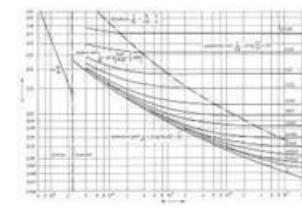
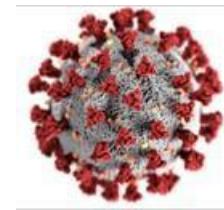
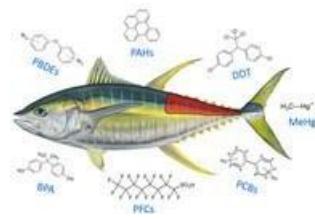
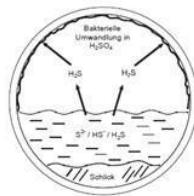
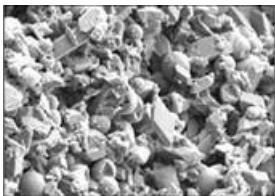


Bachelor Infrastruktur

Vorlesung und Übung: Naturwissenschaftliche Grundlagen 2.2.2 Chemie: Verbindungen (anorganisch, organisch)

Prof. Dr. Welker, Frankfurt University of Applied Sciences



Naturwissenschaftliche Grundlagen

Chemie

2.2 Grundlagen Chemie

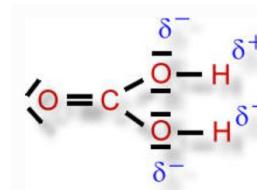
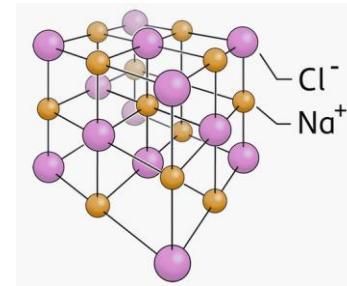
- **Beispiele Verbindungen**
- anorganisch
- organisch

Chemische Grundlagen

anorganische Verbindungen

- chemische Verbindungen, die in der Regel **keinen Kohlenstoff** enthalten.
- wenn, dann keine **C-H Bindung** im Molekül
- **wenige Atome → kleinere Moleküle**

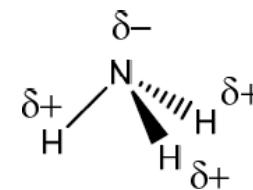
- **Salze** (z.B. Natriumchlorid)
 - **Metalle** und ihre Legierungen
 - **Säuren** und **Basen** (Salzsäure, Ammoniak)
 - **nichtmetallische anorganische Verbindungen** (Wasser)
-
- **Ausnahmen:** Kohlendioxid, Kohlenmonoxid...
 - Übergang zur organischen Chemie wäre **Harnstoff**



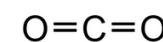
Kohlensäure



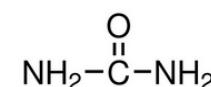
Salzsäure



Ammoniak



Kohlendioxid

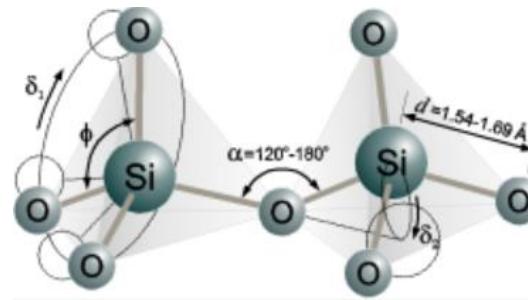


Harnstoff

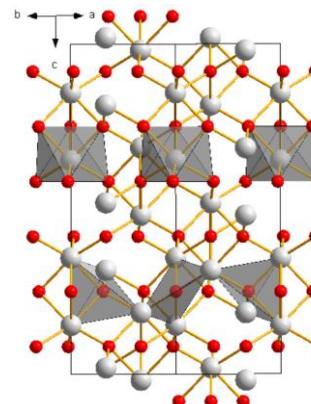
Chemische Grundlagen

anorganische diamantartige Verbindungen

- typische Eigenschaften:
große Härte
- **Atomgitter** (Quarz:
Si-Oxid, **SiO₂**)
- **rein ionisch** (Korund:
Al-Oxid, **AlO₃**)
- **Atomgitter** (Diamant:
Kohlenstoff, C)



Quarz (Bergkristall): Härte 7



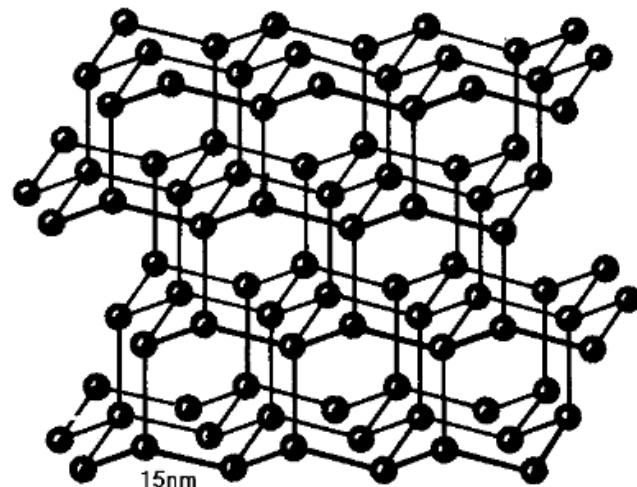
Korund (Rubin): Härte 9

Chemische Grundlagen

Allotrope von Kohlenstoff

Diamant

- Zur Bildung von Kohlenstoff-Ionen (C^{4+} oder C^{4-}) wären außerordentlich hohe Energiebeträge notwendig → **tetraedrische Atombindungen** als C-C
- C-C-Atombindung stark
- **Diamant härteste Stoff (Mohs: 10)**
Glas/ Stahl: Härte 6-7
- Außenelektronen **nicht beweglich (lokalisiert)**
- kein elektrischer Leiter
- Schmelzpunkt > 4.400 °C
- keine Absorption von Licht → farblos und durchsichtig

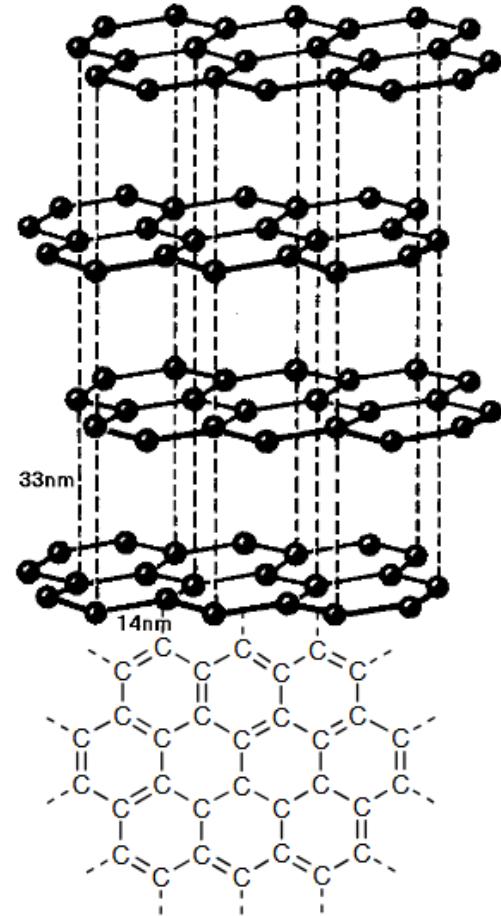


Chemische Grundlagen

Allotrope von Kohlenstoff

Graphit

- **Kohlenstoffatome** in Ebenen mit je einer Doppel- und zwei Einfachbindungen untereinander verbunden → flache **Schichten** aus zusammengesetzten Kohlenstoff-Sechsecken
- Doppel- und Einfachbindungen können vertauscht werden → die Elektronen sind **delokalisiert** (beweglich)
- **Graphit** leitet Strom (Elektroden in Batterien)
- Absorption Licht → schwarz



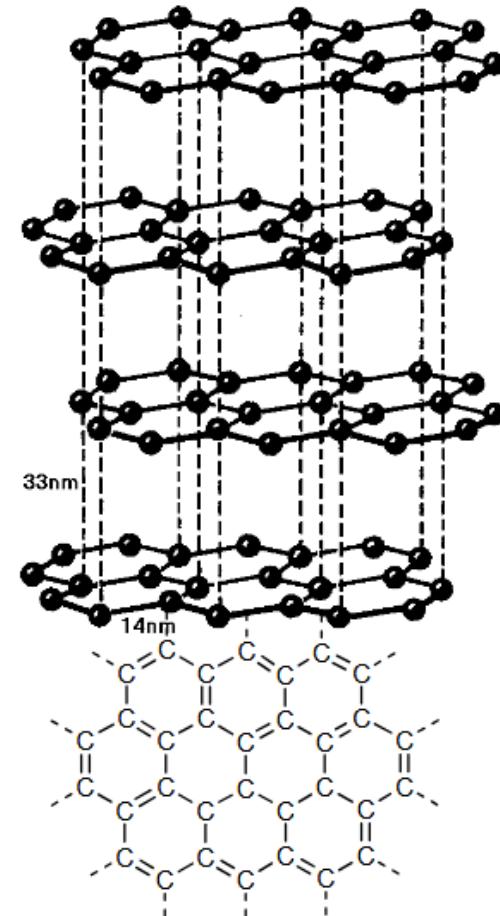
Ebene im Graphit: Die Doppelbindungen und Einfachbindungen sind nicht festgelegt, die Elektronen sind beweglich (delokalisiert).

