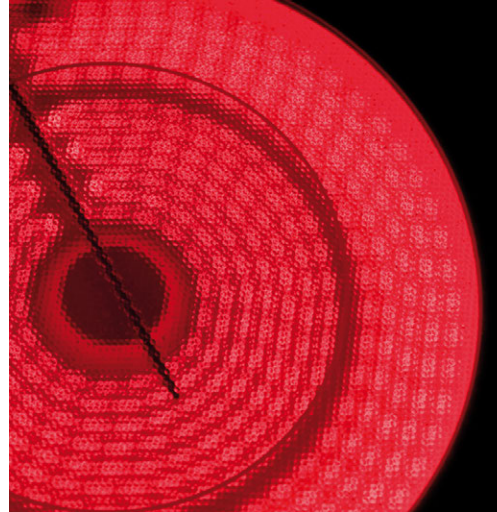


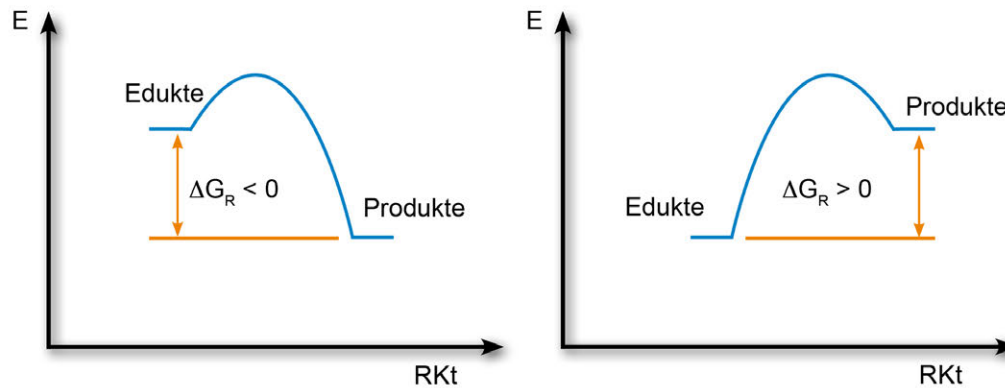
Basis | 3 Grundbegriffe der Energie **Beispiele für Energiewandlung**



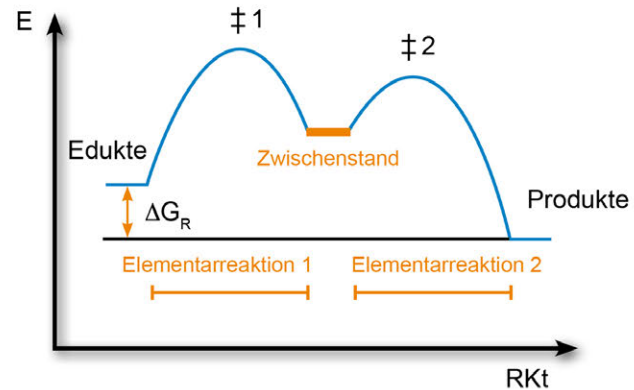
Oberstufe | 3 Grundbegriffe der Energie

Schematischer Ablauf ein- und mehrstufiger chemischer Reaktionen

Einstufige Reaktion

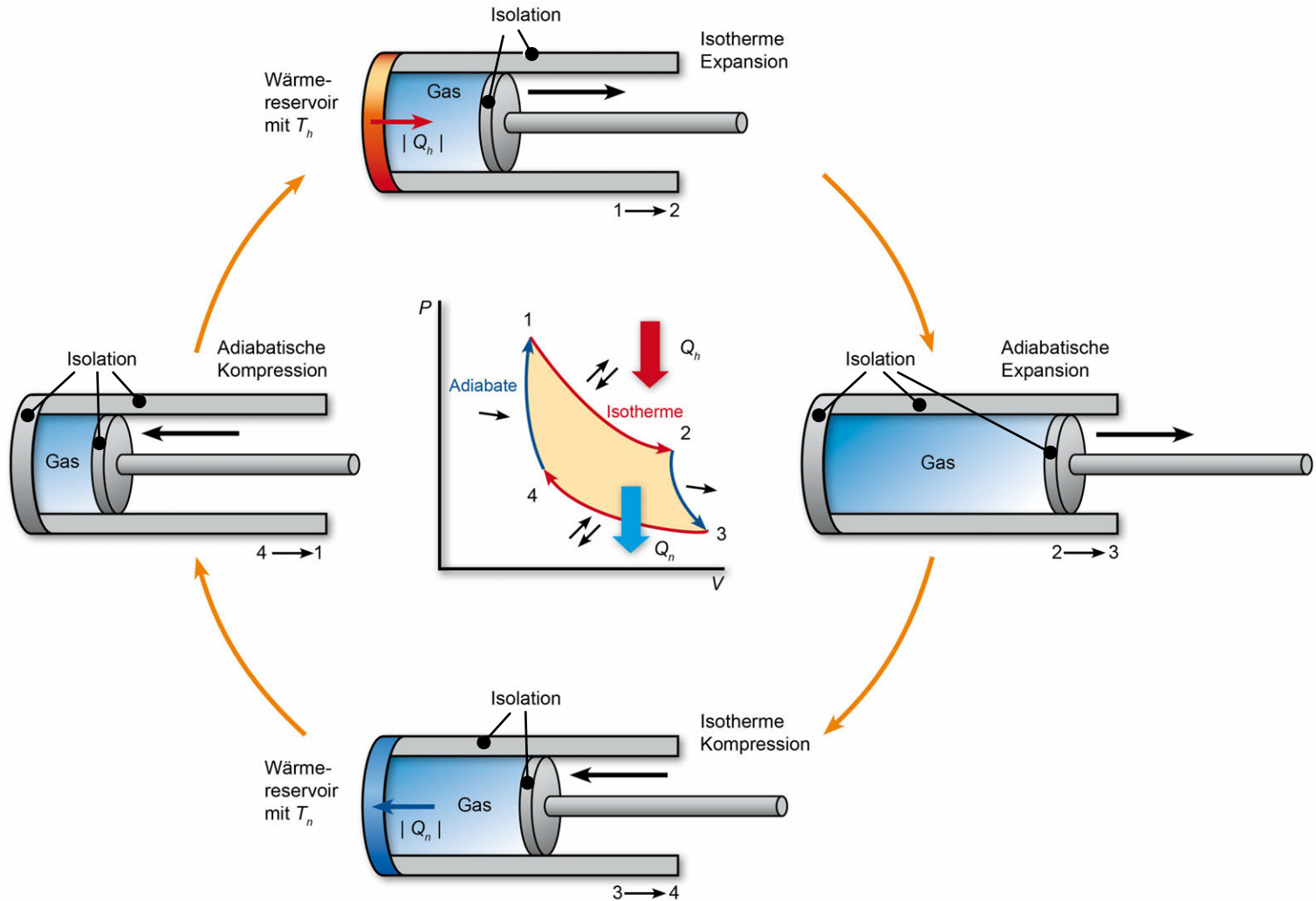


Mehrstufige Reaktion



Oberstufe | 3 Grundbegriffe der Energie

Carnot'scher Kreisprozess



Basis | 4 Chemie und Energie
Exotherme Reaktionen in Schule und Alltag



Reaktion von metallischem Natrium mit Wasser
zu Wasserstoff und Natriumhydroxid



Verbrennung von Haushaltsabfällen in einem
Müllheizkraftwerk

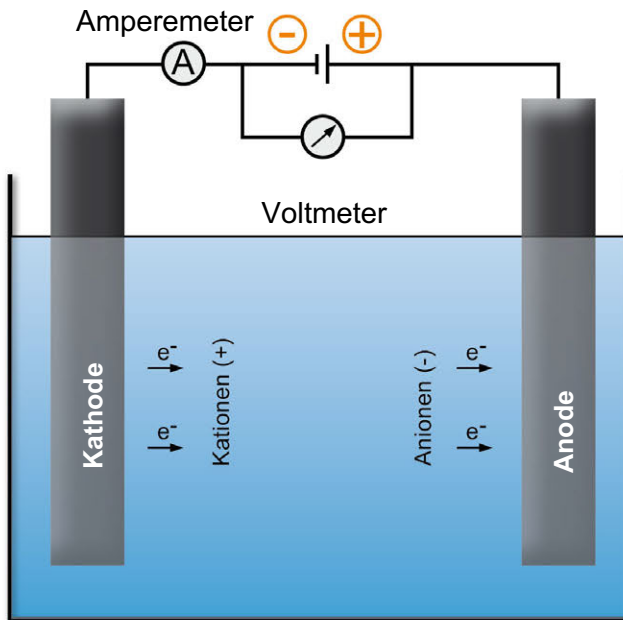
Mittelstufe | 4 Chemie und Energie

Chemische Reaktionen in Batterien und Akkumulatoren

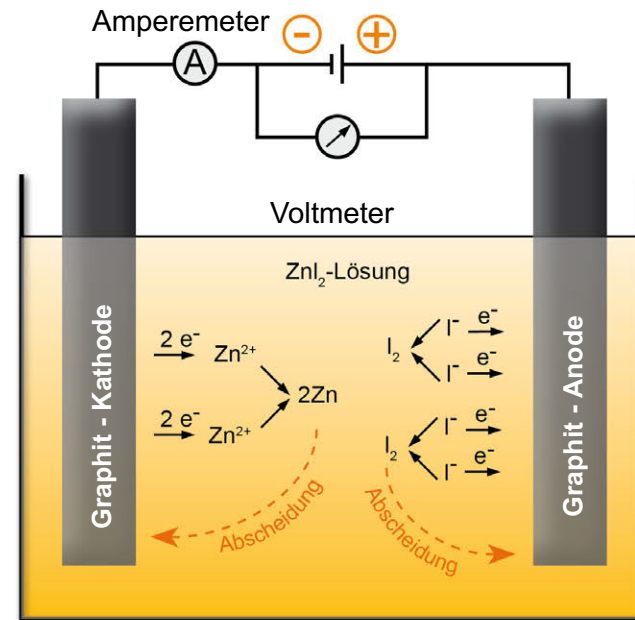
Typ	Anodenreaktion	Kathodenreaktion	Nennspannung
„Zink-Kohle“	$\text{Zn} + 2 \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2] + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$	$2 \text{MnO}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{MnO}(\text{OH})$	1,5 Volt
„Alkali-Mangan“	$\text{Zn} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$	$\text{MnO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2 + 2 \text{OH}^-$	1,5 Volt
Blei-Akku	$\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2 \text{e}^-$	$\text{PbO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$	2 Volt
Nickel-Metallhydrid-Akku	$\text{MH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{M} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^-$	$\text{NiO}(\text{OH}) + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	1,2 Volt
Lithium-Ionen-Akku	$\text{Li}_x\text{C}_n \rightarrow \text{C}_n + x \text{Li}^+ + x \text{e}^-$	$\text{Li}_{1-x}\text{Mn}_2\text{O}_4 + x \text{Li}^+ + x \text{e}^- \rightarrow \text{LiMn}_2\text{O}_4$	3,6 Volt

