

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab.
Mathematisk-fysiske Meddelelser. **III**, 14.

ÜBER DIE ENTDECKUNG DES
ALUMINIUMS DURCH OERSTED
IM JAHRE 1825

VON

I. FOGH



KØBENHAVN

HOVEDKOMMISSIONÆR: ANDR. FRED. HØST & SØN, KGL. HOF-BOGHANDEL
BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI

1921

Pris: Kr. 0,60.

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs videnskabelige Meddelelser udkommer fra 1917 indtil videre i følgende Rækker:

Historisk-filologiske Meddelelser,
Filosofiske Meddelelser,
Mathematisk-fysiske Meddelelser,
Biologiske Meddelelser.

Prisen for de enkelte Hefter er 50 Øre pr. Ark med et Tillæg af 50 Øre for hver Tavle eller 75 Øre for hver Dobbelttavle.

Hele Bind sælges dog 25 % billigere.

Selskabets Hovedkommissionær er *Andr. Fred. Høst & Søn*,
Kgl. Hof-Boghandel, København.

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab.

Mathematisk-fysiske Meddelelser. **III**, 14.

ÜBER DIE ENTDECKUNG DES
ALUMINIUMS DURCH OERSTED
IM JAHRE 1825

VON

I. FOGH



KØBENHAVN

HOVEDKOMMISSIONÆR: ANDR. FRED. HØST & SØN, KGL. HOF-BOGHANDEL
BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI

1921

Einleitung.

Im Jahre 1807 beobachtete H. Davy das Auftreten der Metalle Kalium und Natrium bei der Elektrolyse ihrer Hydroxyde, und bald darauf konnte er nachweisen, dass auch die Baryterde, Strontianerde und Kalkerde Metall enthalten mussten. Kein Wunder, dass man in den folgenden Jahrzehnten eifrig bemüht war, die übrigen erdigen Stoffe zu zerlegen, um ihre metallischen Radikale zu gewinnen. So hat sich in den Jahren 1824—25 auch der dänische Forscher H. C. OERSTED, der Entdecker des Elektromagnetismus, mit derartigen Versuchen beschäftigt.

Berzelius hatte kurz vorher das Radikal der Kieselerde dargestellt; er erhielt es durch Einwirkung von Kalium auf Siliziumfluorid in Gestalt eines braunen Pulvers, das, mit Chlor behandelt, ein leichtflüchtiges Chlorid ergab. Hierbei kam Oersted auf den glücklichen Gedanken, man müsse dieses Chlorid bequemer und billiger durch Zersetzung der Kieselerde mit Chlor gewinnen können. Von diesem Gedanken ausgehend, entwarf er folgenden Plan: Es sollte versucht werden, mit Hilfe des Chlorgases die Erden zu reduzieren und durch Einwirkung von Wasserstoff auf die so erhaltenen Chlorverbindungen die metallischen Radikale darzustellen. In Gemeinschaft mit seinem jungen Mitarbeiter, dem späteren Apotheker S. L. KÖSTER, nahm er zunächst die Tonerde

in Arbeit. Noch hatte ja niemand das metallische Radikal der Tonerde abgeschieden.

Das Chlorid des Tonerdemetalles war damals noch nicht bekannt. Und da es Oersted nicht gelang, dasselbe durch Einwirkung von Chlorgas allein auf die Tonerde darzustellen, so erfand er eine neue Methode. Er mischte die Tonerde mit Kienruss, leitete Chlorgas über das erhitzte Gemisch und erhielt so das wasserfreie Aluminiumchlorid. Diese Methode hat sich bekanntlich glänzend bewährt; Oersted selbst benutzte sie noch zur Zersetzung der Porzellanerde, und schon 1826 führte sie in den Händen Friedrich Wöhlers zum Titanchlorid, Tantalchlorid und Borchlorid.

Die ursprünglich geplante Reduktion des Aluminiumchlorids durch Erhitzen im Wasserstoffstrom gelang nicht. Oersted versuchte dann, die Reduktion mittels Kaliumamalgam durchzuführen, und kam auf diese Weise schliesslich so weit, dass er in der Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften berichten konnte nicht nur über Darstellung und Eigenschaften des Aluminiumchlorids und des Siliziumchlorids, sondern auch über ein Aluminiumamalgam, welches bei der Destillation ohne den Zutritt der Luft einen Metallklumpen ergab, der an Farbe und Glanz dem Zinn ähnelte.¹ In einer späteren Sitzung wurde eine Probe des Metalls vorgezeigt.²

Ein zusammenfassendes Referat von diesen Mitteilungen gab er in »Oversigt over Videnskabernes Selskabs Forhandlinger«, 1824—25, pag. 15—16,³ und diese 35 Zeilen sind alles, was er über den Gegenstand publiziert hat, wenn

¹ Februar und März 1825.

