

Informationen über den Werkstoff Aluminium

**Schülerarbeitsblätter
für berufbildende Schulen**

Bremen / Düsseldorf, Februar 2004

ÜBERSICHT DER VORLIEGENDEN ARBEITSBLÄTTER

| |
|---|
| Arbeitsblatt |
| Aluminiumverbindungen in der Natur |
| Ergänzung: Aluminium in der Mineralogie – Wer blickt noch durch? |
| Eisenerz und Aluminium |
| Gesucht wird: Eine Bezeichnung für "Aluminiumerz" |
| Aluminiumgewinnung |
| Rotschlamm – Reststoff bei der Aluminiumgewinnung |
| Die Gebrauchsmetalle |
| Weiterverarbeitung von Aluminium |
| Normung von Aluminiumlegierungen |
| Eigenschaften und Verwendungsbeispiele |
| Aluminium und Aluminiumlegierungen |
| Die physikalischen Eigenschaften von Aluminium |
| Eigenschaften verschiedener Metalle |
| Stoffwerte im Vergleich |
| Wärmebehandlung |
| Fügeverfahren in der Aluminiumverarbeitung |
| Schweißen von Aluminium |
| Oberflächenbehandlung |
| Wortsuchspiel: Eigenschaften von Aluminium |
| Schwedenrätsel |
| Den physikalischen Eigenschaften von Aluminium experimentell auf der Spur: Dichte |
| Den physikalischen Eigenschaften von Aluminium experimentell auf der Spur: Wärmeleitfähigkeit |
| Das Leichtmetall Aluminium |
| Aluminium hat zwei Seiten – Der amphotere Charakter von Aluminium |

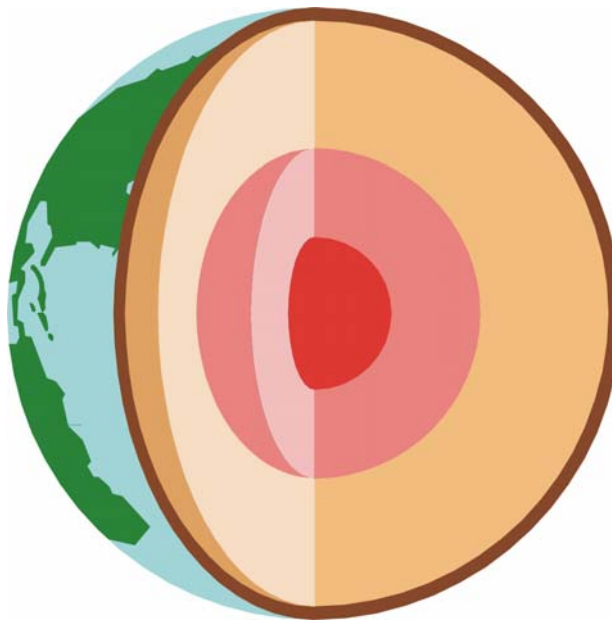
Arbeitsblatt 1

Aufgabe

Aluminiumverbindungen in der Natur

Die gesamte feste Erdkruste ist aus Gesteinen aufgebaut. Gesteine sind Zusammenschlüsse von verschiedenen Mineralien. Und Mineralien wiederum bestehen aus Elementen oder anorganisch-chemischen Verbindungen. Sie sind auf natürlichem Wege in der Erdkruste entstanden.

- 1.) Wo aber ist die Erdkruste? Beschrifte in der Abbildung den Teil, welcher deiner Meinung nach die Erdkruste ist!



- 2.) Aluminium ist Bestandteil von Mineralien (und damit auch Gesteinen) der Erdkruste. Schätze, an welcher Stelle in der Häufigkeitstabelle Aluminium steht!

.....

- 3.) Ein wichtiges Aluminiumgestein ist Bauxit. Weltweit gibt es eine begrenzte Anzahl von Bauxitlagerstätten. Und trotzdem kommt Aluminium so häufig in der Erdkruste vor. Kläre diesen Widerspruch auf!

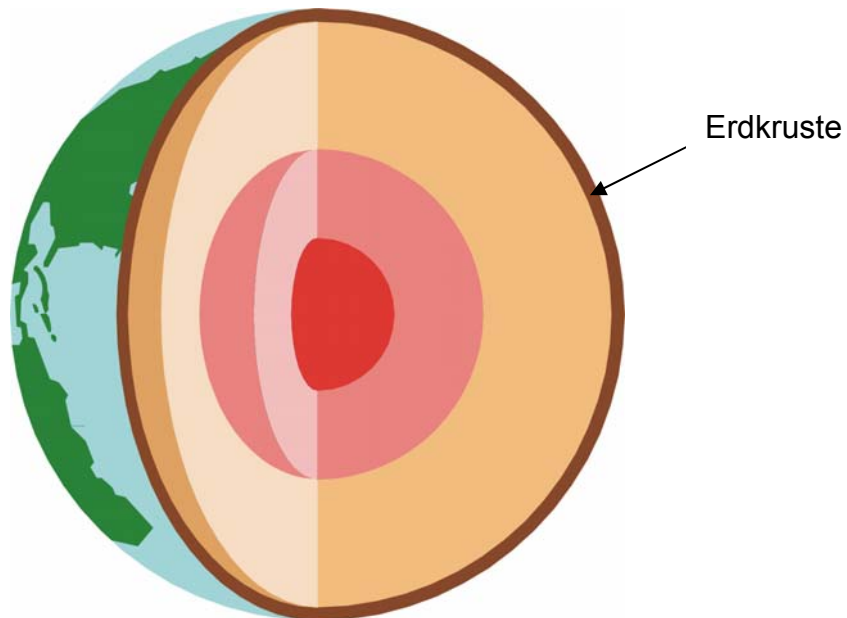
.....
.....
.....

Arbeitsblatt 1 Lösung

Aluminiumverbindungen in der Natur

Die gesamte feste Erdkruste ist aus Gesteinen aufgebaut. Gesteine sind Zusammenschlüsse von verschiedenen Mineralien. Und Mineralien wiederum bestehen aus Elementen oder anorganisch-chemischen Verbindungen. Sie sind auf natürlichem Wege in der Erdkruste entstanden [1].

- 1.) Wo aber ist die Erdkruste? Beschrifte in der Abbildung den Teil, welcher deiner Meinung nach die Erdkruste ist!



Die Erdkruste ist der oberste Teil.

Weitere Informationen: Wir bewegen uns auf der Erdkruste. Allerdings stellt die Erdkruste nur einen ganz kleinen Teil am Aufbau der Erde (siehe Abbildung). Sie "umfasst" ca. 30–40 km.

Der Mensch kann mit der derzeitigen Technik "lediglich" etwa 10–12 km tief in das Erdinnere bohren. Bedenkt man weiterhin, dass die Erde auch fast 9 km über dem Meeresspiegel reicht, so können insgesamt nur 20–30 km erforscht werden. Bis zum Erdmittelpunkt sind es aber 6371 km.

Arbeitsblatt 1

Lösung

- 2.) Aluminium ist Bestandteil von Mineralien (und damit auch Gesteinen) der Erdkruste. Schätze, an welcher Stelle in der Häufigkeitstabelle Aluminium steht!

Aluminium steht in der Häufigkeitstabelle der Elemente, welche am Aufbau der Erdkruste in Form von Mineralien beteiligt sind, an dritter Stelle.

Weitere Informationen: Aluminium ist das dritthäufigste Element der Erdkruste mit einem Massenanteil von ca. 8 %. Häufiger kommen nur Sauerstoff (46,7 %) und Silicium (27 %) vor (siehe Häufigkeitstabelle).

- 3.) Ein wichtiges Aluminiumgestein ist Bauxit. Weltweit gibt es eine begrenzte Anzahl von Bauxitlagerstätten. Und trotzdem kommt Aluminium so häufig in der Erdkruste vor. Kläre diesen Widerspruch auf!

Neben Bauxit kommen noch andere aluminiumhaltige Mineralien in der Erdkruste vor. Das Mineral, welches am häufigsten in der Erdkruste ist, enthält ebenfalls Aluminium. Es handelt sich um Feldspat, welcher ca. 58 % der Erdkruste ausmacht.

Weitere Informationen: "Feldspat, Quarz und Glimmer – das vergess` ich nimmer!" Dieses Sprichwort verdeutlicht die Reihenfolge der wichtigsten Mineralien, welche am Aufbau der Erdkruste beteiligt sind. Den Feldspäten (Feldspäte sind komplexe Silikate des Aluminiums, $M[AlSi_3O_8]$ mit M für Metall) folgen Quarz (Quarz ist Siliciumdioxid, SiO_2) mit 12,5 % und Glimmer (Glimmer sind Tonerdesilikate) mit 3,5 % .

Aluminium in der Mineralogie – Wer blickt noch durch? –

- Ist Bauxit ein Mineral oder ein Gestein?
- Was ist Tonerde?
- Sind Tonerde und Porzellanerde identisch?
- Feldspat und Glimmer sollen Aluminium enthalten?

Fragen über Fragen. Nachfolgend werden dir die wichtigsten Begriffe erklärt. Dann kannst du beispielsweise die Frage beantworten, ob Tonerde und Porzellanerde identisch sind.

Aluminiumhydroxide [1]

... Formel $\text{Al}(\text{OH})_3$.

In der Natur gibt es verschiedene Formen: Gibbsit, Böhmit, Diaspor und Alumogel

- $\gamma\text{-Al}(\text{OH})_3$ = Gibbsit (auch als Hydrargillit bezeichnet)
- $\gamma\text{-AlO}(\text{OH})$ = Böhmit
- $\alpha\text{-AlO}(\text{OH})$ = Diaspor
- $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ = Alumogel (auch als Sporogelit bezeichnet)

Sie sind Bestandteile von Bauxit (z.B. Bauxit aus Nord- und Südamerika enthält vor allem Gibbsit, Bauxit aus dem westlichen Europa (Mittelmeerländer) enthält vor allem Böhmit und Bauxit aus Rumänien und Griechenland enthält vor allem Diaspor).

Alumosilikate (Aluminiumsilikate) [2]

Der Grundbaustein der Silikate ist das SiO_4 -Tetraeder. Wird das Si^{4+} -Kation durch das etwa gleich große Al^{3+} -Kation ersetzt, dann spricht man von Alumosilikaten.

Der negative Ladungsüberschuss wird z.B. durch ein einwertiges Kation kompensiert (z.B. Alkalimetall-Ionen – daraus resultiert der Name Alkali-Alumosilikate [Feldspäte]).

Arbeitsblatt 2

Ergänzende Information

Bauxit [1]

... ist ein Gestein.

Es besteht aus mind. 35–65 % Aluminiumoxid, <28 % Eisenoxid, <7 %

Siliciumdioxid, <4 % Titandioxid und 12–30 % Wasser.

Diese Angaben sind zwar sehr übersichtlich, erwecken aber den Eindruck, dass Aluminiumoxid (Al_2O_3) der Hauptbestandteil von Bauxit ist. In Wirklichkeit aber bildet Aluminiumoxid mit Wasser unterschiedliche Verbindungen (Gibbsit, Böhmit, Diaspor und Alumogel), die sich im Wassergehalt und in der Kristallstruktur unterscheiden.

z.B. Diaspor: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{Al} / 4\text{O} / 2\text{H} = 2 \text{AlO}(\text{OH}) = \text{AlO}(\text{OH})$

Diese Formel drückt das kleinstmögliche Zahlenverhältnis der Strukturelemente dieses Minerals aus. Das Aluminiumion ist oktaedrisch sowohl von OH-Gruppen als auch von Sauerstoff-Atomen umgeben.

Feldspat (Feldspäte)

... Sammelbegriff für Alkali-Alumosilikate mit der allgemeinen Formel $\text{Me}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$

z.B.: Kalifeldspat (Orthoklas) $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$,

Natronfeldspat (Albit) $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$

Gestein

... ist eine Zusammenlagerung von Mineralien.

Die Erdkruste besteht aus Gesteinen.

Glimmer [3]

... ist eine Gruppe wichtiger gesteinsbildender Mineralien.