Mittelstufe | 4 Chemie und Energie Aufbau einer Elektrolysezelle

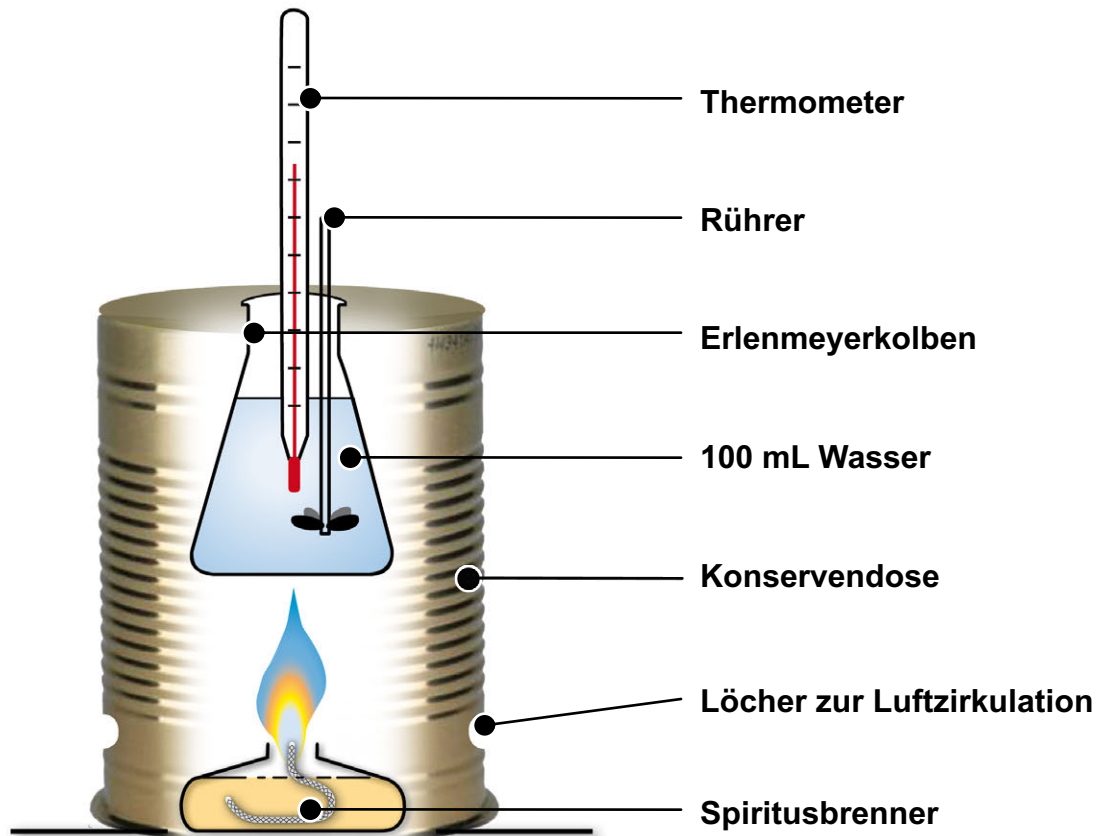
Allgemeines Prinzip



Am Beispiel Elektrolyse einer Zinkiodid-Lösung



Mittelstufe | 4 Chemie und Energie
Aufbau eines einfachen Kalorimeters



Basis | 5 Beleuchtung

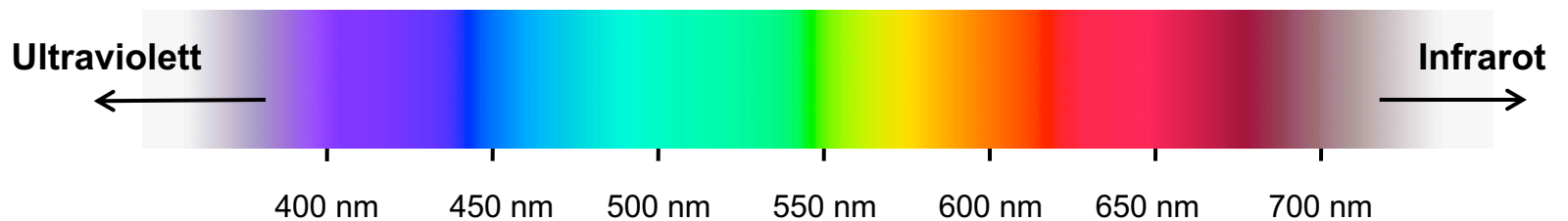
Verschiedene Leuchtmittel



Mittelstufe | 5 Beleuchtung

Elektromagnetisches Wellenlängenspektrum von Ultraviolett bis Infrarot

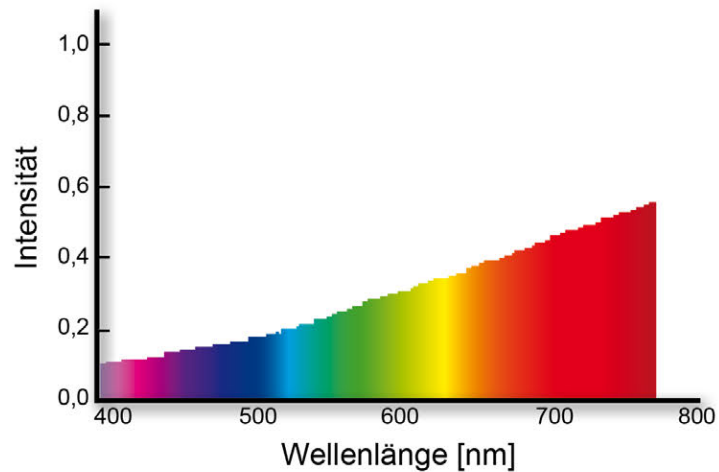
Das für den Menschen sichtbare Spektrum (Licht)



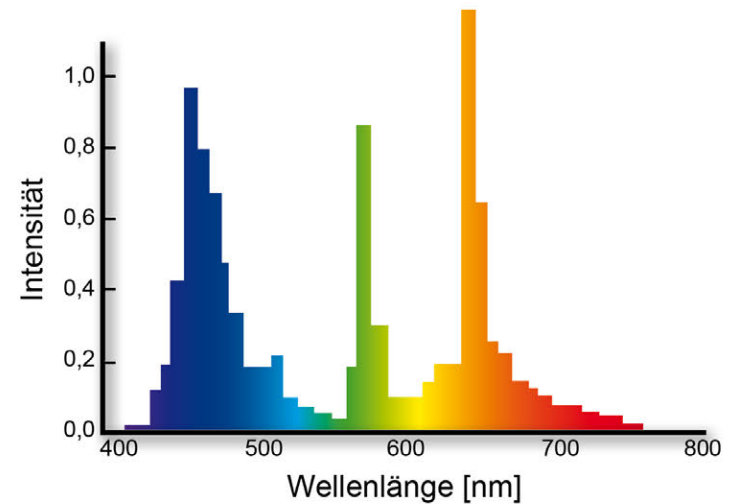
Basis | 5 Beleuchtung

Lichtspektren einer Glühlampe und einer weißen LED

Glühlampe

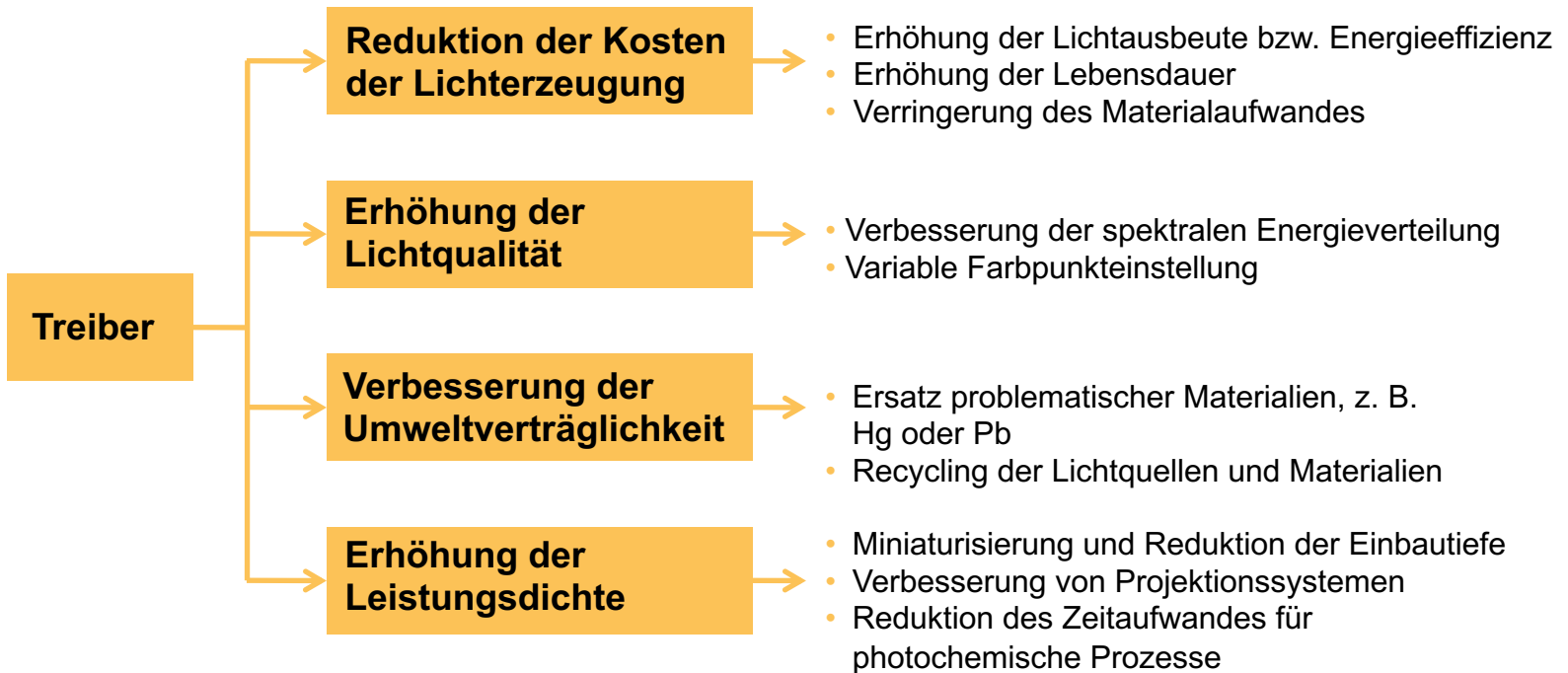


Weißer LED



Mittelstufe | 5 Beleuchtung

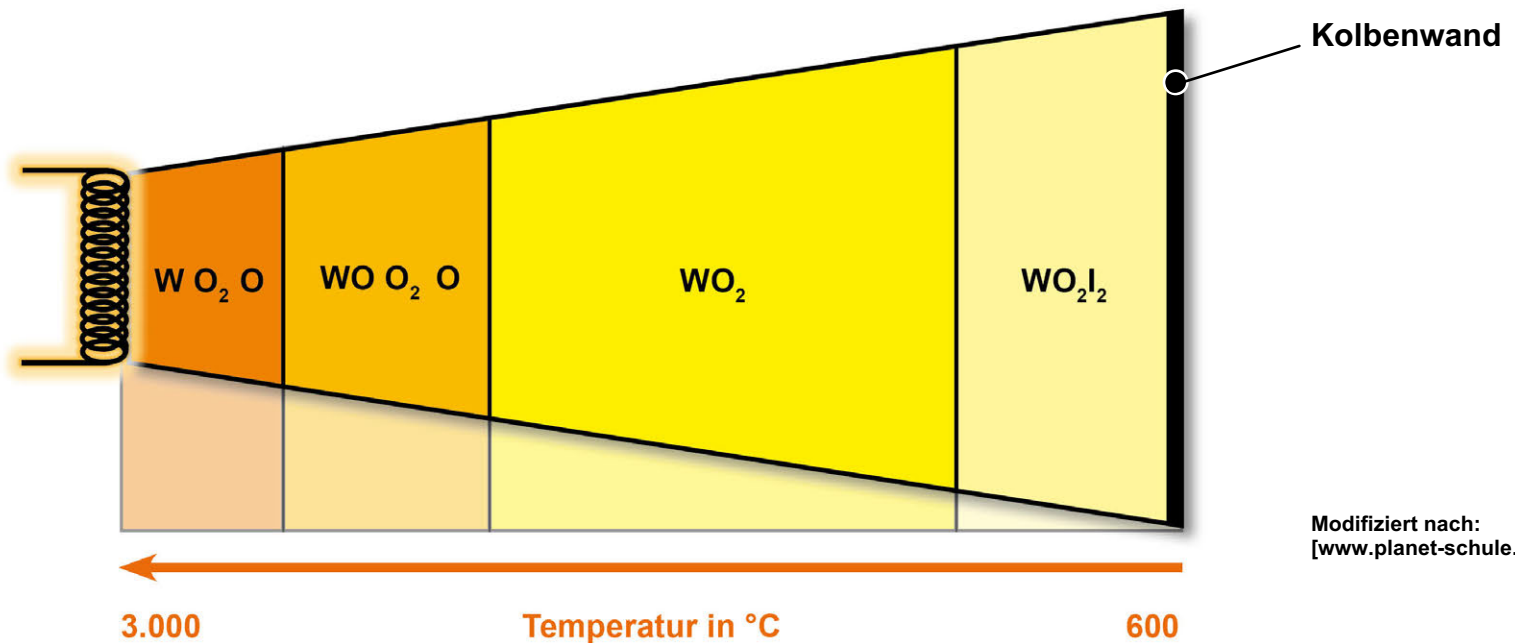
Chemie als Treiber der Entwicklung neuer Materialien für Lichtquellen



Mittelstufe | 5 Beleuchtung

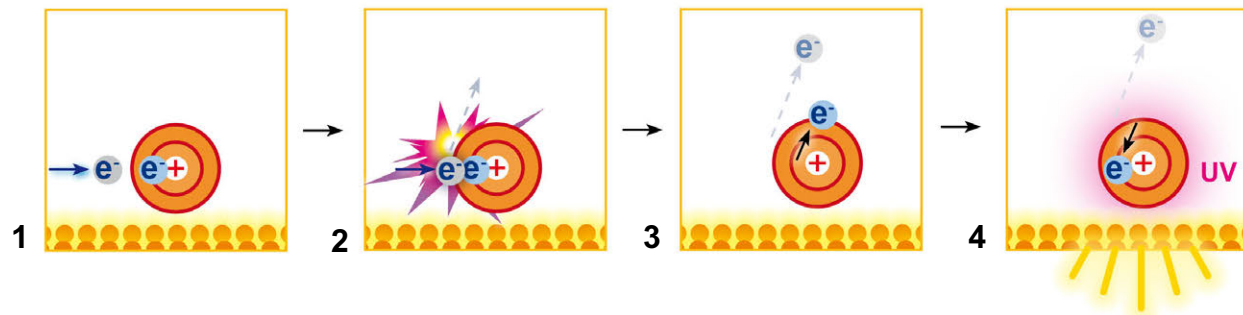
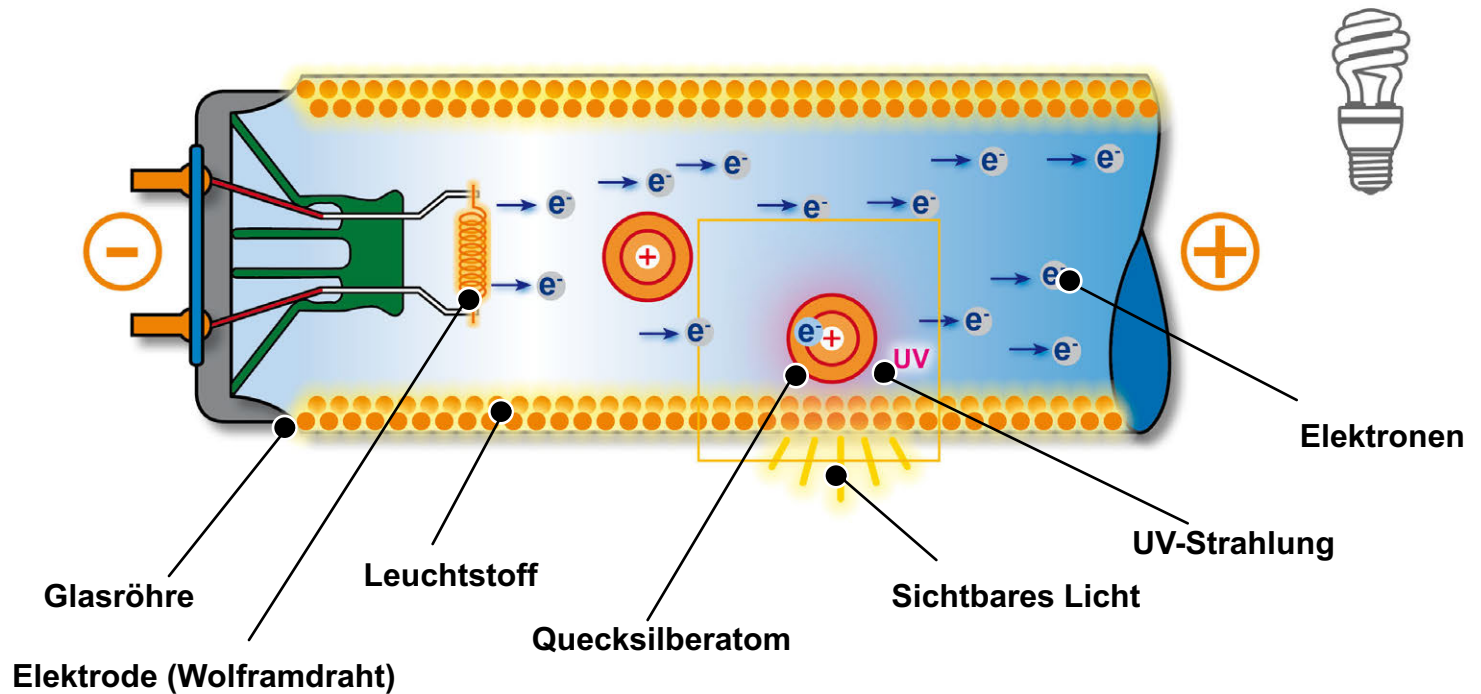
Aufbau einer Halogenlampe | Temperaturzonen im Glaskolben

Schema der Temperaturverteilung
innerhalb einer Halogenlampe



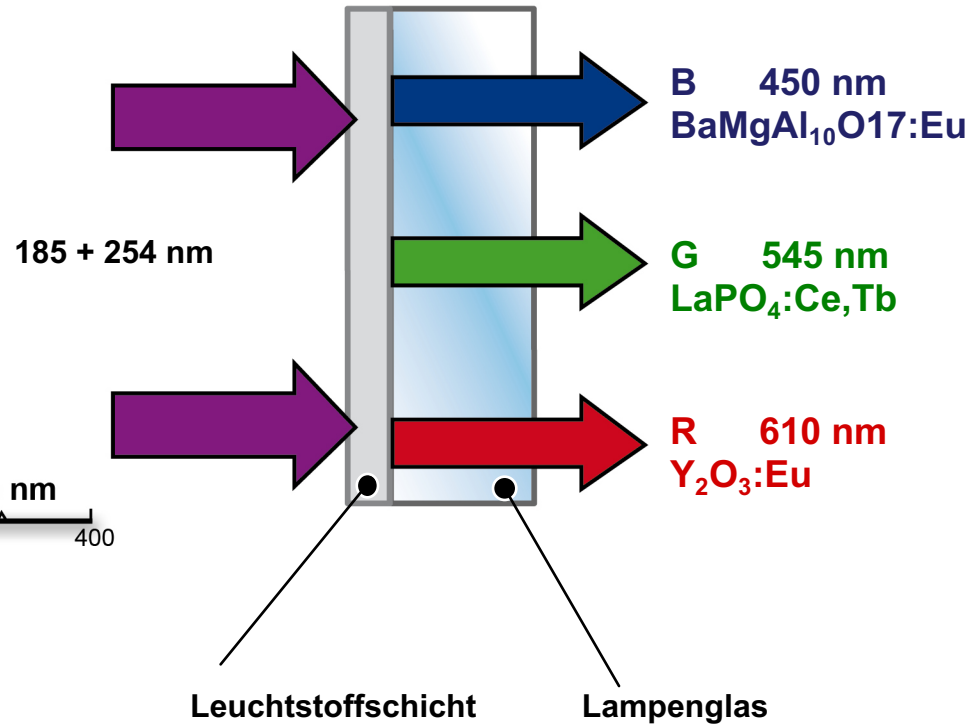
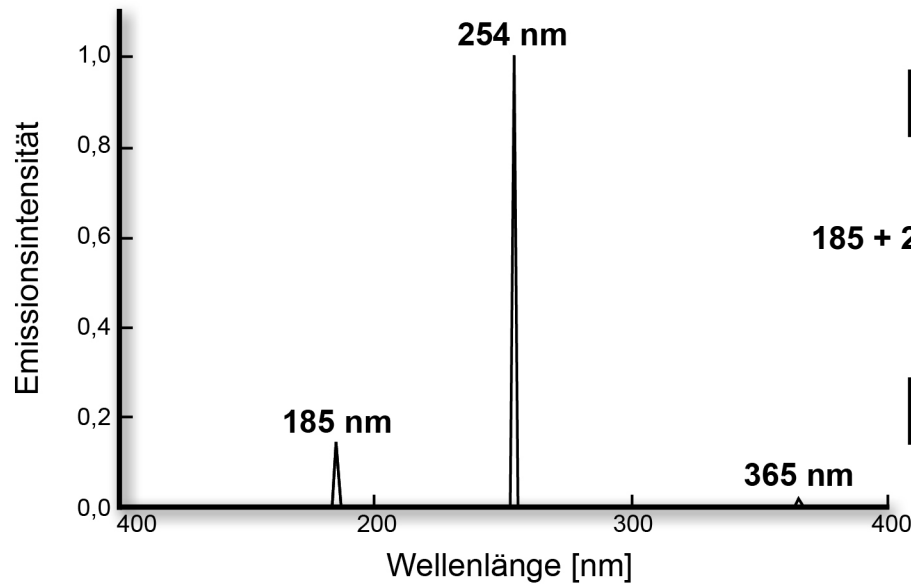
Modifiziert nach:
[www.planet-schule.de]

Mittelstufe | 5 Beleuchtung Aufbau einer Energiesparlampe

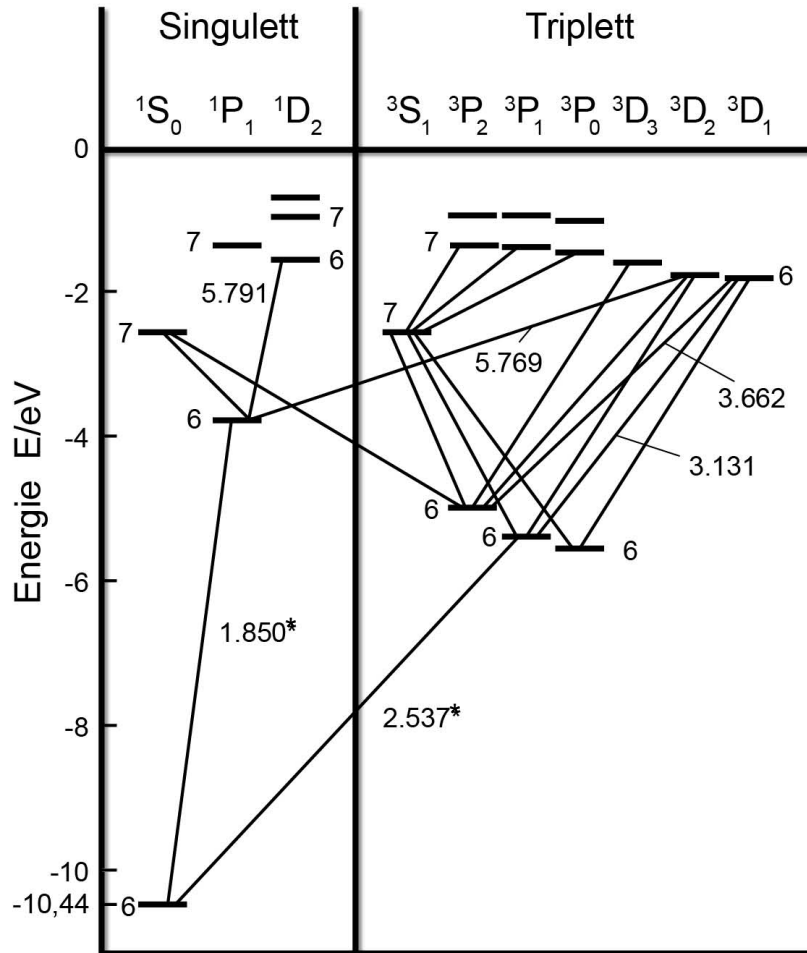


Oberstufe | 5 Beleuchtung
Chemie der Fluoreszenzlampen

Hg-Spektrum



Oberstufe | 5 Beleuchtung Termschema von Quecksilber



* Wellenlängen in 10^{-10} m (Å)

Grundzustandskonfiguration:
[Xe] $4f^{14} 5d^{10} 6s^2$

Angeregter Zustand:
[Xe] $4f^{14} 5d^{10} 6s 6p$

Singulett:
beide Spins der Elektronen
in der p-Schale antiparallel

Triplett:
beide Spins der Elektronen
in der p-Schale parallel

nach:
Haken, Wolf, Atom- und Quantenphysik,
Springer Verlag 1996

Oberstufe | 5 Beleuchtung

Oxidation des Luciferins durch das Enzym Luciferase

Käfer-Luciferin

Oxyluciferin



Oberstufe | 5 Beleuchtung

Vorteile von LED gegenüber konventionellen Leuchtmitteln

Mehr als 90 Prozent geringerer Energieverbrauch

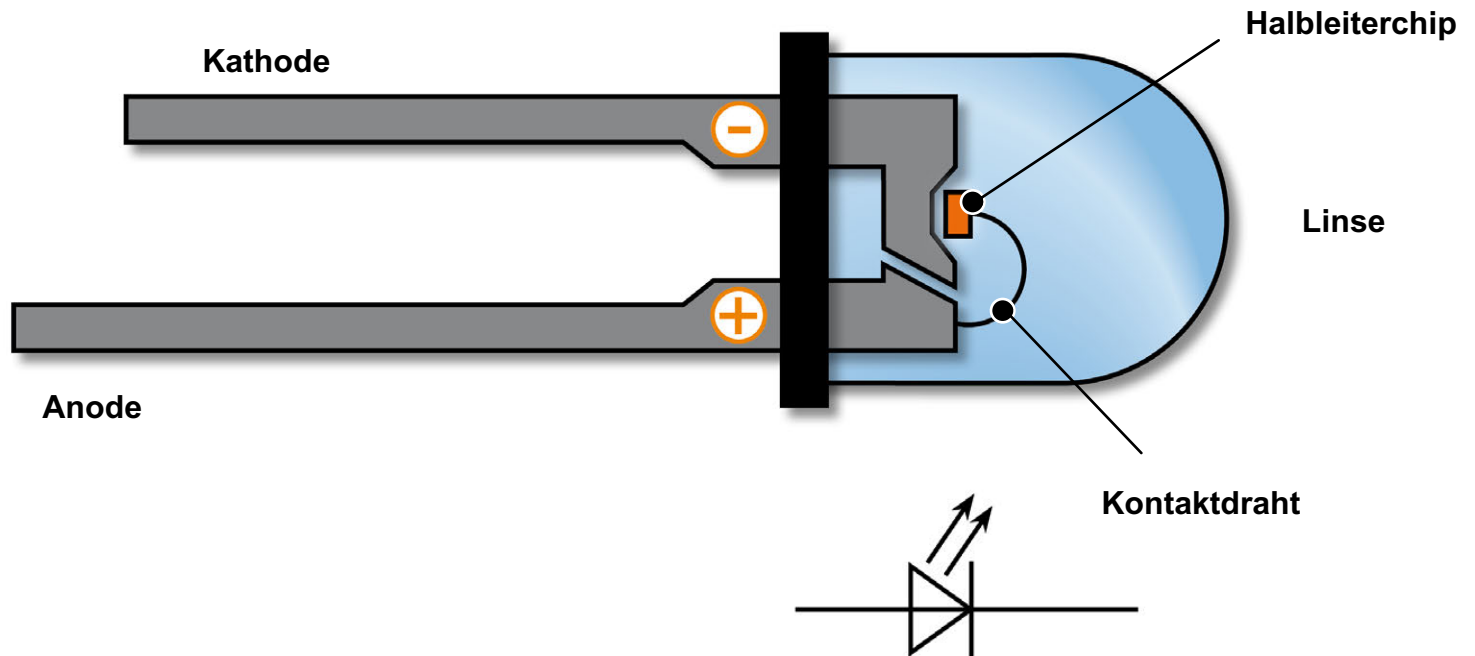
Lange Lebensdauer (bis zu 50.000 Stunden gegenüber 500 bis 1.000 Stunden herkömmlicher Glühlampen)

Große Helligkeit (über $300 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$ (Lumen pro Watt) bei geringer Größe (Leuchtstofflampe: rund $50 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$)

Breites Farbspektrum

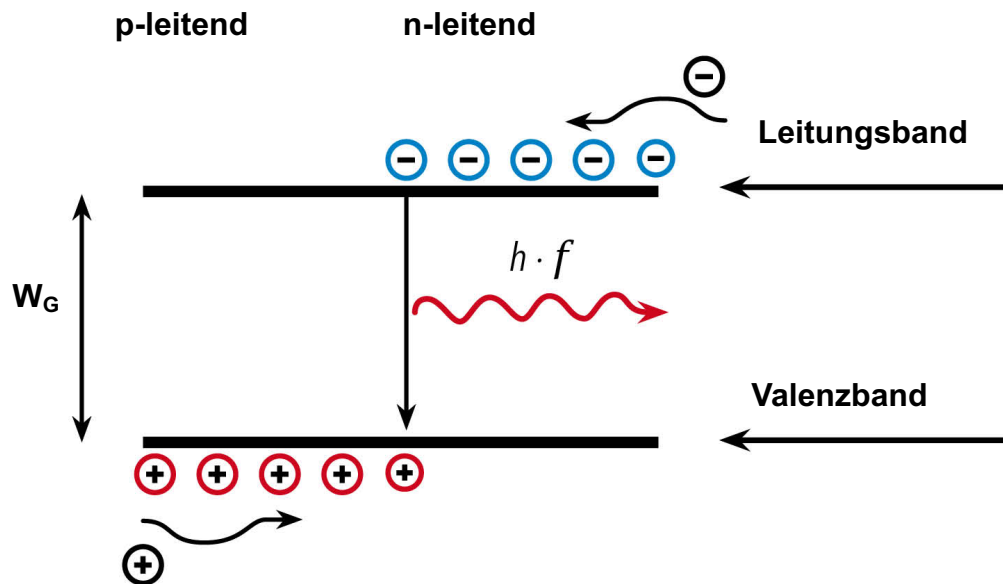
Vielfältige Anwendungen

Oberstufe | 5 Beleuchtung
Aufbau einer LED



Oberstufe | 5 Beleuchtung

Diskrete Emissionswellenlängen am Beispiel des Bändermodells

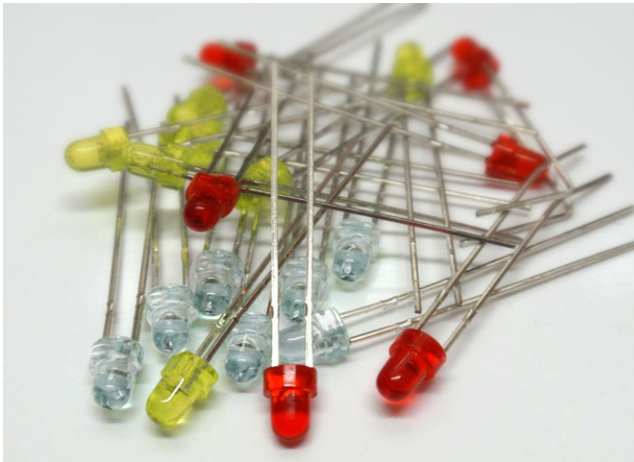


$$W_G = \frac{c_0 \cdot h}{\lambda} = \frac{1,24 \cdot 10^6}{\lambda} \text{ eV}$$

- W_G Energielücke in Elektronenvolt (eV)
- λ Wellenlänge in nm
- c_0 Lichtgeschwindigkeit ($\approx 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)
- h Planck'sche Konstante ($6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

Oberstufe | 5 Beleuchtung

Historische Entwicklung anorganischer Leuchtdioden (LEDs)



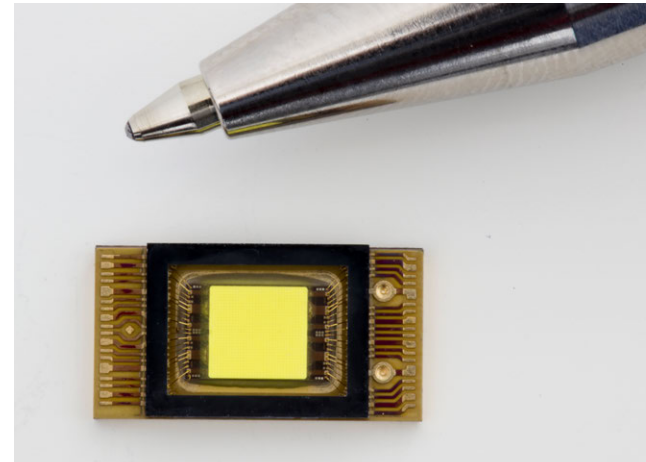
1970

GaAsP

< 0,1 W

< 0,1 lm

Gelb + Rot



2016

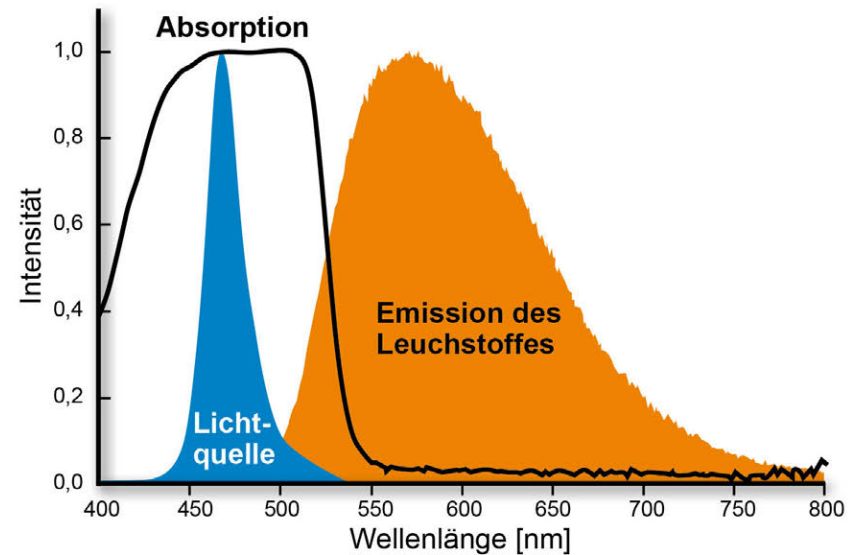
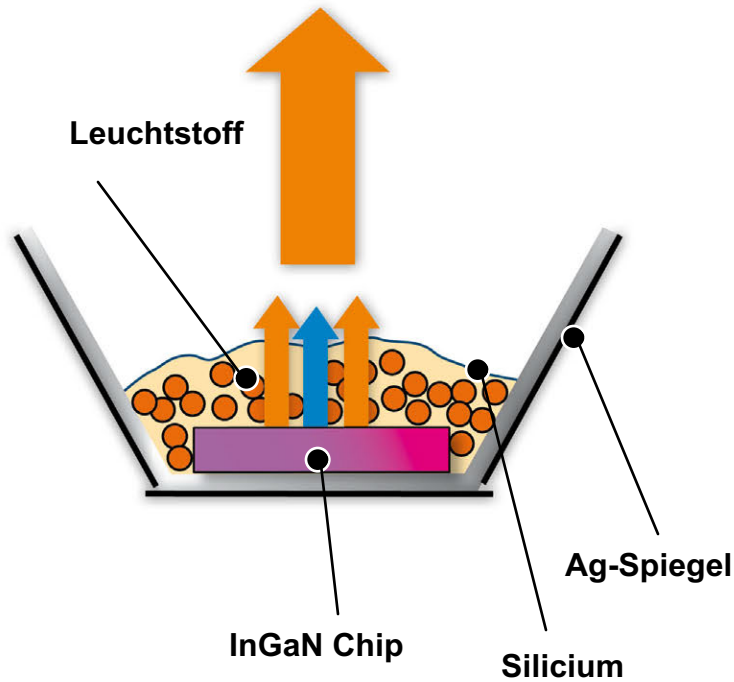
Al InGaP, Al InGaN

0,6 – 10 W

10 – 150 lm

Alle Farben + UV

Oberstufe | 5 Beleuchtung Funktionsprinzip von weißen LEDs

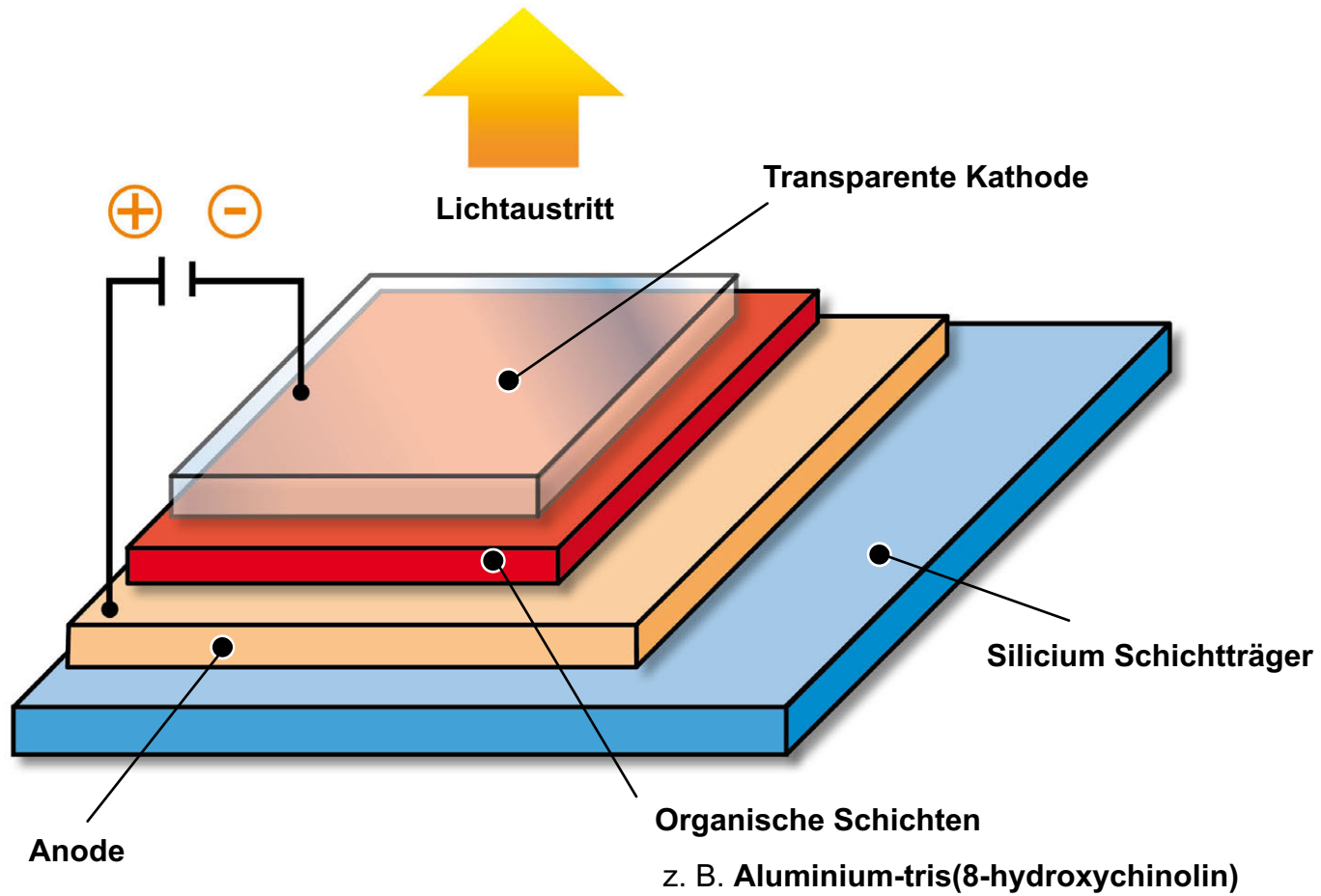


Blauer LED Chip: 420 – 480 InGaN

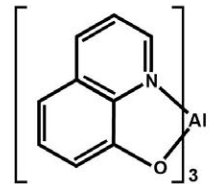
Leuchtstoffschicht (Konverter):
Gelb
Gelb + Rot
Grün + Rot

Kaltweiße Lichtquellen
Warmweiße Lichtquellen
Kalt- und warmweiße Lichtquellen

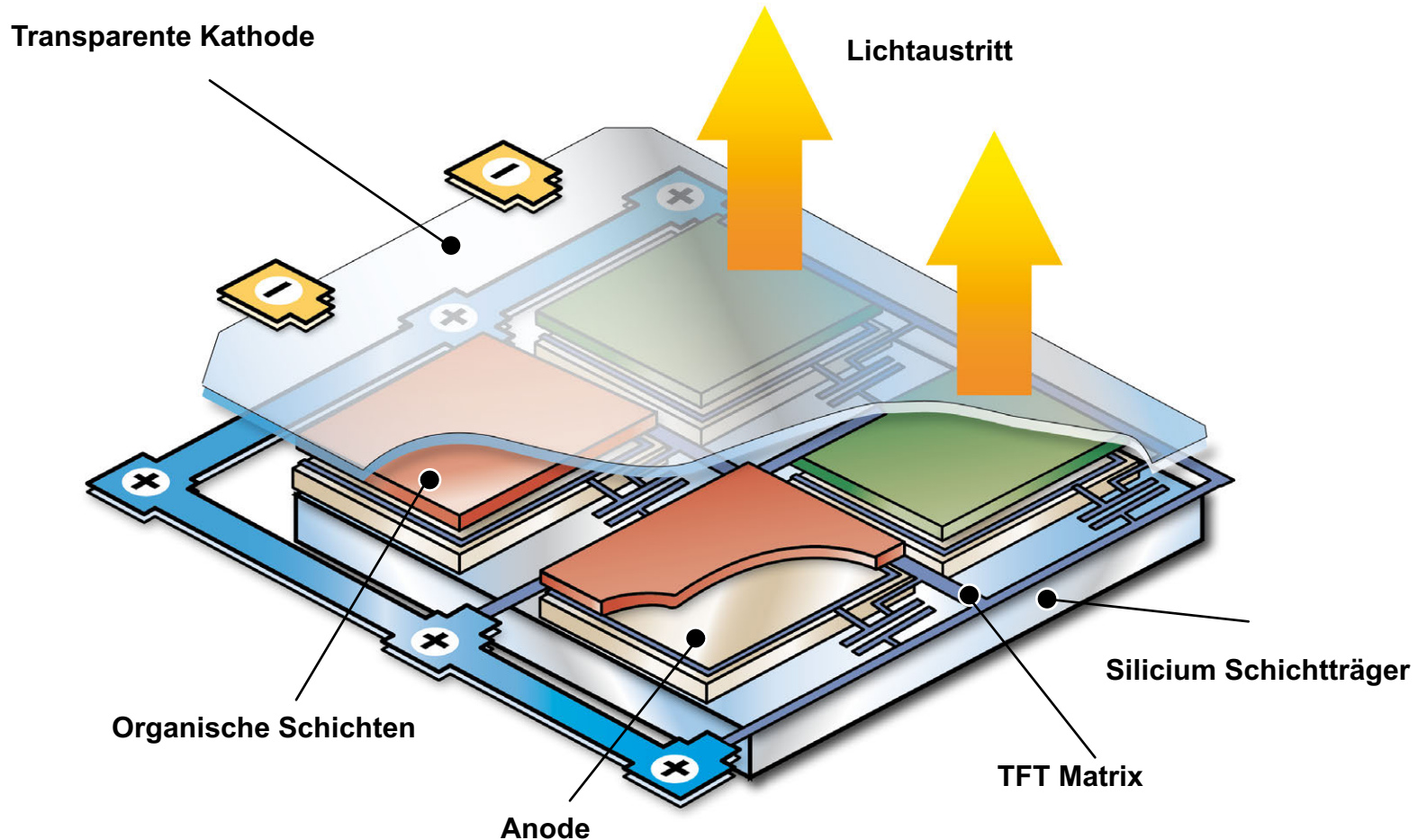
Oberstufe | 5 Beleuchtung
Aufbau einer OLED



Organische Schichten
z. B. Aluminium-tris(8-hydroxychinolin)



Oberstufe | 5 Beleuchtung Aufbau einer OLED – Aktive Matrix



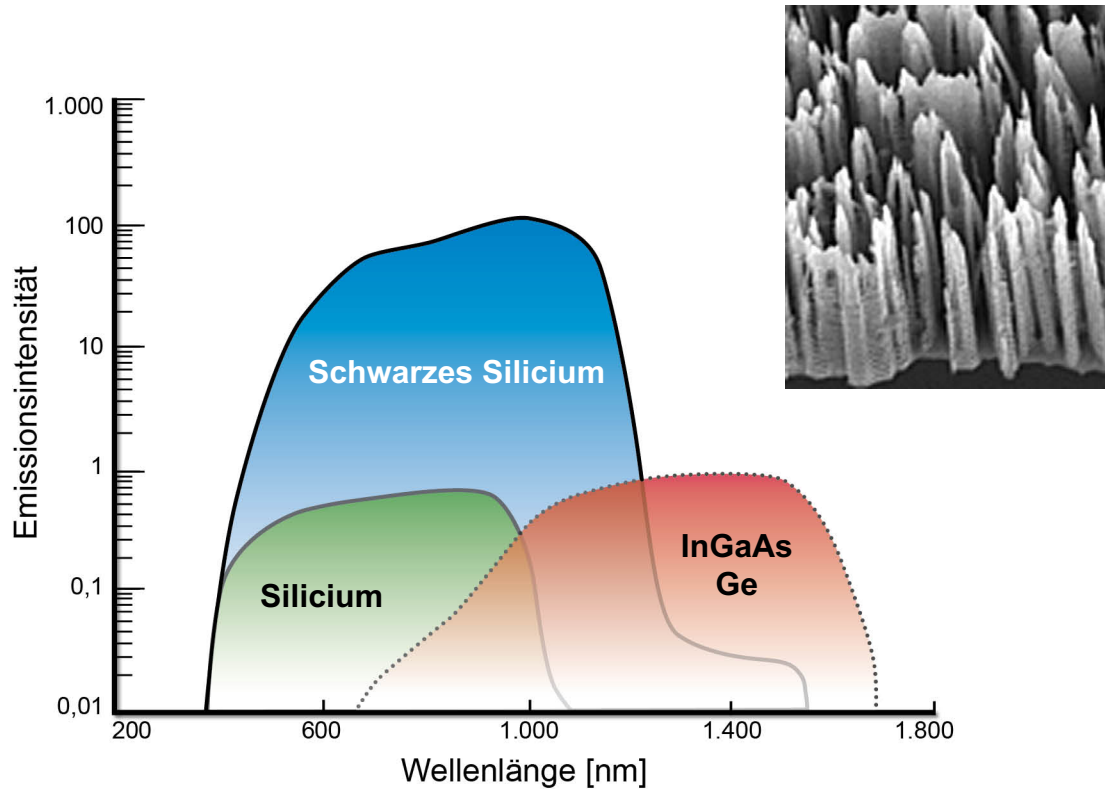
Basis | 6 Wohnen und Wärme

Photovoltaikelemente an Satelliten, Hausfassaden und Verkehrsanlagen



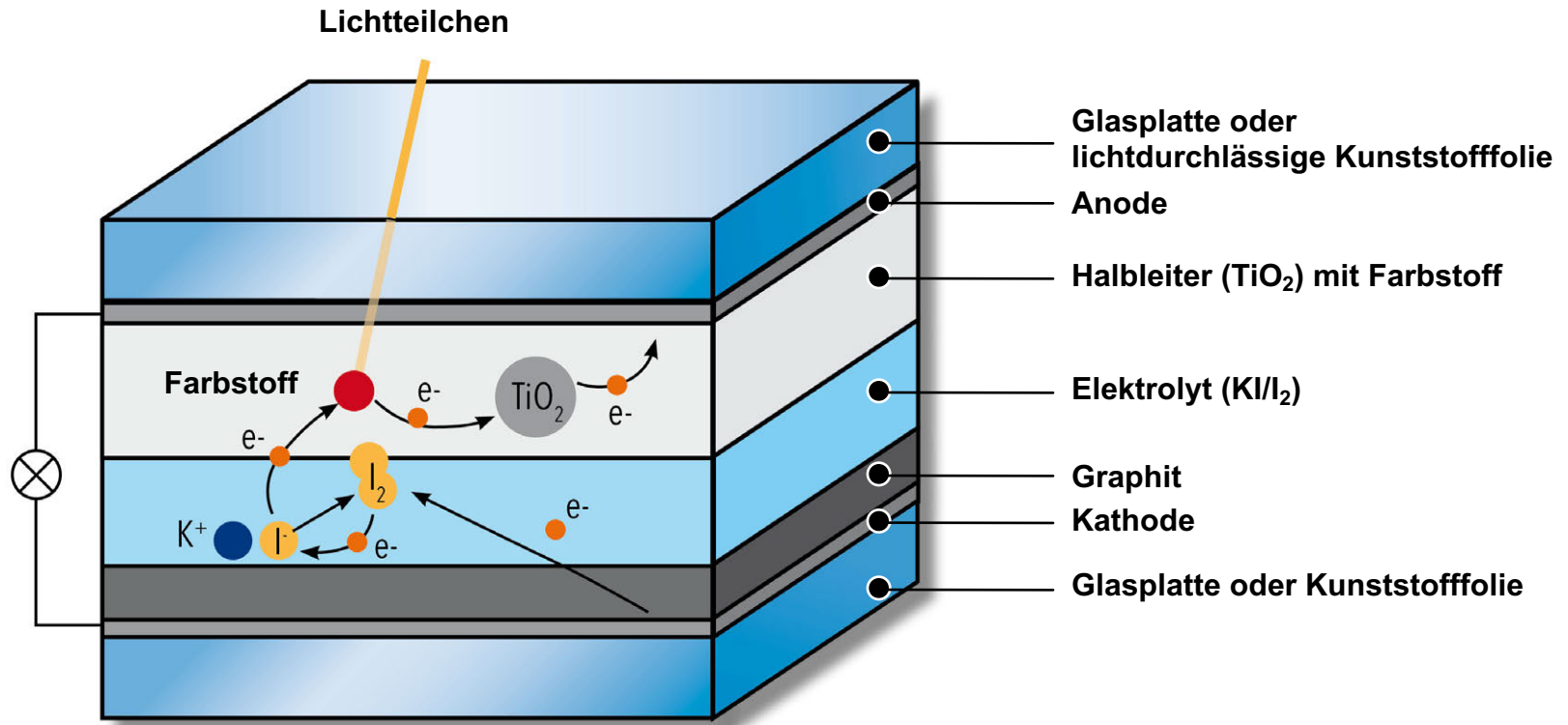
Oberstufe | 6 Wohnen und Wärme

Empfindlichkeitsspektrum eines „Schwarzen Silicium“-Sensors

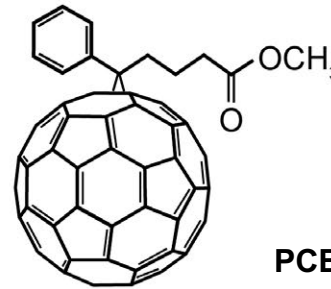
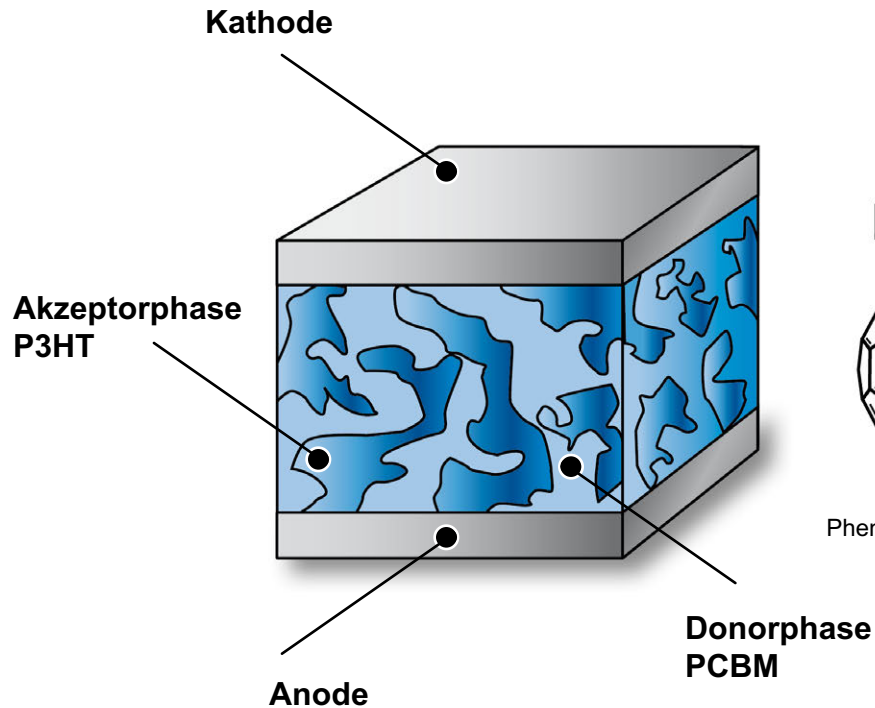


Oberstufe | 6 Wohnen und Wärme

Aufbau einer Grätzel-Zelle und Schema des Elektronenflusses

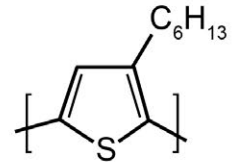


Oberstufe | 6 Wohnen und Wärme Aufbau einer organischen Solarzelle



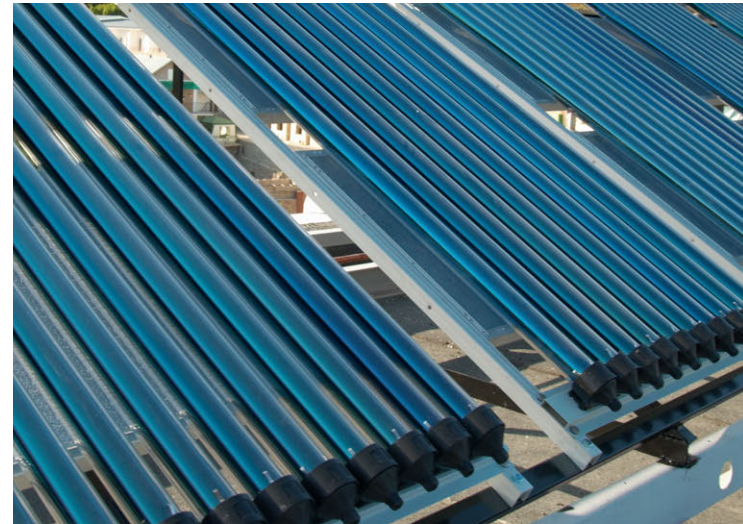
Phenyl-C61-Buttersäuremethylester

PCBM : P3HT

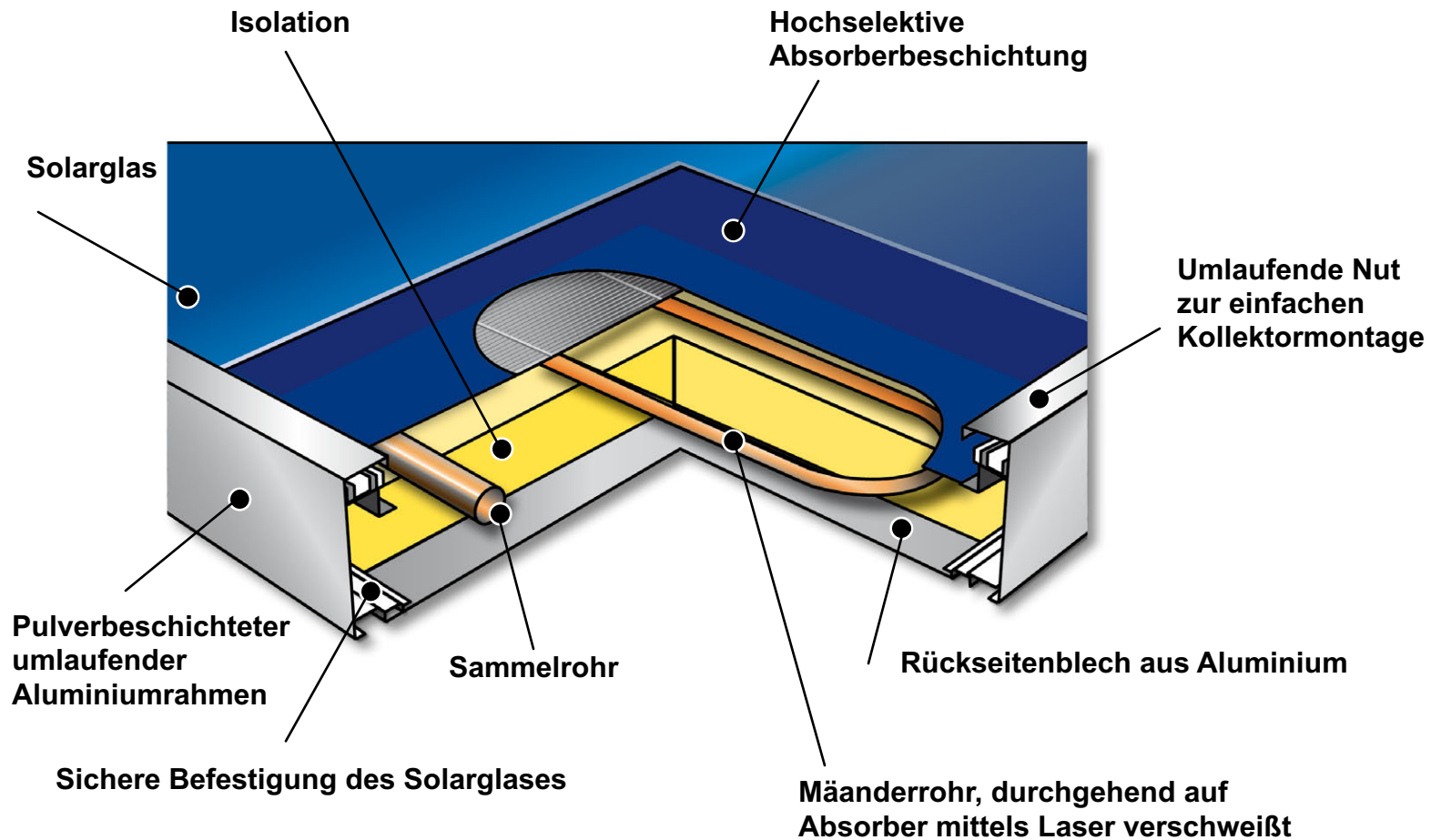


Poly(3-Hexylthiophen-2,5-diyl)

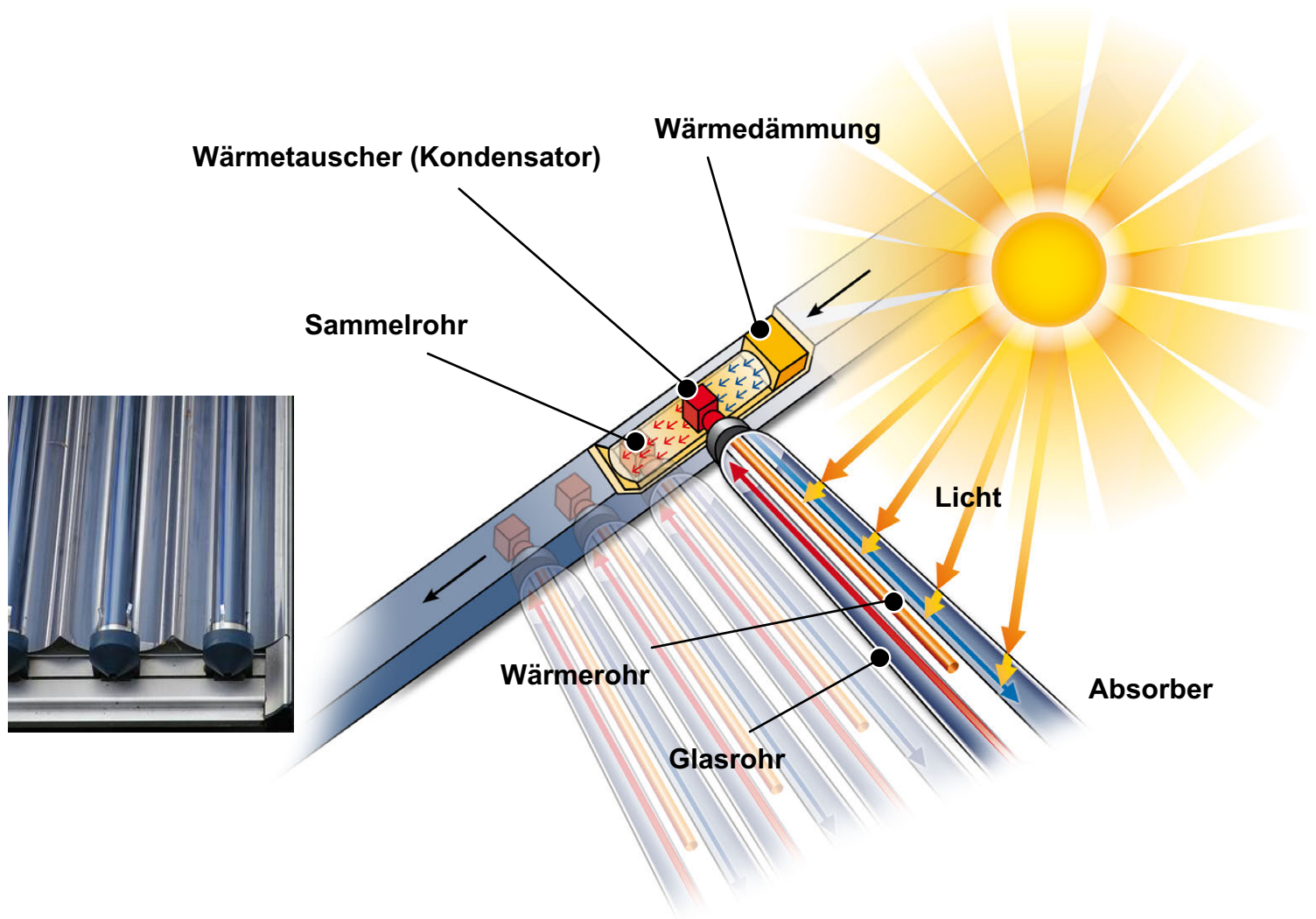
Basis | 6 Wohnen und Wärme **Solarkocher und Vakuumröhrenkollektor**



Mittelstufe | 6 Wohnen und Wärme Aufbau eines Sonnenkollektors

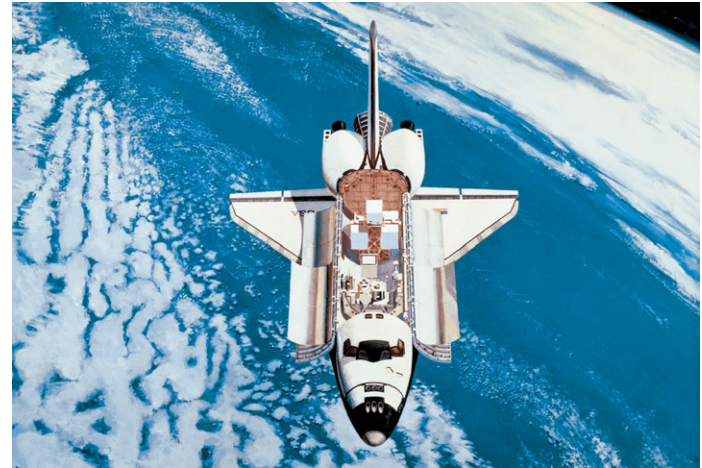


Mittelstufe | 6 Wohnen und Wärme Aufbau eines Vakuumröhrenkollektors



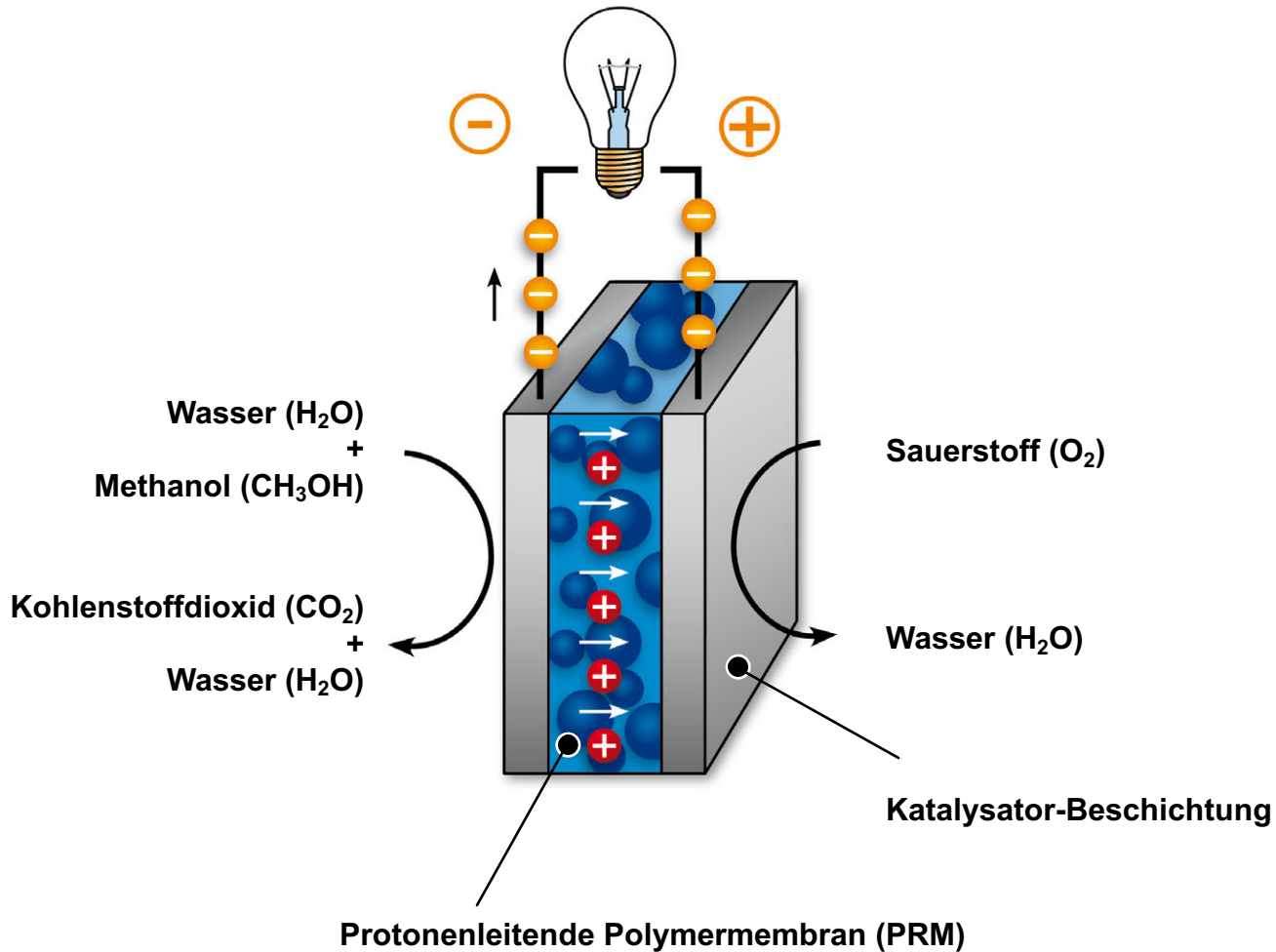
Basis | 6 Wohnen und Wärme

Technische Anwendungen von Brennstoffzellen



Mittelstufe | 6 Wohnen und Wärme

Aufbau einer Direkt-Methanol-Brennstoffzelle



Mittelstufe | 6 Wohnen und Wärme
Wärmedämmung in Natur und Technik

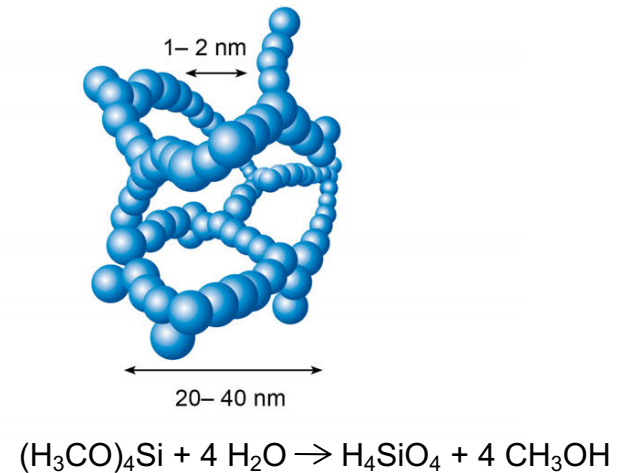
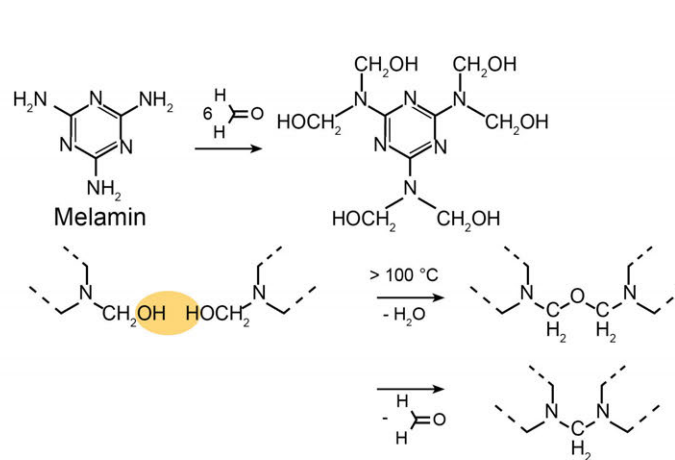
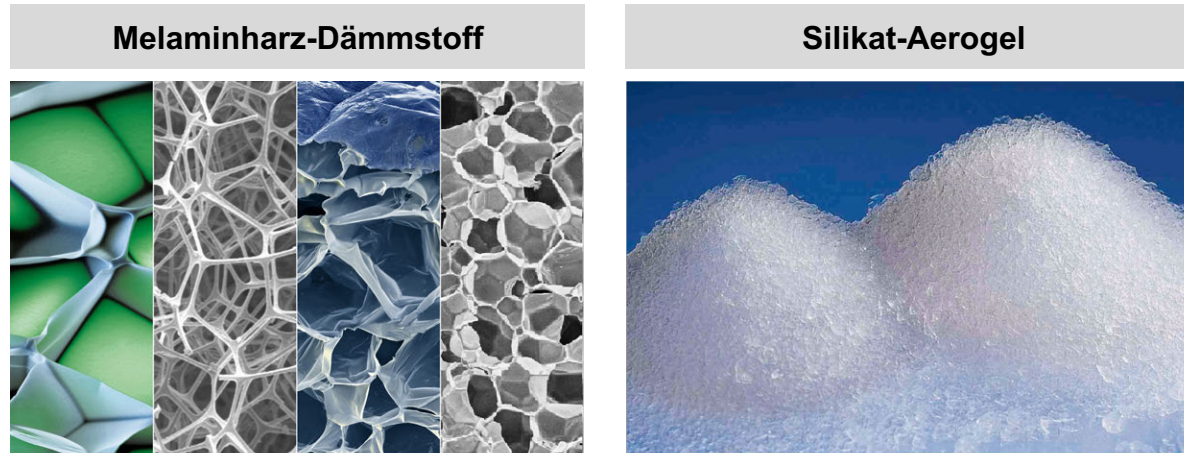


Mittelstufe | 6 Wohnen und Wärme Energieeffizientes Wohnen

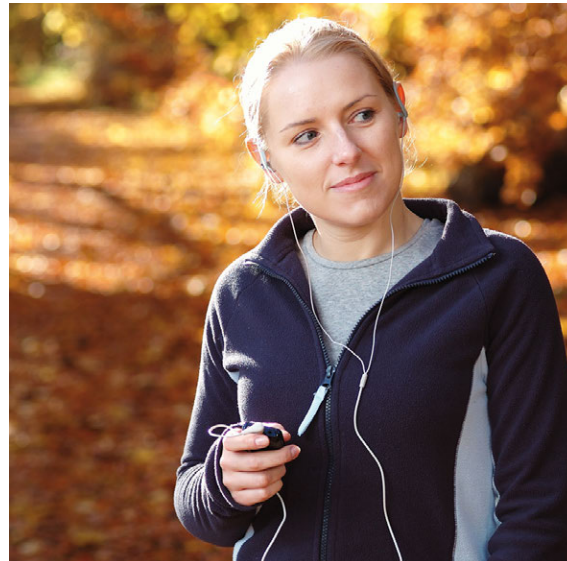


Oberstufe | 6 Wohnen und Wärme

Struktur eines Melaminharz-Dämmstoffs und Silikat-Aerogel



Basis | 7 Mobilität
Mobile Unterhaltung unterwegs

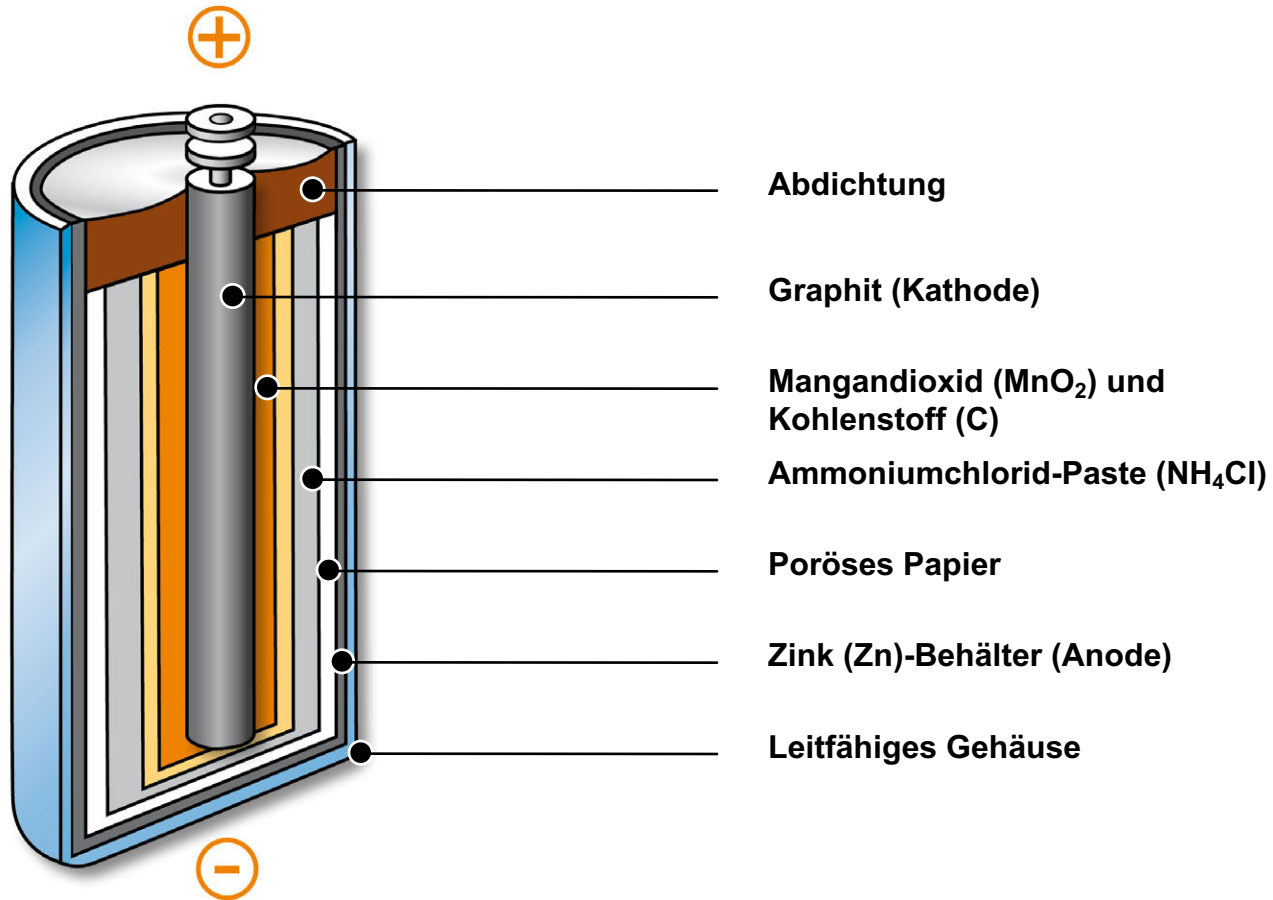


Mittelstufe | 7 Mobilität
Spannungsreihe der Metalle

Element als Ion		Normalpotenzial
Gold	$\text{Au} \rightarrow \text{Au}^{3+} + 3\text{e}$	+1,68 Volt
Silber	$\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{e}$	+0,80 Volt
Kupfer	$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}$	+0,34 Volt
Wasserstoff	$\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}$	0 Volt
Blei	$\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^+ + \text{e}$	-0,125 Volt
Eisen	$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}$	-0,44 Volt
Zink	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}$	-0,76 Volt
Aluminium	$\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}$	-1,5 Volt
Magnesium	$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}$	-2,40 Volt

Mittelstufe | 7 Mobilität

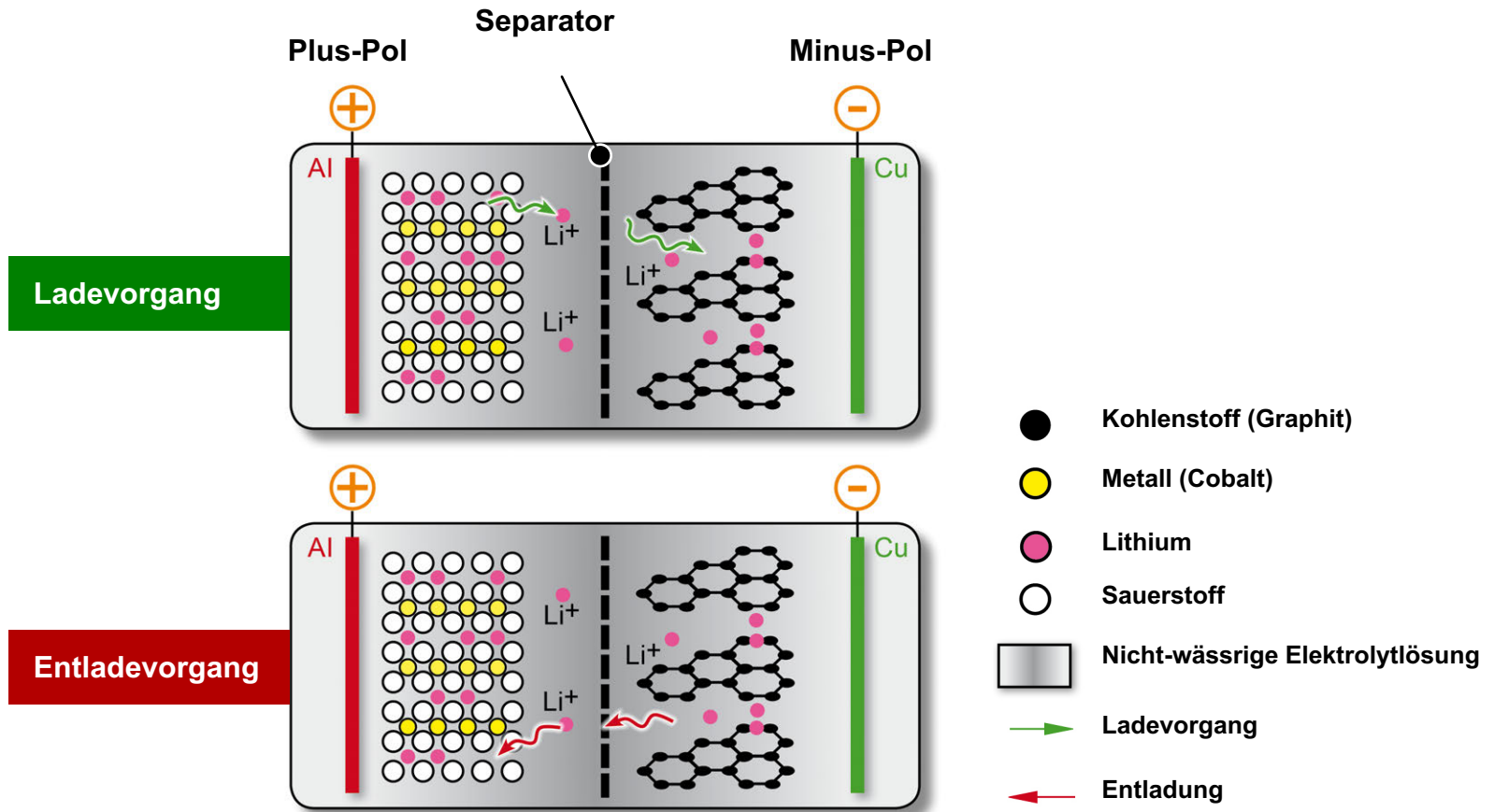
Aufbau einer Zink-Kohle-Batterie



Mittelstufe | 7 Mobilität Verschiedene Batterien und Akkus



Oberstufe | 7 Mobilität Aufbau eines Li-Ionen-Akkus



Oberstufe | 7 Mobilität

B-Netz Funktelefon und modernes Smart Phone

Funktelefon (1990er Jahre)



Smart Phone (2019)



Basis | 7 Mobilität

Drei Generationen: Materialien in Automobilbau & Luftfahrt



Mittelstufe | 7 Mobilität

Metallschäume und Sandwichstrukturen

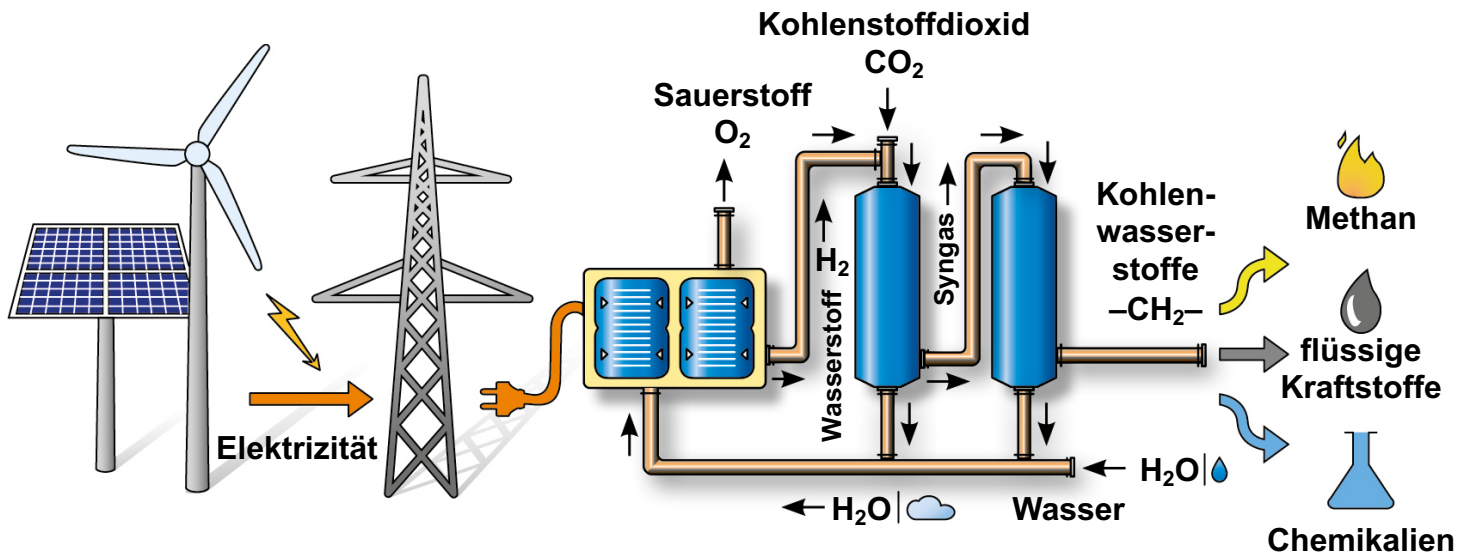


Oberstufe | 7 Mobilität Treibstoffherstellung aus Nachwachsenden Rohstoffen



Oberstufe | 7 Mobilität

So funktioniert Power-to-X: Synthese nach dem Fischer-Tropsch-Verfahren



Erneuerbare Energie
+ CO₂ + H₂O

Elektrolyse

Synthese

-CH₂-

Oberstufe | 7 Mobilität

Hofmannscher Wasserzersetzungsapparat

