

## F.1.22

### Elektrochemie – Galvanische Elemente

## Elektroautos – Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse

Dr. Maike Schnucklake



© RAABE 2025

© Alexander Spatari/Lizenzfrei

Die Elektromobilität ist weltweit auf dem Vormarsch und gewinnt auch in Deutschland immer mehr an Bedeutung. Sie wird aus dem Straßenverkehr nicht mehr wegzudenken und spielt eine zentrale Rolle in unserer Lebenswelt: Elektroautos, Elektrofahräder oder auch Elektroscooter. Mit diesem Material erhält Ihre Klasse einen Einblick in die verschiedenen Energiespeichersysteme sowie die verschiedenen Antriebs- und Ladetechnologien von Elektroautos. Dabei wird im Detail auf den Aufbau sowie die Funktionsweise des Lithium-Ionen-Akkumulators eingegangen. Zur Recherche und Lösung der Aufgabenstellungen wird das Internet genutzt und dadurch die Medienkompetenz geschult. Außerdem wird die Kompetenz der Kommunikation gefördert, indem die Lernenden ihr zuvor erarbeitetes Wissen in Form einer Gruppenarbeit weitergeben.

---

## KOMPETENZPROFIL

<b>Klassenstufe:</b>	11/12/13
<b>Dauer:</b>	8–10 Unterrichtsstunden (4–5 Doppelstunden)
<b>Kompetenzen:</b>	1. Fachkompetenz; 2. Erkenntnisgewinnungskompetenz 3. Beurteilungs- und Bewertungskompetenz; 4. Medienkompetenz
<b>Methoden:</b>	Einzelarbeit, Partnerarbeit, Gruppenarbeit, Gruppenquizze, Think-Pair-Share, methodische Diskussion
<b>Inhalt:</b>	Elektronenübertragungsreaktionen, Elektrochemie, Energiespeicherung, galvanische Zelle, Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle, Lithium-Ionen-Akkumulator

---

## Fachliche Hinweise

Die Schülerinnen und Schüler erhalten ein weitreichendes Wissen rund um das Thema Elektromobilität. In diesem Zusammenhang werden zunächst grundlegende Kenntnisse über mobile Energiequellen wie Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen erarbeitet, worauf zunächst die Grundlagen einer galvanischen Zelle behandelt werden.

Des Weiteren werden die verschiedenen Komponenten und der Aufbau eines Lithium-Ionen-Akkumulators besprochen. Dabei wird auf die Funktionsweise dieses Akkumulators und die chemischen Abläufe innerhalb der Zelle eingegangen. Im Folgenden werden die Vor- und Nachteile dieses speziellen vielseitig eingesetzten Akkumulators verglichen und diskutiert.

Zuletzt beleuchten die Schülerinnen und Schüler die Probleme, die mit dem stetig steigenden Bedarf an Lithium-Ionen-Akkumulatoren einhergehen. Sie betrachten verschiedene Gesichtspunkte wie die negativen Auswirkungen auf die Umwelt, die der Abbau von Lithium nach sich ziehen könnte.

Die angefügte Lernerkontrolle kann genutzt werden, um das in der Unterrichtseinheit erlernte Wissen abzufragen und so die einzelnen Schülerleistungen einzuschätzen.

## Auf einen Blick

### Elektroautos – Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse

- M 1            Energiespeichersysteme im Vergleich
- M 2            Aufbau und Komponenten eines Lithium-Ionen-Akkumulators
- M 3            Die Funktionsweise des Lithium-Ionen-Akkumulators
- M 4            Arten von Elektrofahrzeugen – unterschiedliche Antriebs- und Ladetechnologien im Vergleich
- M 5            Lernerfolgskontrolle

Benötigt:     Internet

### Erklärung zu den Symbolen



Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.



leichtes Niveau



mittleres Niveau



schwieriges Niveau

## M 2 Aufbau und Komponenten eines Lithium-Ionen-Akkumulators



Lithium-Ionen-Akkumulatoren setzen sich aus zwei Elektroden, einem Separator und dem Elektrolyten zusammen. Die Elektroden bestehen dabei aus einem Stromabfuhrer, auf dem das Aktivmaterial aufgebracht ist. Mithilfe der reinen Metallkollektoren wird der Strom abgeleitet und die Elektronen gelangen aus dem Inneren der Zelle nach außen. Sie bestehen aus Aluminium im Falle der Kathode, beziehungsweise aus Kupfer im Falle der Anode. Es handelt sich meist um dünne Metallfolien, die eine gute elektrische Leitfähigkeit aufweisen. Sie müssen aber auch kostengünstig sowie chemisch und mechanisch stabil sein.

