

# Aluminium

## Entdeckung:

Aluminium wurde 1825 von dem dänischen Naturwissenschaftler **Hans Christian Oersted** (1777 – 1851) in Kopenhagen (Dänemark), bei der Zerlegung der Alaunerde entdeckt und in unreiner Form isoliert. Reines Aluminium erhielt **Friedrich Wöhler** (1800 – 1882) 1827 durch Reduktion von  $\text{AlCl}_3$  mit Kalium. Der Name „Aluminium“ (Al), wurde von lat. *alumen*, d.h. „Alaun“ abgeleitet, wegen seinem Vorkommen in der Alaunerde.

Quelle: Harry H. Binder – „Lexikon der chemischen Elemente“ 1999

## Gewinnung:

Da Aluminium zu den sehr unedlen Metallen gehört, ist seine Gewinnung nur durch Elektrolyse (chemische Verbindung unter Einwirkung des elektrischen Stroms) möglich. Dazu muss der Bauxit (Gestein und wichtiges Aluminium-Erz) vorher in reines Aluminiumoxid umgewandelt werden, da sich sonst die edleren Verunreinigungen mit Aluminium elektrolytisch abscheiden würden, was eine Gewinnung von Reinaluminium unmöglich macht. Die Bauxitreinigung erfolgt weltweit nach dem **Bayer-Verfahren**, das vom Österreicher **Carl Bayer** (1847 – 1904) 1892 entwickelt wurde.

## Das Bayer-Verfahren:

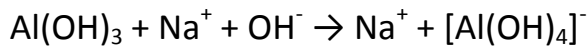
Bauxit wird fein gemahlen und unter Druck mit heißer, etwa 40%iger Natronlauge aufgeschlossen. Dabei gehen Aluminiumoxid und Aluminiumhydroxid in einen löslichen Hydroxokomplex, das Natriumaluminat, über. Die Verunreinigungen bleiben ungelöst zurück und werden aus der heißen Aluminatlauge abfiltriert. Sie sind durch Eisenhydroxid rot gefärbt, weshalb man sie Rotschlamm nennt. Sie sind ein Deponieprodukt, für das sich kaum Verwendung findet. Pro Tonne  $\text{Al}_2\text{O}_3$  fällt ca. eine Tonne Rotschlamm an.

Um aus der gereinigten Aluminatlauge wieder Aluminiumhydroxid zu gewinnen, wird sie abgekühlt, etwas verdünnt und zur Beschleunigung der Kristallisation mit Aluminiumhydroxid angeimpft. Durch das Verdünnen sinkt der pH-Wert und das Gleichgewicht verschiebt sich auf die Seite von schwer löslichem Aluminiumhydroxid (Umkehrung der Reaktion beim Bauxitaufschluss).

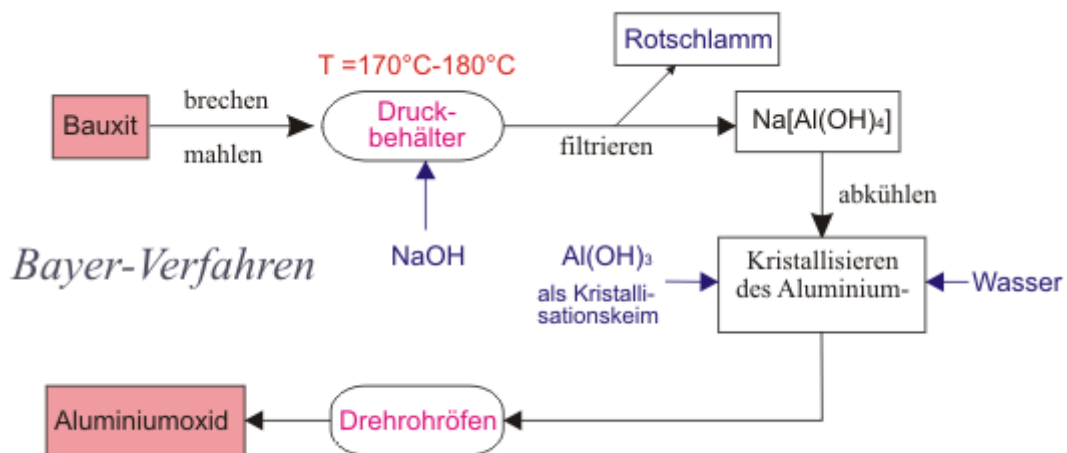
Dieses wird abfiltriert und die entstehende Natronlauge wieder in den Aufschlussprozess rückgeführt. Das Aluminiumhydroxid wird in einem Drehrohrofen zu Aluminiumoxid entwässert (calciniert).

### Reaktionen beim Bayer-Verfahren:

Aufschluss des Bauxits:



Calciniere:



Quelle: Text: Schulbuch „EL-MO 7./8. Schulstufe“ – Magyar, Liebhart, Jelinek 2006

Bild: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bayer-Verfahren>

### Elektrolyse:

Das so gereinigte Aluminiumoxid („Tonerde“) kann nicht direkt elektrolysiert werden, da sein Schmelzpunkt über 2000 °C beträgt. Es wird bei der Elektrolyse in einer Schmelze eines tiefer schmelzenden Salzes gelöst. Dazu verwendet man Kryolith  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ . Dieser schmilzt bei etwa 1000 °C, eine Mischung aus Kryolith mit ca. 8%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bei 950 °C.

Die Schmelze wird in einer Wanne aus Grafitstein elektrolysiert, die zugleich als Katode wirkt. Von oben tauchen Grafitanoden in die Schmelze. Auf der Schmelze schwimmt ein Vorrat des spezifisch leichteren  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , der sich in dem Maß auflöst, in dem er bei der Elektrolyse verbraucht wird.

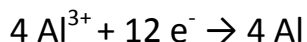
Bei der Elektrolyse entsteht nicht Sauerstoff, sondern Kohlenstoffdioxid und die Graphitanode wird verbraucht. Daher verwendet man als Anodenmaterial ein Gemisch aus Teer und Petrolkoks, das bei der Temperatur der Schmelze zu Graphit sintert, wobei sich der Teer zersetzt. So kann die Anode automatisch nachgeschoben werden und man muss die Elektrolyse für den Elektrodenwechsel nicht unterbrechen.

Aluminium sammelt sich am Boden der Wanne flüssig an und wird in regelmäßigen Abständen von dort abgesaugt. Es hat einen Reinheitswert von 99,5 – 99,8 %, was für die meisten Verwendungszwecke ausreicht.

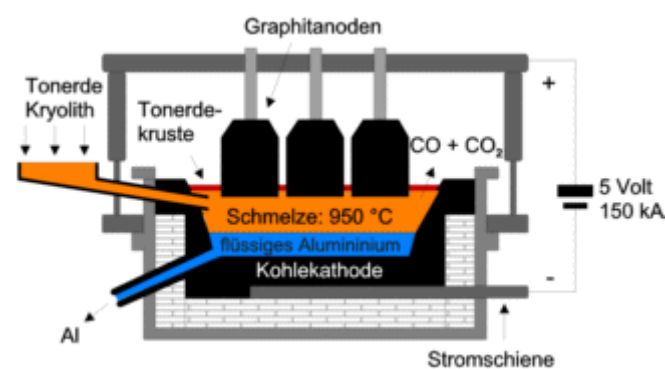
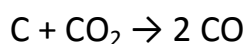
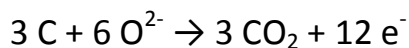
Die Elektrolyse wird mit etwa 5 V Spannung betrieben, die Stromstärke beträgt bis zu 150 000 A. Dadurch entsteht so viel Wärme, dass die Schmelze von selbst flüssig bleibt. Die Aluminiumherstellung ist also sehr energieintensiv. Für 1 Tonne Aluminium benötigt man etwa 4 Tonnen Bauxit, 0,5 Tonnen Elektrodenmaterial, 20 Giga - Joule Wärmeenergie zur Bauxitreinigung und 13,5 Megawattstunden (ca. 49 Giga – Joule) elektrische Energie zur Elektrolyse.

### Elektrodenreaktionen bei der Elektrolyse:

Katode:



Anode:



Quelle: Text: Schulbuch „EL-MO 7./8. Schulstufe“ – Magyar, Liebhart, Jelinek 2006

Bild: <http://www.alu-scout.com/de/images/enc/u.1264.gif>

## **Warum ist das unedle Aluminium heute ein so beliebtes Verpackungsmaterial für Lebensmittel,...?**

Dass Aluminium als extrem unedles Metall überhaupt als Werkstoff brauchbar ist, liegt an seiner Eigenschaft zur Bildung von Passivschichten (Passivierung). Blanke Aluminiumoberflächen werden rasch von Luft und Wasser angegriffen. Dabei bildet sich eine fest haftende Oxidschicht von 5-10 nm Dicke, die vor weiterer Korrosion schützt, sodass Aluminium korrosionsbeständiger ist als das viel edlere Eisen. Es wird von den in Lebensmitteln vorhandenen Säuren nicht angegriffen. Stark saure und vor allem basische Substanzen zersetzen Aluminium unter Wasserstoffentwicklung, da dann die Oxidschicht aufgelöst wird. Auch Quecksilber, das sich oberflächlich mit Aluminium legiert, verhindert die Ausbildung der Passivschicht und bewirkt eine heftige Reaktion von Aluminium mit Wasser zu Wasserstoff und Aluminiumhydroxid.

### **Beispiele der Verwendung von Aluminium im Alltag:**

Hochspannungskabel:

Leitfähigkeit zwar halb so groß wie die von Kupfer, Aluminium mit doppeltem Querschnitt und damit gleicher Leitfähigkeit ist leichter und billiger als ein entsprechendes Kupferkabel.

Wärmeleiter:

Aluminium ist ein ausgezeichneter Wärmeleiter.

Verwendung: Bau von Wärmetauschern, Heizkörpern, Kochgeschirr und Kühlgeräten

Bauwesen:

Fenster und Türen aus Aluminium sind korrosionsbeständig.

Da Aluminium für Wasser undurchdringlich ist, verwendet man Aluminiumfolien als Feuchtigkeitssperre gegen aufsteigende Feuchtigkeit auf Kellerfundamenten und als Wasserdampfsperre gegen Eindringen warmer, feuchter Luft in Wärmedämmungen aus Glaswolle.

Lebensmittelverpackung:

Wegen seiner hohen Duktilität kann es bis zu 0,004 mm dünnen Alufolie ausgewalzt werden. Die Folien schützen vor Austrocknung und Licht. Bierfässer aus Holz sind heute vollständig durch solche aus Aluminium (bzw. Edelstahl) verdrängt worden.