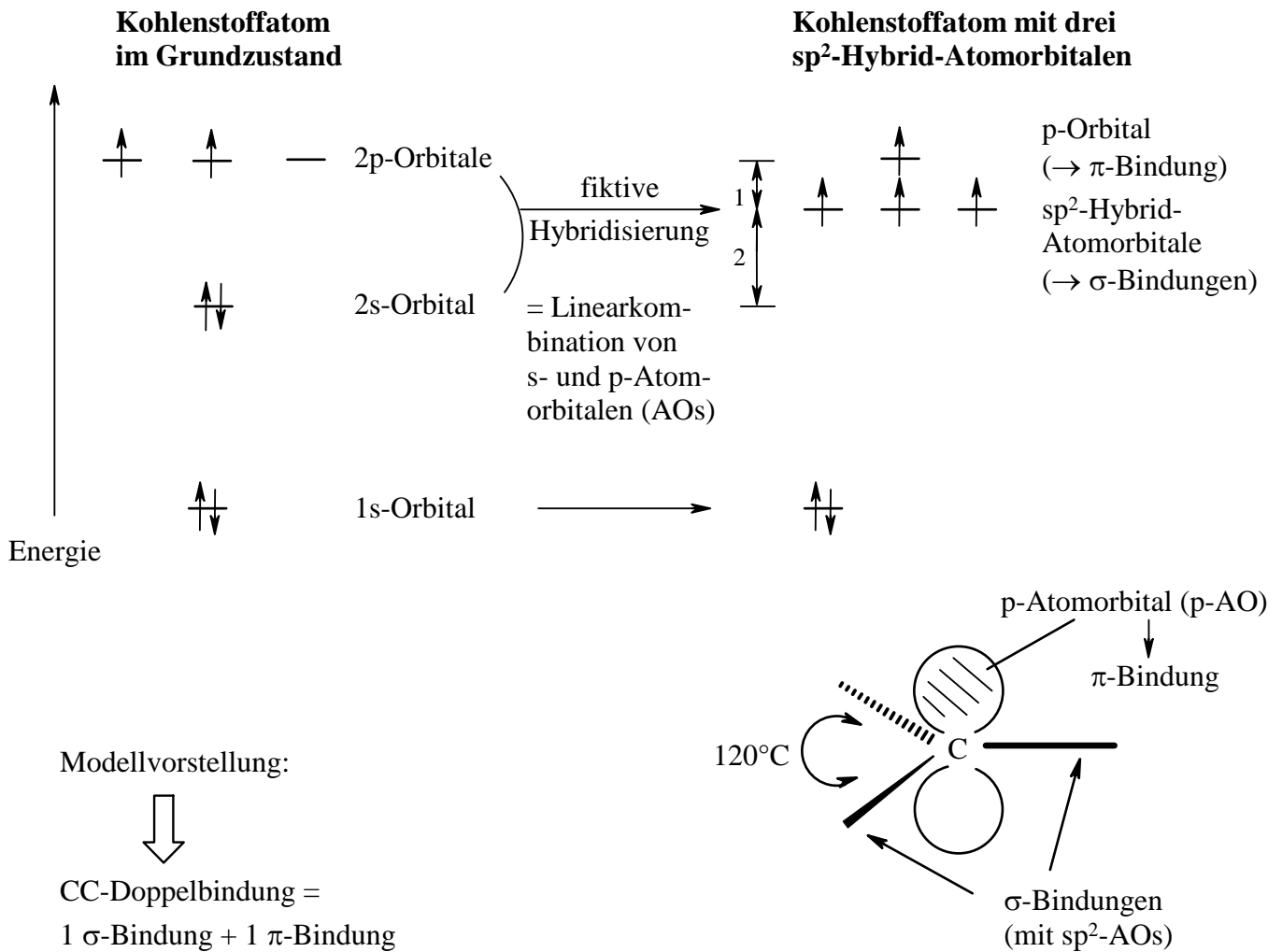


**Dreifach koordiniertes Kohlenstoffatom
mit ebener Anordnung der Liganden**

Beispiel Alkene



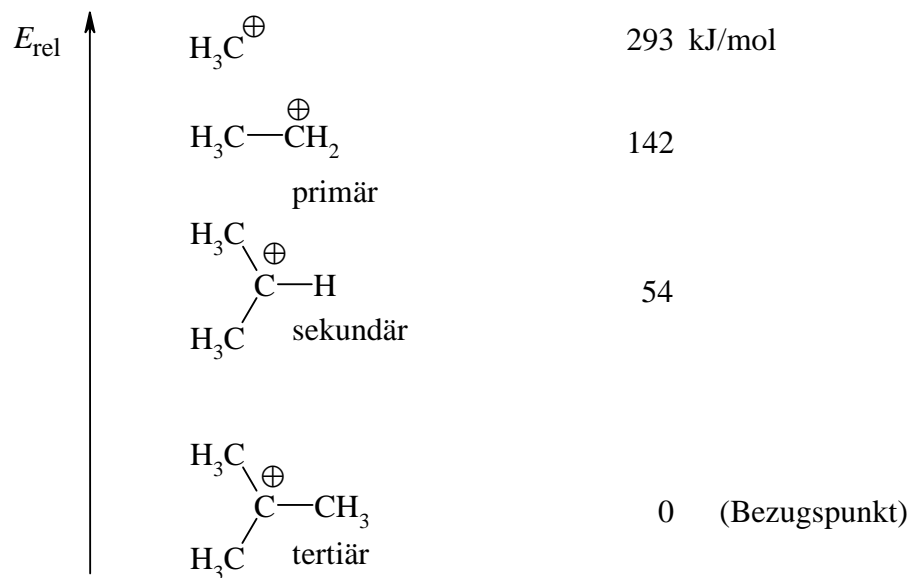
Alkene (Olefine)

acyclische Alkene C_nH_{2n}			Cycloalkene $C_nH_{(2n-2)}$		
systematischer Name (Trivialname)	Struktur	Stenographie	Name	Struktur	Stenographie
Ethen (Ethylen)	$H_2C=CH_2$		Cyclohexen		
Propen (Propylen)	$H_2C=CH-CH_3$				
1-Buten	$H_2C=CH-CH_2-CH_3$				
(Z)-2-Buten (cis-2-Buten)			trans-3,4-Dimethylcyclopent-1-en		
(E)-2-Buten (trans-2-Buten)			1,5-Dimethylcyclooct-1-en		
