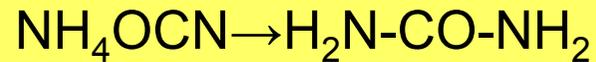


Organische Chemie



Organische Chemie

Vitalismus: nur lebende Organismen können „organische“ Verbindungen hervorbringen



Heute: Lehre der Chemie der Kohlenstoffverbindungen

Ausnahmen: Kohlenstoff, CO, Metallcarbonyle, CO₂, Kohlensäure und ihre Salze, Carbide, Blausäure (HCN) und ihre Metallsalze (Cyanide) sowie Cyansäurestoffsäure (HOCN) und ihre Metallsalze (Cyanate)

Mehr als 19 Millionen Verbindungen bekannt

Organische Chemie

Eigenschaften:

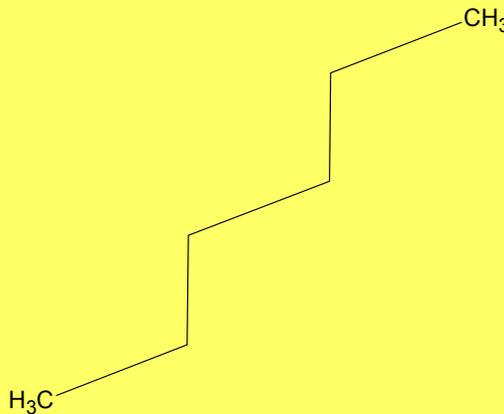
- Zersetzung bei höheren Temperaturen
- Eher niedrige Schmelz- und Siedepunkte
- Brennbar
- Meist löslich in organischen Lösungsmittel
- Molekül bleibt im Gegensatz zu Salzen beim Lösen erhalten

Einteilung:

- Verbindungen die nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen (Kohlenwasserstoffe)
- Verbindungen die auch andere, nichtmetallische Atome (**Heteroatome**) enthalten – weitere Gruppierung über **funktionelle Gruppen**
- Verbindungen mit Metallen (**Metallorganyle**)

Kohlenwasserstoffe

- Nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff aufgebaut
- Ab 3 C Atomen können sowohl kettenförmig (**aliphatisch**) als auch ringförmig (**cyclisch**)



Einteilung:

- Gesättigte Kohlenwasserstoffe (**Alkane**)
- Ungesättigte Kohlenwasserstoffe (**Alkene**)
- Cyclische Kohlenwasserstoffe: alicyclisch oder aromatisch

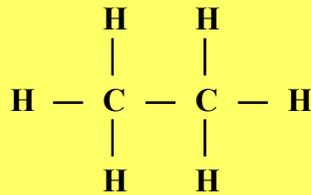
Alkane (Paraffine)

- Einfachsten Kohlenwasserstoffe
- Nur Einfachbindungen
- Kohlenstoff sp^3 hybridisiert
- Name endet auf **-an**
- Allgemeine Summenformel: C_nH_{2n+2}

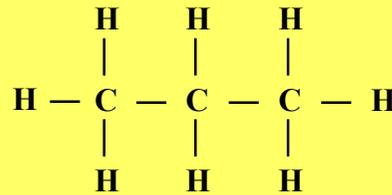
C- Atome	Name	Summen- Formel	Struktur	Alkylrest	
				Name	Formel
1	Methan	CH_4	C	Methyl	- CH_3
2	Ethan	C_2H_6	C-C	Ethyl	- C_2H_5
3	Propan	C_3H_8		Propyl	- C_3H_7
4	Butan	C_4H_{10}		Butyl	- C_4H_9
5	<i>Pentan</i>	C_5H_{12}		Pentyl	- C_5H_{11}
und so weiter					

Alkane (Paraffine)

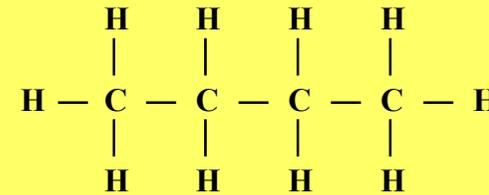
Homologe Reihe: Bildung durch Einfügen einer Methylen-Gruppe (-CH₂-)



Ethan

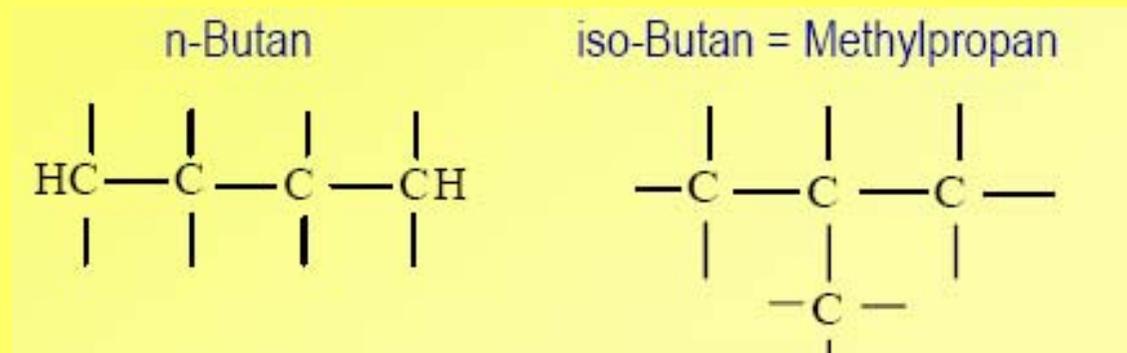


Propan



n-Butan

- Ketten nicht gerade sondern zickzackförmig angeordnet
- Ab Butan können **Konstitutionsisomere (Stellungsisomere)** auftreten



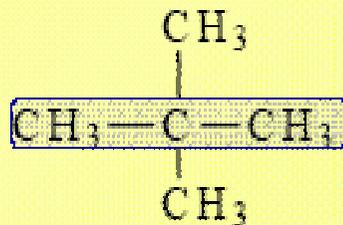
Isomere: Verbindungen mit gleicher Summenformel aber verschiedener Struktur

Alkane (Paraffine)

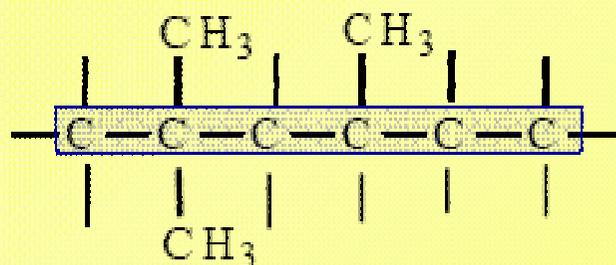
Namensgebung (nach IUPAC):

- Längste Kette (oder die mit meisten Doppelbindungen) namensgebend
- Bei mehreren gleichlangen Ketten zeichnet die mit den meisten Verzweigungen für den Namen verantwortlich
- Verzweigungsstellen erhält die kleinstmögliche Ziffer
- Bei gleicher Entfernung zweier Substituenten von beiden Kettenenden erfolgt eine alphabetische Reihung
- Identische Seitenketten tragen die Präfixe di-, tri-, tetra-, ...
- Weiter verzweigte Seitenketten immer über 1 mit der Hauptkette verknüpft
- Bei identischen weiter verzweigten identischen Seitenketten verwendet man die Präfixe bis-, tris-, tetrakis-, ...

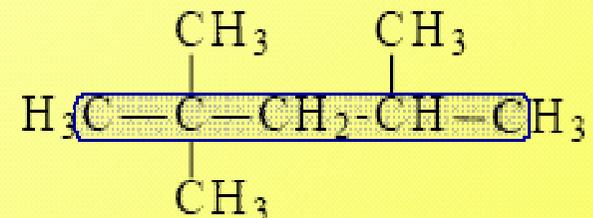
2,2-Dimethylpropan
eigentlich Pentan



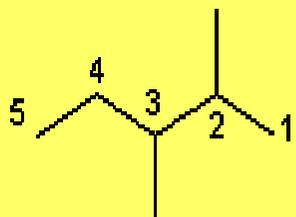
2,2,4-Trimethylhexan
eigentlich Nonan



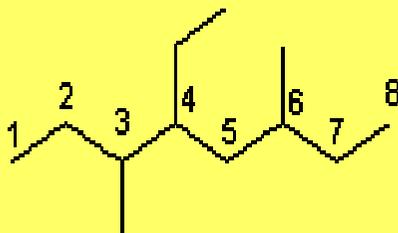
2,2,4-Trimethyl-pentan
= „Isooctan“ (Antiklopffmittel)



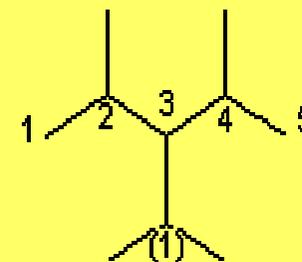
Alkane (Paraffine)



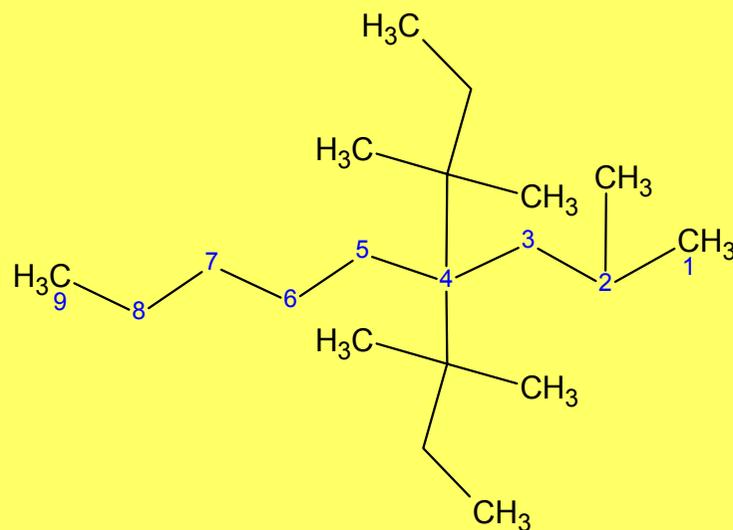
2,3-Dimethylpentan



4-Ethyl-3,6-dimethyl-octan



2,4-Dimethyl-3-(1-methylethyl)-pentan



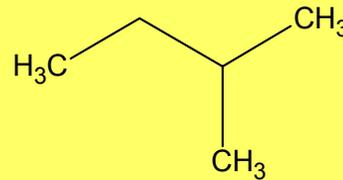
4,4-Bis-(1,1-dimethylpropyl)-2-methyl-nonan

Alkane (Paraffine)

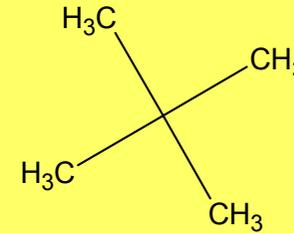
- Siedepunkte der Konstitutionsisomere immer niedriger als der entsprechenden n-Alkane



n-Pentan (Sdpkt.:36,1°C)



2-Methylbutan, *i*-Pentan (Sdpkt.:28°C)



2,2-Dimethylpropan, neo-Pentan (Sdpkt.:9°C)

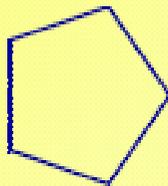
Name	Formel	Smp.	Sdp.	Anzahl der Konstitutionsisomere
		°C	°C	
Methan	CH ₄	-183	-161	1
Ethan	C ₂ H ₆	-183 ?	-89	1
Propan	C ₃ H ₈	-188	-42	1
Butan	C ₄ H ₁₀	-138	-0,5	2
Pentan	C ₅ H ₁₂	-130	+36	3
Hexan	C ₆ H ₁₄	-95	69	5
Heptan	C ₇ H ₁₆	-91	98	9
Octan	C ₈ H ₁₈	-57	126	18
Nonan	C ₉ H ₂₀	-54	151	35
Decan	C ₁₀ H ₂₂	-30	147	75
Dodecan	C ₁₂ H ₂₆	-10	216	355
Hexadecan	C ₁₆ H ₃₄	+18	287	10359
Heptadecan	C ₁₇ H ₃₆	+22	302	24894

Schmelz- und Siedepunkte von Alkanen, sowie die Anzahl ihrer möglichen Konstitutionsisomere.

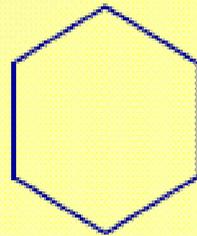
Cykloalkane

- ♦ ringförmig aufgebaute Moleküle
- ♦ mittelgroße Ringe (C5 bis C8) am stabilsten
- ♦ Bezeichnung: Präfix-„cyclo“
- ♦ allgemeine Formel eines Cyclo-Alkans mit einem Ring C_nH_{2n}

