein weiteres Hinderniss, um so mehr, als bei der bisherigen Methode eine Temperaturerniedrigung nicht erzielt wurde. Wenn H. Castner dadurch, dass er den zur Reduction zu verwendenden Kohlenstoff mit Eisen beschwerte, den obenerwähnten Übelstand der Absonderung von zu reducirendem Material und Reduktionskörper beseitigte, so gelang es ihm doch nicht, die Temperatur dadurch genügend zu erniedrigen, um Gusseisen als Material für seine Retorten oder Tiegel verwenden zu können. Unmittelbar nachdem letztere frisch mit kaustischer Soda beschickt sind, geht allerdings die Natriumproduction bei einer so niedrigen Hitze vor sich, dass Gusseisen zulässig wäre, nach sehr kurzer Zeit ist jedoch eine wesentliche, immer wachsende Erhöhung derselben nöthig, wenn die Natriumproduction aufrecht erhalten werden soll. Dieser Umstand erklärt sich einfach auf folgende Weise.

Die angestrebte Reaction ist natürlich die, das vorhandene Ätznatron durch den Kohlenstoff in seine Constituenten zu zerlegen:



Der Verlauf der gegenseitigen Einwirkungen der in Frage kommenden Stoffe ist jedoch nicht so einfach — auch wenn wir von der Rolle, welche das beigemengte feinvertheilte Eisen spielt, und sonstigen Nebenreactionen absehen; es lässt sich leider die Bildung von Kohlensäure nicht verhindern, welche letztere sich natürlich sofort mit einer entsprechenden Menge Ätznatrons verbindet, sodass sich der Vorgang etwa durch folgende Formel veranschaulichen lässt:



Das in der Schmelze vorhandene kohlen-saure Natron erfordert nun nicht nur für seine Reduction eine bedeutend höhere Temperatur, sondern bedingt eine solche auch für die Zersetzung des noch vorhandenen Ätznatrons, indem es dasselbe umhüllt und sozusagen verdünnt. Die Anwendung von Gefässen, die eine hohe Temperatur vertragen, also Schmiedeeisen oder weicher Stahl, ist deshalb Erforderniss auch in diesem Falle.

Die Verwendung von Gussstahl hat — abgesehen von seinem etwa dreimal höheren Preise verglichen mit Gusseisen — den grossen Nachtheil, dass es kaum gelingt, einen so genauen Guss aus Stahl, wie aus Gusseisen herzustellen; und doch ist ein solcher von besonderer Bedeutung für die Dauer der Retorte: das heisse Ätznatron findet den Weg durch die feinsten Poren eines mangelhaften Gusses, erweitert dieselben und macht das Gefäss nach kurzer Benutzung untauglich, während dasselbe eine Verwendung gestattet, solange eine glatte, porenfreie Oberfläche keine Angriffspunkte bietet.

Um nun das einzige Material, welches in der Praxis beim Grossbetrieb vortheilhafte Verwendung finden kann, das Gusseisen, benutzen zu können, handelt es sich darum, die Temperatur des Processes genügend herabzustimmen, was sich einfach auf die Weise erreichen lässt, dass das kohlen-saure Natron in dem Maasse, in welchem es sich bildet, aus der Reduktionszone entfernt wird.

In dem Verfahren des Verf. (Z. 1888 S. 704), welches diese Aufgabe löst, kommen etwa 1 m hohe, gusseiserne, birnenförmige, lothrechte Retorten zur Verwendung, welche an ihrem unteren Ende eine Abstichvorrichtung tragen; diese Retorten sind bis etwa zwei Drittel ihrer Höhe mit einem geeigneten, stückförmigen Reduktionsmaterial gefüllt. Die kaustische Soda wird in einem, über der Retorte stehenden, gusseisernen Kasten, der im Fuchs durch die abziehenden Feuer-gase erhitzt wird, geschmolzen und tröpfelt

aus demselben durch eine regelbare Vorrichtung auf die Säule glühender Kohle in der Retorte, wird hier z. Th. reducirt, z. Th. in Carbonat verwandelt. Die Natriumgase entweichen zusammen mit Kohlenoxyd und Wasserstoff durch ein Rohr im Deckel, welches sie nach einer Vorlage zur Condensation des Natriums führt, während sich das Carbonat am Boden der Retorte sammelt, von wo aus es durch einen hydraulischen Abschluss, der den Eintritt der Luft in die Retorte verhindert, in einen Schlackenwagen gelangt.