² April 1825.

³ Siche auch: H. C. ØRSTED, Naturvidenskabelige Skrifter, ved KIRSTINE MEYER, København, 1920, Bd. II, pag. 465.

man von den brieflichen Mitteilungen an Hansteen¹ und an Schweigger² absieht, sowie von einer kurzen Bemerkung in einem kleinen gedruckten Leitfaden³, der nicht in den Buchhandel kam.

Friedrich Wöhler, dessen Interesse für das Aluminiumchlorid durch die bequeme Oersted'sche Darstellungsweise wachgerufen war⁴, hatte im Jahre 1827 Gelegenheit, Oersted in Kopenhagen zu besuchen, und als Oersted ihm hier sagt, er habe nicht die Absicht, noch mehr Versuche mit dem Chlorid anzustellen, ist Wöhler zur weiteren Verfolgung des Gegenstandes bereit. Wöhler benutzte als Reduktionsmittel nicht Kaliumamalgam, sondern metallisches Kalium, und erhielt das Aluminium in Gestalt eines grauen Pulvers. Seine Arbeit »Über das Aluminium« erschien 1827.⁵ In derselben schreibt er, er habe erst Oersted's Versuch mit Kaliumamalgam wiederholt, aber kein recht bestimmtes Resultat erhalten. Als das Quecksilber abdestilliert war, blieb zwar eine graue geschmolzene Masse zurück, die sich jedoch bei stärkerer Hitze verflüchtigte und als reines Kalium überdestillierte. Damit will er doch nicht sagen, dass es nicht glücke, das Aluminium nach der von Oersted angewandten Methode zu erhalten. Gleichzeitig schreibt er privat an Berzelius: Was Oersted für einen Aluminiumklumpen hielt, ist ganz gewiss nichts anderes gewesen als ein aluminiumhaltiges Kalium.⁶ Hiernach erscheint es verständ-

¹ Poggendorffs Ann., Bd. V, 1825, pag. 132.

² Schweigger's Journ., Bd. 45, 1825, pag. 368.

³ Erindringsord af Forelæsninger over Chemiens almindelige Grund-sætninger ved Dr. H. C. ØRSTED, Kjøbenhavn 1826, pag. 79.

⁴ Briefwechsel zw. J. Berzelius und F. WÖHLER herausgeg. von O. WALLACH, Bd. I, Leipzig, 1901, pag. 150.

⁵ Poggendorffs Ann., Bd. 11, 1827, pag. 146—161.

⁶ Briefwechsel, Bd. I., pag. 196—197.

lich, dass von jetzt ab Wöhler als Entdecker des Aluminiums genannt wurde.

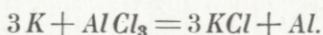
Da es immerhin nicht sehr wahrscheinlich war, dass Oerstedts Mitteilung auf einem Irrtum beruhen sollte, so habe ich in dem chemischen Laboratorium der Königl. Tierärztlichen und Landwirtschaftlichen Hochschule zu Kopenhagen Versuche angestellt, um zu sehen, ob es trotz Wöhlers Misserfolg doch nicht möglich sein sollte, das Aluminium nach dem Oerstedtschen Verfahren zu erhalten. Es war der Leiter des Laboratoriums, Herr Professor Dr. N. BJERRUM, der mir mit Hinblick auf die geplante Oersted-Feier diese Aufgabe vorschlug, wofür ich meinem hochverehrten Chef meinen besten Dank sage. Es ergab sich, dass die Darstellung von Aluminium nach Oerstedts Methode sehr leicht gelingt, wenn nur gewisse Bedingungen eingehalten werden. Als die Versuchsreihe sich dem Abschluss näherte, erfuhr ich, dass Frau Dr. KIRSTINE MEYER bei der Durchsicht von Oerstedts handschriftlichem Nachlass Konzepte gefunden hatte, welche auf diesen Gegenstand Bezug haben und zweifellos aus jener Zeit stammen. Dieselben ermöglichten es, einerseits Oerstedts Erfindungsgedanken bei Stellung und Lösung der Aufgabe von Anfang an zu verfolgen, andererseits zeigten sie, dass Oersted und Köster bei der Reduktion gerade die Bedingungen eingehalten haben, von welchen das Gelingen des Versuches abhängt.

Eigene Versuche.

Wie zu erwarten, wirkt Kaliumamalgam recht heftig auf das Aluminiumchlorid ein; doch kann der Versuch noch gut in Glasgefäßen ausgeführt werden, was nach Wöhler bei Anwendung von metallischem Kalium nicht möglich

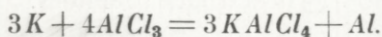
ist. Das angewandte Aluminiumchlorid war das käufliche Produkt. Das Kaliumamalgam wurde jedesmal frisch dargestellt, und zwar erst mit einem Gehalt von 4 pCt. Kalium. Zu diesem Zwecke wurde das Quecksilber in einem Reagenzglas in trockenem Wasserstoff erwärmt und die Kaliumstückchen mittels eines abgeplatteten, auf und ab beweglichen Glasstabes in dasselbe hineingedrückt. Dabei musste die Temperatur allmählich erhöht werden, zuletzt bis auf 190⁰ C. Nach gutem Durchrühren wurde mit dem Glasstabe der Boden des Gefässes durchstossen. Das Amalgam lief in geschmolzenes, 70⁰ C. warmes Paraffin aus und erstarrte zu einem homogenen sehr harten Regulus.

Zunächst wurden äquivalente Mengen der beiden Substanzen genommen, entsprechend der Gleichung



Aber in dieser Weise gelang es nicht, Aluminium zu erhalten. Es ging gerade so, wie es Wöhler gegangen war. Als das von dem gesinterten Kaliumchlorid getrennte Metall im Wasserstoffstrome abdestilliert wurde, entwickelte sich zuletzt ein grüner Dampf, und die Glasröhre wurde von reduziertem Silizium braungefärbt: also Kalium. Es blieb kein metallischer Rückstand.

Dieses Ergebnis deutete darauf, dass das Kalium in zu grosser Menge genommen war. Dementsprechend wurde das Mengenverhältnis variiert, und es zeigte sich, dass die Reaktion viel glatter verläuft, wenn man auf 3 Atome Kalium 4 Moleküle Aluminiumchlorid nimmt, entsprechend der Gleichung



Als Nebenprodukt erhält man dann nicht Kaliumchlorid,

sondern Kaliumaluminiumchlorid, dessen Schmelzpunkt weit unter dem Siedepunkt des Quecksilbers liegt. Man bringt das Chlorid in ein Reagenzglas und bedeckt es mit dem grob zerkleinerten Kaliumamalgam; wird nun rasch erwärmt, so schmilzt das Ganze unter Zischen zusammen, und man erhält zwei getrennte Schichten, unten das flüssige Metall, darüber das geschmolzene, sehr dünnflüssige Doppelsalz. Man erwärmt noch kurze Zeit unter Rühren mit dem Glasstab, bis das Quecksilber zu sieden anfängt. Trennt man dann rasch das Metall von dem Salz, ehe das letztere erstarrt, sammelt es in einem Schiffchen und erhitzt dasselbe in einem Glasrohr im Wasserstoffstrom, so bemerkt man nicht das Auftreten von Kaliumdampf. Es verdampft nur Quecksilber, und es bleibt schliesslich ein kleiner, grauer, nicht flüchtiger Rückstand. Derselbe ist metallisches Aluminium. Man sieht deutlich, wie es von der Oberfläche des Quecksilbers auswittert, und im Mikroskop hat man eine schön metallglänzende Masse, die aus verfilzten Nadeln besteht. Wenn alles Quecksilber sorgfältig entfernt ist, verändert sich das Präparat an der Luft und in Wasser nicht.

Dass das Quecksilber Aluminium gelöst enthält, hat man übrigens schon vorher Gelegenheit zu beobachten. Denn jeder Tropfen desselben bedeckt sich an der Luft sehr bald mit einer weissen oder grauen opalisierenden Vegetation von Tonerdehydrat. In der Regel erreichte dieselbe nur eine geringe Höhe. In zwei Fällen fuhr das Hydrat stundenlang fort, aus dem Tropfen herauszuwachsen, und hatte am anderen Tage die Gestalt eines über 10 cm langen wurmartigen Gebildes. In ganz gleicher Weise ist die Erscheinung schon von A. Cossa¹ und von

¹ Zeitschr. f. Chemie, 1870, pag. 443.

J. B. BAILLE und C. FÉRY¹ an Lösungen von Aluminium in Quecksilber beobachtet worden. Die Gegenwart des Aluminiums verrät sich also durch die wohlbekannte Aktivität, die es in Berührung mit Quecksilber besitzt. Auch das nach dem Abdestillieren des Quecksilbers zurückbleibende Metall kann aktiv sein, wenn das Quecksilber nicht ganz vollständig entfernt ist; es bedeckt sich dann an der Luft mit grauer Tonerde und in Wasser ganz langsam mit kleinen Bläschen von Wasserstoff.

War nun das richtige Mengenverhältnis der reagierenden Substanzen ermittelt, so musste noch versucht werden, die Ausbeute an Aluminium günstiger zu gestalten. Denn die bisher erhaltenen Mengen betragen höchstens 27 pCt. der Theorie. Da die Salzmasse keine nennenswerte Menge Aluminium enthielt, wurde vermutet, dass die schnelle Oxydation an der geringen Ausbeute schuld sei. Denn, wie rasch auch die Trennung der beiden Schichten und die Überführung in das Schiffchen vorgenommen wurde, so war doch eine Berührung mit der Luft nicht zu vermeiden. Indessen ergaben Versuche, diese Operationen unter einem flüssigen Kohlenwasserstoff auszuführen, keine besseren Resultate. Dabei zeigte sich aber, dass an der Grenze der beiden Schichten immer eine gewisse Menge eines feinen, mit Quecksilberschlamm innig vermischten schwarzen Pulvers vorhanden war, und diese schwarze Substanz entwickelte mit Salzsäure lebhaft Wasserstoff. Andererseits zeigte eine Messung des Volumens Wasserstoff, welches das blanke Metall und die schwarze Substanz zusammen entwickelten, dass die Gesamtmenge des reduzierten Aluminiums etwa 70 pCt. der Theorie entsprechen musste.

Das Aluminium war also bisher wohl reduziert, aber

¹ Ann. de Chim. et de Physique, 6. sér., tome XVII, 1889, pag. 246.

nur zum kleinen Teil in dem Quecksilber gelöst worden. Da aber der Vorzug der Methode gerade darauf beruht, dass man das Aluminium in Quecksilber gelöst erhält, so wurden nun Versuche mit schwächerem Kaliumamalgam angestellt und auf diese Weise auch bessere Ausbeuten erzielt. Am besten scheint ein Amalgam mit 1,2 bis 1,5 pCt. Kalium geeignet zu sein. Dasselbe lässt sich auch viel leichter darstellen als das zuerst angewandte, konzentriertere; man kann es ohne Schwierigkeit in einem erwärmten Mörser bereiten. Mit 120 g eines solchen 1,5 prozentigen Amalgams und 8,8 g Aluminiumchlorid erhielt ich neben etwas feinem Pulver 0,25 g metallisches Aluminium in Gestalt von zwei dünnen, zusammenhängenden Streifen, welche leicht zu einem Metallklumpen zusammengepresst werden konnten. Derselbe wurde in einem kleinen Porzellantiegel in etwas eben geschmolzenes Kaliumaluminiumchlorid gelegt, trockenes Kochsalz aufgefüllt und kurze Zeit auf Gelbglut erhitzt. Das Aluminium war dann zu einer einzigen Kugel zusammengeschmolzen; sie wog 0,20 g, entsprechend 50 pCt. der Theorie.

Schliesslich wurde gefunden, dass man das Abdestillieren des Quecksilbers im Wasserstoffstrom anstatt im Schiffchen auch in einem passend gebogenen Reagenzglase über freier Flamme vornehmen kann. Man erhält dann das Aluminium ohne weiteres in Gestalt einer regulinischen Kugel. Ja, man braucht nicht einmal im Wasserstoffstrom zu destillieren; der Versuch gelingt auch ohne diese Vorsichtsmassregel, wenn man das Reagenzglas so verschliesst, dass nur eine enge Öffnung frei bleibt.

Um das Aluminium nach Oersteds Methode leicht und in guter Ausbeute zu erhalten, hat man hiernach in folgender Weise zu verfahren. In einen auf 60⁰ C. vorgewärmten Porzellanmörser werden 66 g Quecksilber getan und durch