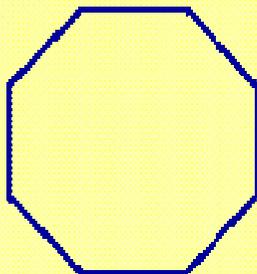
c-Pentan



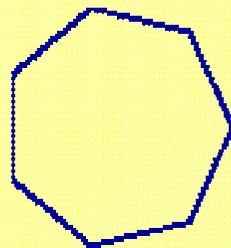
c-Hexan



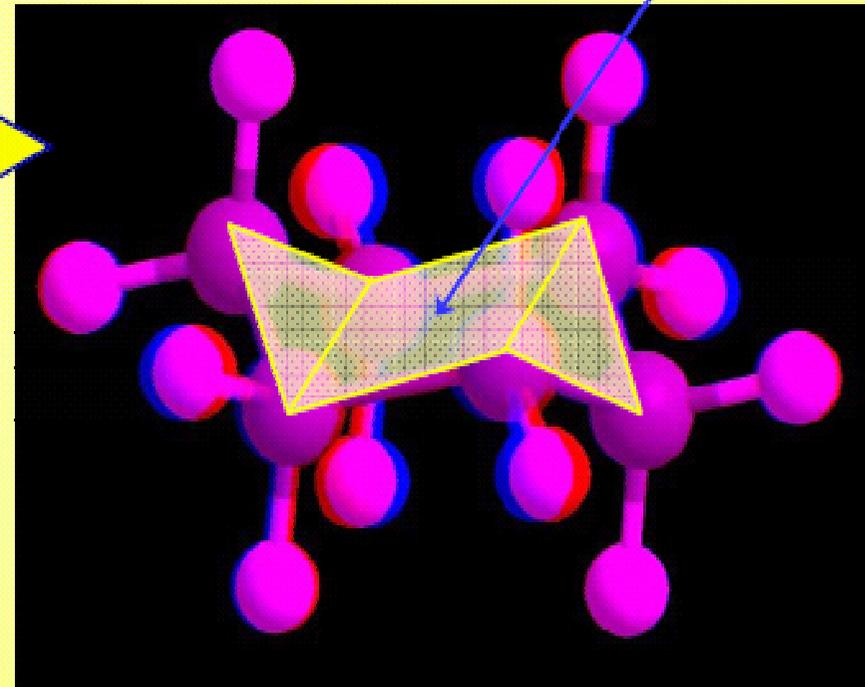
c-Oktan



c-Heptan

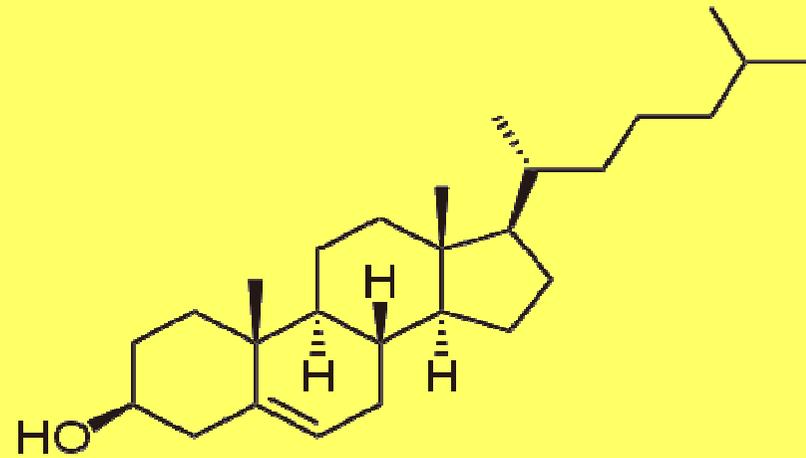


Räumliche Form

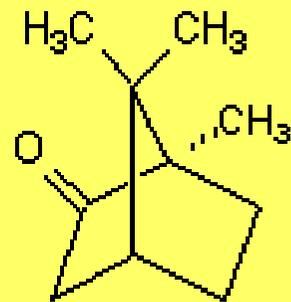


„Sessel“form

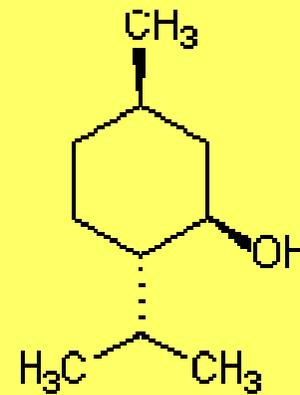
Cykloalkane



Cholsterin

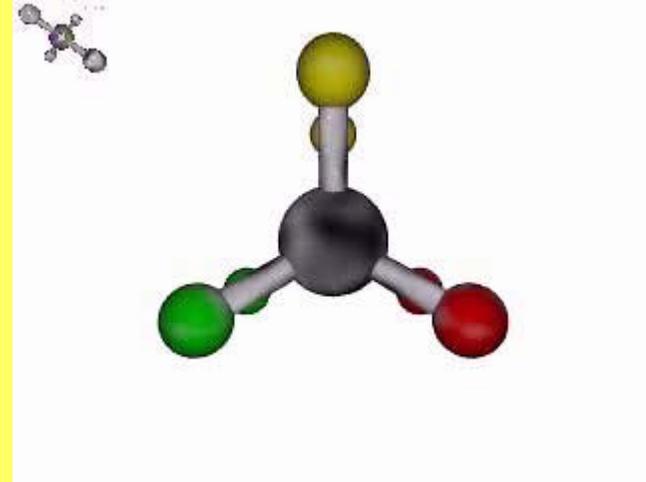
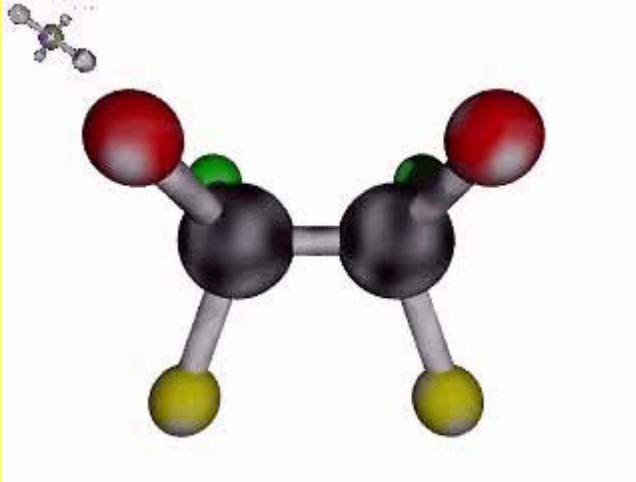


Campher

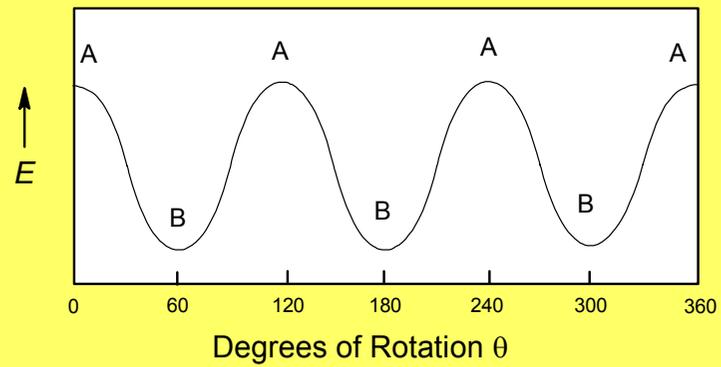
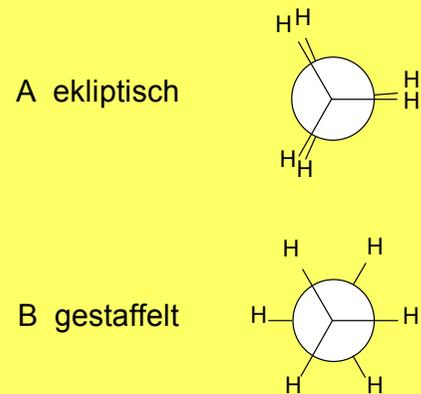


Menthol

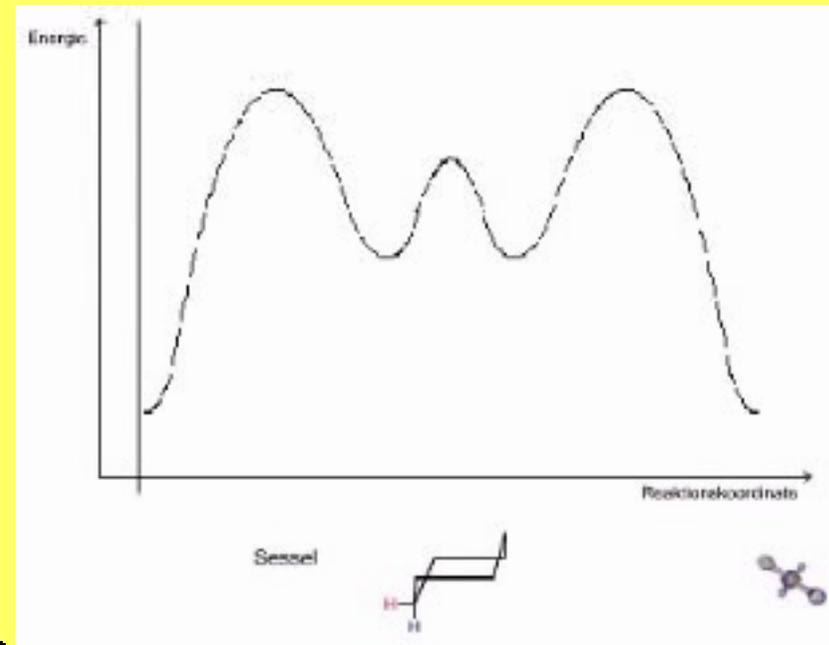
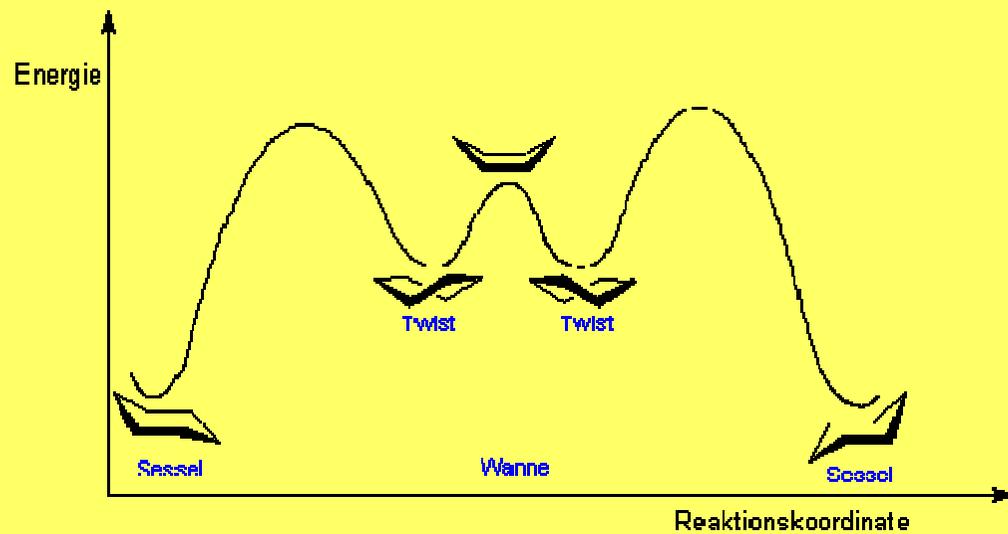
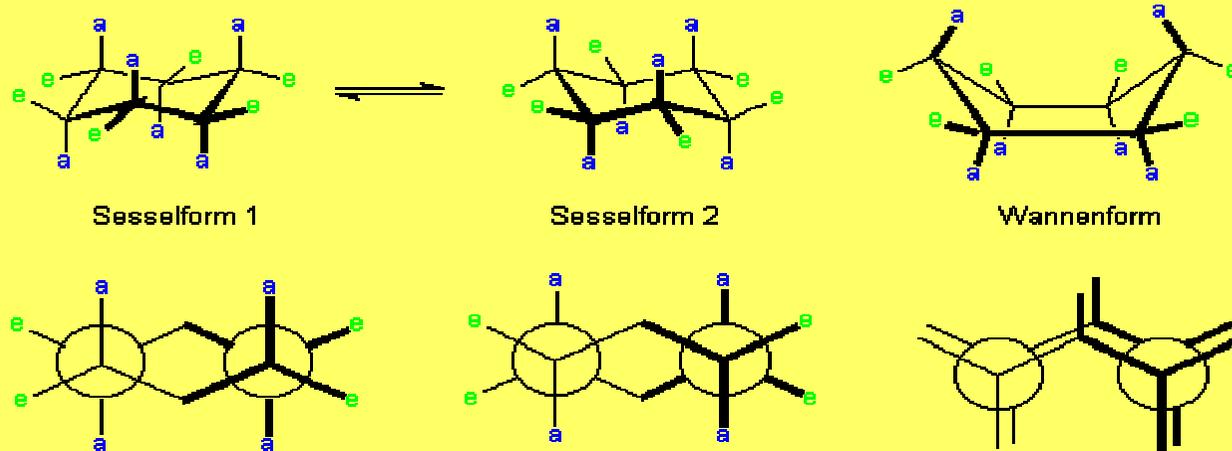
Konformationsisomerie



Newmanprojektion



Konformationsisomerie



Gewinnung von Alkanen

- ◆ **In der Natur finden sich die Alkane im Erdöl und Erdgas**
 - Erdölförderung ca. 3,5 Gt/a; gesicherte Reserven 364 Gt ~ 43 Jahre
- ◆ **Daraus isoliert durch**
 - Destillation
 - Extraktion
- ◆ **Trockene Destillation von Holz, Braun- u. Steinkohle etc.**
- ◆ **Hydrieren von Kohle (Umsetzung mit Wasserstoff)**
- ◆ **Erdölfraktionen**
 - Petrolether (Sdp. 40 – 70 °C, hauptsächlich Pentan u. Hexan)
 - Leichtbenzin (Sdp. 70 – 90 °C, hauptsächlich Hexan u. Heptan)
 - Mittelbenzin (Motorenbenzin, Siedegrenze 90 – 180 °C)
 - Ligroin, Testbenzin
 - Schwerbenzin (Sdp. 150 – 180 °C)
 - Dieselöl (Sdp. 170 - 360 °C)
 - Schweröl (Sdp. 200 - 420 °C)



Gewinnung von Alkanen

Trennung durch fraktionierte Destillation
(Erdölraffination) in Erdölfraktionen

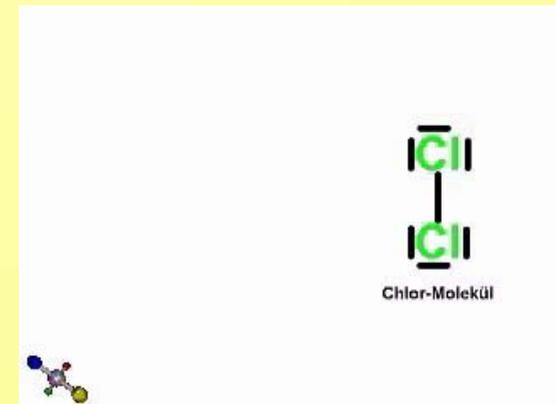
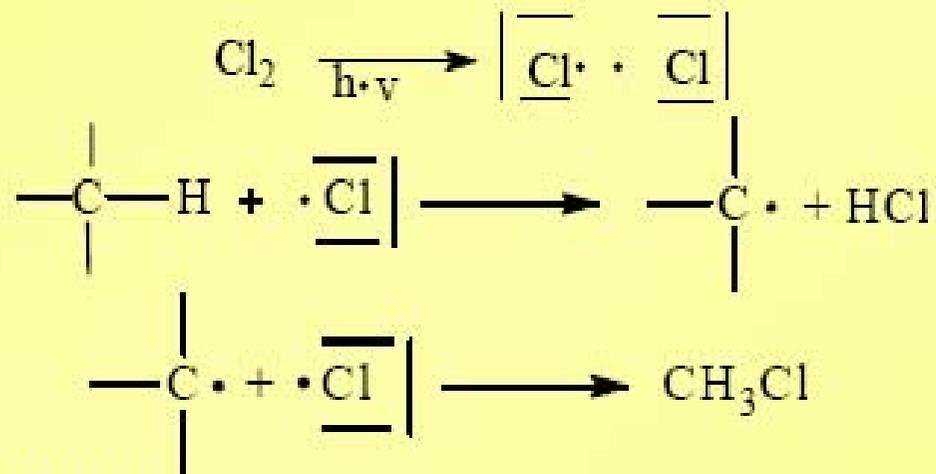
Fraktion	Siedebereich [°C]	Anzahl der C- Atome der Bestandteile	Verwendung
Gas	< 20	C ₁ -C ₄	Brennstoff; chem. Synthesegas
Petrolether	20-90	C ₅ -C ₇	Lösungsmittel
Ligroin	90-120	C ₇ , C ₈	Lösungsmittel
Benzin	100-200	C ₇ -C ₁₂	Motortreibstoff
Kerosin	200-315	C ₁₂ -C ₁₆	Flugbenzin
Diesel- und Heizöl	250-375	C ₁₅ -C ₁₈	Motortreibstoff, Brennstoff
Schmieröl und -fett	> 350	C ₁₆ -C ₂₀	Schmiermittel
Paraffinwachs	Fp. 50-60	C ₂₀ -C ₃₀	Kerzen
Asphalt, Bitumen	nicht flüchtig, hoch viskos		Straßenbau
Rückstand	fest		Festbrennstoff

Reaktionen von Alkanen und Cycloalkanen

♦ Oxidation

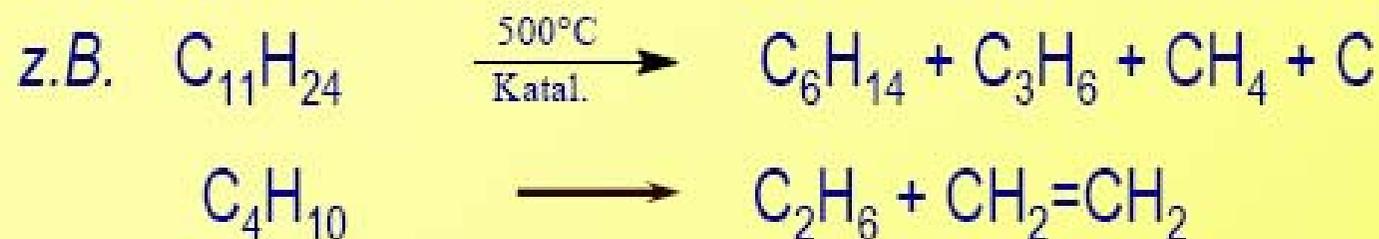
- $C_nH_{2n} + n O_2 \rightarrow n CO_2 + n H_2O$
- stark exotherm (Heiz- und Treibstoffe)
- große Aktivierungsenergie, brennen erst nach Zündung

