

# Vom Bauxit zum Aluminium

Anders  
Ochel

# Inhaltsverzeichnis

- Geschichte des Aluminiums
- Allgemeine Informationen zum Aluminium
- Herstellung
  - Gewinnung des reinen Oxids
    - Bayer-Verfahren (Nasser Aufschluss)
    - Trockender Aufschluss
  - Schmelzflusselektrolyse
- Verwendung von Aluminium
- Umweltaspekte
- Quellen

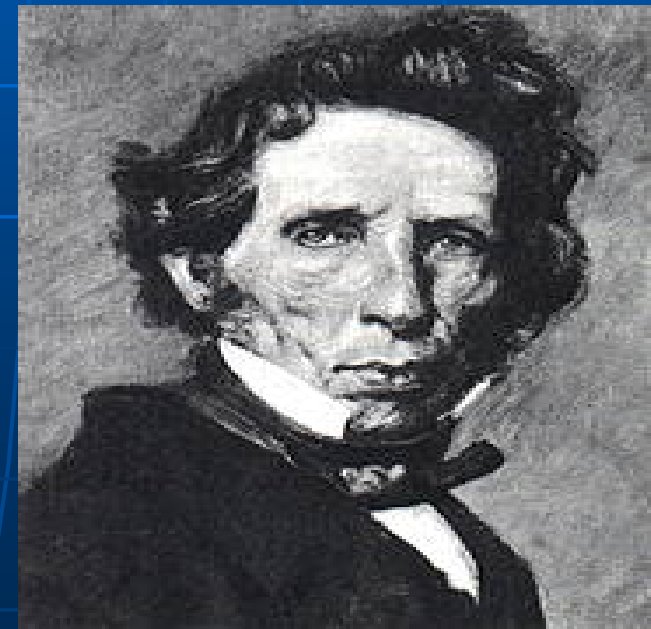
# Geschichte des Aluminiums

- Aluminium leitet sich aus dem lateinischen Begriff für Alaun „alumen“ ab
- 1807 entdeckt der Engländer Davy das Aluminium
- 1821 stößt der Franzose Berthier in Les Baux auf Bauxiterz



# Geschichte des Aluminiums

- 1825 gelang dem dänischen Chemiker Hans Christian Oersted die Isolierung von – noch unreinem – Aluminium
- Friedrich Wöhler verbesserte die Oersted-Methode und konnte 1827 als Erster reines Aluminium isolieren.



# Geschichte des Aluminiums

- 1854 entwickelten Bunsen und Deville aus dem Wöhler'schen Reduktionsverfahren unabhängig voneinander eine technische Gewinnungsmethode, die sehr teuer war
- 1886 stellten der Amerikaner Charles M. Hall und der Franzose Paul-Louis Toussaint Héroult das kostengünstigere elektrolytische Verfahren (Hall-Héroult-Verfahren) zur Aluminiumherstellung vor
- Von 1887-1892 entwickelte der Österreicher K.J. Bayer das noch heute aktuelle Bayer-Verfahren

