



AB 1 FAKTEN-CHECK ALUMINIUM

Aluminium ist ein silbrig-weißes Leichtmetall. Nach Sauerstoff und Silicium ist es das dritthäufigste Element und in der Erdkruste das häufigste Metall.

In Aluminiumhütten wird aus dem Mineral Bauxit im Bayer-Verfahren Aluminiumoxid produziert. Im anschließenden Hall-Héroult-Prozess wird durch Schmelzflusselektrolyse reines Metall gewonnen.

Aluminium ist sehr unedel und reagiert an frisch angeschnittenen Stellen bei Raumtemperatur mit Luft und Wasser zu Aluminiumoxid. Dies bildet aber sofort eine dünne, für Luft und Wasser undurchlässige Schicht (Passivierung) und schützt sich so vor Korrosion. Reines Aluminium weist eine geringe Festigkeit auf; bei Legierungen ist sie mit Stahl vergleichbar - bei nur einem Drittel seiner Dichte.

Aluminium ist ein All-Round-Metall! Es ist nach Stahl der zweitwichtigste metallische Werkstoff. 2016 wurden weltweit 115 Mio. Tonnen produziert. Der Aluminiumpreis bewegte sich am Weltmarkt 2015 um den Wert von 2000 Dollar pro Tonne (Reinheit von 99,7 %). Eines der bekanntesten Produkte ist Alufolie. Aber es wird noch in vielen weiteren technischen Bereichen verwendet.

AUFGABE:

1. Recherchieren Sie zum Werkstoff Aluminium und seinen vielseitigen Verwendungen.
2. Ergänzen Sie die Tabelle.

Bereich	Verwendet in / als...
Verpackungsindustrie	
Raketentechnik	
Feuerwerkerei, Pyrotechnik	
Konstruktion, Funktionswerkstoff	
Leichtbau	
Fahrzeugbau, Luft- & Raumfahrt	
Thermische Leitfähigkeit	
Elektrischer Leiter	
Spiegelbeschichtung	
Messtechnik	

Der Absatz von Aluminium gilt als ein Konjunkturindikator der Weltwirtschaft, beispielsweise sank die weltweite Aluminiumproduktion infolge der Finanzkrise 2008 im Folgejahr um mehr als 10 Prozent. 2016 wurden weltweit 115 Mio. Tonnen Aluminiumoxid (Al₂O₃) produziert. Daraus konnten 54,6 Mio. Tonnen Primäraluminium gewonnen werden.

AB 2 INFO BLATT PRODUKTION VON ALUMINIUM

Abbau am Beispiel der Bauxitlagerstätten in Australien
 Durch den Abbau des Erzes Bauxit werden große Flächen in Anspruch genommen, die erst nach einer Rekultivierung wieder nutzbar werden. Um eine Tonne Aluminium herzustellen, werden vier Tonnen Bauxit benötigt. Dies erzeugt zehn Tonnen Abraum. Zudem entstehen bei der Herstellung des Aluminiumoxids nach dem Bayer-Verfahren ca. drei Tonnen von eisenreichem alkalischen Rotschlamm, der kaum wiederverwertet wird und dessen Deponierung oder sonstige „Entsorgung“ große Umweltprobleme aufwirft



AUFGABEN

3. Recherchieren Sie die Bedingungen des Bauxit-Abbaus in Australien und weltweit.
4. Was versteht man unter dem Begriff „Rotschlamm“?

Energiebedarf

Die Herstellung von Aluminium ist sehr energieaufwendig. Allein für die Schmelzflusselektrolyse zur Gewinnung eines Kilogramms Aluminium werden je nach Errichtungsdatum und Modernität der Anlage zwischen 12,9 und 17,7 kWh elektrische Energie benötigt. Es ist daher ein Bestreben der Hersteller, möglichst preiswert an elektrische Energie zu kommen.

