

2. Produktion.

Durch die Einführung der Schmelzflußelektrolyse wurde es möglich, das Aluminium zu einem Preise zu erzeugen, der eine weitgehende Verwendung dieses Metalles zuläßt. Dieses Verfahren ist von seiner Erfindung an bis heute im wesentlichen das gleiche geblieben. Die folgende Tabelle zeigt die Preisentwicklung, aus der die technischen Fortschritte in der Aluminium-erzeugung deutlich erkennbar sind, und die mit dieser verbundene Produktionssteigerung.

Jahr	Ungefährer Preis per kg M.	Produktion kg
1855	1000.—	—
1856	300.—	—
1857	240.—	—
1857 bis 1884	100.—	—
1885	100.—	13 292
1886	70.—	16 380
1888	47.50	39 295
1890	{ Februar 27.60 }	175 388
	{ September 15.20 }	
1891	{ Februar 12.— }	333 307
	{ Juli 8.— }	
	{ November 5.— }	
1892	5.—	487 030
1893	5.—	715 812
1894	4.—	1 240 372
1895	3.—	1 426 760
1896	2.60	1 789 676
1897	2.50	3 394 400
1898	2.20	6 048 381
1900	2.—	7 743 219

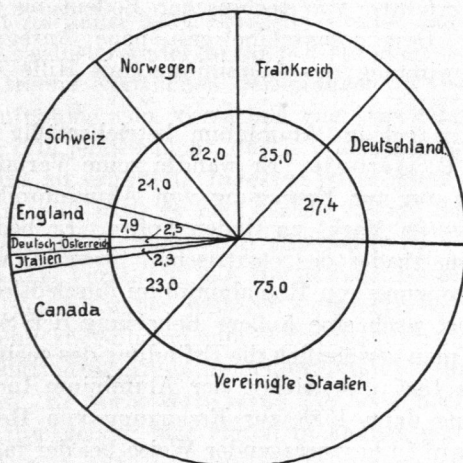


Fig. 174. Hüttenproduktion an Aluminium im Jahre 1927 in metr.-Tonnen.

Nach den statistischen Zusammenstellungen der Metallgesellschaft A. G. betrug die Weltproduktion an Aluminium im Jahre 1927 206100 metr. t mit einem Gesamtwert von 115,4 Millionen Dollars oder fast 500 Millionen Mark. Ihre Verteilung auf die einzelnen Länder ergibt sich aus dem beifolgenden Schaubild (Fig. 174).

3. Vorkommen.

Das Aluminium ist in den Gesteinen, die den äußeren Mantel der Erde, also den uns zur Ausbeutung zugänglichen Teil, bilden, das in größter Menge vorkommende Metall. Sein Anteil an der Bildung dieser Erdkruste beträgt etwa 7,3%, größer ist nur der Anteil des Sauerstoffes, der etwa die Hälfte, und der des Siliciums, der etwa ein Viertel der Gesamtmasse ausmacht. Selbst das Eisen ist in der Erdkruste nur mit ungefähr der halben Gewichtsmenge vorhanden wie das Aluminium. Nach ihm kommen der Menge nach das Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium und das Titan, dessen Anteil nur noch 0,4% beträgt; die anderen industriell wichtigen Metalle sind höchstens in hundertstel Prozenten der Gesamtmasse vorhanden.

Die große Menge des Aluminiums in der Erdkruste verdankt ihre Anwesenheit aluminiumhaltigen Silikaten, die in älteren und jüngeren Eruptivgesteinen vorkommen. Natürlich enthalten auch die Sedimentgesteine, die aus den Verwitterungsprodukten der Eruptivgesteine hervorgegangen sind, unser Metall in reichlicher Menge, oft sogar in Form von Mineralien mit höherem Prozentgehalt an Aluminium, wenn durch den Verwitterungs- und Neubildungsprozeß eine Anreicherung herbeigeführt wurde.

Solche Anreicherungsprodukte dienen als Ausgangsmaterialien für die Gewinnung des Aluminiums.

