

## Projekt: Aluminium

### **Aluminium:**

**(genervt)** Also langsam reicht's mir! Jetzt durchlaufe ich schon 178 Jahre dasselbe Spiel. Erst werde ich zerstampft und geschmolzen, dann werde ich in eine neue Form gebracht. Ich war schon so Vieles: Ein Spielzeugauto, ein Flaschenverschluss, ein Jogurtdeckel, eine Gürtelschnalle, ein Löffel, ein Spiegel, Rostschutz, Folie, eine elektrische Leitung, ein Backblech, ein Abwasserrohr, ein Marmeladenbecher, ein Fensterrahmen, ein Teil einer Schiffsschraube, ein Baugerüst und sogar schon mal ein Teil eines Flugzeugs.

**(Erbost)** Und hat da vielleicht irgendjemand berücksichtigt, dass ich unter Höhenangst leide, oder dass mir Himbeer-Marmelade nicht schmeckt?

Nein!! Aber mit mir kann man's ja machen!

Hoppla, ich hab' mich noch garnicht vorgestellt! Wie unhöflich von mir!

Mein Name ist Aluminium, abgeleitet aus dem Lateinischen Alumen = Alaun, ein Aluminiumkaliumsulfat. Meine Summenformel ist  $Al$  und meine Atommasse beträgt 26,98 g/mol. Man darf mich übrigens als Leichtmetall bezeichnen, da ich stetig auf meine perfekte Figur achte. Für diese Figur darf man meine Dichte von 2,7g/cm aber nicht unterschätzen! Mein Körper glänzt in einem schönen Silberweiß und meine Kristalle sind kubisch flächenzentriert. Mit 660°C lässt man mich dahinschmelzen und mit 2467°C bringst du mich zum Sieden.

Ich bin übrigens das dritthäufigste Element auf der Erde.

**(Von sich selbst überzeugt)** Jedoch aufgrund meines angeblich „unreinen Charakters“ erscheine ich in der Natur nicht als freies Element.

Das ist auch ganz gut so, denn an der Luft reagiere ich als reinstes Pulver selbstentzündlich und auch in konzentrierterer Form bin ich extrem reaktionsfreudig.

Meine Wärmeleitfähigkeit ist viermal so hoch wie die von Stahl und ich habe eine sehr gute elektrische Leitfähigkeit. Mein Reinheitsgrad entspricht 99,7 % Massenanteile und mein Längenausdehnungskoeffizient beträgt 0,0000239 1/k. Genug von technischen Daten.

Hast du gewusst, dass zahlreiche Rubine und Saphire hauptsächlich aus kristallinem Aluminiumoxid mit verschiedenen Einlagerungen bestehen?

**(Schnippischer Ton)** Pff- und da sag' noch einmal jemand, dass ich einen unreinen Charakter habe!

Früher war irgendwie alles besser. Als mich der junge Chemiker Friedrich Wöhler im Jahre 1827 als reines Element entdeckte, war ich für die Menschen eine Sensation und etwas ganz Besonderes. Ich wurde sogar als wertvoller als Gold angesehen, **(Augenrollen)** wobei wir wieder beim Thema wären...

### -Video-

Tja, so war das damals. Bereits zwei Jahre vor meiner Entdeckung, gelang es Oersted mich in unreiner Form darzustellen. Dann entwickelte Deville aus dem Wöhlerschen Reduktionsverfahren eine technische Gewinnungsmethode, die auf der Reduktion des Gemisches  $NaCl \times AlCl_3$  mit Na beruhte – eine teure Sache bis zur Erfindung der Dynamomaschine und später folgenden Großproduktionen durch Elektrolyse (Heroult / Hall 1886).

Meine Gewinnung spielt sich folgendermaßen ab: Als Rohmaterial spielt fast ausschließlich das Mineral Bauxit eine Rolle, ein Gemisch aus 55.65% Tonerde ( $Al_2O_3$ ) mit Eisenoxid(daher die rötliche Farbe) und Titanoxid. Kaolin, Tone, Alunit, Anorthit und Nephelin werden dagegen kaum noch eingesetzt. Zu meiner Herstellung benötigt man sehr

reines Aluminiumoxid, weshalb das rohe Bauxitmaterial in einem ersten Arbeitsgang zu reiner Tonerde aufbereitet werden muss. Man nennt diesen Vorgang Verfahren nach K.J.BAYER. Er hat dieses Verfahren 1892 entwickelt.

