

# Übungsaufgaben zur Elektrochemie

## Aufgaben im Klausurformat

LNCU.de  
ID 38664  
CC-BY-SA 4.0  
Online abrufen

Diese Aufgaben im Klausurformat dienen der Übung und stellen keine Eingrenzung der prüfungsrelevanten Themen dar. Sie unterstützen dich dabei, die methodische Verknüpfung von Aufgabenstellung und Material zu trainieren!

### Die Bagdad-Batterie

- 1 **Skizzieren** Sie mit Hilfe von **M1** eine beschriftete Schnittzeichnung zum Aufbau der Batterie von Bagdad und stellen Sie mögliche elektrochemische Vorgänge dar. **Erklären** Sie die Bedeutung der Bauteile unter der Verwendung von Reaktionsgleichungen.
- 2 **Berechnen** Sie die zu erwartende Spannung der Bagdad-Batterie unter Standardbedingungen.
- 3 **Erläutern** Sie, inwiefern die Bagdad-Batterie keine gute Batterie darstellt.

### **M1** Die Bagdad-Batterie

#### Eine eigentümliche Vase

Im Irak-Museum von Bagdad steht eine etwa 14 cm hohe Tonvase, in der sich ein 9 cm langer Kupferzylinder befindet, der unten mit einer wasserundurchlässigen Asphaltschicht verschlossen ist. In diesem Zylinder ragte ein Eisenstab, wiederum durch Asphalt vom Kupferzylinder isoliert. Der Eisenstab war nach unten hin zunehmend zerfressen und ragte, wie auch ein Teil des Kupferzylinders, etwa einen Zentimeter über den Propf aus Asphalt hinaus. Diese 1936 bei Ausgrabungsarbeiten am Hügel Khujut Rabbou'a südöstlich von Bagdad gefundene eigentümliche Vase wurde auf die Zeit zwischen 248 v. Chr. und 226 n. Chr. datiert. Sie diente vermutlich als Batterie, denn sobald man auch nur Traubensaft, Essig oder Salzwasser einfüllt, lässt sich eine Spannung von etwa 0,4 V messen.

#### Komponenten



Abb. 1: Komponenten der Bagdad-Batterie (Illustration). <sup>1</sup>

### Aluminiumgewinnung

- 4 **Stellen** Sie mit Hilfe **M2** die Gewinnung von Aluminium ausgehend von Bauxit in einem Fließdiagramm **dar**.
- 5 **Formulieren** die Reaktionsgleichungen für die Reaktionen bei der Schmelzflusselektrolyse und **identifizieren** Sie Anode und Kathode in der **Abb. 3**.
- 6 **Begründen** Sie, warum zur Aluminiumgewinnung keine wässrige Aluminiumsalz-Lösung für die Elektrolyse eingesetzt werden kann.
- 7 **Berechnen** Sie die *Zeit* und die *finanziellen Kosten*, die es in einer modernen Elektrolysezelle benötigt, um 1 Kg Aluminium herzustellen. Gehen Sie davon aus, dass die Aluminiumwerke hierfür den Strom nach Privatkundentarif beziehen.

## M2 Aluminiumgewinnung

Mit einem Anteil von 8 % ist Aluminium das dritthäufigste Element der Erdkruste. Das Leichtmetall gewinnt mit seinen vielen positiven chemischen und physikalischen Eigenschaften stetig an Bedeutung und wird in zahlreichen Anwendungsbereichen eingesetzt. Die weltweite Produktion von Aluminium lag im Jahr 2024 bei ca 73 Millionen Tonne. In einer Umweltbilanz wird die komplette Prozesskette unter Berücksichtigung der Rohstoffgewinnung, der Aufbereitung und des Transports betrachtet. Die primäre Aluminiumindustrie verbraucht ca. 1 % der weltweit produzierten elektrischen Energie und ca. 7 % der gesamten industriell genutzten elektrischen Energie. <sup>2</sup>

### Gewinnung von Aluminiumoxid

Die Gewinnung von Aluminium erfolgt durch Schmelzflusselektrolyse von Aluminiumoxid. Das benötigte Aluminiumoxid wird wiederum aus dem Mineral Bauxit (siehe [Abb. 2](#)) bereits unter erheblichem Energieaufwand gewonnen.

Durch Zugabe von Natronlauge wird das im fein gemahlenem Bauxit enthaltene Aluminiumhydroxid zu wasserlöslichem Natriumaluminat  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  umgewandelt. Die Oxide der anderen enthaltenen Metalle im Bauxit bilden schwerlösliche Hydroxide und können abfiltriert werden. Durch Impfen mit festem Aluminiumhydroxid als Kristallisationskeim fällt erneut Aluminiumhydroxid aus und ein Teil der Natronlauge kann zurückgewonnen werden. Das entstandene feste Aluminiumhydroxid wird bei einer Temperatur von 1300 °C gebrannt, wobei Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) entsteht.