Aus chemischer Sicht handelt es sich um Alumosilikate, die häufig Eisen oder Magnesium enthalten.

z.B.: Kaliglimmer (Muskovit) $\text{KAl}_2[\text{HO}, \text{F}_2/\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$

Magnesiaeisenglimmer (Biotit) $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3 \cdot (\text{OH})_2 \cdot [(\text{Al}, \text{Fe-III})\text{Si}_3\text{O}_{10}]$

Kaolin [3]

... besteht hauptsächlich aus Kaolinit, einem Aluminiumhydrosilikat

$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Kaolin wird auch als weißer Ton bezeichnet und ist ein

Arbeitsblatt 2

Ergänzende Information

Hauptbestandteil des Bodens (neben Quarz und Kalk). Die für Kaolin ebenfalls gebräuchliche Bezeichnung als Porzellanerde zeigt an, dass es sich um einen wichtigen Rohstoff für die Porzellanherstellung handelt.

Korund [1]

... Sammelbezeichnung für das natürlich vorkommende Aluminiumoxid ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$).

Die gefärbten Varietäten von Korund sind Rubin (rot – enthält Spuren von Chrom(III)-Ionen) und Saphir (blau – enthält Spuren an Eisen(II,III)-Ionen und Titan(IV)-Ionen). [5]

Laterite (lat. later = Ziegelstein) [4]

... sind rote Verwitterungsprodukte feldspat-eisenoxidreicher Gesteine in tropischen und subtropischen Klimazonen.

Dabei kommt es zur Anreicherung von Aluminium- oder Eisenverbindungen.

Die eisenoxidreichen Verwitterungsprodukte werden als Laterite i.e.S. bezeichnet, die aluminiumreichen Verwitterungsprodukte sind Bauxite.

Mineralien [1, 3]

... sind einheitliche (homogene), in der Regel kristalline Stoffe von meist einheitlicher Zusammensetzung. Sie sind auf natürlichem Wege in der festen Erdkruste entstanden. Dazu zählen alle gediegenen festen Elemente (z.B. Schwefel und Gold) und alle stöchiometrisch aufgebauten festen anorganischen Verbindungen (z.B. Natriumchlorid, Quarz (Bergkristall) und Eisendisulfid (Pyrit)). Organische Verbindungen (z.B. Kohle) zählen nicht zu den Mineralien.

Tone [1, 3]

... sind Gesteine aus winzig kleinen Tonmineralien. Sie entstanden durch die Verwitterung von feldspathaltigen Gesteinen.

Reiner Ton ist weiß gefärbt (Kaolin), mit Eisenverbindungen verunreinigter Ton rötlich und mit Humus verunreinigter Ton schwärzlich gefärbt.

z.B.: Aus Kalifeldspat ($\text{K[AlSi}_3\text{O}_8] = (\text{K}_2\text{O} \bullet \text{Al}_2\text{O}_3 \bullet 6\text{SiO}_2)$) entstand Kaolin ($\text{Al}_2\text{O}_3 \bullet 2\text{SiO}_2 \bullet 2\text{H}_2\text{O}$), wobei durch die Verwitterungsprozesse Kalium und ein Teil des Siliciumdioxids aus dem Feldspat abgeführt und Wasser eingelagert wird.

Arbeitsblatt 2

Ergänzende Information

Tonerde [1]

... ist eine Bezeichnung für Aluminiumoxid.

Mitte des 18. Jahrhunderts hat Marggraf verschiedene Tone und Alaun untersucht und einen gemeinsamen Bestandteil gefunden, den er als Alaunerde bezeichnet hat. Später wurde dieser Begriff durch die Bezeichnung Tonerde ersetzt. U.a. Wöhler hat dann die Tonerde als Aluminiumoxid identifiziert. Trotzdem wurde der Begriff bis heute beibehalten.

abgeleitete Begriffe: **Tonerdehydrat** = Aluminiumhydroxid



Tonerdesilikate = Kaolin und Alumosilikate



Tonminerale [1, 3]

... sind Mineralien, welche das Gestein Ton bilden.

Chemisch gesehen handelt es sich um Alumosilikate, welche Schichten bilden.

Es gibt verschiedene Gruppen von Tonmineralien (z.B. Kaolin, Illit und Montmorillonit).

Arbeitsblatt 3
Aufgabe
Eisenerz und Aluminium

Aufgabe:

Fülle die Lücken des Textes sinnvoll mit den passenden Fachbegriffen!

Aluminium (Al) kommt in der Natur nicht als vor, sondern immer in

Ähnlich ist es beim Eisen (Fe), auch dieses Element kommt in der Natur nicht in reiner vor, sondern als chemische

Beide müssen aufbereitet werden, damit sie in der genutzt werden können.

Sowohl Stahl als auch müssen technisch aufbereitet werden um den hohen-grad zu erlangen.

Wörter für die Lücken:

| | | | |
|--------------|---------------|-----------|-----------|
| Element | Verbindung | Form | Stoffe |
| Verbindungen | Metalltechnik | Aluminium | Qualitäts |

Arbeitsblatt 3

Lösung

Aufgabe:

Fülle die Lücken des Textes sinnvoll mit den passenden Fachbegriffen!

Aluminium (Al) kommt in der Natur nicht als ...ELEMENT..... vor, sondern immer in ..VERBINDUNGEN.....

Ähnlich ist es beim Eisen (Fe), auch dieses Element kommt in der Natur nicht in reiner ...FORM..... vor, sondern als chemische ...VERBINDUNG.....

Beide ..STOFFE..... müssen aufbereitet werden, damit sie in der ...METALLTECHNIK..... genutzt werden können.

Sowohl Stahl als auch ...ALUMINIUM.. müssen technisch aufbereitet werden um den hohenQUALITÄTS..-grad zu erlangen.

Wörter für die Lücken:

| | | | |
|--------------|---------------|-----------|-----------|
| Element | Verbindung | Form | Stoffe |
| Verbindungen | Metalltechnik | Aluminium | Qualitäts |

Ergänzender Hinweis:

Für eine Leistungsdifferenzierung innerhalb der Lerngruppe sollten für gute Auszubildende die Wörter für die Lücken nicht angegeben werden.

Arbeitsblatt 4

Aufgabe

Gesucht wird: Bezeichnung für "Aluminiumerz"

- (1) Verfahren zum Abbau des "Aluminiumerzes"
- (2) Symbol für Aluminium
- (3) Hauptbestandteil des "Aluminiumerzes"
- (4) Erster Abbauort des "Aluminiumerzes"
- (5) Erfinder der fabrikmäßigen Aluminiumdarstellung
- (6) Verfahren zur Aluminiumgewinnung

Arbeitsblatt 4
Lösung

Gesucht wird: Bezeichnung für "Aluminiumerz"

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|-----|-----|-----|
| | | | | | T | A | G | E | B | A | U | | | (1) | | |
| | | | | | | | | | A | L | | | | (2) | | |
| A | L | U | M | I | N | I | | | U | M | O | X | I | D | (3) | |
| | | L | E | S | B | A | U | | X | | | | | | (4) | |
| | | | | | D | E | V | | I | L | L | E | | | (5) | |
| | | | | | E | L | E | K | T | R | O | L | Y | S | E | (6) |

- (1) Verfahren zum Abbau des "Aluminiumerzes"
- (2) Symbol für Aluminium
- (3) Hauptbestandteil des "Aluminiumerzes"
- (4) Erster Abbauort des "Aluminiumerzes"
- (5) Erfinder der fabrikmäßigen Aluminiumdarstellung
- (6) Verfahren zur Aluminiumgewinnung

Arbeitsblatt 5

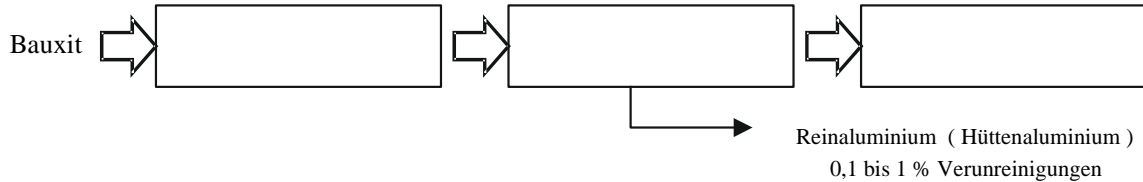
Aufgabe

Aluminiumgewinnung

Ausgangsmaterial für die Aluminiumerzeugung ist das _____ .

Bauxit ist ein Verwitterungsprodukt aus Kalk und Silikatgestein, dessen Gehalt an Aluminiumoxid (Al_2O_3) häufig über 50 % liegt. Bauxit wird überwiegend in den Ländern Australien, Westafrika und Brasilien im Tagebau gewonnen.

Übersicht über die Aluminiumgewinnung :



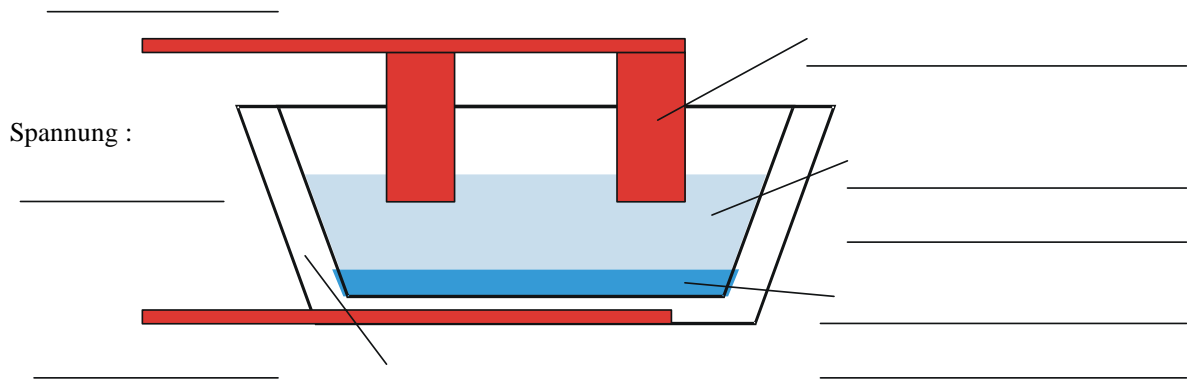
I) Aufbereitung

Warum ist es nötig das Bauxit vor der Reduktion aufzubereiten und welcher Stoff wird gewonnen ?

II) Reduktion

Die Reduktion von Aluminiumoxid zu Aluminium erfolgt durch die _____ .

Aluminium Elektrolysezelle :



Warum sammelt sich das Reinaluminium auf dem Boden der Graphitwanne?

Arbeitsblatt 5

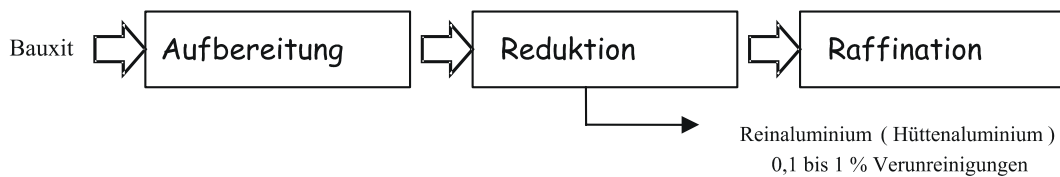
Lösung

Aluminiumgewinnung

Ausgangsmaterial für die Aluminiumerzeugung ist das Bauxit .

Bauxit ist ein Verwitterungsprodukt aus Kalk und Silikatgestein , dessen Gehalt an Aluminiumoxid (Al_2O_3) häufig über 50 % liegt. Bauxit wird überwiegend in den Ländern Australien, Westafrika und Brasilien im Tagebau gewonnen.