Chemische Grundlagen

Allotrope von Kohlenstoff

Graphit

- sehr hitzebeständig
- schwächerer Zusammenhalt der Schichten, intermolekulare van der Waals Kräfte
- → Abrieb im Bleistift „graphein“ = schreiben
- Graphit ist ein sehr weiches Mineral mit Mohs-Härte 0,5



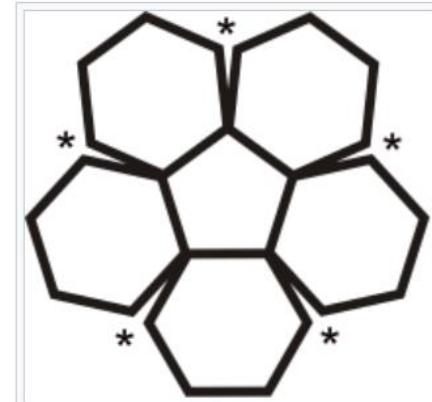
Ebene im Graphit: Die Doppelbindungen und Einfachbindungen sind nicht festgelegt, die Elektronen sind beweglich (delokalisiert).

Chemische Grundlagen

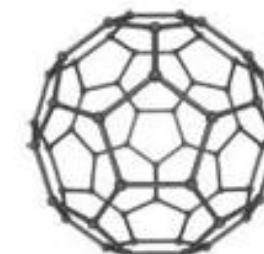
Allotrope von Kohlenstoff

Fullerene

- **Fullerene** erst 1987 neu entdeckte Form von Kohlenstoff
- Bildung bei Verbrennung
- Gewölbte Schalen aus Fünf- und Sechsecken von C-Atomen
- Fullerene-Molekül C₆₀ hat genau das gleiche Oberflächenmuster wie ein Fußball
- sehr elastisch



Fulleren (z.B. C₆₀)



Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

- **Aufbau:** außer **Kohlenstoff (C)** nur relativ wenige Elemente wie **Wasserstoff (H)**, Sauerstoff (O) und Stickstoff (N), ferner Phosphor (P), Schwefel (S) und einige Halogene
- Zahlenverhältnis ungefähr 5.000: 1 = organische zu anorganischen Stoffen
- Bildung von Kohlenstoff-Ionen (C^{4+} oder C^{4-}) außerordentlich hohe Energiebeträge notwendig → **Atombindungen** als C-C oder C-H

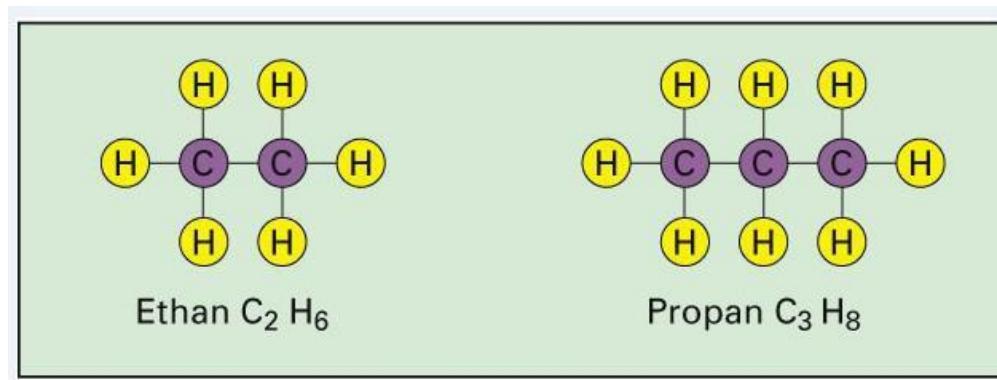
Einfachbindungen	Doppelbindungen
$\begin{array}{c} & \\ -C-C- & -C-H & -C-N-H \\ & & \\ H & & H \end{array}$ <p>155 pm (0,155 nm)</p>	$\begin{array}{c} & \\ -C=C- & -C=O \\ 134 \text{ pm} (0,134 \text{ nm}) \end{array}$

Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

Alkane (C-H-Ketten)

- „gesättigt“: Einfachbindungen
- nicht mischbar mit Wasser
- **Methan und Ethan**: gasförmig
- **Propan/Butan**: unter Druck flüssig



Chemische Grundlagen

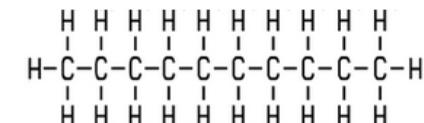
organische Verbindungen

Alkane (C-H-Ketten)

- **Pantan bis Nonan:** Hauptbestandteile Benzins, leicht flüchtig
- > **C10 Decan:** ölig oder fest, Fraktion C10 bis C16 für Motorenöl
- > **C16 im Kerzenparaffin**

Tab. 13.3 Homologe Reihe der gesättigten Kohlenwasserstoffe (Alkane)

Summenformel	Gruppenformel	Name	Schmelzpunkt (°C)	Siedepunkt (°C)	Alkylrest (Alkan minus H)
CH ₄	CH ₄	Methan	−184	−164	Methyl-
C ₂ H ₆	CH ₃ −CH ₃	Ethan	−171,4	−93	Ethyl-
C ₃ H ₈	CH ₃ −CH ₂ −CH ₃	Propan	−190	−45	Propyl-
C ₄ H ₁₀	CH ₃ −(CH ₂) ₂ −CH ₃	Butan	−135	−0,5	Butyl-
C ₅ H ₁₂	CH ₃ −(CH ₂) ₃ −CH ₃	Pantan	−130	36	Pentyl-
C ₆ H ₁₄	CH ₃ −(CH ₂) ₄ −CH ₃	Hexan	−93,5	68,7	Hexyl-
C ₇ H ₁₆	CH ₃ −(CH ₂) ₅ −CH ₃	Heptan	−90	98,4	Heptyl-
C ₈ H ₁₈	CH ₃ −(CH ₂) ₆ −CH ₃	Octan	−57	126	Octyl-
C ₉ H ₂₀	CH ₃ −(CH ₂) ₇ −CH ₃	Nonan	−53,9	150,6	Nonyl-
C ₁₀ H ₂₂	CH ₃ −(CH ₂) ₈ −CH ₃	Decan	−32	173	Decyl-
...					
C ₂₀ H ₄₂	CH ₃ −(CH ₂) ₁₈ −CH ₃	Eicosan	37	−	Eicosyl-



Decan

Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

Tab. 13.6 Vereinfachte Systematik der organischen Stoffklassen

Organische C-Verbindungen						
Acyklische Verbindungen mit C-Ketten		Cyclische Verbindungen mit C-Ringen				
Gesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkane	Ungesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkene „gesättigt“: Einfachbindungen	Carbocyclen		Heterocyclen		
		Gesättigt	Ungesättigt	Gesättigt	Ungesättigt (aromatisch)	
		Cycloalkane (Alicyclen)	Cycloalkene Arene (Aromaten)			
„ungesättigt“: Doppel- oder Dreifachbindungen						
cis-2-Buten Z-2-Buten Siedepunkt 3,7 °C		Buten: Synthesechemie zur Produktion Kunststoffen, MBTE				

Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

Tab. 13.6 Vereinfachte Systematik der organischen Stoffklassen

Organische C-Verbindungen

Acyclische Verbindungen mit C-Ketten		Cyclische Verbindungen mit C-Ringen			
Gesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkane	Ungesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkene Alkine	Carbocyclen	Heterocyclen Gesättigt Ungesättigt (aromatisch)	Ungesättigt	Ungesättigt (aromatisch)
		Gesättigt			
		Cycloalkane (Alicyclen)		Cycloalkene	

„ungesättigt“: Doppel- oder Dreifachbindungen



Ethin, Acetylen: Rohstoff, Schweißgas

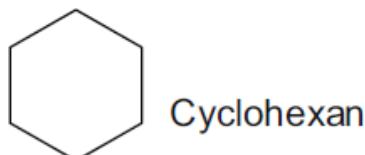
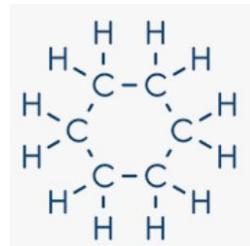
Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

Tab. 13.6 Vereinfachte Systematik der organischen Stoffklassen

Organische C-Verbindungen

Acyklische Verbindungen mit C-Ketten		Cyclische Verbindungen mit C-Ringen		Heterocyclen	
Gesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkane	Ungesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkene Alkine	Carbocyclen	Gesättigt	Ungesättigt	Gesättigt
		Cycloalkane (Alicyclen)	Cycloalkene	Arene (Aromaten)	Ungesättigt (aromatisch)



Cyclohexan
Grundstoff für Synthese (Nylon)
„gesättigt“: Einfachbindungen

Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

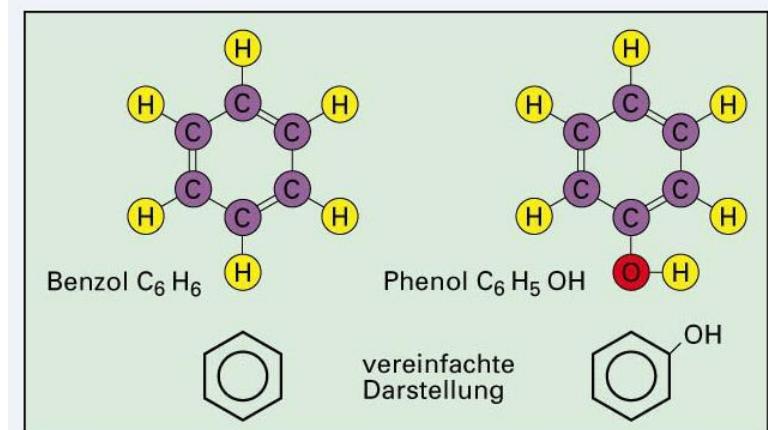
Tab. 13.6 Vereinfachte Systematik der organischen Stoffklassen

Organische C-Verbindungen		Cyclische Verbindungen mit C-Ringen		
Acyclische Verbindungen mit C-Ketten				
Gesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkane	Ungesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkene Alkine	Carbocyclen	Heterocyclen	
		Gesättigt	Ungesättigt	
		Cycloalkane (Alicyclen)	Cycloalkene Arene (Aromaten)	Ungesättigt (aromatisch)

