

für salzhaltige Flüssigkeit in Verbindung mit mehreren durch Kohlen gefeuerten, überbauten Flammrohrpfannen, welche den Heizdampf von etwa 0,3 At. Überdruck liefern. Die beiden Körper für sich, mit Übersteigern, Vorwärmer und Luftpumpe beanspruchen ein Gebäude von 90 qm Grundfläche. Die Heizfläche des Zweikörperapparats beträgt 215 qm. Für die Flammrohrpfannen ist die Heizfläche reichlich zu 280 qm angenommen. Die Leistung dieser Anlage ist auf täglich 110000 k Wasserverdampfung bei 16stündiger Kochdauer geschätzt. Die Gesamtwirkung des Heizmaterials ist dreifach.

Neuere Verdampfapparate von Yargan, Greiner u. A., welche in der Zuckerfabrikation versuchsweise eingeführt sind auf Grund des Berieselungsprinzips, sollen die Vortheile bezüglich Kohlenersparniss, Vermehrung der Leistung der Heizfläche und Ausnützung des Wärmegefälles noch erhöhen.

Über die Bildung von Schwefelaluminium.

Von

Alfred H. Bucherer.

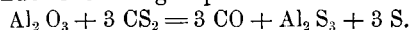
Der immer mehr zunehmende Verbrauch von Aluminium macht die Frage zeitgemäss, ob das jetzt zur Darstellung des werthvollen Metalles angewandte Verfahren sich auf die Dauer behaupten kann, oder ob ein rein chemisches Verfahren an seine Stelle treten kann. Das Ausgangsmaterial, aus dem Aluminium jetzt fabrikmässig dargestellt wird, ist das Oxyd. Dasselbe wird bekanntlich elektrolytisch reducirt, in der Weise, dass Thonerde in einem geschmolzenen Bade von Kryolith gelöst und von dem elektrischen Strome zersetzt wird. Zur Klärung der öconomischen Seite dieses Verfahrens ist es vortheilhaft, die zur Darstellung von 1 k Aluminium theoretisch erforderliche Energie mit der praktisch verwandten zu vergleichen.

Die Darstellung von 1 k Aluminium nach Cowles erfordert nach Messungen des Verf. bei Anwendung eines Stromes von etwa 3000 Ampères 44,5 elektrische Stunden-Pferdekraft. Da nun eine Stunden-Pferdekraft 636,8 W. E. gleichkommt, so erfordert also die Herstellung von 1 k Aluminium einen Energieaufwand entsprechend 28337 W. E. Hierzu müssen 10 Proc. addirt werden für den bei der Umwandlung von mechanischer in elektrische Energie durchschnittlich stattfindenden Verlust, somit zusammen

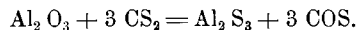
31000 W. E. Nun wird bei der Oxydation von 1 k Aluminium zu Al_2O_3 eine Wärmemenge von 7260 W. E. frei; dieselbe Energie muss natürlich zur Spaltung von Aluminiumoxyd in Metall und Sauerstoff angewandt werden. Da aber die Verbrennung der positiven Kohlenelektrode Energie dem Bade zuführt, so muss der Betrag der so entwickelten Wärme von den 7260 W. E. abgezogen werden, so dass 5630 W. E. übrig bleiben. Hieraus geht hervor, dass nur $5630 : 28337 = \frac{1}{5}$ der gesammten elektrischen Energie zu chemischer, d. h. elektrolytischer Arbeit verwandt werden; $\frac{4}{5}$ werden in Form von Wärme ausgestrahlt. Nimmt man ferner an, dass die elektrische Energie von einer durch Dampfkraft getriebenen Dynamo geliefert wurde und dass nur 7 Proc. der potenziellen Energie der Kohle durchschnittlich in mechanische Energie übergeführt wird, so ist es einleuchtend, wie kostspielig die Benutzung von Electricität sein muss, wenn metallurgische Reductionen in flüssigem Bade vorgenommen werden, und die Frage erscheint wichtig, ob eine öconomische Darstellung von Aluminium auf dem chemischen Wege nicht doch noch möglich ist.

Das alte, von Deville entwickelte Aluminiumverfahren, welches bekanntlich in der Zersetzung von Natriumaluminiumchlorid durch Natrium bestand, kann sich nicht mehr neben dem jetzt angewandten elektrolytischen Verfahren halten, hauptsächlich wegen der Herstellungskosten von Aluminiumchlorid. Dass sich dies in Zukunft ändern könnte, lässt sich nicht annehmen.

Im Winter 1890 gelang es mir, Schwefelaluminium zu elektrolysiren. Ohne aber auf diese elektrometallurgische Arbeit hier einzugehen, will ich eine von mir erfundene Methode der Darstellung von Schwefelaluminium beschreiben. Von allen vorgeschlagenen Methoden zur Bildung dieser Verbindung wird nur die des Überleitens von Schwefelkohlenstoffdämpfen über hellroth glühendes Oxyd als erfolgreich allgemein anerkannt. Letztere Reaction wird durch folgende Gleichung repräsentirt:

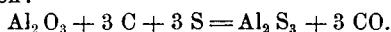


J. W. Richards stellt in seinem umfangreichen Werke über Aluminium die Gleichung auf:

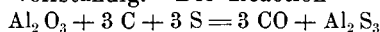


Richards übersieht aber die Thatsache, dass Kohlenstoffoxydsulfid sich schon bei Rothglut zersetzt, während die Bildung von Schwefelaluminium erst bei heller Rothglut vor sich geht. Allerdings vereinigen sich Kohlenoxyd und Schwefel im weniger heissen