Übersicht über die Aluminiumgewinnung :



I) Aufbereitung

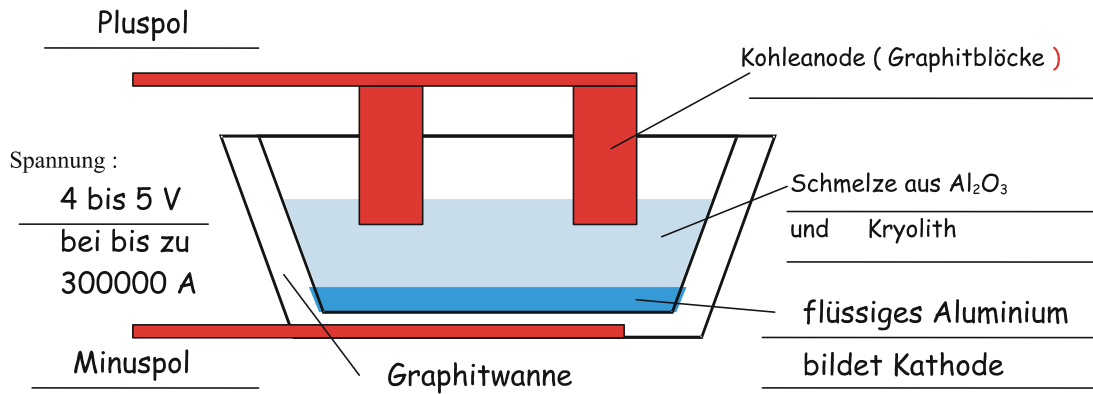
Warum ist es nötig das Bauxit vor der Reduktion aufzubereiten und welcher Stoff wird gewonnen ?

Bauxit ist ein Gemenge aus verschiedenen Stoffen ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, SiO_2 , Fe_2O_3 ; TiO_2 u. a.)

Für die Reduktion muss aus dem Bauxit Aluminiumoxid gewonnen werden.

II) Reduktion Die Reduktion von Aluminiumoxid zu Aluminium erfolgt durch die Schmelzflusselektrolyse.

Aluminium Elektrolysezelle :



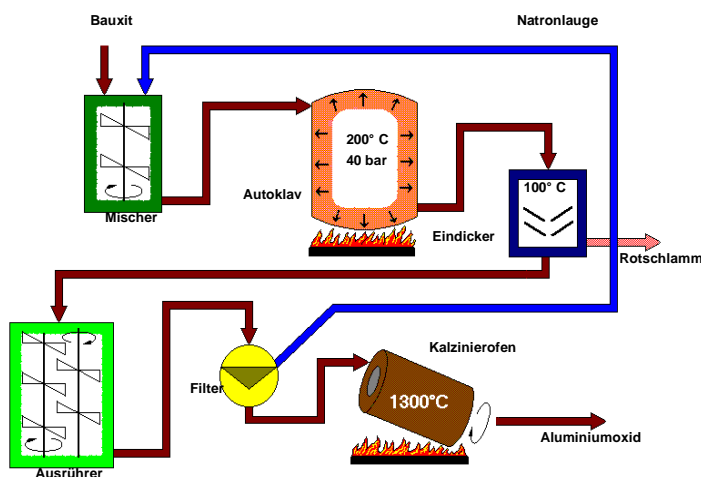
Warum sammelt sich das Reinaluminium auf dem Boden der Graphitwanne ?

Das reduzierte Reinaluminium ist schwerer als die Al_2O_3 - Kryolith -Schmelze und sinkt nach unten.

Vom Bauxit zum Aluminiumoxid – Das BAYER-Verfahren

Aluminium wird großtechnisch in einem zweistufigen Prozess erzeugt: Im ersten Schritt – dem sogenannten BAYER-Prozess – wird aus dem Bauxit unter Druck und Hitze Aluminiumhydroxid ($\text{Al}(\text{OH})_3$) extrahiert, das anschließend durch Glühen zu Aluminiumoxid (Al_2O_3) gebrannt wird.

Das BAYER-Verfahren



Bei dieser ersten Verfahrensstufe (BAYER-Prozess) fällt als Reststoff Rotschlamm an. Pro Tonne gebildetem Aluminiumoxid entstehen 700 Kilogramm Rotschlamm mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 40 – 50 %. Rotschlamm enthält die nicht gelösten Bestandteile von Bauxit. Im Wesentlichen sind es oxidische Eisen- und Titanminerale. Daneben enthält er noch Reste ungelöster Aluminiumverbindungen sowie die im BAYER-Prozess gebildeten Natrium-Aluminium-Silikate. Die charakteristische rote Farbe entsteht durch den hohen Gehalt an Eisen(III)-oxid.

Arbeitsblatt 5a

Informationen

Der Rotschlamm wird nach Trennung vom Aluminiumhydroxid aufbereitet:

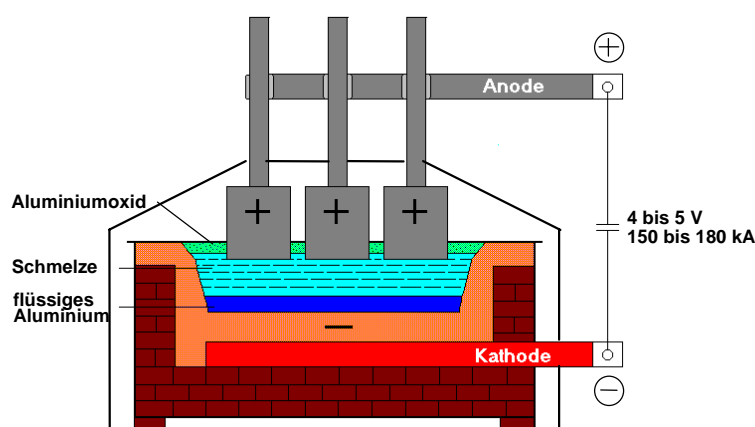
- Die Natronlauge wird in einem effizienten Kreislauf wieder verwendet.
- Die Erzurückstände enthalten, abgesehen vom Restalkaligehalt, keine weiteren industriellen Zusätze und können umweltneutral deponiert werden.

Nach Erreichen ihrer Kapazitätsgrenzen können Rotschlamm-deponien rekultiviert werden. Dazu ist eine Vorbehandlung des Rotschlammes z. B. mit Gips erforderlich, um den pH-Wert der Deponien zu reduzieren.

3.3.4. Vom Aluminiumoxid zum Aluminium – Die Schmelzflusselektrolyse

Aluminiumoxid ist Ausgangsprodukt für den zweiten Schritt bei der Aluminiumgewinnung, die Schmelzflusselektrolyse. Hier wird eine Schmelze aus Tonerde (Al_2O_3) und dem Flussmittel Kryolith mit Hilfe von elektrischem Strom in flüssiges Aluminium und Sauerstoff zerlegt.

Die Elektrolyse-Zelle



Arbeitsblatt 6

Aufgabe

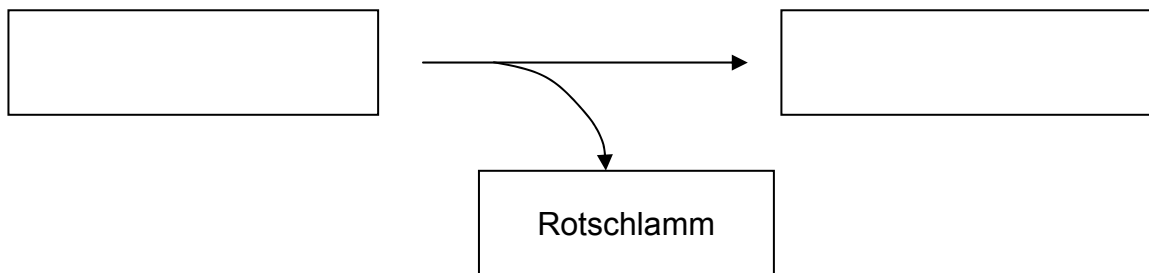
Rotschlamm

– Reststoff bei der Aluminiumgewinnung –

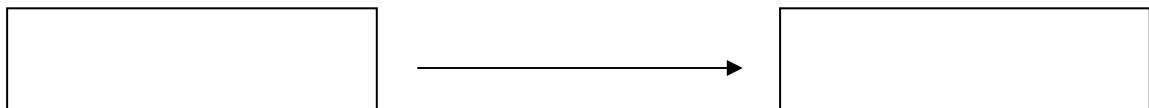
- 1.) Rotschlamm fällt bei der ersten Verfahrensstufe der Aluminiumgewinnung an, bei der Aluminiumoxid aus Bauxit gewonnen wird. Aus diesem Zwischenprodukt erhält man in einem zweiten Verfahrensschritt auf elektrolytischem Wege das Leichtmetall Aluminium.

Nenne die Ausgangsstoffe und Reaktionsprodukte der beiden Verfahrensschritte der Aluminiumgewinnung, trage diese in die entsprechenden Kästen ein!

1. Stufe der Aluminiumgewinnung



2. Stufe der Aluminiumgewinnung



- 2.) Nenne die Bestandteile von Bauxit! Nutze das Glossar!

.....
.....

- 3.) Äußere eine Vermutung, warum der Reststoff der ersten Phase der Aluminiumgewinnung die Bezeichnung "Rotschlamm" trägt! Aus welchem Bestandteil besteht er vor allem?

.....

Arbeitsblatt 6

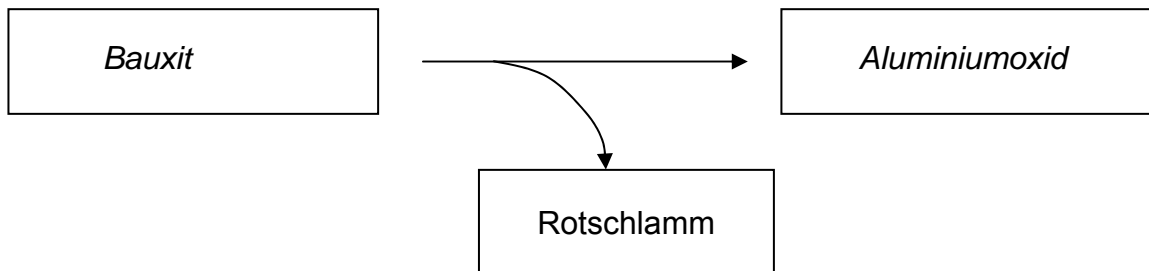
Lösung

Rotschlamm

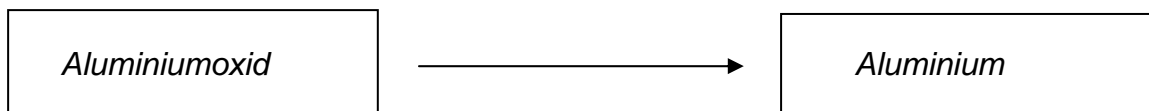
- 1.) Rotschlamm fällt bei der ersten Verfahrensstufe der Aluminiumgewinnung an, bei der Aluminiumoxid aus Bauxit gewonnen wird. Aus diesem Zwischenprodukt erhält man in einem zweiten Verfahrensschritt auf elektrolytischem Wege das Leichtmetall Aluminium.

Nenne die Ausgangsstoffe und Reaktionsprodukte der beiden Verfahrensschritte der Aluminiumgewinnung, trage diese in die entsprechenden Kästen ein!

1. Stufe der Aluminiumgewinnung



2. Stufe der Aluminiumgewinnung



- 2.) Nenne die Bestandteile von Bauxit! Nutze das Glossar!

Bauxit besteht aus Aluminiumoxid, Eisenoxid, Siliciumdioxid, Titandioxid und Wasser.

- 3.) Äußere eine Vermutung, warum der Reststoff der ersten Phase der Aluminiumgewinnung die Bezeichnung "Rotschlamm" trägt! Aus welchem Bestandteil besteht er vor allem?

Die Bezeichnung "Rotschlamm" leitet sich von der roten Farbe des Reststoffes ab. Rotschlamm enthält die nicht gelösten Bestandteile des Bauxits. Im Wesentlichen handelt es sich um das farbgebende Eisen(III)-oxid.

Arbeitsblatt 7

Aufgabe

Die Gebrauchsmetalle

Nenne mindestens eine Verwendungsmöglichkeit für jedes Metall!

Aluminium

Blei

Eisen

Gold

Kupfer

Platin

Silber

Wolfram

Zink

Zinn

Schätze, seit wann diese Gebrauchsmetalle bekannt sind und ordne sie in der zeitlichen Reihenfolge an!