„ungesättigt“ Carbocyclen: Mehrfachbindungen

Benzol: Grundstoff für Polystyrol, Lösemittel, Teer, Bitumen

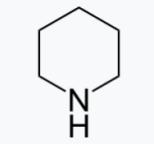
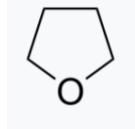
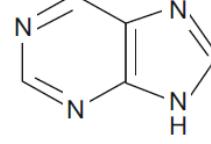
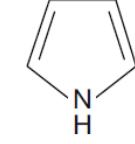
Phenol: Grundstoff für Polycarbonate, Harze, früher Desinfektionsmittel



Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

Tab. 13.6 Vereinfachte Systematik der organischen Stoffklassen

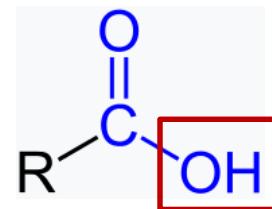
Organische C-Verbindungen					
Acyclische Verbindungen mit C-Ketten		Cyclische Verbindungen mit C-Ringen			
Gesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkane	Ungesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkene Alkine	Carbocyclen Gesättigt Ungesättigt Cycloalkane (Alicyclen) Cycloalkene Arene (Aromaten)			
				Heterocyclen Gesättigt Ungesättigt (aromatisch)	
					mind. ein Atom im Ring kein C oft O, N oder S
„gesättigt“: Einfachbindungen „ungesättigt“: Mehrfachbindungen					
 Piperidin Spermidin Grundstoff		 Oxolan , Tetrahydrofuranwichtiges Lösemittel			
 Purin		 Pyrrol			
Piperidin Spermidin Grundstoff		Oxolan , Tetrahydrofuranwichtiges Lösemittel			
Purin : Grundbaustein Nucleobasen Adenin und Guanin, Coffein		Purin : Grundbaustein Nucleobasen Adenin und Guanin, Coffein			
Piperidin Spermidin Grundstoff		Oxolan , Tetrahydrofuranwichtiges Lösemittel			
Purin : Grundbaustein Nucleobasen Adenin und Guanin, Coffein		Purin : Grundbaustein Nucleobasen Adenin und Guanin, Coffein			
Piperidin Spermidin Grundstoff		Oxolan , Tetrahydrofuranwichtiges Lösemittel			
Purin : Grundbaustein Nucleobasen Adenin und Guanin, Coffein		Purin : Grundbaustein Nucleobasen Adenin und Guanin, Coffein			

Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

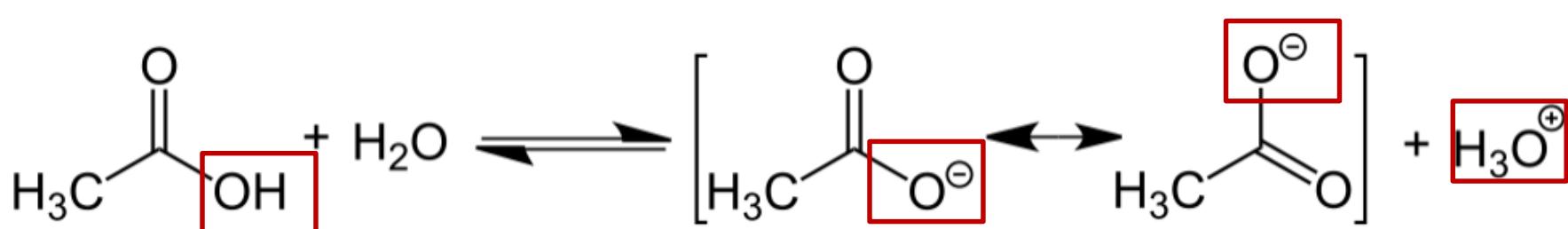
Carbonsäuren (C-Ketten):

Einfügen von **Sauerstoff** in Ketten →
Carboxylgruppe (COOH)



durch die starke **Elektronegativität** des **Sauerstoffs** ist die endständige OH- Bindung so stark polarisiert → Abgabe Proton (H^+) → Säure

Essigsäure



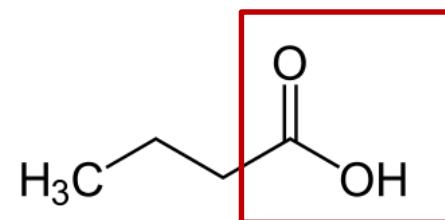
Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

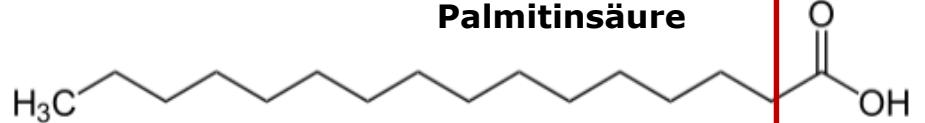
Carbonsäuren (aliphatische C-Ketten):

- Ameisensäure
- Propion- und **Buttersäure**
- > C12 Fettsäuren: **Palmitinsäure**

Buttersäure

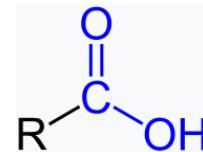


Palmitinsäure



Tab. 13.12 Beispiele wichtiger Monocarbonsäuren

C-Atome	Gruppenformel	Trivialname	Anion	Rest
1	HCOOH	Ameisensäure	-formiat	Formyl-
2	CH ₃ COOH	Essigsäure	-acetat	Acetyl-
3	CH ₃ CH ₂ COOH	Propionsäure	-propionat	Propionyl-
4	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -COOH	Buttersäure	-butyrat	Butyryl-
5	CH ₃ -(CH ₂) ₃ -COOH	Valeriansäure	-valerianat	Valerianyl-
6	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -COOH	Capronsäure	-capronat	Capronyl-
16	CH ₃ -(CH ₂) ₁₄ -COOH	Palmitinsäure	-palmitat	Palmityl-

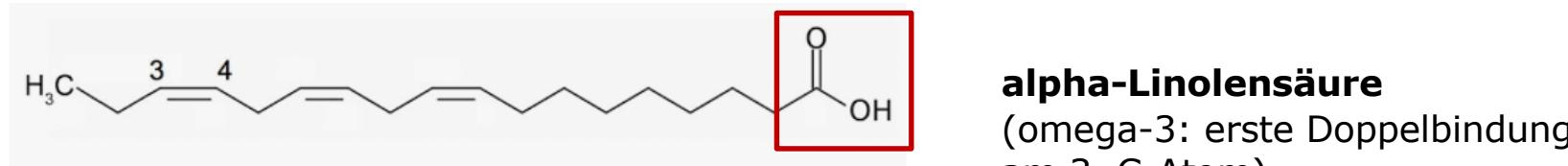
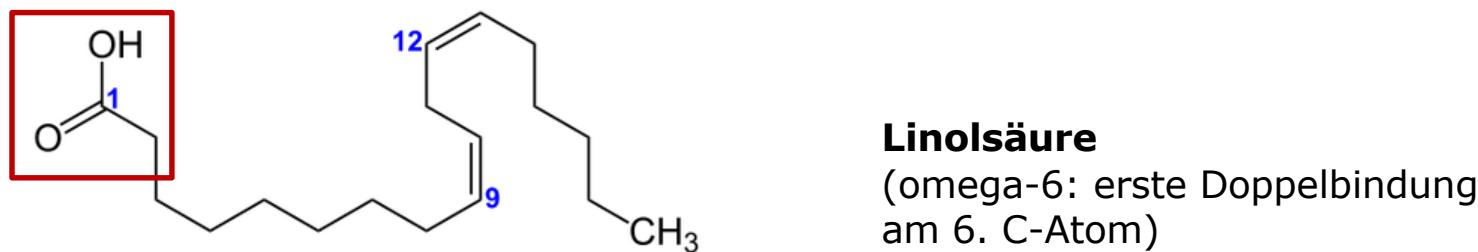
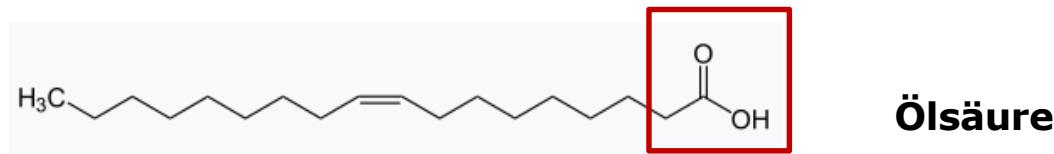


Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

Carbonsäuren (aliphatische C-Ketten):

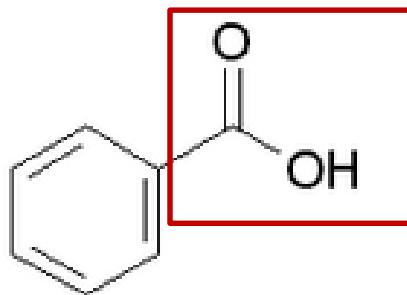
langkettig und einfach oder mehrfach ungesättigt → **Omega-6-Fettsäuren und essentielle Omega-3-Fettsäuren**



Chemische Grundlagen

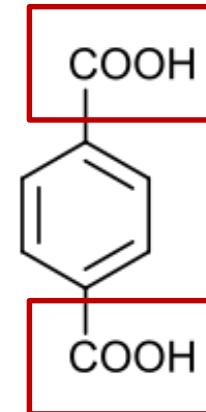
organische Verbindungen

aromatische Carbonsäuren (aromatischer Ring: „ungesättigte“ Carbocyclen mit Mehrfachbindungen und Carboxylgruppe):