4. Ausgangsmaterialien.

Bauxit: Das wichtigste Aluminiumerz — wenn man diesen Ausdruck gebrauchen will — ist der Bauxit. Die Zusammensetzung dieses Minerals ist recht veränderlich und läßt sich nicht durch eine genaue Formel angeben. Nach Rinne ist Bauxit „im wesentlichen Eisenoxydul enthaltendes Tonerdegel. Die Massen sind also kolloidal, zum Teil mit kristallinen Beimengungen, wie Hydrargillit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$), Diaspor ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) und mannigfachen andern Stoffen“. Al_2O_3 und H_2O sind also die Hauptbestandteile, neben denen als Verunreinigungen fast immer SiO_2 , Fe_2O_3 und TiO_2 vorhanden sind. In den Tropen ist der Bauxit besonders häufig, da er den wesentlichen Bestandteil des für diese Gegenden charakteristischen Verwitterungsbodens, des Laterits, bildet, während außerhalb der Tropen die Gesteinszersetzung überwiegend kaolinisch ist, also Tonerdesilikate liefert. Je nach ihrer Entstehung können die einzelnen Vorkommen des Bauxits sehr verschiedenartig sein, da er sowohl durch Verwitterung von tonigen Kalken als auch durch Verwitterung von Eruptivgesteinen entstanden sein kann.

Auch auf sekundären Lagerstätten wird Bauxit gefunden, wo er in Form von Knollen in anderen Sedimenten eingebettet ist.

Die Bauxitvorkommen (s. Tafel XXVII) sind weit verbreitet. Seit die wachsende Aluminiumerzeugung die Aufmerksamkeit auf dieses Mineral gelenkt hat, ist eine große Anzahl bisher unbekannter Lagerstätten entdeckt worden. Allerdings sind diese Lagerstätten von recht verschiedenem Wert, dessen genauere Feststellung für viele derselben noch aussteht.

Die französischen Bauxitvorkommen sind immer noch die wichtigsten europäischen Lagerstätten, sowohl wegen ihrer Häufigkeit im südlichen Frankreich als auch wegen ihrer Mächtigkeit und der chemischen Qualität der einzelnen Lager. Übrigens erhielt das Mineral auch seinen Namen nach dem Vorkommen bei dem Städtchen Les Beaux bei Arles in Südfrankreich. Rumänien besitzt in den ehemals ungarischen Gebietsteilen am Bihargebirge bedeutende Bauxitlager. Neuerdings sind auch in Ungarn am Bakonywald Lager von großer Ausdehnung und beträchtlicher Mächtigkeit gefunden worden. Jugoslawien betreibt in Dalmatien und Italien in Istrien Bergbau auf Bauxit; beide Länder besitzen außerdem noch Bauxitvorkommen in anderen Gegenden. In Deutschland (Vogelsberg in Hessen) und Österreich sind bis jetzt noch keine Vorkommen aufgeschlossen worden, die eine größere Bedeutung erlangen könnten. In den übrigen europäischen Ländern sind noch zahlreiche Vorkommen aufgefunden worden, die aber noch nicht in größerem Maßstabe ausgebeutet werden konnten, zum Teil wohl nur deswegen, weil sie ungünstig zu den Stätten der heutigen Aluminiumindustrie gelegen sind.

Nordamerika, das Land mit der größten Aluminiumproduktion, verfügt über zahlreiche und große Lager hochwertiger Bauxits, von denen besonders die Vorkommen in Arkansas, Georgia, Alabama und Tennessee zu nennen sind. In Canada sind noch keine Lagerstätten aufgefunden worden, die für die Versorgung der Aluminiumindustrie herangezogen werden könnten. Die canadischen Werke sind infolgedessen auf den Bezug des Rohstoffes aus den Vereinigten Staaten angewiesen. In Südamerika wurden in Englisch- wie auch in Niederländisch-Guayana wertvolle Bauxitlager erschlossen. Auch in anderen Staaten Südamerikas hat man Bauxit gefunden, doch ist es bis jetzt noch zu keiner Ausbeutung dieser Lager gekommen.

