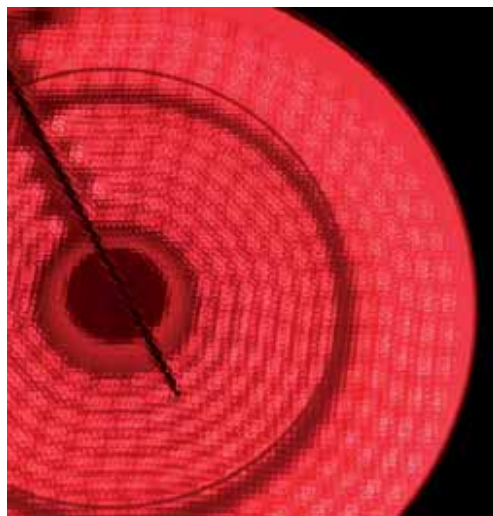


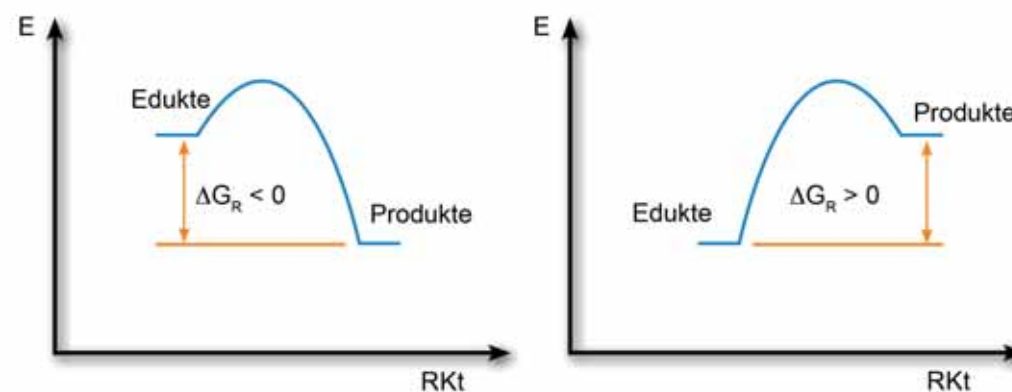
Basis | 3 Grundbegriffe der Energie
Beispiele für Energiewandlung



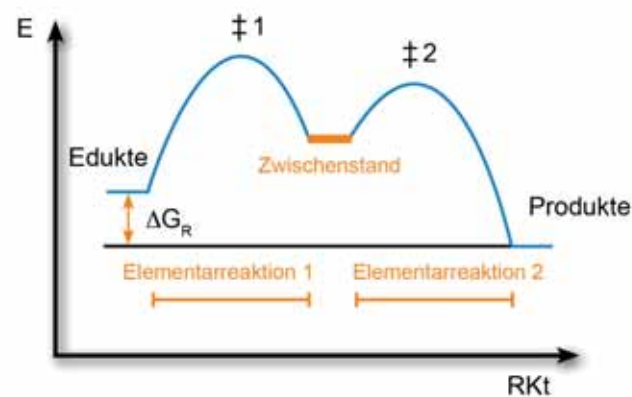
Oberstufe | 3 Grundbegriffe der Energie

Schematischer Ablauf ein- und mehrstufiger chemischer Reaktionen

Einstufige Reaktion

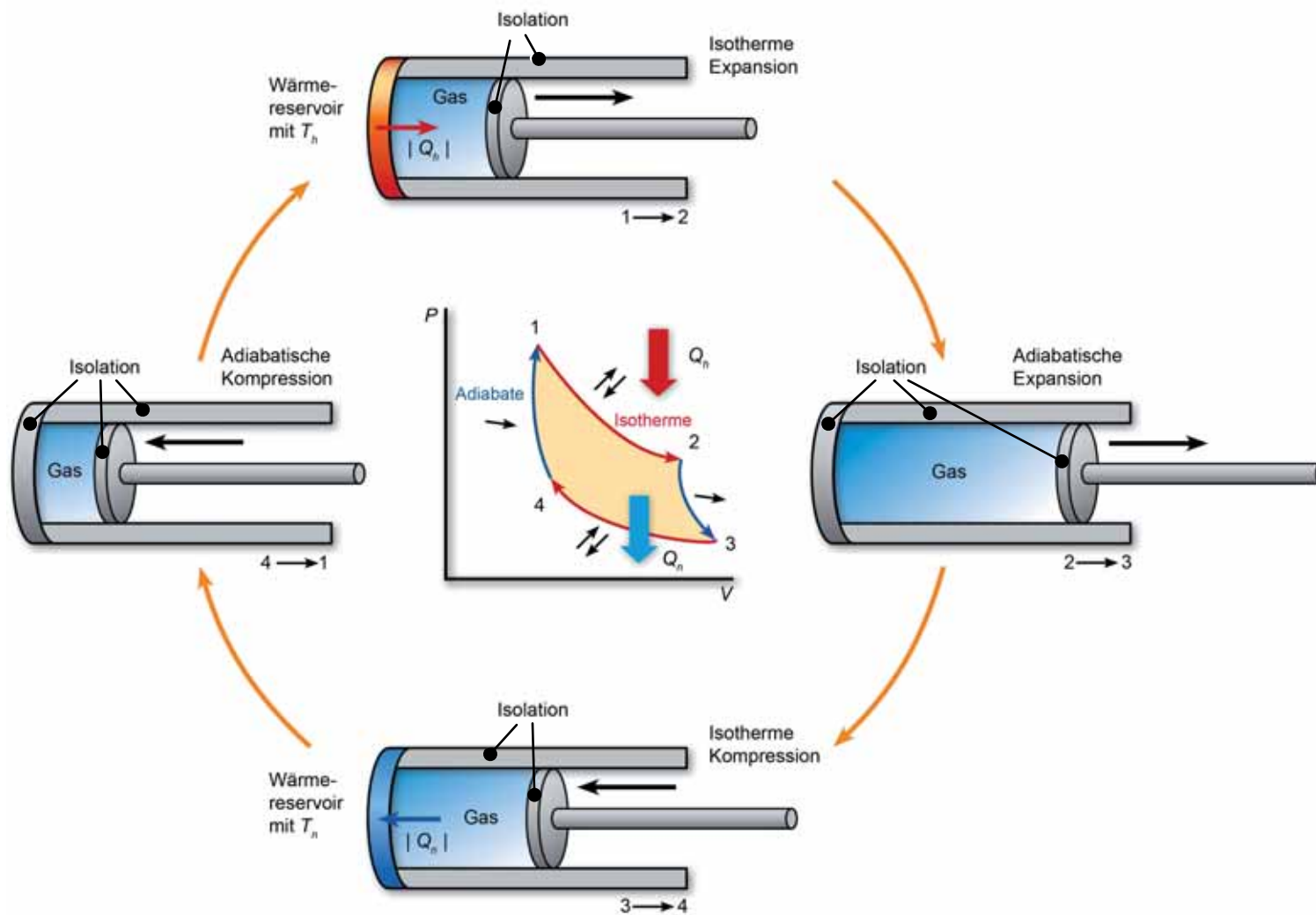


Mehrstufige Reaktion



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



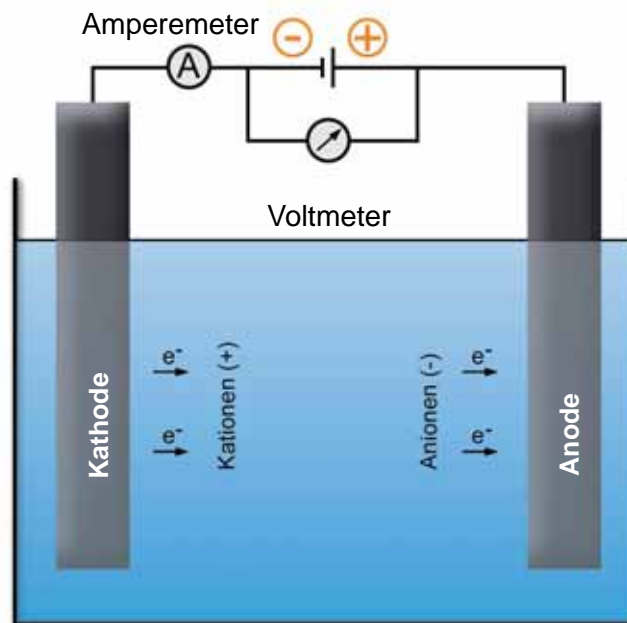
Mittelstufe | 4 Chemie und Energie

Chemische Reaktionen in Batterien und Akkumulatoren

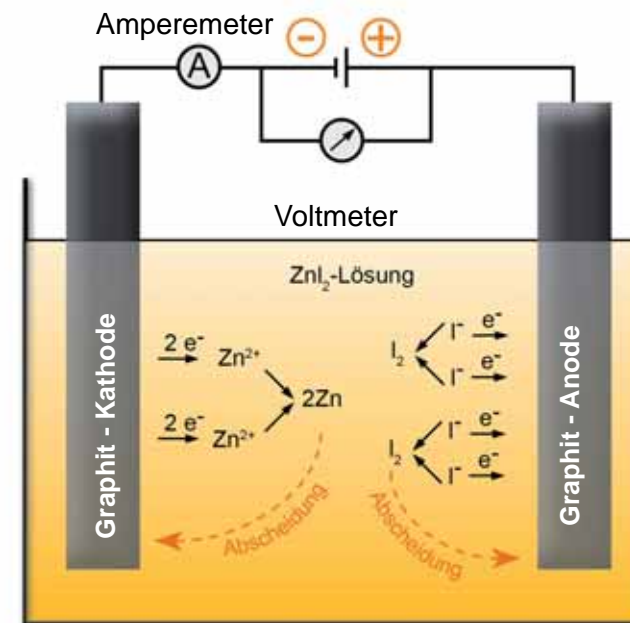
Typ	Anodenreaktion	Kathodenreaktion	Nennspannung
„Zink-Kohle“	$\text{Zn} + 2 \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2] + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$	$2 \text{MnO}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{MnO}(\text{OH})$	1,5 Volt
„Alkali-Mangan“	$\text{Zn} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$	$\text{MnO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2 + 2 \text{OH}^-$	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	$\text{Li}_x\text{C}_n \rightarrow \text{C}_n + x \text{Li}^+ + x \text{e}^-$	$\text{Li}_{1-x}\text{M}_{n2}\text{O}_4 + x \text{Li}^+ + x \text{e}^- \rightarrow \text{LiM}_{n2}\text{O}_4$	3,6 Volt

Mittelstufe | 4 Chemie und Energie
Aufbau einer Elektrolysezelle

Allgemeines Prinzip

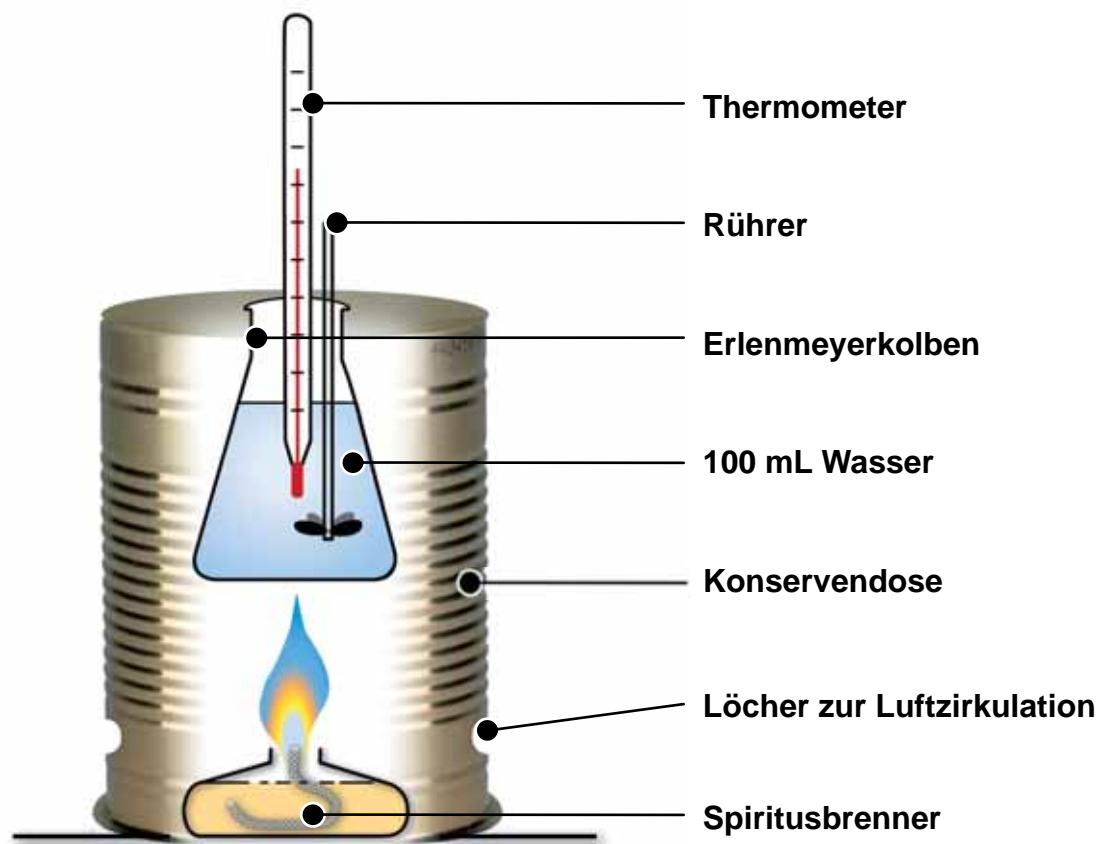


Am Beispiel Elektrolyse einer
Zinkiodid-Lösung



Mittelstufe | 4 Chemie und Energie

Aufbau eines einfachen Kalorimeters



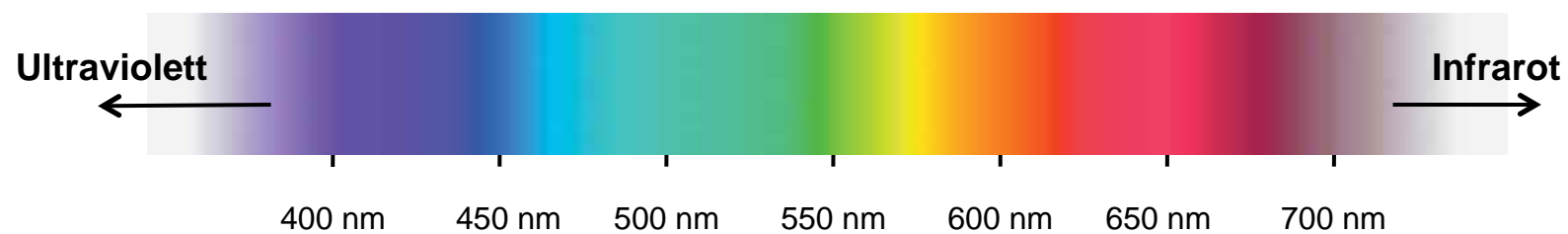
Basis | 5 Beleuchtung
Verschiedene Leuchtmittel



Mittelstufe | 5 Beleuchtung

Elektromagnetisches Wellenlängenspektrum von Ultraviolett bis Infrarot

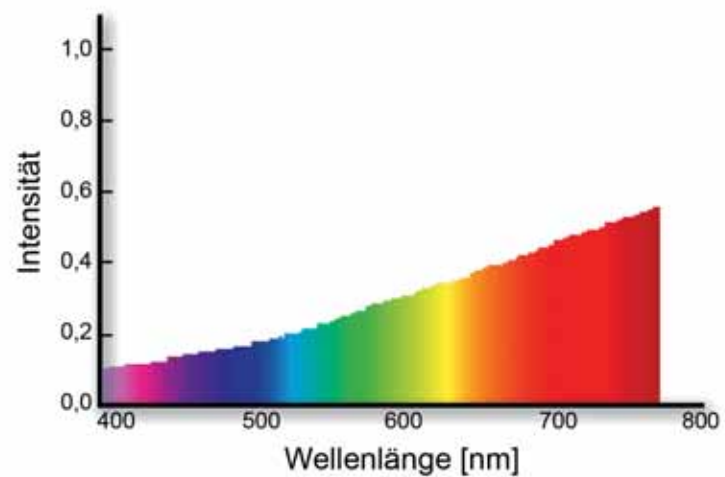
Das für den Menschen sichtbare Spektrum (Licht)



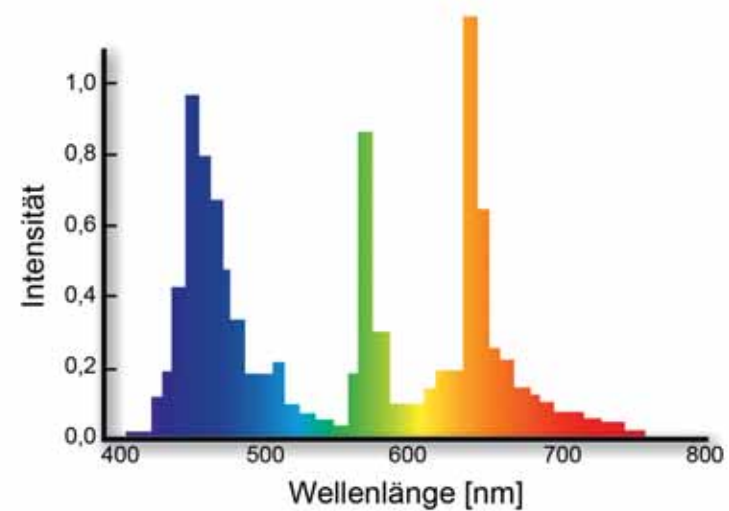
Basis | 5 Beleuchtung

Lichtspektren einer Glühlampe und einer weißen LED

Glühlampe

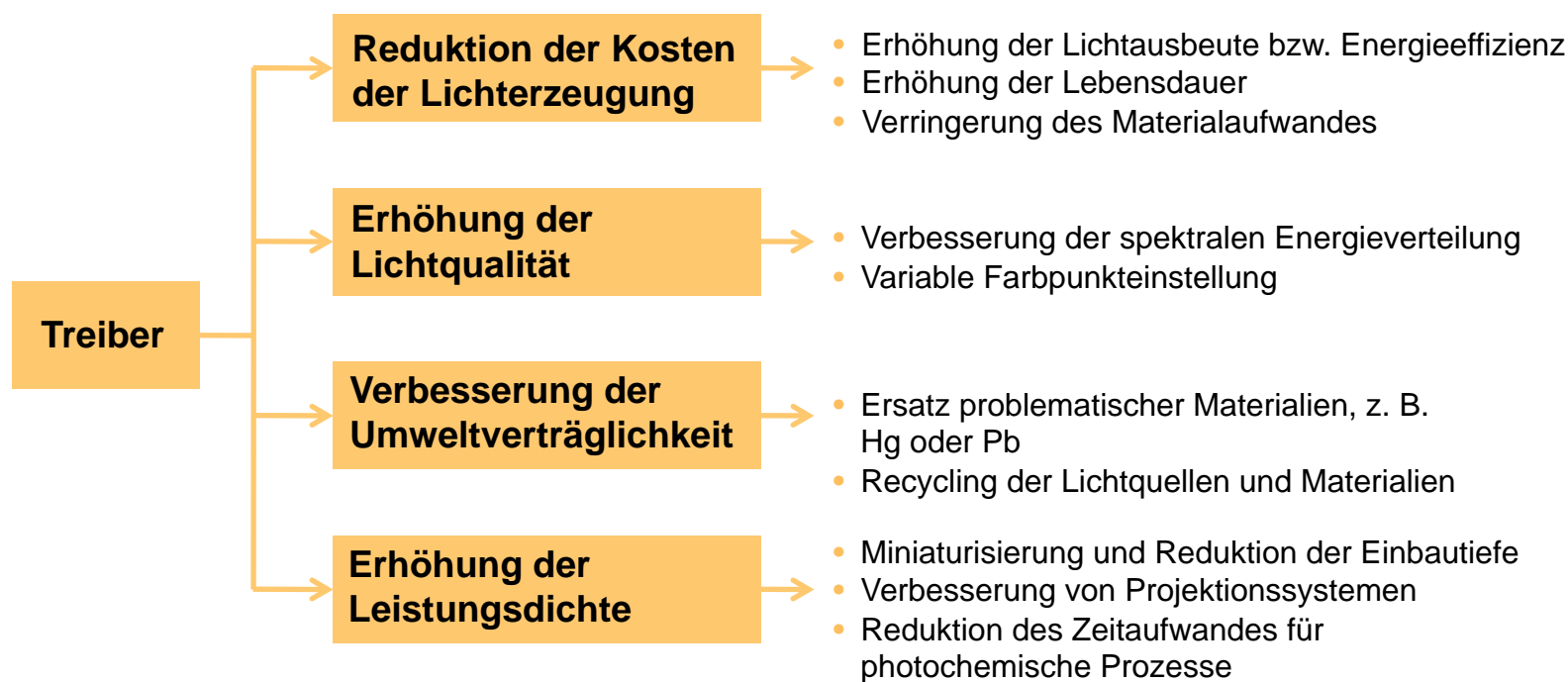


Weißer LED



Mittelstufe | 5 Beleuchtung

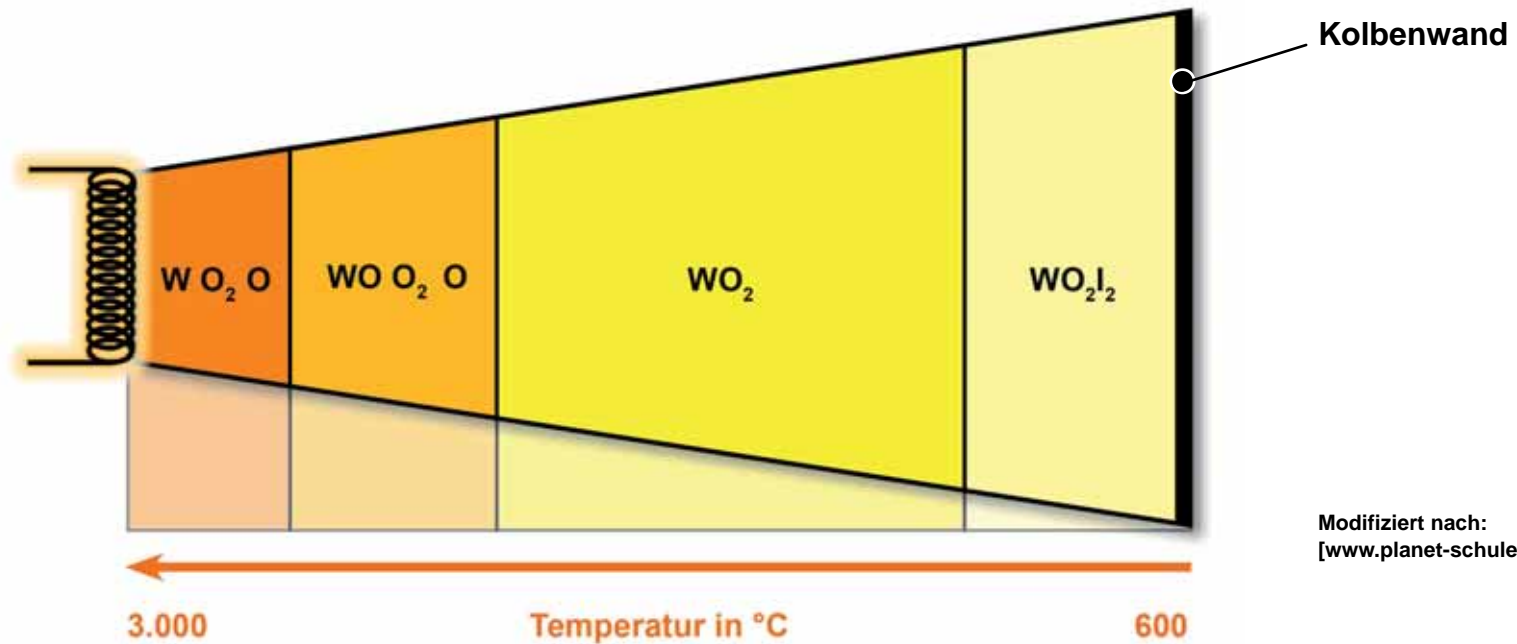
Chemie als Treiber der Entwicklung neuer Materialien für Lichtquellen



Mittelstufe | 5 Beleuchtung

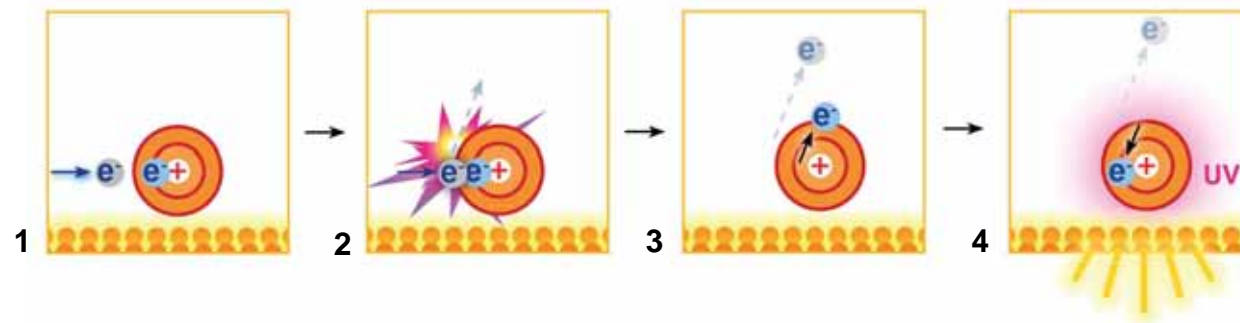
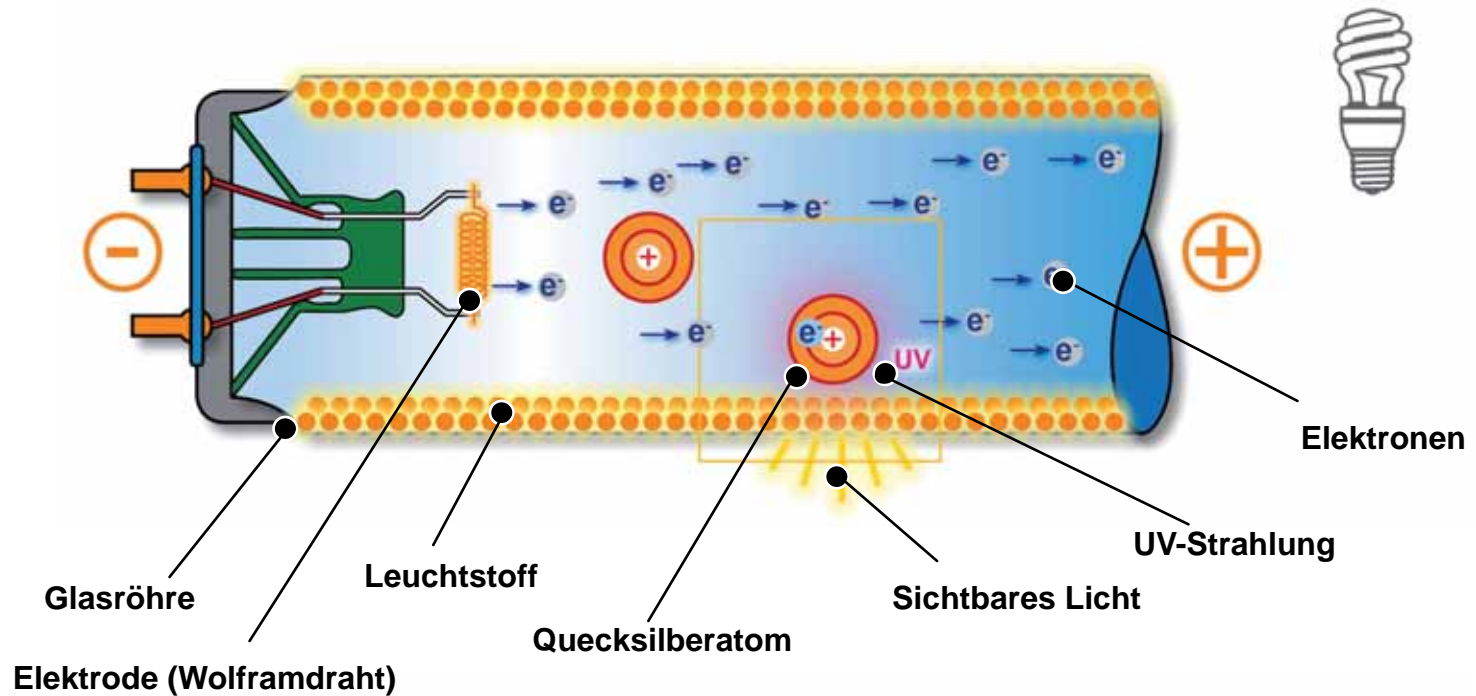
Aufbau einer Halogenlampe | Temperaturzonen im Glaskolben

Schema der Temperaturverteilung
innerhalb einer Halogenlampe



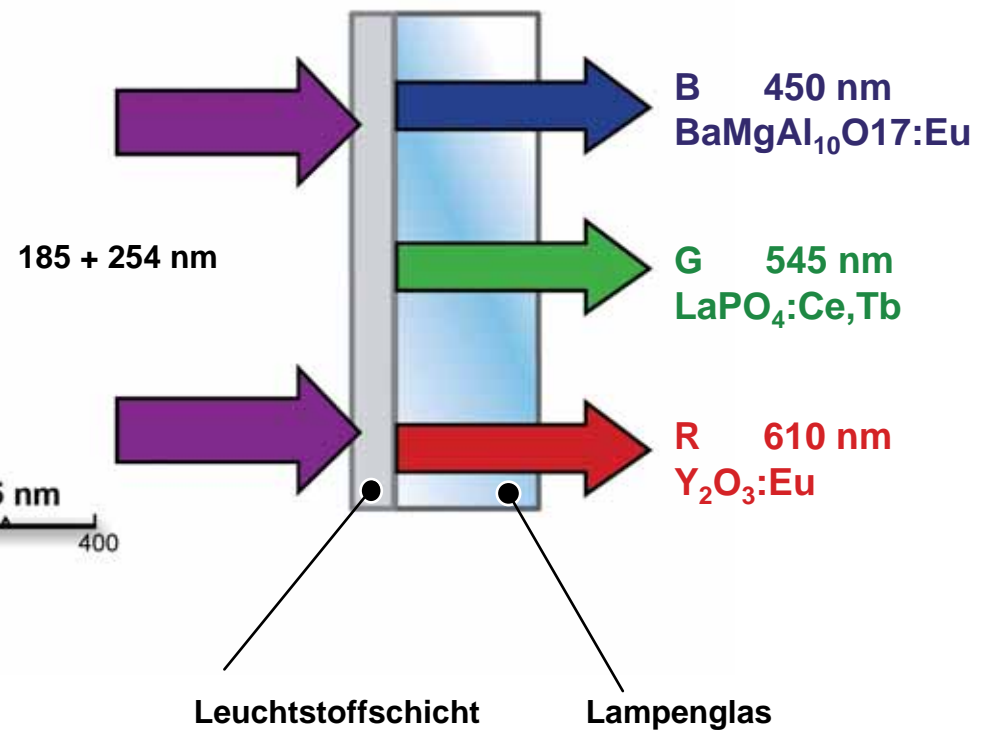
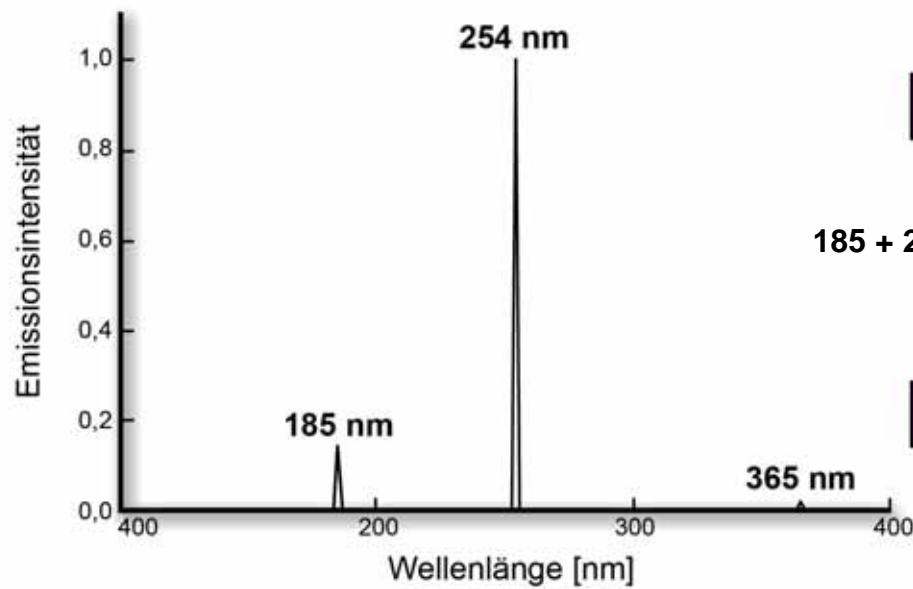
Modifiziert nach:
[www.planet-schule.de]

Mittelstufe | 5 Beleuchtung
Aufbau einer Energiesparlampe

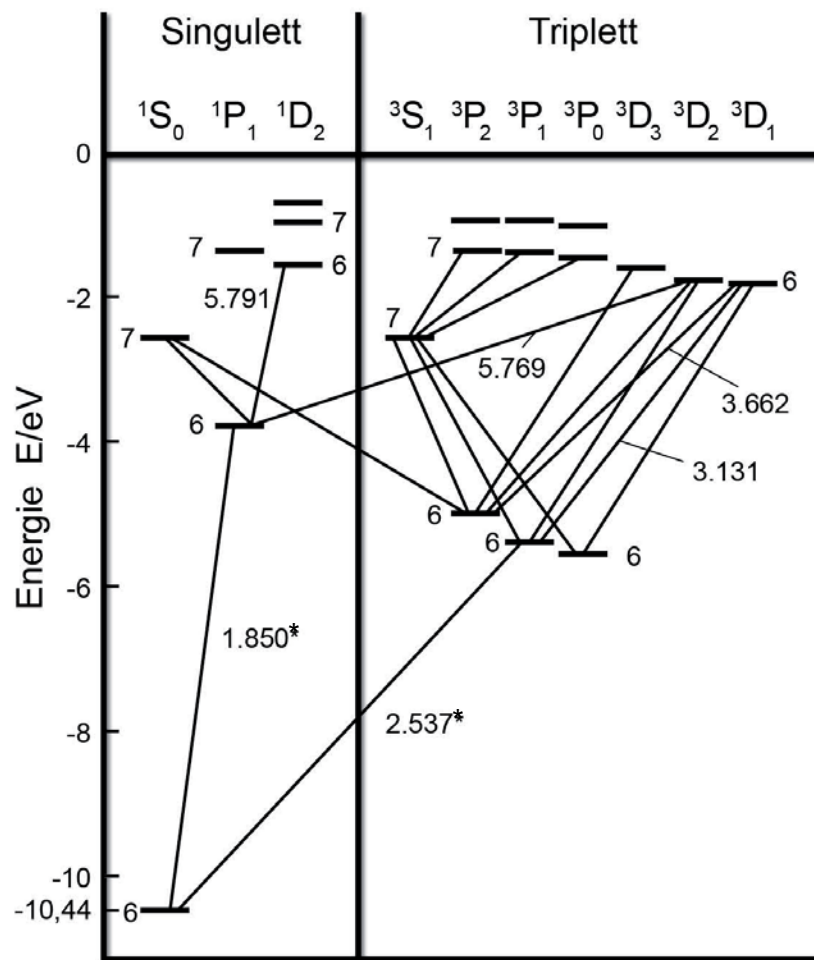


Oberstufe | 5 Beleuchtung
Chemie der Fluoreszenzlampen

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

rund 90 % geringerer Energieverbrauch

lange Lebensdauer (bis zu 100.000 Stunden)

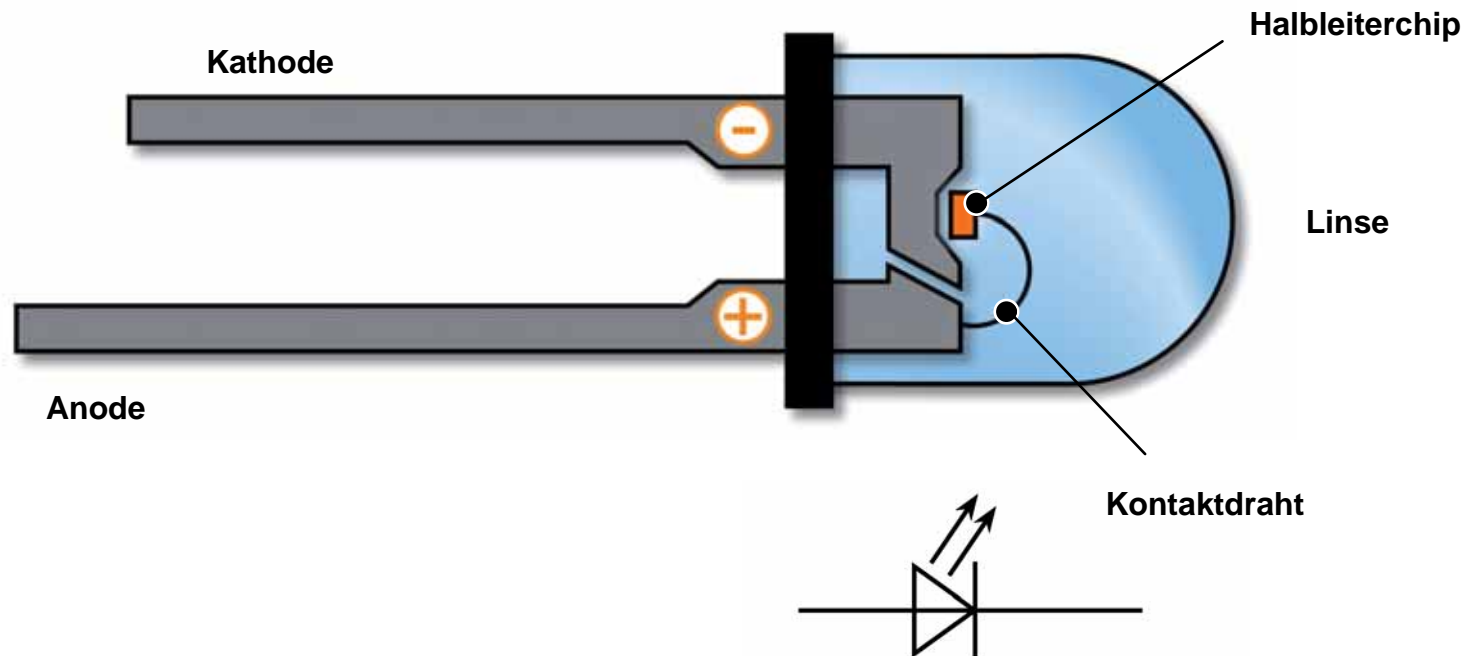
große Helligkeit (max. 250 Lumen / Watt*) bei geringer Größe

breites Farbspektrum

vielfältige Anwendungen

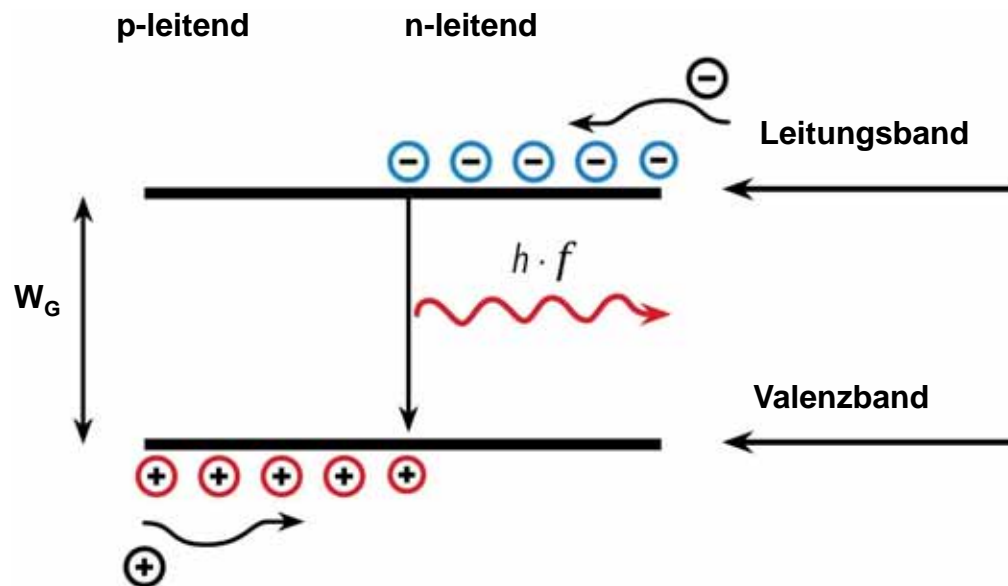
* Stand: September 2010

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 ($\approx 3 \cdot 10^8$ m/s)
- h Planck'sche Konstante ($6,63 \cdot 10^{-34}$ Js²)

Oberstufe | 5 Beleuchtung

Historische Entwicklung anorganischer Leuchtdioden (LEDs)



1970

GaAsP

< 0,1 W

< 0,1 lm

Gelb + Rot



2010

Al InGaP, Al InGaN

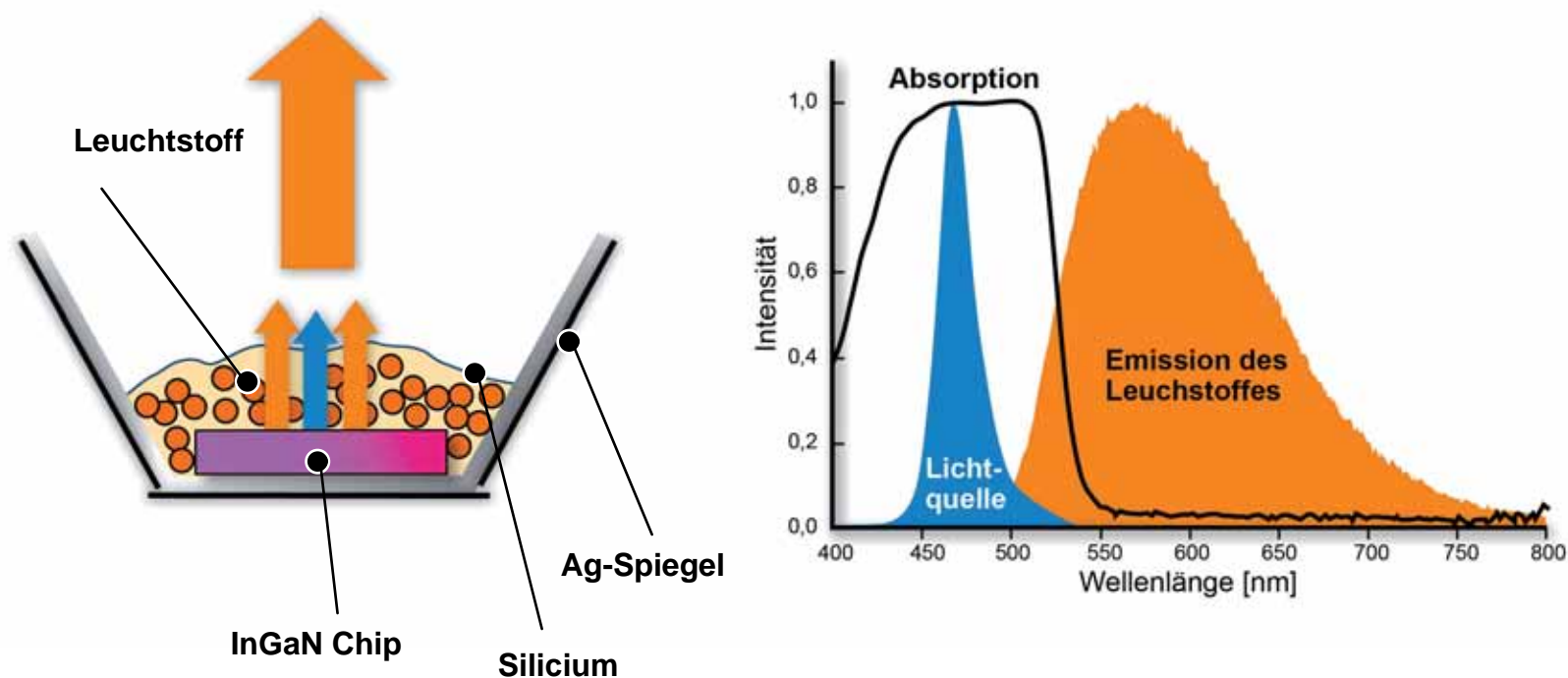
0,6 – 10 W

10 – 150 lm

Alle Farben + UV

Oberstufe | 5 Beleuchtung

Funktionsprinzip von weißen LEDs

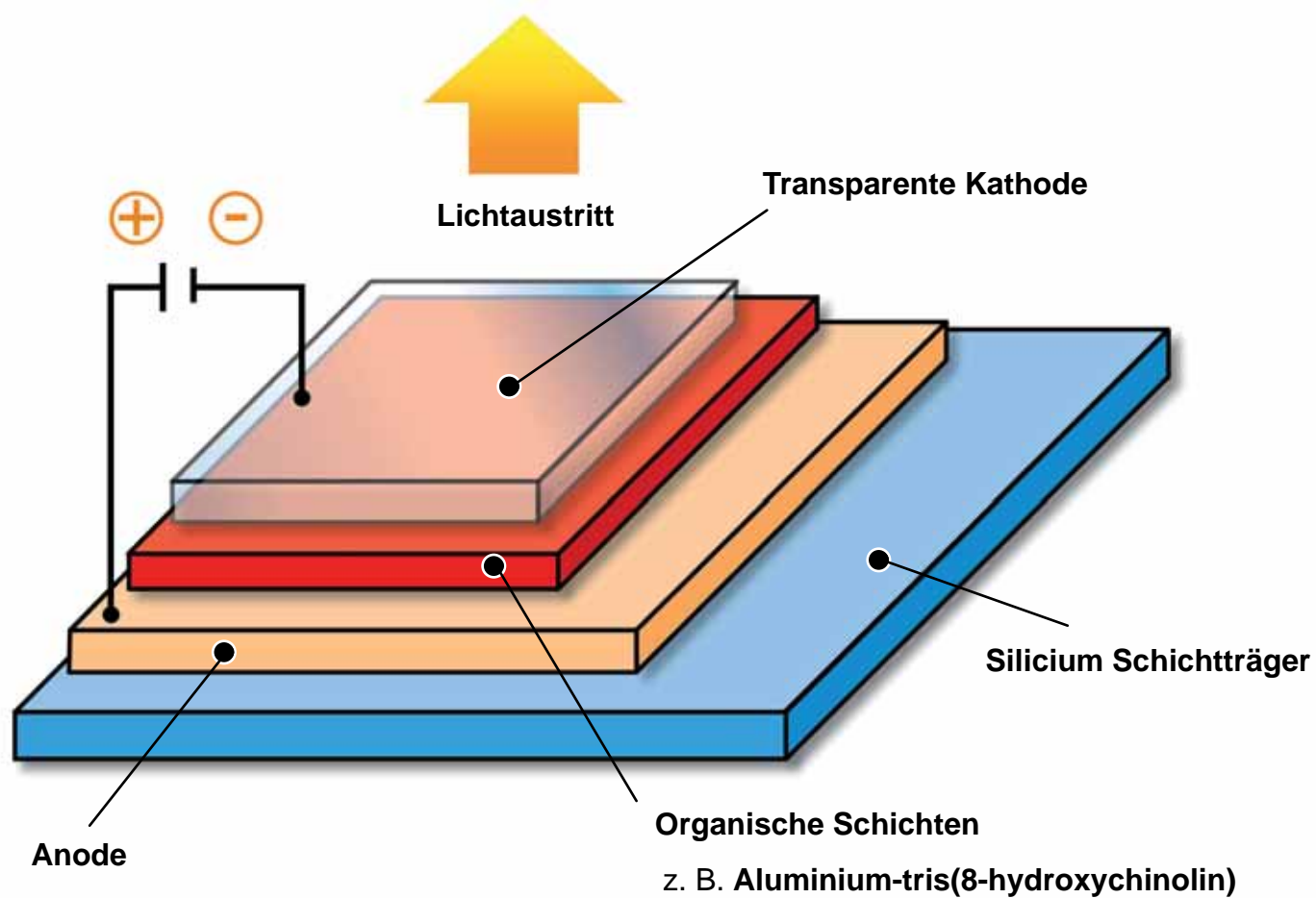


Blauer LED Chip: 420 – 480 InGaN

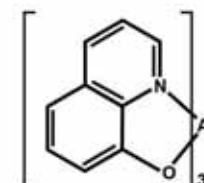
Leuchtstoffschicht (Konverter): Gelb
Gelb + Rot
Grün + Rot

Kaltweiße Lichtquellen
Warmweiße Lichtquellen
Kalt- und warmweiße Lichtquellen

Oberstufe | 5 Beleuchtung
Aufbau einer OLED

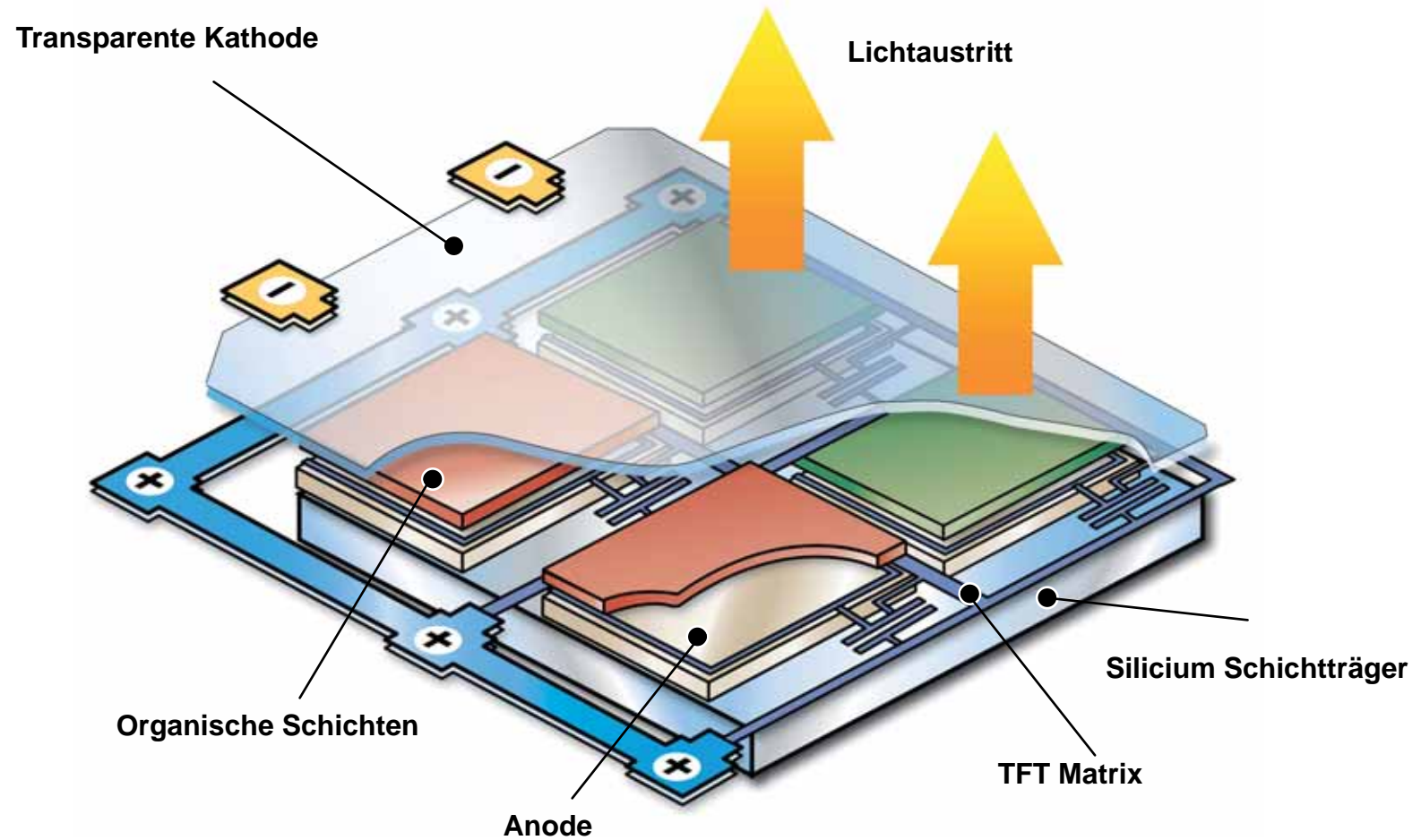


Organische Schichten
z. B. Aluminium-tris(8-hydroxychinolin)



Oberstufe | 5 Beleuchtung

Aufbau einer OLED – Aktive Matrix



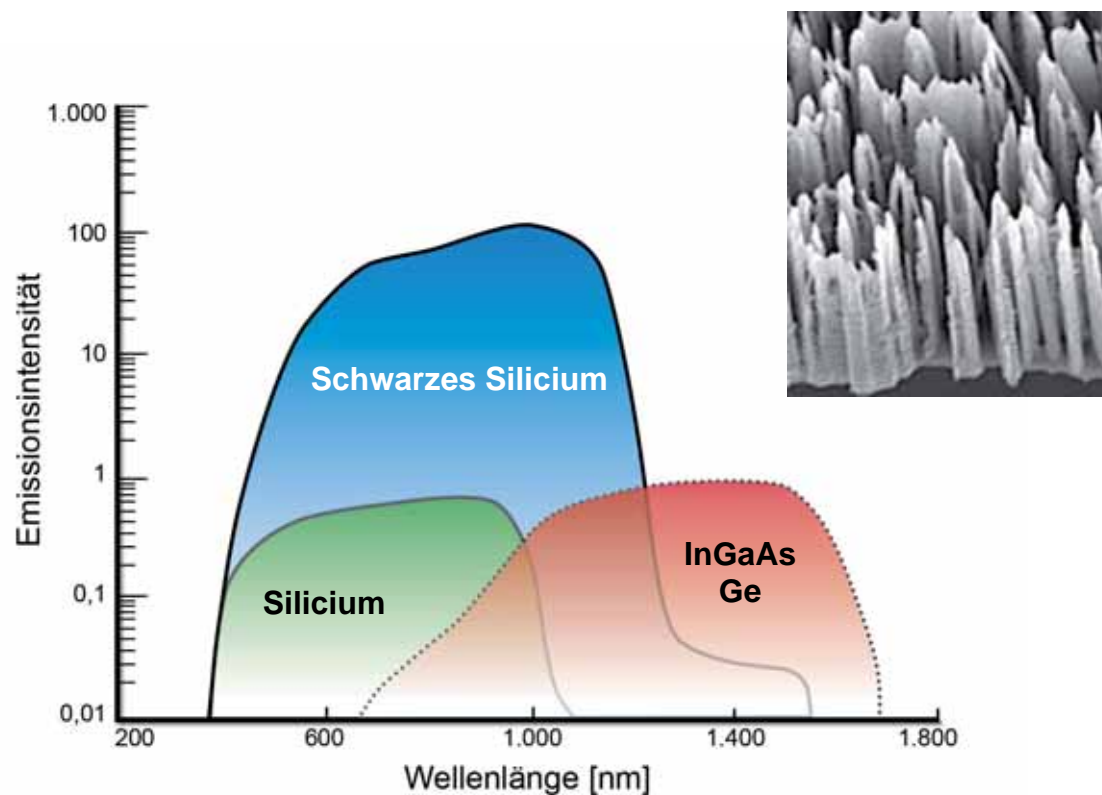
Basis | 6 Wohnen und Wärme

Photovoltaikelemente an Satelliten, Hausfassaden und Verkehrsanlagen



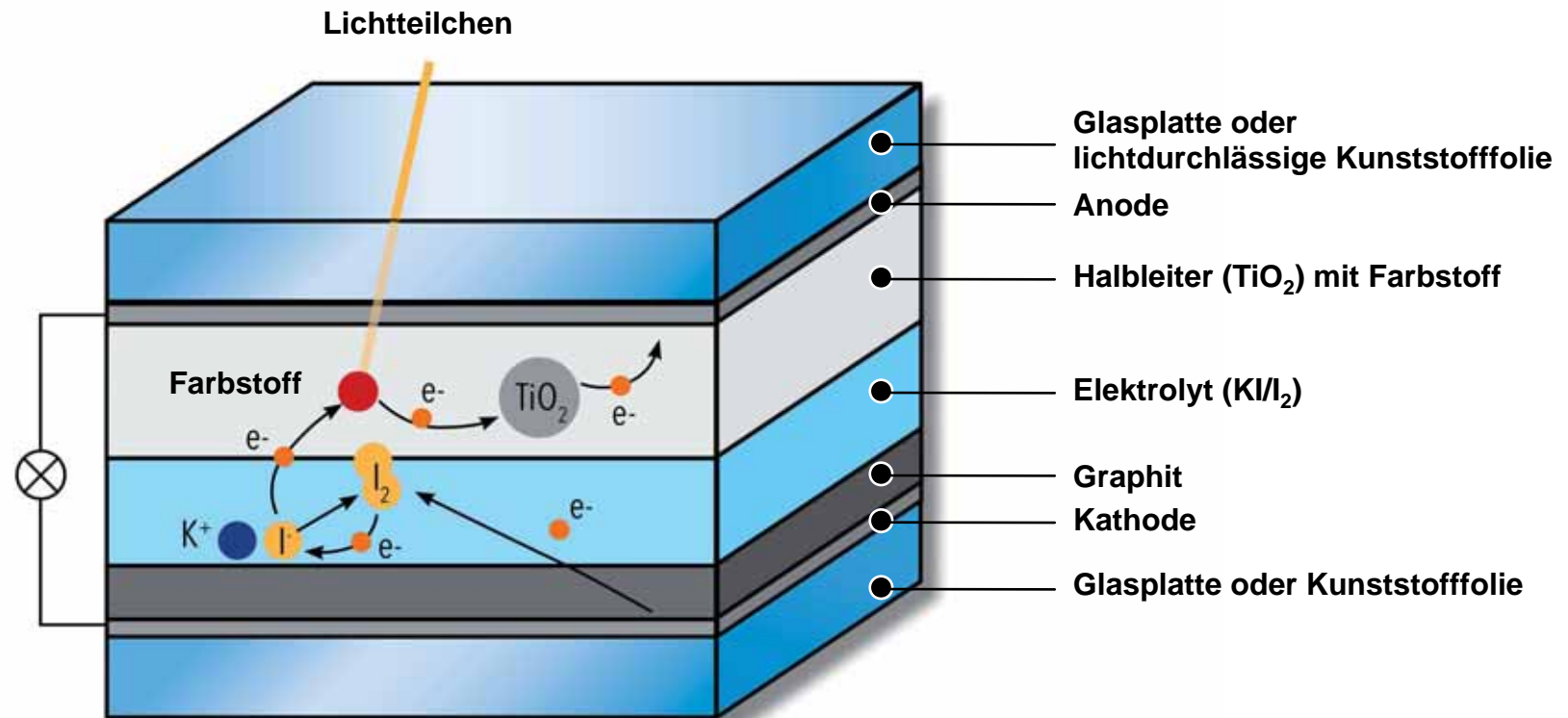
Oberstufe | 6 Wohnen und Wärme

Empfindlichkeitsspektrum eines „Schwarzen Silicium“-Sensors

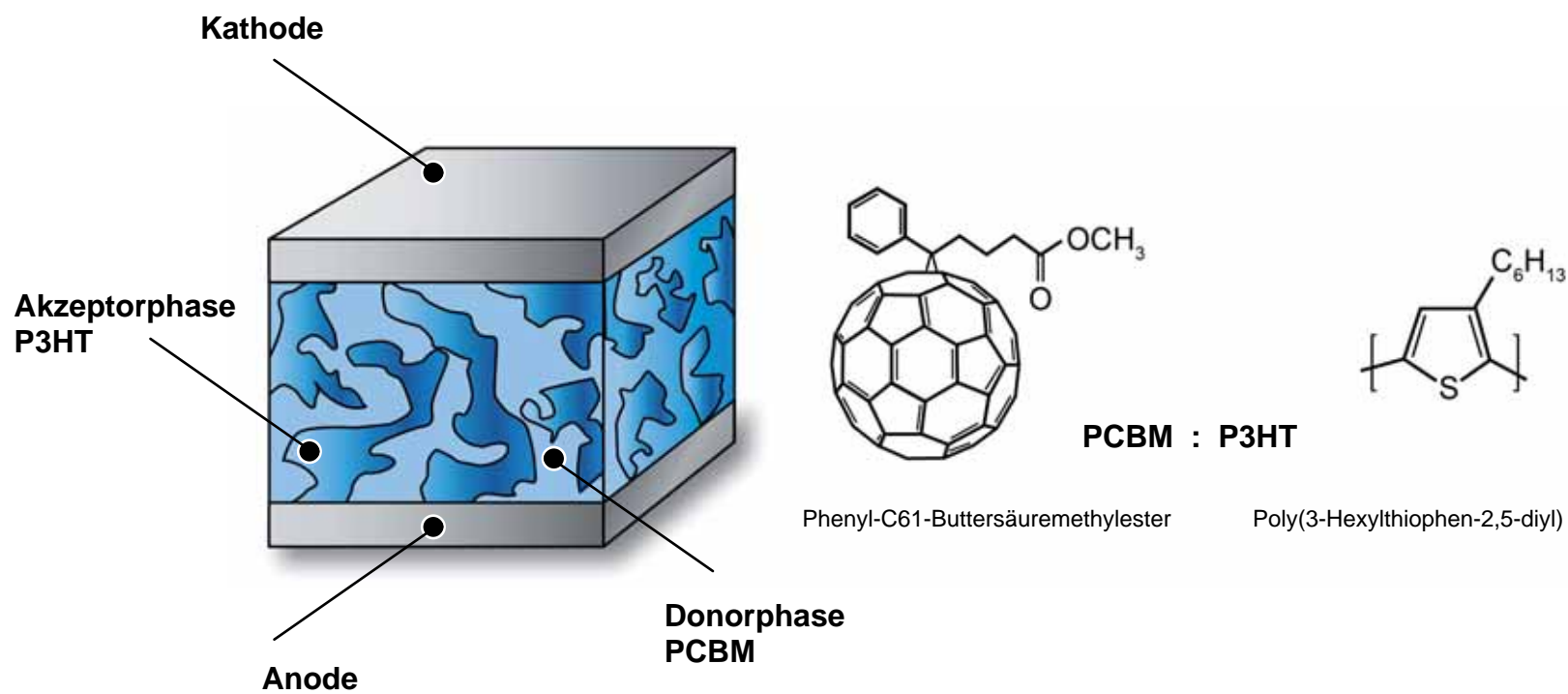


Oberstufe | 6 Wohnen und Wärme

Aufbau einer Grätzel-Zelle und Schema des Elektronenflusses

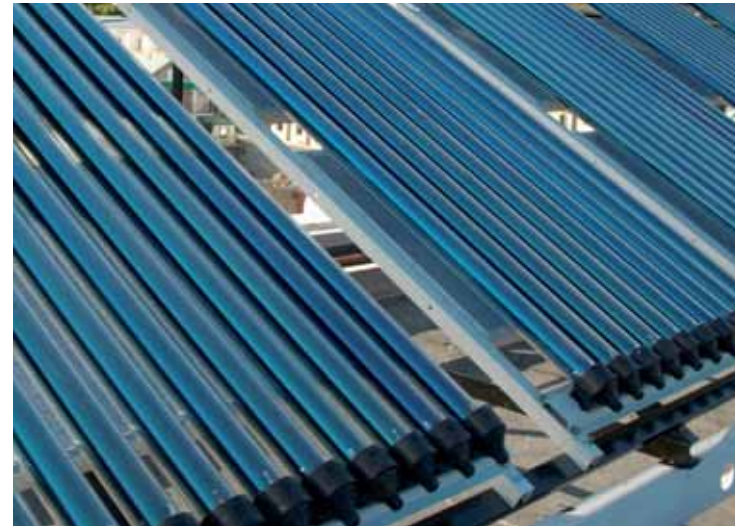


Oberstufe | 6 Wohnen und Wärme
Aufbau einer organischen Solarzelle

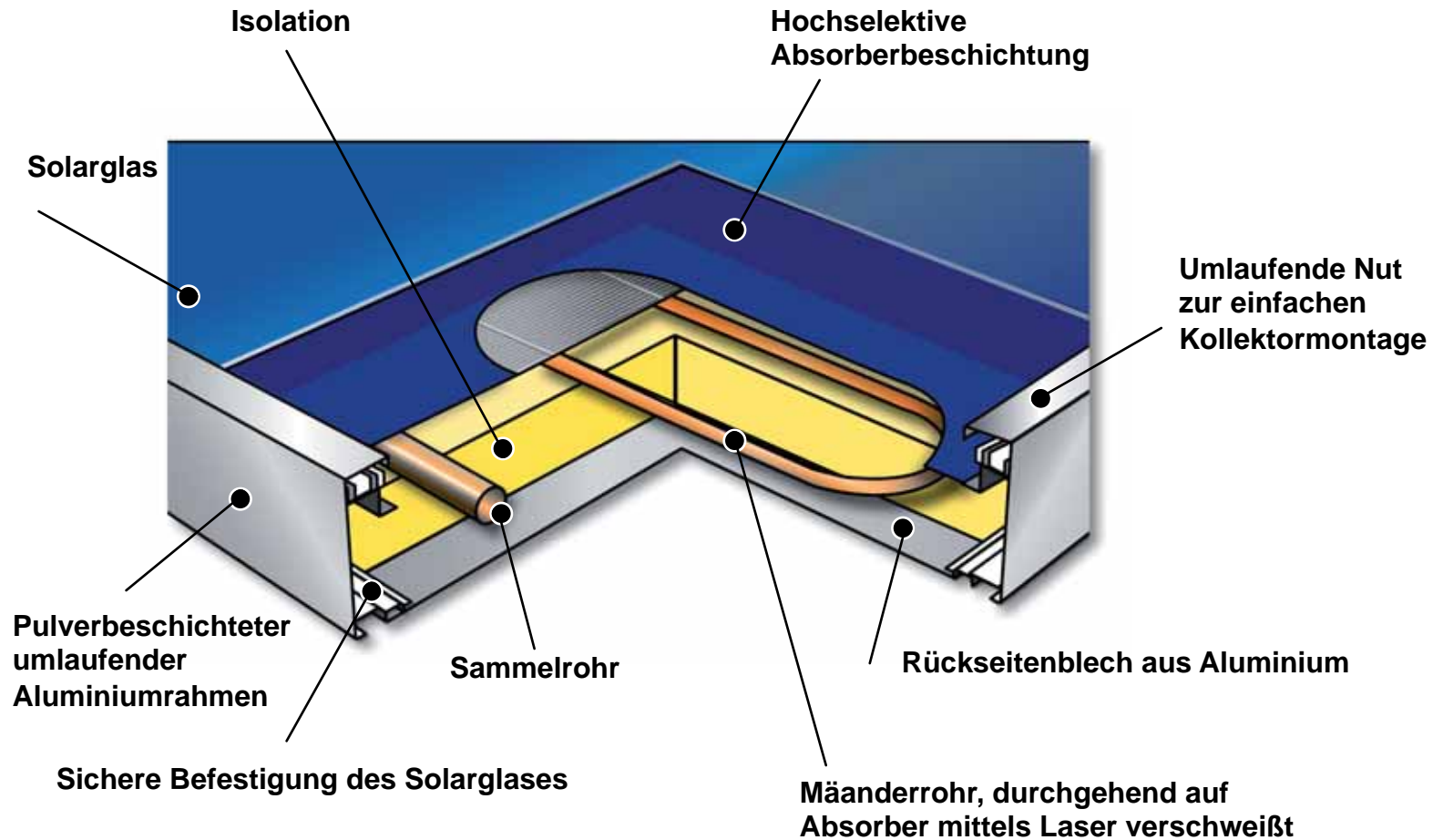


Basis | 6 Wohnen und Wärme

Solarkocher und Vakuumröhrenkollektor

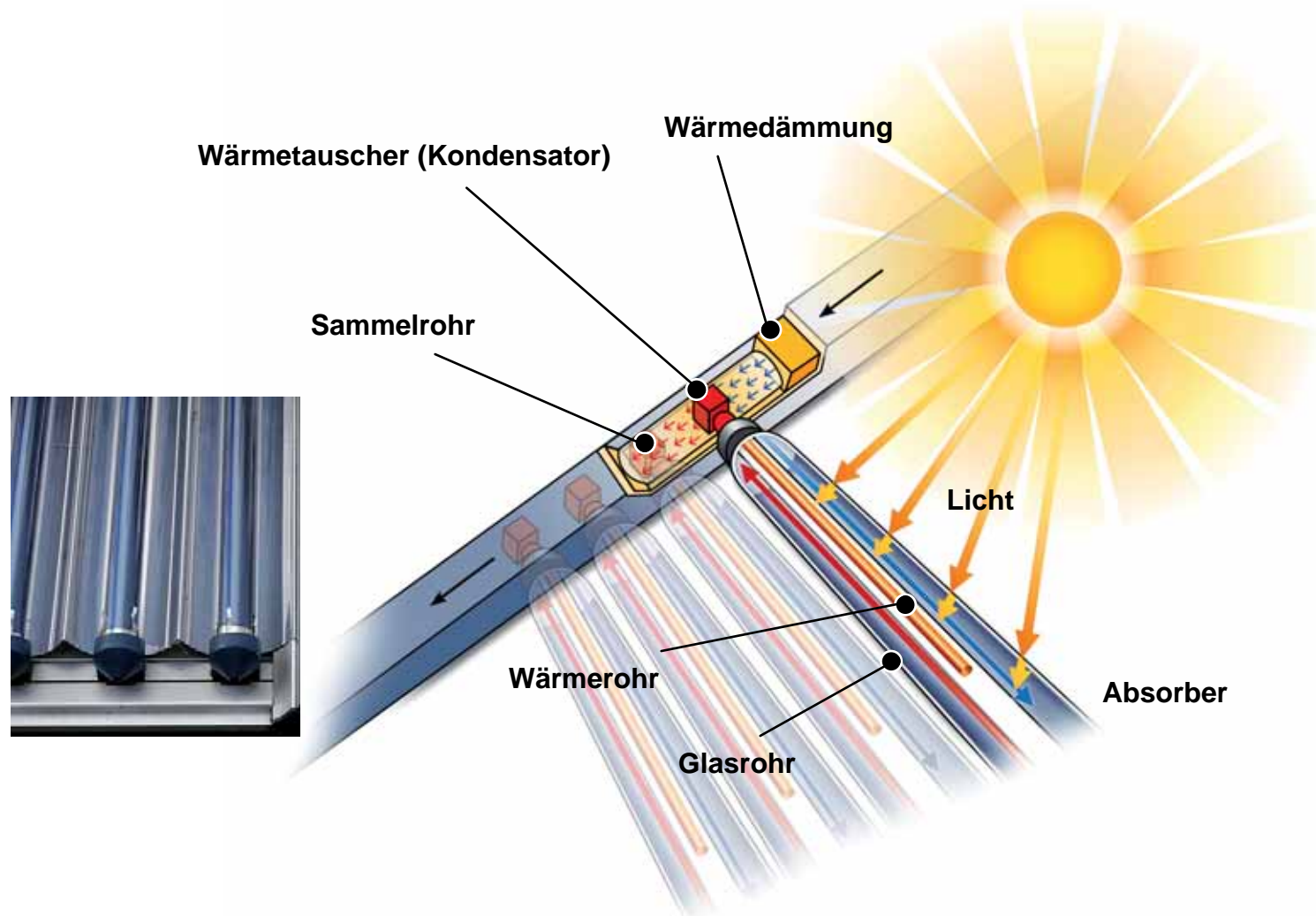


Mittelstufe | 6 Wohnen und Wärme
Aufbau eines Sonnenkollektors



Mittelstufe | 6 Wohnen und Wärme

Aufbau eines Vakuumröhrenkollektors



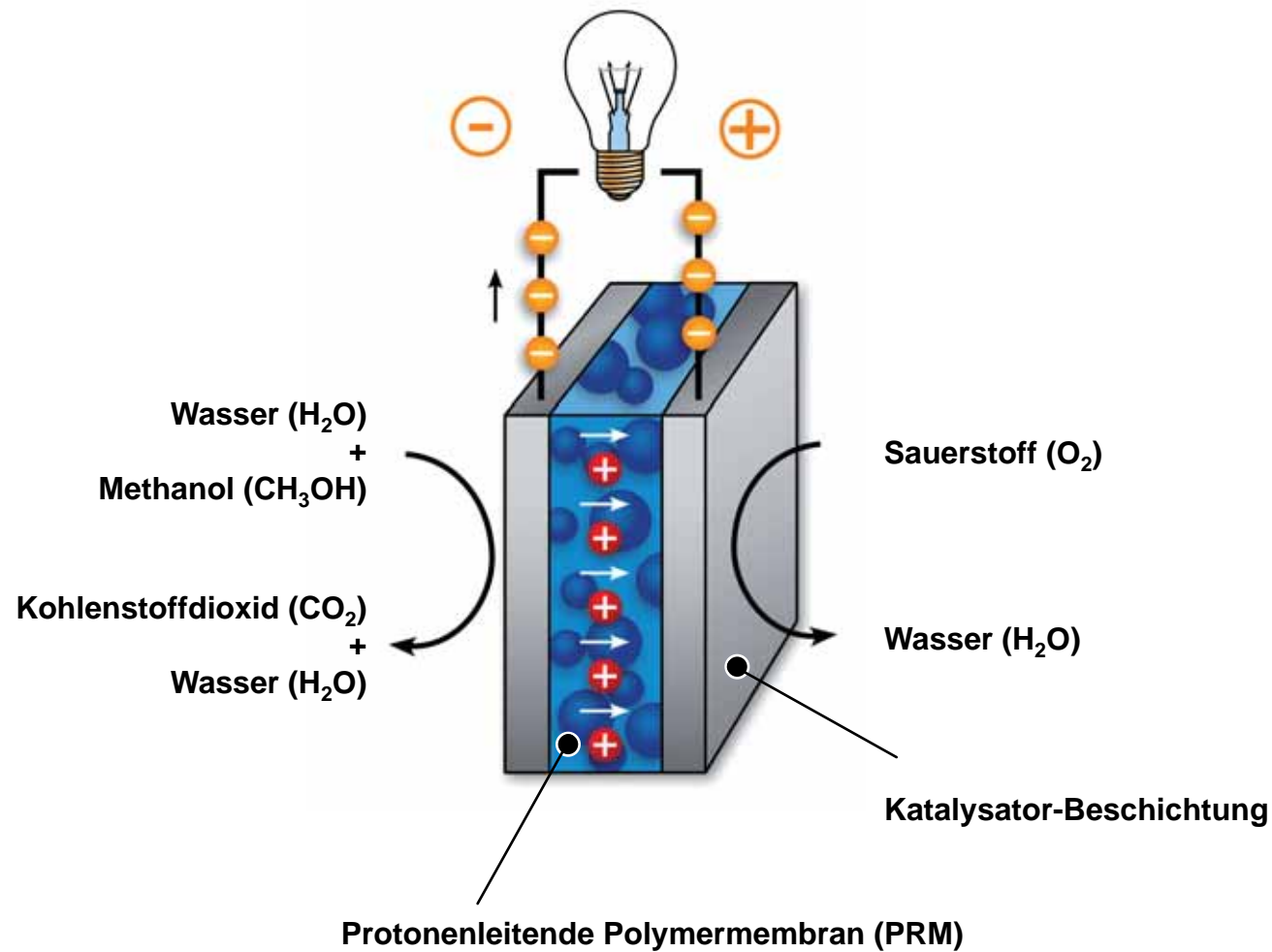
Basis | 6 Wohnen und Wärme

Technische Anwendungen von Brennstoffzellen



Mittelstufe | 6 Wohnen und Wärme

Aufbau einer Direkt-Methanol-Brennstoffzelle



Mittelstufe | 6 Wohnen und Wärme

Wärmedämmung in Natur und Technik



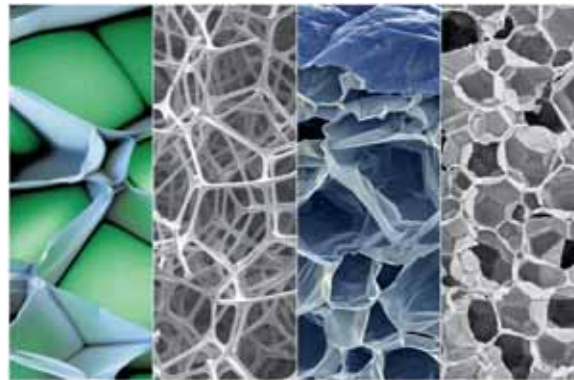
Mittelstufe | 6 Wohnen und Wärme Energieeffizientes Wohnen



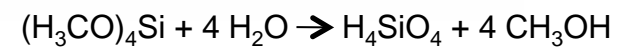
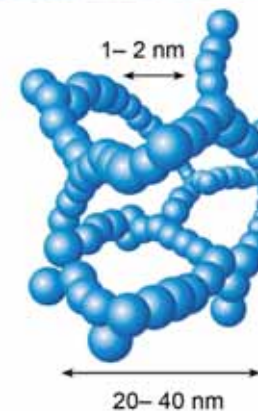
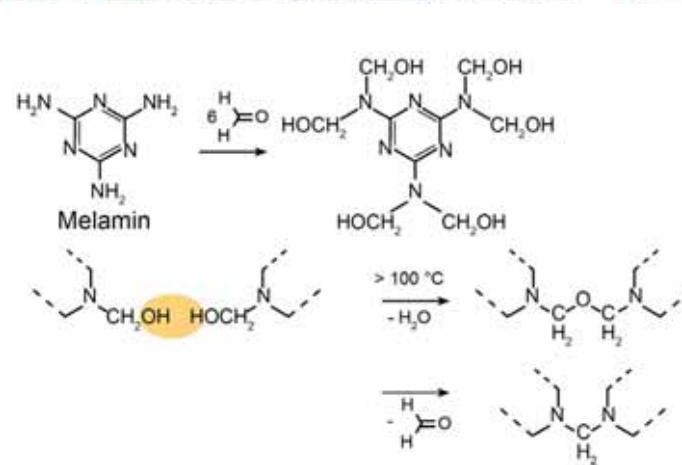
Oberstufe | 6 Wohnen und Wärme

Struktur eines Melaminharz-Dämmstoffs und Silikat-Aerogels

Melaminharz-Dämmstoff



Silikat-Aerogel



Basis | 7 Mobilität
Mobile Unterhaltung unterwegs



Mittelstufe | 7 Mobilität

Spannungsreihe der Metalle

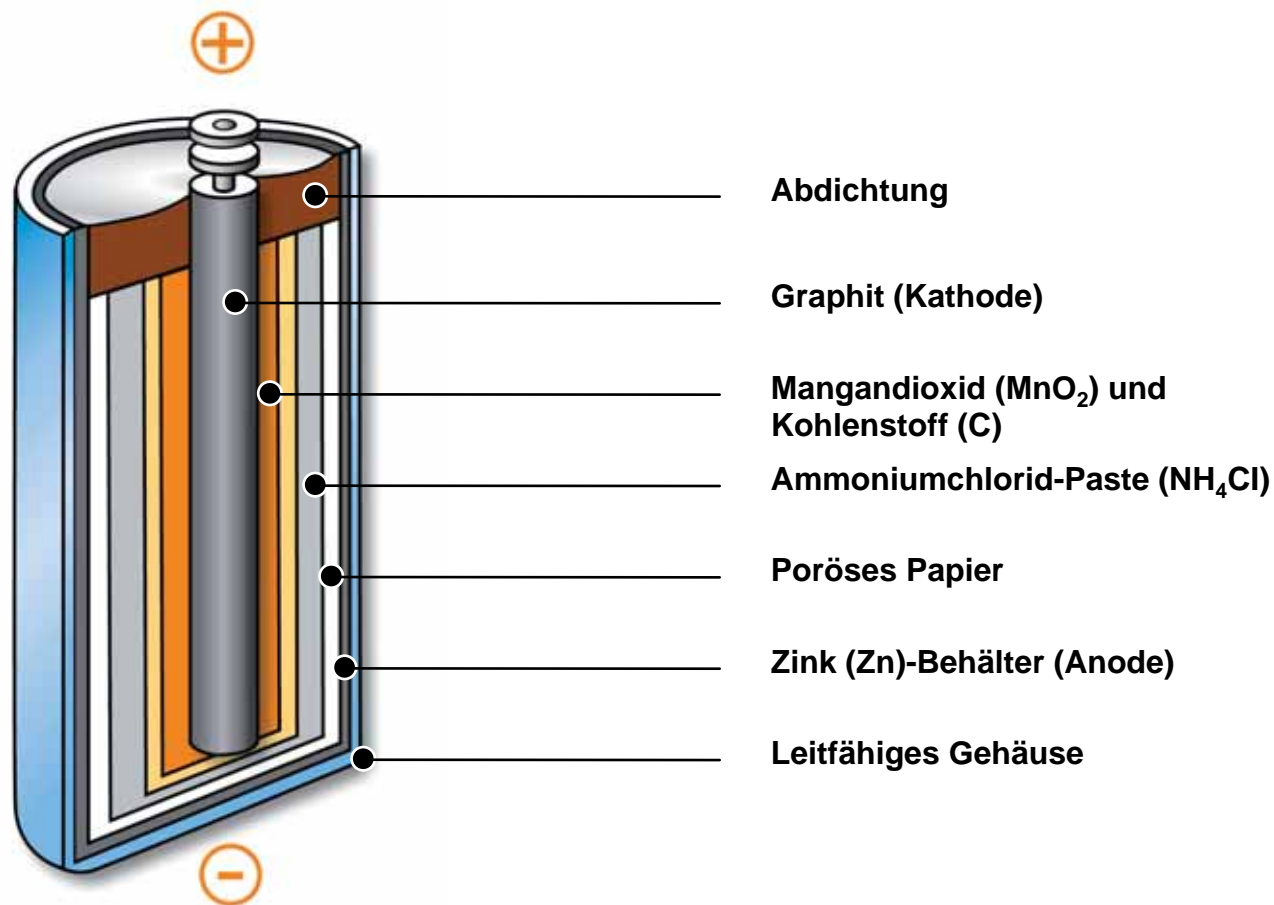
Element als Ion

Normalpotenzial

Gold	Au	→	Au ³⁺	+3e	+1,68	Volt
Silber	Ag	→	Ag ⁺	+e	+0,80	Volt
Kupfer	Cu	→	Cu ²⁺	+2e	+0,34	Volt
Wasserstoff	H ₂	→	2H ⁺	+2e	0	Volt
Blei	Pb	→	Pb ⁺	+e	-0,125	Volt
Eisen	Fe	→	Fe ²⁺	+2e	-0,44	Volt
Zink	Zn	→	Zn ²⁺	+2e	-0,76	Volt
Aluminium	Al	→	Al ³⁺	+3e	-1,5	Volt
Magnesium	Mg	→	Mg ²⁺	+2e	-2,40	Volt

Mittelstufe | 7 Mobilität

Aufbau einer Zink-Kohle-Batterie



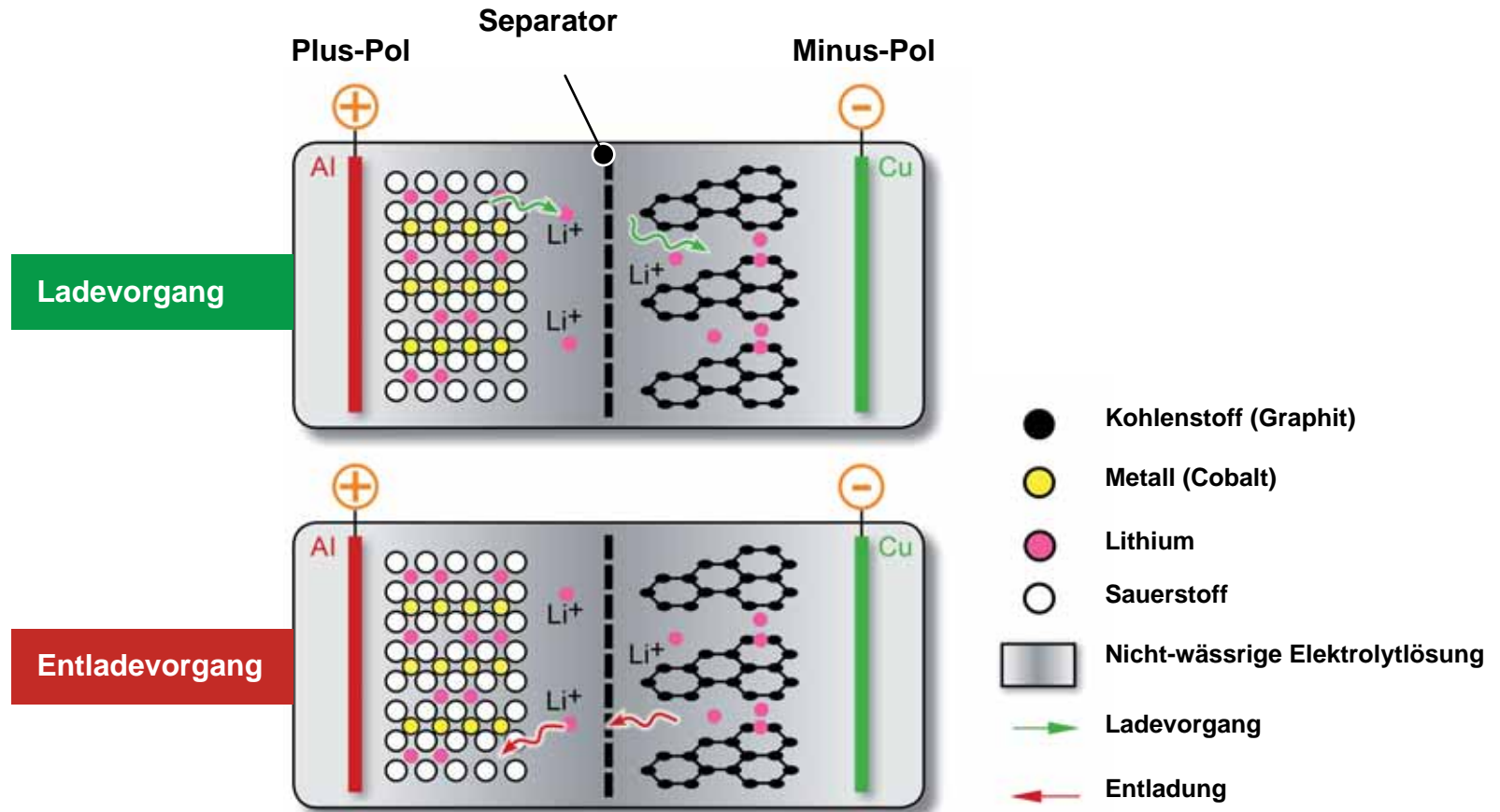
Mittelstufe | 7 Mobilität

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 (2010)



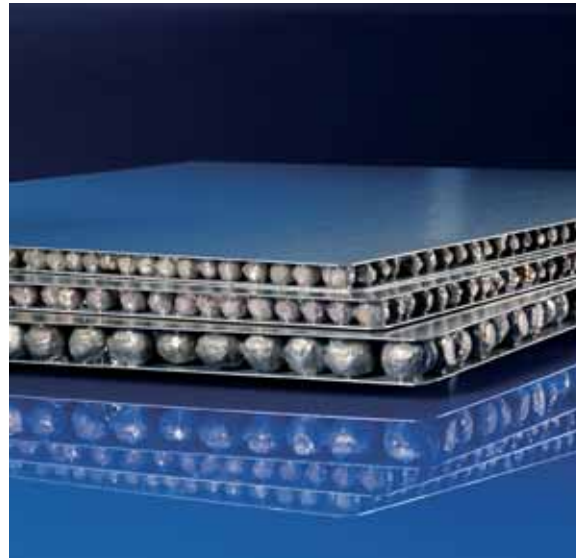
Basis | 7 Mobilität

Drei Generationen: Materialien in Automobilbau & Luftfahrt



Mittelstufe | 7 Mobilität

Metallschäume und Sandwichstrukturen



Oberstufe | 7 Mobilität

Treibstoffherstellung aus Nachwachsenden Rohstoffen