Mit der zunehmenden Kritik an der Atomenergie wurde auch Kritik am damit erzeugten Aluminium lauter. So z. B. in Frankreich, wo der Strom aus dem nationalen Energiepool und damit überwiegend aus Atomkraftwerken stammt. Ähnliches gilt für das Betreiben mit fossiler Energie, z. B. besonders in Australien, wo 90 % des Stroms aus Kohle und Gas gewonnen werden. Das hat zur Folge, dass die



Die Point-Henry-Aluminiumhütte von der *Alcoa World Alumina and Chemicals Australia* an der Corio Bay bei Geelong in Victoria

Verwendung von "Kohle- oder Atomstrom" zu Gunsten von ökologisch wertvollere Elektrizität aus Wasserkraft teilweise zurückgedrängt wird. Bei der Stromerzeugung für die Produktion von einem Kilogramm Aluminium werden im deutschen Kraftwerkspark 8,4 kg CO₂ freigesetzt, im weltweiten Durchschnitt etwa 10 kg.

Recycling In Europa liegt die Recyclingrate von Aluminium liegt bei 67 %, weltweit bei etwa 40 %.

In Österreich gelangen (laut einer Studie aus dem Jahr 2000) 16.000 Tonnen Aluminium pro Jahr *über Verpackungen* in den Konsum, ebenso gelangen 16.000 Tonnen Aluminium ohne Wiederverwertung in den Hausmüll (dabei sind auch die Aluminiumhaushaltsfolien eingerechnet, die nicht als „Verpackung“ gelten). 66 % der Verpackungen im Restmüll sind Aluminium[getränke]dosen. Diese liegen nach der Müllverbrennung in der Asche noch metallisch vor und machen in Europa durchschnittlich 2,3 % der Asche aus. In der EU werden durchschnittlich 70 % des in der Bodenasche enthaltenen Aluminiums zurückgewonnen.

Positiv ist hingegen die gute Wiederverwendbarkeit von Aluminium. Allerdings müssen die Reststoffe streng getrennt erfasst und gereinigt werden (Aluminiumrecycling, Recycling-Code-41 (ALU)). Aluminium ist dabei besser rezyklierbar als Kunststoffe, wegen Downcycling bei nicht sortenreiner Erfassung jedoch etwas schlechter wiederverwertbar als Stahl. Beim Aluminiumrecycling wird nur 5 % der Energiemenge der Primärproduktion benötigt.

AB 3 Schadstoffe und Einflussparameter am Beispiel Aluminium – aus Bauxit oder besser recycelt?

Vor dem Hintergrund zunehmender Ressourcenverknappung, Umweltverschmutzung und weltweiten klimatischen Veränderungen gewinnen nachhaltige Produktionstechnologien und Änderungen im Konsumverhalten allen wirtschaftlichen, sozialen und politischen Bereichen an Bedeutung. Life Cycle Assessment (LCA) ist ein methodisches Gerüst, um Produkte, Materialien und Dienstleistungen zu analysieren, um ihre Einflüsse auf Gesundheit, Umwelt und Ressourcenverbrauch zu ermitteln.

Die drei genannten Einflussgrößen stellen die Endpunkte des LCA dar. Sie resultieren aus elf Schadenskategorien, die die relevanten Umweltkompartimente (Lebewesen, Boden, Wasser, Luft) mit den Schadstoffeinträgen (Stoffe, Strahlung, Lärm) sowie deren Migration betrachten. Mineralische und fossile Ressourcen als auch Flächen- und Wasserbedarfe werden ebenso berücksichtigt wie die Emissionsfracht aller untersuchten Subsysteme.

Diese Schadenskategorien werden im LCA (Life Cycle Inventory; LCI) mit Hilfe der Materialangaben, der angewandten Verarbeitungsprozesse, den Energieeinträgen und der Entsorgungsrouten berechnet. Durch Stoffstromanalysen mit dem SimaPro5-Tool gelingt eine ÖKOBILANZ.