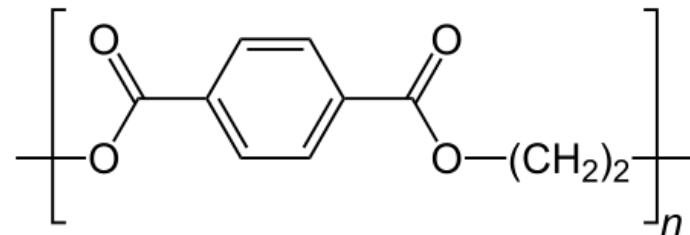
Benzoesäure

Benzoesäure: Vorkommen in Früchten und Harzen und Konservierungsmittel



Terephthalsäure

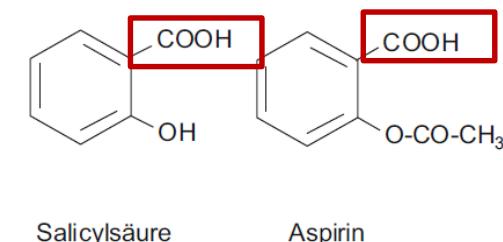
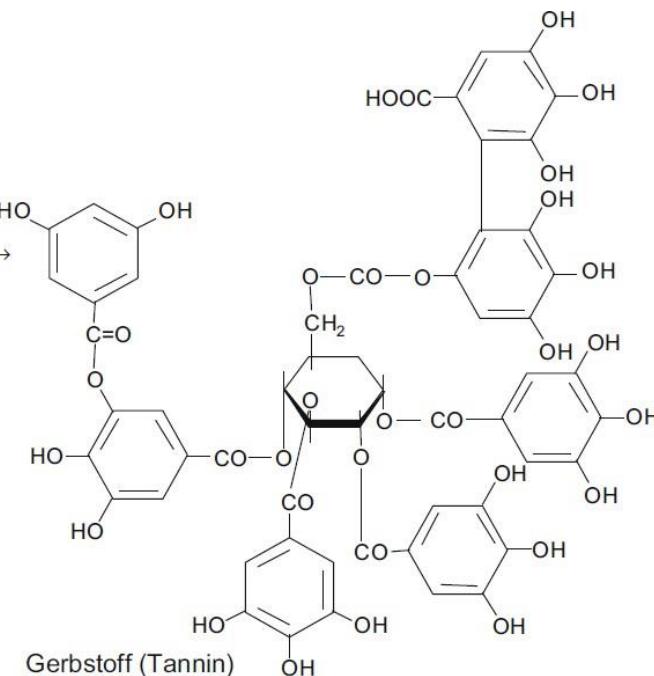
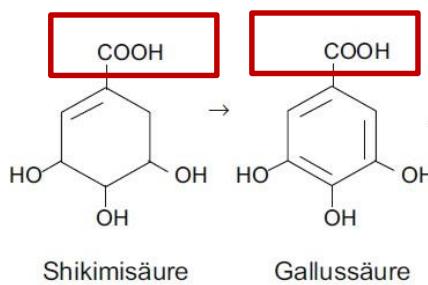
Terephthalsäure: Dicarbonsäure, Ausgangsstoff für PET (Polyethylenterephthalat)



Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

aromatische Carbonsäuren (aromatischer Ring und Carboxylgruppe):



Pflanzenstoffwechsel
(Gerbstoffsynthese)

Ausgangsstoff
Grippemedikament Tamiflu

Aspirin:
Acetylsalicylsäure

Chemische Grundlagen

Tabelle 1: Wichtige organische Kohlenstoffverbindungen

Stoff	Summenformel	Strukturformel	Eigenschaften	Verwendung
Ethylalkohol (Ethanol)	C ₂ H ₅ OH	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	leicht flüchtig, leicht entzündbar, angenehmer Geruch, Dämpfe schwerer als Luft	Lösemittel für Schellack und Nitrozellulose, Ausgangsstoff für Lack- und Kunststoffindustrie
Essigsäure (Ethansäure)	CH ₃ COOH	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H} \end{array} $	leicht flüchtig, stechend riechend, ätzend	Lösemittel, Konservierungs- mittel, Ausgangsstoff für Kunststoffherstellung, Färbereitechnik
Formaldehyd (Methanal)	HCHO	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H} \end{array} $	stechend riechend, Dämpfe sind giftig	Herstellung von Phenol-, Harnstoff- und Melamin- harzen, Desinfektionsmittel
Trichlorethylen (Trichlorethen)	CCl ₂ CHCl	$ \begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{Cl} \\ \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \backslash \\ \text{Cl} \quad \text{H} \end{array} $	leicht flüchtig, narkotisierend, giftig, nicht brennbar	Lösemittel und Reinigungs- mittel
Tetrachlor- kohlenstoff (Tetrachlor- methan)	CCl ₄	$ \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array} $	süßlich riechend, schwer entzündbar, giftig	Lösemittel und Reinigungs- mittel
Benzol	C ₆ H ₆		leicht flüchtig, süßlicher Geruch (nach Benzin), verbrennt mit stark rußender Flamme, sehr giftig!	Lösemittel für Kunststoffe; Kraftstoffzusatz, Ausgangs- stoff für die Kunststoff-, Farb-, und Arzneimittel- herstellung

Chemische Grundlagen

organische Verbindungen, Makromoleküle

Moleküle sind kleine, in sich geschlossene Atomgruppen von weniger als **100 Atomen**.

Makromoleküle sind „Riesenmoleküle“ aus **Tausenden** von Atomen.

Hochmolekulare Stoffe haben **keinen scharfen Schmelzpunkt**.

Beim Erwärmen erweichen sie allmählich (z.B. Thermoplaste beim Kunststoffrecycling) oder zersetzen sich (z.B. energetische Verwertung von Kunststoffabfällen).

Chemische Grundlagen

organische Verbindungen, Makromoleküle

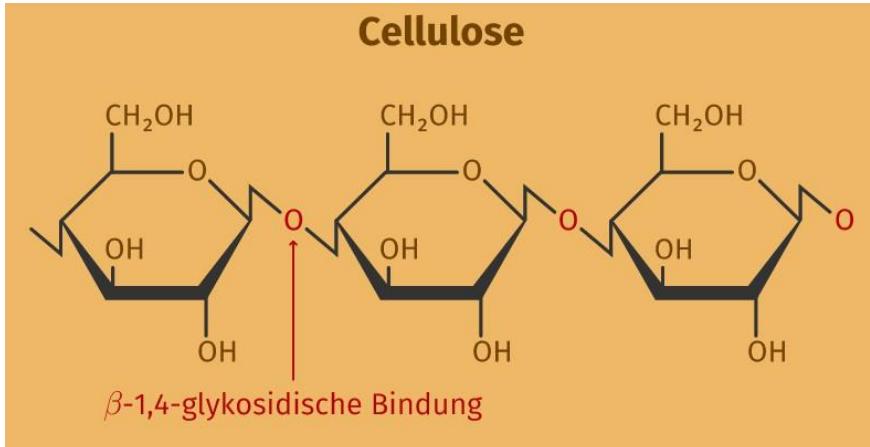
Naturstoffe

- Nucleinsäuren
- Kautschuk
- Cellulose
- Stärke
- Proteine

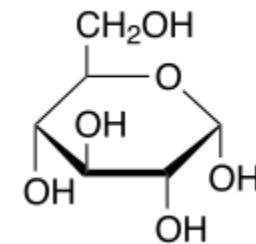


Chemische Grundlagen

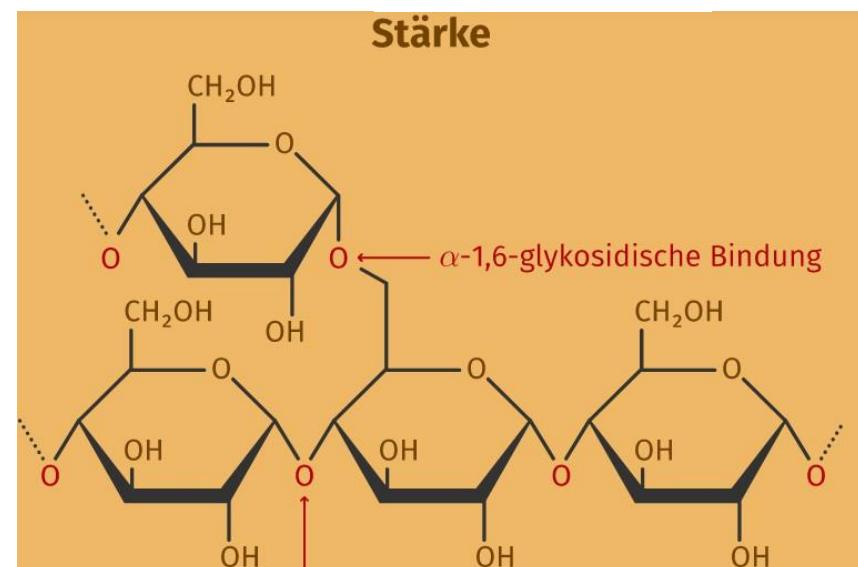
organische Verbindungen: Cellulose, Stärke



Cellulose: Polysaccharid aus Glucose (Monozucker)



**Amylose (Stärke):
Polysaccharid aus Glucose
(Monozucker)**



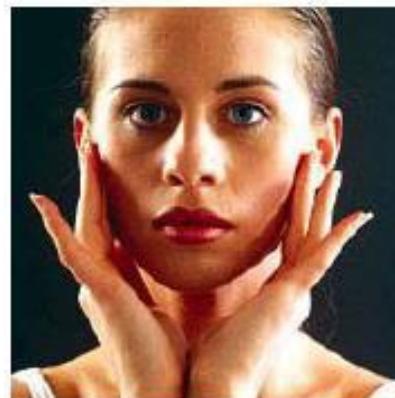
Chemische Grundlagen

organische Verbindungen: Cellulose

- bedeutendster **nachwachsender Rohstoff** (50 – 100 Mrd. t/a)
- häufigste organische Verbindung
- Bestandteil nahezu aller **natürlicher Zellwände**
- nicht abbaubar durch humanen Stoffwechsel (Ballaststoffe)
- vielfältige **Einsatzbereiche**