### Reserven von Bauxit

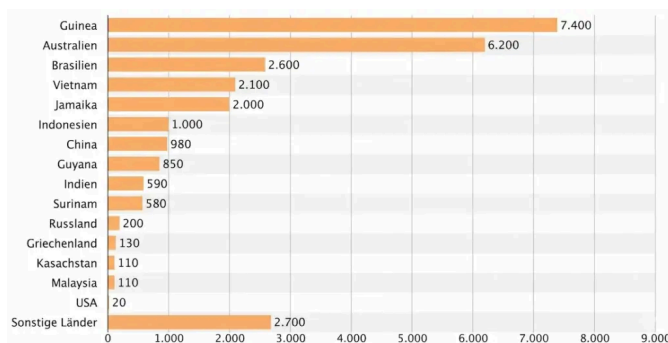


Abb. 2: Reserven von Bauxit in ausgewählten Ländern im Jahr 2016 in Millionen Tonnen. <sup>3</sup>

### Schmelzflusselektrolyse von Aluminium

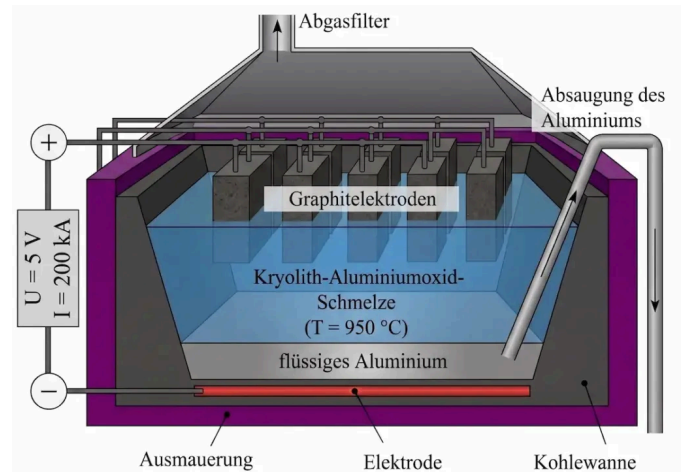


Abb. 3: Schematische Darstellung der Schmelzflusselektrolyse von Aluminium. <sup>1</sup>

Der Schmelzpunkt von Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) liegt bei 2050 °C. Durch den Zusatz von Kryolith wird der Schmelzpunkt auf ca. 950 °C erniedrigt.

Die nötige Energie für die Verflüssigung stammt aus dem bei der Elektrolyse fließenden Strom. In modernen Elektrolysezellen fließen nicht unerhebliche Ströme von ca 200000 A bei einer Spannung von 5 V. Der Stromverbrauch ist derart immens, dass eine wirtschaftliche Produktion nur in Ländern stattfindet, in denen man preiswerten Strom u.a. aus erneuerbaren Energien produzieren kann oder in denen der Strom für die Aluminiumherstellung steuerlich subventioniert wird.

Das bei der Elektrolyse entstehende Aluminium schmilzt bei ca. 660 °C und sammelt sich auf Grund seiner höheren Dichte am Boden der Wanne an, wird von Zeit zu Zeit abgesaugt und in Barren gegossen. Der an der anderen Elektrode entstehende Sauerstoff reagiert bei den hohen Temperaturen auch mit der Kohlenstoffelektrode selbst zu Kohlendioxid. Die Elektroden müssen daher von Zeit zu Zeit erneuert werden.

In Deutschland und anderen Industriestaaten wird vermehrt auf das Recycling von Aluminiumschrott an Stelle des Einsatzes von aus Bauxit gewonnenem Aluminiumoxid gesetzt.

### Zusatzinformationen

- Leistung [W] = Spannung [V] \* Stromstärke [A]
- Energie kann man in Wattstunden (Wh) oder auch in Kilowattstunden (kWh) angeben. 1 Wh = 3600 Ws = 3600 V\*A\*s
- Ein üblicher Preis für Privatkunden für 1000 Wattstunden (1 kWh) beträgt im Durchschnitt 29 Cent in Deutschland.
- Ein Kilogramm Aluminium kostet derzeit ca. 3,20 €.

## Einzelnachweise

- 1 David Weninger, 2026, Bild KI-generiert mit Nano Banana 2 von Google Gemini.
- 2 Kremer et. al., Energieeffizienz in AI-Gewinnung, <http://www.labmet.ntua.gr/ENEXAL/news/Energieeffizienz%20in%20der%20AI-Gewinnung.pdf>
- 3 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/176832/umfrage/reserven-von-bauxit-nach-laendern/>