Theil des Apparates unter Bildung von Oxy-
sulfid. Das hat aber mit der eigentlichen
Reaction nichts zu thun. Ich bemerkte,
dass beim Überleiten von Schwefelkohlen-
stoff über weissglühende Thonerde sich der
Überschuss des Schwefelkohlenstoffs fast
gänzlich in Kohle und Schwefel zersetzte.
Dabei zeigte die Analyse, dass die Bildung
von Al_2S_3 bei dieser Temperatur am ener-
gischsten vor sich ging. Was lag nun näher,
als den Schluss zu ziehen, dass bei Weiss-
glut Kohle und Schwefel auf Thonerde unter
Bildung von Schwefelaluminium einwirken
würden:



Der Versuch zeigte die Berechtigung
dieser Annahme. Eine Thonretorte von
halbkreisförmigem Querschnitt von 0,6 m
Länge und 0,3 m Breite wurde mit einer
Mischung von Thonerde und gepulverter
Holzkohle beschickt, so dass die Mischung
den Boden der Retorte etwa 25 mm be-
deckte. Die Retorte hatte eine fast 4 cm
weite, kreisrunde Öffnung an einem Ende,
in welche eine 0,6 m lange, aufwärts ge-
neigte Thonröhre gut eingepasst war. Diese
Thonröhre diente zum Einlassen des Schwefels
und zum Auslassen der sich bildenden
Gase. Die Retorte wurde durch Ölgas-
feuerung auf Weissglut gebracht und dann
in Zeitabschnitten von $\frac{1}{2}$ Stunde Schwefel
eingeschoben, so dass der Schwefel immer
in geringem Überschuss in der Retorte zu-
gegen war. Die Rohrmündung wurde mit
Lehm soweit geschlossen, dass die Gase
unter geringem Druck ausströmen konnten.
Der stets im Überschuss vorhandene Schwefel-
dampf verhinderte die sonst üble Wirkung
eines Überschusses von Kohlenoxyd, denn
bei einer so endothermischen Reaction, wie
die der Bildung von Schwefelaluminium,
muss man das Gesetz der Massenwirkung
sehr wohl berücksichtigen. Bei starkem
Schwefelzusatz steigen die Dämpfe in die
Thonröhre, condensiren sich da und tröpfeln
continuirlich in die Retorte zurück. Wegen
der Gefahr zu grosser Abkühlung muss ein
zu grosser Überschuss an Schwefel ver-
mieden werden. Bei genügend lange fortge-
setzter Operation ist die Umwandlung in
Sulfid vollständig. Die Reaction



weist eine Wärmeabsorption von etwa
180500 W. E. auf, die bisher am meisten
endothermische Reaction, welche beobachtet
worden ist. Richards, in seiner Bemühung
theoretisch zu begründen, dass obige Reac-
tion wahrscheinlich nicht stattfinden würde,
führt an, dass die Reaction mit Schwefel-
kohlenstoff nur deshalb stattfände, weil

bei der stattfindenden Zersetzung von 1 Mol.
 CS_2 52000 W. E. frei würden, nämlich die-
jenige Wärmemenge, die bei der Bildung
von 1 Mol. absorbiert werde. Richards be-
denkt aber nicht, dass die frei werdende
Wärme in diesem Falle nicht in anderer
Weise wirken kann als von aussen zuge-
führte Wärme; sie dient zur Temperatur-
erhöhung. Allerdings befördert der Schwefel-
kohlenstoff die Reaction dadurch, dass
der Kohlenstoff des Schwefelkohlenstoffs im
Momente der Einwirkung auf die Thonerde
sich in atomischem Zustande befinde. Ob
dies auch für den Schwefel gilt, ist zweifel-
haft, denn bei Weissglut ist anzunehmen,
dass der Schwefeldampf überhaupt nur in
Atomen zugegen sein kann. (Vgl. S. 494.)

Diese Herstellung von Schwefelaluminium
lässt sich in grossem Maassstabe billig be-
werkstelligen. Bei Wiedergewinnung des
Schwefels rechne ich die Herstellungskosten
von Schwefelaluminium für 1 k Aluminium
auf 0,15 M. Ich will noch erwähnen, dass
die Elektrolyse von geschmolzenem Schwe-
felaluminium einen elektrischen Ofen zu-
lässig macht, bei dem die Wärmestrahlung
viel geringer ist als bei dem jetzt ange-
wandten Verfahren. Die Bildungswärme
von Sulfid ist nur ein Drittel von der des
Oxyds, was schon auf eine verhältnissmässig
leichtere Reduction hindeutet. Darüber
kann wohl kein Zweifel sein, dass die Auf-
findung einer Methode zur chemischen Re-
duction von Schwefelaluminium von grösster
Bedeutung für die Industrie sein würde.
Obwohl Eisen Aluminiumsulfid unter Bil-
dung von Schwefeleisen und Ferroaluminium
reducirt, so hat sich das Product doch bisher
wegen des unvermeidlichen Schwefelgehalts
nicht als brauchbar erwiesen.

La Salle, Ills.

Über die Flüchtigkeit der Kieselsäure.

(Aus dem „Chemischen Laboratorium für Thonerde
von Prof. Dr. H. Seger und E. Cramer.“)

Von

E. Cramer.

Es ist die Kieselsäure lange für durch-
aus feuerbeständig und dabei unflüchtig ge-
halten worden, ja man hat sie sogar als
den Hauptrepräsentanten der Körper von
dieser Eigenschaft bezeichnet.

Nun aber haben Marcet, Stromeyer
und Clarke¹⁾ erkannt, dass dieselbe im

¹⁾ Gmelius, Handb. Band 2, S. 341 (4. Aufl.).