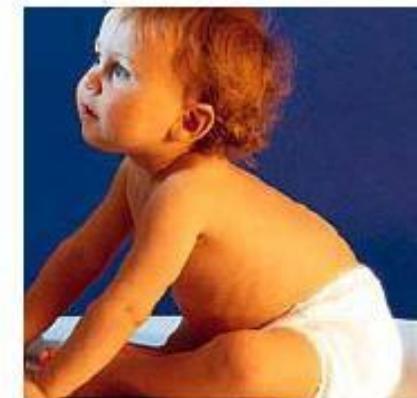
Cellulose als
Bindemittel



Cellulose als
Verdickungsmittel



Cellulose als
Fasernetzwerk

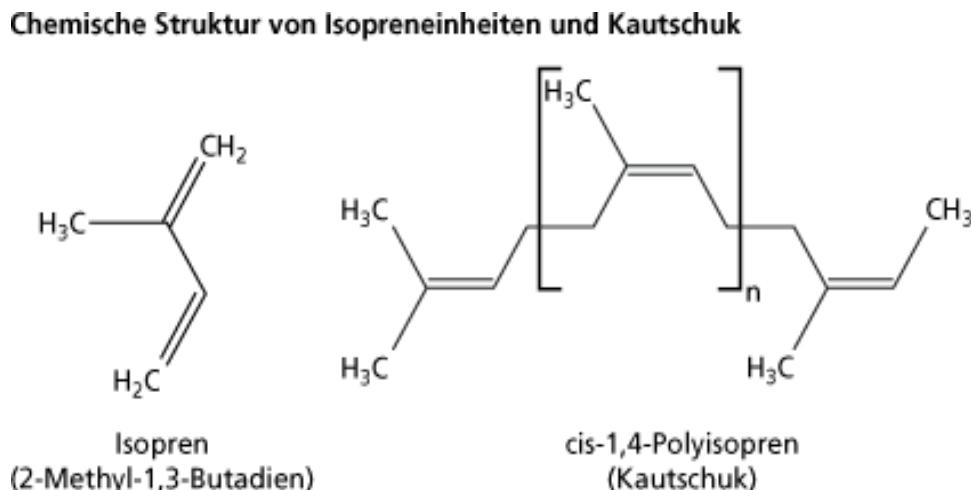


Cellulose als
Absorber

Chemische Grundlagen

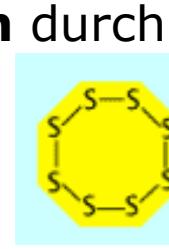
organische Verbindungen, Kautschuk

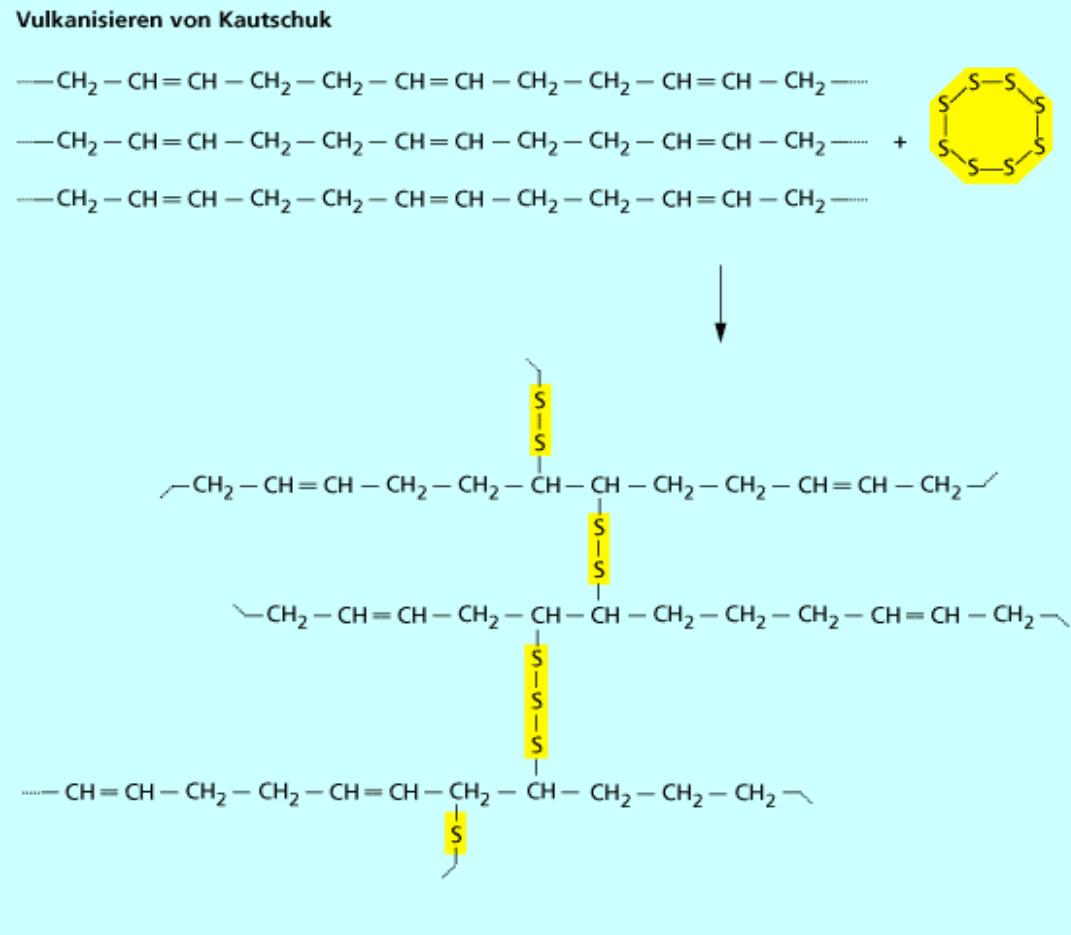
- Polymer: 3.000 bis 10.000 Einzelmoleküle von **Isopren (2-Methyl-1,3-Butadien)**
 - **natürlich (Latex)** oder künstlich



Chemische Grundlagen

organische Verbindungen, Kautschuk

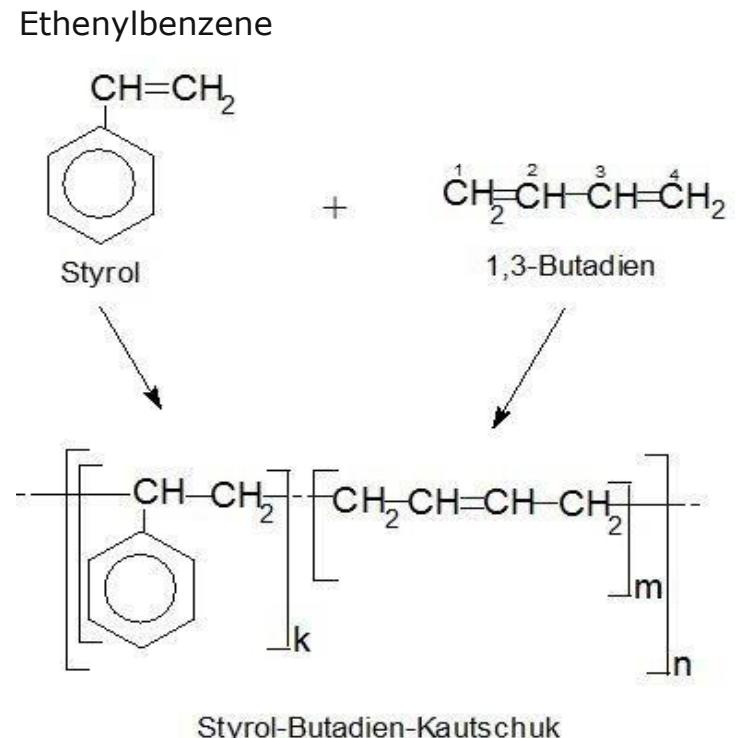
- **Vulkanisation:** Kautschuk → Gummi
 - Ausbildung **Disulfid-Brückenbindungen** (Temperatur, Druck) zwischen den **Isoprenketten** durch Zugabe von **S₈**
 - **Weichgummi:** 5 bis 10 % Schwefelgehalt oder
 - **Hartgummi:** 30 bis 50 %



Chemische Grundlagen

organische Verbindungen, SBR

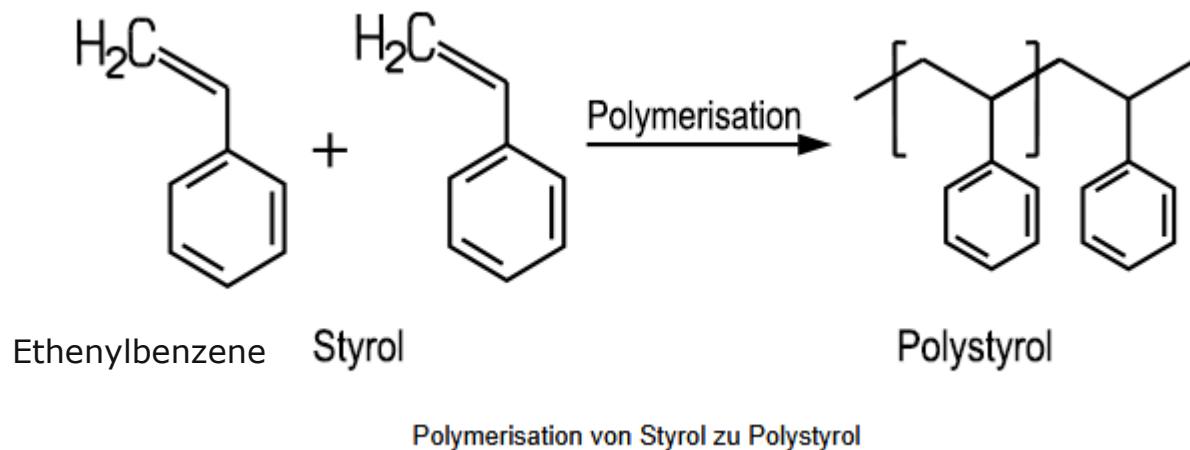
- **Styrol-Butadien-Kautschuk, SBR,**
Copolymerisat aus Styrol und
1,3-Butadien
- Einsatz bei
Reifenherstellung
(zusammen mit
Vulkanisationsmittel und Zink
im Straßenabfluss und
Hauptquelle für **Mikroplastik**)



Chemische Grundlagen

organische Verbindungen, SBR

- Styrol (Ethenylbenzene) **polymerisiert** zu dem Polymer **Styropor**

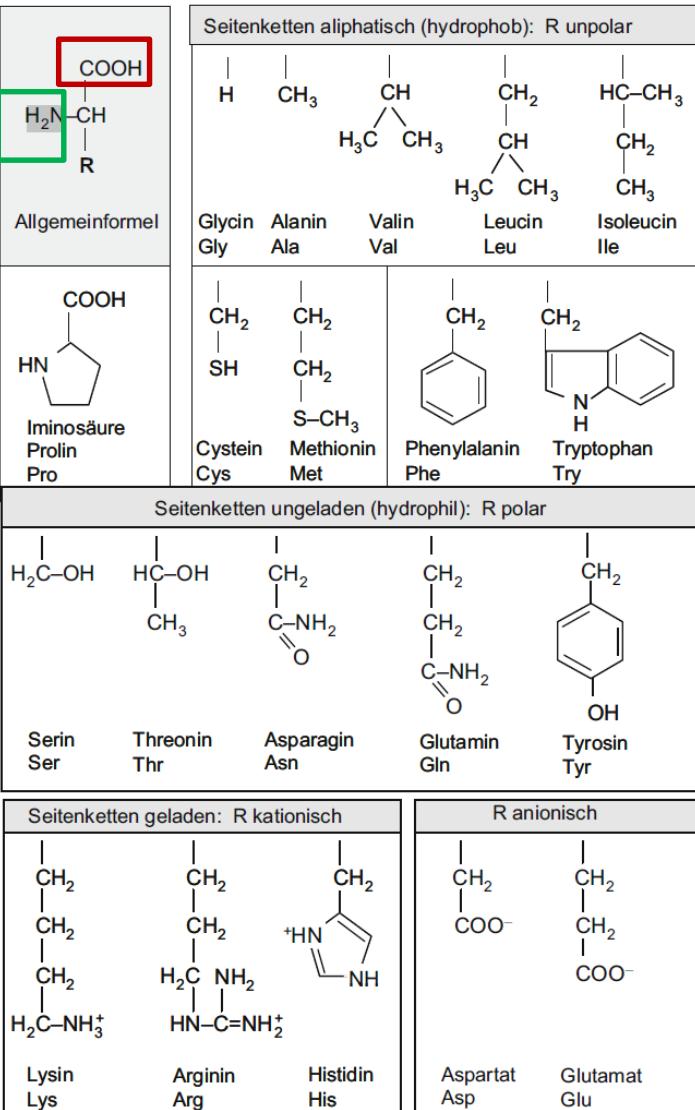


Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

Proteine:

- Bestandteile sind **Aminosäuren**, die sich formal von Mono- oder Dicarbonsäuren ableiten lassen.
 - **Carboxylgruppe (-COOH)** und eine weitere funktionelle Gruppe, die namengebende **Aminogruppe (-NH₂)** → Wirkung als Säure und als Base
 - **20 „essentielle“ Aminosäuren**



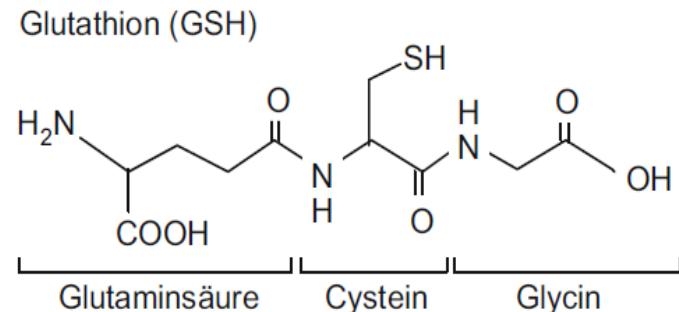
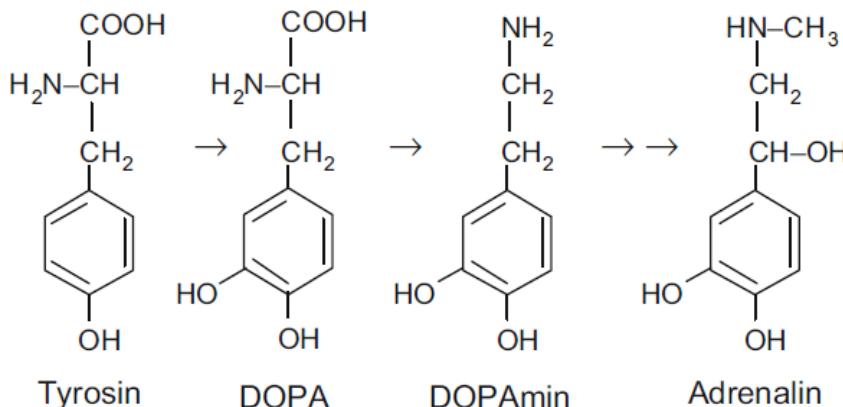
[Bannwarth et al., 2017]

Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

aus **Aminosäuren** entstehen

- pharmakologisch bedeutsame **Amine**
- **Dopamin** und **Adrenalin** (Neurotransmitter, Hormon)
- **Gluthathion** (Antioxidanz, Cystein Reserve, Entgiftung..)



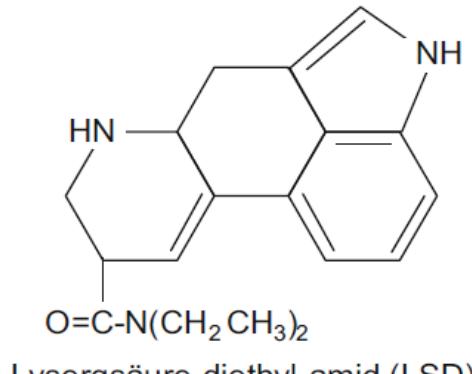
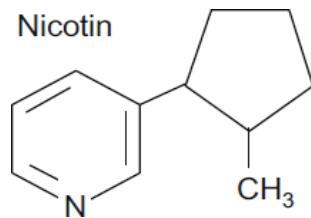
Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

aus **Aminosäuren** entstehen

Alkaloide

- Pflanzen: Tabak (**Nikotin**)
- Pilze in Weizen: **Mutterkornpilz** (Claviceps purpurea..LSD)
- ...



Lysergsäure-diethyl-amid (LSD)

Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

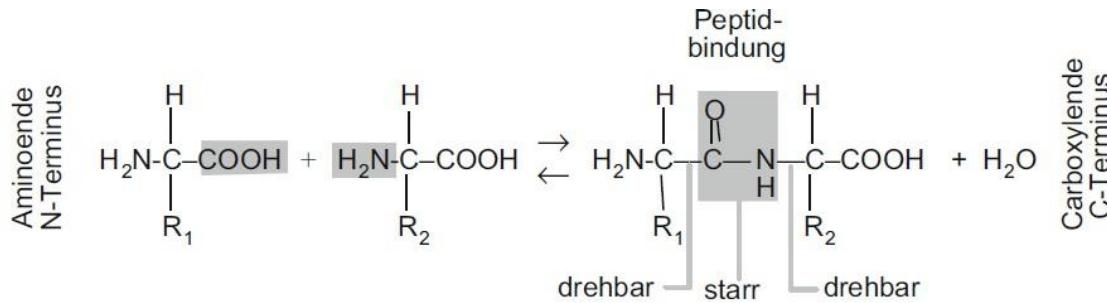
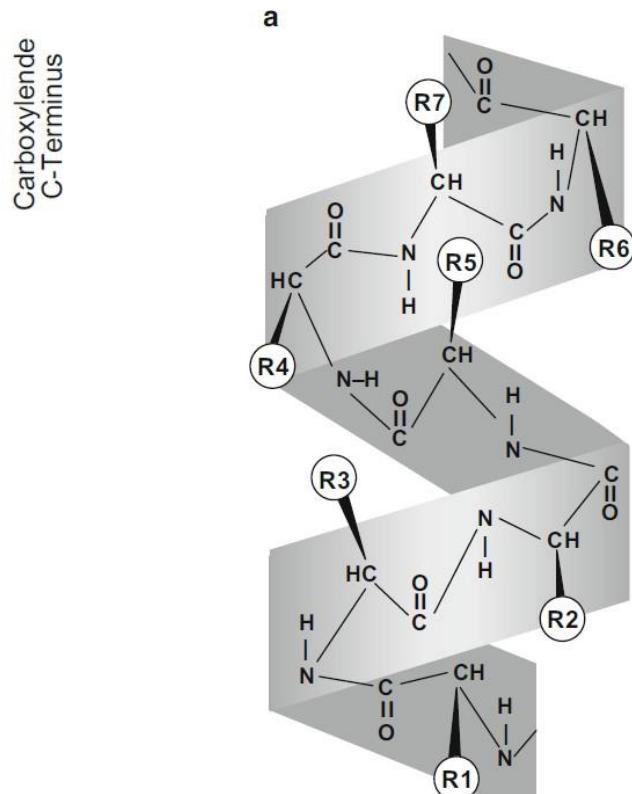


Abb. 15.8 Zwei Aminosäuren verbinden sich zum Dipeptid

Dipeptid



Polypeptid

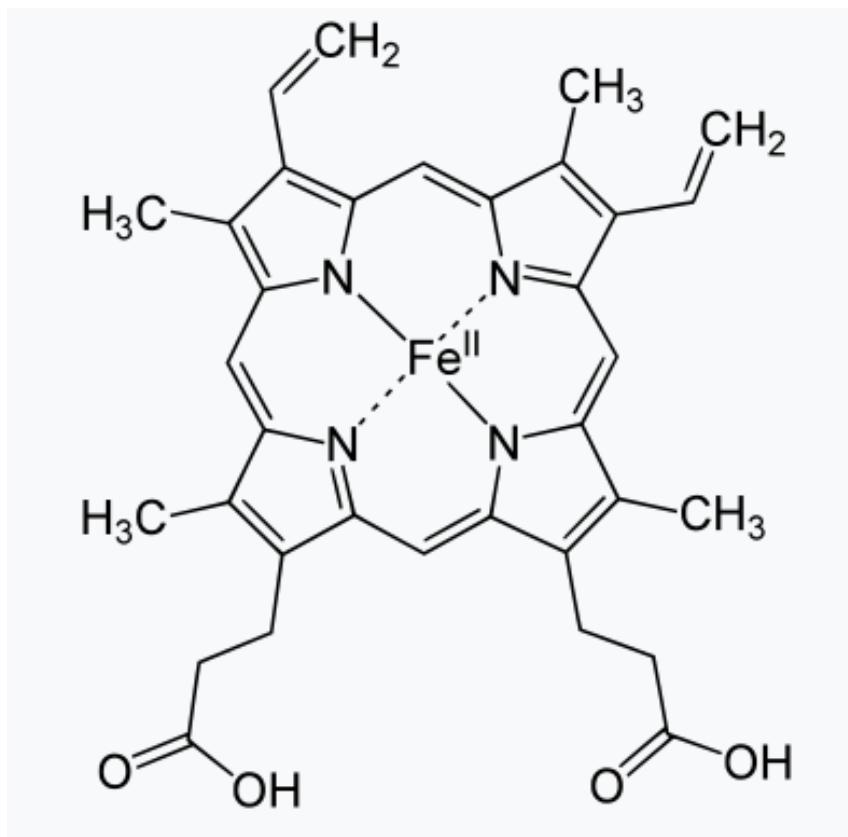
Chemische Grundlagen

organische Verbindungen

Aufgaben Proteine:

- **Enzyme:** Katalyse chemischer Reaktionen im Zellstoffwechsel
- **Transportproteine:** (**Hämoglobin**)
- **Speicherproteine** (**Globuline** sind Nahrungs- bzw. Energiespeicher, **Albumin** der Milch)
- **Bewegungsproteine** (Proteinfilamente im Muskel **Actin** und **Myosin**)

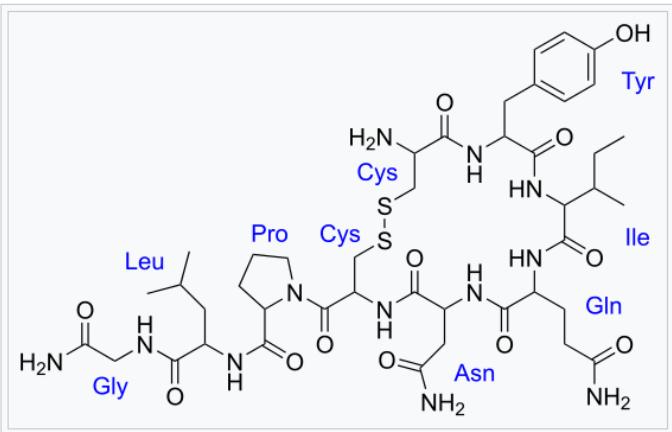
Hämoglobin



Chemische Grundlagen organische Verbindungen

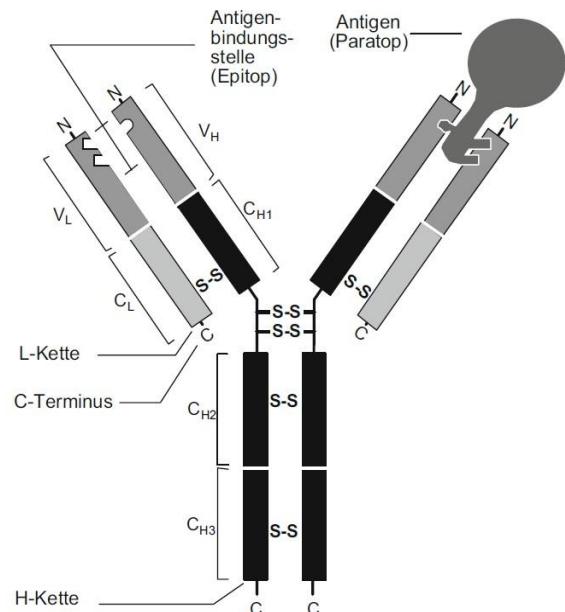
Aufgaben Proteine:

- **Stütz- bzw. Skleroproteine (Kollagen)**
- **Kontrollproteine (Repressorproteine)**
- **Rezeptorproteine (Nervenzellen: Neurotransmitter, Oxytocin)**
- **Antikörperproteine (Komponente Antikörper)**
- **Toxische Proteine (Schlangengifte)**



Oxytocin ist ein Nonapeptid. Nervenzellen im Hypothalamus bilden aus einem Vorläufer-Protein (106 Aminosäuren) dieses Oligopeptid als Botenstoff und setzen das Neuropeptid auch in der (Neuro-)Hypophyse frei, sodass es als Neurohormon wirkt.

Abb. 15.15 Struktur eines Immunglobulins der Klasse G (IgG): Je zwei H- und L-Ketten (schwere bzw. leichte Ketten) bilden eine Y-förmige Figur. Die Ketten sind untereinander durch Disulfidbrücken (vgl. Abb. 15.11) stabilisiert



Chemische Grundlagen

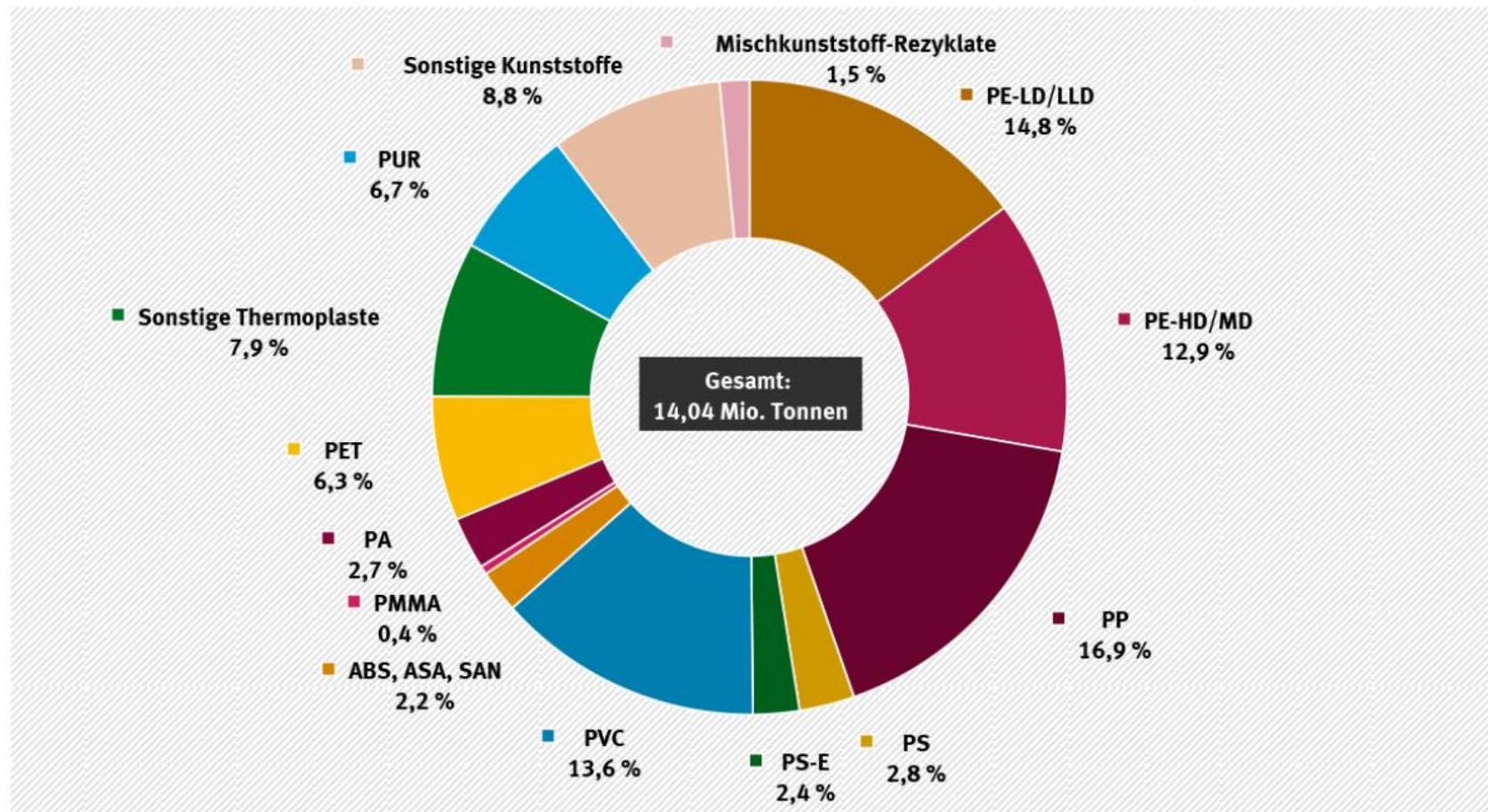
organische Verbindungen, Kunststoffe



Chemische Grundlagen

organische Verbindungen, Kunststoffe

Anteil der Kunststoffsorten an der Verarbeitungsmenge Kunststoffe 2021 (Neuware und Rezyklat)

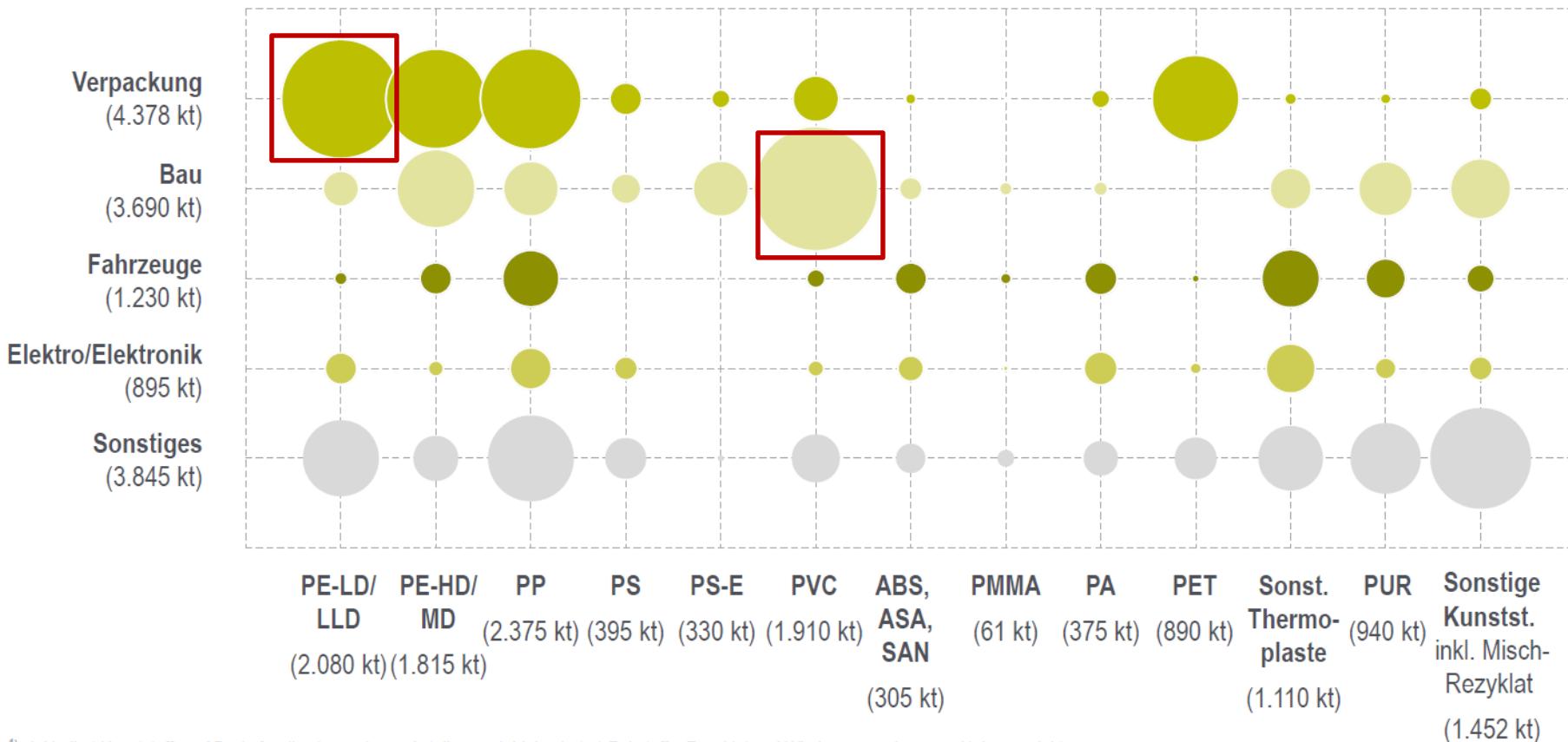


Quelle: Umweltbundesamt 2023, eigene Zusammenstellung mit Daten der CONVERSIO Market & Strategy GmbH - Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2021

Chemische Grundlagen

organische Verbindungen, Kunststoffe

Struktur der verarbeiteten Kunststoffe innerhalb der Branchen: Überblick¹⁾



¹⁾ Inkludiert Kunststoffe auf Basis fossiler (zu geringen Anteilen auch biobasierter) Rohstoffe, Rezyklat und Wiederverwendung von Nebenprodukten

Chemische Grundlagen

organische Verbindungen, Kunststoffe

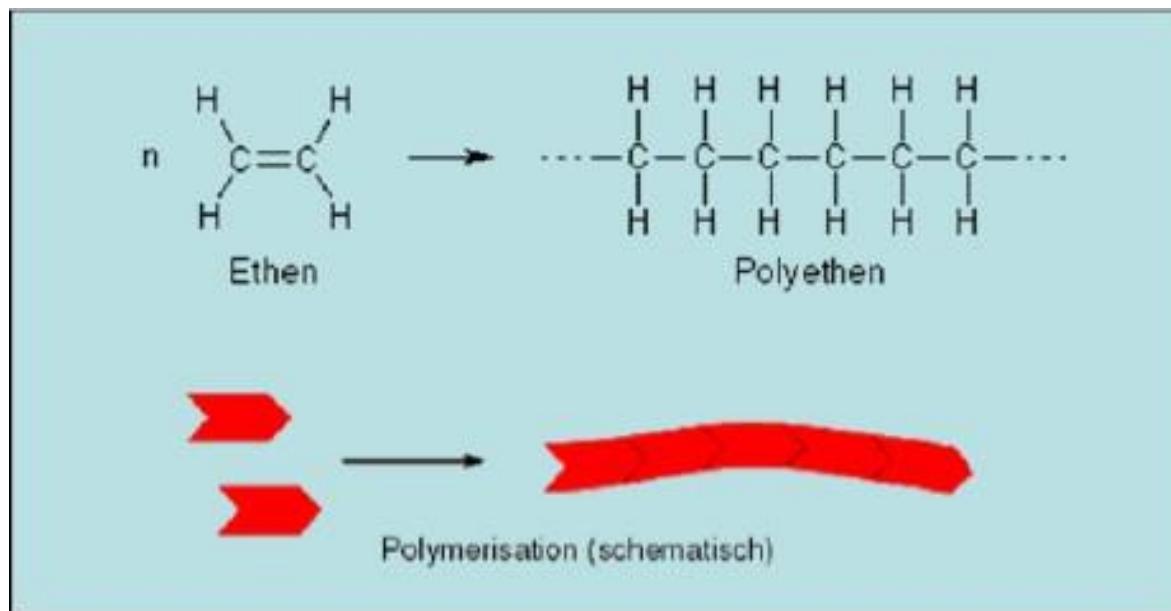
Stoffeigenschaften von Polymeren:

- geringe **Dichte** (ca. 0,8 bis 2 g/cm³)
- geringe oder keine elektrische **Leitfähigkeit**
- geringe **Wärmeleitfähigkeit**
- **große chemische Beständigkeit**, in organischen Lösungsmitteln z.T. löslich
- geringe **Temperaturbeständigkeit**
- kein definierter Schmelzpunkt sondern **Erweichung**

Chemische Grundlagen

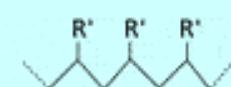
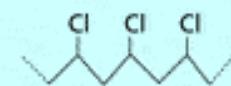
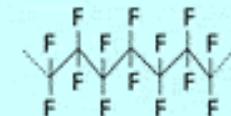
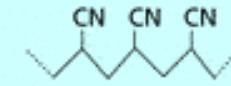
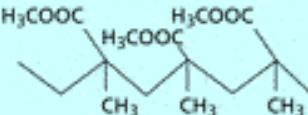
organische Verbindungen, Polyethylen

- **PE (Polyethylen), PP (Polypropylen) und PVC (Polyvinylchlorid)** häufigste Kunststoffverbindungen
- Plastiktüten, Eimer, Verpackungen....
- weich, aber stabil gegenüber Chemikalien, nicht biologisch abbaubar



Chemische Grundlagen

organische Verbindungen, Kunststoffe

Wichtige Polymerisate			
Monomer (Syntheseart)	Polymerkette (Ausschnitt)	Verwendung	
Ethen ($R' = H$) Propen ($R' = CH_3$) (R,Z)	$\begin{array}{c} R' \\ \\ C=C \\ \\ R \end{array}$	Polyethen (PE) Polypropen (PP) 	Rohre, Flaschen, Folien, Kfz-Teile
Chlorethen (R)	$\begin{array}{c} Cl \\ \\ C=C \\ \\ R \end{array}$	Polyvinylchlorid (PVC) 	Fußböden, Rohre, Kunstleder, Fasern
Tetrafluorethen (R)	$\begin{array}{c} F \\ \\ F-C=C \\ \\ F \\ \\ F \end{array}$	Polytetrafluorethen (PTFE) 	chem. Apparate, Dichtungen, Isolierungen
Acrylnitril (R, A)	$\begin{array}{c} C \equiv N \\ \\ C=C \\ \\ R \end{array}$	Polyacrylnitril (PAN) 	Textilfasern
Styren (R)	$\begin{array}{c} \\ \\ C=C \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	Polystyren/Poly- styrol (PS) 	Hausgeräte, Verpackungen
Methacrylsäuremethylester (R)	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ C=C \\ \\ COOR' \end{array}$	Polymethacrylsäuremethylester (PMMA) 	Gebrauchsgegenstände, Glasersatz (Plexiglas)
$R = \text{Radikalisch}$, $Z = \text{Metallkomplexkatalysator}$; $A = \text{Anionisch}$			

Chemische Grundlagen

organische Verbindungen, Kunststoffe