Dabei werden die Bauxitbrocken zerkleinert, getrocknet und zu einem feinen Pulver zermahlen. Das im Mineral enthaltene Aluminiumoxid wird mit konzentrierter Natronlauge als Hydroxo-Komplex ( Natriumaluminat) gelöst.

Bei diesem Vorgang bleiben Oxide des Eisens, Titans und Siliziums ungelöst. Aus der Natriumaluminat-Lösung lässt sich nach dem sogenannten Impfen, Abkühlen (bei ca. 90°C) und Zugabe von Wasser kristallisierte Hydrargyllit erzeugen ( ein Aluminiumhydroxid), Dieses Zwischenprodukt wird bei etwa 1200° geglüht und dadurch vollständig entwässert (=calciniert).

In einem zweiten Arbeitsgang wird schließlich metallisches Aluminium durch Elektrolyse der Tonerde gewonnen. Um den störenden hohen Schmelzpunkt von Aluminiumoxid (über 2000°C) herabzusetzen, mischt man es mit synthetisch hergestelltem Kryolith (kryos bedeutet auf Griechisch Eis und lithos Stein)  $\text{Na}_3(\text{AlF}_6)$ . Durch diesen Kunstgriff lässt sich der Schmelzpunkt bei 950-970°C allein durch die Stromwärme der Elektrolyse flüssig halten. Die Elektrolyse verschlingt allerdings gewaltige Mengen von elektrischer Energie (13500 kWh pro t Al bei einer Gleichspannung von 4-5V, Stromstärke 80000-150000 A!). Ganz schön aufwendig. Sie wird in speziellen Elektrolysezellen durchgeführt, die mit Kohle ausgekleidete, als Kathode fungierende Wanne besitzen. Das Metall sammelt sich dann am Boden dieser Wanne in flüssiger Form an. Als Anode dienen in die Schmelze eintauchende Kohlestäbe, welche durch den freiwerdenden Sauerstoff allmählich zerstört werden. Die Gewinnung von 1t meiner Wenigkeit - 99,5% ig versteht sich- erfordert die Verarbeitung von 4t Bauxitmineral und 500 kg Elektrodekohle. **(Eingebildet)** Da staunt ihr was? Aber wer so ein hochwertiges, qualitatives und wertvolles Metall will, muss halt auch was einsetzen. Immerhin bin ich für die Industrie unersetzbar!

**(Kleinlaut)** Zumindest jetzt noch.

Leider hat meine Herstellung noch weitere Nachteile:

Als Nebenprodukt entstehen Fluoride, welche sich in Abgasen und Aluminiumhütten wiederfinden und dort die Landwirtschaft und die Umwelt erheblich schädigen können.

**Arbeiter aus Brasilien:**

Denkst du, das sind deine einzigen Nachteile?

**Aluminium:**

Woher willst du das denn wissen?

**Arbeiter aus Brasilien:**

Ich bin ein Bergarbeiter aus Brasilien und habe deine Nachteile am eigenen Leib erlebt! Ich werde dir meine Geschichte erzählen:

Vorneweg zum Verständnis ein paar wichtige Daten:

In Brasilien wurde schon zu Beginn der 70er Jahre in geringem Umfang Bauxit für die Versorgung der eigenen Aluminiumindustrie gefördert. Zwischen 1979 und 1989 hat sich die Bauxitproduktion Brasiliens fast verfünffacht und stieg zwischen 1989 und 1991 weiter von 7,8 Millionen Tonnen auf 10,3 Millionen Tonnen. Der Aufstieg Brasiliens zum viertgrößten Bauxitproduzenten der Welt basiert auf der Erschließung der Bauxitvorkommen am Rio Trombetas, einem Zufluss des Amazonasstromes im nördlichen Teil des Bundesstaates Para, wo 70 % des brasilianischen Bauxits gefördert wird. Insgesamt bergen die zur Mineracao Rio do Norte am Rio Trombetas gehörenden Lagerstätten 376 Millionen Tonnen im Gestein enthaltenes Aluminat und bilden somit die fünftgrößten bereits erschlossenen Bauxitreserven

der Welt. Mit einer Förderung von jährlich etwa 7 Millionen Tonnen liegt die Mineracao Rio do Norte weltweit an vierter Stelle.

#### Aluminium:

Also noch hast du mich nicht davon überzeugt, dass ich den Menschen Schaden zufüge!