♦ Bildung von chlorierten Kohlenwasserstoffen



**Radiakliche
Substitutionsreaktion**

♦ Crackprozess

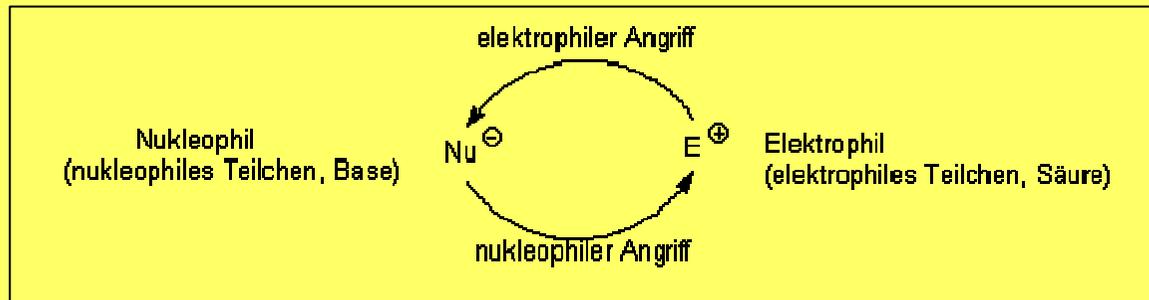


Reaktionen in der organischen Chemie

Nukleophil: Ion oder Molekül mit einem Elektronenüberschuss (freies Elektronenpaar)



Elektrophil: Ion oder Molekül mit einem Elektronenmangel



Reaktionen in der organischen Chemie

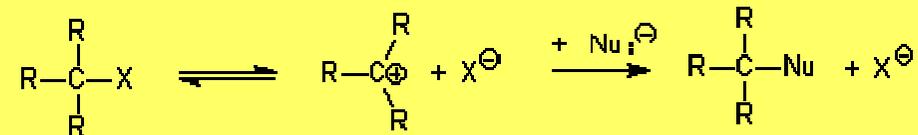
Substitutionsreaktionen:

- Radikalisch



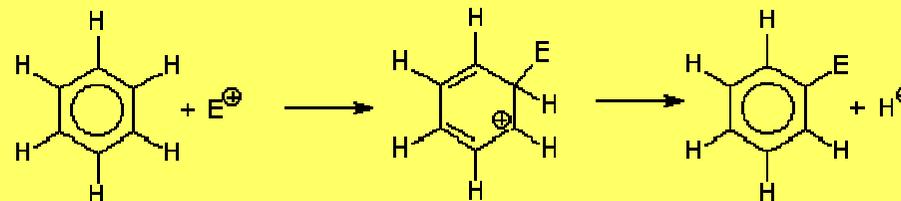
R = Kohlenwasserstoffkette, X = Halogen

- Nukleophil



R = Kohlenwasserstoffkette, X = Abgangsgruppe (nucleofuge Gruppe)

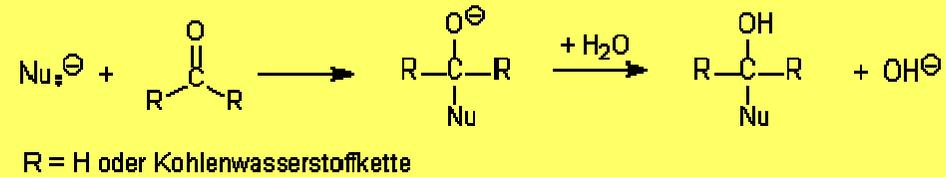
- Elektrophil



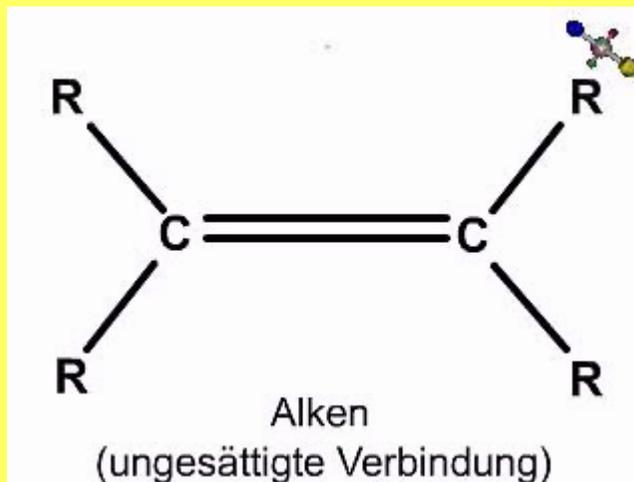
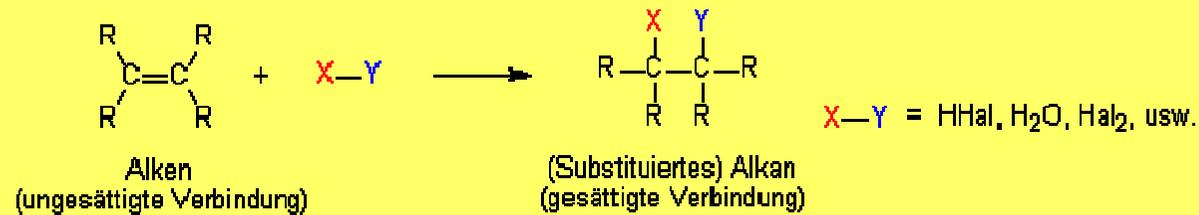
Reaktionen in der organischen Chemie

Additionsreaktionen:

- Nukleophil

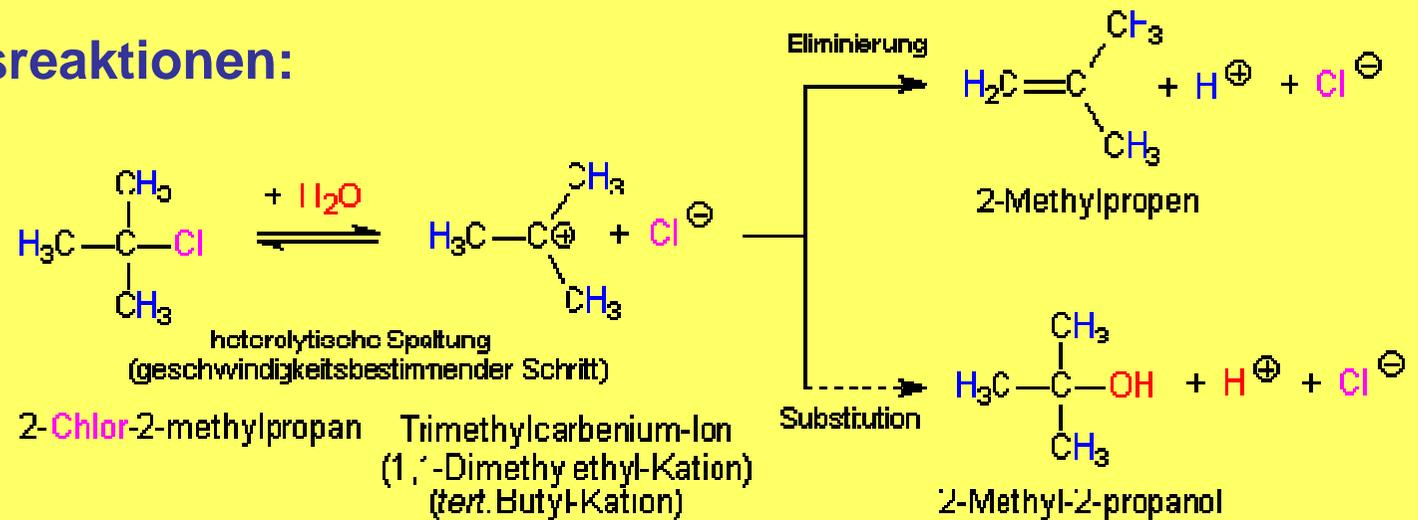


- Elektrophil

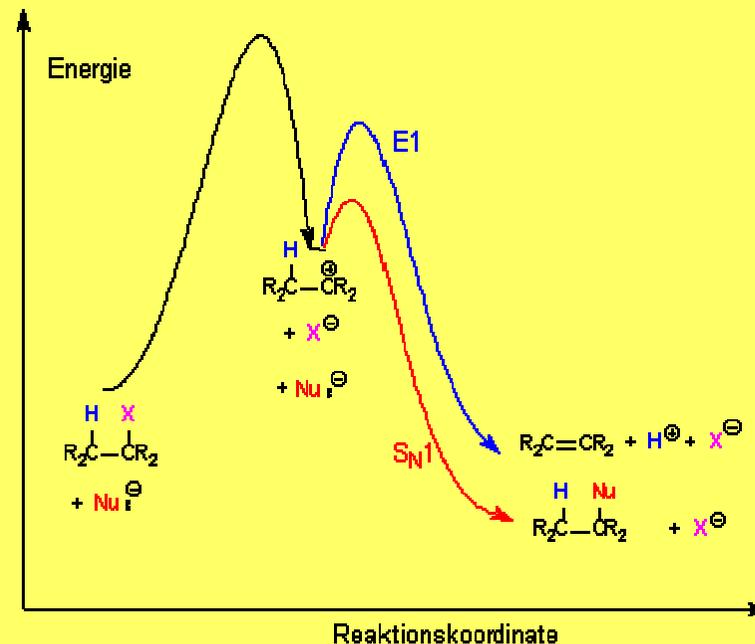
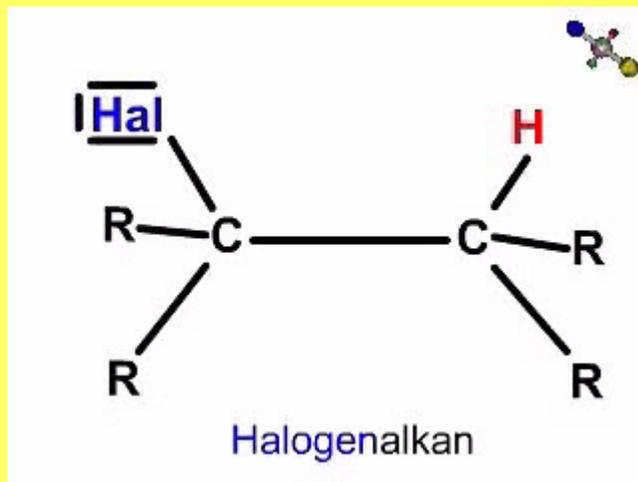


Reaktionen in der organischen Chemie

Eliminationsreaktionen:

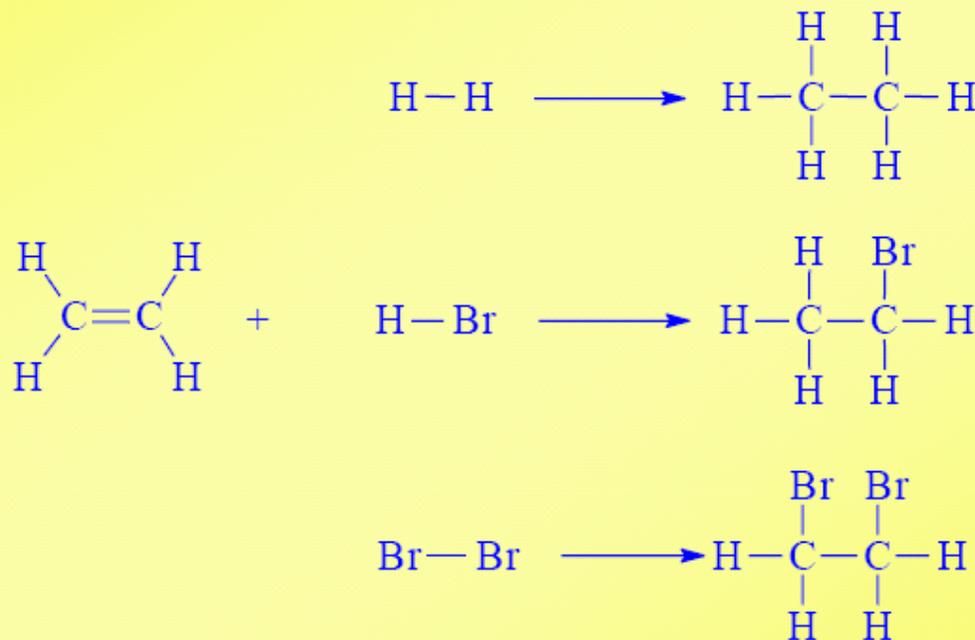
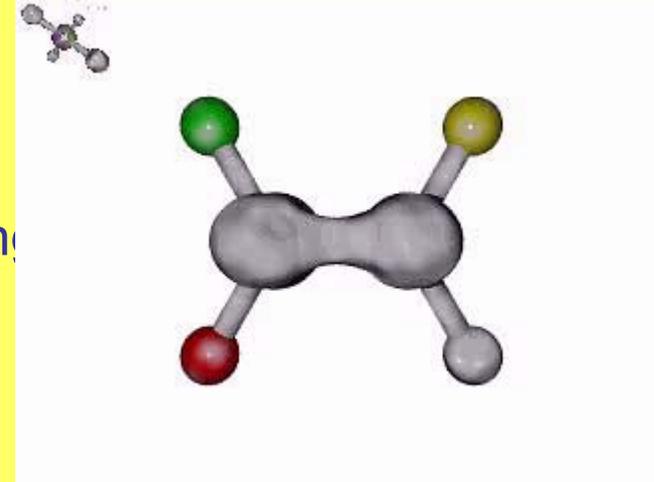


Erster Reaktionsschritt entspricht einer S_N Reaktion (**Konkurrenzreaktion**)



Alkene (Olefine)

- Ungesättigte Kohlenwasserstoffe
- Kohlenstoff sp^2 hybridisiert
- Eine sp^2 - sp^2 - σ Bindung und eine p - p - π Bindung
- Bindung ist eben und nicht drehbar
- Name endet auf **-en**
- Allgemeine Summenformel: C_nH_{2n}
- Homologe Reihe: Ethen, Propen, Buten, ...

