

Loches noch ein paar Vertiefungen. Die Befestigung des lose in dem Elektrodenloch stehenden Nippels erfolgt dann durch Eingießen von Gußeisen oder auch Bronze. Nach dem Erkalten des beigegegossenen Metalls sitzt zwar der Nippel nicht sehr fest, und die Elektrode könnte ohne die vorgesehenen Unebenheiten leicht abfallen, allein der Ausdehnungskoeffizient des Metalls genügt, um bei der Temperatur des Elektrolysebades wieder einen ausreichenden Kontakt herzustellen. Auch die Elektrodenstangen hat man ohne Nippel mit ihrem leicht konischen kupfernen Ende in die ebenfalls konischen Löcher der Kohlen einfach eingekleimt. Bei leichten Elektroden genügt diese Befestigung, da durch die Ausdehnung des Kupfers im warmen Ofen die Festhaftung erhöht wird.

Man hat auch die bei der Erzeugung von Carbid, Eisenlegierungen usw. mit großem Erfolg eingeführte Söderberg-Elektrode bei der Aluminiumerzeugung zur Anwendung gebracht. Die Söderberg-Elektrode ist eine kontinuierliche Elektrode, d. h. entsprechend dem Abbrand wird die Elektrode oben verlängert, so daß keine Elektrodenreste oder Stumpfen entstehen. Eine solche Elektrode besteht aus einem weiten Rohr aus Blech, das den Mantel für die Elektrodenmasse bildet, die grüne Masse wird in den Mantel eingefüllt und festgestampft. In dem Maße, wie die Elektrode im Bad aufgebraucht wird, muß man die ganze Elektrode mit dem Mantel von Zeit zu Zeit nachrutschen lassen, ebenso wird neue Masse in den Mantel nachgefüllt und der Mantel verlängert, da dieser mit der Kohle im Bad verschwindet. Zur Vermeidung einer Verunreinigung des zu erzeugenden Metalls ist der Mantel aus Aluminium, ebenso die nach außen stehenden Rippen, an die man die Stromzuführungskabel anschließt. Die ganze Elektrode ist durch Klemmbacken gehalten, die durch Lockerung das erwähnte Nachrutschen gestatten. Die gesamte Aufhängevorrichtung ist heb- und senkbar, um die genaue Einstellung des Elektrodenabstandes vom Metall vornehmen zu können (s. Fig. 179, Tafel XXVIII).

Der schwierigste Teil des durch die Einführung der Söderberg-Elektrode in die Aluminiumelektrolyse geschaffenen Problems ist die Stromübertragung von dem Mantel nach der gebrannten Elektrodenmasse. Bei der anderweitigen Verwendung dieser Elektrode benutzt man hierzu radial nach innen gerichtete Eisenbleche; diese Anordnung hat man auch für die Aluminiumöfen angewandt, nur muß man diese Bleche möglichst kurz machen, da mit dem Abbrennen der Elektrode auch allmählich diese Bleche aufgezehrt werden und das Eisen restlos in das Aluminium übergeht. Man kann also diese Bleche nur so groß machen, als der statthafte Eisengehalt im Aluminium dies zuläßt. Andererseits ist zu berücksichtigen, daß die grüne Masse so gut wie keine Leitfähigkeit besitzt und die Brennzone, in der die Leitfähigkeit erst auftritt, dicht über dem Bad liegt, so daß nur wenige Zentimeter Schichthöhe für die Stromzuführung zur Verfügung sind. Die für die Stromabgabe in Betracht kommende Oberfläche jener Radialbleche ist also beschränkt. Diese ebenso wie den Mantel aus Aluminium zu machen, ist aber nicht zugänglich, da sie dann vorzeitig wegschmelzen würden und ihren Zweck nicht erfüllen könnten. Andere Wege zur Lösung dieses Problems sind noch im Versuchsstadium.

Die Vorteile der kontinuierlichen Elektrode sind einmal das bereits erwähnte Wegfallen der Elektrodenreste und dann die Ersparnis an Anlagekosten für die Errichtung einer Elektrodenpresserei und -brennerei. Demgegenüber hat man einen vermehrten Stromverbrauch, einmal, da man die Elektrodenmasse durch den elektrischen Strom brennt, und dann durch Spannungsverlust bei der erschwerten Stromzufuhr. Auch ist die Führung des Ofens etwas schwieriger, da man bei Anwendung einer Söderberg-Elektrode die Abmessungen so groß wählt, daß man nur eine einzige solche Elektrode je Ofen braucht. Wo durch billigen Strompreis der Mehraufwand an elektrischer Energie keine ausschlaggebende Rolle spielt gegenüber der Mechanisierung des Betriebes und der Kapitalinvestition für die Errichtung einer Elektrodenfabrik, kann der Söderberg-Elektrode der Vorzug gegeben werden. Es stehen neben einzelnen Öfen in Deutschland, in Norwegen, Amerika und Frankreich eine ganze Anzahl Aluminiumöfen mit Söderberg-Elektroden im Betrieb, und in Spanien ist man im Begriff, das in den Pyrenäen zu errichtende Werk nur mit diesen Elektroden auszurüsten.

g) Physikalische und chemische Grundlagen des Elektrolyseverfahrens.

Die Grundlagen des Verfahrens sind kurz zusammengefaßt die folgenden:

Zwischen Kohlenelektroden wird die in geschmolzenem Kryolith gelöste Tonerde elektrolytisch zersetzt, wobei sich das abgeschiedene Metall unter der Elektrolytschmelze auf der Kohlenkathode sammelt, während der freiwerdende Sauerstoff an die von oben in die Schmelze hängenden Kohleanoden wandert und den Kohlenstoff der Anoden zu Kohlenoxyd oder Kohlen-säure oxydiert. Die Elektrolyse wird bei ungefähr 950°C ausgeführt. Man benutzt zur Heizung des Bades den elektrischen Strom und muß deshalb die Stromdichte so hoch wählen, daß das Bad auf der richtigen Temperatur gehalten wird.

Das Wesentlichste für die erfolgreiche Durchführung des Verfahrens ist die richtige Zusammensetzung des Elektrolyten. Man hat eine große Anzahl verschiedener Zusammenstellungen versucht, verschieden sowohl in bezug auf die Komponenten als auch auf deren Mischungsverhältnis. Um die Mannigfaltigkeit zu zeigen, seien einige dieser Zusammenstellungen angeführt:

1. Kryolith.
2. Kryolith und Tonerde.
3. Kryolith, Natriumfluorid und Tonerde.
4. Aluminiumfluorid, Kryolith und Tonerde.
5. Kryolith, Calciumfluorid und Tonerde.
6. Chiolith und Tonerde.
7. Natriumfluorid, Aluminiumfluorid und Tonerde.
8. Natriumfluorid, Lithiumfluorid, Aluminiumfluorid und Tonerde.
9. Kaliumfluorid, Aluminiumfluorid und Tonerde.
10. Kaliumfluorid, Lithiumfluorid, Aluminiumfluorid und Tonerde.
11. Calciumfluorid, Aluminiumfluorid und Tonerde.

12. Natriumfluorid, Calciumfluorid, Aluminiumfluorid und Tonerde.
13. Kryolith, Aluminiumfluorid, Calciumfluorid, Calciumchlorid und Tonerde.
14. Aluminiumfluorid und Natriumchlorid.
15. Kryolith und Natriumchlorid.

Der Schmelzpunkt des Elektrolyten darf nicht zu hoch liegen, da sich bei einer Überhitzung des abgeschiedenen Aluminiums an der Berührungsstelle mit der Kathodenkohle Aluminiumkarbid bildet.

Als weitere Folge zu hoher Temperaturen tritt Nebelbildung ein, d. h.: das Aluminium schlägt sich nicht vollständig als flüssiges Metall nieder, sondern bleibt in Form eigentümlicher feiner Nebel im Bad verteilt. Nach der Ansicht von Haber gehen diese Aluminiumnebel, wenn sie in die Nähe der Anode gelangen, unter Depolarisation der Anode, wieder in Tonerde über, so daß auf diese Weise die Ausnützung des chemischen Effektes des durch das Bad geschickten Stromes sehr vermindert wird. Mit steigender Temperatur wächst außerdem der Verlust an Fluoriden durch Verdampfen. Auch der Energiebedarf wächst mit steigender Temperatur; das Leitungsvermögen eines Elektrolyten wächst ebenfalls im allgemeinen mit steigender Temperatur, so daß bei höherer Temperatur eine geringere Spannung ausreichend sein könnte. Bei der Aluminiuelektrolyse muß jedoch das Bad ohne äußere Wärmezufuhr allein durch die vom Strom erzeugte Joulesche Wärme auf seiner Temperatur erhalten werden, wofür ein großer Teil der aufgewendeten elektrischen Energie verbraucht wird. Die Wärmezufuhr, die erforderlich ist, um das Bad auf konstanter Temperatur zu erhalten, wird sogar noch schneller wachsen als die Temperatur selbst, da es sich nicht nur um Wärmeverluste durch Leitung, sondern auch durch starke Ausstrahlung handelt. Ferner steigt mit der Temperatur auch die Lösungstension und die Diffusionsgeschwindigkeit im schmelzflüssigen Elektrolyten. Hand in Hand hiermit geht ein höheres Wiedervereinigungsbestreben der elektrolytisch entladene abgeschiedenen Stoffe. Es ergibt sich somit die Notwendigkeit, einen Elektrolyten mit möglichst niedrig liegendem Schmelzpunkt zu wählen, damit man bei möglichst niedrigen Temperaturen elektrolysieren kann.

Über die Löslichkeitsverhältnisse des Systems Kryolith-Tonerde geben die Arbeiten von Pascal und Jouniaux Aufschluß, wie aus dem wiedergegebenen Diagramm (Fig. 180) ersichtlich ist.

Auf der Ordinate sind die Temperaturen aufgetragen, während auf der Abszisse die Zusammensetzung des Gemisches derart zur Darstellung kommt, daß Punkt *A* 100 % Kryolith, Punkt *B* 100 % Tonerde bezeichnet; ein Punkt zwischen *A* und *B* entspricht demnach einem Gemisch, in dem beide Verbindungen in solchen Mengen vorhanden sind, die in umgekehrtem Verhältnis wie die Abstände dieses Punktes von *A* und *B* zueinander stehen. Aus dem Diagramm ist zunächst der Schmelzpunkt des reinen Kryoliths ersichtlich, der bei 977° C liegt, der Schmelzpunkt der reinen Tonerde liegt bei 2020° C. Der gestrichelte Teil der Linien ist nicht erforscht, stellt also nur den wahrscheinlichen Verlauf der Kurven dar. Oberhalb des Linienzuges *MRO* befindet sich das System überall in flüssigem Zustande, es findet bei allen Mischungsverhältnissen vollkommene gegenseitige Löslichkeit statt. Im festen Zustand dagegen ist die Löslichkeit beschränkt. In den durch

den Linienzug *MRP* begrenzten Gebieten befinden sich Mischkristalle mit einer flüssigen Phase im Gleichgewicht; dasselbe gilt von dem Gebiet *ORS*.

PS ist die eutektische Linie des Systems, unterhalb der Linie *MPSO* ist der Bereich der festen Lösungen.

Aus dem Diagramm ergibt sich, daß man, um bei einer möglichst niedrigen Temperatur eine flüssige Schmelze zu erzielen, suchen muß, nahe an den

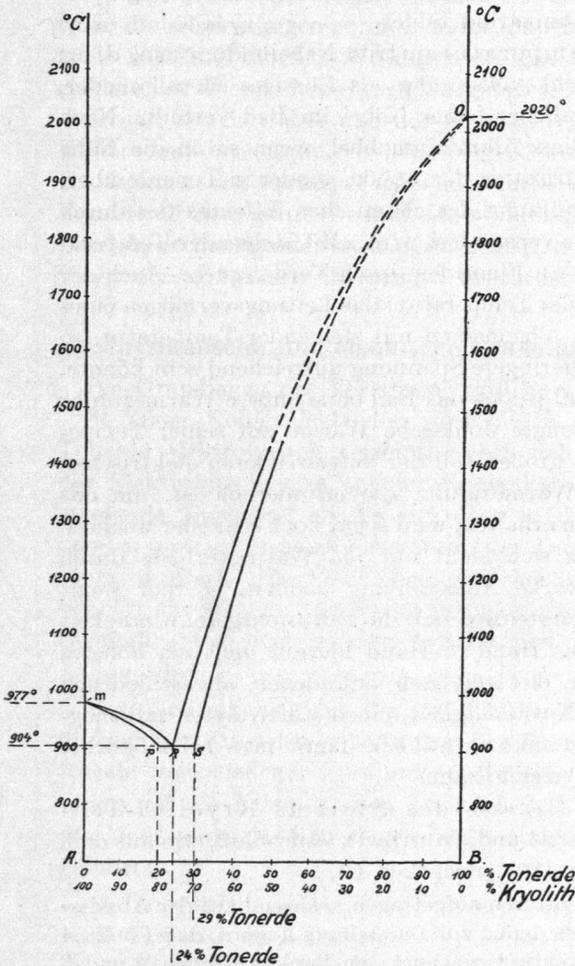


Fig. 180. Zustandsschaubild des Systems Tonerde-Kryolith. — (Nach Pascal u. Jouniaux, Z. f. Elektroch. 1913.)

eutektischen Punkt *R* heran zukommen. Die Erfahrungen der Praxis stehen hiermit im Einklang, da man Gehalte von 15 bis 20% Tonerde und eine Badtemperatur von etwa 950°C bei der Elektrolyse anwendet. Um bei noch niedrigeren Temperaturen flüssige Gemische zu erzielen, ist eine dritte Komponente erforderlich, z. B. Flußspat. Pascal und Jouniaux haben auch dieses ternäre System studiert und gefunden, daß der eutektische Punkt des Systems bei 868°C liegt. Die Zusammensetzung der Schmelze ist dann: 59,3% Kryolith, 23% Flußspat, 7% Tonerde. Der Zusatz von Flußspat hat auch Eingang in die Praxis gefunden.

Der Zusatz von Flußspat konnte jedoch in der Praxis keine allgemeine Verbreitung finden, da die Lösungsfähigkeit eines solchen Elektrolyten für Tonerde ziemlich gering ist und das spezifische Gewicht des flüssigen Aluminiums liegt. Fedotieff und Iljinsky haben festgestellt, daß ein Zusatz von

Fluornatrium zu Kryolith die Löslichkeit für Tonerde wesentlich erhöht. Übersteigt jedoch der Gehalt an Fluornatrium den des eutektischen Gemisches von Kryolith und Fluornatrium, so wird die Löslichkeit der Tonerde wieder geringer und bei reinem Fluornatrium besteht überhaupt keine Löslichkeit mehr. Trotzdem die Lösungen von Tonerde im eutektischen Gemisch von Kryolith

und Fluornatrium einen wesentlich tieferen Schmelzpunkt haben als die Elektrolytmischungen des Kryoliths mit Tonerde, erweisen sie sich doch für die Praxis als ungeeignet, wie die Versuche von Fedotieff und Iljinsky auch ergeben haben. Schuld daran sind verschiedene Umstände. Das Verhältnis zwischen den spezifischen Gewichten der Schmelze und dem des Metalles ist sehr ungünstig; die sehr erhebliche Löslichkeit des metallischen Aluminiums in dieser Schmelze verursacht eine starke Anodendepolarisation, womit wieder eine schlechte Stromausbeute in Zusammenhang steht. Etwas günstiger als der Zusatz von Fluornatrium wirkt dagegen der Zusatz von Fluoraluminium, das den Schmelzpunkt erniedrigt und auch gleichzeitig das spezifische Gewicht der Schmelze herabsetzt. Demgegenüber steht als

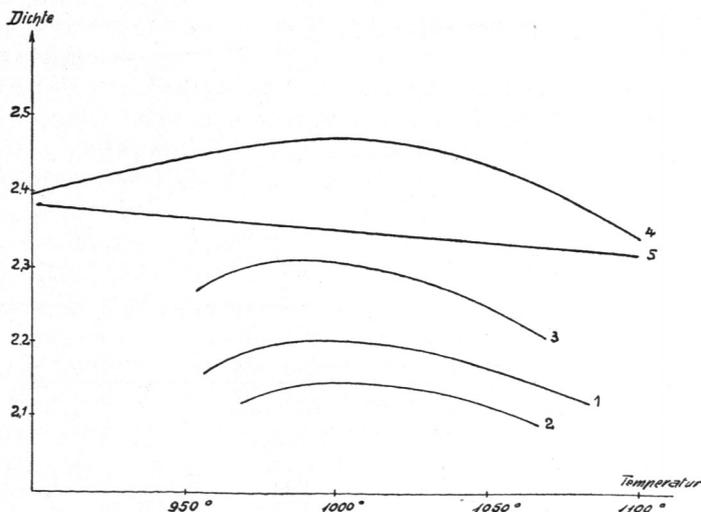


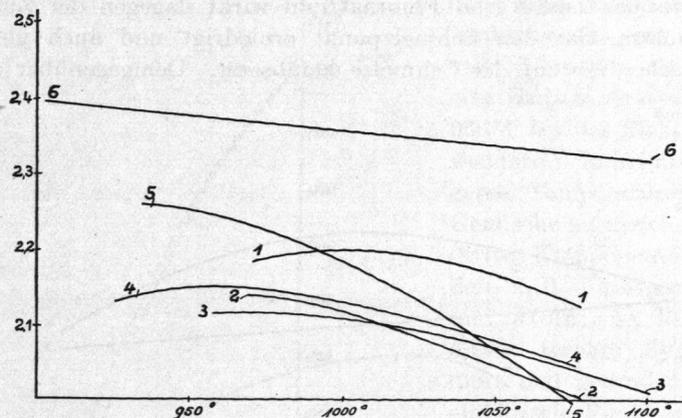
Fig. 181. Abhängigkeit der Dichte von der Temperatur nach Pascal u. Jouniaux.
 1 Kryolith; 2 Kryolith mit 3% SiO₂; 3 88% Kryolith, 12% Flußspat;
 4 74,6% Kryolith, 25,4% Flußspat; 5 Aluminium.

Nachteil aluminiumfluoridreicher Schmelzen die erhebliche Flüchtigkeit des Aluminiumfluorids, die, abgesehen von den Unannehmlichkeiten für den menschlichen Organismus, Entstehung von Flurschäden usw., auch zu empfindlichen Materialverlusten führen kann; auch verringert der Zusatz von Aluminiumfluorid zum Kryolith die Löslichkeit der Tonerde.

Da die Schmelze über dem Metallbad lagern soll, muß ihr spezifisches Gewicht um ein gewisses Maß geringer sein als das des flüssigen Aluminiums; ist der Unterschied zwischen den beiden spezifischen Gewichten nicht groß genug, dann „geht das Aluminium schlecht zusammen“, d. h. es steigt leicht, zumal das Bad meist mehr oder weniger stark in Bewegung ist, zur Oberfläche, wo es verbrennen kann. Die Dichte der einzelnen Schmelzgemische wurde ebenfalls von Pascal und Jouniaux untersucht.

Auf dem von ihnen gegebenen Diagramm (Fig. 181) ist die gerade, mit 5 bezeichnete Linie die Dichte-Temperaturkurve für das geschmolzene Aluminium. Die

Dichte des Aluminiums ist zwar nur bis zu einer Temperatur von 925°C ermittelt. Da die Kurve bis zu diesem Punkt jedoch geradlinig verläuft, besteht wohl Berechtigung zu der Annahme, daß die fehlenden Werte auf derselben Geraden liegen. Kurve 1 gilt für reinen Kryolith; wie an ihrem Verlauf erkennbar ist, zeigt dieser Körper, ähnlich wie Wasser, etwas oberhalb seines Schmelzpunktes ein Dichte-Maximum. Da der natürliche wie auch der künstliche Kryolith stets etwas kieselsäurehaltig ist, ist es interessant, den Einfluß der Kieselsäure auf die Dichte kennenzulernen. Aus der Lage von Kurve 2, die für Kryolith mit 3% Kieselsäure gilt, erkennt man, daß der Kieselsäuregehalt die Dichte erheblich



Dichte-Temperatur-Kurve nach Pascal und Jouniaux.

Kryolith %	Tonerde %	Schmelz- punkt °C	Temperatur bei Kurven- Maximum	Dichte bei Kurven- Maximum	Kurve Nr.
100	0	977	995	2,216	1
95	5	969	970	2,142	2
90	10	955	960	2,115	3
80	20	924	950	2,154	4
76	24	904	935	2,260	5

Fig. 182. Abhängigkeit der Dichte von der Temperatur nach Pascal u. Jouniaux.

1 Kryolith; 2 95% Kryolith, 5% Al_2O_3 ; 3 90% Kryolith, 10% Al_2O_3 ;
4 80% Kryolith, 20% Al_2O_3 ; 5 76% Kryolith, 24% Al_2O_3 ; 6 Aluminium.

herabsetzt. Kurve 3 und 4 zeigen den Einfluß eines Flußspatgehaltes. Bei 12% Flußspatzusatz zum Kryolith (Kurve 3) nähert sich die Dichte des Gemisches bei rd. 985°C sehr stark der Dichte des Aluminiums bei dieser Temperatur. Die Kurve für das Gemisch mit 25,4% Flußspat (Kurve 4) liegt bereits weit über der Kurve des Aluminiums.

Das folgende Diagramm (Fig. 182) zeigt die entsprechenden Kurven für Kryolith-Tonerde-Gemische, die bis zu etwa 20% Tonerdegehalt geringere Dichten aufweisen als der reine Kryolith.

Bei Gemischen von Kryolith, Flußspat und Tonerde wirkt der Tonerdegehalt dem die Dichte erhöhenden Flußspatgehalt entgegen, so daß Gemisch I und II nachstehender Tabelle praktisch in Frage kommen könnten, wenn-

gleich Gemische von Kryolith mit 10 bis 20% Tonerde, wie wir aus dem Diagramm (Fig. 182) eben gesehen haben, eine noch günstigere Dichte aufweisen.

	Kryolith %	Tonerde %	Flußspat %	Temper. °C bei Kurven- maximum	Dichte bei Kurven- maximum
I.	81,82	9,09	9,09	985	2,219
II.	71,00	17,75	11,25	1010	2,228
III.	67,50	7,50	25,00	985	2,275
IV.	64,30	11,90	25,70	1010	2,305
V.	59,30	17,70	23,00	1000	2,330
VI.	57,20	14,30	28,00	1000	2,385

An einen guten Elektrolyten sind allgemein folgende Anforderungen zu stellen:

1. der Schmelzpunkt darf nicht allzu hoch über dem des Aluminiums liegen.
2. Die Lösungsfähigkeit für Tonerde soll möglichst groß sein.
3. Die Dichte des Schmelzgemisches muß bei der Temperatur des Bades genügend kleiner sein als die des Aluminiums.

Ein Gemisch von Kryolith mit 10 bis 20% Tonerde erfüllt diese Bedingungen.

Die in der Praxis erzielten Verbrauchszahlen für Tonerde, Kryolith und Aluminiumfluorid zeigen, daß praktisch nur die Tonerde der Elektrolyse unterworfen ist, und daß der Kryolith bzw. das Aluminiumfluorid erst dann zersetzt wird, wenn das Bad an Tonerde verarmt ist. Die Zersetzungsspannung der Tonerde ist nämlich niedriger als die des Aluminiumfluorides und des Natriumfluorides. Die Zersetzungsspannung dieser Verbindung läßt sich angenähert nach der Thomsonschen Regel ermitteln:

Es bezeichne: E die Zersetzungsspannung der Verbindung,
 C die Wärmetönung der Verbindung, bezogen auf 1 Al,
 n die Wertigkeit.

Dann gilt nach Thomson:

$$E = \frac{C}{n \cdot 96\,500 \cdot 0,24} \text{ Volt.}$$

Errechnet man nach dieser Formel die Zersetzungsspannung der Tonerde, so erhält man:

$$\text{Wärmetönung der Tonerde: } C = \frac{375\,800}{2} = 187\,900 \text{ cal.}$$

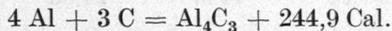
$$\text{Wertigkeit des Aluminiums: } n = 3,$$

$$E = \frac{187\,900}{3 \cdot 96\,500 \cdot 0,24} = 2,70 \text{ Volt.}$$

In gleicher Weise errechnet sich für das Aluminiumfluorid eine Zersetzungsspannung von 3,58 V und für das Natriumfluorid eine Zersetzungsspannung von 4,73 V.

Der bei der Zerlegung der Tonerde an der Anode sich entwickelnde Sauerstoff oxydiert den Kohlenstoff der Anode zu Kohlenoxyd oder Kohlensäure. Zieht man unter Berücksichtigung der Bildungsenergie des Kohlenoxydes

von der oben berechneten Zersetzungsspannung der Tonerde 0,6 V ab, so bleiben 2,2 V. Tatsächlich ist es auch J. W. Richards gelungen, den Vorgang der Elektrolyse mit einer Spannung von 2,2 V zu erzielen, ebenso gibt auch G. Gin als Mittelwert aus 4 Messungen 2,3 V an. Im Widerspruch hierzu will Langley 1,2 V gemessen haben. Fedotieff und Iljinsky haben feststellen können, daß bei dieser Spannung bereits eine gewisse elektrolytische Wirkung des Stromes möglich ist, falls die Temperatur hoch genug ist und als Kathode ein Kohleboden dient. Es bildet sich dann Aluminiumkarbid nach der Gleichung:



Es wäre von 2,2 V noch ein der Bildungsenergie des Aluminiumkarbides entsprechender Abzug vorzunehmen; auf diese Weise läßt sich wahrscheinlich der von Langley gefundene Wert von 1,2 V erklären. Jedenfalls scheint festzustehen, daß eine dauernde Zersetzung der Tonerde und die Abscheidung flüssigen Aluminiums erst von einer Spannung von 2,2 V an beginnt.

Bei der praktischen Durchführung des Verfahrens reicht diese Spannung jedoch nicht aus; da der Strom außer der chemischen Arbeit auch Wärme erzeugen muß, ist eine höhere Spannung aufzuwenden, wie sich aus folgender Überlegung ergibt:

Die zur Zersetzung der Tonerde vom Strom zu leistende Arbeit sei mit A_1 bezeichnet, die der Erwärmung des Bades dienende Arbeit sei A_2 , die gesamte vom Strom geleistete Arbeit ist dann $A_1 + A_2 = A$

$$A_1 = E_1 \cdot J \cdot Z,$$

$$A_2 = E_2 \cdot J \cdot Z,$$

$$A = A_1 + A_2 = (E_1 + E_2) \cdot J \cdot Z = E \cdot J \cdot Z.$$

Es bedeutet hierin:

E_1 die Zersetzungsspannung der Tonerde,

E_2 die zur Überwindung des Badwiderstandes erforderliche Spannung,

J die Stromstärke,

Z die Zeit.

Es sei bereits hier bemerkt, daß die Gesamtspannung E , d. h. der Spannungsabfall im Bad, gemessen zwischen den Elektroden, zu ungefähr 4,4 V angenommen werden kann; der Spannungsbedarf des gesamten Ofens beläuft sich auf 6 bis 7 V; diese Zahlen gelten für die augenblicklich in Deutschland übliche Betriebsweise.