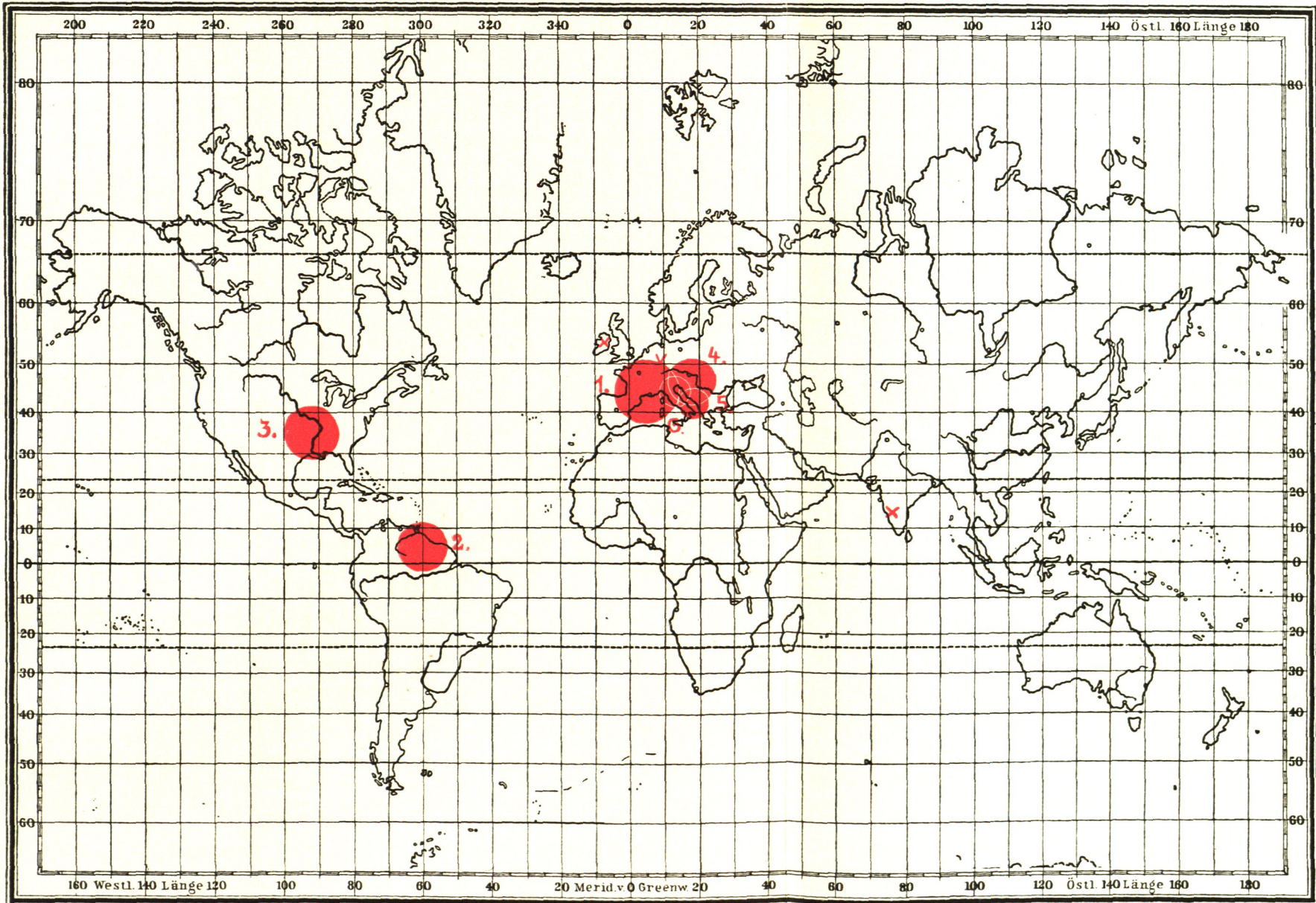
Indien gilt heute allgemein für das an Bauxit reichste Land der Erde. Die dort bereits nachgewiesenen Mengen werden auf viele Millionen Tonnen geschätzt. Im übrigen Asien wird man sicher noch viele Fundstätten ermitteln können, wenn erst ein Anreiz hierzu vorhanden ist; bisher sind in Korea und in der Mandchurei Bauxitlager nachgewiesen.