Die Retorte steht in einem Ofen von kreisförmigem Querschnitt, in welchem sie durch Gas oder durch Koks erhitzt wird.

Alle 12 Stunden wird der Process auf kurze Zeit unterbrochen, um durch eine Öffnung im Deckel das Reductionsmaterial in der Retorte zu ergänzen, im Übrigen arbeitet die letztere so lange ohne Unterbrechung, bis ihre Schadhafthwerdung eine Auswechslung erheischt.

Die Schlacke, welche neben dem Carbonat immer noch einige Procente Ätznatron enthält, könnte natürlich leicht wieder causticirt werden; es hat sich jedoch als vortheilhafter herausgestellt, sie zu verkaufen, da sie in verschiedenen Industrien, namentlich in der Papierfabrikation, raschen und lohnenden Absatz findet.

Eine dieser Retorten liefert täglich 37 bis 42 k Natrium und im Ganzen, bis eine Auswechslung erforderlich, etwa 750 k.

Die Alliance Aluminium Compagnie in Wallsend bei Newcastle, welche Ende vorigen Jahres den Bau der Anlage für Aluminium- und Natrium-Fabrikation nach oben gekennzeichnetem Verfahren in Angriff nahm, ist gegenwärtig in regelmässigen Betrieb.

Für die Darstellung von 1 t Aluminium sind erforderlich:

12 t Kryolith  
12 t Steinsalz  
20 t Steinkohle  
3 t Natrium.

1 t Natrium erfordert zur Darstellung:

10 t Ätznatron  
1,2 t Gusseisen für Retorten  
12 t Koks  
1,5 t Reductionskohle.

## Über die Erzeugung und Verwendung von Kälte.

Von  
Ferd. Fischer.

Da die beim Niederschreiben des ersten Berichtes (Z. 1888 S. 7) bereits begonnenen Versuche an einer grossen Pictet'schen Eismaschine (Z. 1888 S. \*10) leider wieder aufgegeben werden mussten, weil der betreffenden Firma an genauen Versuchen nichts gelegen war, so fällt der Schluss dieser Abhandlung fort. Kürzlich ist nun eine Abhandlung von R. Habermann (W. Brauer 1889 S. 21) — welcher anscheinend meine früheren Berechnungen (Z. 1888 S. 8) übersehen hat — über den Kältebedarf einer Brauerei erschienen, in welcher einerseits nicht zutreffende Zahlen gebraucht, andererseits aber auch andere Umstände mit berücksichtigt werden, so dass eine neue Besprechung dieser Frage wohl gerechtfertigt ist.

Für die Wärmeübertragung durch Wände verwendet Habermann Werthe, welche mit den sonst verwendeten<sup>1)</sup> wesentlich übereinstimmen. Als Wärmeübertragung für 1 qm einfaches Fenster rechnet er aber nur 2,44 W. E., während es 4 bis 5 W. E. sein sollten, für den gepflasterten Fussboden 0,54 W. E., während man besser 1 W. E. rechnet. Für einen Mann nimmt er stündlich 130 W. E. an, was in Rücksicht auf die grosse Flüssigkeitsaufnahme dieser Arbeiter wohl zutrifft (vgl. S. 315 d. Z.). Eine Stearinkerze entwickelt stündlich 90 W. E. (Jahresb. 1883 S. 1229), nicht 108 W. E.; wie Habermann angibt, eine Gasflamme mit 120 l stündlichem Gasverbrauch gibt 730 W. E. (Jahresb. 1883 S. 1229), nicht 919 W. E.

Für die Einbringung von je 100 hl nasser Fässer werden für je 1<sup>o</sup> Temperaturunterschied 60 W. E. gerechnet. Für die Hauptgärung nimmt Habermann für jedes Hektol. Bier und Sacch.-Grad 94 W. E., für die Nachgärung 25 W. E. an. Diese Zahlen sind offenbar abhängig von dem Vergährungsgrad und daher keineswegs feststehend, so dass es doch richtiger ist, von dem gebildeten Alkohol auszugehen, wie dieses früher (Z. 1888 S. 9) geschehen ist. Ausserdem erscheinen mir die Habermann'schen Zahlen<sup>2)</sup> zu niedrig, da z. B. eine 13 grad. Würze nur 1550 W. E. entwickeln würde, während bei der Bildung von 1 k Alkohol etwa 720 W. E.

<sup>1)</sup> F. Fischer: Feuerungsanlagen für häusliche und gewerbliche Zwecke S. 51.

<sup>2)</sup> Wer dieselben aufgestellt hat, wird nicht angegeben.