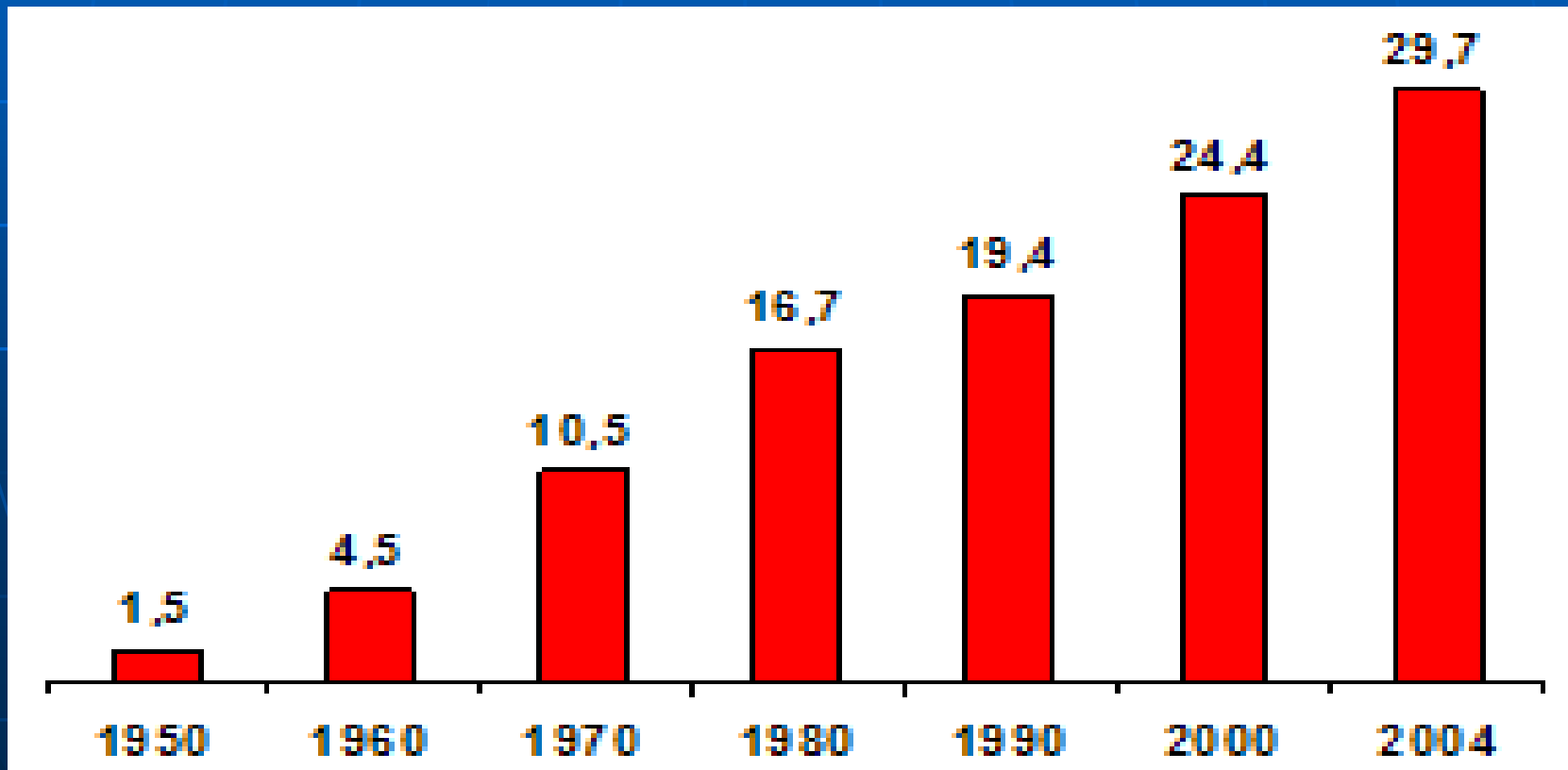


# Allgemeine Informationen zum Aluminium

- Das unedle Metall Aluminium ist mit 8,1 % das dritthäufigste Element und zugleich das häufigste Metall der Erdkruste
- Es kommt ausschließlich in Form seiner chemischen Verbindungen vor
- Reines Aluminium ist ein silberweißes, relativ weiches Leichtmetall
- sehr gute Dehnbarkeit und Verformbarkeit
- besitzt eine sehr gute elektrische Leitfähigkeit und gute Wärmeleitfähigkeit.
- Das wichtigste Aluminiumerz ist der Bauxit
- Die wichtigsten Erzvorkommen befinden sich in Australien, Guinea, Brasilien, Jamaika, Indien, Guyana und Indonesien.

# Allgemeine Informationen zum Aluminium

- Weltweite Produktion von Aluminium in Mio Tonnen.



# Gewinnung des reinen Oxids

## Bayer-Verfahren

### (Nasser Aufschluss)

- Heutzutage das am häufigsten genutzte Verfahren
- Es können bei diesem Verfahren nur Kieselsäurearme Bauxite verwendet werden
- Bauxit wird in einen Autoklaven überführt und bei einem Druck von ca. 5-7 bar und einer Temperatur von ca. 150°C mit 35%-iger Natronlauge gerührt.
- Gebildeter Rotschlamm wird durch Filtration abgetrennt.
- Aus dem gebildeten  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  wird durch hinzufügen von Impfkristallen wieder  $\text{Al}(\text{OH})_3$  gebildet.
- Als letztes wird das Aluminiumhydroxid in einen Ofen bei 1400°C zum  $\text{Al}_2\text{O}_3$  geglüht. (Calcinierung)



# Gewinnung des reinen Oxids

## Bayer-Verfahren

### (Nasser Aufschluss)

- Bei diesem Aufschlussverfahren wird der amphotere Charakter und die Gleichgewichtslage des Aluminiums ausgenutzt.
- $\text{Al(OH)}_3 + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na[Al(OH)}_4]$ 
  - Gleichgewichtslage auf Seiten der Produkte
- $\text{Fe(OH)}_3 + \text{NaOH} \leftleftharpoons \text{Na[Fe(OH)}_4]$ 
  - Gleichgewichtslage auf Seiten der Edukte
- Das Aluminium bildet einen Komplex und geht in Lösung, während das Eisen und alle anderen Verunreinigungen als Rotschlamm zurückbleiben

# Gewinnung des reinen Oxids

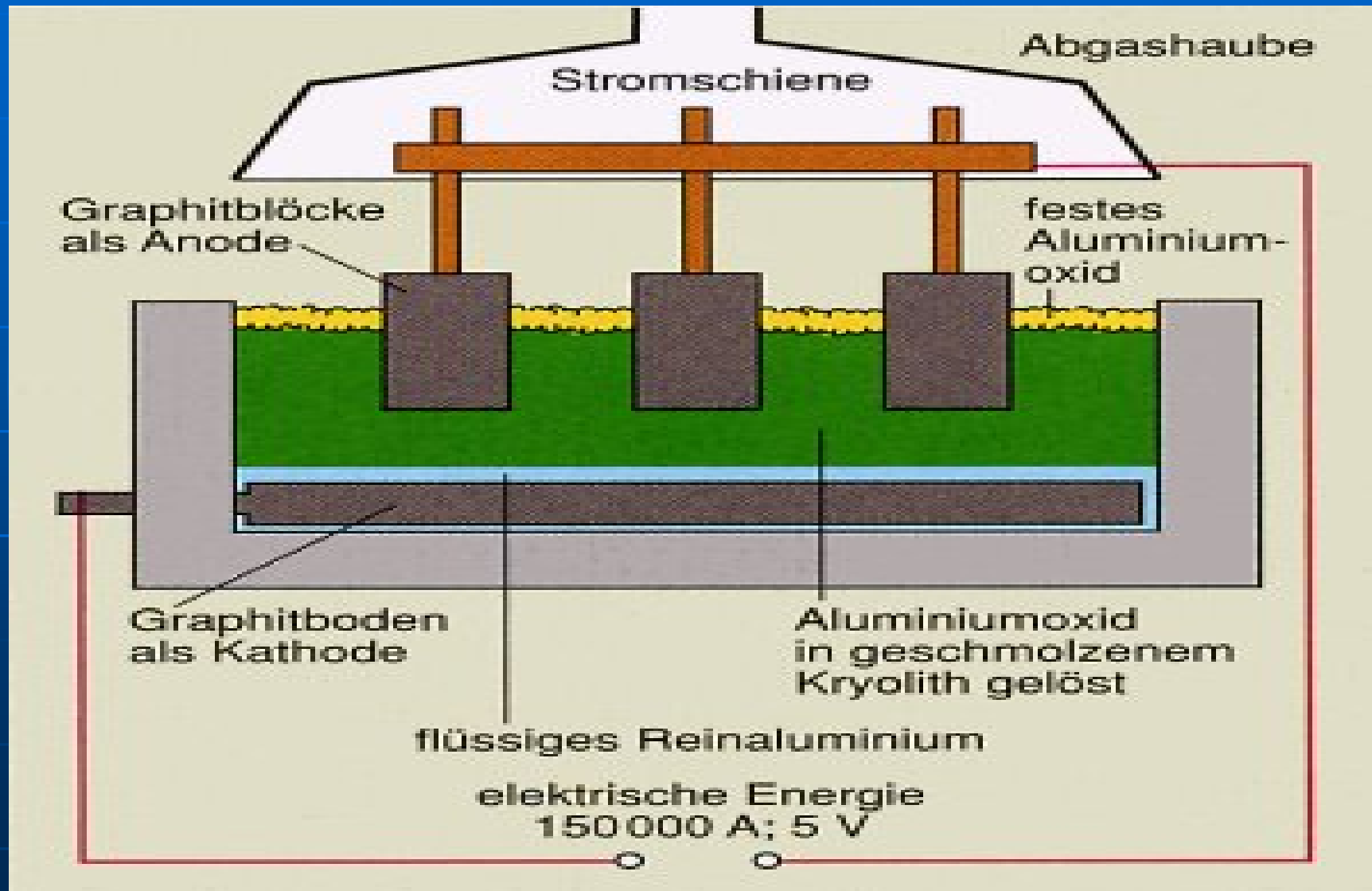
## Trockender Aufschluss

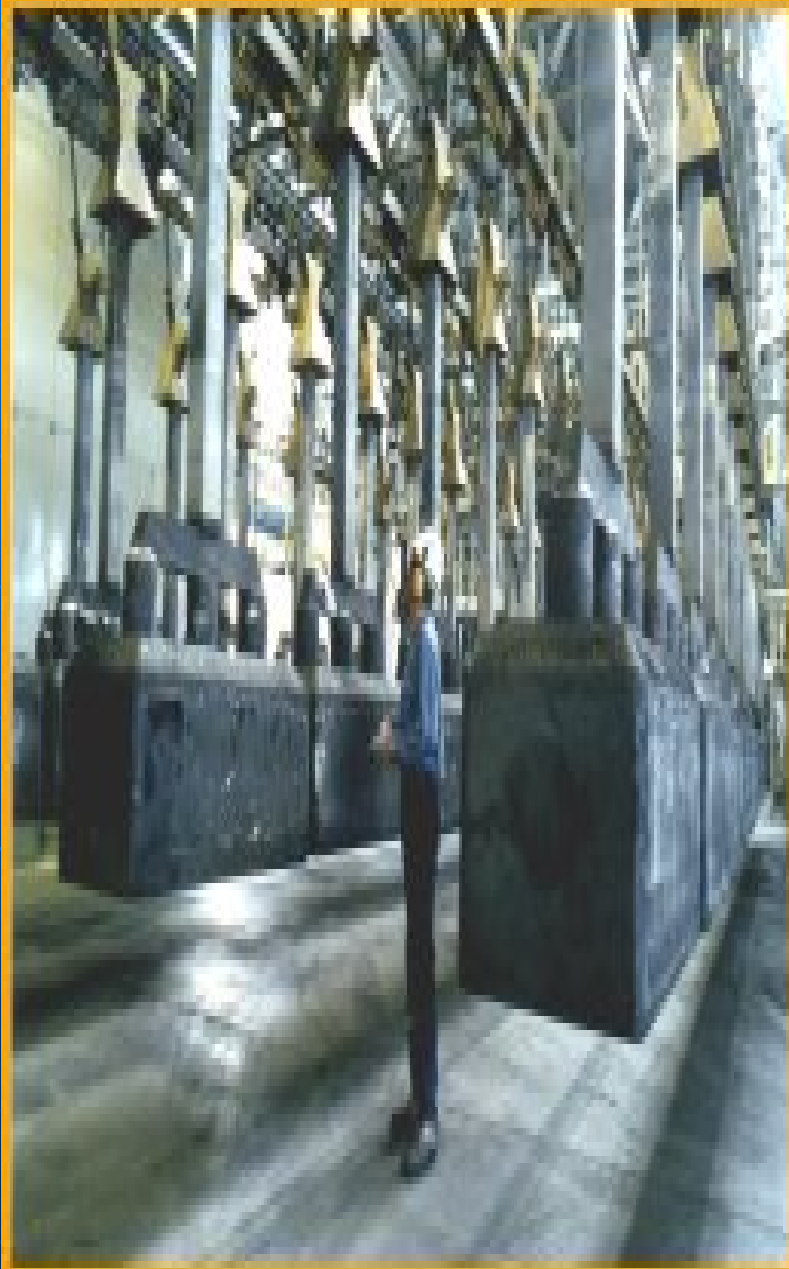
- Bauxit wird mit einer  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Schmelze aufgeschlossen
- Dabei entsteht  $\text{NaAlO}_2$  und  $\text{NaFeO}_2$ .
- Der Schmelzkuchen wird mit Wasser vermengt
  - $\text{NaAlO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  (löslich)
  - $\text{NaFeO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$  (unlöslich)
- Die unlöslichen Teile werden abfiltriert
- Das Natriumtetrahydroxoaluminat wird mit  $\text{CO}_2$  als Aluminiumhydroxid ausgefällt und anschließend gegläht
  - $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$

# Schmelzflusselektrolyse

- Als Mischung wird das  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mit Kryolith ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) und  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{LiF}$  und  $\text{AlF}_3$  in eine Eisenwanne, die mit Graphit als Kathode ausgekleidet ist, gegeben
- Durch diese Mischung erreicht man eine Schmelzpunkterniedrigung von ca.  $2000^\circ\text{C}$  auf ca.  $935^\circ\text{C}$
- In die Wanne ragen von oben Graphitblöcke, die als Anode fungieren und während der Elektrolyse in  $\text{CO}$  übergehen
  - $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} \rightarrow 2 \text{Al} + 3 \text{CO}$
- Bei der Elektrolyse wird mit einer Stromstärke von ca.  $100.000\text{A}$  bis  $150.000\text{A}$  und einer Spannung von ca.  $5\text{V}$  gearbeitet
- Das  $\text{Al}_2\text{O}_3$  wird kontinuierlich nachgefüllt
- Das reine Aluminium ist etwas schwerer als die Schmelze und sinkt daher nach unten, wo es vor der Oxidation mit Luftsauerstoff geschützt ist
- Das reine Aluminium wird alle ein bis zwei Tage abgeführt

# Schmelzflusselektrolyse





# Verwendung von Aluminium

- Bau von Profilen, Rohren und Blechen
- Verpackungsmittel
- Kochgeschirr
- Rostschutzfarbe
- Feuerwerkskörpern und Sprengstoffen
- Hochspannungsleitungen
- Fahrzeug- und Maschinenbau und Luftfahrt

# Umweltaspekte

- Landschaftsschäden bei der Bauxitgewinnung
- Der basische Rotschlamm muss deponiert werden
  - Pro Tonne Aluminium fallen ca. 1,5 Tonnen Rotschlamm an
- Energieverbrauch
  - Pro t Al werden 14 kWh Strom verbraucht
- Bei der Elektrolyse wird Fluor und Fluorwasserstoff gebildet.
- Freisetzung von CO und CO<sub>2</sub>
- Aluminium-Ionen sind für Mikroorganismen im Boden giftig. Sie sind in großen Mengen aber auch für Pflanzen und Tiere giftig

# Quellen

- <http://www.umweltlexikon-online.de/fp/archiv/RUBchemieprozesse/Aluminiumherstellung.php>
- [http://ruby.chemie.uni-freiburg.de/Vorlesung/metalle\\_4\\_2.html](http://ruby.chemie.uni-freiburg.de/Vorlesung/metalle_4_2.html)
- <http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/komplexe/technik.html>
- <http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/echemie/alugewt.htm>
- [http://www.novelis-painted.com/ueber\\_aluminium/herstellungsprozess/index\\_ger.html](http://www.novelis-painted.com/ueber_aluminium/herstellungsprozess/index_ger.html)
- <http://www.trimet.de/news/alufakten.php>