Aluminium

Blei

Eisen

Gold

Kupfer

Platin

Silber

Wolfram

Zink

Zinn

Arbeitsblatt 7

Lösung

Die Gebrauchsmetalle

Nenne mindestens eine Verwendungsmöglichkeit für jedes Metall!

| | |
|-----------|---|
| Aluminium | <i>Grillfolie, Aluminiumleiter, Dachdeckungen</i> |
| Blei | <i>Bestandteil der Autobatterie, Fensterabdichtung</i> |
| Eisen | <i>Brücken, Stahlbau, Werkzeug</i> |
| Gold | <i>Schmuck, Zahntechnik</i> |
| Kupfer | <i>Leitungsmaterial in Elektroindustrie, Leitungsrohre, Dachrinnen, Dachdeckungen</i> |
| Platin | <i>Katalysator in chemischer Industrie, Schmuck</i> |
| Silber | <i>Schmuck, Münzmetall, Hartlote</i> |
| Wolfram | <i>Glühdraht in Glühbirne, Dauerelektrode beim WIG-Schweißen</i> |
| Zink | <i>Dachrinnen, Verzinkung als Korrosionsschutz</i> |
| Zinn | <i>Zinnteller und -becher, Weichlote</i> |

Schätze, seit wann diese Gebrauchsmetalle bekannt sind und ordne sie in der zeitlichen Reihenfolge an [8]!

| | |
|-----------|---|
| Gold | <i>5000 v.Chr. Ägypten</i> |
| Kupfer | <i>5000 v. Chr. Ägypten</i> |
| Zinn | <i>3000 v. Chr. Ägypten, Babylonien</i> |
| Blei | <i>3000 v. Chr. Babylonien</i> |
| Silber | <i>2900 v. Chr. Babylonien</i> |
| Eisen | <i>2000 v. Chr. Babylonien</i> |
| Zink | <i>1100 v. Chr. Indien</i> |
| Platin | <i>1736 in Kolumbien</i> |
| Wolfram | <i>1774 von Scheele entdeckt</i> |
| Aluminium | <i>1827 von Wöhler dargestellt</i> |

Arbeitsblatt 8

Aufgabe

Weiterverarbeitung von Aluminium

Aufgabe 1: Hüttenaluminium

Was wird in der Industrie Primäraluminium genannt?

Welchen Reinheitsgrad hat es ?

Aufgabe 2:

Wofür ist dieses Primäraluminium Ausgangswerkstoff ?

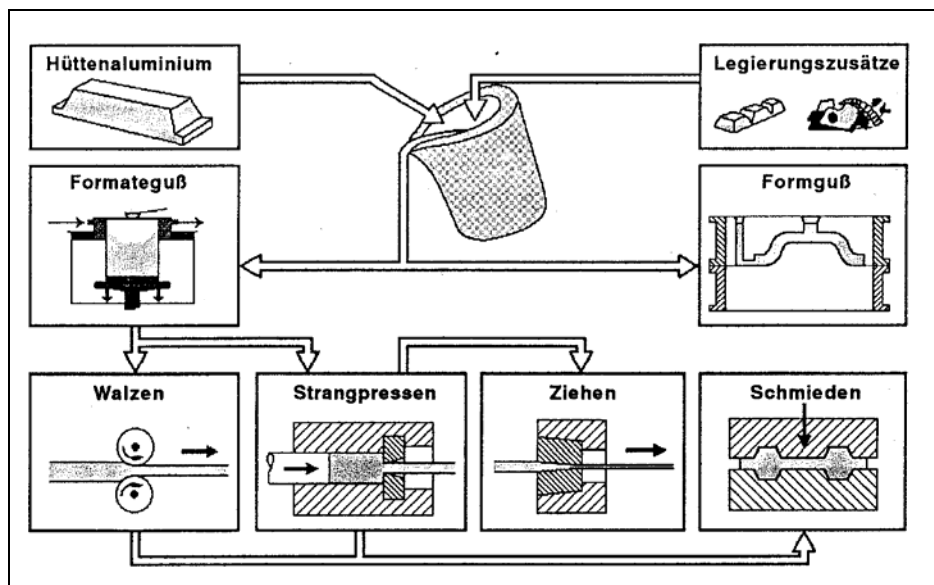


Bild 1: Herstellung von Aluminiumhalbzeug und Guss

Arbeitsblatt 8 Lösung

Weiterverarbeitung von Aluminium

Aufgabe 1: Hüttenaluminium

Was wird in der Industrie Primäraluminium genannt?

das in der Elektrolyse hergestellte Aluminium

Welchen Reinheitsgrad hat es ?

Reinheitsgrad 99,7 % Massenanteil Aluminium

Aufgabe 2:

Wofür ist dieses Primäraluminium Ausgangswerkstoff ?

Für die Herstellung von Halbzeugen aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen z.B. Bleche, Bänder, Rohre, Profile.

Als Basis für Gusslegierungen z.B. Automobilherstellung – Formteile PKW-Räder

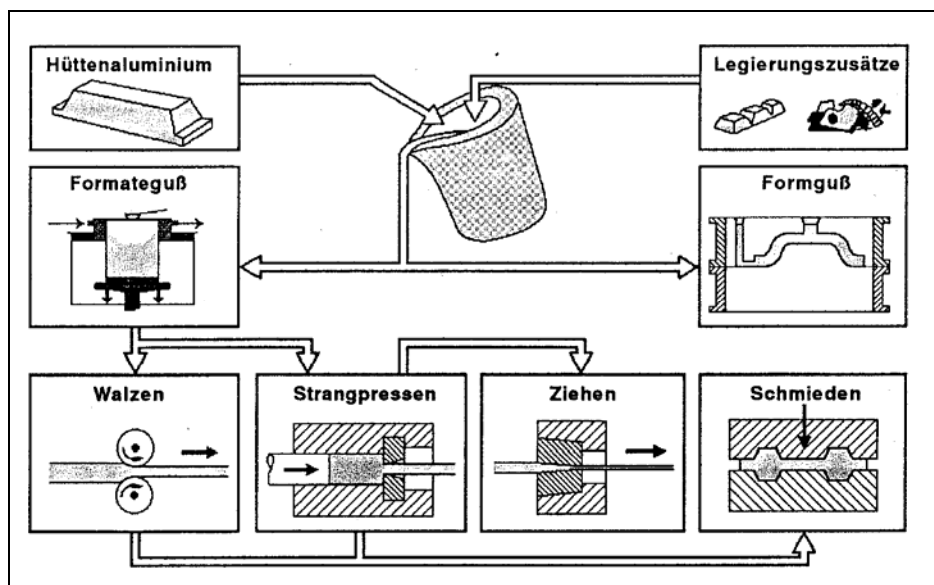


Bild 1: Herstellung von Aluminiumhalbzeug und Guss

Erklärende Beispiele: Aluminiumkoffer im Unterricht

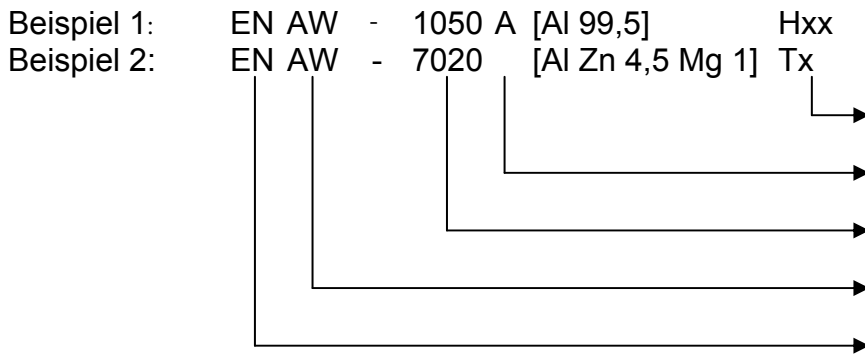
Arbeitsblatt 9

Aufgabe

Normung von Aluminiumlegierungen

Aufgabe 1:

Die Kurzbezeichnungen von Aluminiumwerkstoffen sind genormt.
Was bedeuten die einzelnen Bezeichnungsbausteine allgemein?



Aufgabe 2:

Suche für die Beispiele folgende Angaben aus dem Tabellenbuch heraus:

- das bisherige Kurzzeichen,
- den Werkstoffzustand,
- die Zugfestigkeit,
- die Verwendung.

Aufgabe 3:

Suche mit Hilfe des Tabellenbuches jeweils ein Bezeichnungsbeispiel für eine Aluminium-Knetlegierung und eine Aluminium-Gusslegierung heraus!

Gebe die Verwendungszwecke (Einsatzmöglichkeiten) deiner ausgewählten Beispiele an!

Was bedeuten die Buchstaben und Ziffern bei deinen ausgewählten Beispielen?

Zusatzaufgaben:

(a) In welcher Materialdicke sind Aluminiumfolien lieferbar?

(b) Aus welchem Werkstoff sind Aluminiumprofile?

(c) Gib ein Beispiel für ein T- und ein U-Profil an!

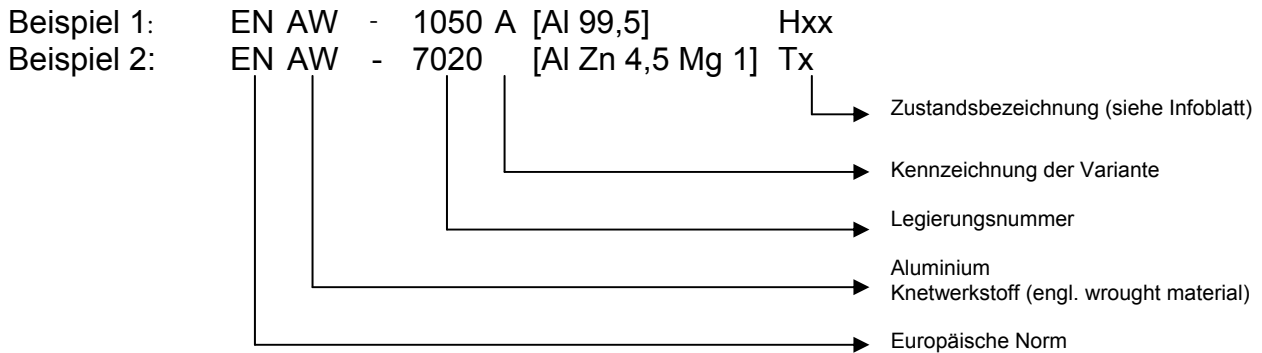
Arbeitsblatt 9

Lösung

Normung von Aluminiumlegierungen

Aufgabe 1:

Die Kurzbezeichnungen von Aluminiumwerkstoffen sind genormt.
Was bedeuten die einzelnen Bezeichnungsbausteine allgemein?



Aufgabe 2:

Suche für die Beispiele folgende Angaben aus dem Tabellenbuch heraus:

- das bisherige Kurzzeichen,
- den Werkstoffzustand,
- die Zugfestigkeit,
- die Verwendung.

Lösungen im Tabellenbuch (z.B. Tiedt, Giesecke: Stahl- und Metallbau Tabellen, Westermann, 1. Auflage 2003, S. 138-139)

Aufgabe 3:

Suche mit Hilfe des Tabellenbuches jeweils ein Bezeichnungsbeispiel für eine Aluminium-Knetlegierung und eine Aluminium-Gusslegierung heraus!

Gebe die Verwendungszwecke (Einsatzmöglichkeiten) deiner ausgewählten Beispiele an!
Was bedeuten die Buchstaben und Ziffern bei deinen ausgewählten Beispielen?

z.B.

Knetlegierung: ENAW-7020 (oder AlZn 4,5 Mg 1) alte Bezeichnung AlZn 4,5 Mg 1

Verwendungszweck: Schweißkonstruktionen Maschinen-/Fahrzeugbau

Gusslegierung: ENAC-44200 (oder AlSi 12) alte Bezeichnung G-AC Si12

Dünnwandige druck- und schwingungsfeste Gussstücke

Zusatzaufgaben:

(a) In welcher Materialdicke sind Aluminiumfolien lieferbar?

Dicke t in mm von 0,005 – 0,2

(b) Aus welchem Werkstoff sind Aluminiumprofile?

Strangpressprofile aus Aluminium-Knetlegierungen

(c) Gib ein Beispiel für ein T- und ein U-Profil an!

Lösung z.B. Westermann Tabellenbuch S. 172

Arbeitsblatt 10

Aufgabe

Eigenschaften und Verwendungsbeispiele

Arbeitsaufgabe:

Versucht nun die folgenden Fragen mit Hilfe von Tabellenbuch/Fachbuch zu beantworten!

Die Dichte von Aluminium beträgt: _____. Wenn 1 cm³ Stahl 7,85 g wiegt, wie schwer ist ein gleich großes Bauteil aus Aluminium? _____

Aluminium ist korrosionsbeständig, weil es auf der Oberfläche _____ eine dünne aber dichte und fest haftende _____ bildet.

Ordnet den Umformverfahren jeweils ein Anwendungsbeispiel zu!

| | |
|---------------|--|
| Strangpressen | |
| Tiefziehen | |
| Kaltwalzen | |
| Warmwalzen | |

Die Wärmeleitfähigkeit ist _____ so hoch wie die von Stahl. Die elektrische Leitfähigkeit gleichschwerer Leiter ist _____ so groß wie diejenige von Kupfer.

Die Wärmedehnung von Aluminium ist _____ so _____ wie die von Stahl. Dies ist wichtig bei _____.

Arbeitsblatt 10

Lösung

Eigenschaften und Verwendungsbeispiele

Arbeitsaufgabe:

Versucht nun die folgenden Fragen mit Hilfe von Tabellenbuch/Fachbuch zu beantworten!

Die Dichte von Aluminium beträgt: *etwa 1/3 der Dichte von Stahl (2,7g/cm³)*. Wenn 1 cm³ Stahl 7,85 g wiegt, wie schwer ist ein gleich großes Bauteil aus Aluminium?

Etwa 2,6 g

Aluminium ist korrosionsbeständig, weil es auf der Oberfläche ____ *von selbst* ____ eine dünne aber dicht und fest haftende ____ *Oxidschicht* ____ bildet.

Ordnet den Umformverfahren jeweils ein Anwendungsbeispiel zu!

| | |
|---------------|---|
| Strangpressen | <i>Fensterprofil</i> |
| Tiefziehen | <i>Marmeladenbecher</i> |
| Kaltwalzen | <i>Aluminiumfolie</i> |
| Warmwalzen | <i>Bleche für Tanks, Silos, Schiffe</i> |

Die Wärmeleitfähigkeit ist *viermal* so hoch wie die von Stahl. Die elektrische Leitfähigkeit gleichschwerer Leiter ist *etwa doppelt* so groß wie diejenige von Kupfer.

Die Wärmedehnung von Aluminium ist ____ *doppelt* ____ so ____ *groß* ____ wie die von Stahl. Dies ist wichtig bei ____ *Mischkonstruktionen* ____.

Arbeitsblatt 11a
Aufgabe

Aluminium und Aluminiumlegierungen

Aluminiumgewinnung

Warum kann Aluminium nur mit großem Energieaufwand gewonnen werden?

Was ist das Ausgangsmaterial für die Aluminiumerzeugung ?

Eigenschaften

Gebt bitte zahlenmäßig oder mit einem Stichwort (gut – schlecht bzw. groß – gering) die folgenden Eigenschaften von Aluminium an.

| <i>Eigenschaft</i> | |
|--------------------------------|--|
| Dichte | |
| Zerspanbarkeit | |
| Dehnbarkeit / Umformbarkeit | |
| Wärmeleitfähigkeit | |
| Korrosionsbeständigkeit | |
| Elektrische Leitfähigkeit | |
| Festigkeit | |
| Schmelzpunkt | |
| Gittertyp | |

Arbeitsblatt 11b
Aufgabe

Aluminium und Aluminiumlegierungen

Aluminiumlegierungen

Wozu dient das Legieren von Aluminium in erster Linie ?

Legieren von Al erhöht a) _____ b) _____

Mit welchen Metallen (chemische Kurzzeichen) wird Al hauptsächlich legiert?

a) _____ b) _____ c) _____ d) _____
e) _____

Warum nennt man die Legierungen Aluminiumknetlegierungen ?

Was besagt folgende Normbezeichnung (Aluminiumknetlegierung) ?

Al Mg3 H14

Verwendung

Notiert Verwendungsbeispiele und Begründung!

| <i>Verwendungsbeispiele</i> | <i>Begründung</i> |
|-----------------------------|-------------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Arbeitsblatt 11a
Lösung

Aluminium und Aluminiumlegierungen

Aluminiumgewinnung

Warum kann Aluminium nur mit großem Energieaufwand gewonnen werden?
Aluminium kommt in der Natur nur in Form fester chemischer Verbindungen vor. Diese starken Verbindungen zu lösen, erfordert die hohe Energie.

Was ist das Ausgangsmaterial für die Aluminiumerzeugung ?

Das Mineralgemenge Bauxit

Eigenschaften

Gebt bitte zahlenmäßig oder mit einem Stichwort (gut – schlecht bzw. groß – gering) die folgenden Eigenschaften von Aluminium an.

| <i>Eigenschaft</i> | |
|--------------------------------|--|
| Dichte | 2,7 g/cm ³ <i>gering</i> |
| Zerspanbarkeit | <i>gut</i> |
| Dehnbarkeit / Umformbarkeit | <i>Sehr gut</i> |
| Wärmeleitfähigkeit | <i>gut</i> |
| Korrosionsbeständigkeit | <i>Sehr gut</i> |
| Elektrische Leitfähigkeit | <i>gut</i> |
| Festigkeit | <i>gering</i> |
| Schmelzpunkt | 660 °C |
| Gittertyp | <i>Kubisch-flächenzentriert</i> |

Arbeitsblatt 11b

Lösung

Aluminium und Aluminiumlegierungen

Aluminiumlegierungen

Wozu dient das Legieren von Aluminium in erster Linie ?

Legieren von Al erhöht a) *Festigkeit* b) *Härte*

Mit welchen Metallen (chemische Kurzzeichen) wird Al hauptsächlich legiert?

- a) *Mg (Magnesium)* b) *Si (Silizium)* c) *Cu (Kupfer)* d) *Zn (Zink)*
e) *Mn (Mangan)*

Warum nennt man die Legierungen Aluminiumknetlegierungen ?

Die Legierungen werden durch Warmumformen (Walzen, Strangpressen) durchgeknetet, deshalb nennt man sie Aluminiumknetlegierungen.

Was besagt folgende Normbezeichnung (Aluminiumknetlegierung) ?

Al Mg3 H14

Al als Grundmetall, Mg - Magnesium als Legierungselement (3 Gew. %), H14 – durch Umformen kaltverfestigt, halbhart

Verwendung

Notiert Verwendungsbeispiele und Begründung!

| Verwendungsbeispiele | Begründung |
|---|---|
| Gewichtersparnis (Flugzeugbau, Kfz-Bau, Leitern) | <i>weil großer Abstand der Atome im Gitter, kleine Masse eines Atomes</i> |
| Drehen, fräsen, bohren | |
| Walzen (Feinstbleche, Folien, Tuben) ziehen, pressen | <i>weil kubisch-flächenzentriertes Gitter</i> |
| Motorenbau (Motorblöcke), Kochgeschirre, Heizkörper | <i>weil viele freie Elektronen</i> |
| Bedachungen, Behälter, Rohrleitungen, Schiffswände | |
| Stromführende Teile in Elektrogeräten, Stromschienen, Überlandleitungen | <i>weil viele freie Elektronen</i> |

Arbeitsblatt 12
Aufgabe

Die physikalischen Eigenschaften von Aluminium

Aufgabe:

Nenne alle dir bekannten physikalischen Eigenschaften von Aluminium!
Leite zu jeder Eigenschaft mindestens eine Verwendungsmöglichkeit ab!

| <i>Eigenschaften</i> | <i>Verwendungsmöglichkeiten</i> |
|-----------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Arbeitsblatt 12
Lösung

Die physikalischen Eigenschaften von Aluminium

Aufgabe:

Nenne alle dir bekannten physikalischen Eigenschaften von Aluminium!
Leite zu jeder Eigenschaft mindestens eine Verwendungsmöglichkeit ab!

| <i>Eigenschaften</i> | <i>Verwendungsmöglichkeiten</i> |
|--------------------------------------|---|
| <i>Spezifisches Gewicht</i> | <i>Luftfahrt, Nutzfahrzeuge (PKW, Schifffahrt), Lebensmittelverpackungen (Dosen), Träger für Sonnenkollektoren, Fensterbau, Türen</i> |
| <i>Elektrische Leitfähigkeit</i> | <i>Aluminium-Freileitungen (Überland-Fernleitungen)</i> |
| <i>Wärmeleitfähigkeit</i> | <i>Menüschalen für Fertiggerichte zum Erhitzen, Kochtöpfe, Wärmetauscher</i> |
| <i>Metallischer Glanz</i> | <i>Effektpigmente für Lacke und Verpackungen, Möbel und Designobjekte</i> |
| <i>Verformbarkeit</i> | <i>Aluminiumfolie, Tuben</i> |
| <i>Korrosions- beständigkeit</i> | <i>Dächer, Fassaden, Schiffbau</i> |

Arbeitsblatt 12a

Versuche

Eigenschaften verschiedener Metalle

Aufgabe:

Führe in Partner- oder Gruppenarbeit folgende Versuche durch, um die physikalischen Eigenschaften verschiedener Metalle herauszufinden!

- Versuch zur Rückprallhärte (Kugel im Glasröhrchen)
- Biegeversuche: Anzahl der Biegungen bis zum Bruch
- Klangprobe
- Ritzprobe
- Zugversuch

Schreibe die experimentell ermittelten Werte in die Tabelle auf Arbeitsblatt 12b!

Materialproben:

- Stahl
- Niro
- Blei
- Kupfer
- Aluminium
- Messing
- Zink

Arbeitsblatt 12b

Versuche

Eigenschaften verschiedener Metalle

Beurteilung der Rangfolge anhand von Materialproben

| Werkstoff | | Allgemeiner Eindruck | | Härte | | Zugfestigkeit $\sigma = F / A$ | Elastizität/Plastizität | Schmelztemperatur | Dichte |
|-----------|-------------|----------------------|-------|-----------|---------------------|--|---|-------------------|---------------------------------|
| Name | Kurzzeichen | Farbe | Klang | Ritzhärte | Rückprallhärte (cm) | Kraft Fläche Zugfestigkeit F A σ | Biegprobe Anzahl Biegungen bis zum Bruch | Wärmeprobe | $\rho = \dots / \text{kg/dm}^3$ |
| Stahl | | | | | | $F = \dots \text{ N}$ $A = \dots \text{ mm}^2$ $\sigma = \dots \text{ N/mm}^2$ | | | |
| Niro | | | | | | $F = \dots \text{ N}$ $A = \dots \text{ mm}^2$ $\sigma = \dots \text{ N/mm}^2$ | | | |
| Blei | | | | | | $F = \dots \text{ N}$ $A = \dots \text{ mm}^2$ $\sigma = \dots \text{ N/mm}^2$ | | | |
| Kupfer | | | | | | $F = \dots \text{ N}$ $A = \dots \text{ mm}^2$ $\sigma = \dots \text{ N/mm}^2$ | | | |
| Aluminium | | | | | | $F = \dots \text{ N}$ $A = \dots \text{ mm}^2$ $\sigma = \dots \text{ N/mm}^2$ | | | |
| Messing | | | | | | $F = \dots \text{ N}$ $A = \dots \text{ mm}^2$ $\sigma = \dots \text{ N/mm}^2$ | | | |
| Zink | | | | | | $F = \dots \text{ N}$ $A = \dots \text{ mm}^2$ $\sigma = \dots \text{ N/mm}^2$ | | | |

Arbeitsblatt 13

Aufgabe

Stoffwerte im Vergleich

Aufgabe 1:

Suche mit Hilfe des Tabellenbuches die Stoffwerte verschiedener Stoffe heraus!

| | <i>Feste Stoffe</i> | <i>Kurzzeichen</i> | <i>Dichte</i> | <i>Schmelzpunkt</i> |
|---|----------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------|
| 1 | Aluminiumoxid | | | |
| 2 | Gusseisen | | | |
| 3 | Hartmetall | | | |
| 4 | Stahl, niedrig legiert | | | |

Aufgabe 2:

Suche mit Hilfe des Tabellenbuches die Stoffwerte verschiedener chemischer Elemente heraus!

| | <i>Element</i> | <i>Symbol</i> | <i>Dichte</i> | <i>Schmelzpunkt</i> | <i>Längenausdehnungs- koeffizient</i> |
|---|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|--|
| 1 | Aluminium | | | | |
| 2 | Eisen | | | | |
| 3 | Kupfer | | | | |
| 4 | Platin | | | | |
| 5 | Titan | | | | |

Aufgabe 3:

Vergleiche die Schmelztemperatur von Aluminium und Aluminiumoxid miteinander!