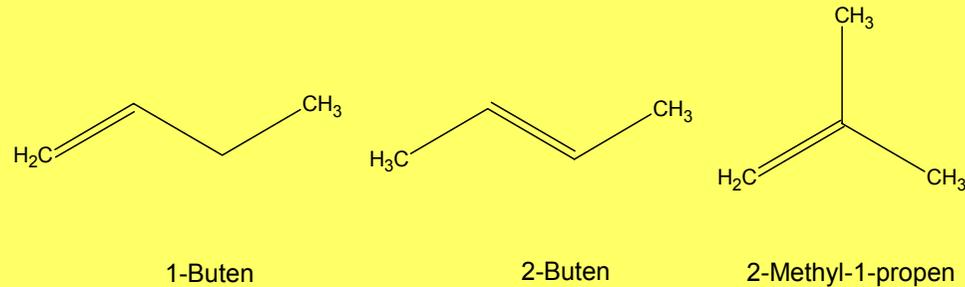


Additionsreaktionen

Alkene (Olefine)

Konstitutionsisomerie:

- Doppelbindung kann an verschiedenen Stellen in der C-Kette sein



- Lage durch kleinstmögliche Ziffer angegeben

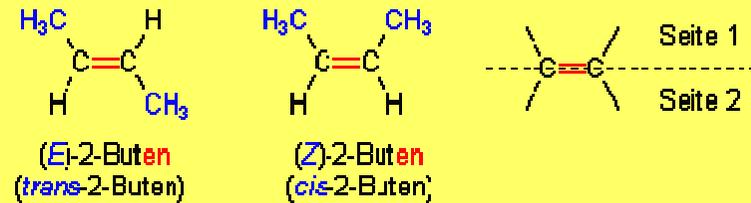
Stereoisomerie (räumlich unterschiedliche Anordnung):

- Konformationsisomerie (durch Drehung überführbar)
- Konfigurationsisomere (geometrische Isomerie)

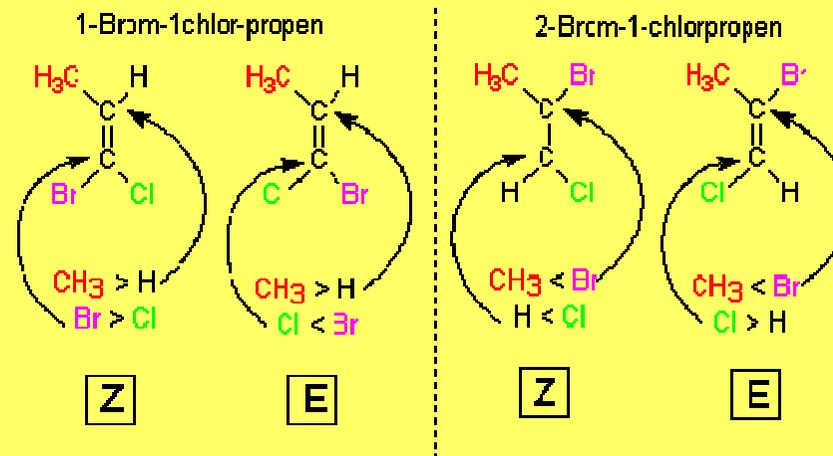


Alkene (Olefine)

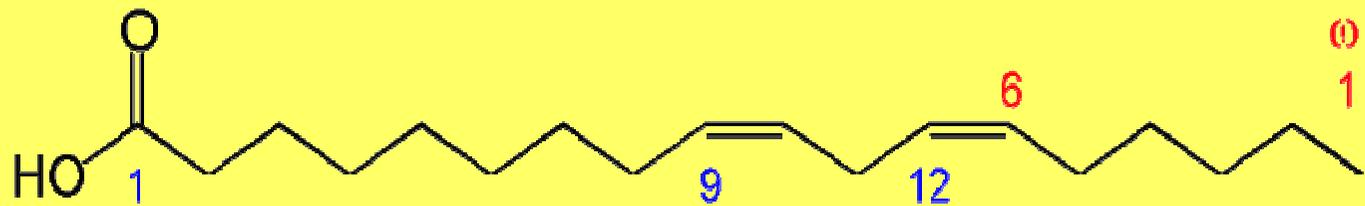
E-Z-Isomerie (Cis-trans Isomerie):



- Bei unterschiedlichen Substituenten CIP (Cahn-Ingold-Prelog) Regeln:
 - Höhere Ordnungszahl höherer Rang (Cl>O>C>H)
 - Bei gleicher OZ ist die Kettenlänge oder das nächste Atom bestimmend (CH₂OH>CH₂CH₃>CH₃)



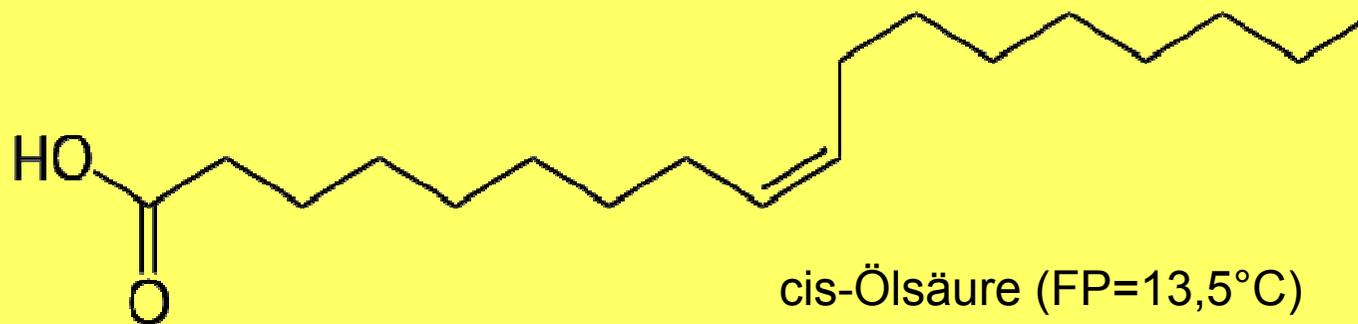
Transfettsäuren (Entstehung bei der Fetthärtung)



Linolsäure (FP=-5°C)

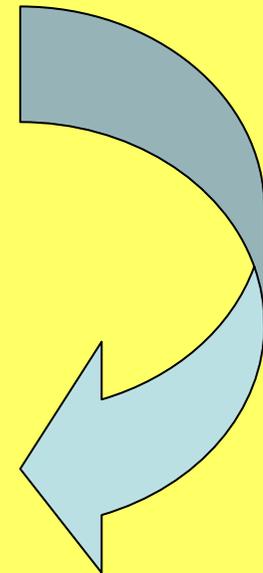


trans-Ölsäure (FP=46,5°C)



cis-Ölsäure (FP=13,5°C)

Partielle Hydrierung



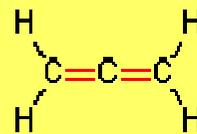
Einteilung der Alkene

Monoalkene (1DB)

Diene (2DB)

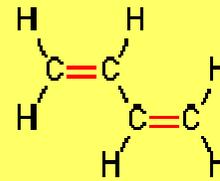
Polyene (mehrere DB)

kumulierte



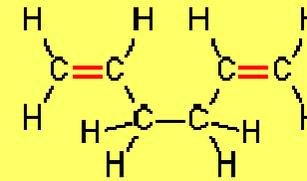
Propadien
(Allen, Kumulen)

konjugierte

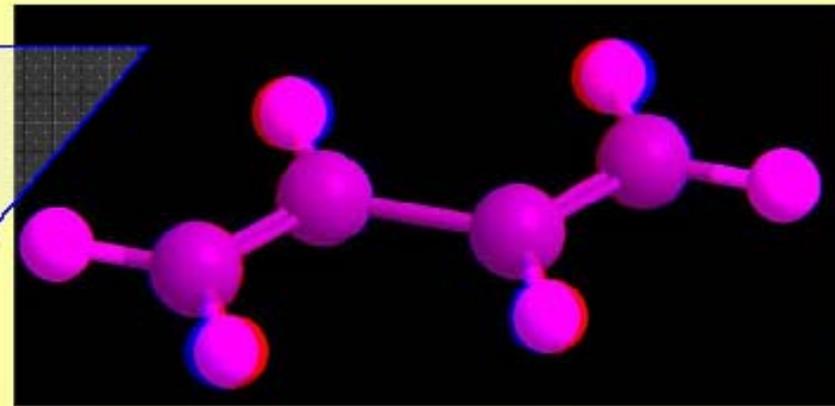
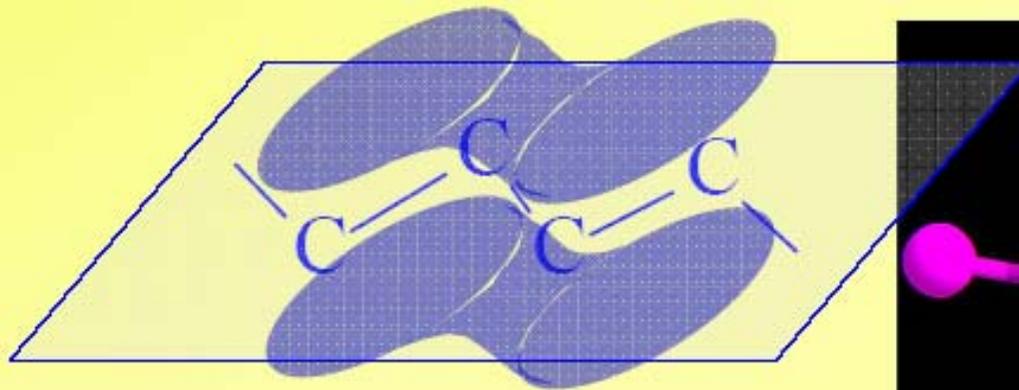


Buta-1,3-dien

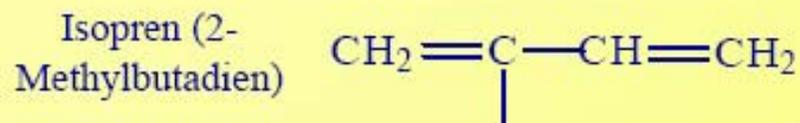
isolierte Doppelbindungen



Hexa-1,5-dien



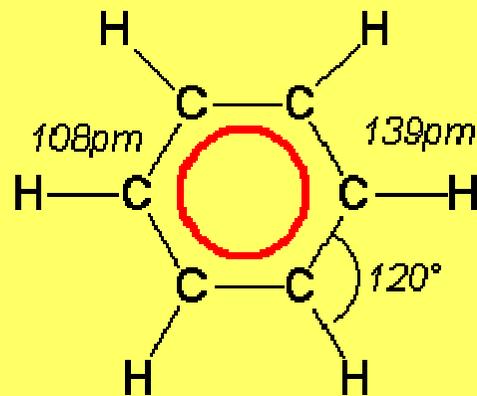
(synthet. Kautschuk)



als Hauptkomponente in
Naturkautschuk

Aromatische Verbindungen

- Sind ringförmig
- Besitzen ein delokalisiertes π -Elektronensystem
- Enthalten $(4n+2)$ π -Elektronen ($n=0,1,2,3,\dots$) (Hückelsche Regel)
- Stellen Besonders stabil Systeme dar
- Bsp. **Benzol**:



- 6 π -Elektronen sind gleichmäßig über den ganzen Ring verteilt
- alle C-C-Bindungen sind völlig gleichartig
Bindungsordnung liegt zwischen Einfach- und Doppelbindung.
- besonders stabiles System (typ. Eigenschaft aromatischer Systeme)

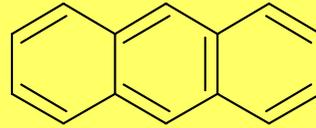
Aromatische Verbindungen



Benzen (6 e⁻)



Naphtalin (10 e⁻)

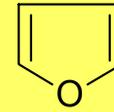


Anthracen (14 e⁻)



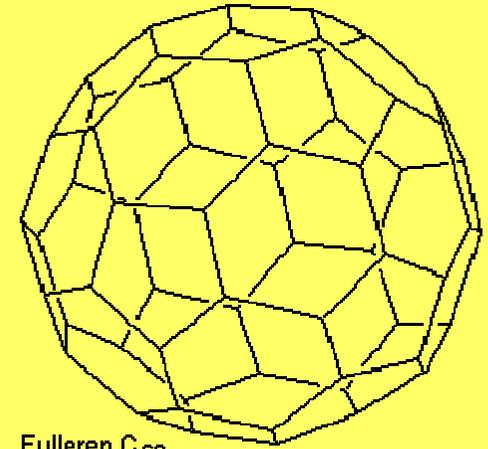
Pyridin (6 e⁻)

N trägt ein e⁻
bei



Furan (6 e⁻)

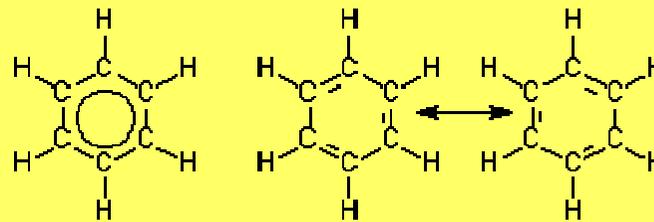
O trägt 2 e⁻
bei



Fulleren C₆₀
(Doppelbindungen sind nicht mitgezeichnet)

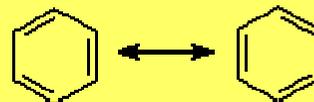
Mesomerie:

- Bindungsverhältnisse nicht durch eine Strukturformel beschreibbar
- Angabe durch mehrer Grenzformeln



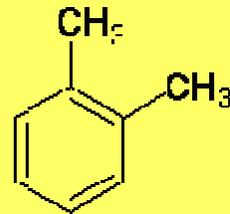
Kurzschreibweisen:

[Resonanzstrukturen]

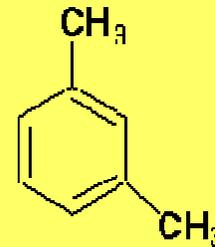


Aromatische Verbindungen

Konstitutionsisomere:



o-Xylol



m-Xylol

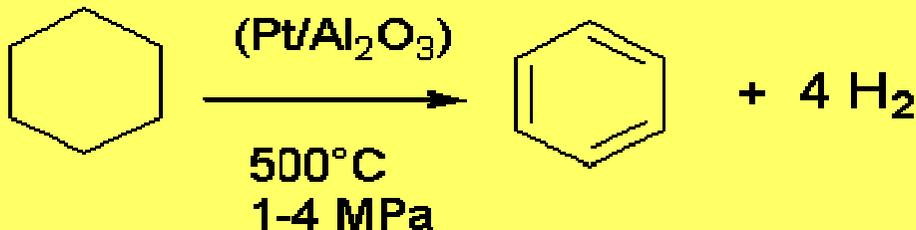


p-Xylol

Gewinnung

- aus Alkanen und Cycloalkanen (Erdöl)

z.B. Benzol aus n-Hexan durch dehydrierende Cyclisierung



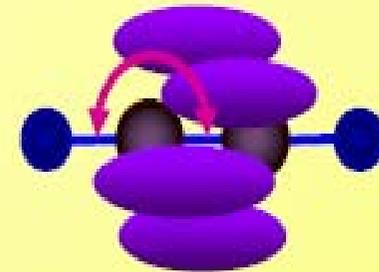
- aus Steinkohlenteer: Destillation (Luftausschluß, T=650-800°C)
- Pflanzeninhaltsstoffe

Alkine

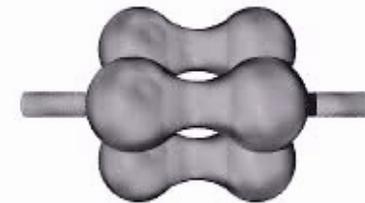
- ♦ Kohlenwasserstoffe mit 3-fach-Bindung, generelle Summenformel C_nH_{2n-2}
 - einfachster Vertreter Ethin („Acetylen“) 1 σ -, 2 π -Bindungen
 - sehr reaktionsfähig
- ♦ Herstellung
 - Aus Carbid: $CaC_2 + 2 H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$
 - Dehydrierung von Alkanen z.B. $2 CH_4 \rightarrow C_2H_2 + 3 H_2$
- ♦ Verwendung
 - Ausgangsmaterial für zahlreiche technische Chemikalien
 - als Schweissgas
- ♦ Reaktionen
 - unter Druck explosionsartige Zersetzung, deshalb in Stahlbomben in Aceton gelöst, das von Kieselgur aufgesaugt ist
 - Addition von H_2 , Cl_2 , Br_2 , HCl , H_2O , HCN
 - \rightarrow Verbindungen mit besonderen Substituenten besitzen plus reaktionsfähige Doppelbindung für weitere Reaktionen
 - z.B. $HCCH + HCl \rightarrow CH_2=CHCl$ (Vinylchlorid)



π -Bindungen



σ -Bindungen



Alkine

Unterschied zu Alkanen und Alkenen:

H-Atome an der C≡C-Bindung haben schwach sauren Charakter.

Sie können mit starken Basen (z.B. Amid-Ionen) abgespalten werden.



Entstehende Anionen = *Acetylide* oder *Carbide*

Durch Einwirkung von Säuren (H₂O reicht aus!)
werden Alkine zurück gebildet.

Zusammenfassung

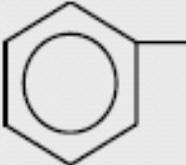
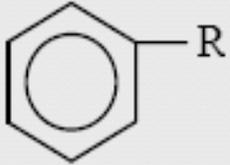
Verbindungs- klasse	Summ- en- formel	Mögliche Arten der Isomerie	IUPAC- Name Suffix	IUPAC- Name Präfix	Wichtige chemische Reaktionen
Alkane	C_nH_{2n+2}	Konstitutionsisomerie Konformationsisomerie	-an	Stammna- me + yl	Verbrennung; Halogenierung
Cycloalka- ne	C_nH_{2n}	Konstitutionsisomerie Konformationsisomerie cis/trans-Isomerie	Cyclo... -an	Cyclo+ Stammna- me + yl	wie Alkane
Alkene	C_nH_{2n}	Konstitutionsisomerie E/Z-Isomerie	-en	-enyl	Additionsreakti- onen Polymerisation
Alkine	C_nH_{2n-2}	Konstitutionsisomerie E/Z-Isomerie	-in	-inyl	Additionsreakti- onen
Aromaten (Arene)	C_6H_6 $C_{10}H_8$	Konstitutionsisomerie E/Z-Isomerie	-en	Phenyl- (Aryl)	Substitutionsre- aktionen

Funktionelle Gruppen

- ♦ **Derivat:** chemische Verbindung, die sich von einer Stammverbindung (hier: Kohlenwasserstoff) durch Ersatz eines oder mehrerer Wasserstoffatome durch andere Molekülgruppen (funktionelle Gruppen) herleitet

<i>Gruppe</i>	<i>Name (-gruppe)</i>	<i>allgemeine Formel</i>	<i>Verb.-Klasse</i>
—OH	<i>Hydroxy-</i>	R—OH	<i>Alkohol, Phenol</i>
—C $\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{H} \end{matrix}$	<i>Aldehyd-</i>	R—CHO	<i>Aldehyde</i>
>C=O	<i>Carbonyl-</i>	$\begin{matrix} \text{R} \\ \text{R} \end{matrix}$ —C=O	<i>Ketone</i>
—C $\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OH} \end{matrix}$	<i>Carboxyl-</i>	R—COOH	<i>Carbonsäuren</i>
—NH ₂	<i>Amino-</i>	R—NH ₂ , R ₂ NH usw	<i>Amine</i>

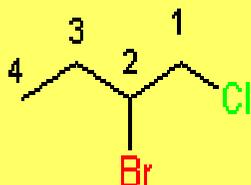
Funktionelle Gruppen

>SO_2	<i>Sulfon-</i>	R-SO_2	<i>Sulfone</i>
$\text{-SO}_3\text{H}$	<i>Sulfonsäure</i>	$\text{R-SO}_3\text{H}$	<i>Sulfonsäuren</i>
-CN	<i>Nitril-</i>	R-CN	<i>Nitrile</i>
-NO_2	<i>Nitro-</i>	R-NO_2	<i>z. B. Nitromethan</i>
	<i>Phenyl-</i>		<i>z. B. Lignin</i>
-O-R	<i>Alkoxy-</i>	R-O-R	<i>Ether</i>
X (Cl; Br; I)	<i>Halogen-</i>	R-X	<i>Halogenide</i>

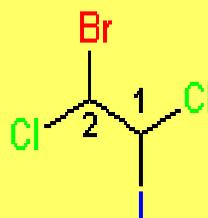
Alkylhalogenide



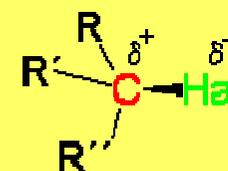
1-Chlorbutan



2-Brom-1-chlorbutan



2-Brom-1,2-dichlor-1-iodethan



<i>Formel</i>	<i>Name</i>	<i>Verwendung</i>
CH_3Cl	<i>Methylchlorid</i>	<i>Kältemittel</i>
C_2H_5Cl	<i>Ethylchlorid</i>	<i>Anästhesie, Vereisungsmittel</i>
$CHCl_3$	<i>Chloroform</i>	<i>Lösungsmittel, Narkotikum</i>
CCl_4	<i>Tetrachlorkohlenstoff</i>	<i>Fettlösungsmittel</i>
CCl_2F_2	<i>“Frigen”</i>	<i>Kältemittel, Treibmittel</i>
$CF_2=CF_2$	<i>Tetrafluorethylen</i>	<i>Für Teflon</i> <i>Herstellung: $2 HCClF_2 \rightarrow CF_2=CF_2 + 2HCl$</i>
$CCl_2 = CHCl$	<i>Trichlorethylen</i>	<i>Lösungsmittel für Fette, Öle, Harze</i>
$CH_2 = CHCl$	<i>Vinylchlorid</i>	<i>für PVC</i>

Alkylhalogenide

Gewinnung:

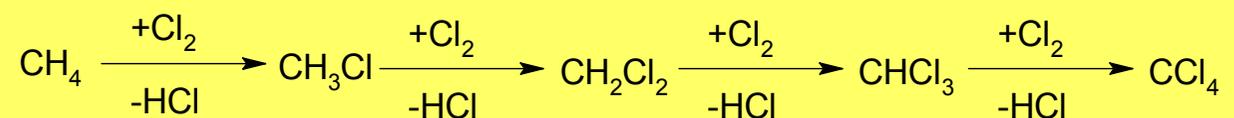
- Aus Alkoholen mit Halogenwasserstoffesäuren



- Aus Alkenen mit Halogenwasserstoffen

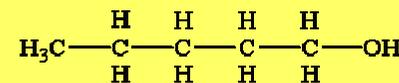


- Aus Alkanen durch radikalische Halogenierung

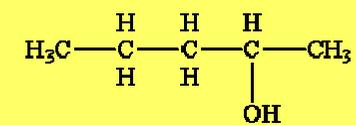


Alkohole

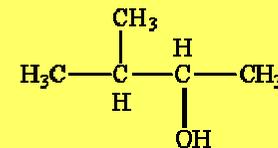
- Hydroxygruppe als funktionelle Gruppe
- Allgemeine Formel R-OH
- Name endet auf **-ol**
- Können Wasserstoffbrücken ausbilden
- höhere Siedepunkte als entsprechende Alkane
- Je nach Anzahl der -OH Gruppen unterscheidet man Mono(alkohole), Diole, Triole, ... (einwertig, mehrwertig)
- Ab Butanol **Konstitutionsisomerie**



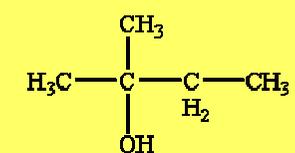
1-Pentanol



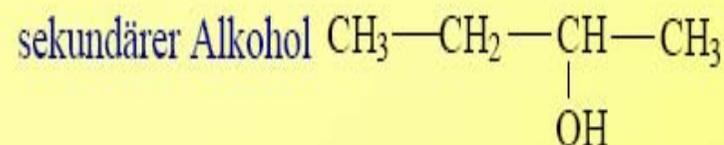
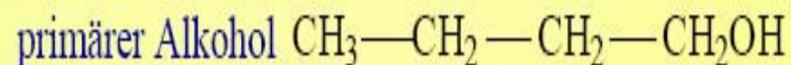
2-Pentanol



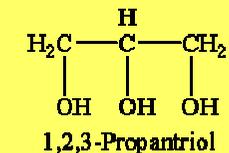
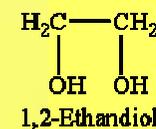
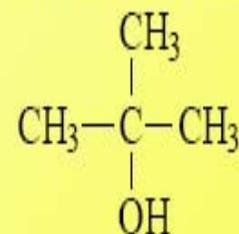
3-Methyl-2-butanol



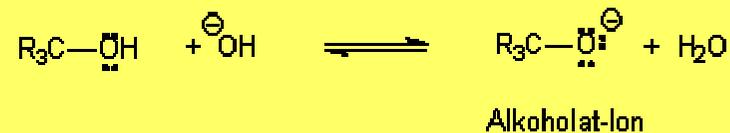
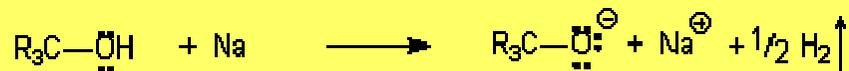
2-Methyl-2-butanol



tertiärer Alkohol

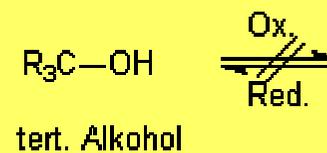
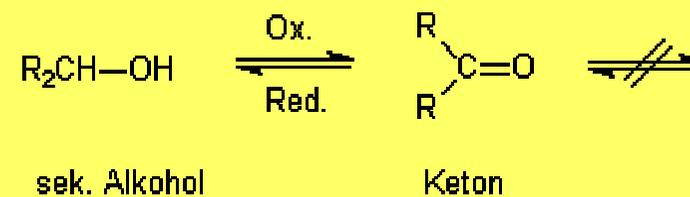
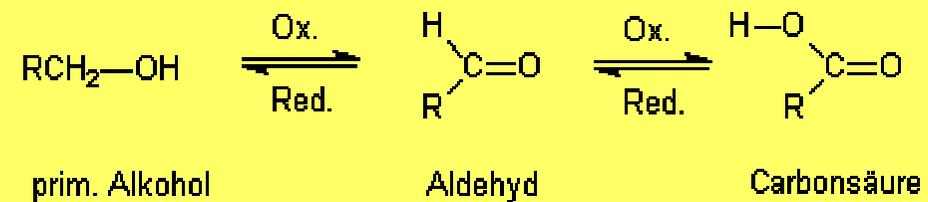


Alkohole



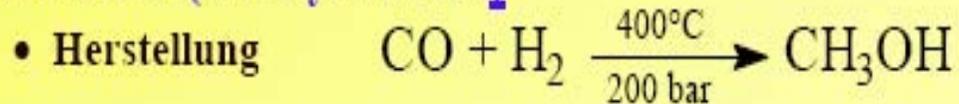
Säure-Base Reaktionen

Redox Reaktionen



Alkohole

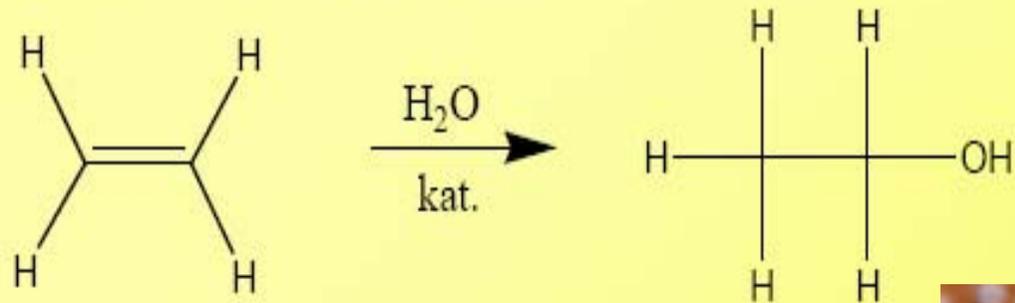
♦ Methanol (Methylalkohol)



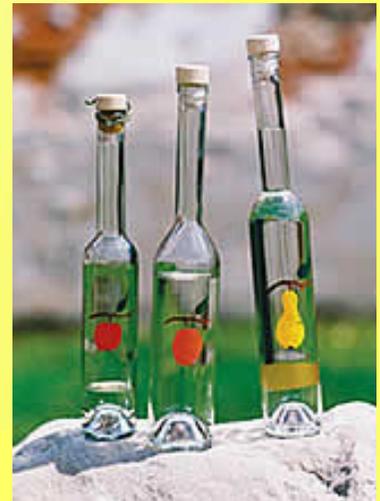
- Sdp. $64,7^\circ\text{C}$, wassermischbar, sehr giftig, aber gutes Lösungsmittel

♦ Ethanol (Ethylalkohol, Weingeist, Spiritus, Sprit)

- Hauptmenge über alkoholische Gärung: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{CO}_2$
- Technisch aus Ethen

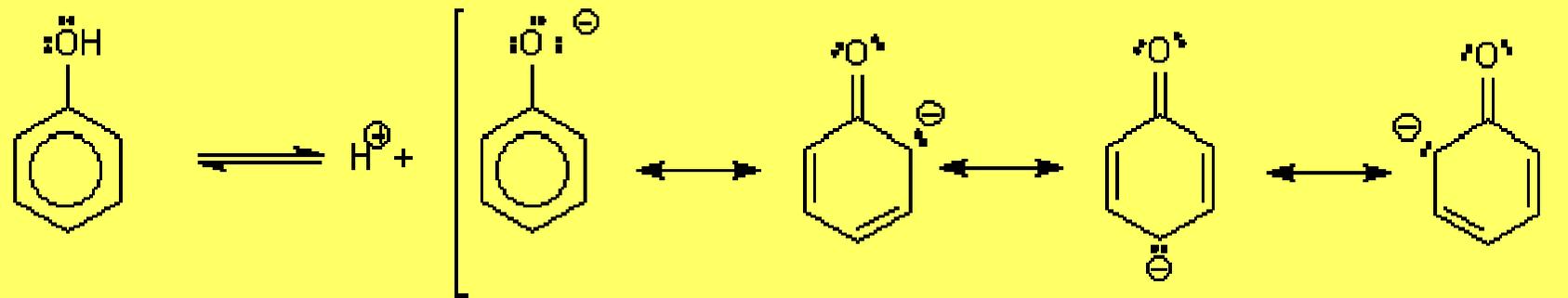


- Produktion 1994 weltweit 12,6 Mt
- Genussmittel und am weitesten verbreitetes Suchtgift, gutes Lösungsmittel z. B. für Harze, organische Synthesen, Treibstoff („Bioalkohol“)
- technischer Alkohol „vergällt“ (mit Methanol, Pyridin, Benzin)

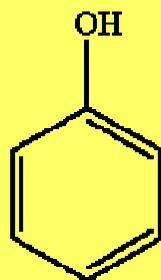


Phenole

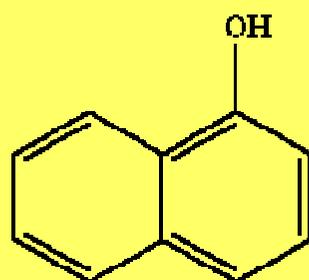
Aromatische Hydroxy Derivate



Mesomeriestabilisiert



Phenol



1-Naphthol

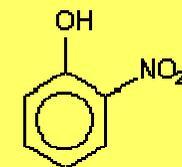


Phenol

HNO₃, 10°C



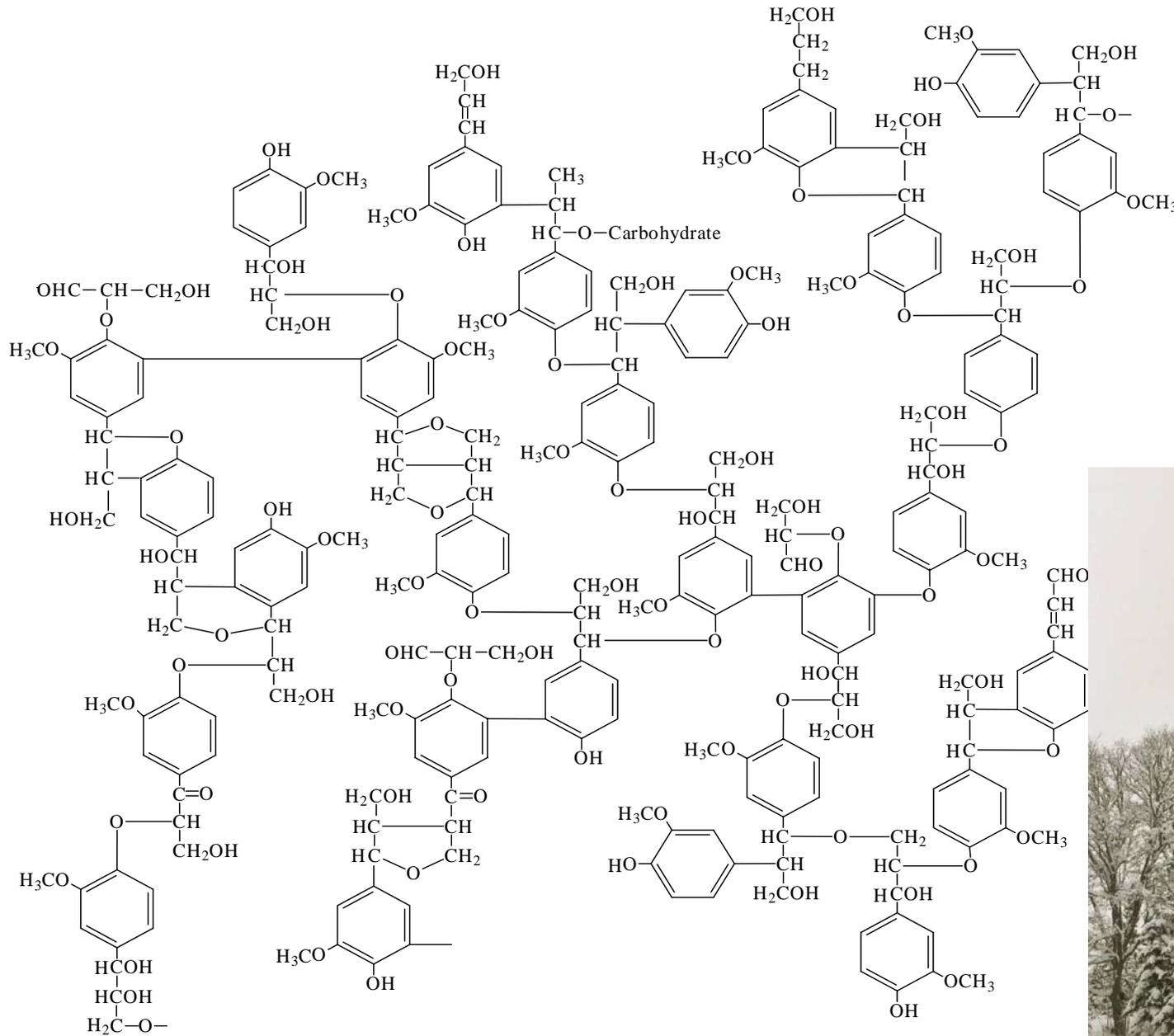
4-Nitrophenol
(p-Nitrophenol)
75%



2-Nitrophenol
(o-Nitrophenol)
25%

Phenole

LIGNIN



Ether

Verbindungen der allgemeinen Formel R-O-R



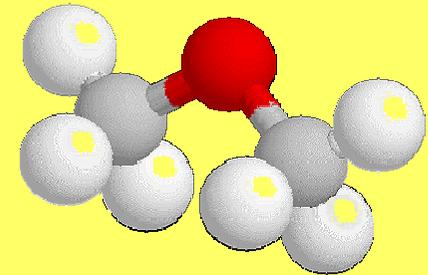
Wasser



Alkohol



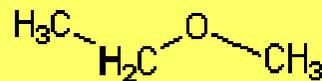
Ether



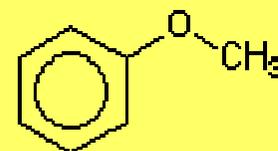
Symmetrische, unsymmetrische (gemischte), cyclische Ether



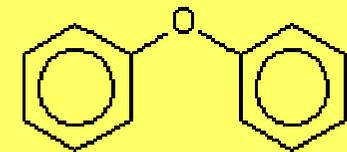
Diethylether
(Ether)



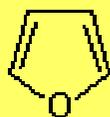
Ethylmethylether



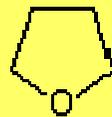
Methylphenylether
(Methoxybenzen, Anisol)



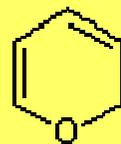
Diphenylether



Furan



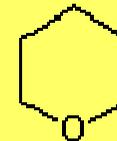
Tetrahydrofuran



2H-Pyran



4H-Pyran

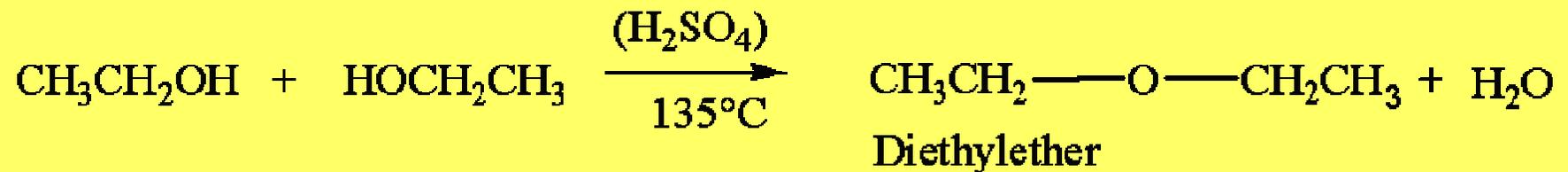


Tetrahydropyran

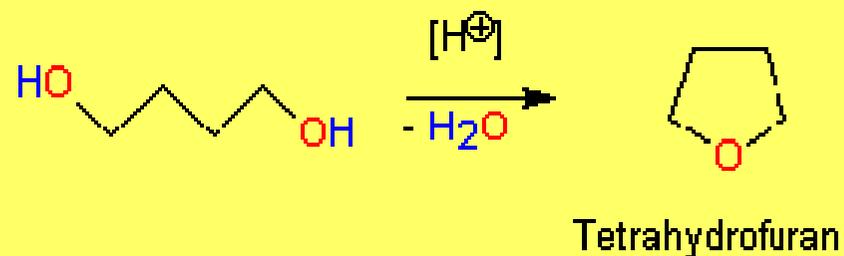
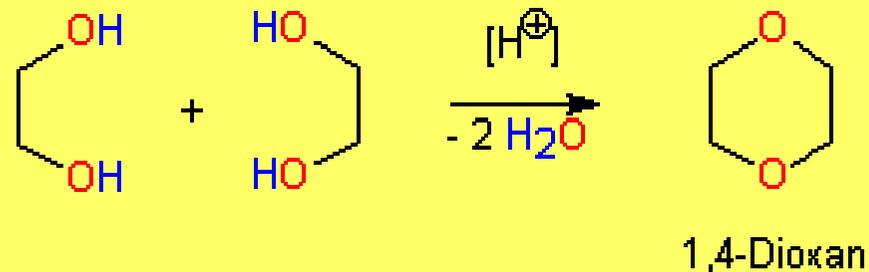
Ether

Gewinnung

- durch **Kondensation** (Wasserentzug) von z.B. Ethanol



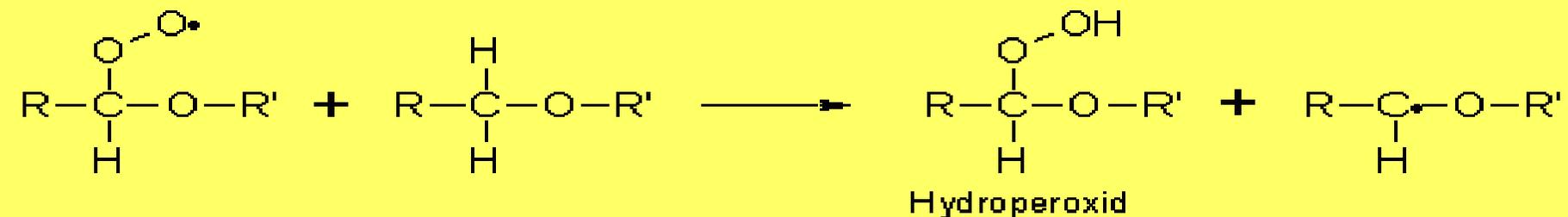
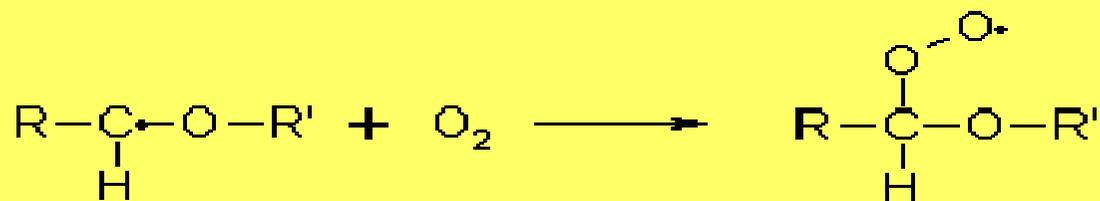
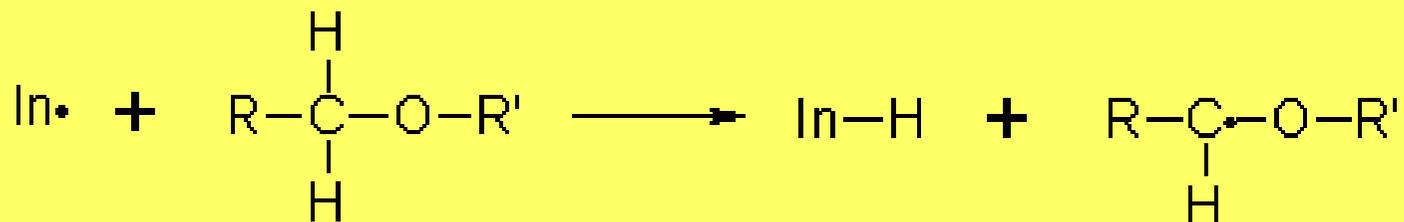
- Bei Diolen erhält man cyclische Ether



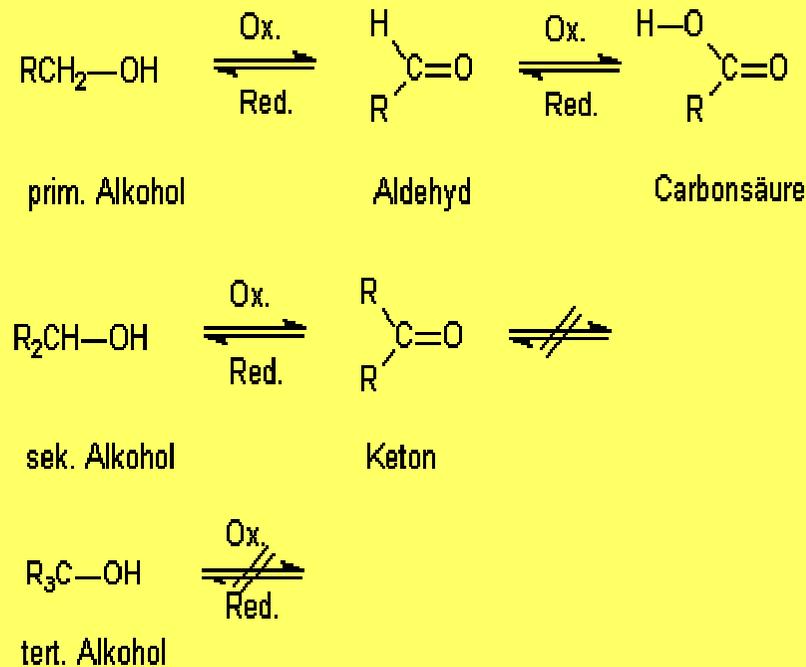
Ether

Bildung von Peroxiden beim Stehen an Luft (Licht induzierte Reaktion => immer unter Lichtschutz aufbewahren!!! z.B. In braunen Glasflaschen in Ex-geschütztem Kühlschrank).

Die gebildeten Peroxide sind hochexplosiv!!!! Da die Radikale wenig flüchtig sind reichern sie sich beim Abdestillieren des Ethers im Destillationsrückstand an, was das Explosionsrisiko noch erhöht



Carbonylverbindungen



Aldehyde:

- Bezeichnung: **-al**
- teilweise auch -carbaldehyd

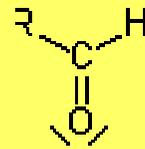
Ketone:

- Bezeichnung: **-on**
- Konstitutionsisomerie

Falls Carbonylfunktion ein Substituent an einer Seitenkette so wird sie als Alkanoyl (Methanoyl, Ethanoyl, ...) bezeichnet

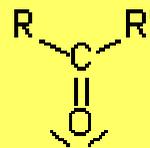
Carbonylverbindungen

Aldehyde (Alkanale)



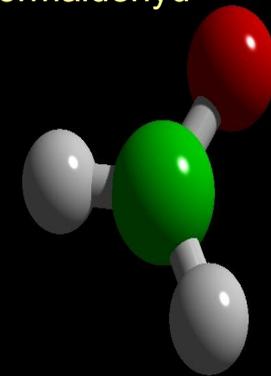
R = H : Methanal (Formaldehyd)
R = Methyl : Ethanal (Acetaldehyd)
R = Ethyl : Propanal (Propionaldehyd)
R = Propyl : Butanal
usw.

Ketone (Alkanone)

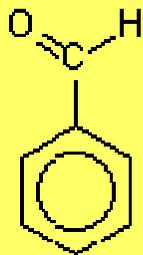


R = Methyl, R' = Methyl : Propanon (Aceton)
R = Methyl, R' = Ethyl : Butanon
R = Ethyl, R' = Ethyl : Pentan-3-on
R = Methyl, R' = Propyl : Pentan-2-on
usw.

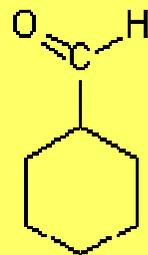
Formaldehyd



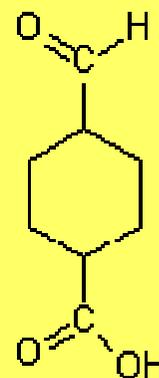
H₂CO



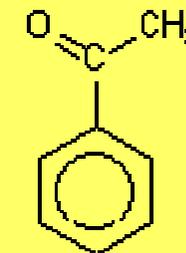
Methanoylbenzen
(Formylbenzol,
Benzaldehyd,
Benzencarbaldehyd)



Cyclohexancarbaldehyd

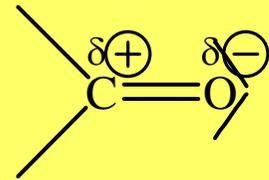


4-Methanoylcyclohexancarbonsäure
(4-Formylcyclohexancarbonsäure)



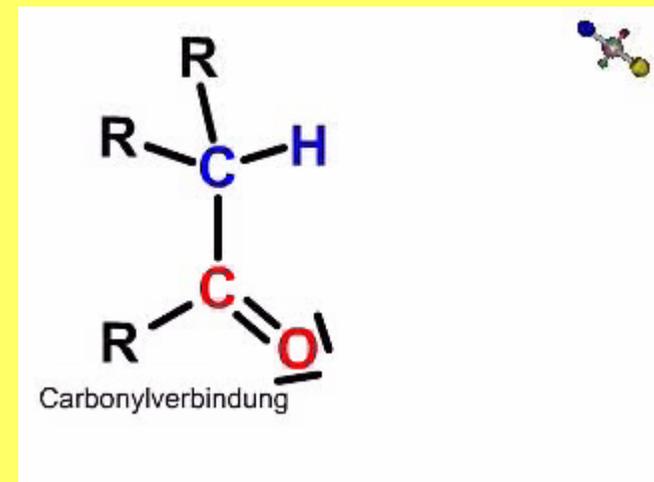
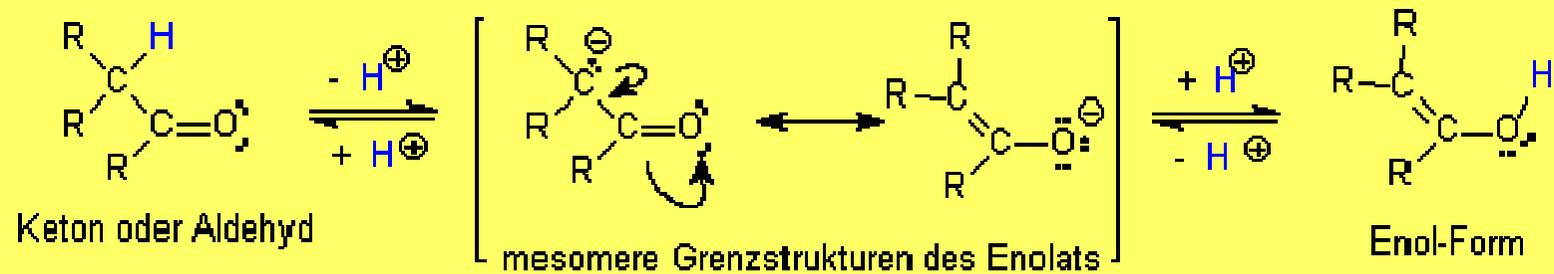
Ethanoylbenzen
(Acetylbenzol,
Acetophenon,
1-Phenylethan-1-on)

Carbonylverbindungen



Carbonylgruppe

Keto-Enol Tautomerie



Carbonylverbindungen

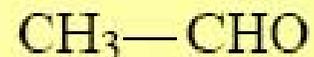
♦ Formaldehyd (Methanal)

- Herstellung

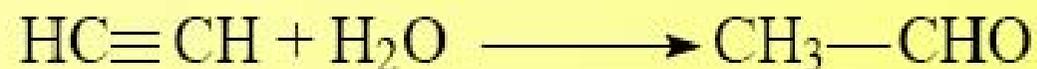


- stechend riechendes Gas
- als „Formalin“ in 40%iger Lösung im Handel
- Verwendung als Desinfektionsmittel
- große Mengen für Aminoplaste und Phenoplaste (Nassfestmittel in Papier, Spanplatten usw.)

♦ Acetaldehyd (Ethanal)



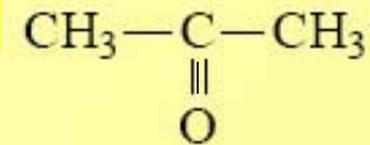
- Herstellung



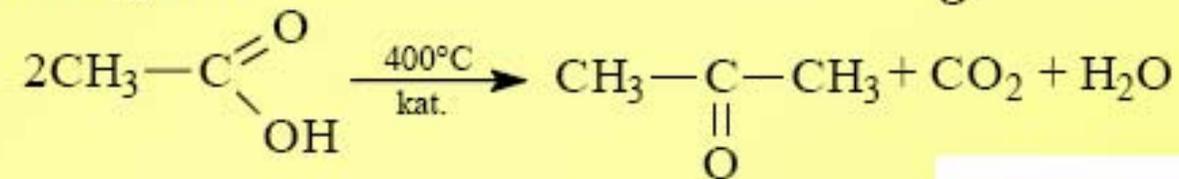
- wichtiges Zwischenprodukt für organische Synthesen

Carbonylverbindungen

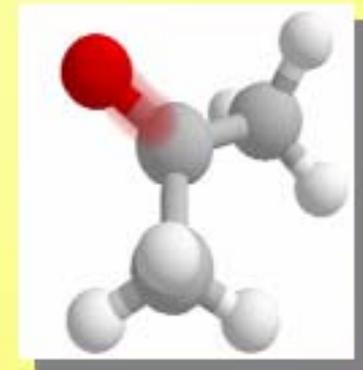
Aceton (Dimethylketon, Propanon)



- Herstellung aus Essigsäure



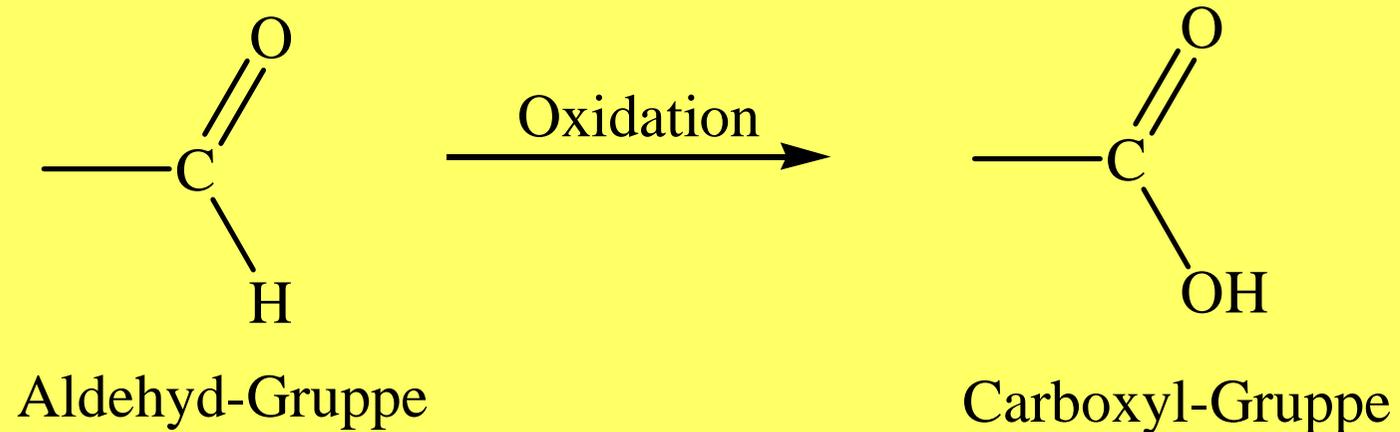
- sehr gutes Lösungsmittel für organische Substanzen
- leicht verdampfbar
- Verwendung als Extraktionsmittel; z. Tl. Ersatz für Chlorkohlenwasserstoffe



Carbonsäuren und Carbonsäurederivate

Carbonsäuren:

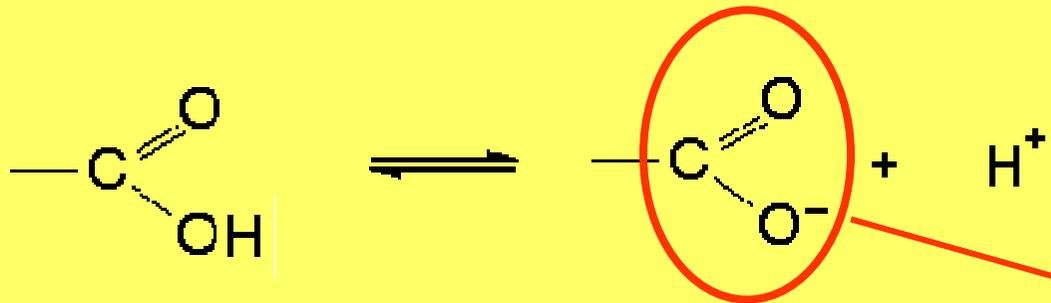
- organische Säure
- entstehen aus einer Aldehydgruppe durch Oxidation
- Name: KW plus –säure (bei mehreren Carboxylgruppen di-, tri-, tetra-)
- Seitenketten mit Carboxylgruppe: Carboxy-



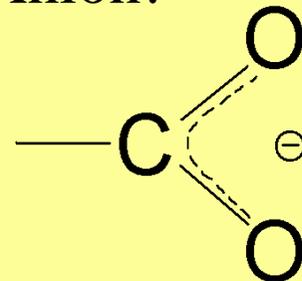
Carbonsäuren und Carbonsäurederivate

- Carbonsäuren sind schwache Säuren
- Dissoziationskonstanten entsprechend niedrig

(z.B. $K_s(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$)



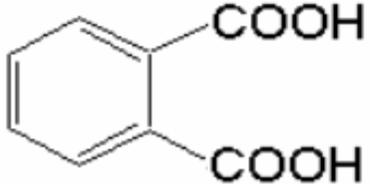
Resonanz-
stabilisiertes
Anion!



Carbonsäuren und Carbonsäurederivate

Name	Formel	Smp./ °C	Sdp./°C	K _s (25°C)
Methansäure (Ameisensäure)	HCOOH	8	101	1,8*10 ⁻⁴
Ethansäure (Essigsäure)	CH ₃ COOH	17	118	1,8*10 ⁻⁵
Propansäure (Propionsäure)	CH ₃ CH ₂ COOH	-21	141	1,4*10 ⁻⁵
Butansäure (Buttersäure)	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	-5	164	1,5*10 ⁻⁵
Pentansäure (Valeriansäure)	CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH	-35	186	1,5*10 ⁻⁵
Ethandisäure (Oxalsäure)	HO ₂ C-COOH	190	-	5,9*10 ⁻²
Propandisäure (Malonsäure)	HO ₂ C-CH ₂ -COOH	135	-	1,5*10 ⁻³

Carbonsäuren und Carbonsäurederivate

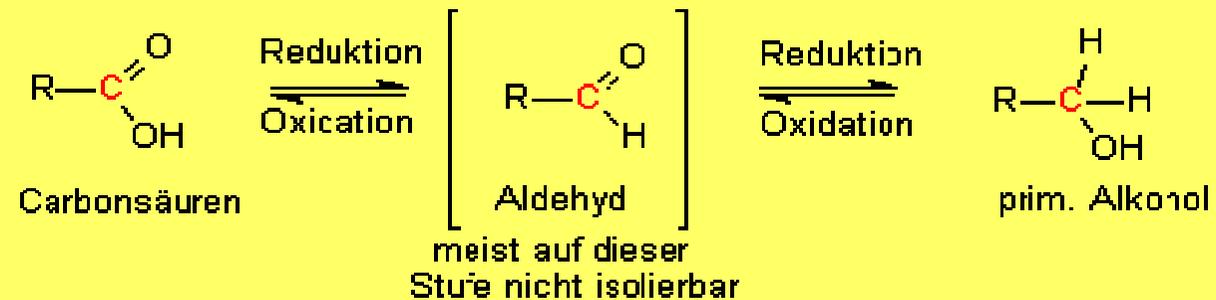
Name	Formel	Smp./ °C	Sdp./°C	K _s (25°C)
Butandisäure (Bersteinsäure)	HO ₂ C-(CH ₂) ₂ -COOH	185	235	6,9*10 ⁻⁵
Pentandisäure (Glutarsäure)	HO ₂ C-(CH ₂) ₃ -COOH	99	303	4,6*10 ⁻⁵
Hexandisäure (Adipinsäure)	HO ₂ C-(CH ₂) ₄ -COOH	153	337	3,7*10 ⁻⁵
Benzolcarbonsäure (Benzoesäure)	C ₆ H ₅ COOH	122	249	6,5*10 ⁻⁵
Benzol-1,2- dicarbonsäure (<i>o</i> -Phthalsäure)		227		1,3*10 ⁻³

Carbonsäuren und Carbonsäurederivate

Säure-Base-Reaktionen:



Reduktion:



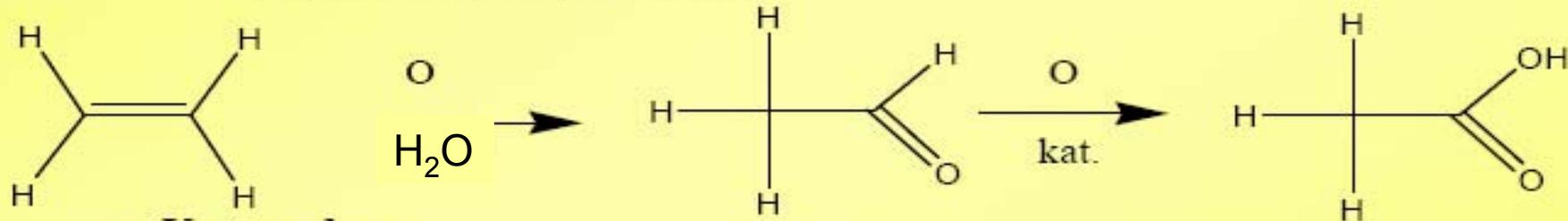
Veresterung

Decarboxylierung

Carbonsäuren und Carbonsäurederivate

◆ Essigsäure CH_3COOH

- wichtigste technische Carbonsäure
- Herstellung
 - Oxidation von Ethanol (entweder gärungstechnisch „Weinessig“) oder durch Rieselfverfahren (Sättigung mit Luft)
 - Petrochemisch durch Oxidation von Acetaldehyd (durch Addition von Wasser an Ethen hergestellt)



• Verwendung

- für Ester: Celluloseacetat, Vinylacetat
- Acetonherstellung,

◆ Oxalsäure $\text{HOOC}-\text{COOH}$

- 2-wertige organische Säure
- Salze Oxalate

◆ Adipinsäure $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$

- für Nylonherstellung



Carbonsäuren und Carbonsäurederivate

♦ Acrylsäure $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCOOH}$

- Ausgangsmonomer für Polyacrylsäure, Polyacrylate, Papierhilfsmittel

♦ Methacrylsäure $\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$

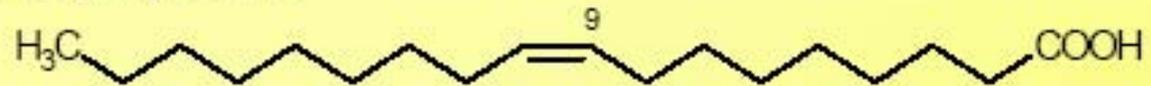
- Grundstoff für Plexiglas (Polymethacrylsäuremethylester)

♦ Palmitin- und Stearinsäure

- Gesättigte höhere Fettsäuren
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ bzw. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$

♦ Ölsäure

- ungesättigte höhere Fettsäure $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$



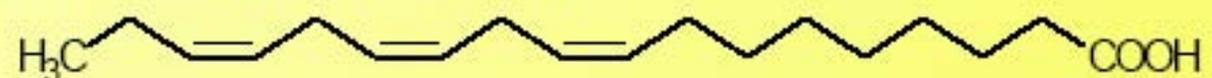
♦ Linolsäure:

- doppelt ungesättigte höhere Fettsäure $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$



♦ Linolensäure:

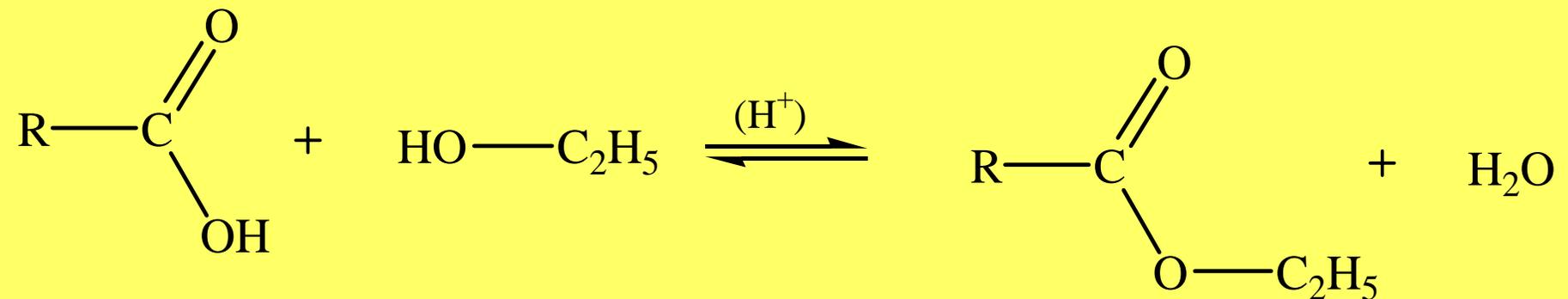
- dreifach ungesättigte höhere Fettsäure $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$



Carbonsäuren und Carbonsäurederivate

Ester entstehen durch die Reaktion von **Alkohols** und **Säure**

➔ Alkohol und Carbonsäure



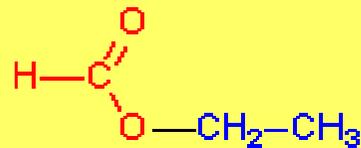
Carbonsäure

Alkohol
z.B. Ethanol

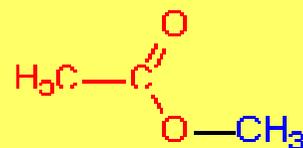
Essigsäureethylester
(Ethylacetat)

*Diese Methode der Estergewinnung vom Nobelpreisträger **Emil Fischer** (1902) entwickelt.*

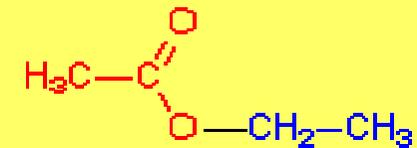
Carbonsäuren und Carbonsäurederivate



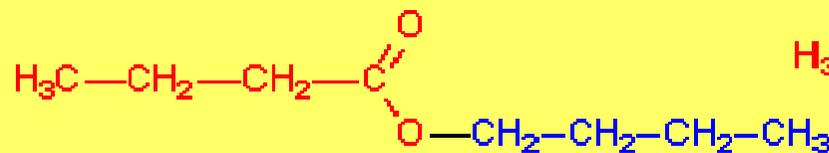
Methansäure ethylester
(Ethylmethanoat)



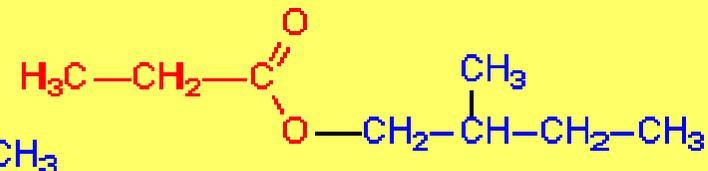
Ethansäure methylester
(Methylethanoat)



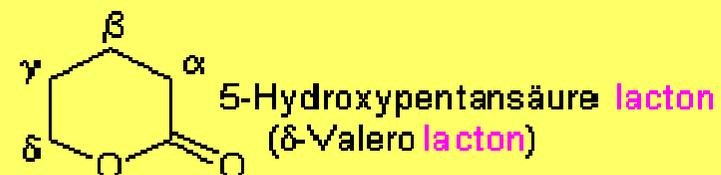
Ethansäure ethylester
(Ethylethanoat)



Butansäure butylester
(Butylbutanoat)

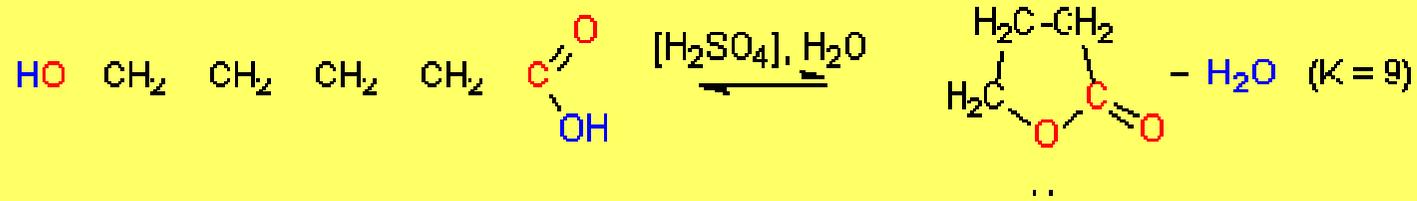


Propansäure- 2-methylbutylester
(2-Methylbutylpropanoat)

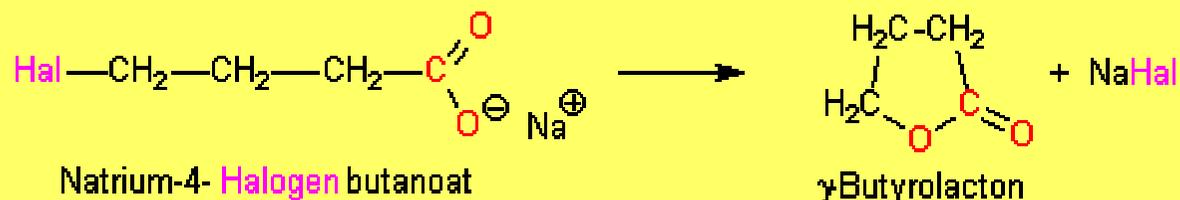
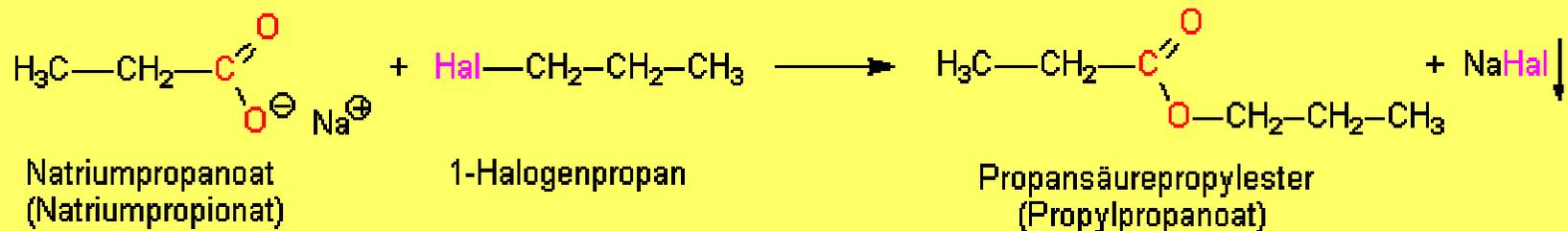


Darstellung:

- Aus Carbonsäuren und Alkohol



- Aus Alkylhalogeniden



Carbonsäuren und Carbonsäurederivate

Komponenten

Fettsäuren



Palmitinsäure (C16)



Stearinsäure (C18)



Ölsäure (C18 en)



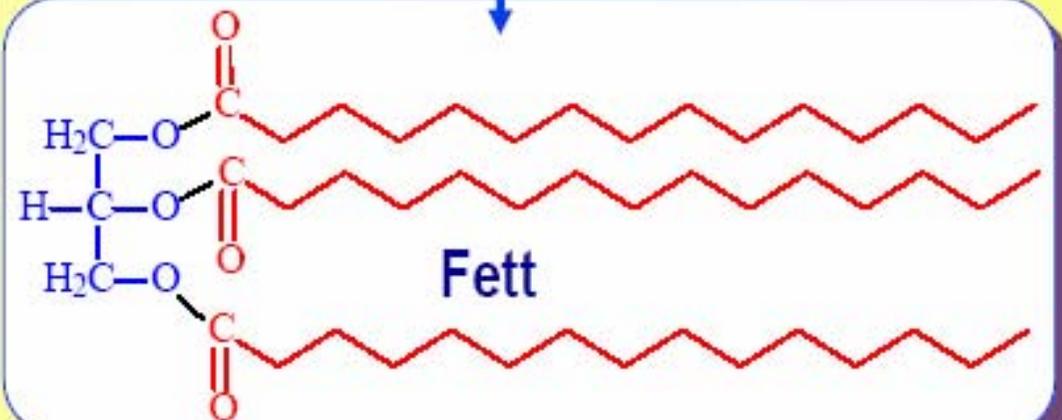
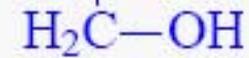
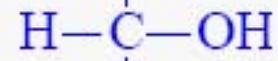
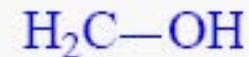
Linolsäure (C18 dien)



Linolensäure (C18 trien)

♦ Fette sind Ester von Fettsäuren mit Glycerin

Glycerin



Carbonsäuren und Carbonsäurederivate

Fettsäuren



Palmitinsäure (C16)



Stearinsäure (C18)



Ölsäure (C18 en)



Linolsäure (C18 dien)



Linolensäure (C18 trien)

Wachsalkohole



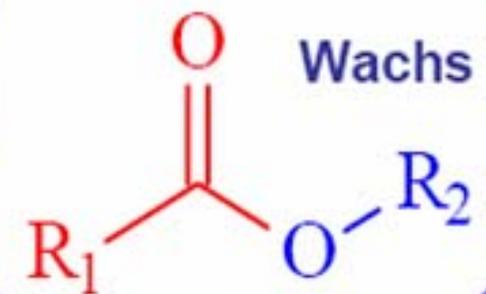
Arachidinalkohol (C20)



Beheninalkohol (C22)



Lignocerinalkohol (C24)

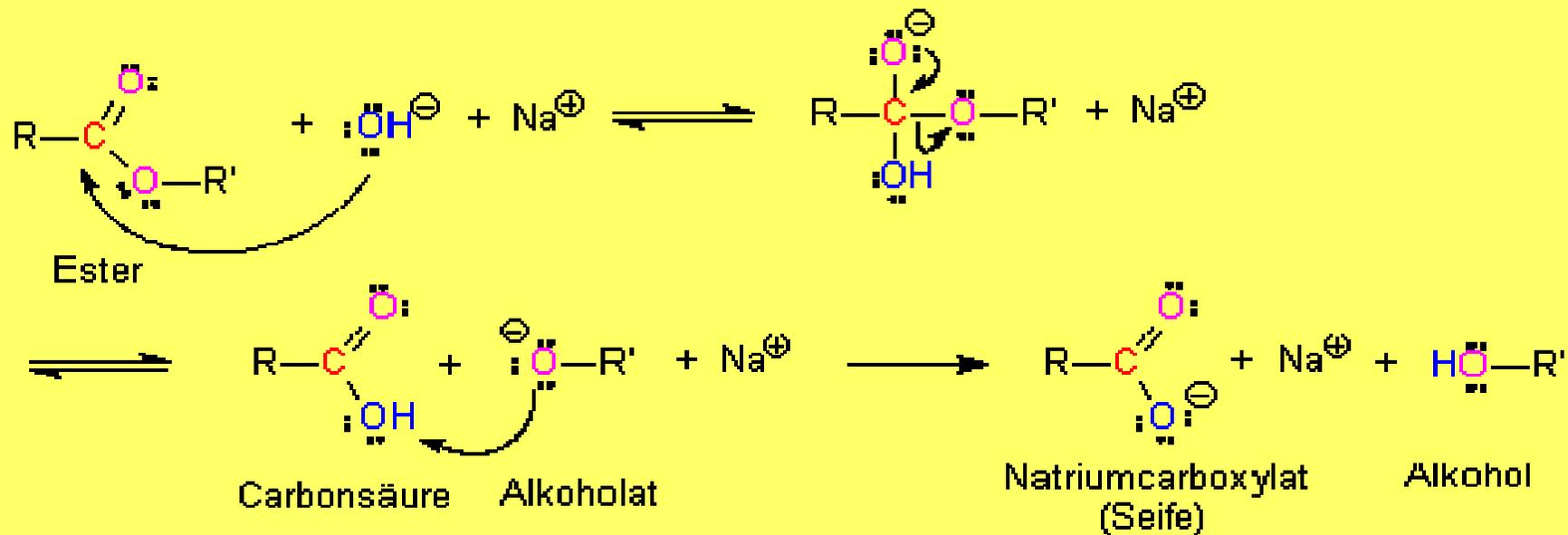


- ♦ Wachse sind Ester von Fettsäuren mit Wachsalkoholen

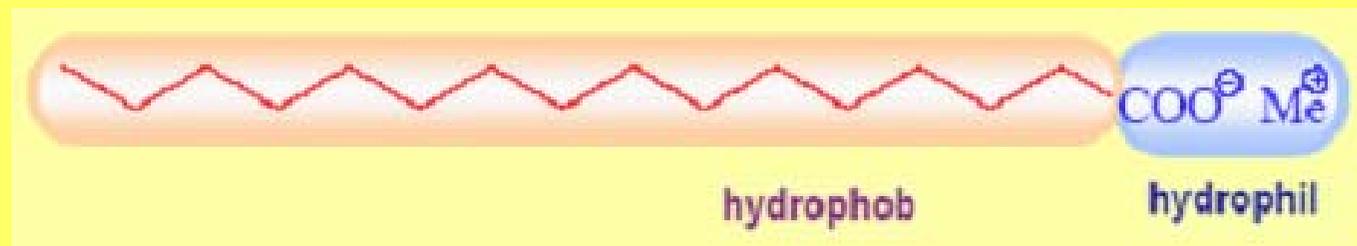
Carbonsäuren und Carbonsäurederivate

Verseifung = alkalische Hydrolyse:

Spaltung eines Esters in Alkohol und Carboxylat

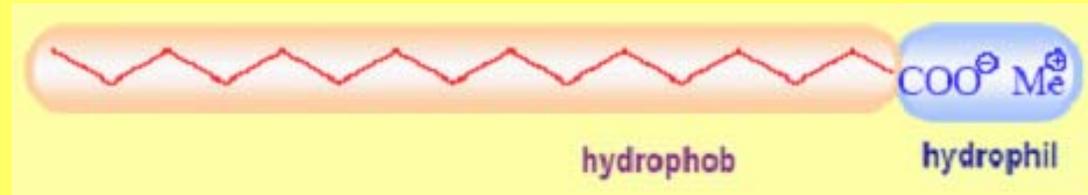


Seifen = Salze höherer Fettsäuren



Carbonsäuren und Carbonsäurederivate

➔ Alkalseifen



Fett + NaOH → Kernseife + Glycerin

Fett + KOH → Schmierseife + Glycerin

(nur Seifen der Alkalimetalle sind gut löslich)

Waschwirkung von Alkalseifen:

Hydrophober Teil (Alkanrest) lagert sich an hydrophoben Schmutz an

Wird aus dem Wasser an die Oberfläche transportiert ("ausgetragen")

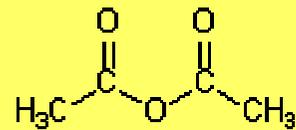
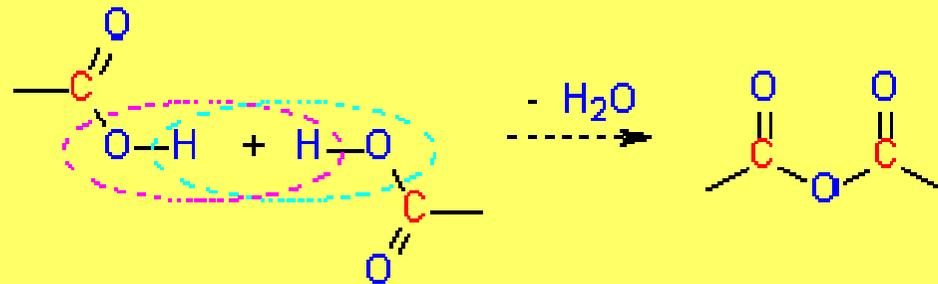
Seifen setzen die Oberflächenspannung des Wassers herab ("Tenside", "grenzflächenaktiv", Schaumbildung)

➔ weitere Seifen z.B. Al-, Zn-, Ca-, Mg-Stearate

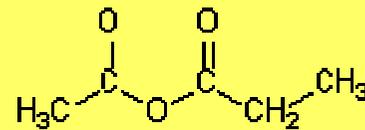
Carbonsäuren und Carbonsäurederivate

Carbonsäureanhydride

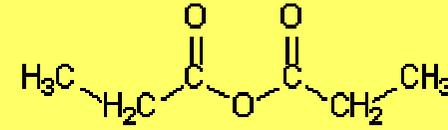
- $-\text{COOCO}-$



Ethansäureanhydrid
(Essigsäureanhydrid,
Acetanhydrid)



Ethansäure-propansäure-anhydrid



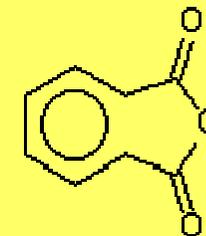
Propansäureanhydrid



Butendisäureanhydrid
(Bernsteinsäureanhydrid)

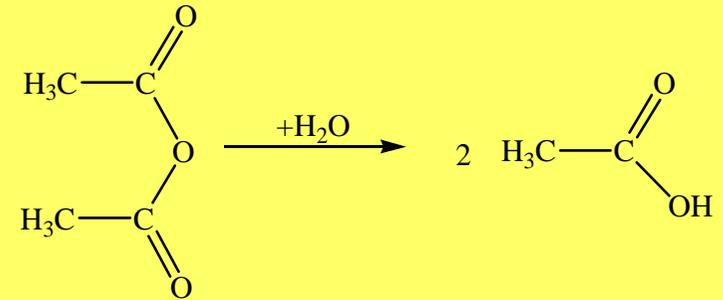


Butendisäureanhydrid
(Maleinsäureanhydrid)



2-Carboxybenzoesäureanhydrid
(Phthalsäureanhydrid)

Carbonsäuren und Carbonsäurederivate



Essigsäureanhydrid
(Acetanhydrid)

Essigsäure

Acetylierung von Holz:

