

## Innovationen in der Chemie

### Arbeitsmaterial Kapitel 6 – Mobilität

Weiterführende Aufgaben und Experimente	Thema	Niveau
Kapitel 6	Mobilität	
Aufgabe 6.1	Anwendungsgebiete der Materialforschung – Autos mit Zukunft	Sekundarstufe I/II
Aufgabe 6.2	Kunststoffe im Auto	Sekundarstufe I/II
Station 1	Verhalten beim Erwärmen	Sekundarstufe I/II
Station 2	Elastizität, Härte und Bruchfestigkeit	Sekundarstufe I/II
Station 3	Brennbarkeit	Sekundarstufe I/II
Station 4	Dichte	Sekundarstufe I/II
Aufgabe 6.3	Kohlefaserverstärkte Kunststoffe	Sekundarstufe II
Aufgabe 6.4	Bewährte Akkutechnologie	Sekundarstufe II
Aufgabe 6.5	Innovationen im und am Auto als Beitrag zum Klimaschutz	Sekundarstufe I/II



Sekundarstufe I/II

- c) Erstellen Sie eine Liste von Maßnahmen, die zu einer Gewichtsreduktion führen würden. Ergänzen Sie Ihre Liste mittels einer Internetrecherche.

---



---



---



---



---



---



---

- d)

Quiz

Tragen Sie die richtige/n Antwort/en (A, B, C oder D) rechts ein

Elektroautos verfügen heute bereits über folgende Technologie:

- |                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| A) Lithium-Ionen-Akku | B) Fluxkompensator |
| C) Brennstoffzelle    | D) Rekuperation    |

  
richtige Antwort

Innovative Materialien für die Fahrzeugkarosserie sind leichter als früher durch Vermischen mit:

- |             |           |
|-------------|-----------|
| A) Carbonat | B) Carbid |
| C) Carbonit | D) Carbon |

  
richtige Antwort

Bessere Akkus steigern beim Elektroauto ...

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| A) die Reichweite    | B) die Sicherheit    |
| C) die Betriebsdauer | D) die Garantiedauer |

  
richtige Antwort

Leichtbau im Auto der Zukunft bewirkt:

- |                        |  |
|------------------------|--|
| A) Energieeinsparung   | B) weniger Spritverbrauch              |
| C) bessere Aerodynamik | D) geringere<br>Treibhausgasemissionen |

  
richtige Antwort

Sekundarstufe I/II

e)

Suchsel

Suchen Sie die untenstehenden Wörter!

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

Diese Wörter sind versteckt:

- |                   |                     |                    |
|-------------------|---------------------|--------------------|
| 1 Treibstoff      | 2 Wasserstoff       | 3 Lithium          |
| 4 Akku            | 5 Leichtbau         | 6 Kohlefasern      |
| 7 Reichweite      | 8 Stromspeicher     | 9 Energieersparnis |
| 10 Nachhaltigkeit | 11 Elektromobilität | 12 Energiewende    |

Sekundarstufe I/II

f)

**Rätsel**

Bilden Sie die richtigen Begriffspaare! (Mehrere Paarungen möglich!)

Treibstoff		Kohlefasern
Lithium		Energiewende
Leichtbau		Stromspeicher
Reichweite		Nachhaltigkeit
Energieersparnis		Akku
Elektromobilität		Wasserstoff

## Sekundarstufe I/II

### Aufgabe 6.2: Kunststoffe im Auto

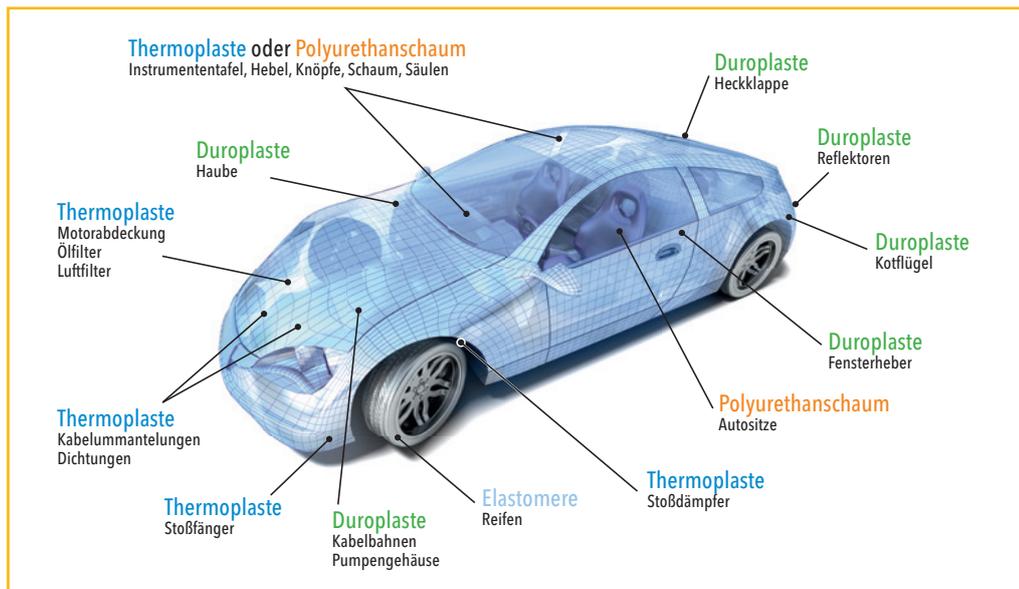


Abbildung 6.1: Der Innovationsprozess am Beispiel eines Spezialchemie-Unternehmens

Bildnachweis: alex-mit - Thinkstock (mod.)

Kunststoffe, auch Polymere genannt, können für nahezu alle Anwendungsbereiche passend hergestellt werden. Je nach Ausgangsstoffen, Herstellungsverfahren und Beimischungen lassen sich Eigenschaften wie Bruchfestigkeit, Elastizität, Dichte, Härte oder Temperaturbeständigkeit gezielt variieren. Deshalb gehören Kunststoffe neben Metallen zu den wichtigsten Werkstoffen für den Automobilbau. Etwa 19 Prozent der Masse eines Autos besteht aus Polymerwerkstoffen (siehe Abbildung 6.1).

Die am häufigsten verwendeten Kunststoffarten für den Fahrzeugbau sind Polyurethan (PUR), Polyvinylchlorid (PVC) und Acrylnitrilbutadienstyrol (ABS). Weitere mengenmäßig wichtige Kunststoffe sind Polypropylen (PP), Polyethylen (PE), Plexiglas (PMMA), Polycarbonat (PC) und Teflon. Dazu kommen Silikone und Kunststoffkomponenten in Klebern.

## Sekundarstufe I/II

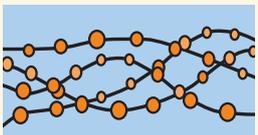
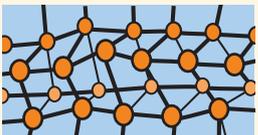
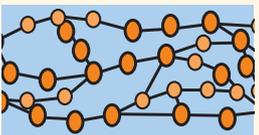
- a) Recherchieren Sie, welche Kunststoffe für die aufgeführten Bauteile benutzt werden.  
Welche besondere(n) Stoffeigenschaft(en) spielt/spielen für diese Anwendung eine wichtige Rolle?

Anwendung	Kunststoff	besondere Eigenschaft(en)	Zuordnung zur Kunststoffgruppe
Kabel- ummantelung			
Stoßstangen, Spoiler			
Polster und Sitze			
Dach-, Seiten- verkleidungen			
Licht- abdeckungen			
Dichtungen			
Reifen			
Karosserieteile (zum Beispiel Kotflügel, Heckklappen)			

## Sekundarstufe I/II

## Stationenarbeit mit Aufgaben und Experimenten: Eigenschaften der Kunststoffe im Auto

Kunststoffe lassen sich aufgrund ihrer Eigenschaften in drei Gruppen einteilen:

Kunststoffklassen	Thermoplaste	Duroplaste	Elastomere
Struktur	lange kettenförmige oder wenig verzweigte Makromoleküle	engmaschig vernetzte Makromoleküle	weitmaschig vernetzte Makromoleküle
			
Eigenschaften	werden weich und verformen sich beim Erhitzen	behalten beim Erwärmen ihre Form, zersetzen sich bei Hitze	elastisch, zersetzen sich bei Hitze
Beispiele	Polyethylen (PE), Polystyrol (PS), Polyvinylchlorid (PVC)	Phenolharze (PF), zum Beispiel Bakelit	Gummi, Elasthan

- a) Untersuchen Sie die Stoffeigenschaften verschiedener Kunststoffe, die im Autobau verwendet werden. Führen Sie dazu die Experimente 6.1 bis 6.4 durch und notieren Sie Ihre Ergebnisse übersichtlich in der Tabelle (siehe b)).

## Sekundarstufe I/II

## Station 1: Verhalten beim Erwärmen

## Experiment 6.1:

## Material

- Metallplatte
- Bunsenbrenner, Dreifuß
- Kunststoffproben, zum Beispiel von Autoteilen (siehe Aufgabe 6.2)

## Durchführung

Die Metallplatte wird auf den Dreifuß gelegt. Auf der Metallplatte werden die verschiedenen Kunststoffproben verteilt. Anschließend wird die Metallplatte von unten mit einem Brenner leicht erhitzt.

## Beobachtungen

---

---

---

## Hinweis



Das Experiment ist im Abzug durchzuführen, da bei zu starkem Erhitzen giftige Gase entstehen können.

## Station 2: Elastizität, Härte und Bruchfestigkeit

## Experiment 6.2:

## Material

- Stahlnagel
- Messer
- Hammer
- Kunststoffproben, zum Beispiel von Autoteilen

## Durchführung

Zuerst werden die Kunststoffproben gedrückt bzw. es wird an ihnen gezogen. Anschließend werden die Proben zuerst mit einem Fingernagel, dann mit einem Stahlnagel und zuletzt mit einem Messer angeritzt. Zum Schluss werden sie mit einem Hammer bearbeitet.

## Beobachtungen

---

---

---

## Sekundarstufe I/II

 Station 3: **Brennbarkeit**  
 Experiment 6.3:

## Material

- Tiegelzange
- Gasbrenner
- Stativmaterial
- Metallplatte
- Becherglas
- Kunststoffproben, zum Beispiel von Autoteilen

Chemikalien	Piktogramme	H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8, 2010)
Wasser		-	-	

## Durchführung

Der Gasbrenner wird schräg in das Stativ eingespannt, sodass kein abtropfendes Material in das Brennerrohr gelangen kann. Zum Schutz wird unter den Brenner eine Metallplatte gelegt. Mit der Tiegelzange werden die Kunststoffproben nacheinander in die nichtleuchtende Brennerflamme gehalten. Falls eine brennt, wird sie aus der Flamme genommen. Anschließend wird sie durch Eintauchen in Wasser gelöscht.

## Beobachtungen

---



---



---

## Hinweis



Das Experiment ist im Abzug durchzuführen, da bei zu starkem Erhitzen giftige Gase entstehen können.

## Sekundarstufe I/II

 Station 4: **Dichte**  
 Experiment 6.4:

## Material

- drei Bechergläser
- Pinzette
- Papierhandtücher
- Kunststoffproben, zum Beispiel von Autoteilen

Chemikalien	Piktogramme	H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8, 2010)
Wasser ( $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$ )			-	-
gesättigte Kochsalzlösung ( $\rho = 1,18 \text{ g/cm}^3$ )				
gesättigte Magnesiumchlorid- lösung ( $\rho = 1,33 \text{ g/cm}^3$ )		319, 335	261, 280, 305+351, 338	

## Durchführung

Die Kunststoffproben werden nacheinander in das Becherglas mit Wasser, Kochsalzlösung und Magnesiumchlorid-lösung gegeben. Die Kunststoffproben müssen vor jeder neuen Untersuchung gut abgetrocknet werden.

## Beobachtungen

---



---



---

## Sekundarstufe I/II

- b) Ordnen Sie die Kunststoffe den drei Gruppen (Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere) zu (Station 1, 2 und 3). Tragen Sie Ihre Ergebnisse in die Tabelle ein.

Tabelle (exemplarisch für gängige Kunststoffe)

Kunststoff	Brennbarkeit	Verhalten beim Erwärmen	Dichtebereich in g/cm <sup>3</sup>	Bruchverhalten	Kunststoffgruppe
Polyethylen (PE)					
Polypropylen (PP)					
Polystyrol (PS)					
Polyvinylchlorid (PVC)					
Polyamid (PA)					
Polyethylen-terephthalat (PET)					
Polycarbonat (PC)					
Polyurethan (PU), geschäumt					
Phenolharze					

## Sekundarstufe I/II

- c) Planen Sie ein alternatives Experiment zur Dichtebestimmung der Kunststoffproben. Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile der beiden Experimente.

---

---

---

---

---

---

---

---

- d) Planen Sie weitere Experimente zur Untersuchung von Kunststoffeigenschaften und führen Sie sie durch (zum Beispiel zu Löslichkeit, Wärmeleitfähigkeit, Schmelzbereich ...).

---

---

---

---

---

---

---

---

- e) Diskutieren Sie anhand der Eigenschaften die Vor- und Nachteile der Verwendung von Kunststoffen im Automobilbau.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sekundarstufe II

## Aufgabe 6.3: Kohlefaserverstärkte Kunststoffe

Kohlefaserverstärkte Kunststoffe (CFK) gehören zu den Werkstoffen der Zukunft und haben sich neben dem Fahrzeug- und Maschinenbau besonders auch in der Luft- und Raumfahrt etabliert. Sie zeichnen sich vor allem durch geringes Gewicht, eine sehr hohe Festigkeit, gute Dämpfungseigenschaften und Korrosionsbeständigkeit aus.

Die für CFKs benötigten Kohlefasern werden aus kohlenstoffhaltigen Ausgangsmaterialien (zum Beispiel Polyacrylnitril) hergestellt. Diese werden über mehrere Reaktionsschritte und bei hohen Temperaturen in graphitartig angeordnete Kohlenstofffasern umgewandelt (siehe Abbildung 6.2).

1.000 bis 24.000 Einzelfasern werden anschließend zu einem Garn versponnen, das dann, je nach Anwendung, zu unterschiedlichen Geweben verarbeitet wird. Zur Herstellung kohlefaserverstärkter Kunststoffe werden diese Gewebe in eine Kunstharzmatrix eingebettet (siehe Abbildung 6.3) und anschließend zu einem Faserverbundwerkstoff weiterverarbeitet (siehe Abbildung 6.4).

Die mechanischen Eigenschaften der CFKs sind abhängig von den Eigenschaften der verwendeten Kohlenstofffasern, ihrer Länge, ihrem Anteil und ihrer Orientierung in der Kunststoffmatrix, aber auch von den Eigenschaften des Kunststoffs, in den die Fasern eingebettet sind.

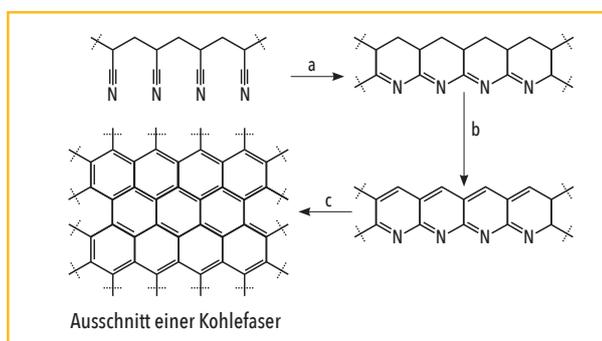


Abbildung 6.2: Herstellung von Kohlenstofffasern

Sekundarstufe II

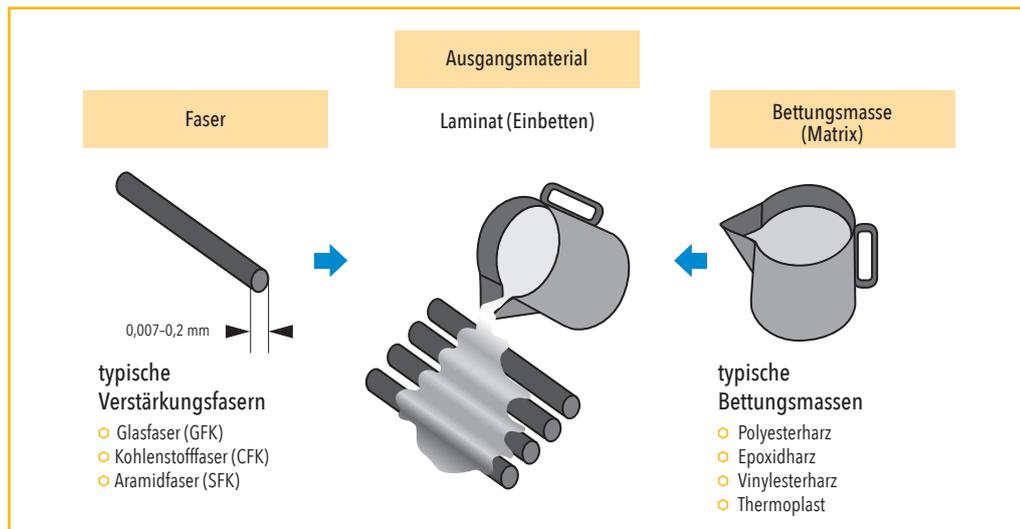


Abbildung 6.3: Herstellung eines (kohle)faserverstärkten Kunststoffs

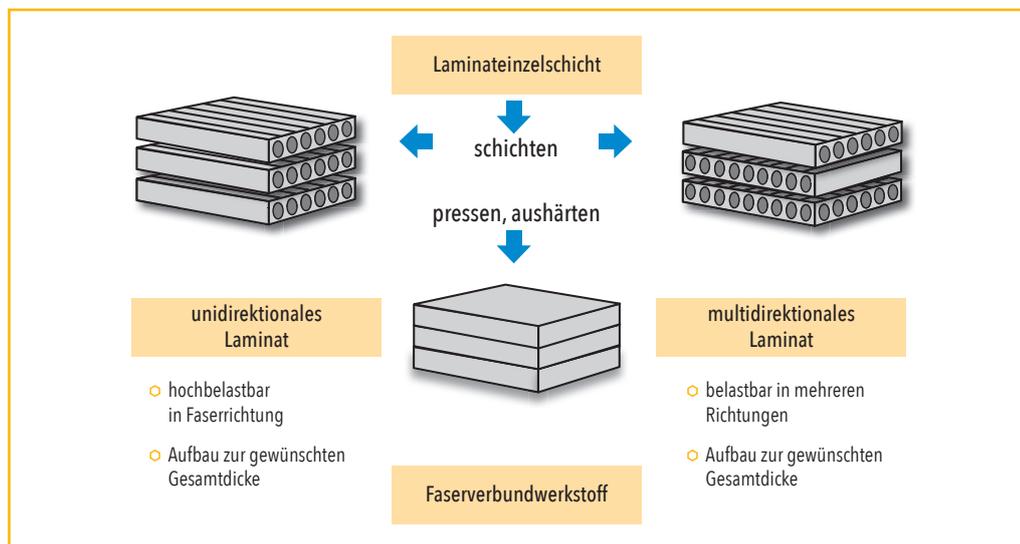


Abbildung 6.4: Herstellung eines (kohle)faserverstärkten Kunststoffs

Quelle: [http://fachinfo.bistech.de/artikel/790/Carbon+Composite+\(CFK\)+--+Kohlefaserverbundwerkstoffe](http://fachinfo.bistech.de/artikel/790/Carbon+Composite+(CFK)+--+Kohlefaserverbundwerkstoffe) (mod.)



## Sekundarstufe II

- c) Erläutern Sie anhand der Abbildungen 6.3 und 6.4 die verschiedenen Verfahrensschritte zur Herstellung eines kohlefaserverstärkten Kunststoffes.

---

---

---

---

---

- d) Recherchieren Sie, welche zukünftigen Entwicklungen im Automobilbau durch kohlefaserverstärkte Kunststoffe zu erwarten sind.

---

---

---

---

## Sekundarstufe II

### Aufgabe 6.4: Bewährte Akkutechnologie

In Elektroautos werden zurzeit nahezu ausschließlich Lithium-Ionen-Akkus eingesetzt, denn sie besitzen eine hohe Energiedichte, vertragen viele Ladezyklen und weisen keinen nennenswerten Memory-Effekt auf.

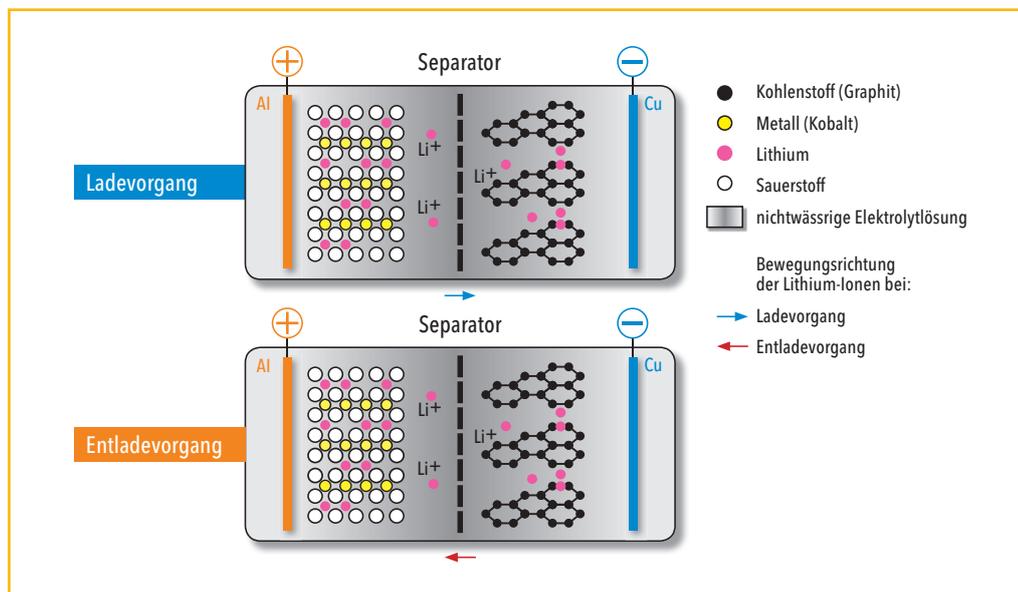


Abbildung 6.5: Funktionsweise einer Lithium-Ionen-Zelle

Quelle: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Li-Ion-Zelle\\_\(CoO2-Carbon,\\_Schema\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Li-Ion-Zelle_(CoO2-Carbon,_Schema).svg) (mod., Abruf: 08/2018)

Eine Lithium-Ionen-Zelle besteht in der Regel aus einer Graphitelektrode (negativ) und einer Lithiummetalloxid-elektrode (positiv), zum Beispiel Lithiummanganoxid ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ), Lithiumnickeloxid ( $\text{LiNiO}_2$ ) oder Lithiumkobaltdioxid ( $\text{LiCoO}_2$ ). Dazwischen befindet sich der Elektrolyt aus einem aprotischen, polaren Lösemittel (zum Beispiel Ethylencarbonat, Dimethylcarbonat) mit gelösten  $\text{Li}^+$ -Ionen und ein Separator, der selektiv für  $\text{Li}^+$ -Ionen durchlässig ist.

Beim Laden des Akkus wird an der negativen Elektrode metallisches Lithium in die einzelnen Graphitschichten eingelagert, an der positiven Elektrode werden Lithium-Ionen aus der Oxidschicht freigesetzt.

## Sekundarstufe II

- a) Erläutern Sie anhand der Abbildung 6.5 den Aufbau und die Funktion eines Lithium-Ionen-Akkus.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- b) Erklären Sie unter Angabe von Reaktionsgleichungen, warum das Lösemittel für den Elektrolyten aprotisch (ohne Wasser oder Alkohol) und polar sein muss.

---

---

---

## Sekundarstufe II

- c) Recherchieren Sie die Vor- und Nachteile des Lithium-Ionen-Akkus. Berücksichtigen Sie dabei auch die Rohstoffgewinnung und die Produktion von Lithium.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sekundarstufe I/II

## Aufgabe 6.5: Innovationen im und am Auto als Beitrag zum Klimaschutz

Der Europäische Rat hat im Oktober 2014 einen Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 beschlossen, in dem das langfristige Ziel, die Senkung der Treibhausgasemissionen der EU um 80 bis 95 Prozent bis 2050, festgelegt wurde. Dies soll zum einen durch die Nutzung erneuerbarer Energien, zum anderen durch mehr Energieeffizienz (Einsparung von Energie) erreicht werden. Zur Erreichung dieser Ziele ist in Zukunft besonders der Automobilbau gefordert, denn bisher hat der Verkehrssektor nichts zur Senkung der Kohlenstoffdioxid-Emissionen beigetragen.

- a) Recherchieren Sie, wie Innovationen im Automobilbau dazu beitragen können, die Klimaziele zu erreichen. Wählen Sie dazu eines der drei folgenden Themen:

1. **Materialforschung:**

Die Entwicklung neuer Materialien für den Fahrzeugbau kann eine entscheidende Rolle bei der Reduktion des Kohlenstoffdioxidausstoßes spielen. Neue Leichtbauwerkstoffe können das Gewicht von Fahrzeugen deutlich reduzieren, ohne dabei Abstriche an Sicherheit oder Leistungsfähigkeit zu machen.

Recherchieren Sie, welche Leichtbauwerkstoffe für welche Bauteile im Automobilbau zum Einsatz kommen können und welchen Mehrwert sie gegenüber herkömmlichen Werkstoffen bieten.

2. **Antriebstechnik:**

Nach wie vor dominieren Autos mit Verbrennungsmotoren unsere Straßen. Damit aber der Kohlenstoffdioxidausstoß wirkungsvoll gesenkt werden kann, ist es nötig, dass der Anteil an emissionsfreien Autos mit Elektromotoren stark zunimmt. Doch sind Elektroautos wirklich so umweltfreundlich?

Recherchieren Sie, ob bzw. unter welchen Bedingungen Elektroautos zum Erreichen der Klimaziele beitragen. Gibt es evtl. Alternativen?

3. **Akkutechnik:**

Das Herzstück eines Elektroautos ist die Antriebsbatterie. Zurzeit werden dafür fast ausschließlich Lithium-Ionen-Akkus verwendet. Neben den Vorteilen weisen diese zurzeit noch eine ganze Reihe von Nachteilen auf. So haben sie neben einem sehr hohen Gewicht und einem hohen Preis eine noch nicht zufriedenstellende Ladekapazität. Dazu kommen noch hohe Umweltbelastungen bei der Rohstoffgewinnung und bei der Produktion.

Recherchieren Sie, durch welche Entwicklungen die Batteriehersteller die Akkus der Zukunft optimieren möchten. Achten Sie dabei besonders auf Aspekte der Nachhaltigkeit.

---

---

---

---

---

## Sekundarstufe I/II

- b) Stellen Sie Ihre Rechercheergebnisse anschaulich auf einem Plakat dar und bereiten Sie sich darauf vor, Ihre Ergebnisse Ihren Mitschülerinnen und Mitschülern in einem Kurzvortrag vorzustellen.
- c) Stellen Sie sich Ihre Ergebnisse in einem Museumsgang gegenseitig vor. Bilden Sie dazu Gruppen, in denen jeweils mindestens ein Experte für jedes Thema vertreten ist.