

Aluminium: Eigenschaften und Herstellung

Andreas Gollwitzer, WS 11/12

Gliederung

1	Eigenschaften.....	1
1.1	Physikalische Eigenschaften	1
1.2	Chemische Eigenschaften.....	1
2	Darstellung	2
2.1	Bayer-Verfahren – Aufschluss von Bauxit	2
2.2	Schmelzfluss-Elektrolyse des reinen Aluminiumoxids (nach Hall und Heroult) ..	3

1 Eigenschaften

1.1 Physikalische Eigenschaften

Die Verpackungsindustrie nutzt die Dehnbarkeit des silberweißen Metalls, um Aluminium-Folien einer Stärke von 0,004 mm (Walzen) bis 0,0004 mm (Hämmern) herzustellen, wie zum Beispiel bei der Verpackung von Ferrero Rocher.

Besonders die Flugzeug- und Autobau-Industrie macht sich die geringe Dichte ($2,702 \text{ g/cm}^3$) des Leichtmetalls in reiner Form oder als Legierung zunutze. Je nach gewünschter Eigenschaft gibt es unter Anderem Zink-, Kupfer, Silicium- und Magnesium-Legierungen.

1.2 Chemische Eigenschaften

Die hohe Sauerstoff-Affinität des Aluminiums und die damit verbundenen stark exothermen Reaktionen finden sowohl beim Eisen-Thermitschweißen von Schienen (Reaktion von Eisenoxid mit Aluminium zu Aluminiumoxid und Eisen), als auch in der Feuerwerksindustrie Anwendung (Aluminium mit Luft-Sauerstoff zu Aluminiumoxid)

Aus der Stellung in der elektrochemischen Spannungsreihe ($E^0(\text{Al}/\text{Al}^{3+}) = -1,68 \text{ V}$) lässt sich der unedle Charakter und die resultierende Funktion als Reduktionsmittel ableiten.

In der Realität kommt der unedle Charakter und die zu schlussfolgernde Reaktivität des Aluminiums kaum offensichtlich zur Geltung. (Vergleich: ebenfalls unedles Natrium ($E^0(\text{Na}/\text{Na}^+) = -2,71 \text{ V}$) reagiert sehr heftig in Wasser) Ursache ist seine hohe Sauerstoff-Affinität, wodurch das Aluminium eine geschlossene schützende Oxid-Schicht bildet. Durch diese Aluminiumoxid-Schicht ist das Metall passiviert.

2 Darstellung

Aluminium ist zwar das häufigste Element der Erd-Kruste, dennoch kommt es nicht ge-diegen vor. Dies liegt an der hohen Affinität zu Sauerstoff. Aus diesem Grund kommt Aluminium häufig in Oxiden bzw. deren Hydraten vor. Zur Darstellung von reinem Aluminium wird in der Industrie heutzutage häufig auf Bauxit $\text{AlO}(\text{OH})$ zurückgegriffen. Allerdings ist dieses Bauxit oft mit Eisenoxiden verunreinigt, weswegen man vor der eigentlichen Darstellung von Aluminium, wie bei vielen Metallen mit geringer Elektro-Negativität die Schmelzfluss-Elektrolyse, das so genannte Bayer-Verfahren anwendet.