Im Aktivmaterial findet die eigentliche Reaktion statt. Bei dem Kathodenmaterial handelt es sich beispielsweise um Lithium-Cobalt(III)-Oxid ( $\text{LiCoO}_2$ ) oder andere Lithium-Metall-Oxide wie Lithium-Nickel-Oxid ( $\text{LiNiO}_2$ ) oder Lithiummanganoxid ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ). Als Anodenmaterial hingegen wird meist Graphit oder aber nanokristallines, amorphes Silicium verwendet. Graphit ist eine der drei Modifikationen des Kohlenstoffs. Die Kohlenstoffatome bilden eine Schicht aus Sechsecken, die sich wiederum übereinander lagern. Die zweidimensionale Struktur einer Kohlenstoffschicht wird dabei Graphen genannt. Sobald sich mehrere Graphenschichten dreidimensional übereinander lagern, spricht man hingegen von Graphit. In das Kohlenstoffgerüst können sich Moleküle oder Ionen einlagern. Das Einlagern der Lithium-Ionen in Graphit wird auch Interkalation genannt. Die Struktur des Graphits ändert sich dabei nicht.

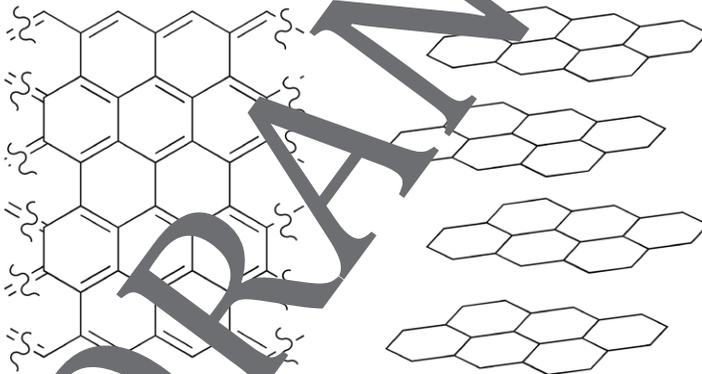


Abbildung: Zweidimensionale Struktur des Graphens (links) sowie dreidimensionale Struktur des Graphits (rechts).

Quelle: Dr. Ingrid Schnuckla

Der Elektrolyt leitet die Ionen. In diesem Falle sind das einfach positiv geladene Lithium-Ionen. Grundsätzlich gibt es verschiedene Elektrolyte. Heutzutage handelt es sich dabei meist um ein polymerisiertes Gel oder eine nicht wässrige Lösung, der Lithiumsalze zugefügt wurden. Die zugesetzten Lithiumsalze erhöhen die Leitfähigkeit und unterstützen den Transport der Ionen. Der Separator verhindert das Durchmischen aller Bestandteile und trennt die beiden Elektroden sowohl elektrisch als auch räumlich voneinander. Er ist ganz speziell nur für Lithium-Ionen durchlässig. Separatoren bestehen meist aus dünnen Kunststoffen.

Normalerweise wird die Elektrode, an der die Oxidation stattfindet, bei einem galvanischen Element als Anode bezeichnet und die Elektrode, an der die Reduktion stattfindet, Kathode genannt. Für eine nicht wieder aufladbare Batterie ist die Definition offensichtlich. Bei Sekundärzellen wie dem Lithium-Ionen-Akkumulator ändert sich dieser Sachverhalt jedoch beim Entladen und Laden. Beim Entladen läuft an der Kathode die Reduktion und an der Anode die Oxidation statt. Demnach wird die positive Elektrode als Kathode und die negative Elektrode als Anode bezeichnet. Beim Laden ändert sich dies, Anode und Kathode werden getauscht.

Der Lithium-Ionen-Akkumulator ist neben dem Elektromotor das Herzstück eines jeden Elektrofahrzeugs. Eine einzelne Zelle würde jedoch nicht ausreichen, um genug Energie zu liefern. Aus diesem Grund müssen mehrere Zellen zu einem Modul zusammengeschaltet werden. Mehrere Module bilden dann den eigentlichen Fahrzeugakkumulator.

### Aufgaben

1. **Bestimmen** Sie die Oxidationszahlen der Elemente in den Verbindungen Lithium-Cobalt-Oxid und Lithium-Nickel-Oxid.
2. Neben Graphit kann auch nanokristallines amorphes Silicium, das deutlich höhere Energiedichten ermöglicht, als Anode verwendet werden. **Nennen** Sie Gründe, weswegen Graphit heute trotzdem noch bevorzugt genutzt wird.
3. Warum werden in Lithium-Ionen-Akkumulatoren keine wässrigen Elektrolytlösungen verwendet? **Begründen** Sie Ihre Antwort.