In Afrika und Australien sind ebenfalls an vielen Orten Bauxitvorkommen bekannt geworden; so wurde neuerdings z. B. auch über Funde von großen Lagern in Marokko berichtet, doch haben diese Lagerstätten noch keine praktische Bedeutung erlangen können, zum mindesten nicht für die Aluminiumindustrie.

Folgende Analysen mögen als Beispiele für die Verschiedenartigkeit der Bauxite verschiedener Herkunft dienen:

Geographische Verteilung der Gewinnungsstätten des Bauxits.

1. Frankreich. 2. Britisch- und Niederländisch-Guayana. 3. Vereinigte Staaten. 4. Ungarn und Rumänien. 5. Jugoslawien (Dalmatien). 6. Italien (Istrien).



× unter 1% der Weltproduktion.

● über 1% der Weltproduktion (die Flächeninhalte der Kreise sind den Metallinhalten der Produktion proportional).

	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	H ₂ O %
Vogelsberg	48,29	2,69	18,38	2,82	27,81
Irland	51 bis 52	11 bis 12	4 bis 5	6 bis 7	23 bis 24
Dalmatien	56,36	0,85	22,01	2,92	17,87
Var, Frankreich	56,96	19,13	3,52	5,11	14,70
Bihar Gebirge	58,81	1,0	26,25	2,0	12
Afrika	61,10	1,17	21,64	1,64	13,00
Alabama	61,64	8,80	1,10	—	29,97
Les Beaux	64,35	5,03	2,96	—	27,64
Guayana	67,28	2,85	1,53	1,07	27,46

Indessen gibt es auch Bauxite, die noch reicher und solche, die noch ärmer an Al₂O₃ sind als die in der vorstehenden Zusammenstellung angegebenen äußersten Werte. Ähnlich verhält es sich mit den Gehalten an den anderen Bestandteilen.

Die Weltproduktion an Bauxit wird für 1927 zu 1684000 t angegeben, die sich folgendermaßen auf die einzelnen Länder verteilen:

Frankreich	530 000 t
U. S. A.	329 000 t
Ungarn	240 000 t
Niederländisch-Guayana	170 000 t
Britisch-Guayana	160 000 t
Jugoslawien	130 000 t
Italien	85 000 t
Übrige Länder	40 000 t

Ton: Ein anderes Verwitterungsprodukt der aluminiumhaltigen Eruptivgesteine ist der Ton. Tone sind Aluminiumsilikate von sehr verschiedener Reinheit. Ihr Vorkommen ist weit verbreitet, indessen dienen sie heute noch nicht in nennenswertem Umfange als Ausgangsmaterial für die Aluminiumerzeugung. Zu den Tönen zählt auch der Kaolin, der sich durch sehr geringen Gehalt an Eisen auszeichnet, dagegen außer der im Aluminiumsilikat vorhandenen gebundenen Kieselsäure meist noch Quarz enthält. Eine scharfe Unterscheidung zwischen Kaolin und Ton ist nicht möglich, da viele Übergänge zwischen Ton und eigentlichem Kaolin vorkommen.

Feldspat: Die Feldspate, die sehr wesentlich an der Zusammensetzung der älteren Eruptivgesteine beteiligt sind, bilden bei der Verwitterung dieser Gesteine das Ausgangsmaterial für die Entstehung von Ton und Bauxit. Die Nutzbarmachung reiner Feldspate für die Gewinnung des Aluminiums ist auch schon in Betracht gezogen worden. Sie kann in solchen Ländern Bedeutung haben, die sich durch das Vorhandensein großer Wasserkräfte für die Aluminiumindustrie eignen und die, wie z. B. Norwegen, wohl über gute Feldspatvorkommen, nicht aber über gute Bauxitvorkommen verfügen. Die gleichzeitige Gewinnung von Kalisalzen kann dabei die Wirtschaftlichkeit der Feldspatverarbeitung günstig beeinflussen.

Leucit: Ein anderes aluminiumhaltiges Mineral, dessen Verwendung zur Erzeugung reiner Tonerde in Betracht kommt, weil damit die Gewinnung

von Kalisalzen verbunden werden kann, ist der Leucit. Dieser ist ein Bestandteil jüngerer Eruptivgesteine, in denen er jedoch nicht in so wesentlichen Mengen auftritt, wie etwa die Feldspate in den älteren Eruptivgesteinen. Der Leucit ist ein Kalium-Aluminium-Silikat mit 23,4% Tonerde und 21,6% Kali.

Korund: Auch in der Form reiner Tonerde kommt das Aluminium in der Natur vor; dieses Mineral, der Korund, kommt allerdings nicht als Ausgangsmaterial für die Aluminiumgewinnung in Frage, ist aber in anderer Beziehung wertvoll, so die Varietät Smirgel als Schleifmittel, die Varietäten Rubin und Saphir als Edelsteine.

Alunit: Der Alunit oder Alaunstein, von dessen Bezeichnung der Name unseres Metalles abgeleitet wurde, ist ein wasserhaltiges Kalium-Aluminium-Sulfat. Er tritt meist als Zersetzungsprodukt jüngerer Eruptivgesteine durch Solfataren auf, doch hat man auch die Entstehung einzelner Vorkommen durch die Annahme zu erklären versucht, daß die Gesteinszersetzung durch verwitternde Pyrite zustande gekommen sei. Der Alunit tritt, entsprechend seiner Entstehung, meist stark mit Gangart verunreinigt auf. Seine technische Verwendung zur Alaungewinnung ist uralte, verliert jedoch ständig an Bedeutung, da sich die Industrie zur Erzeugung der Aluminiumsalze immer mehr des Bauxits bedient. Da der Alaun als Ausgangsprodukt zur Gewinnung reiner Tonerde dienen kann, hat man auch schon daran gedacht, dieses Mineral als Erz für die Aluminiumerzeugung zu verwerten. Ein wirtschaftlicher Erfolg ist aber auf diesem Wege kaum zu erwarten.

Kryolith: Ein für die Aluminiumgewinnung sehr wichtiges Mineral ist der Kryolith, ein Natrium-Aluminium-Fluorid von der Zusammensetzung $3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$. Früher diente er wegen seines Aluminiumgehaltes als Ausgangsmaterial für die Gewinnung dieses Metalles. Bei dem heutigen Verfahren bleibt theoretisch der Aluminiumgehalt des Kryoliths unausgenutzt, da er im Elektrolyt lediglich als Lösungsmittel für die Tonerde dient. Praktisch entsteht jedoch ein geringer laufender Verbrauch an Kryolith, weil Verluste teils durch Verunreinigung, teils auf mechanischem Wege und auch durch Zersetzung entstehen. Infolgedessen beträgt der Verbrauch an Kryolith stets mehrere Prozente vom Gewicht des erzeugten Aluminiums. Nach der Tonerde und den Elektrodenkohlen ist der Kryolith der wichtigste Rohstoff in der Aluminiumindustrie.

Das einzige abbauwürdige Vorkommen dieses Minerals befindet sich bei Ivigtut an der Westküste Grönlands. Diese Lagerstätte bildet eine mächtige stockförmige Masse, die im Tagebau abgebaut wird. Der dort gewonnene rohe Kryolith enthält noch ziemlich viel Beimengungen, von denen er erst gereinigt werden muß. Diese Reinigung erfolgt aber nicht an Ort und Stelle, sondern teils in Dänemark, teils in Amerika. Die Kryolithproduktion betrug im Jahre 1925 über 30000 t, die jedoch nicht restlos von der Aluminiumindustrie verbraucht wird, da der Kryolith auch in verschiedenen anderen Industrien Verwendung findet, z. B. zur Trübung von Glasflüssen bei der Milchglas- und der Emailleerzeugung.

Um von dem einzigen natürlichen Vorkommen unabhängig zu werden, hat man sich mit Erfolg der synthetischen Darstellung des Kryoliths zu-