2.1 Bayer-Verfahren – Aufschluss von Bauxit

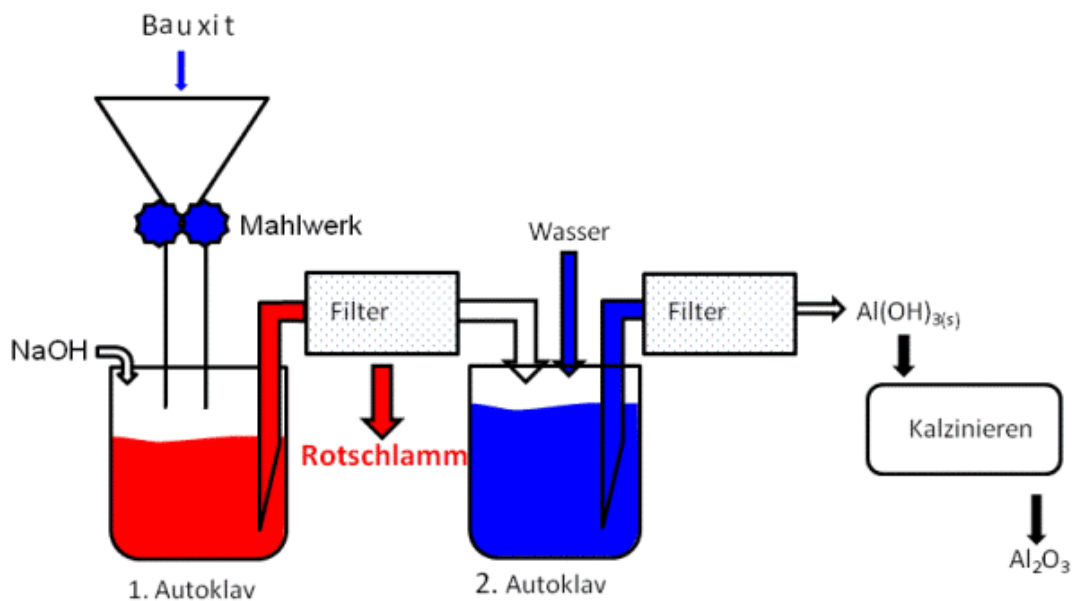


Abb. 1: Bayer-Verfahren

Im ersten Schritt wird die Amphoterie des basischen Oxids genutzt. Bauxit wird in Natronlauge in Lösung gebracht. Das saure Eisen(III)-oxid bleibt ungelöst und wird durch Filtration abgetrennt (Rotschlamm). Anschließend wird das gebildete Natriumaluminiumoxid $\text{NaAl}(\text{OH})_4$ mit Wasser wieder in das unlösliche Aluminiumhydroxid umgesetzt und abfiltriert. Das so erhaltene Aluminiumhydroxid wird nun in einem Trommel-Ofen bei 1.100°C zum Al_2O_3 entwässert.

2.2 Schmelzfluss-Elektrolyse des reinen Aluminiumoxids (nach Hall und Heroult)

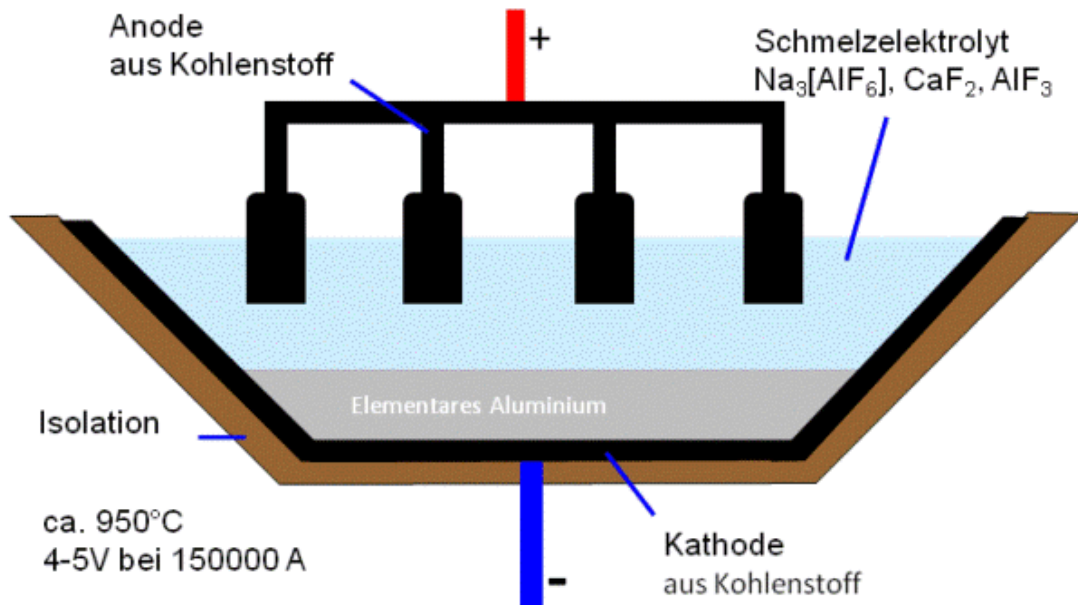


Abb. 2: Aluminium-Herstellung mittels Schmelzfluss-Elektrolyse [nach 2]

In der Schmelze dissoziiert das Aluminiumoxid und das Kryolith ($\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$) in ihre Ionen. An der Kathode wird das Al^{3+} zu elementarem Aluminium reduziert. An der Anode wird der Sauerstoff zum Elementaren Sauerstoff oxidiert, welcher anschließend mit der Anode zu Kohlenmonoxid reagiert. Dadurch entsteht wiederum ein Teil der Energie die zum Erhitzen der Salze benötigt wird. Um dabei den Energie-Verbrauch niedrig zu halten, wird stets eine eutektische Mischung aus Aluminiumoxid und Kryolith aufrechterhalten (siehe Abb. 3). Das elementare Aluminium kann aus dem Ofen abgelassen werden.

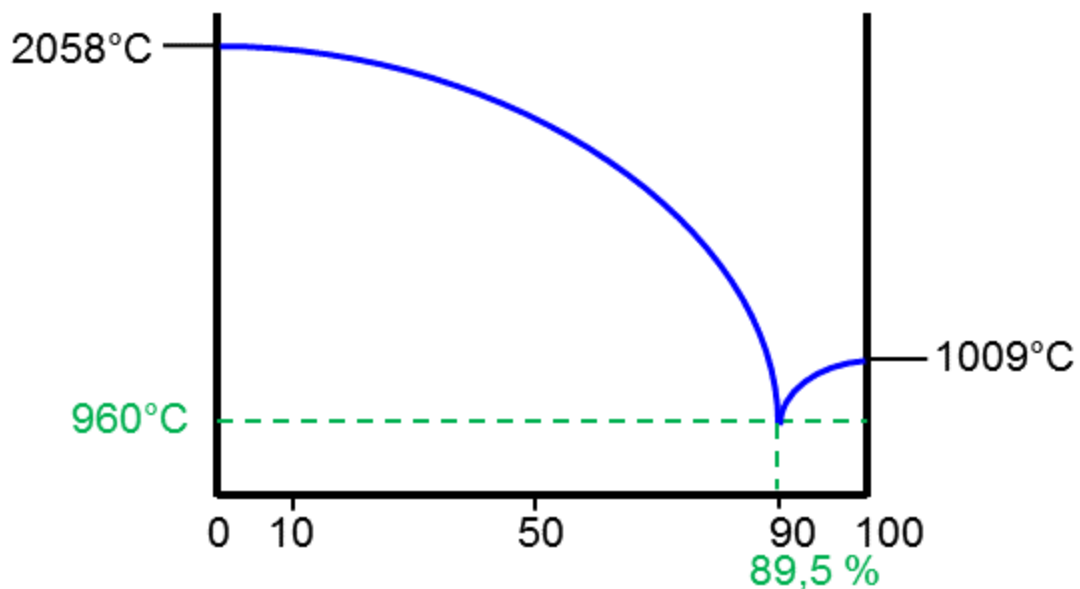


Abb. 3: Eutektische Mischung aus Kryolith und Aluminiumoxid. Aufgetragen ist der Stoffmengen-Gehalt von Na_3AlF_6 in %.

Quellen:

1. Prof. Dr. J. Senker (SS 2011), Vorlesungsskript AC II, K9_HG3.pdf, SS2011
2. Riedel, E.: Allgemeine und Anorganische Chemie. de Gruyter, Berlin, 1999
3. Arnold F. Holleman, Egon Wiberg, Nils Wiberg: Lehrbuch der Anorganischen Chemie. deGruyter, Berlin, 1995
4. Jürgen Falbe, Manfred Regitz: RÖMPP Lexikon Chemie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1996
5. Themenheft Naturwissenschaft im Unterricht: Band 7, 1988