AUFGABE:

- Am Beispiel des Metalls Aluminium soll für die Menge von 0,1 kg die Umweltbelastungen ermittelt werden, wenn (1) das Metall aus dem Rohstoff Bauxit gewonnen wird oder (2) zu 100 % recyceltes Aluminium aufbereitet wird.

In der Tabelle sind zum einen die für eine Schädwirkung verantwortlichen Elemente, Stoffe und Strahlungen aufgeführt, zum anderen weitere Einflussgrößen die Verbräuche von Rohstoffen und Landflächen betreffend detailliert gelistet. Teilweise wirken Schadstoffklassen auf mehr als einen Endpunkt. So beeinträchtigen die Gase Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas sowohl die menschliche Gesundheit als auch die Umwelt. Schwermetalle sind für alle Lebewesen toxisch.

Schadenskategorie	Aluminium	
	virgin (1)	100% recycled (2)
	mPt	mPt
Carcinogens	1.4	0.05
Resp. Organics	0.33	0.9
Resp. Inorganic	46.5	0.05
Climate Change	11	0.6
Radiation	0.6	0.05
Ozone Layer	0.7	0.1
Ecotoxicity	1	0.1
Acid./Eutroph.	1.1	0.05
Land Use	1.4	0.1
Minerals	9.1	0.1
Fossile Fuels	37.1	3.9
Sum [mPt]	110	6

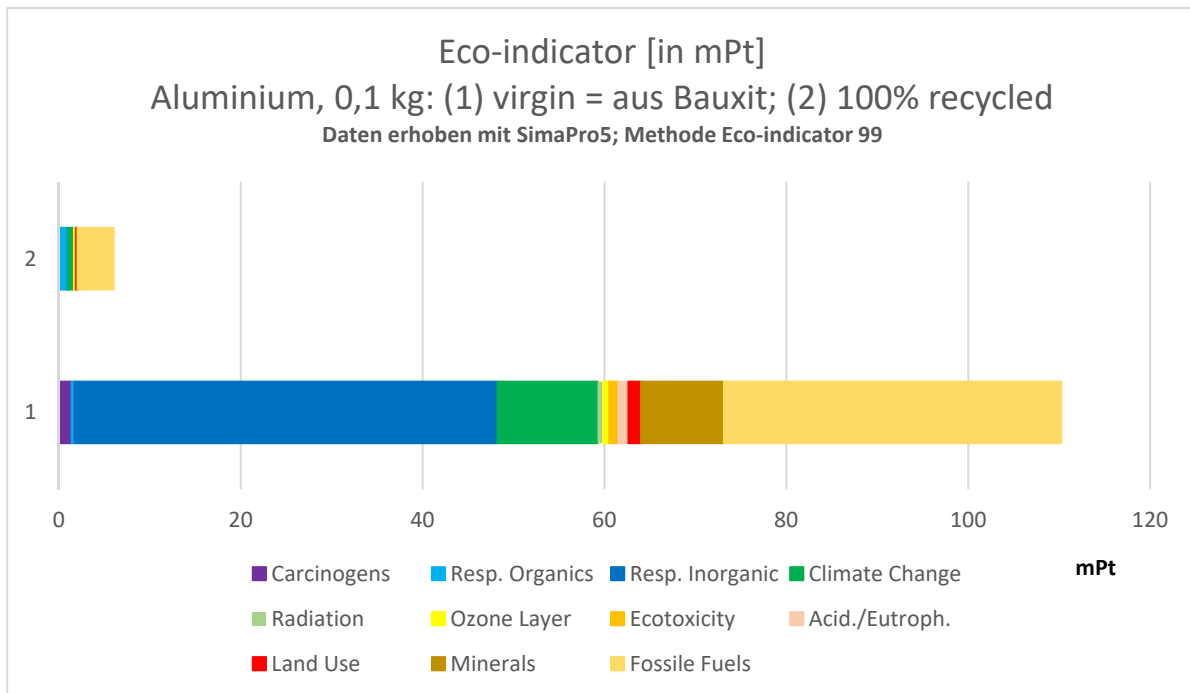
Die Schadenskategorien sind farblich codiert. Sie finden sich in den beiden gestaffelten Balken des Diagramms wieder.