allmählichen Zusatz von 0,8 g Kalium mit dem Pistill in ein möglichst homogenes Amalgam verwandelt. Dasselbe bildet sich ohne Feuererscheinung und ist dickflüssig. Es wird in ein gewöhnliches Reagenzglas übergeführt, in welchem sich 4 g Aluminiumchlorid befinden. Ohne den Zutritt der Luft abzuhalten, wird die Reaktion durch rasches Erwärmen eingeleitet und schliesslich unter Rühren mit einem Glasstabe bis zum Sieden des Quecksilbers erwärmt. Ein zweites, 5 cm von dem Boden knieförmig gebogenes Reagenzglas ist inzwischen im Trockenschrank auf über 150° C. vorgewärmt, und in dieses wird das noch heisse Metall übergossen. Es gelingt dies überraschend gut, weil das Doppelsalz beim Ausgiessen an der Glaswand erstarrt und nötigenfalls an der Mündung des Glases durch etwas Glaswolle zurückgehalten werden kann. Das flüssige Metall gelangt ziemlich blank in den unteren gebogenen Schenkel. Das Reagenzglas wird mit einem mit Zuleitungsrohr für den Wasserstoff versehenen Kork verschlossen und das Quecksilber rasch abdestilliert. Eine in den Kork geschnittene Rinne gestattet das Entweichen des Wasserstoffs und zugleich das Abfliessen des Quecksilbers. Im Laufe einer Stunde ist die Destillation beendet; dabei ist kaum zu vermeiden, dass ein Teil des Metalls in den langen Schenkel überspritzt; zweckmässig erwärmt man gleichzeitig von vorn und von oben. Zuletzt scheidet sich das Aluminium, mit einer geringen Menge Oxyd bedeckt, an dem Boden des Gefässes aus. Wird dann hier bis zum Rotglühen und zum Erweichen des Glases erhitzt, so schmilzt es zu einem fast kugelrunden Regulus zusammen, welcher nicht am Glase festhaftet, sondern frei beweglich bleibt. Die so gewonnenen Kugeln wogen 0,06 bis 0,07 g und hatten einen Durchmesser von 3,2 bis 3,6 mm.

Wie schon erwähnt, kann man ohne grossen Verlust auch das Einleiten von Wasserstoff während der Destillation unterlassen. Das heisse Amalgam absorbiert gleich anfangs den im Apparate vorhandenen Sauerstoff, und die an der Rinne im Korke sich ansammelnden Quecksilbertropfen bilden einen genügenden Luftabschluss. Man muss nur zuletzt genügend lange erhitzen, damit der Quecksilberdampf Zeit hat, in den kalten Schenkel hinüber zu diffundieren und sich dort zu verdichten. Eine so dargestellte Kugel wog 0,05 g und hielt sich längere Zeit gut an der Luft und in Wasser.

In dem gedruckten Referate von 1825 beschreibt Oersted das von ihm erhaltene Aluminium kurzweg als einen Metallklumpen, der an Farbe und Glanz dem Zinn ähnelt. Der Ausdruck: Metallklumpen könnte zunächst befremden und mag auch befremdet haben, als zwei Jahre später Wöhler das Aluminium als ein graues Pulver beschrieb — erst 1845 hat Wöhler das Metall in Gestalt von geschmolzenen Kugeln in Händen gehabt, »von denen manche zuweilen die Grösse dicker Stecknadelköpfe hatten.«¹ Angesichts der oben mitgetheilten Resultate muss indessen zugegeben werden, dass der von Oersted gebrauchte Ausdruck durchaus zutreffend erscheint.

Etwas anders lautet die Beschreibung in dem kleinen gedruckten Leitfaden von 1826. Das Aluminium ist hier bleigrau, metallglänzend, zersetzt das Wasser, obschon langsam. Dieses Aluminium war also aktiv und muss wohl eine Spur von Quecksilber enthalten haben.

¹ Liebigs Ann., Bd. 53, 1845, pag. 424.

Die kürzlich gefundenen Konzepte.

Das eingangs erwähnte von Frau Dr. KIRSTINE MEYER gefundene und geordnete handschriftliche Material ist nicht sehr umfangreich. Es zerfällt nach Form und Inhalt in drei Teile.

Fragment I scheint ein begonnener Entwurf zu einer ausführlichen Publikation zu sein. Es handelt hauptsächlich von dem Aluminiumchlorid.

Fragment II besteht aus aneinandergereihten kurzen Notizen. Sie betreffen teils die Darstellung und Analyse des Aluminiumchlorids, teils einen Versuch mit Kaliumamalgam.

Diese beiden Fragmente sind bereits publiziert.¹

Fragment III ist noch nicht publiziert, weil es erst später gefunden worden ist. Es betrifft nur Versuche mit Kaliumamalgam und lautet, wie folgt:

»Den 7. Marts. Forsøg over Chlorleerærets² Adskillelse ved Kaliæramalgam.³

293 Gran Qviksølv optog ved Varmen en Kugel af Kaliær, hvorpaa det fandtes at veje 3,7 Gran mer. Kuglen havde omtrent mellem $\frac{1}{4}$ og $\frac{1}{3}$ Tom i Diameter.

Amalgamet blev stivere end man kunde ventet. Det opvarmedes med Chlorleerær, og bevirkede vistnok en Adskillelse, men der blev en betydelig Mængde Kaliær tilbage, thi Amalgamet gav endnu stærk Opbrusning i Vandet. Vi lode Chlorleeræret adskilles ved Amalgamet i samme Rør, hvori det var dannet, saa at det var dækket med lidt Kali og Kul. Dette er sikkert ikke godt.

Saa vidt jeg mindes, brugte vi ogsaa sidste Gang mindre Kaliær til Qviksølvet.

¹ H. C. ØRSTED, Naturvidenskabelige Skrifter, ved KIRSTINE MEYER, Bd. II, København, 1920, pag. 467—470.

² Leerær = Aluminium.

³ Kaliær = Kalium.

Næste Gang ville vi først tillave et Kaliæramalgam med $\frac{1}{2}$ Kugel af Kaliær til 300 Gran Qviksølv, og lade dette løbe i et andet Rør, for deri at gjemmes.

Røret til Chlorleerærets Adskillelse ville vi danne saaledes paa det, at Amalgamet kan staa omtrent efter Linien *ab*, og faae en stor Berøringsflade med Chlorleeræret. Der maa snarest være Chorleerær tilovers end Kaliær. En liden Qvantitet af det erholdte Leeræramalgam destilleredes i et Glasrør, som udtrækkes i et Haarrør. Efter at noget mere end det halve Qviksølv var afdestilleret, foranledigedes man til at afsmelte Haarrøret. Under Afkølingen dannedes der paa mange Steder i Røret en rosenrød Hinde; ogsaa nogle andre Farver viste sig¹.

¹ »Den 7. März. Versuch über die Zersetzung des Aluminiumchlorids durch Kaliumamalgam.

293 Gran Quecksilber nahmen in der Wärme eine Kugel von Kalium auf, wonach sie 3,7 Gran mehr wogen. Die Kugel mass etwa zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{3}$ Zoll im Diameter.

Das Amalgam wurde dickflüssiger, als man erwarten konnte. Es wurde mit Aluminiumchlorid erwärmt und bewirkte wahrscheinlich eine Zersetzung, aber es blieb eine bedeutende Menge Kalium übrig, denn das Amalgam gab noch starkes Aufbrausen in Wasser. Wir liessen das Aluminiumchlorid durch das Amalgam in demselben Rohre zersetzen, in welchem es gebildet worden war, so dass es mit etwas Kali und Kohle bedeckt war. Dies ist sicher nicht gut.

So weit ich mich entsinne, nahmen wir auch das letzte Mal weniger Kalium zu dem Quecksilber.

Das nächste Mal wollen wir erst ein Kaliumamalgam bereiten mit $\frac{1}{2}$ Kugel Kalium auf 300 Gran Quecksilber und dasselbe in ein anderes Rohr laufen lassen, um darin aufbewahrt zu werden.

Das Rohr zur Zersetzung des Aluminiumchlorids wollen wir so gestalten, dass das Amalgam ungefähr nach der Linie *ab* (siehe die Fig.) stehen und eine grosse Berührungsfläche mit dem Aluminiumchlorid erhalten kann. Es soll eher Aluminiumchlorid übrig sein als Kalium. Eine kleine Quantität des erhaltenen Aluminiumamalgames wurde in einem Glasrohre destilliert, welches zu einem Kapillarrohre ausgezogen wurde. Nachdem etwas mehr als die Hälfte des Quecksilbers abdestilliert war, wurde man veranlasst, das Kapillarrohr abzuschmelzen. Während



So unvollständig diese von Frau Dr. Kirstine Meyer gefundenen Konzepte auch sind, so bilden sie doch eine wichtige Ergänzung des gedruckten Referats. Denn, vergleicht man die den Reduktionsversuch betreffenden Notizen mit den obigen Resultaten, so geht daraus hervor, dass Oersted und Köster die Bedingungen richtig eingehalten haben, auf welche es gerade ankommt, wenn man das Aluminium aus dem Chlorid mittels Kaliumamalgam darstellen will. Man ersieht dies besonders aus folgenden Stellen.

Aus Fragment II ist ersichtlich, dass Oersted und Köster das Aluminiumchlorid in genügend grosser Menge angewandt haben. Denn sie haben als Nebenprodukt bei der Reaktion tatsächlich Kaliumaluminiumchlorid erhalten. Sie schreiben: »Kaliumamalgam in ein geschlossenes, gebogenes Glasrohr; darauf etwas von der Masse und zusammen erwärmt. Rasche Einwirkung . . . ein Teil der Substanz blieb über dem Quecksilber stehen, grünlich fliessend in der Wärme, krystallinisch erstarrend beim Erkalten. Chlorkalium?« — Das Fragezeichen lässt erkennen, dass sie nicht sicher waren, ob das geschmolzene Salz Kaliumchlorid war. Es kann nur das Doppelsalz gewesen sein.

Ferner geht aus Fragment II hervor, dass sie nach beendeter Reaktion das Amalgam von dem Salze getrennt und das eigentümliche Verhalten des Amalgams an der Luft beobachtet haben. »Die Quecksilbertropfen, ursprünglich metallblank, überzogen sich bald mit einer Haut von einem kohlen-sauren Pulver . . . geglüht wurde es mit salpetersaurem Kobalt blau in der Flamme.«

Aus den Zahlenangaben in Fragment III folgt, dass sie das eine Mal ein Kaliumamalgam mit 1,25 pCt. Kalium bei dem Erkalten bildete sich an vielen Stellen in dem Rohre eine rosenrote Haut, auch einige andere Farben zeigten sich.«

nutzt haben. Die Menge des vorhandenen Quecksilbers war also hinreichend gross, um das reduzierte Aluminium aufzulösen.

Und sie haben beabsichtigt, ein anderes Mal ein noch schwächeres Kaliumamalgam zu nehmen.

Weiter bemerken sie in Fragment III ausdrücklich: »Es soll eher Aluminiumchlorid übrig bleiben als Kalium.«

Und schliesslich ersieht man aus Fragment III, wie sie beim Abdestillieren des Quecksilbers für genügenden Luftabschluss gesorgt haben: sie haben einfach das offene Ende der Glasröhre zu einer Kapillaren ausgezogen. —

In den Jahren 1825—27 war Oersted jedenfalls der Überzeugung, dass es ihm gelungen war, regulinisches Aluminium darzustellen. Nach dem Vorstehenden ist kein Grund mehr daran zu zweifeln. Auch Wöhler hat die Brauchbarkeit des Oerstedschen Reduktionsverfahrens an sich nicht bestritten.

Man kann sich wundern, dass Oersted später Wöhler gegenüber auf seiner Priorität nicht bestanden hat. Hierbei ist aber zu bedenken, dass Oersteds Aluminium ganz anders war als das Wöhlersche Aluminium von 1827. Letzteres war ein graues Pulver, welches sich bei gewöhnlicher Temperatur in Wasser nicht oxydierte, sondern erst mit kochendem Wasser langsam Wasserstoff entwickelte; ferner war es nicht schmelzbar bei einer Hitze, wobei Guss-eisen schmilzt.¹ (Der Schmelzpunkt des Aluminiums ist 657° C.). Diese beiden Angaben in Wöhlers Publikation von 1827, von denen die erste nicht ganz und die zweite gar nicht auf Oersteds Aluminium passte, mögen vielleicht Oersted unsicher gemacht und ihn bewogen haben, mit dem Prioritätsanspruch einstweilen nicht hervortreten.

¹ Poggendorffs Ann., Bd. 11, 1827, pag. 155.

Und es vergingen noch 18 Jahre, ehe das Wöhlersche Aluminium zu Kügelchen geschmolzen wurde. Man darf auch nicht vergessen, dass Oersted den ihm befreundeten und mit experimentellen Hilfsmitteln viel besser ausgerüsteten Wöhler selber aufgefordert hatte, die Versuche mit dem Aluminiumchlorid fortzusetzen.

Was für Oersted die Hauptsache war, geht sowohl aus dem Referat als aus den nachgelassenen Konzepten deutlich hervor. Er hat einen Weg finden wollen, einen möglichst direkten Weg von der Tonerde, und gar von der Porzellanerde zu dem metallischen Aluminium. Er hat den Weg auch gefunden.

MATHEMATISK-FYSISKE MEDDELELSER

UDGIVNE AF

DET KGL. DANSKE VIDENSKABERNES SELSKAB

1. BIND (Kr. 8,80):

	Kr. Ø.
1. CHRISTIANSEN, C.: Experimentalundersøgelser over Gnidnings- elektricitetens Oprindelse. VI. 1917	0.25
2. KNUDSEN, MARTIN: Fordampning fra Krystaloverflader. 1917.	0.25
3. BRØNSTED, J. N., og PETERSEN, AGNES: Undersøgelser over Om- dannelsen af reciproke Saltpar, samt over Benzidin-Benzidinsulfat- Ligevægten. Affinitetsstudier XI. 1917	0.60
4. ANDERSEN, A. F.: Sur la multiplication de séries absolument convergentes par des séries sommables par la méthode de Cesàro. 1918	0.90
5. BRØNSTED, J. N.: En thermodynamisk Relation mellem Bland- ingsaffiniteterne i delvis mættede Opløsninger og dens Anven- delse til Affinitetsbestemmelse. Affinitetsstudier XII. 1918 ...	0.90
6. NIELSEN, NIELS: Recherches sur les polynomes d'Hermite. 1918	1.75
7. PEDERSEN, P. O.: Om Townsends Teori for Stødionisation. 1918	0.30
8. KØHL, TORVALD: Stjernesked over Danmark og nærmeste Om- lande 1913—1917. 1918	0.30
9. TSCHERNING, M.: Moyens de contrôle de verres de lunettes et de systèmes optiques en général. 1918	0.45
10. TSCHERNING, M.: Une échelle de clarté, et remarques sur la vision à faible éclairage. 1918.....	0.70
11. PEDERSEN, P. O.: On the Lichtenberg Figures. Part I. A preli- minary investigation. 1919	1.75
12. KROGH, AUGUST: The Composition of the Atmosphere. An ac- count of preliminary investigations and a programme. 1919 ..	0.45
13. HARTMANN, JUL.: Om en ny Metode til Frembringelse af Lyd- svingninger. 1919	1.25
14. CHRISTIANSEN, J. A.: On the Reaction between Hydrogen and Bromine. 1919	0.65
15. TSCHERNING, M.: La théorie de Gauss appliquée à la réfraction par incidence oblique. 1919	1.25

2. BIND (Kr. 12,95):

1. WINTHER, CHR.: The photochemical Decomposition of Hydrogen Peroxide. 1920.....	0.60
2. WINTHER, CHR.: The photochemical Oxidation af Hydriodic Acid. 1920	0.90
3. WINTHER, CHR.: The photochemical Efficiency of the absorbed Radiation. 1920.....	1.15
4. ZEUTHEN, H. G.: Sur l'origine de l'algèbre. 1919	2.25
5. MITTAG-LEFFLER, G.: Talet. Inledning till teorien för analytiska funktioner. 1920	2.00

6. CHRISTIANSEN, C. og CHRISTIANSEN, JOHANNE: Experimentalundersøgelser over Gnidningselektricitetens Oprindelse. VII, 1919	1.15
7. CHRISTIANSEN, C.: Experimentalundersøgelser over Gnidningselektricitetens Oprindelse. VIII, 1919	0.60
8. HARTMANN, JUL.: Ovefladespændingens Indflydelse ved Udstrømning af en Vædske i Straaleform. 1919	1.10
9. FAURHOLT, CARL: Über den Nachweis von Chlorid neben Bromid. 1919	0.50
10. BRØNSTED, J. N.: On the Solubility of Salts in Salt Solutions. Studies on Solubility I. 1919	1.50
11. HOLST, HELGE: Die kausale Relativitätsforderung und Einsteins Relativitätstheorie. 1919	2.00
12. NIELSEN, NIELS: Recherches sur les Polynomes de Stirling. 1920	3.50

3. BIND:

1. THORKESSON, THORKELL: Undersøgelse af nogle varme Kilder paa Nordisland. 1920	1.00
2. PÁL, JULIUS: Über ein elementares Variationsproblem. 1920	1.15
3. WEBER, SOPHUS: Et Metals Fordampningshastighed i en Luftart. 1920	0.50
4. WEBER, SOPHUS: Note om Kvægsølvets kritiske Konstanter. 1920	0.40
5. JUEL, C.: Note über die paaren Zweigen einer ebenen Elementarkurve vierter Ordnung. 1920	0.50
6. JUEL, C.: Die Elementarfläche dritter Ordnung mit vier konischen Doppelpunkten. 1920	0.50
7. RØRDAM, H. N. K.: Benzoe- og Toluylsyrernes absolute Affinitet overfor een og samme Base. 1920	1.00
8. MOLLERUP, JOHANNES: Une méthode de sommabilité par des moyennes éloignées. 1920	1.00
9. BRØNSTED, J. N.: On the Applicability of the Gas Laws to strong Electrolytes, II. 1920	0.75
10. NIELSEN, NIELS: Note sur une classe de séries trigonométriques. 1921	0.50
11. HANSEN, H. M. und JACOBSEN, J. C.: Ueber die magnetische Zerlegung der Feinstrukturkomponenten der Linien des Heliumfunkspektrums. Mit 1 Tafel. 1921	1.40
12. HEVESY, G.: Über die Unterscheidung zwischen elektrolytischer und metallischer Stromleitung in festen und geschmolzenen Verbindungen. 1921	0.75
13. HEVESY, G.: Über den Zusammenhang zwischen Siedepunkt und Leitfähigkeit elektrolytisch leitender Flüssigkeiten. 1921	0.60
14. FOGH, I.: Über die Entdeckung des Aluminiums durch Oersted im Jahre 1825. 1921	0.60
15. FOGH, I.: Zur Kenntnis des Aluminiumamalgams. Mit 1 Tafel. 1921	0.75