#### Arbeiter aus Brasilien:

Du bist so naiv! Du hast wirklich keine Ahnung!

Beim Bauxitabbau am Rio Trombetas werden nach Angaben des Unternehmens jährlich etwa 100 Hektar Regenwald gerodet. Versuche zur Wiederaufforstung haben bisher noch keine Erfolge gezeigt. Das Waschen des Bauxits hat zur Verunreinigung und zum Absterben weiter Teile eines großen, seeförmigen Seitenarms des Rio Trombetas geführt. Zum Trocknen des gewaschenen Bauxits nutzte man bis vor einiger Zeit das in der Umgebung geschlagene Holz. Heute versorgen Öltanker die Bauxitminen. Die Folge war, dass ein Staudammprojekt zur Energieversorgung in der Trombetas-Region zurückgestellt wurde, weil es wirtschaftlich nicht rentabel war. Vor der Schließung der Schleusen wurde nur ein geringer Teil des zu flutenden Areals gerodet, was in der Folge zur Zersetzung der enormen Biomasse geführt hat. Die Zersetzung des ehemals üppigen Regenwaldes entzieht dem Wasser den Sauerstoff und lässt das für den Treibhauseffekt mitverantwortliche Methangas entstehen und durch die periodisch schwankenden Wasserstände im Stausee ist er eine ideale Brutstätte für Krankheitserreger, wie zum Beispiel Malaria.

Und stell' dir nur mal vor, wie viele Menschen ihre Heimat für diese Projekte verlassen mussten! Insgesamt 30.000!

Doch das ist noch nicht alles:

Damit Hochspannungsschleusen durch den Urwald gelegt werden konnten, wurde Tordon 155 auch unter dem Namen „Agent Orange“ eingesetzt. Die Auswirkungen sind wie im Vietnamkrieg entsetzlich. Viele Menschen starben und viele leiden an den Spätfolgen des Giftes.

#### Aluminium:

Aber das hat doch nicht direkt mit dir zu tun!

#### Arbeiter aus Brasilien:

Bist du wirklich so uneinsichtlich? Ich bin außerdem noch nicht fertig!

Bei der Gewinnung von Aluminiumoxid fallen die nicht gelösten Bestandteile des Bauxits, die im Wesentlichen durch die Behandlung mit Natronlauge ein alkalisches Gemenge mineralischer oxidischer Aluminium-, Eisen-, Titan- und Kieselsäureverbindungen bilden, als sogenannter Rotschlamm an. Dieses Abfallprodukt der Aluminiumproduktion wird, da es in großen Mengen anfällt, gewöhnlich in großen Becken unter freiem Himmel deponiert. Dabei ist unter anderem die nicht auszuschließende Gefährdung von Gewässern beziehungsweise des Grundwassers problematisch. Der ätznatronhaltige und somit stark basische Rotschlamm stellt eine erhebliche Umweltgefahr dar. Gelangt Rotschlamm in Gewässer, so führt er unmittelbar zu beträchtlichen Störungen des aquatischen Pflanzen- und Tierlebens. Zum Beispiel Zerstörung der Unterwasserregion und Fischsterben.

Ich werde dir jetzt erzählen, wo ich herkomme: Ich lebte in Porto Trombetas, der Company Town der Mineracao Rio do Norte mit etwa 7000 Menschen zusammen. Die unmittelbar an den Trocknungs- und Verladeeinrichtungen für die Verschiffung des Bauxits gelegene Stadt unterscheidet sich von anderen Siedlungen im Amazonasgebiet: Keine Armutsviertel, keine Pfahlbauten, keine schlecht gekleideten Menschen und keine verwahrlosten Kinder prägen das Straßenbild. Die Firma achtet in jeder Hinsicht auf Sauberkeit. Wer nach der Personenkontrolle am firmeneigenen Sicherheitsposten die Stadt betritt, könnte sich in eine andere Welt versetzt fühlen. Doch haben sich die Mitarbeiter der Mineracao Rio do Norte und

ihre Angehörigen ihren relativen Wohlstand teuer erkaufte. In Porte Trombetas verbirgt sich hinter der gepflegten Außenfront ein gut funktionierendes Kontrollsystem. Die Abhängigkeit der Bewohner von Porte Trombetas von der Mineracao Rio do Norte zieht sich in alle Lebensbereiche hinein. Das Klima zwischen Belegschaft und Sicherheitspersonal ist gespannt, und selbst Ingenieure und Abteilungsleiter gestehen, dass sie lieber heute als morgen Porto Trombetas wieder verlassen würden. Das einzige, was sie dort hält, ist der gute Verdienst bei der Minengesellschaft.

Die Mineracao Rio do Norte ist eine geschlossene Gesellschaft. Wenn du hier leben willst, hängst du total von der Mineracao Rio do Norte ab. Sogar unsere Pfarrkirche gehörte nicht uns, sondern der MRdN. Wer die Stadt betritt, muss am Sicherheitsposten der Firma vorbei und sich ausweisen. Die MRdN kontrolliert alles! Die Wohnungen der gesamten Bevölkerung, die Versorgung mit Trinkwasser, mit Strom und mit Nahrungsmitteln in den Supermärkten, das Schulwesen und die Gesundheitsversorgung und sogar das Telefonsystem. Man kann nicht telefonieren, wenn die MRdN es nicht will. Die kann einfach die Leitungen der ganzen Stadt oder der Gewerkschaft oder von wem auch immer unterbrechen – oder auch nach Belieben Gespräche abhören. Beim Streik im Jahre 1990 brachen immer alle Gespräche von Gewerkschaftsführern mit der Außenwelt ab, wenn das Thema auf den Streik kam. Jedes Mal, wenn etwas über den Streik gesagt wurde. Überhaupt war der Streik 1990 eine Geschichte für sich. Die MRdN hat damals mit allen Mitteln gekämpft. Zunächst forderte die Firmenleitung Schutz der Militärspolizei von Santarem an, die praktisch die ganze Stadt von Porto Trombetas nach außen abschirmte. Mit Ausnahme der Gewerkschaftsführer wurde allen, die sich am Streik beteiligten, mit Entlassung gedroht, Eine Drohung, die sofort nach dem Streik auch wahr gemacht wurde, als etwa hundert Arbeiter, darunter auch ich, die sich während des Streiks etwas hervorgetan hatten, entlassen wurden. Ich verlor damit alles: Arbeit, Wohnung, Schule für meine Kinder, deren Schuljahr gerade ablief, durften nicht einmal das Schuljahr hier beenden. Der Sicherheitsdienst der Firma kam zu mir nach Hause, ein Möbelwagen fuhr vor, die Sachen mussten aufgeladen werden, und wir wurden unten am Hafen mit Hab und Gut abgeladen und nach Santarem eingeschifft. Trotzdem hat sich keiner gewehrt. Unsere Widerstandskraft war schon längst gebrochen. Das ist auch der Grund, warum die Gewerkschaft hier seitdem keine gute Arbeit mehr leistet. Die kritischen Leute sind entlassen worden, und die Firma hat die Arbeiter vollkommen in der Hand. Wer wird es hier nach den Erfahrungen von 1990 noch wagen, sich an einem Streik oder an sonst etwas zu beteiligen?

Und wie denkst du jetzt über deinen Einfluss? Du hast vielleicht ein paar gute Eigenschaften, aber überleg doch mal: Sind all die alltäglichen Produkte aus denen du bestehst etwa mehr wert als ein Menschenleben? Weißt du eigentlich, wie viele Menschen Tiere und Pflanzen unter deinem Abbau, der Verarbeitung und Aufbereitung leiden müssen?

### Aluminium:

Du hast ja irgendwie recht, ich hab' euch vielleicht ein „paar“ Unannehmlichkeiten bereitet. Aber stell dir doch mal vor, wie das Leben der Menschen ohne mich aussehen würde! Es gäbe noch weniger Arbeitsplätze und wie wollt ihr mich im Alltag ersetzen!?

Und überhaupt: ICH bin eigentlich gar nicht schädlich für euch Menschen. Was kann ich denn alleine schon anrichten? Ihr Menschen seit es doch, die mit mir diese ganzen Experimente durchgeführt haben! Nur aus reiner Profit- und Geldgier habt ihr mich gepresst, geschmolzen und mit chemischer Gewalt verändert.

**Empört:** Das sieht euch wieder ähnlich! Du verdrehst hier die Tatsachen! Das muss ich mir nicht bieten lassen!!!

Wenn ihr Menschen „etwas“ umsichtiger und vernünftiger mit mir umgehen würdet, wäre ich auch keine Gefahr für euch und die Umwelt. Es liegt allein an euch, wie ihr mich nutzen wollt und dann dafür sorgt, dass ich gefahrlos meine letzte Ruhe finde!