Die erhobenen Daten wurden mit der Methode Eco-Indicator 99 erstellt.

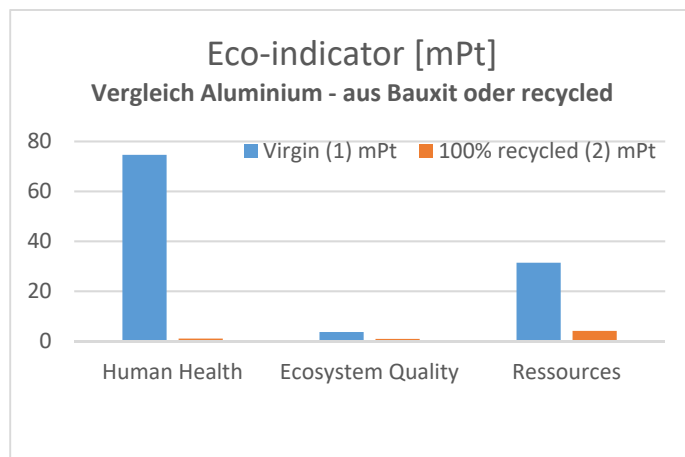
Die Einheit wird in Eco-Point **Pt** angegeben.

1 Pt ist 1/1000stel der jährlichen Umweltbelastung eines Durchschnitts-Europäers.

AB 4 Interpretation der Ergebnisse am Beispiel Aluminium – aus Bauxit oder besser recycelt?



Gut erkennbar sind der mineralische und energetische Ressourcenverbrauch und die negativen gesundheitlichen Auswirkungen bei der Rohstoffgewinnung, dem Transport und der Verarbeitung des Gesteins des aus dem Bauxit gewonnenen Aluminiums.



Der Vergleich zum recycelten Aluminium ist erheblich.

FAZIT: Das Sammeln gebrauchter Alu-Dosen, Teelichthüllen und Folien lohnt sich!



LÖSUNG TABELLE AB 1

Bereich	Verwendet in / als...
Verpackungsindustrie	Getränkedosen, Konservendosen, Aluminiumfolie (weil absolute Barrierewirkung gegenüber Licht, Sauerstoff und ist dabei ungiftig).
Raketentechnik	Im Treibstoff von Feststoffraketen. Er enthält bis zu 30 % Al-Pulver
Feuerwerkerei, Pyrotechnik	Sorgt für Körnung und Brennbarkeit in den Farbmischungen
Konstruktion, Funktionswerkstoff	In tragenden Teilen von Gebäuden, Aluprofile in Fassadenelementen, Fenstern und Türen, Motoren
Leichtbau	Al hat hohe spezifische Festigkeit. Verglichen mit Stahl sind Bauteile aus Al bei gleicher Festigkeit nur halb so schwer, weisen jedoch ein größeres Volumen auf
Fahrzeugbau, Luft- & Raumfahrt	Für Flugzeuge, Raketen, Autos und Züge: die geringe Masse von Al bei gleichzeitiger Stabilität spart Treibstoff
Thermische Leitfähigkeit	In Wärmetauschern und Haushaltsgegenständen
Elektrischer Leiter	Al besitzt nach Silber, Kupfer und Gold die vierthöchste elektrische Leitfähigkeit aller Metalle auf. Leichte Kabel
Spiegelbeschichtung	Al wegen hohem Reflexionsgrad als Beschichtung in Scannern, Spiegeln, Scheinwerfern (Spiegelreflexkameras)
Messtechnik	Infrarotmesstechnik; Al kann im Gegensatz zu Silber ultraviolette Strahlung reflektieren

0

50

100

150

200 mPt