Der theoretische Tonerdeverbrauch für 100 kg abgeschiedenes Aluminium ergibt sich aus folgender Rechnung:

$$\text{Atomgewicht des Aluminiums} = 26,97,$$

$$\text{Atomgewicht des Sauerstoffs} = 16,00.$$

$$\frac{\text{Al}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{53,94}{101,94} = \frac{100}{x}$$

$$x = \text{rd. } 189 \text{ kg Tonerde.}$$

Der Verbrauch an Kryolith ist bei der normalen Badtemperatur von 950°C gering; er ist bedingt durch Verdampfungsverluste, und zwar ist die Flüchtigkeit des Aluminiumfluorides größer als die des Natriumfluorides. Angeblich ist die Flüchtigkeit des künstlichen Kryoliths größer als die des natürlichen. Eine Erklärung dieser Tatsache wird darin gesucht, daß das Kunstprodukt lediglich als Gemisch von Natriumfluorid und Aluminiumfluorid aufzufassen ist, während man dem natürlichen Kryolith vielleicht mehr den Charakter eines komplexen Fluorides zusprechen kann.

Das abgeschiedene Aluminium sammelt sich am Boden des Bades und übernimmt dann selbst die Funktion der Kathode. An der Berührungsfläche des flüssigen Metalles mit der Kohlenkathode kann Aluminiumkarbid entstehen. Versuche von Fedotieff und Iljinsky haben gezeigt, daß die Bildung dieses Karbids mit einer spezifischen Wirkung des elektrischen Stromes nichts zu tun hat, daß vielmehr bereits alle Bedingungen für Karbidbildung gegeben sind, wenn geschmolzenes Aluminium bei 1000 bis 1100°C mit Kohle in Berührung kommt. Schlechte Kohleböden oder solche, die schon lange in Betrieb sind, blättern zuweilen auf, so daß in die schmalen Zwischenräume Metall eindringen kann. An diesen Stellen ist vermutlich infolge von Lichtbogenbildung eine sehr hohe Temperatur die Veranlassung zur Karbidbildung. Man findet bisweilen solche Böden von zahlreichen dünnen Aluminiumkarbid-schichten durchsetzt.

Bei allen Metalldarstellungen durch Elektrolyse geschmolzener Salze oder feuerflüssiger Schmelzen entstehen Verluste des kathodisch abgeschiedenen Metalles durch Bildung von „Metallnebeln“ in der Schmelze. Lorenz kommt durch seine Versuche zur Untersuchung dieser Metallnebel zu der Anschauung, daß eine Suspension ähnlich wie in den Kolloidlösungen vorliegt. Obwohl die Menge des in dieser Form in der Schmelze verteilten Metalles sehr gering ist, so daß eigentlich eine nennenswerte Verminderung der Stromausbeute durch die Nebel nicht zu erwarten ist, ist doch die Möglichkeit gegeben, daß die Nebel durch Diffusion und durch die Bewegung des Bades an der Oberfläche verbrennen, oder in der Nähe der Anoden unter Depolarisation derselben wieder in Tonerde übergehen. Dieser Nebelbildung kann auch eine Verunreinigung des abgeschiedenen Aluminiums zugeschrieben werden, indem Metalloxyde und Kieselsäure, die aus den Elektrodenkohlen, der Tonerde oder dem Kryolith stammen, reduziert werden. Metalle, die elektropositiver sind als das Aluminium, können auch unmittelbar durch die elektrolytische Wirkung des Stromes in das abgeschiedene Aluminium gelangen. Hierfür kommt vor allem das Eisen in Betracht. Elektronegativere Metalle als das Aluminium, wie Calcium und Magnesium, werden sich im Laufe der Zeit in der Schmelze anreichern. Ein Teil des Siliciumgehaltes der Rohmaterialien wird auch in Form von Fluorsilicium verflüchtigt werden.

Der Kohlenstoff der Anode wird durch den bei der Zersetzung der Tonerde freiwerdenden Sauerstoff in Kohlenoxyd oder in Kohlensäure verwandelt nach folgenden Gleichungen:

