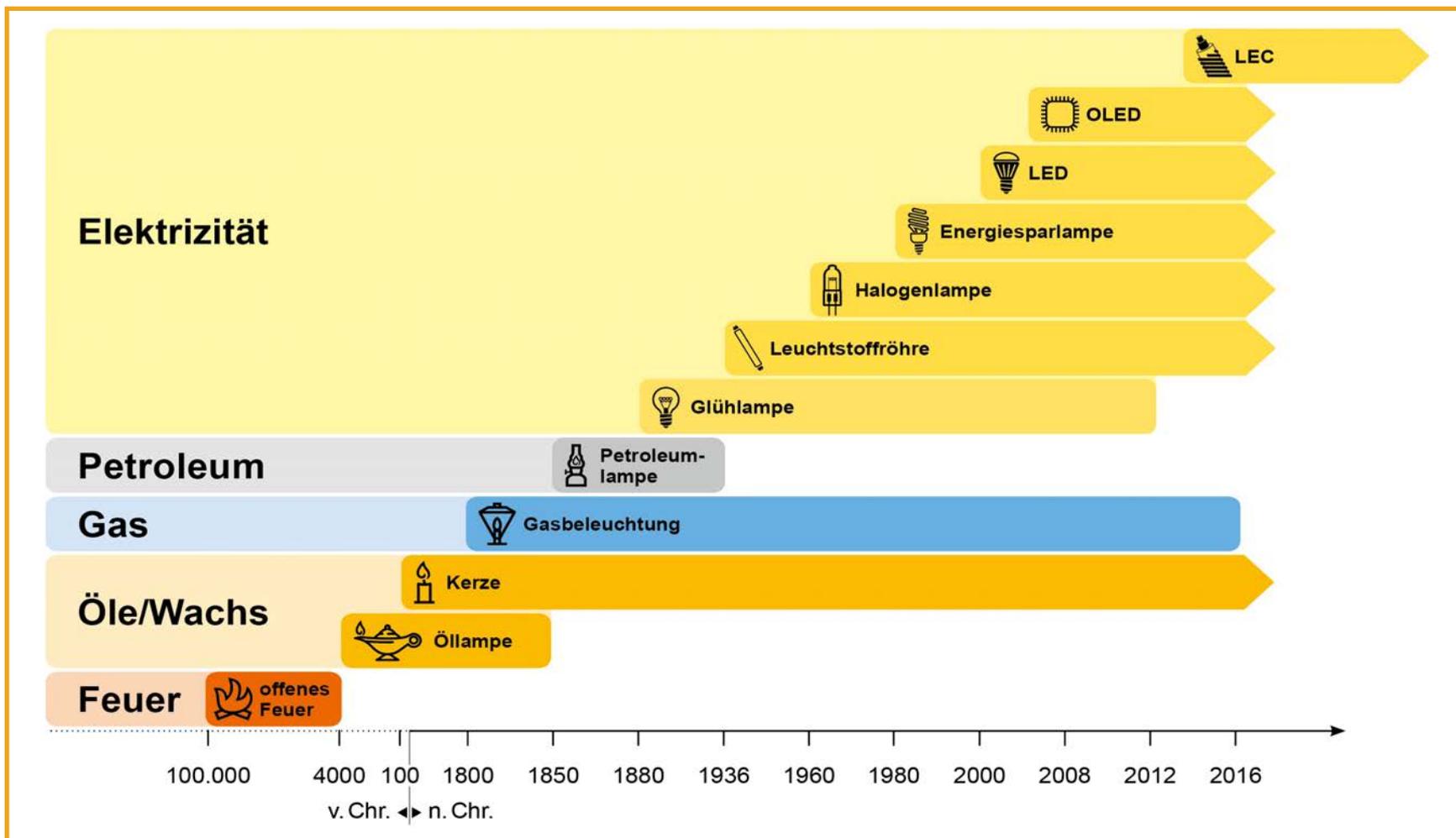


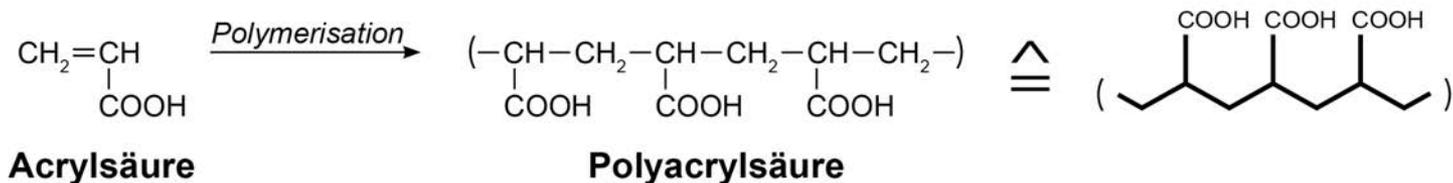
Kap. 1 – Innovationen und Chemie

Leuchtmittelentwicklung von der Kerze bis zu leuchtenden elektronischen Fasern (LECs)

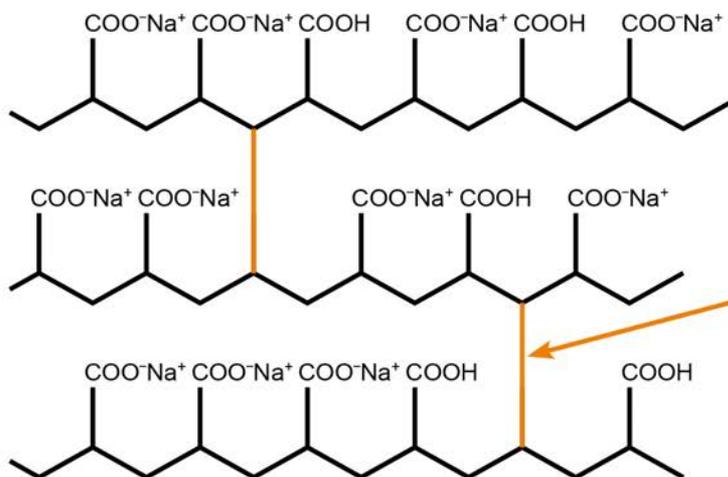


Kap. 1 – Innovationen und Chemie
Superabsorber Polyacrylat

Polymerbildung



Superabsorber



Netz aus Polyacrylsäure
und Natriumpolyacrylat

dreidimensionale
Verknüpfung über
Kernvernetzer
(Core-Cross-Linker)

Kap. 1 – Innovationen und Chemie Der Clou bei der Babywindel

Superabsorber

Quellung eines Superabsorbers durch Osmose

Gleichgewicht

Quellung zum Gel:
Aufnahme von Wasser durch Osmose

Hydratation der Na⁺-Ionen

Quellung bis zum 1000-fachen des Eigengewichts

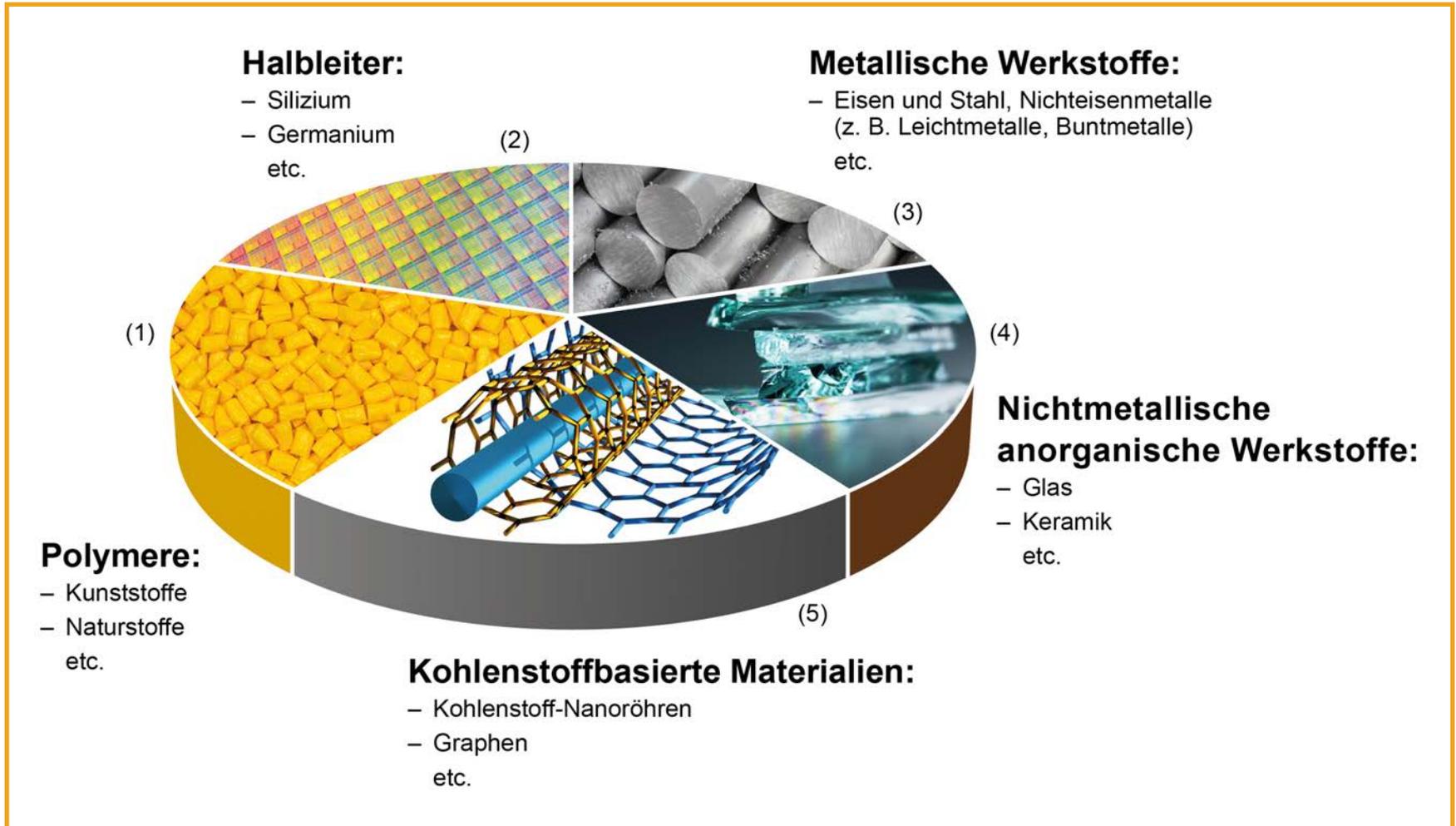
Stabilisierung durch Kernvernetzer und Wasserstoffbrücken durch Trocknen umkehrbar

doppeltes Saugkissen mit geruchsbindendem Superabsorber

Polypropylenfließ

Kap. 2 – Werkstoff- und Wirkstoffforschung

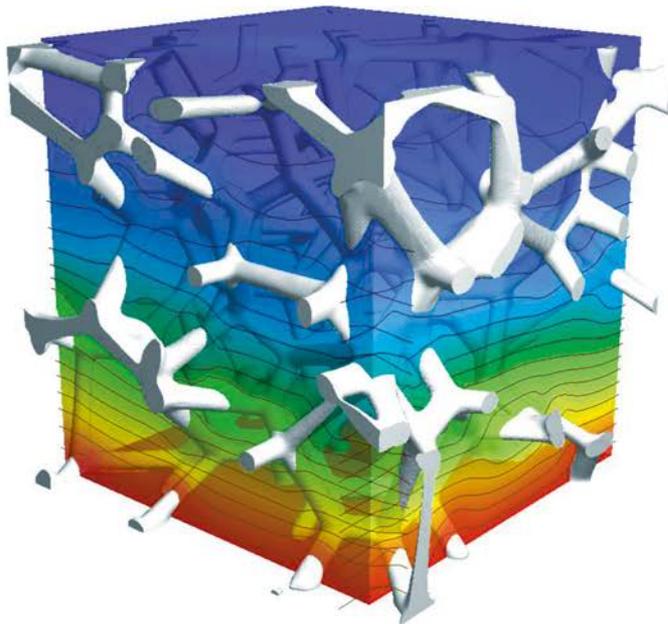
Anwendungsgebiete der Materialforschung



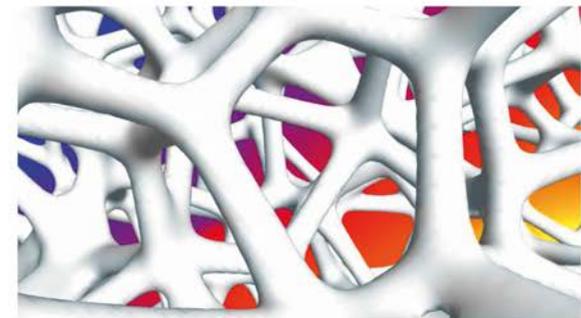
Kap. 2 – Werkstoff- und Wirkstoffforschung

Impressionen aus der „virtuellen Werkstoffforschung“

Beispiel einer speziell entwickelten mathematischen Simulationssoftware, mit der poröse Strukturen bezüglich ihrer Eigenschaften in technischen Anwendungen charakterisiert werden



Temperatur in C°



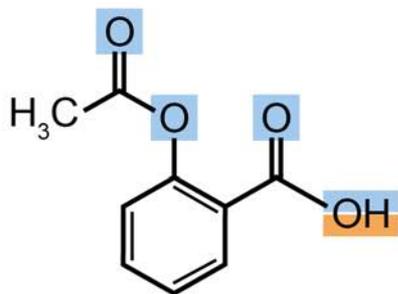
vergrößerter Ausschnitt mit detaillierter Ansicht der Stegformen

Simulation der Temperaturverteilung in einem offenenporigen Metallschaum beim Erwärmen vom unteren Gebietsrand her

Kap. 2 – Werkstoff- und Wirkstoffforschung

Die „Rule of Five“

1. Molekulargewicht $\leq 500 \text{ g x mol}^{-1}$ ($= 5 \times 100 \text{ g x mol}^{-1}$)
2. Anzahl Wasserstoffbrückendonatoren ≤ 5 ($= 5 \times 1$)
3. Anzahl Wasserstoffbrückenakzeptoren ≤ 10 ($= 5 \times 2$)
4. Verteilungskoeffizient ($\log P$) zwischen Oktanol und Wasser ≤ 5



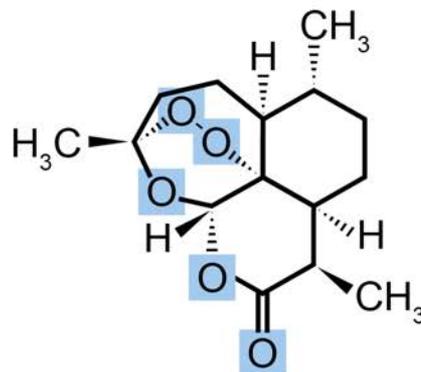
Acetylsalicylsäure

MW = $180,16 \text{ g x mol}^{-1}$

$n_{\text{H-Donatoren}} = 1$

$n_{\text{H-Akzeptoren}} = 4$

$\log P = 1,433$



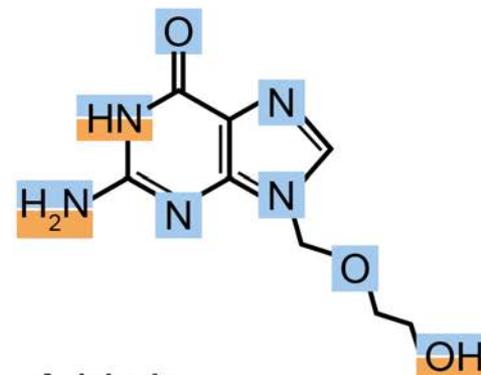
Artemisinin

MW = $282,34 \text{ g x mol}^{-1}$

$n_{\text{H-Donatoren}} = 0$

$n_{\text{H-Akzeptoren}} = 5$

$\log P = 2,372$



Aciclovir

MW = $225,21 \text{ g x mol}^{-1}$

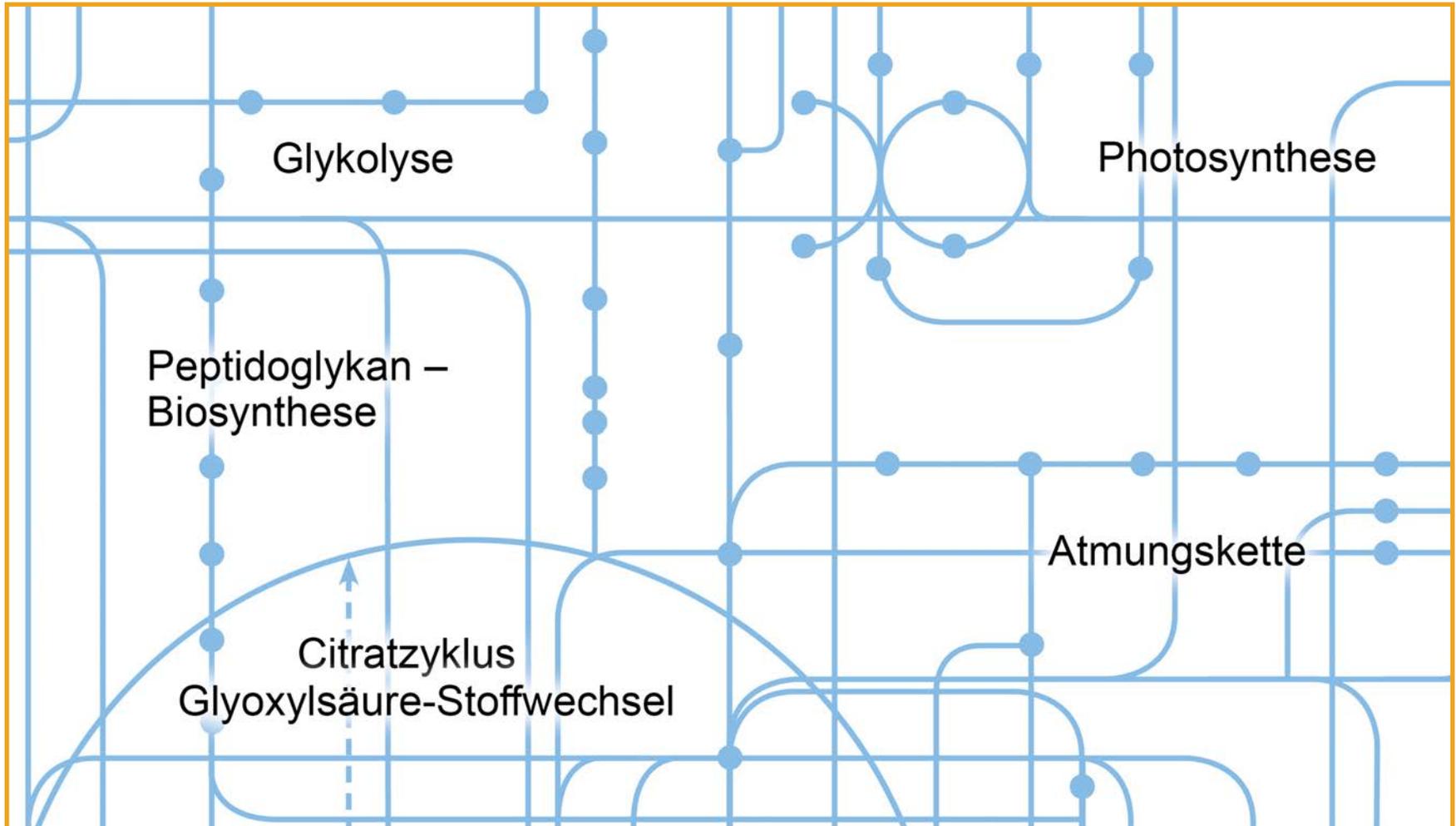
$n_{\text{H-Donatoren}} = 3$

$n_{\text{H-Akzeptoren}} = 8$

$\log P = - 2,42$

Kap. 2 – Werkstoff- und Wirkstoffforschung

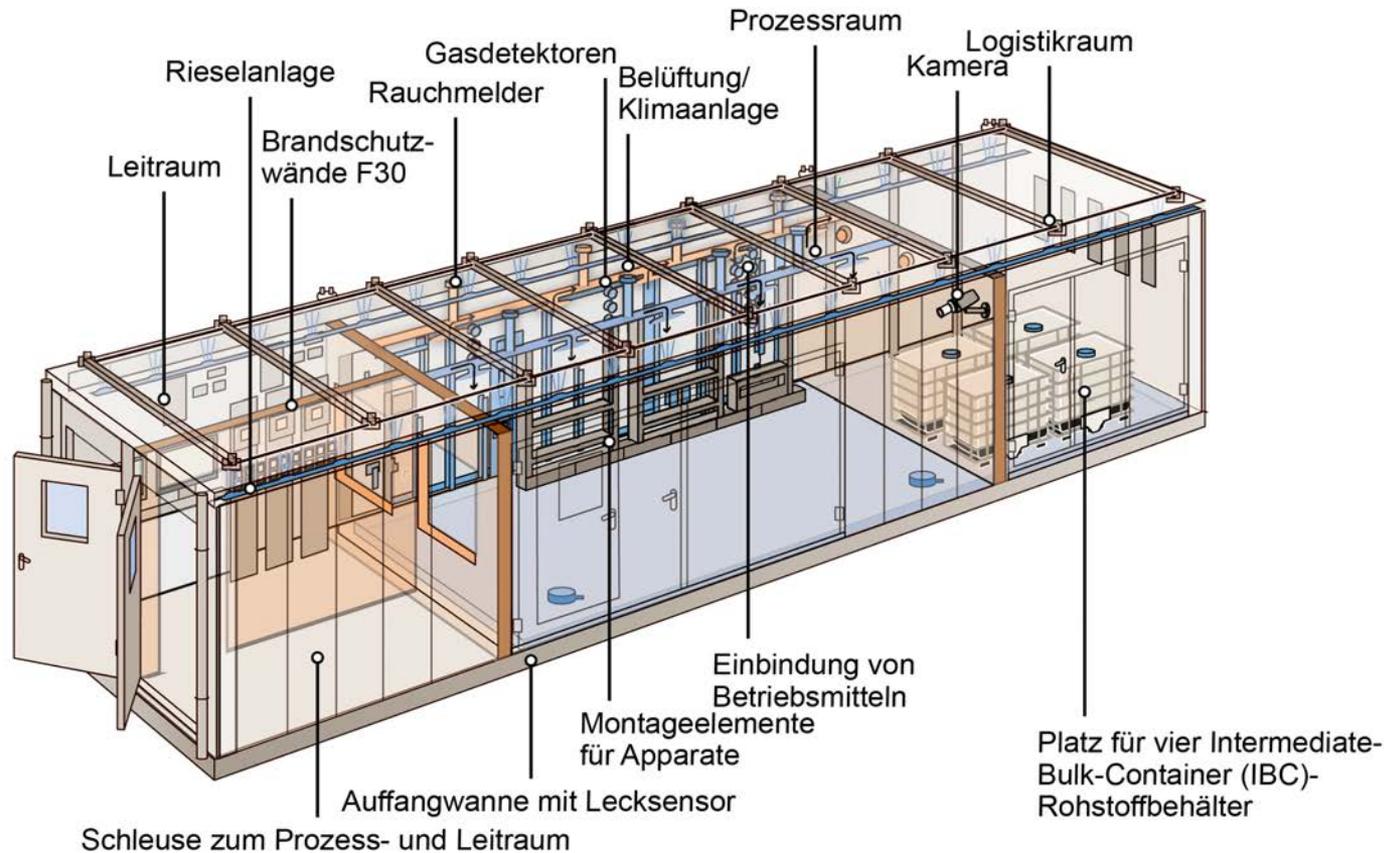
Systembiologische Darstellung biochemischer Prozesse



Kap. 3 – Verfahrens- und Prozessinnovationen

Aufbau einer Chemieranlage im Containerformat

„Klein, aber oho“: alles, was für den kompletten Produktionsprozess nötig ist, ist auf engstem Raum untergebracht



Kap. 3 – Verfahrens- und Prozessinnovationen

Beispiele für Produkte aus dem 3D-Drucker

Luft- und
Raumfahrt
(1)



Militärische
Ausrüstung
(2)



Haus aus dem
3D-Drucker
(3)



Werkzeug-/
Formenbau
(4)



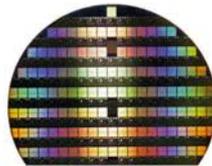
Automobilbau
(5)



Schmuck
(6)



Elektronik
(7)



Möbel
(8)



Implantate
(9)



Sportartikel
(10)



Zahntechnik
(11)



Chirurgische
Geräte und
Hilfsmittel
(12)



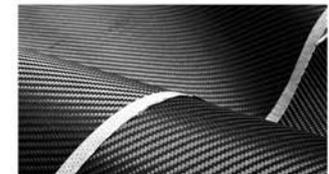
Spielzeug
(13)



Prothesen /
Orthesen
(14)



Textilien
(15)



Kap. 3 – Verfahrens- und Prozessinnovationen

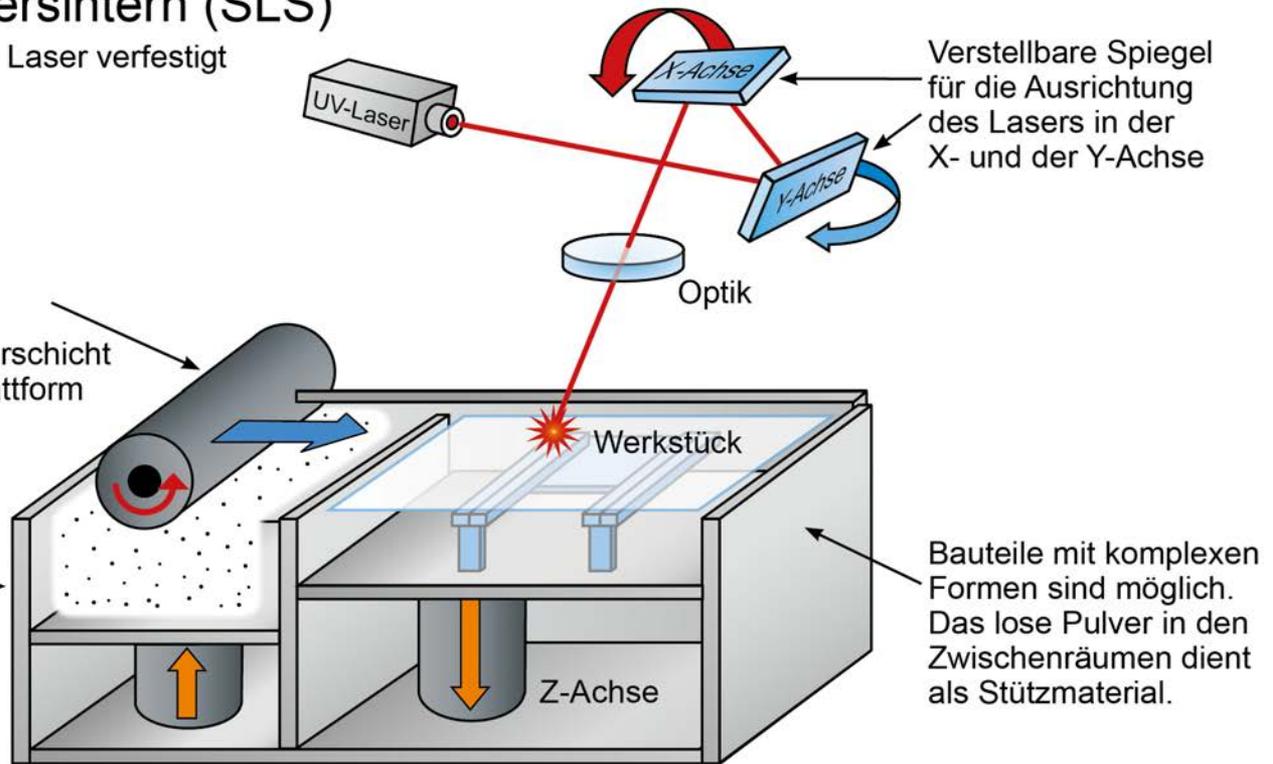
Phasen der additiven Fertigung am Beispiel des pulverbasierten Lasersinterns

Selektives Lasersintern (SLS)

Pulver wird durch einen Laser verfestigt

Die Pulverrolle legt bei jedem Bauschritt eine neue, dünne Pulverschicht von der Versorgungsplattform auf den Bauraum auf

Versorgungsplattform, mit Pulver befüllt



Kap. 3 – Verfahrens- und Prozessinnovationen

Ausgangsstoffe für additive Fertigung – heute und morgen

**notwendige Eigenschaftsverbesserungen
heute genutzter Werkstoffe**

zukünftig zu erschließende Werkstoffgruppen

Brandschutz

technische Thermoplaste

elektrische Isolationseigenschaften

natürliche und organische Werkstoffe

Alterungsverhalten

biokompatible, biologisch abbaubare Werkstoffe

Reproduzierbarkeit der Werkstoffeigenschaften

Nanowerkstoffe

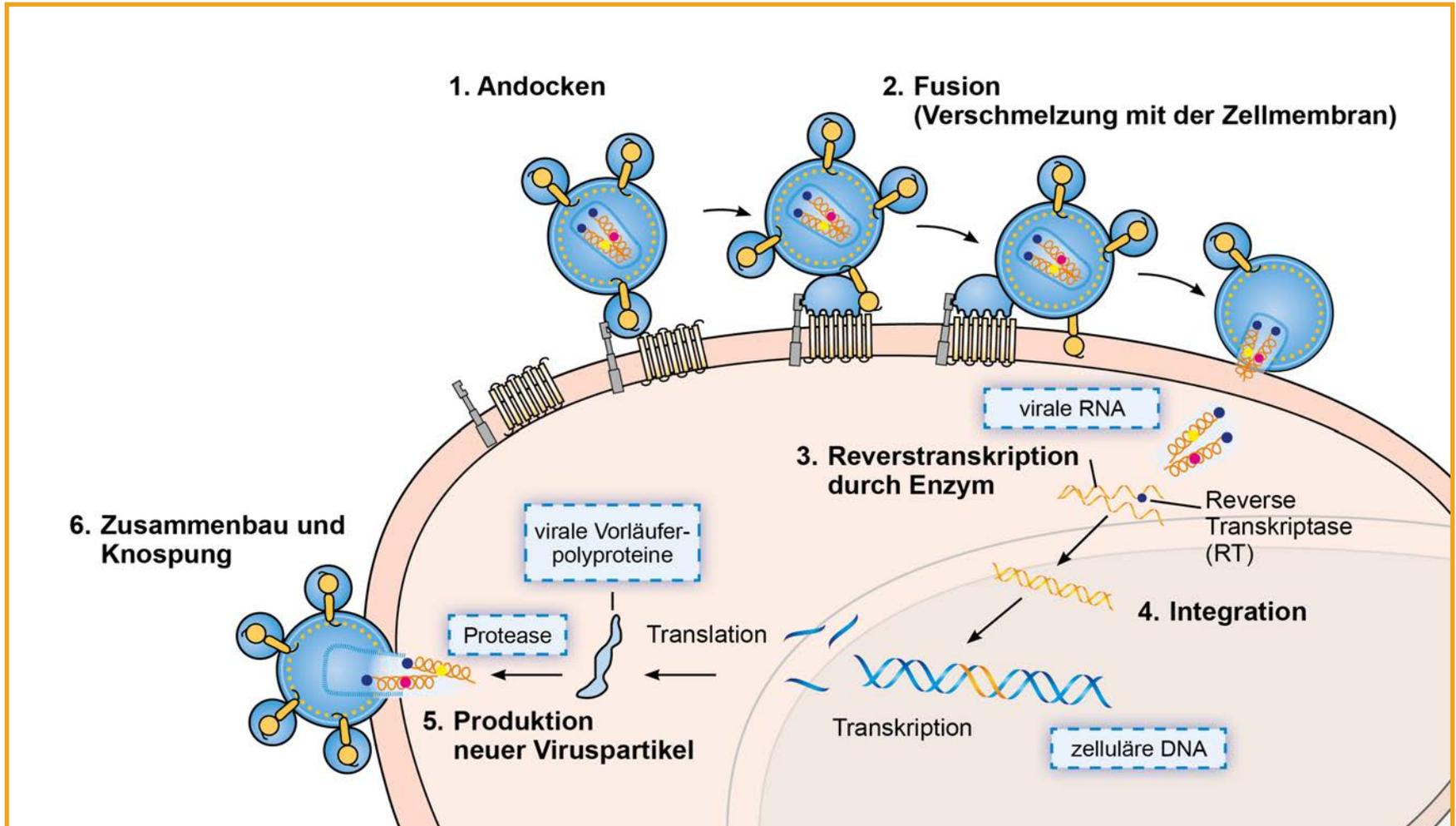
Keramik

farbige Werkstoffe

Metallkomposite

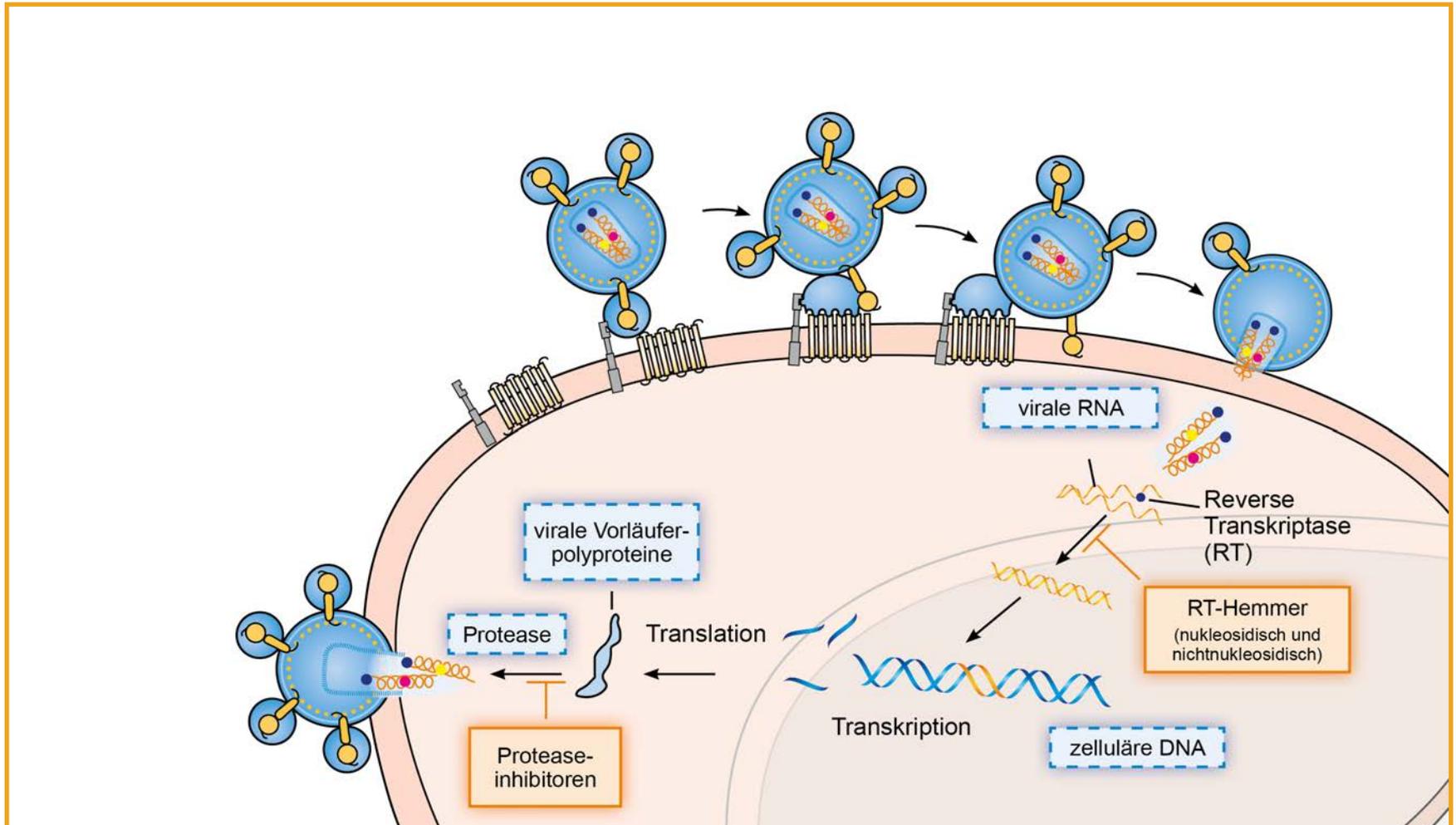
Kap. 4 – Gesundheit

Der Vermehrungszyklus des HI-Virus



Kap. 4 – Gesundheit

Zielorte und Wirkstrategien der HIV-Therapie



Kap. 4 – Gesundheit

Personalisierte Medizin in der täglichen Praxis

1.



Symptom

- Patient hat Beschwerden
- Er geht zum Arzt

2.



Anamnese

- Arzt befragt den Patienten zu Beschwerden und Vorerkrankungen
- ordnet evtl. Laboruntersuchungen an
- nimmt zum Beispiel Blut ab

3.



Diagnose

- Im Labor wird die Blutprobe auf sogenannte „krankheitsbezogene Biomarker“ analysiert
- Zellen, Gene, Proteine oder auch Hormone können Auskunft über Eigenheiten geben, die für die Therapieauswahl relevant sind
- Arzt erstellt die Diagnose und grenzt ein, welche Behandlungen in Betracht kommen

4.



Therapie

- Bei Verträglichkeit verordnet der Arzt das Medikament
- Patient bekommt einen Therapieplan mit einem Medikament, das bei ihm mit Blick auf die Biomarker wirksam und verträglich sein müsste
- Patient wird nach Therapieplan behandelt

5.



Genesung

- Einige Tage später geht es dem Patienten wieder besser
- Schwere unerwünschte Nebenwirkungen sind ausgeblieben
- Schließlich ist der Patient wieder beschwerdefrei

Kap. 4 – Gesundheit

Erkrankungen mit etablierten Ansätzen der personalisierten Medizin (Beispiele)

Der Einsatz eines Diagnostiktests hilft bei der Entscheidung, welche Therapie für den Patienten die beste ist.

Krankheitsgebiet	Wirkstoff	gekoppelter Diagnostiktest	Pflichttest seit
HIV-Infektion	Abacavir	Bluttest auf medikamentöse Nebenwirkungen	2008
Lungenkrebs	Afatinib	Gewebetest auf Wirksamkeit	2013
Darmkrebs	Cetuximab	Gewebetest auf Wirksamkeit	2008
Hautkrebs (Melanom)	Cobimetinib	Gewebetest auf Wirksamkeit	2015
Akute lymphatische Leukämie	Dasatinib	Bluttest auf Wirksamkeit	2006
Brustkrebs	Everolimus	Gewebetest auf Wirksamkeit	2012

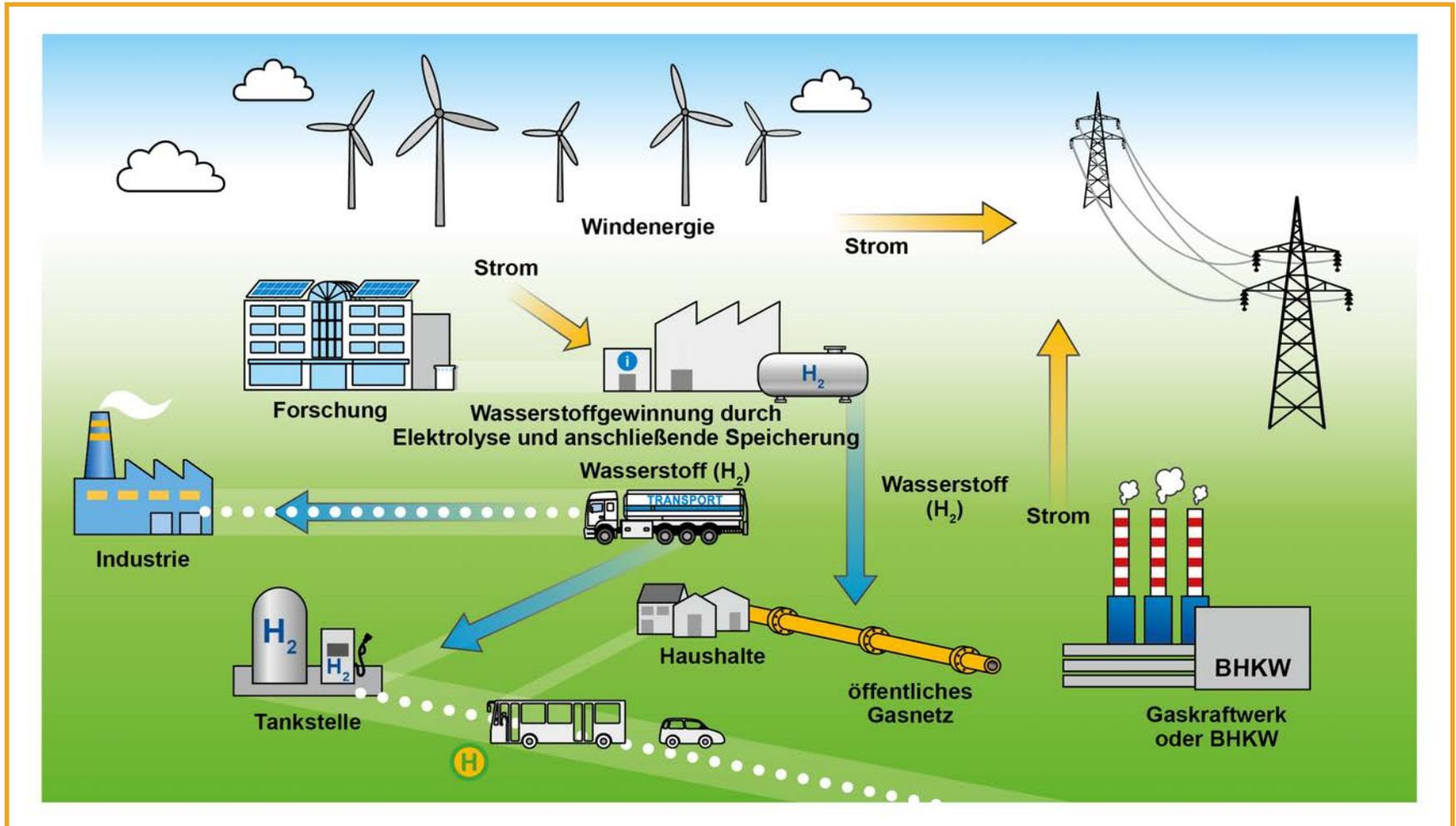
Kap. 5 – Energie

Die wichtigsten Wasserstoffquellen in Deutschland

Wasserstoffquelle	Normvolumen	
Reformierung von Erdgas	(6 Mrd. Nm ³ /a):	$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO} + 3 \text{H}_2; \text{CO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$
Benzinreformierung	(2,5 Mrd. Nm ³ /a):	$\text{C}_8\text{H}_{18} \longrightarrow 3 \text{H}_2 + \text{C}_2\text{H}_6 + \text{C}_6\text{H}_6$
Ethenherstellung	(3,6 Mrd. Nm ³ /a):	$\text{C}_2\text{H}_6 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$
Chlor-Alkali-Elektrolyse	(0,9 Mrd. Nm ³ /a):	$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \frac{1}{2} \text{Cl}_2 + \text{NaOH} + \frac{1}{2} \text{H}_2$

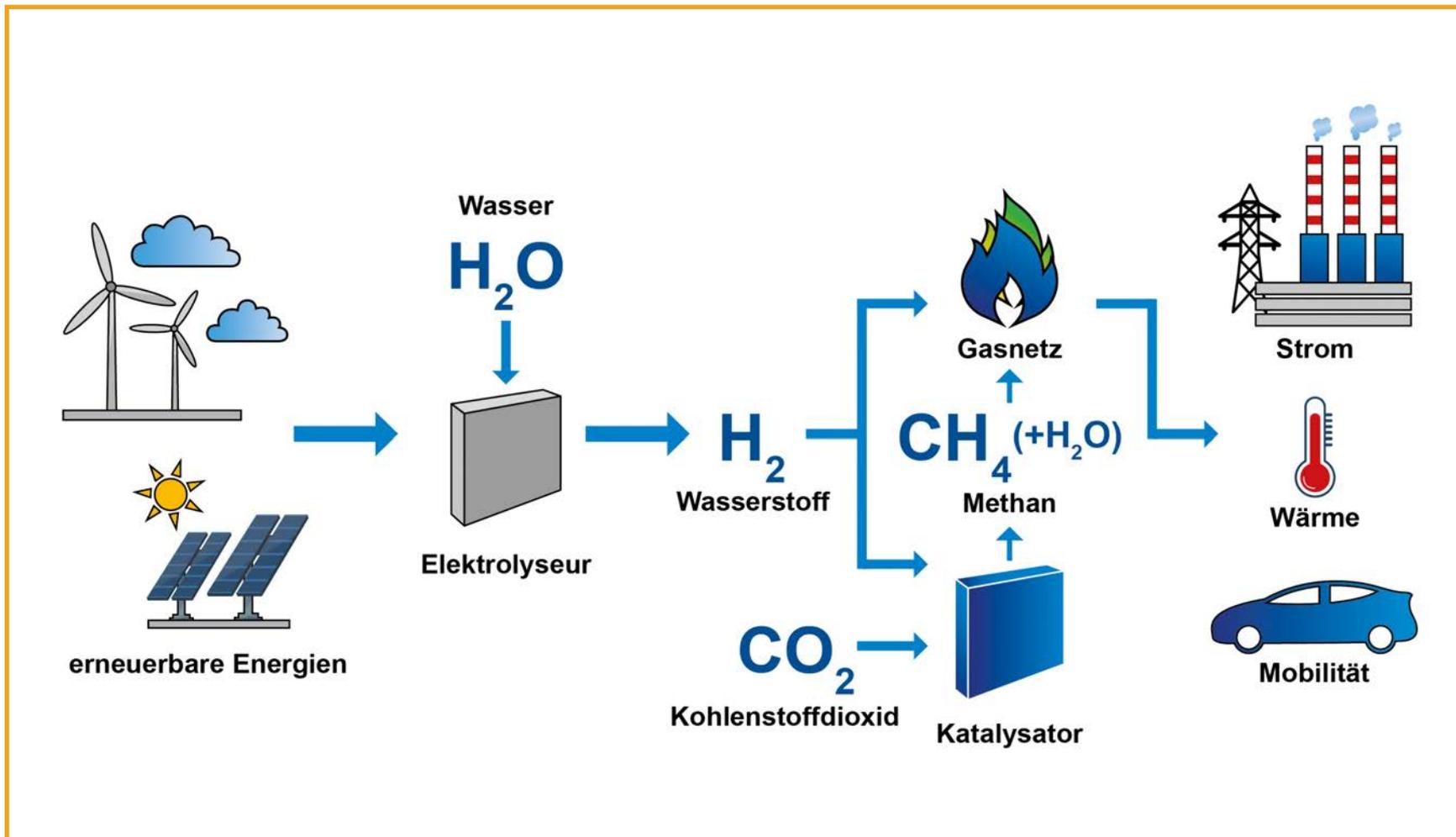
Kap. 5 – Energie

Nutzungspfade der Wasserstofftechnologie



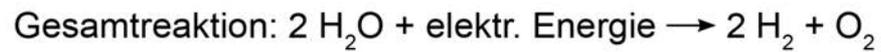
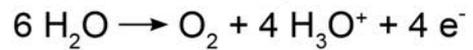
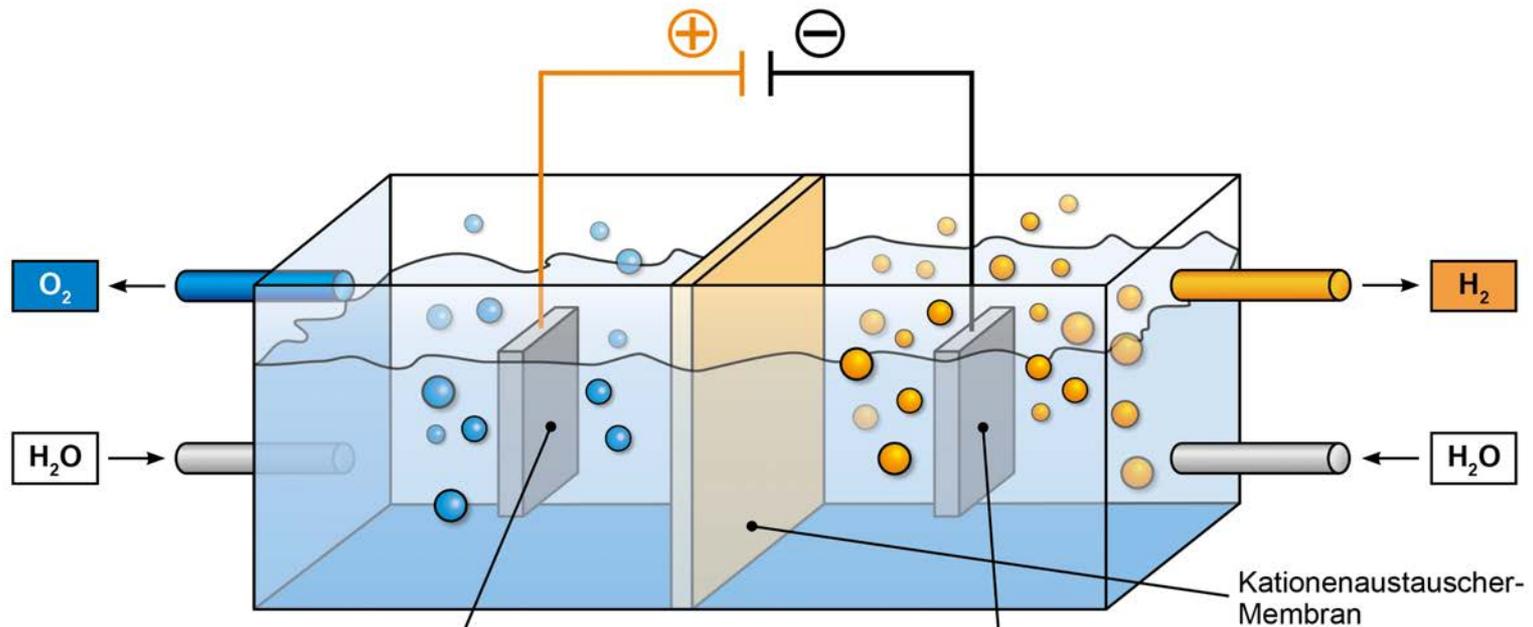
Kap. 5 – Energie

„Power-to-Gas“ – Strom als Gas speichern



Kap. 5 – Energie

Ein großtechnischer Elektrolyseur

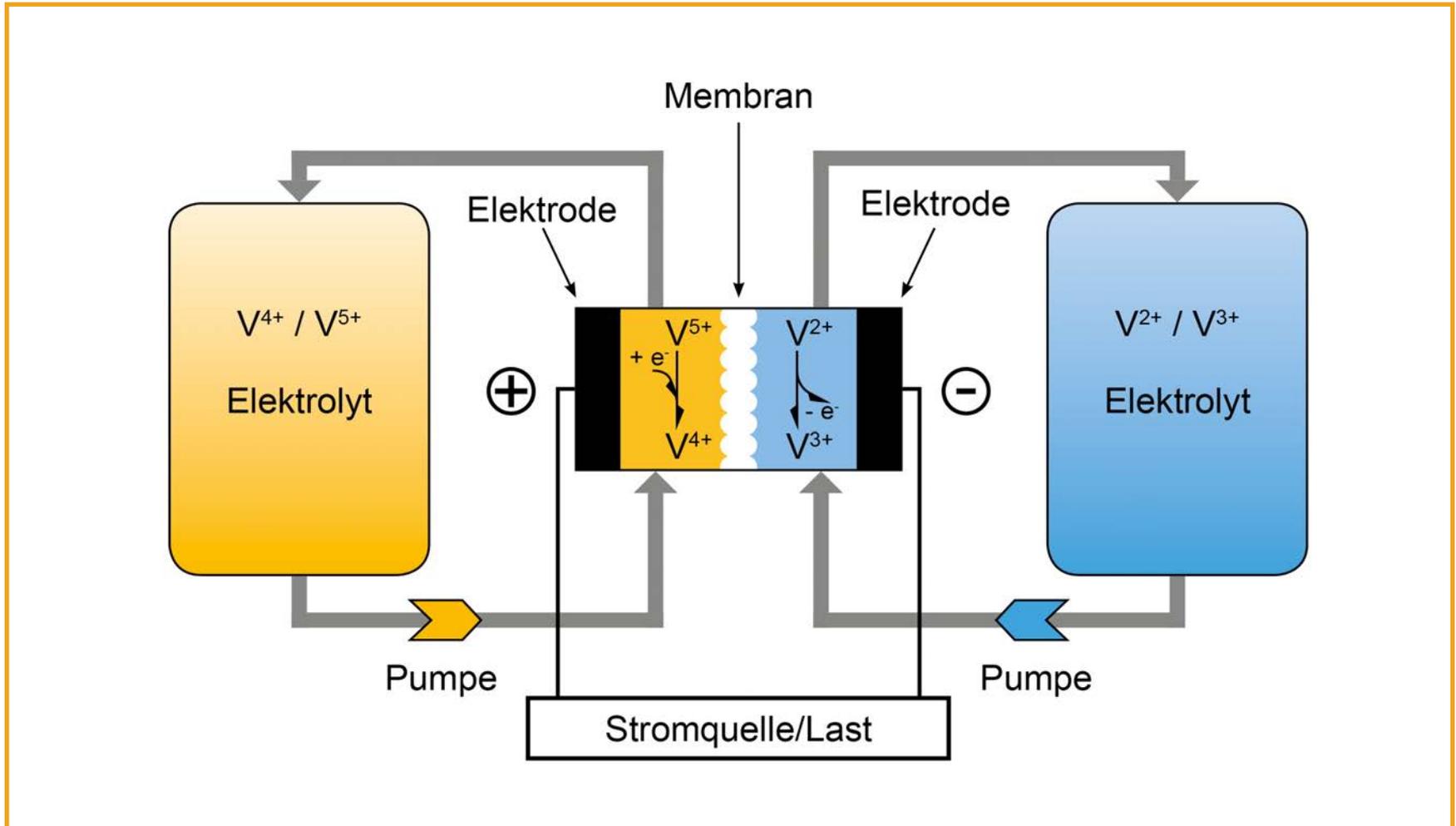


● Wasserstoff

● Sauerstoff

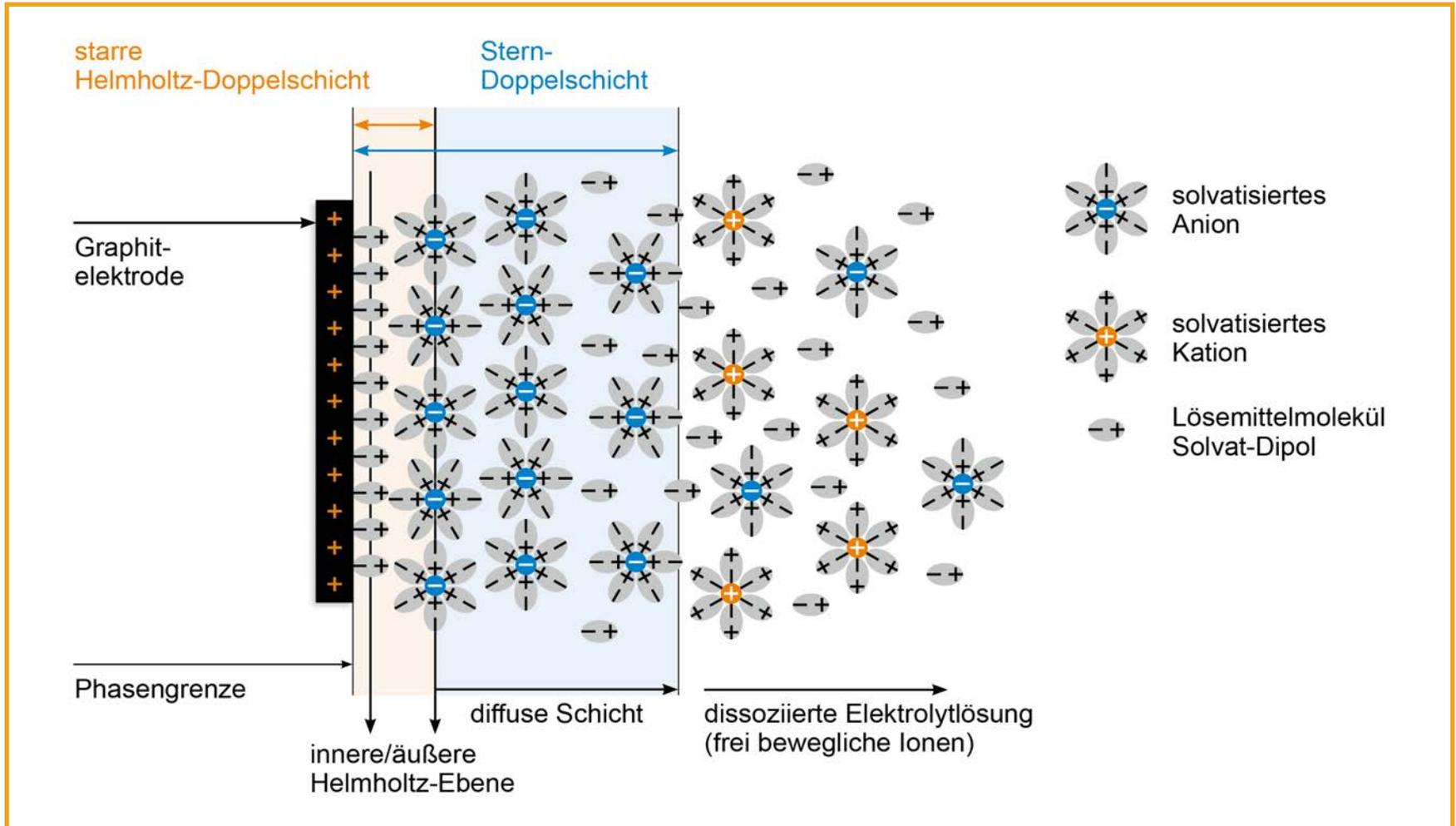
Kap. 5 – Energie

Aufbau und Funktionsweise einer Redox-Flow-Batterie



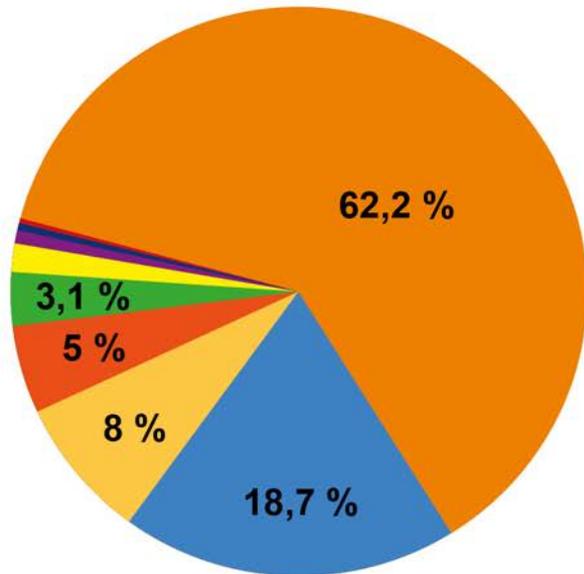
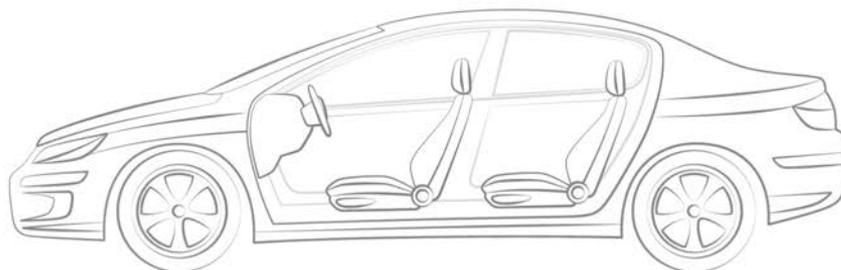
Kap. 5 – Energie

Aufbau und Funktionsweise eines Supercaps



Kap. 6 – Mobilität

Anwendung der Chemie im Auto

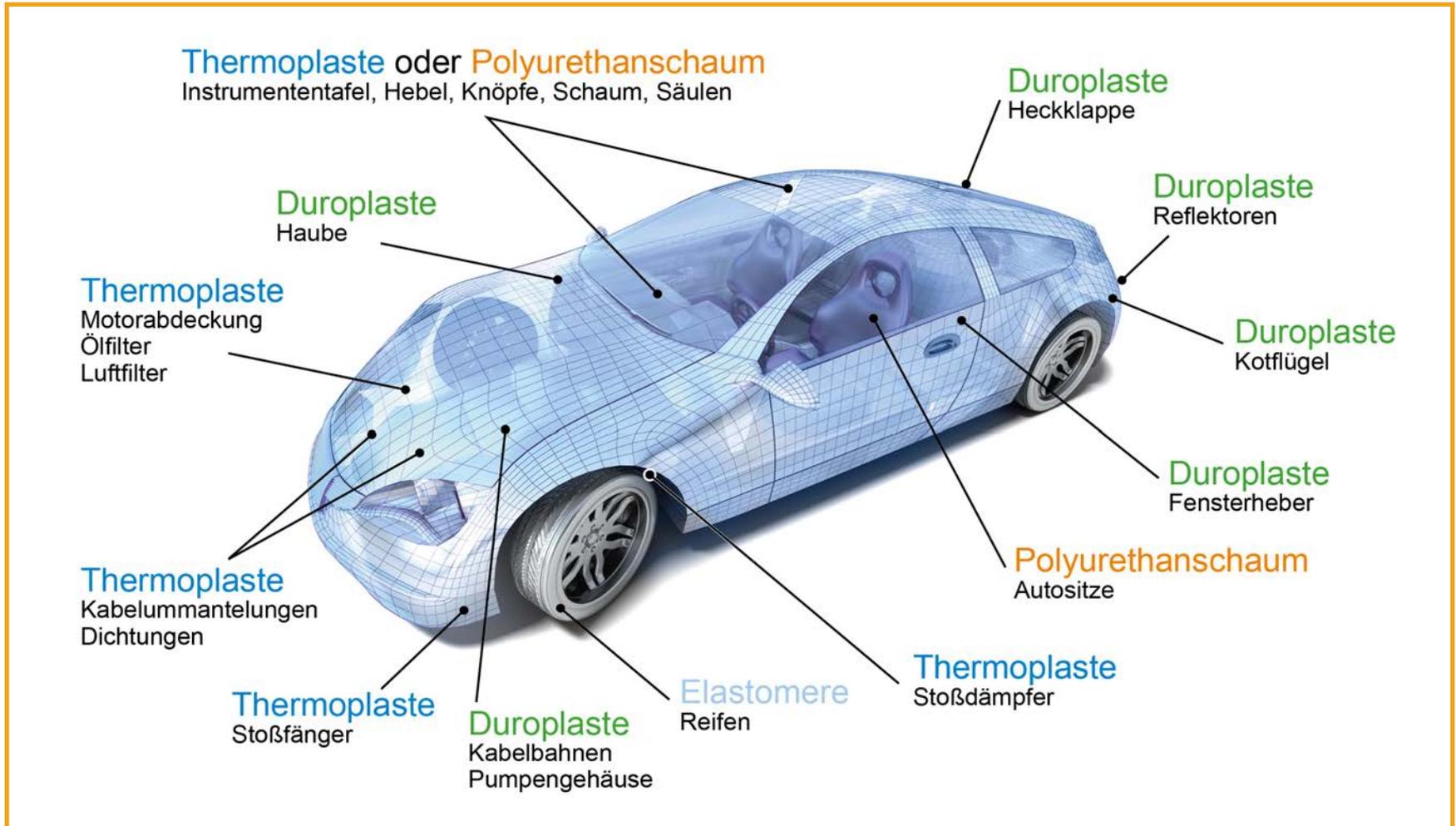


Anteil an Werkstoffen in einem PKW

- 62,2 % Stahl-/Eisenwerkstoffe
- 18,7 % Polymerwerkstoffe
- 8 % Leichtmetalle
- 5 % Betriebsstoffe
- 3,1 % Sonstige
- 2 % Buntmetalle
- 0,8 % Prozesspolymere
- 0,16 % Elektronik
- 0,02 % Sondermetalle

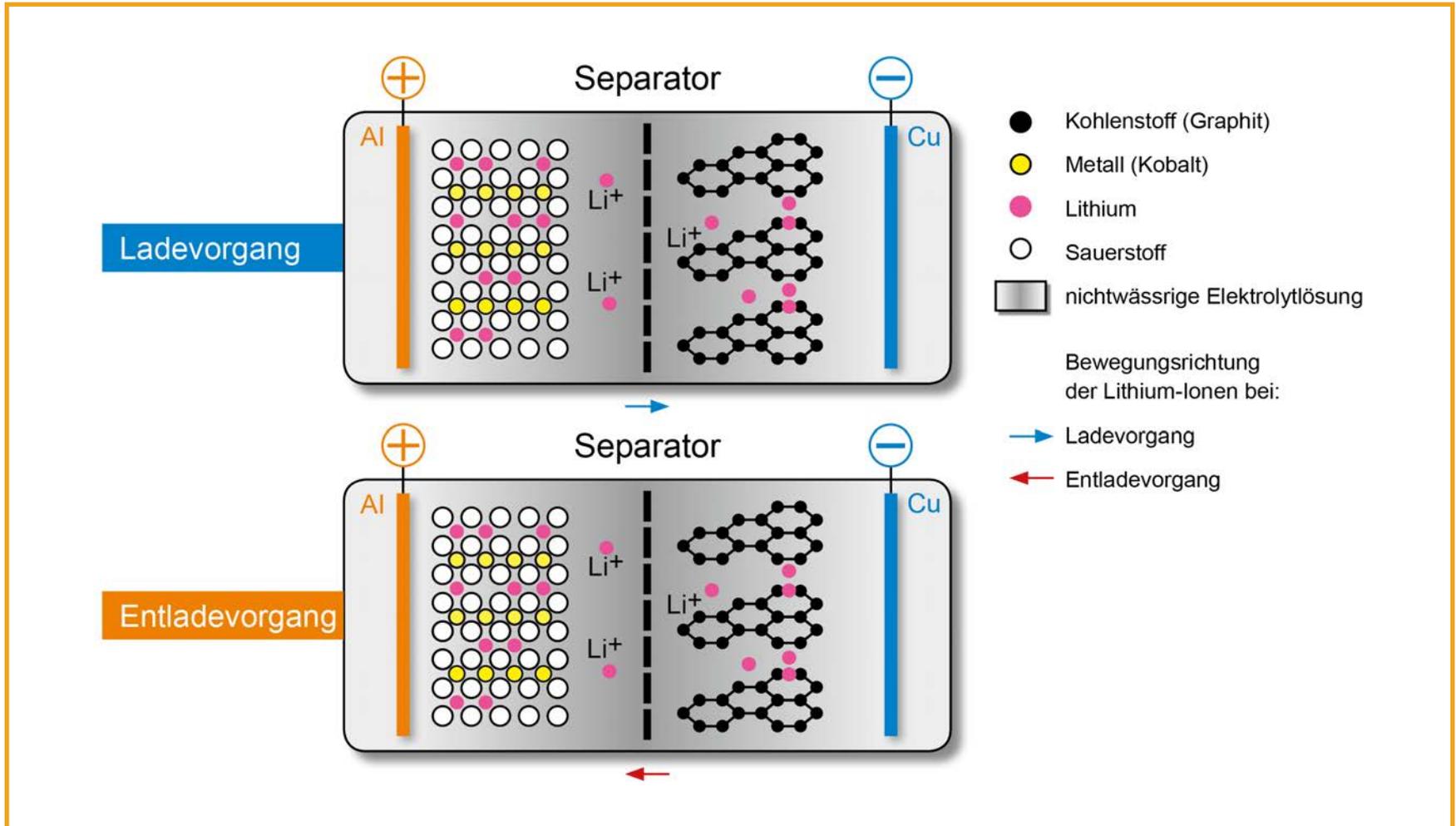
Kap. 6 – Mobilität

Bauteile aus Polymeren



Kap. 6 – Mobilität

Funktionsweise einer Lithiumionen-Zelle



Kap. 7 – Bauwesen

Materialinnovationen bei Beton

UHPC

(Ultra High Performance Concrete)

**ultrahochfester
Beton**

(1)



**selbstreinigender
Beton**

(4)



**schalldämpfender
Beton**

Faserbeton (mit Abstandhalter als Schallabsorber)

© www.maxfrank.com

(2)



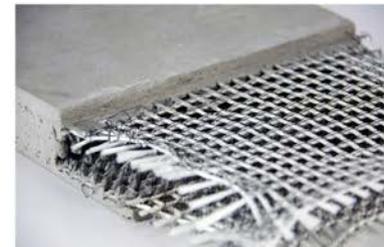
**lichtdurchlässiger
Beton**

(3)



**textilbewehrter
Beton**

(5)

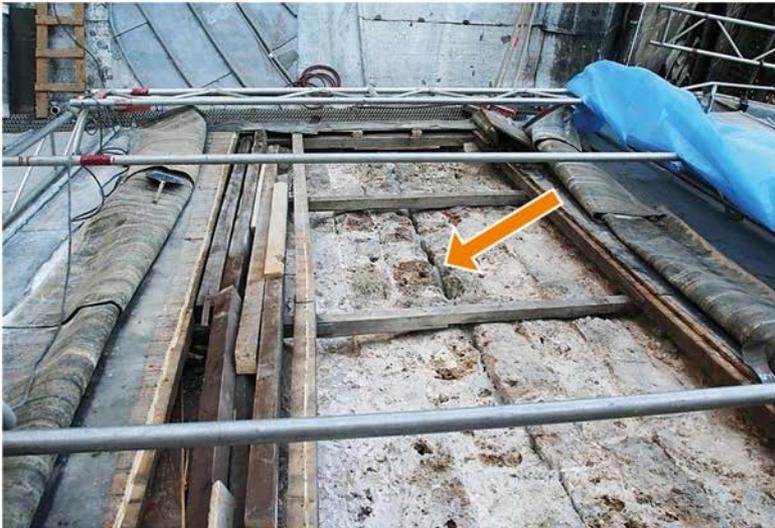


etc.

Kap. 7 – Bauwesen

Carbonbeton in der Gebäudesanierung

Beton – Carbonbewehrung



Erdbebenriss vor dem Aufbringen
eines Klammerpflasters aus Mörtel und
Carbonbewehrung

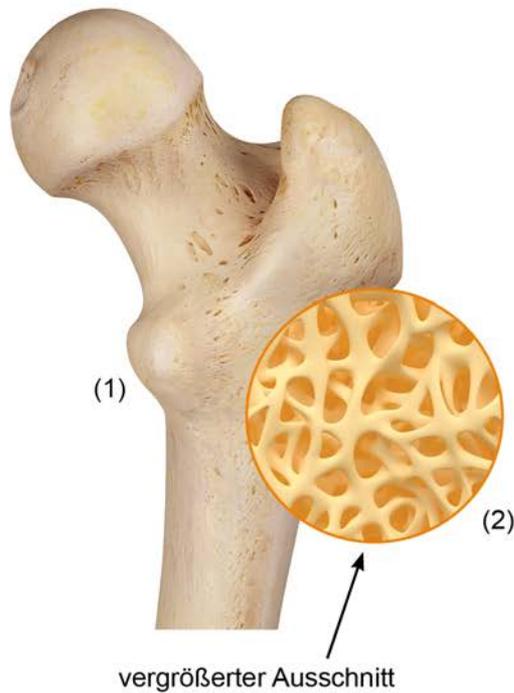


Carbonbewehrung im Detail

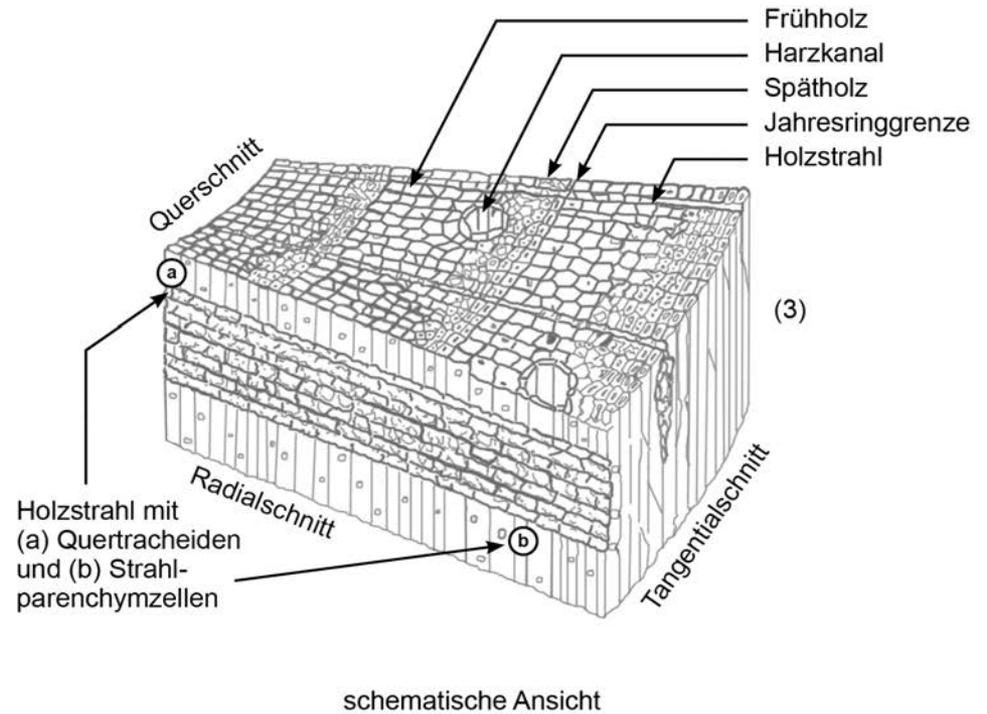
Kap. 7 – Bauwesen

Zelluläre Strukturen von Biomaterialien

Knochenbälkchen



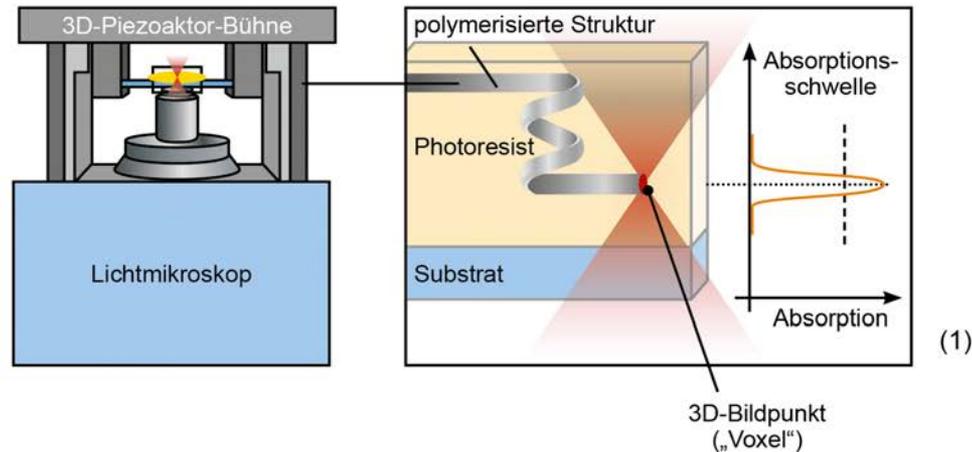
Kammerstruktur von Holz



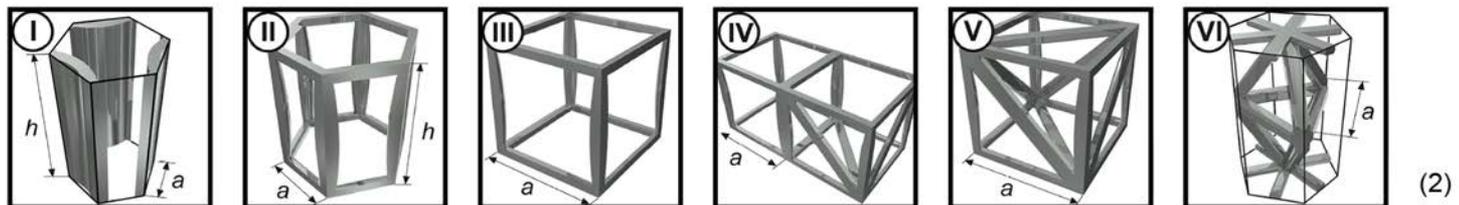
Kap. 7 – Bauwesen

Mechanische Metamaterialien

Funktionsprinzip der Herstellung
mittels „3D Direct Laser Writing“ (3D-DLW)

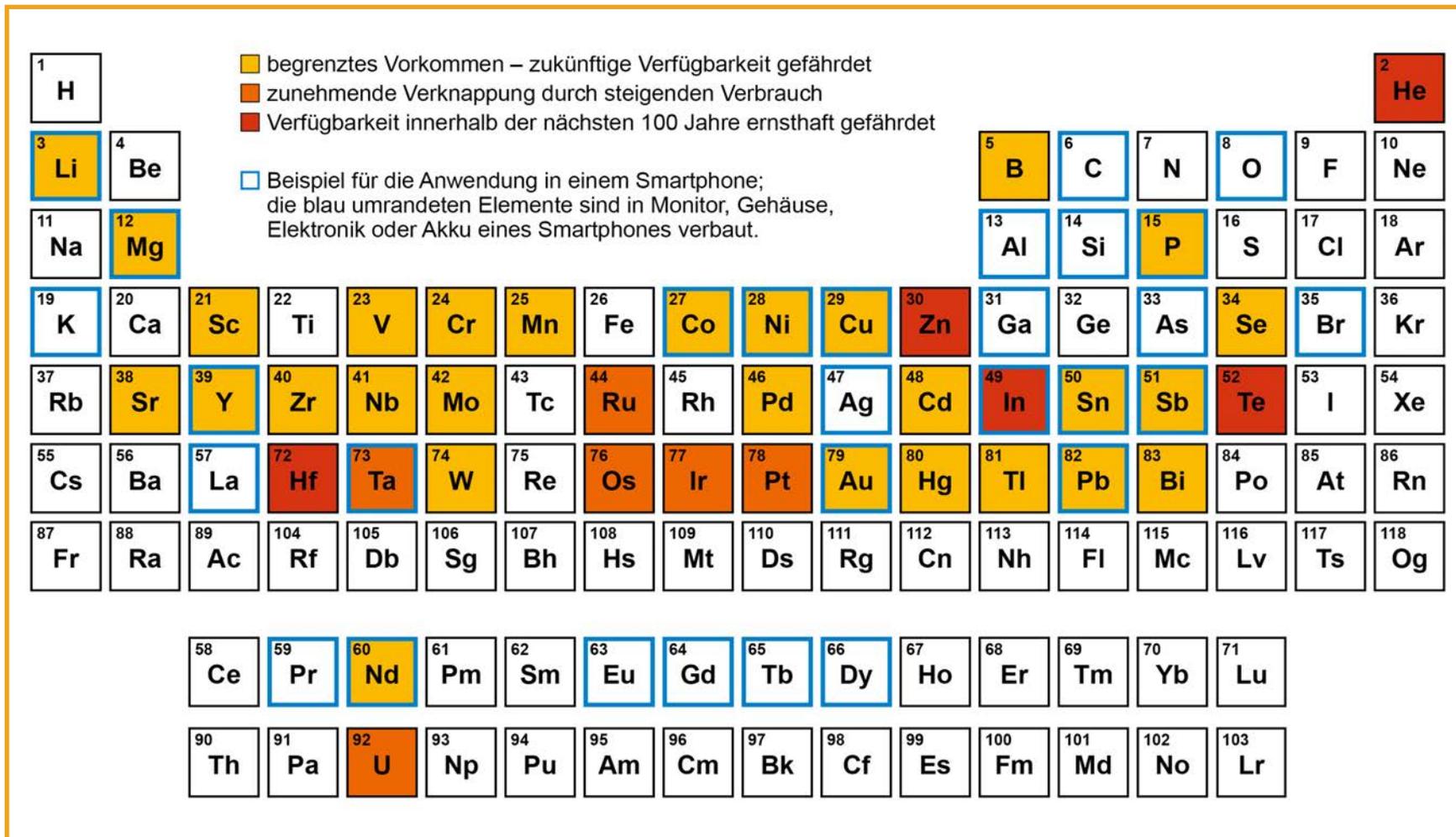


mechanische Metamaterialien mit Mikroarchitektur (Beispiele)



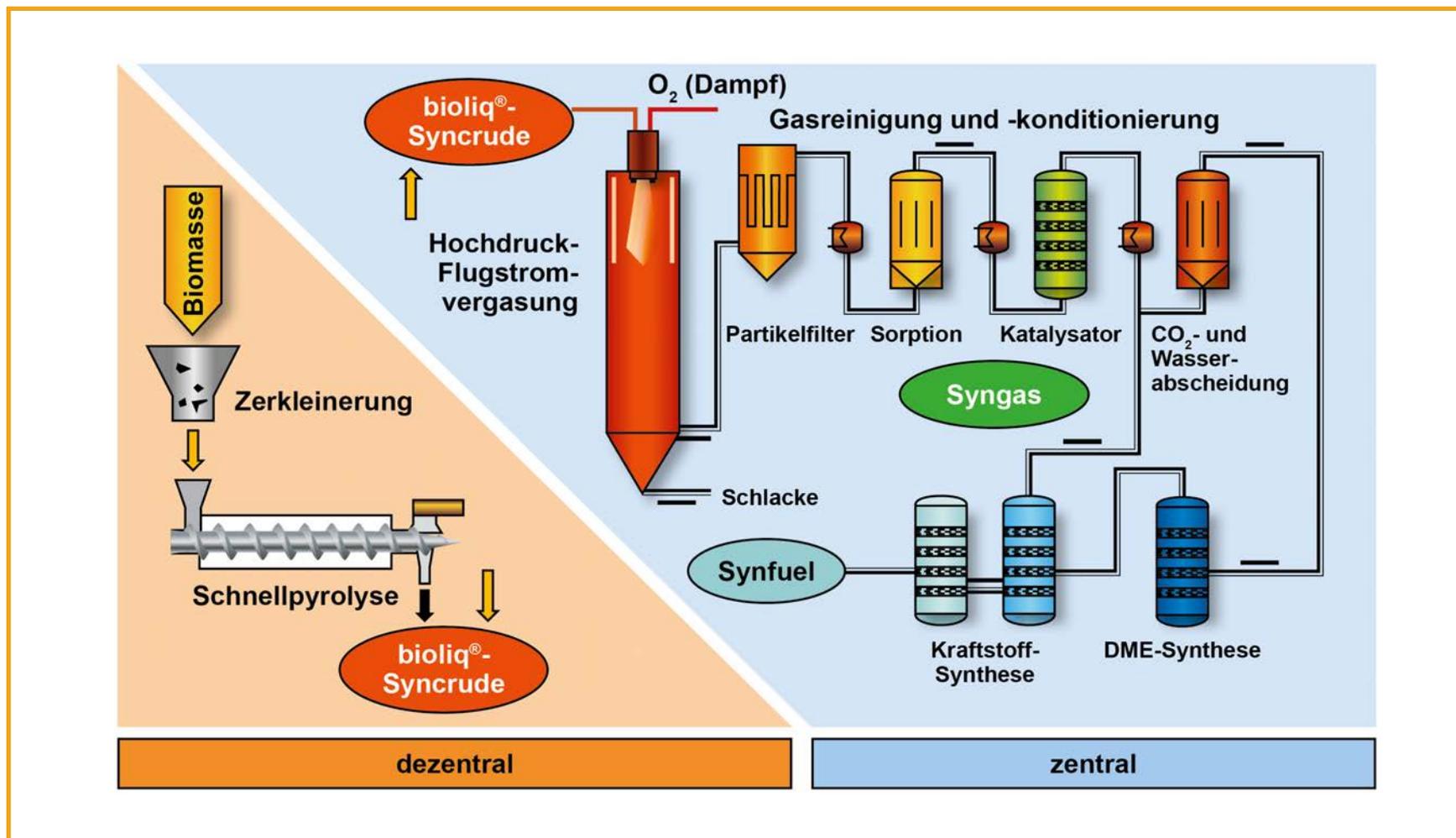
Kap. 8 – Ressourcenschonung – von der Wegwerf- zur Kreislaufwirtschaft

Verwendung seltener Elemente



Kap. 8 – Ressourcenschonung – von der Wegwerf- zur Kreislaufwirtschaft

Prozessschritte des bioliq[®]-Verfahrens



Kap. 8 – Ressourcenschonung – von der Wegwerf- zur Kreislaufwirtschaft

Recyclingpotential von Elektroschrott



(1)

Mobiltelefone

1.800 Millionen Stück/Jahr

x 250 mg Ag ≈ 450 t Ag
 x 24 mg Au ≈ 43 t Au
 x 9 mg Pd ≈ 16 t Pd
 x 9 g Cu ≈ 16.000 t Cu

1.800 Millionen Lithium-Ionen-Batterien

x 3,8 g Co ≈ 6.800 t Co



(2)

PCs und Laptops

365 Millionen Stück/Jahr

x 1.000 mg Ag ≈ 450 t Ag
 x 220 mg Au ≈ 43 t Au
 x 80 mg Pd ≈ 16 t Pd
 x ~ 500 g Cu ≈ 183.000 t Cu

220 Millionen Lithium-Ionen-Batterien¹

x 65 g Co ≈ 14.300 t Co

(1 Anzahl der Laptops im Vergleich zu PCs ist steigend.)



(3)

Rohstoffrückgewinnung durch Recycling

Primärproduktion aus Bergbau / Anteil aus Recycling

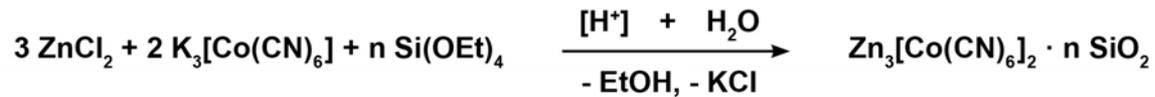
Ag: 23.700 t / Jahr > 3 %
 Au: 2.800 t / Jahr > 4 %
 Pd: 230 t / Jahr > 20 %
 Cu: 16 Mt / Jahr > 1 %

~ Co 100.000 t / Jahr > 21 %

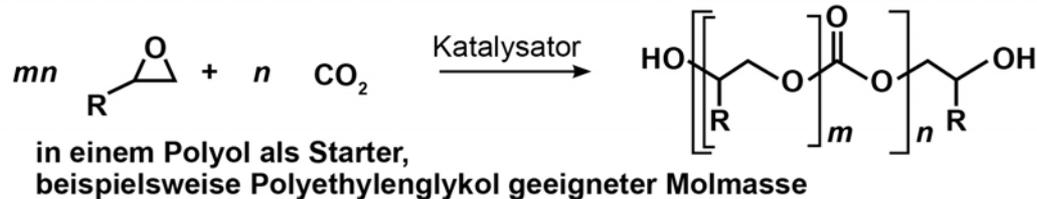
Kap. 8 – Ressourcenschonung – von der Wegwerf- zur Kreislaufwirtschaft

Katalytische Fixierung von Kohlenstoffdioxid

1. Darstellung des Katalysators (Zinkhexacyanokobaltat in einer Siliziumdioxid-Gel-Matrix)



2. Kohlenstoffdioxid und Epoxid reagieren zum Polyethercarbonatpolyol



3. Polyurethan-Synthese – beispielhaft aus 1,6-Hexandiisocyanat und einem Polyethercarbonatpolyol