Welche Auswirkung haben die Schmelztemperaturen in Bezug auf die Verbindungstechnik (z.B. Schweißen, Löten)?

Was spricht für Aluminium als Werkstoff in der Fahrzeug- und Flugzeugtechnik?

Arbeitsblatt 13

Lösung

Stoffwerte im Vergleich

Aufgabe 1:

Suche mit Hilfe des Tabellenbuches die Stoffwerte verschiedener Stoffe heraus!

Lösung aus Westermann, S. 47

| | Feste Stoffe | Kurzzeichen | Dichte [kg/dm³] | Schmelzpunkt [°C] |
|---|------------------------|--------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 1 | Aluminiumoxid | Al_2O_3 | 4,0 | 2050 |
| 2 | Gusseisen | z.B. EN-GJL200 | 7,25 | 1150-1250 |
| 3 | Hartmetall | z.B. HW-P 20 | 11,9 | 2000 |
| 4 | Stahl, niedrig legiert | z.B. 16MnCr5 | 7,85 | 1490 |

Aufgabe 2:

Suche mit Hilfe des Tabellenbuches die Stoffwerte verschiedener chemischer Elemente heraus!

| | Element | Symbol | Dichte [kg/dm³] | Schmelzpunkt [°C] | Längenausdehnungs- koeffizient [1/K] |
|---|----------------|---------------|---------------------------------------|------------------------------|---|
| 1 | Aluminium | Al | 2,7 | 660 | 0,0000239 |
| 2 | Eisen | Fe | 7,87 | 1539 | 0,0000117 |
| 3 | Kupfer | Cu | 8,92 | 1083 | 0,0000165 |
| 4 | Platin | Pt | 21,45 | 1769 | 0,000009 |
| 5 | Titan | Ti | 4,506 | 1677 | 0,0000084 |

Aufgabe 3:

Vergleiche die Schmelztemperatur von Aluminium und Aluminiumoxid miteinander!

Reines Al: 660 °C und Al_2O_3 : = 2050 °C

Welche Auswirkung haben die Schmelztemperaturen in Bezug auf die Verbindungstechnik (z.B. Schweißen, Löten)!

Die Aluminiumoxidschicht hat einen wesentlich höheren Schmelzpunkt als reines Aluminium. Beim Schweißen muss erst die Oxidschicht entfernt werden bevor das Aluminium aufgeschmolzen und verbunden werden kann.

Was spricht für Aluminium als Werkstoff in der Fahrzeug- und Flugzeugtechnik?

leicht, gut zu bearbeiten (Kleben, Nieten, Schweißen), ähnliche teils höhere Festigkeitswerte als Baustahl

Arbeitsblatt 14

Aufgabe

Wärmebehandlung

Um den Einsatzbereich von Aluminium und seinen Legierungen zu erhöhen, kann Aluminium wärmebehandelt werden. Dabei sind die wesentlichen Dinge zu beachten:

Temperatur, Glühdauer, Abschreckbedingungen, Auslagerung.

Aufgabe 1:

Suche mit Hilfe des Tabellenbuches jeweils eine aushärtbare und eine nicht aushärtbare Aluminiumlegierung heraus!

Aushärtbare Aluminiumlegierung:

Nicht aushärtbare Aluminiumlegierung:

Aufgabe 2:

Was ist der Unterschied zwischen Lösungsglühen, Abschrecken und Kaltauslagern bzw. Warmauslagern für Aluminium-Knetlegierungen?

Arbeitsblatt 14

Lösung

Wärmebehandlung

Um den Einsatzbereich von Aluminium und seinen Legierungen zu erhöhen, kann Aluminium wärmebehandelt werden. Dabei sind die wesentlichen Dinge zu beachten:

Temperatur, Glühdauer, Abschreckbedingungen, Auslagerung.

Aufgabe 1:

Suche mit Hilfe des Tabellenbuches jeweils eine aushärtbare und eine nicht aushärtbare Aluminiumlegierung heraus! Schreibe Temperatur und Glühzeit auf!

Aushärtbare Aluminiumlegierung (Aushärten=:

Aluminium-Knetlegierung EN AW-6060 [Al Mg Si]

Temperatur: 525-540 °C

Abschrecken Luft/Wasser, Kaltauslagern bzw. Warmauslagern

Nicht aushärtbare Aluminiumlegierung (Weichglühen):

Aluminium-Knetlegierung EN AW-5754 [Al Mg₃]

Temperatur: 360-380 °C

Glühzeit: 1-2 h

Ofenabkühlung unkontrolliert

Aufgabe 2:

Was ist der Unterschied zwischen Lösungsglühen, Abschrecken und Kaltauslagern bzw. Warmauslagern für Aluminium-Knetlegierungen?

Beim Lösungsglühen werden Fremdatome im Mischkristall gelöst und danach wird abgeschreckt. Das anschließende Kaltauslagern geschieht über einen Zeitraum von 5-8 Tagen bei Raumtemperatur. Beim Warmauslagern beträgt der Zeitraum nur 4-24 Stunden (Auslagerungstemperatur 140-190 °C). Dabei werden die Fremdatome teilweise an den Korngrenzen ausgeschieden, wodurch die Festigkeitssteigerung erzielt wird.

INFO FÜR LEHRER!

Kaltverfestigen von Aluminium

Eine plastische Formänderung durch Kaltwalzen führt zu Versetzungen im Kristallgitter. Durch diese Versetzungen im Kristallaufbau erhöht sich der Umformwiderstand, die Festigkeit wird gesteigert.

Arbeitsblatt 15

Aufgabe

Fügeverfahren in der Aluminiumverarbeitung

Aufgabe 1:

Welche Fügeverfahren, die auch in der Aluminiumverarbeitung eingesetzt werden, kennst Du ?

Aufgabe 2:

Worauf muss beim Fügen von Aluminium mit anderen Werkstoffen (Stahl, Zink, Kupfer etc.) unbedingt geachtet werden? Warum?

Aufgabe 3:

Skizziere eine Schnappverbindung? Nenne einen Einsatzbereich!

Arbeitsblatt 15

Lösung

Fügeverfahren in der Aluminiumverarbeitung

Aufgabe 1:

Welche Fügeverfahren, die auch in der Aluminiumverarbeitung eingesetzt werden, kennst Du ?

Nieten, Schrauben, Umformen, Schnappverbindungen, Clinchen, Kleben

Aufgabe 2:

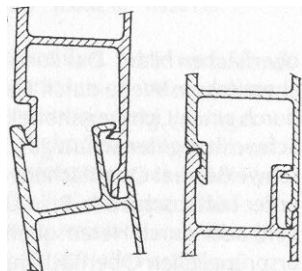
Worauf muss beim Fügen von Aluminium mit anderen Werkstoffen (Stahl, Zink, Kupfer etc.) unbedingt geachtet werden? Warum?

Es kann zu Kontaktkorrosion kommen, daher Trennschicht einbauen oder auf die Verträglichkeit achten.

Aufgabe 3:

Skizziere eine Schnappverbindung? Nenne einen Einsatzbereich!

z.B.



Sie ist typisch für Aluminium-Strangpressprofile, die Federwirkung wird ausgenutzt. Die Verbindung ist meist wieder lösbar. Fassadenbau, Fensterbau etc.

Arbeitsblatt 16

Aufgabe

Schweißen von Aluminium

Grundsätzlich sind Aluminium und Aluminiumlegierungen nach allen bekannten Schweißverfahren schweißbar. In der Technik haben sich durch wirtschaftliche und konstruktive Zwänge einige Schweißverfahren als besonders sinnvoll erwiesen.

Aufgabe 1:

Was ist beim Aluminiumschweißen besonders zu beachten?

Aufgabe 2:

Wo liegen die Schmelzpunkte von Aluminiumoxid und von reinem Aluminium ?

Aufgabe 3:

Was bedeuten die unterschiedlichen Schmelzpunkte für die Schweißpraxis ?

Aufgabe 4:

Was muß der Schweißer machen, damit er Aluminium schweißen kann ?

Aufgabe 5:

Welches Schweißverfahren wird häufig angewendet um Aluminium zu schweißen (in Deinem Betrieb)?

Arbeitsblatt 16

Lösung

Schweißen von Aluminium

Grundsätzlich sind Aluminium und Aluminiumlegierungen nach allen bekannten Schweißverfahren schweißbar. In der Technik haben sich durch wirtschaftliche und konstruktive Zwänge einige Schweißverfahren als besonders sinnvoll erwiesen.

Aufgabe 1:

Was ist beim Aluminiumschweißen besonders zu beachten?

Die natürliche Oxidschicht an der Oberfläche von Aluminiumteilen. Diese muss entfernt werden.

Aufgabe 2:

Wo liegen die Schmelzpunkte von Aluminiumoxid und von reinem Aluminium ?

| | |
|---------------|------------|
| Aluminiumoxid | > 2000 °C |
| Aluminium | ca. 660 °C |

Aufgabe 3:

Was bedeuten die unterschiedlichen Schmelzpunkte für die Schweißpraxis ?

Da die Schweißtemperatur des Metalls deutlich niedriger ist als die Schmelztemperatur der Oxidschicht, muss die Oxidschicht auf andere Weise (chemisch, mechanisch, physikalisch) entfernt werden.

Aufgabe 4:

Was muß der Schweißer machen, damit er Aluminium schweißen kann ?

- *Flussmittel auftragen – Lösen der Oxidschicht*
- *Zerstörung durch Lichtbogeneffekt: Schutzgasschweißen – Sauerstoffentzug*
- *Verdampfen durch energiereiche Strahlung: Laser oder Elektronenstrahl*
- *Zerstörung durch Oberflächenvergrößerung unter Luftabschluss*
- *Verdrängen der Oxidschicht aus der Schweißzone: Pressschweißen – Reibschweißen*

Aufgabe 5:

Welches Schweißverfahren wird häufig angewendet um Aluminium zu schweißen (in Deinem Betrieb)?

Lichtbogen – Schutzgas – Schweißen: WIG und MIG

Lösungen und Erläuterungen in: Aluminium Merkblatt V2 Schweißen von Aluminium

Arbeitsblatt 17

Aufgabe

Oberflächenbehandlung

Um ein Aluminiumwerkstück haltbarer oder schöner zu machen, kann eine Oberflächenbehandlung durchgeführt werden. Dies kann eine mechanische oder eine chemische Oberflächenbehandlung, sowie eine Oberflächenveredelung sein.

Mechanische Oberflächenbehandlung

Nenne vier mechanische Oberflächenbehandlungen und Anforderungen an Werkzeuge/ Hilfsstoffe!

Chemische Oberflächenbehandlung

Die Oberfläche eines Aluminiumbauteils kann auch chemisch behandelt werden. Welche Verfahren zur chemischen Oberflächenbehandlung gibt es?

Oberflächenveredelung

Arbeitsblatt 17

Lösung

Oberflächenbehandlung

Um ein Aluminiumwerkstück haltbarer oder schöner zu machen, kann eine Oberflächenbehandlung durchgeführt werden. Dies kann eine mechanische oder eine chemische Oberflächenbehandlung, sowie eine Oberflächenveredelung sein.

Mechanische Oberflächenbehandlung

Nenne vier mechanische Oberflächenbehandlungen und Anforderungen an Werkzeuge/ Hilfsstoffe!

Schleifen, Bürsten, Polieren, Strahlen

Hilfsstoffe/Werkzeuge müssen Eisen-, Nickel-, Kupferfrei sein (Kontaktkorrosion!).

Chemische Oberflächenbehandlung

Die Oberfläche eines Aluminiumbauteils kann auch chemisch behandelt werden. Welche Verfahren zur chemischen Oberflächenbehandlung gibt es?

Entfetten

Beizen

Ätzen

Chemische Oxidation (Chromatieren, Phosphatieren)

Oberflächenveredelung

Anodische Oxidation (Eloxieren)

Hartanodisieren

Oberflächenveredelung

Beschichten (Lackieren)

Arbeitsblatt 18

Aufgabe

Wortsuchspiel: Eigenschaften von Aluminium

Die Suchbegriffe sind waagerecht und senkrecht vorwärts und rückwärts eingetragen!

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E | W | R | A | B | M | R | O | F | A | C |
| N | N | A | K | H | E | M | H | M | L | B |
| J | E | L | E | K | T | R | I | S | C | H |
| K | Z | I | V | K | A | Z | S | F | L | M |
| U | N | E | D | E | L | I | V | J | N | W |
| N | X | I | L | R | L | E | I | C | H | T |
| W | K | Q | P | R | I | V | E | F | U | D |
| N | E | O | B | T | S | D | S | Q | X | K |
| A | W | U | F | E | C | S | R | B | O | W |
| D | Z | U | R | Z | H | Y | R | C | Q | J |

Suchbegriffe

- Aluminium ist gut ... leitend.
- physikalische Eigenschaft
- physikalische Eigenschaft bezüglich des Gewichts
- Position in der elektrochemischen Spannungsreihe
- Aussehen der Oberfläche

Arbeitsblatt 18

Lösung

Wortsuchspiel: Eigenschaften von Aluminium

Die Suchbegriffe sind waagerecht und senkrecht vorwärts und rückwärts eingetragen!

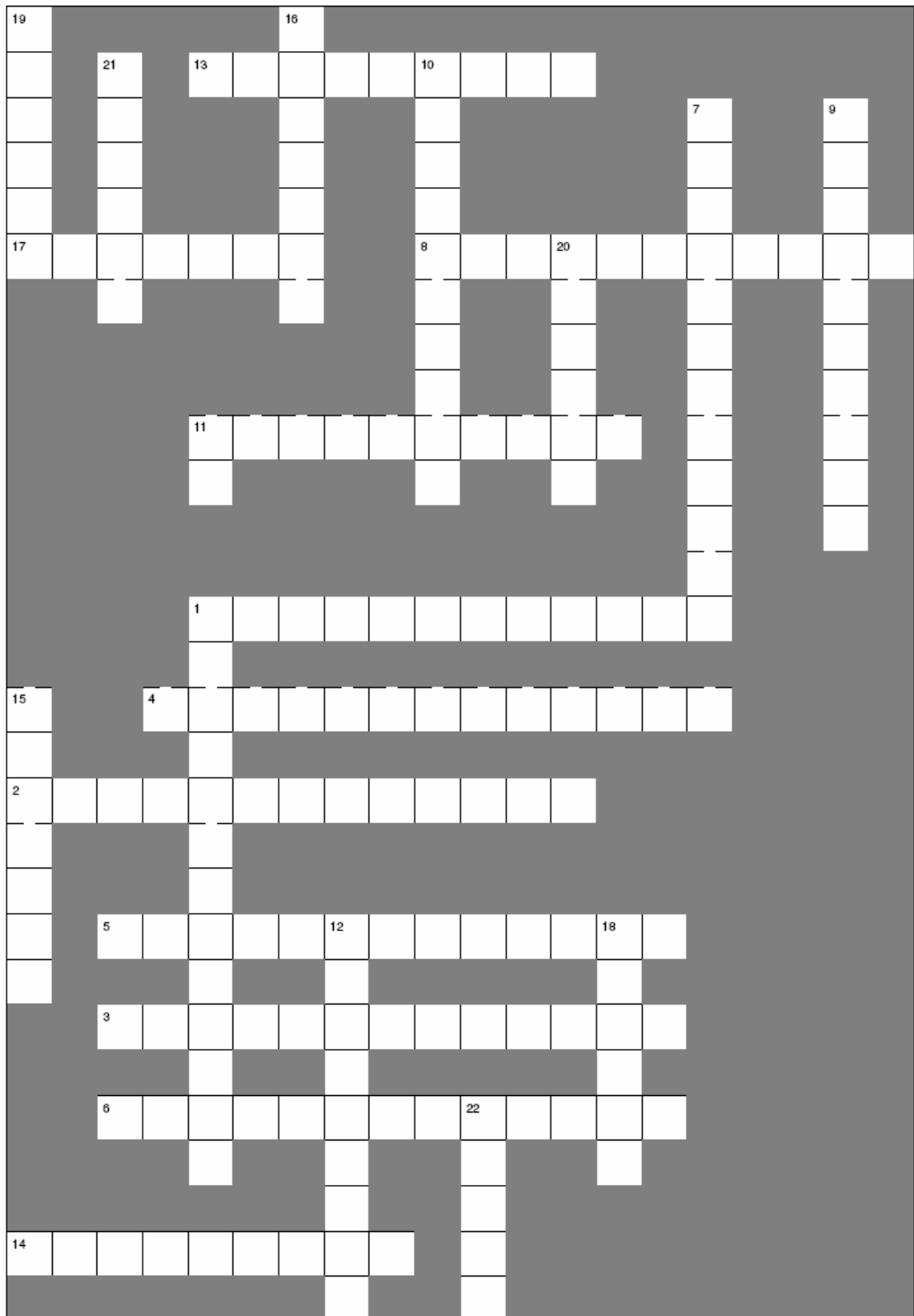
| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E | W | R | A | B | M | R | O | F | A | C |
| N | N | A | K | H | E | M | H | M | L | B |
| J | E | L | E | K | T | R | I | S | C | H |
| K | Z | I | V | K | A | Z | S | F | L | M |
| U | N | E | D | E | L | I | V | J | N | W |
| N | X | I | L | R | L | E | I | C | H | T |
| W | K | Q | P | R | I | V | E | F | U | D |
| N | E | O | B | T | S | D | S | Q | X | K |
| A | W | U | F | E | C | S | R | B | O | W |
| D | Z | U | R | Z | H | Y | R | C | Q | J |

Suchbegriffe

- Aluminium ist gut ... leitend.
- physikalische Eigenschaft
- physikalische Eigenschaft bezüglich des Gewichts
- Position in der elektrochemischen Spannungsreihe
- Aussehen der Oberfläche

Arbeitsblatt 19
Aufgabe

Schwedenrätsel: Aluminium



Arbeitsblatt 19

Aufgabe

Schwedenrätsel: Aluminium

Suchbegriffe

Waagerecht :

- 01 Verfestigung des Gefüges durch ...
- 02 Al-Legierung mit guten Gießeigenschaften
- 03 Verfahren z.B. zur Herstellung von Hohlprofilen
- 04 die Metallverarbeitung betreffend
- 05 Werkstoff mit 99,5% Al
- 06 typische Verwendung von Al-Bauteilen im Metallbau
- 08 Zersetzung durch elektrischen Strom
- 11 Behandlung zur Festigkeitssteigerung
- 13 chem. bzw. elekt.-chem. Zersetzung der Oberfläche
- 14 Wiederverwertung
- 17 veralteter Begriff für Aluminiumhydroxid

Senkrecht :

- 01 Al-Legierung, perfekt zum Umformen
- 07 Korrosionsschutzmaßnahme: eine ganz dünne Schicht
- 09 Abfallprodukt des Bayer-Prozesses
- 10 thermisches Fügeverfahren
- 11 Chemische Kurzbezeichnung von Aluminium
- 12 Gemisch von Metall und Metall bzw. Nichtmetall
- 15 Verfahren zum Abbau von Bauxit
- 16 direkt aus Aluminiumoxid gewonnen: ...-Aluminium
- 18 Einordnung von Al in der elekt.-chem. Spannungsreihe
- 19 Ausgangsstoff für Aluminiumgewinnung
- 20 stoffschlüssiges Fügeverfahren
- 21 natürliches Aluminiumoxid
- 22 positive Elektrode

Arbeitsblatt 19
Aufgabe

Schwedenrätsel: Aluminium

Waagerecht :

- | | |
|--|---------------|
| 01 Verfestigung des Gefüges durch ... | Kaltumformen |
| 02 Al-Legierung mit guten Gießeigenschaften | Gusslegierung |
| 03 Verfahren z.B. zur Herstellung von Hohlprofilen | Strangpressen |
| 04 die Metallverarbeitung betreffend | Metallurgisch |
| 05 Werkstoff mit 99,5% Al | Reinaluminium |
| 06 typische Verwendung von Al-Bauteilen im Metallbau | Fensterrahmen |
| 08 Zersetzung durch elektrischen Strom | Elektrolyse |
| 11 Behandlung zur Festigkeitssteigerung | Aushärten |
| 13 chem. bzw. elekt.-chem. Zersetzung der Oberfläche | Korrosion |
| 14 Wiederverwertung | Recycling |
| 17 veralteter Begriff für Aluminiumhydroxid | Tonerde |

Senkrecht :

- | | |
|---|---------------|
| 01 Al-Legierung, perfekt zum Umformen | Knetlegierung |
| 07 Korrosionsschutzmaßnahme: eine ganz dünne Schicht | Chromatieren |
| 09 Abfallprodukt des Bayer-Prozesses | Rotschlamm |
| 10 thermisches Fügeverfahren | Schweißen |
| 11 Chemische Kurzbezeichnung von Aluminium | Al |
| 12 Gemisch von Metall und Metall bzw. Nichtmetall | Legierung |
| 15 Verfahren zum Abbau von Bauxit | Tagebau |
| 16 direkt aus Aluminiumoxid gewonnen: ...-Aluminium | Primär |
| 18 Einordnung von Al in der elekt.-chem. Spannungsreihe | unedel |
| 19 Ausgangsstoff für Aluminiumgewinnung | Bauxit |
| 20 stoffschlüssiges Fügeverfahren | Kleben |
| 21 natürliches Aluminiumoxid | Korund |
| 22 positive Elektrode | Anode |

Arbeitsblatt 20
Versuch

**Den physikalischen Eigenschaften von Aluminium
experimentell auf der Spur**

Aufgabe: **Ermittle die Dichte eines Stücks Aluminiums!**

Geräte: Messzylinder, Becherglas, Waage, Spatel, Heizer mit Rührer, Aräometer

Chemikalien: Kaliumiodid, destilliertes Wasser, Aluminium, Magnesium (z.B. Magnesiumband)

Durchführung:

- 1.) Messe 50 ml Wasser ab und gib dieses in das Becherglas.
- 2.) Wiege 80 g Kaliumiodid ab und löse dieses im Wasser. Für das vollständige Lösen von Kaliumiodid musst Du die Lösung erhitzen!
- 3.) Ermittle mit einem Aräometer, nachdem die Lösung auf 20° C abgekühlt ist, die Dichte. (Beim Abkühlen scheidet sich ein Teil des gelösten Kaliumiodids wieder ab!) (*Beobachtung I*)
- 4.) Nimm etwa gleich große Stücke aus Aluminium und Magnesium und gib diese in das Becherglas mit der Kaliumiodid-Lösung! (*Beobachtung II*)

Beobachtung:

I: Die Dichte beträgt

II:
.....

Auswertung:

- 1.) In welchem Bereich liegt die Dichte von ... ?

... Aluminium:

... Magnesium:

- 2.) Finde die genauen Zahlenwerte für die Dichte von ... heraus!

... Aluminium:

... Magnesium:

- 3.) Wie könntest du die Dichte von Aluminium bestimmen, wenn ein Messzylinder sowie eine Waage (Wäagegenauigkeit 2 Dezimalstellen) zur Verfügung stehen?

Arbeitsblatt 20
Lösung

**Den physikalischen Eigenschaften von Aluminium
experimentell auf der Spur**

Aufgabe: **Ermittle die Dichte eines Stücks Aluminiums!**

Beobachtung:

- I: Die Dichte beträgt rund $1,72 \text{ g/cm}^3$!
- II: *Das Aluminiumstückchen sinkt auf den Boden, das Magnesiumstückchen schwimmt an der Oberfläche.*

Auswertung:

- 1.) In welchem Bereich liegt die Dichte von ... ?
... Aluminium: *größer als $1,72 \text{ g/cm}^3$* / ... Magnesium: *kleiner als $1,72 \text{ g/cm}^3$*
- 2.) Finde die genauen Zahlenwerte für die Dichte von ... heraus!
... Aluminium: $2,7 \text{ g/cm}^3$ / ... Magnesium: $1,7 \text{ g/cm}^3$
- 3.) Wie könntest du die Dichte von Aluminium bestimmen, wenn ein Messzylinder sowie eine Waage (Wägegenauigkeit 2 Dezimalstellen) zur Verfügung stehen?
Du wiegst das Stück Aluminium. Dann füllst du in den Messzylinder etwas Wasser und ermittelst das genaue Volumen. Nach der Zugabe des Aluminiumstückes liest du erneut das Volumen ab. Die Differenz ist das Volumen, welches du zur Berechnung der Dichte benötigst: Dichte $[\text{g/cm}^3] = \text{Masse } [\text{g}] / \text{Volumen } [\text{cm}^3]$.

Arbeitsblatt 21

Versuch

Den physikalischen Eigenschaften von Aluminium experimentell auf der Spur

Aufgabe: **Ermittle, wie gut Aluminium die Wärme leitet!**

Geräte: Dreifuß, Drahtnetz, Brenner, 3 Streichhölzer, Aluminium (Streifen aus einer Aluminium-Getränkedose und Aluminiumrohr), Kupfer (Kupferblech-Streifen und Kupferrohr – gleicher Durchmesser wie beim Aluminiumrohr), Eisen (Eisenblech-Streifen und Eisenrohr – gleicher Durchmesser wie beim Aluminiumrohr), 3 Wachskugeln

Durchführung:

Variante 1: Das Drahtnetz wird auf den Dreifuß gelegt. Der Aluminium-, der Kupfer- und der Eisenstreifen werden in gleichem Abstand von der Mitte auf das Drahtnetz gelegt. Wiederum im gleichen Abstand legt man auf jeden Metallstreifen ein Streichholz. Nun entzündet man den Brenner und stellt ihn unter das Drahtnetz, so dass die Flamme alle Metallstreifen gleich intensiv erwärmt.

Wann entzünden sich jeweils die Streichhölzer?

Variante 2: Das Drahtnetz wird auf den Dreifuß gelegt. Das Aluminium-, das Kupfer- und das Eisenrohr werden auf das Drahtnetz gelegt. Die Wachskugeln legt man nebeneinander auf die drei Rohre. Nun erwärmt man mit dem Brenner die drei Rohre gleich stark, ohne dabei in der Nähe der aufgelegten Wachskugeln zu sein.

Wann fallen die Wachskugeln jeweils herunter?

Beobachtung:

| | Aluminium | Kupfer | Eisen |
|-------------|-----------|--------|-------|
| Variante I | | | |
| Variante II | | | |

Auswertung:

Am besten leitet die Wärme, am zweitbesten und am schlechtesten!

Arbeitsblatt 21

Lösung

Den physikalischen Eigenschaften von Aluminium experimentell auf der Spur

Aufgabe: Ermittle, wie gut Aluminium die Wärme leitet!

Durchführung:

Variante 1: Das Drahtnetz wird auf den Dreifuß gelegt. Der Aluminium-, der Kupfer- und der Eisenstreifen werden in gleichem Abstand von der Mitte auf das Drahtnetz gelegt. Wiederum im gleichen Abstand legt man auf jeden Metallstreifen ein Streichholz. Nun entzündet man den Brenner und stellt ihn unter das Drahtnetz, so dass die Flamme alle Metallstreifen gleich intensiv erwärmt.

Wann entzünden sich jeweils die Streichhölzer?

Variante 2: Das Drahtnetz wird auf den Dreifuß gelegt. Das Aluminium-, das Kupfer- und das Eisenrohr werden auf das Drahtnetz gelegt. Die Wachskugeln legt man nebeneinander auf die drei Rohre. Nun erwärmt man mit dem Brenner die drei Rohre gleich stark, ohne dabei in der Nähe der aufgelegten Wachskugeln zu sein.

Wann fallen die Wachskugeln jeweils herunter?

Beobachtung:

| | Aluminium | Kupfer | Eisen |
|-------------|---|--|---|
| Variante I | <i>Streichholz entzündet sich als Zweites</i> | <i>Streichholz entzündet sich als Erstes</i> | <i>Streichholz entzündet sich zuletzt</i> |
| Variante II | <i>Wachskugel fällt als Zweites</i> | <i>Wachskugel fällt als Erstes</i> | <i>Wachskugel fällt nur nach extrem langem Erhitzen</i> |

Auswertung:

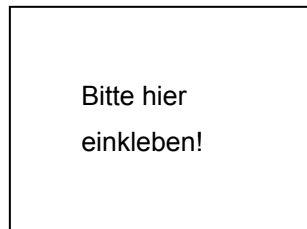
Am besten leitet *Kupfer* die Wärme, *Aluminium* am zweitbesten und *Eisen* am schlechtesten!

Arbeitsblatt 22

Versuch

Das Leichtmetall Aluminium

Ein Stück Würfelzucker



Größe:

Gewicht:

=

..... Joghurtbecher-Deckel (für 500 ml Becher)

Gewicht à

=

..... Quarkdeckel (für 250 g Becher)

Gewicht à

=

..... Margarine-Deckel (für 250 g Becher)

Gewicht à

=

..... Büchsenverschlüsse von Getränkedosen (z.B. Cola)

Gewicht à

Arbeitsblatt 22

Lösung

Das Leichtmetall Aluminium

Ein Stück Würfelzucker



Größe: $1,6 \times 1,6 \times 1,0$ cm

Gewicht: 2,85 g

=

3 1/2 Joghurtbecher-Deckel (für 500 ml Becher)

Gewicht à 0,87 g

=

3 1/2 Quarkdeckel (für 250 g Becher)

Gewicht à 0,81 g

=

3 1/3 Margarinedeckel (für 250 g Becher)

Gewicht à 0,85 g

=

ca. 10 Büchsenverschlüsse von Getränkedosen (z.B. Cola)

Gewicht à 0,29g

Arbeitsblatt 23
Versuch

Aluminium hat zwei Seiten

– Der amphotere Charakter von Aluminium –

Fragen: *Was kann passieren, wenn saure Getränke in Aluminiumdosen aufbewahrt werden?*
Was kann passieren, wenn saure Lebensmittel in Aluminiumtöpfen erhitzt werden?

Modellexperiment: Reaktion von Aluminium mit Säuren

Geräte: Reagenzglasständer, 2 Reagenzgläser
Chemikalien: Aluminiumspäne, Salzsäure (c = 2 mol/l; Xi, reizend), Schwefelsäure (c = 1 mol/l; Xi, reizend)

Durchführung: In die beiden Reagenzgläser werden jeweils einige Aluminiumspäne gegeben. In das erste Reagenzglas fügt man 3 ml Salzsäure und in das zweite Reagenzglas 3 ml Schwefelsäure hinzu. Gegebenenfalls muss in beiden Fällen kurz erwärmt werden.

Beobachtung:

.....

Auswertung:

Erkläre die Beobachtung mit Hilfe der entsprechenden chemischen Reaktionsgleichung!

.....
.....

Beantwortung der Eingangsfragen:

.....
.....
.....

Arbeitsblatt 23

Versuch

Frage: Bei der Herstellung von Laugenbrezeln werden die Teiglinge mit verdünnter Natronlauge eingestrichen. *Was kann passieren, wenn Teiglinge auf einem Backblech aus Aluminium liegen und die Lauge auf das Backblech fließt?*

Modellexperiment: Reaktion von Aluminium mit einer Lauge

Geräte: Reagenzglasständer, Reagenzglas, Brenner, Reagenzglaszange

Chemikalien: Aluminiumspäne, Natriumhydroxid-Lösung (w = 10%; C, ätzend)

Durchführung: In ein Reagenzglas werden einige Aluminiumspäne und 3 ml Natriumhydroxid-Lösung gegeben. Das Gemisch wird kurz erwärmt.

Beobachtung:

.....

Auswertung:

Erkläre die Beobachtung mit Hilfe der entsprechenden chemischen Reaktionsgleichung!

.....

.....

Beantwortung der Eingangsfragen:

.....

.....

Schaue im Fremdwörterlexikon nach und notiere, was man unter der Bezeichnung "amphoter" versteht!

.....

.....

Erkläre die Bezeichnung "amphoter" im Zusammenhang mit dem Metall Aluminium!

.....

.....

Aluminium hat zwei Seiten

– Der amphotere Charakter von Aluminium –

Fragen: *Was kann passieren, wenn saure Getränke in Aluminiumdosen aufbewahrt werden?*
Was kann passieren, wenn saure Lebensmittel in Aluminiumtöpfen erhitzt werden?

Modellexperiment: Reaktion von Aluminium mit Säuren

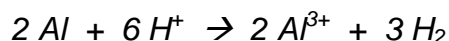
Beobachtung:

Aluminium reagiert mit Salz- und Schwefelsäure unter Gasentwicklung. Das Erwärmen begünstigt die Reaktion.

Auswertung:

Erkläre die Beobachtung mit Hilfe der entsprechenden chemischen Reaktionsgleichung!

Das Metall Aluminium löst sich bei dieser Reaktion unter Bildung von Wasserstoff auf. Es entstehen Aluminium-Ionen.



Beantwortung der Eingangsfragen:

Wenn saure Lebensmittel in Aluminiumverpackungen aufbewahrt oder in Aluminiumgefäßen erhitzt werden, so kann es zumindest teilweise zum Auflösen des Aluminiums und zur Anreicherung von Aluminium-Ionen in dem Lebensmittel kommen.

Arbeitsblatt 23

Lösung

Frage: Bei der Herstellung von Laugenbrezeln werden die Teiglinge mit verdünnter Natronlauge eingestrichen. *Was kann passieren, wenn Teiglinge auf einem Backblech aus Aluminium liegen und die Lauge auf das Backblech fließt?*

Modellexperiment: Reaktion von Aluminium mit einer Lauge

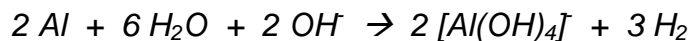
Beobachtung:

Aluminium reagiert mit Natriumhydroxid-Lösung unter Gasentwicklung. Das Erwärmen begünstigt die Reaktion.

Auswertung:

Erkläre die Beobachtung mit Hilfe der entsprechenden chemischen Reaktionsgleichung!

Das Metall Aluminium löst sich bei dieser Reaktion unter Bildung von Wasserstoff auf. Es entstehen Aluminat-Ionen.



Beantwortung der Eingangsfragen:

Wenn Teiglinge auf einem Backblech aus Aluminium liegen und die Lauge auf das Backblech fließt, dann kann es beim Backprozess zur Bildung von Aluminat-Ionen kommen, welche in den Teigling eintreten.

Schaue im Fremdwörterlexikon nach und notiere, was man unter der Bezeichnung "amphoter" versteht!

amphoter (griech.-nlat.) = "jeder von beiden, der eine und der andere; zwitterhaft"; teils als Säure, teils als Base sich verhaltend (Chem.)

Erkläre die Bezeichnung "amphoter" im Zusammenhang mit dem Metall Aluminium!
Reagiert Aluminium mit einer Säure, dann verhält es sich wie eine Base. Reagiert Aluminium mit einer Base, verhält es sich wie eine Säure. In beiden Fällen kommt es zur Salzbildung. Im ersten Fall bildet das Aluminium-Ion das Kation, im zweiten Fall bildet das Aluminat-Ion das Anion.