Neben den verschiedenen Antriebstechnologien gibt es jedoch auch verschiedene Steckertypen, mit denen man die Batterie eines Fahrzeugs wieder aufladen kann. Abhängig vom jeweiligen Hersteller unterscheiden sie sich voneinander auch in ihrer Ladetechnologie. So gibt es die Option, ein-, zwei- und dreiphasig zu laden, mit Gleich- oder Wechselstrom, oder aber mit unterschiedlicher maximaler Ladeleistung (angegeben in kW). Möchte man sein Auto erfolgreich laden, müssen demnach Stecker und Ladesäule kompatibel sein und miteinander kommunizieren können. Deutschlandweit wird der Strom in sogenannten Phasen häufig als Dreiphasenwechselstrom geliefert. Dabei sind die einzelnen Ströme gegeneinander versetzt, sodass eine gleichmäßige Energieversorgung gewährleistet werden kann. Man spricht auch von Drehstrom. Der Vorteil beim dreiphasigen Laden besteht darin, dass hier das Laden zuverlässiger und effizienter ist und eine höhere maximale Ladeleistung möglich ist. Dadurch kann das Auto grundsätzlich schneller geladen werden.

Der Typ 1-Stecker hat in Deutschland kaum noch eine Bedeutung und ist auch europaweit nur noch gering verbreitet. Dahingegen ist der Typ 2-Stecker in Europa weit verbreitet. Dann gibt es noch den von der Europäischen Kommission als Standard festgelegten CCS-Stecker (engl.: Combined Charging System) und den CHAdeMo-Stecker. Letzterer wurde in Japan entwickelt und bietet die Möglichkeit des Ladens mit bis zu 150 kW Gleichstrom. Der CCS-Stecker ist wie der Typ 2-Stecker aufgebaut, enthält jedoch noch zwei zusätzliche Leistungskontakte. Dieser Typ kann als internationaler Standard angesehen werden, der ein Laden mit Wechsel- und mit Gleichstrom erlaubt. Für das Laden von Elektroautos der Marke Tesla wurde vom Hersteller ein eigener Stecker-Ladesäulensystem entwickelt. Der sogenannte Supercharger-Stecker ähnelt dem Typ 2-Stecker, wurde jedoch modifiziert.



Beispielbild eines Typ2-Steckers  
© Hadhuey/wikimedia commons CC BY-SA 4.0

## Aufgaben

1. Welche Arten von Elektrofahrzeugen gibt es? **Nennen** Sie die Hauptmerkmale und Besonderheiten der jeweiligen Antriebs- beziehungsweise Ladetechnologie.
2. **Vergleichen** Sie Verbrennungs-, Elektro- und Wasserstoffantrieb und **erörtern** Sie die jeweiligen Vor- und Nachteile. **Recherchieren** Sie wenn nötig auch im Internet.

**Exkurs:** Ein Gedankenexperiment: Bilden Sie Vierergruppen und stellen Sie sich eine Welt vor, in der nur noch Elektrofahrzeuge am Straßenverkehr teilnehmen. Was wäre anders? Tragen Sie zusammen, welche Vor- und Nachteile dies mit sich bringen würde. Könnte in Deutschland ausreichend Strom produziert werden, um alle Autos zu laden und gleichzeitig das Stromnetz stabil zu halten? Stellen Sie Vermutungen an und diskutieren Sie diese in Ihrer Gruppe.

**Tipp:** Als Grundlage kann der verlinkte Podcast dienen:

<https://www.be.click/Podcast-EAuto>



## M 5 Lernerfolgskontrolle

### Wichtige Hinweise:

Ihr Stift muss dokumentenecht sein, Tipp-Ex ist nicht erlaubt.

Arbeitszeit: 20 Minuten

### Aufgaben

1. **Nennen** Sie drei verschiedene Energiespeichersysteme.

/3

---

---

---

2. **Notieren** Sie, aus welchen Komponenten eine galvanische Zelle besteht und **nennen** Sie ein Beispiel für eine bekannte galvanische Zelle.

/5

---

---

---

---

---

---

3. **Erklären** Sie den Begriff „Memory-Effekt“.

/3

---

---

---

# Mehr Materialien für Ihren Unterricht mit RAAbits Online

Unterricht abwechslungsreicher, aktueller sowie nach Lehrplan gestalten – und dabei Zeit sparen.  
Fertig ausgearbeitet für über 20 verschiedene Fächer, von der Grundschule bis zum Abitur: Mit RAAbits Online stehen redaktionell geprüfte, hochwertige Materialien zur Verfügung, die sofort einsetz- und editierbar sind.

- ✓ Zugriff auf bis zu **400 Unterrichtseinheiten** pro Fach
- ✓ Didaktisch-methodisch und **fachlich geprüfte Unterrichtseinheiten**
- ✓ Materialien als **PDF oder Word** herunterladen und individuell anpassen
- ✓ Interaktive und multimediale Lerneinheiten
- ✓ Fortlaufend **neues Material** zu aktuellen Themen



Testen Sie RAAbits Online  
14 Tage lang kostenlos!

[www.raabits.de](http://www.raabits.de)