2-Methylpropen (Isobutylen, Isobuten)	$H_2C=C(CH_3)_2$				

Additionsreaktionen der Alkene

Alken	Reagenz	Bedingungen	Produkt	Verbindungsclass
	+ H ₂	Katalysator Ni, Pd oder Pt		Alkane
	+ HX	→		X = Cl, Br, I: Halogenalkane X = OH: Alkohole
	+ X ₂	→		1,2-Dihalogenalkane X = Cl, Br
	+ HOX	→		2-Halogenalkohole X = Cl, Br, I
	+	→		Epoxide + (Oxirane)
	+ O ₃	→		Ozonide ↓ Aldehyde, Ketone (Carbonsäuren)
	+	→		Cyclohexene

5.04

**Relative Stabilität von Carbenium-Ionen
(in der Gasphase)**

5.05

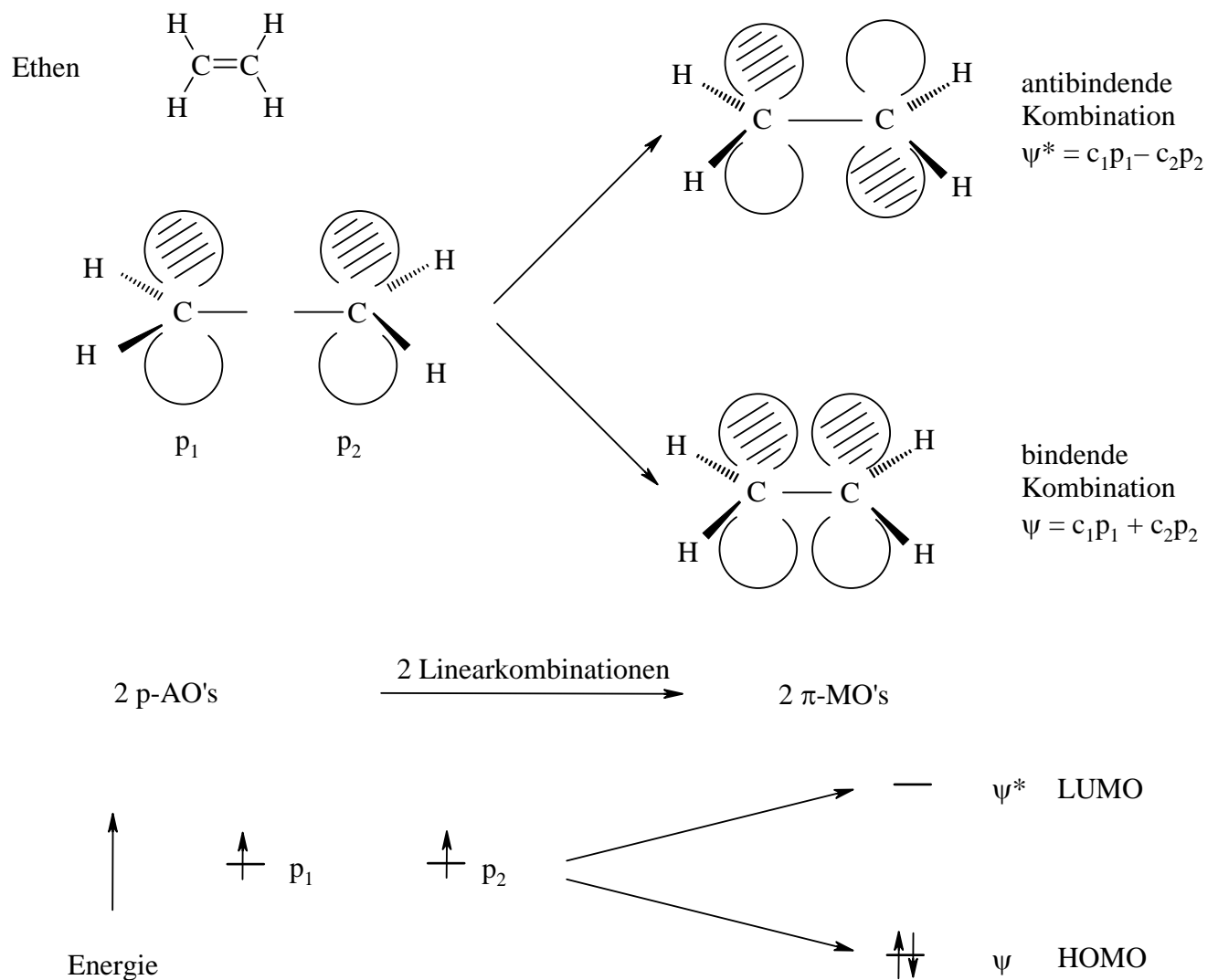
Hückel-Molekülorbital-Modell (HMO-Modell) von π -Bindungssystemen I

Vereinfachende Annahmen:

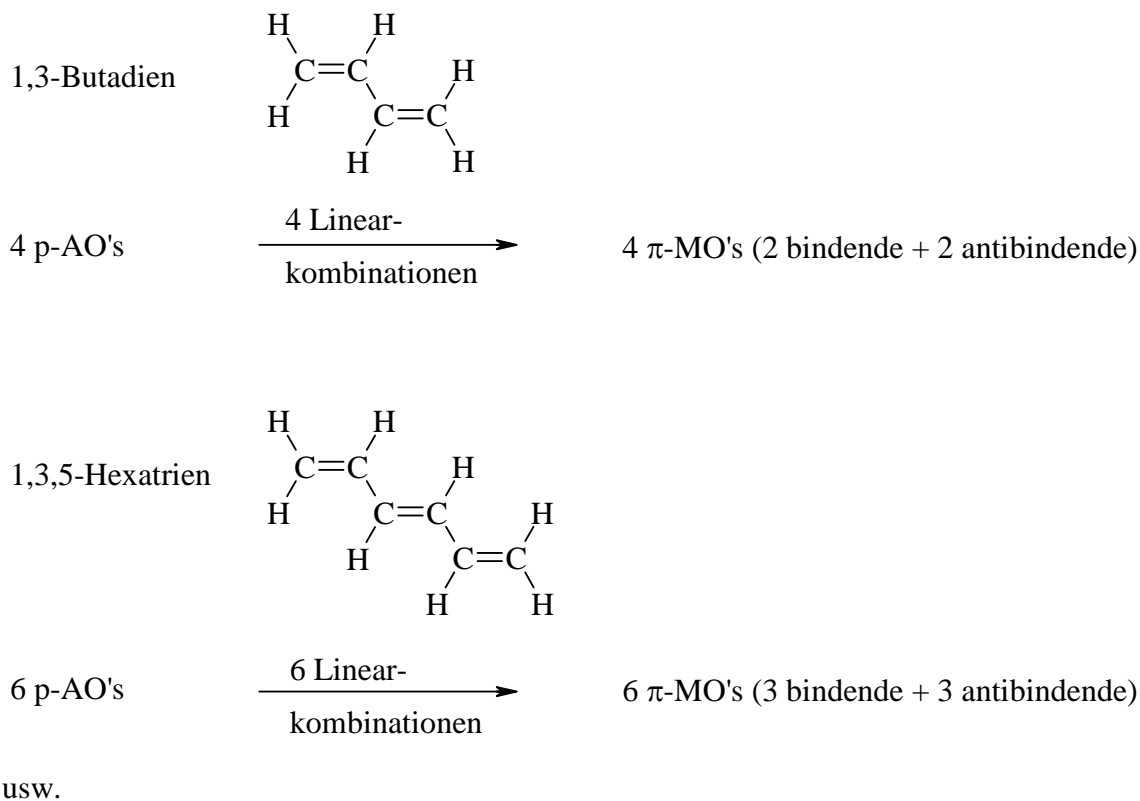
- 1) Ungesättigte Moleküle bestehen aus einem σ -Gerüst, dem π -Bindungen überlagert sind (d.h. Trennung vom σ - und π -System).
- 2) Das vom σ -Gerüst unabhängige π -System läßt sich durch Mehrzentren- π -Molekülorbitale (Mehrzentren- π -MO's) beschreiben, die den π -Elektronen freie Delokalisation erlauben.
- 3) Die Mehrzentren- π -MO's erhält man durch Linearkombination der p-Atom-orbitale (p-AO's).

5.06

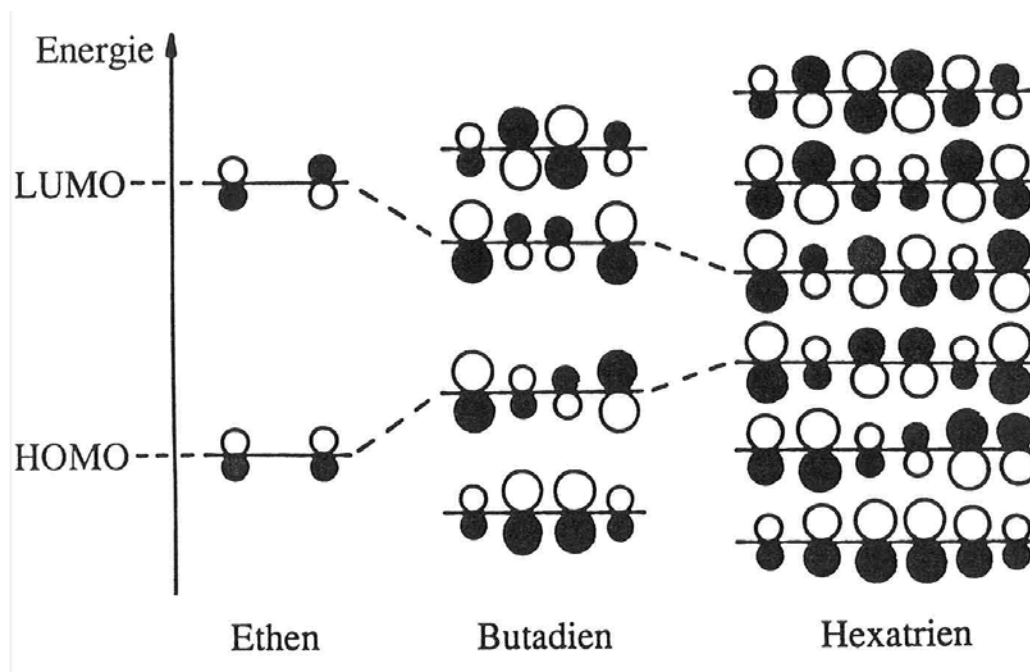
Hückel-Molekülorbital-Modell (HMO-Modell) von π -Bindungssystemen II



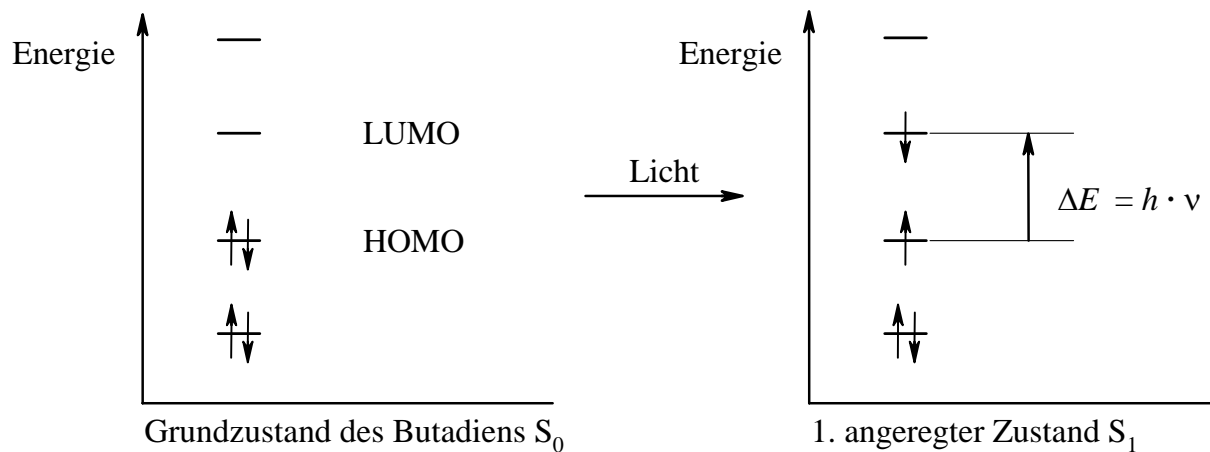
5.07

HMO-Modell von π -Bindungssystemen III

5.08

HMO-Modell von π -Bindungssystemen IV

Lichtabsorption konjugierter Polyene



$$\Delta E_{\text{LUMO-HOMO}} = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

ν = Frequenz [Hz]

λ = Wellenlänge

c = Lichtgeschwindigkeit

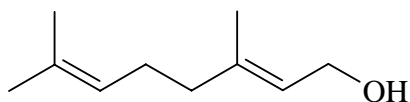
Energie von 1 mol Lichtquanten = $N_L \cdot \Delta E$

h = Planck'sches Wirkungsquantum

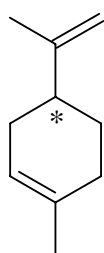
N_L = Zahl der Teilchen pro mol

$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}=\text{CH})_n-\text{CH}_3$	$\lambda_{\text{max}}[\text{nm}]$	$N_L \cdot \Delta E [\text{kJ mol}^{-1}]$	Farbe
n = 2	225	519	farblos
n = 3	275	439	farblos
n = 4	310	385	farblos
n = 5	340	356	gelblich
n = 6	365	331	schwach gelb
n = 8	415	289	gelb
n = 9	435	268	gelb-orange

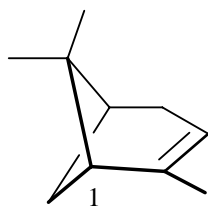
5.10

Monoterpene ($C_{10} = 2 \times C_5$)

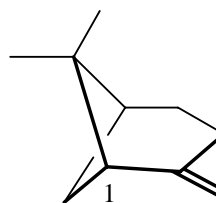
Geraniol
(Geraniumöl, Rosenöl)



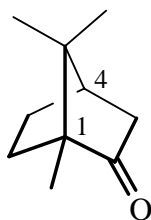
(*R*)-(-)-Limonen (Pfefferminzöl, Fichtennadelöl)
(*S*)-(+)-Limonen (Citronenöl, Kümmelöl)



(1*S*)-(-)- α -Pinen
(Terpentinöl)

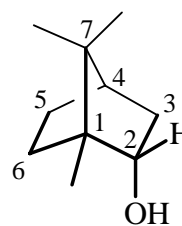


(1*S*)-(-)- β -Pinen
(Terpentinöl)



(+)-Campher

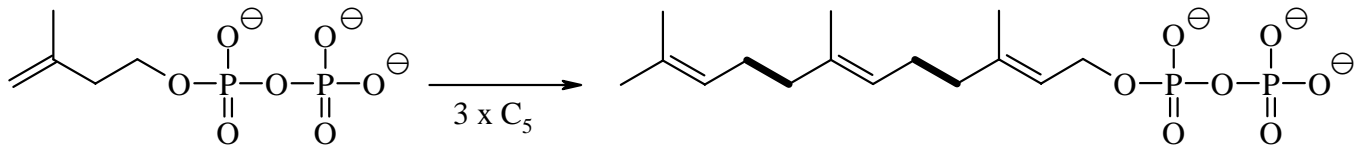
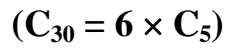
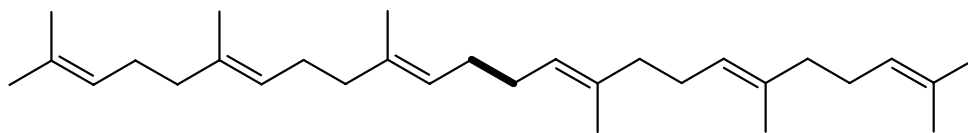
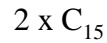
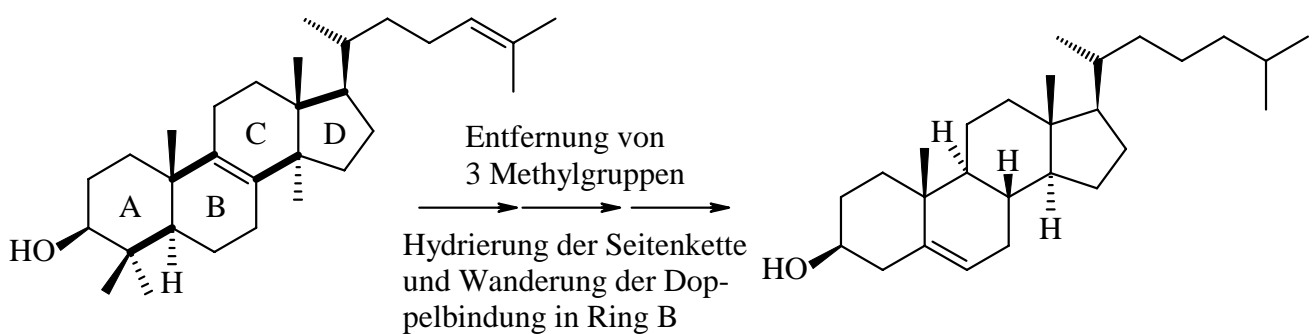
(1*R*,4*R*)-(+)-Bornan-2-on
(Holz des Campherbaums)



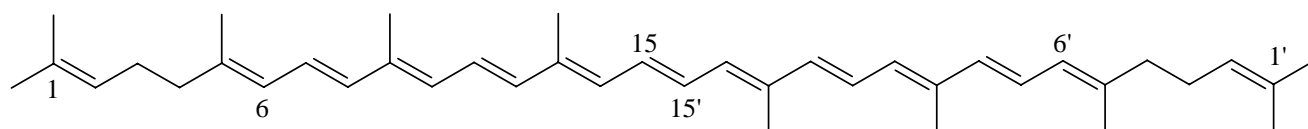
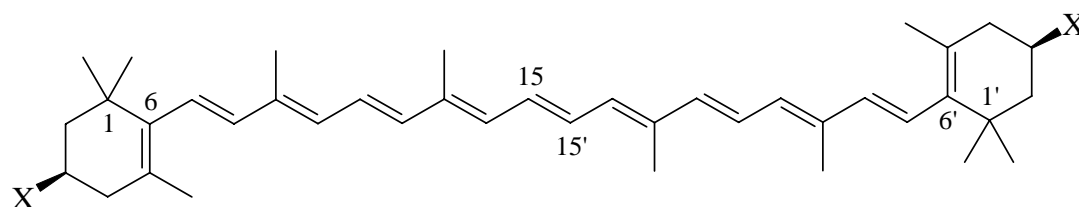
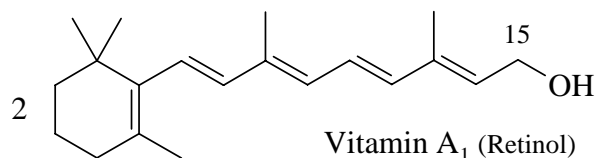
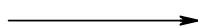
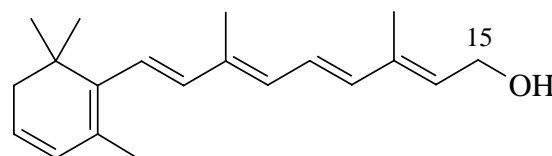
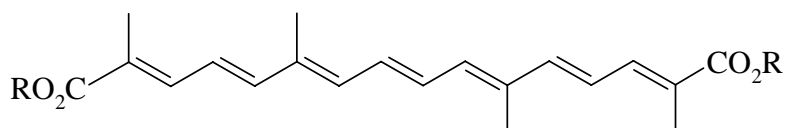
(+)-Borneol

(1*R*,2*S*,4*R*)-(+)-1,7,7-Trimethylbicyclo[2.2.1]heptan-2-ol
(Holz des Campherbaums, Lavendelöl, Rosmarinöl)

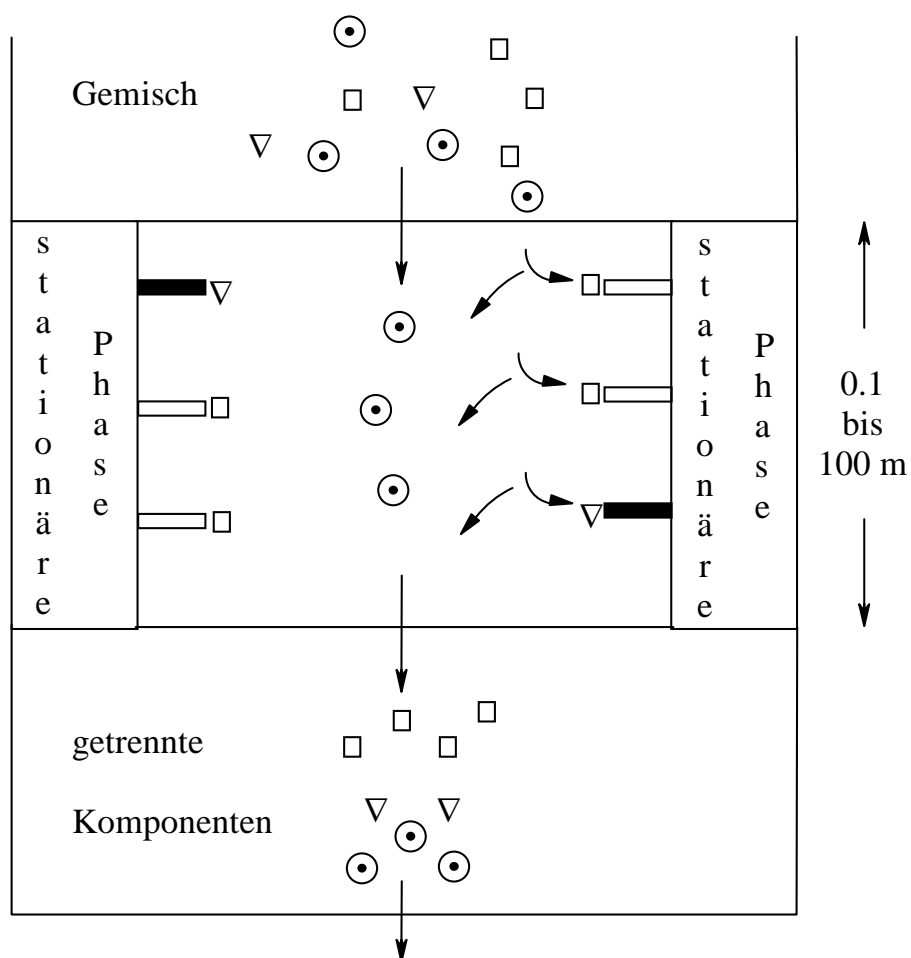
Triterpene und Steroide

Isopentenyl diphosphat (C_5)Farnesyl diphosphat (C_{15})Squalen (Triterpen, C_{30})Lanosterol (Triterpen, C_{30})Cholesterol (Steroid, C_{27})

Vorläufer von
 Gallensäuren
 Sexualhormonen
 Cortison
 Vitamin D₃

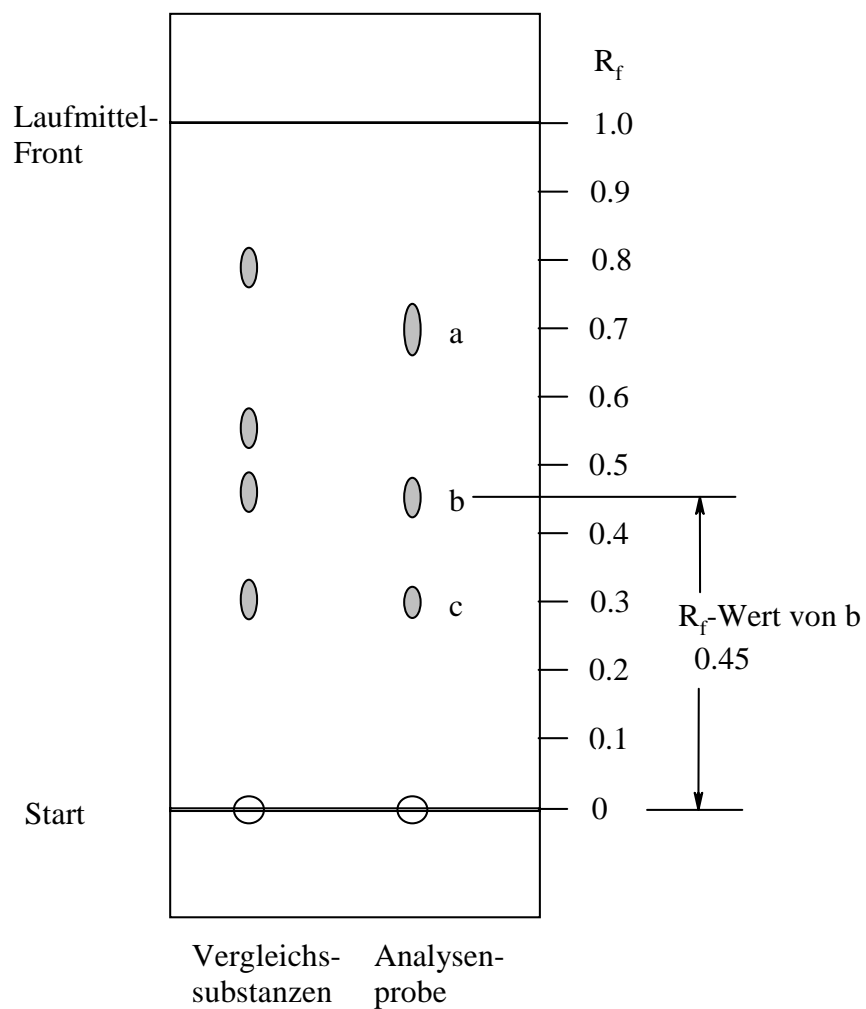
Carotinoide ($C_{40} = 2 \times C_{20}$)Lycopin
(Tomate)X = H : β -Carotin
(Karotten)Vitamin A₁ (Retinol)
($C_{20} = 1/2 \times C_{40}$)X = OH : Zeaxanthin
(Mais, grüne Pflanzen)Vitamin A₂ (Didehydroretinol)Crocin
(Krokus, Safran)

Prinzip chromatographischer Verfahren

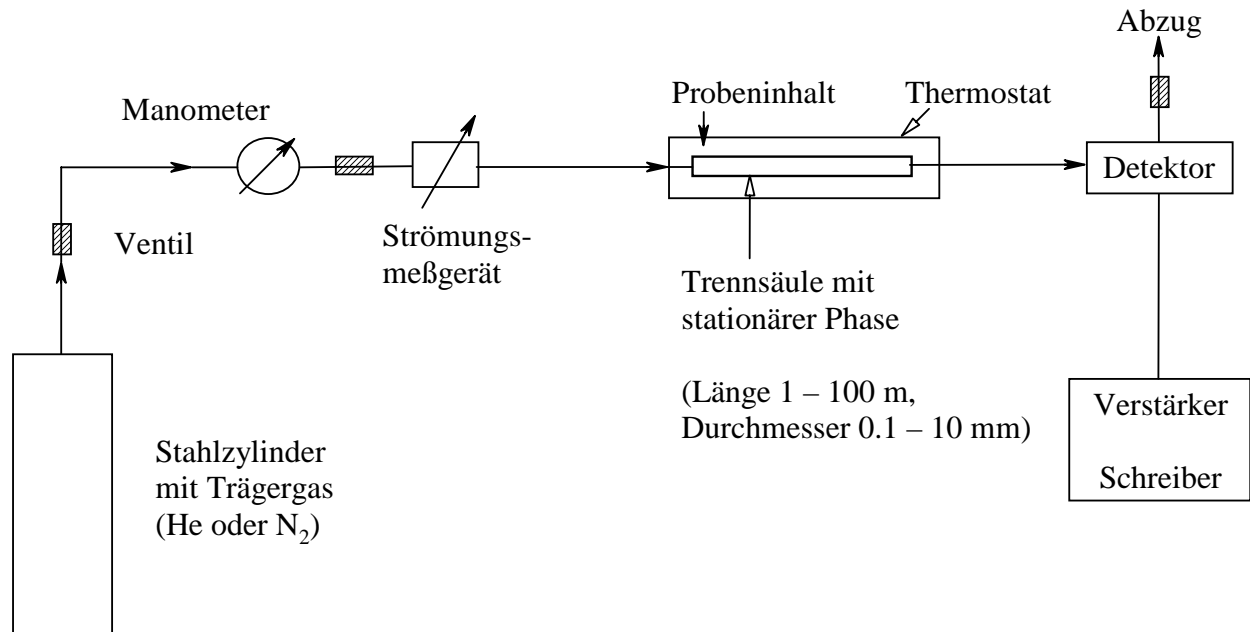


Trennung durch unterschiedlich starke "Wechselwirkung" mit der stationären Phase, unterschiedliche Verweilzeiten der Komponenten (Retentionszeiten)

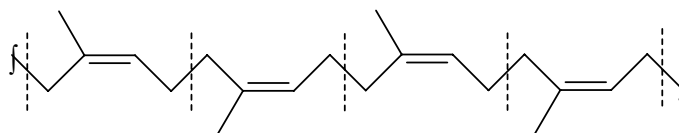
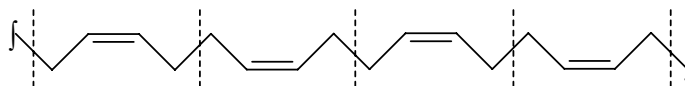
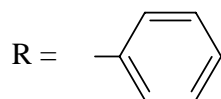
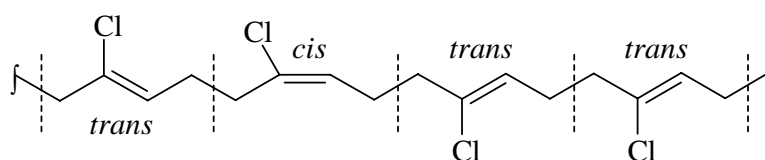
Trennung und Identifizierung durch Dünnschicht- oder Papierchromatographie



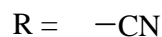
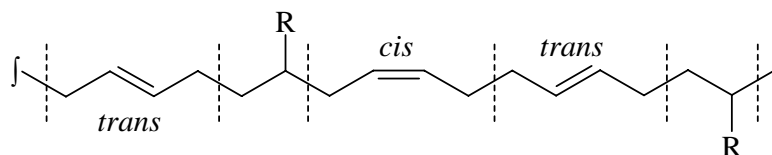
Schema eines Gaschromatographen



5.16

Naturkautschuk(Weltverbrauch 2005: $8.8 \cdot 10^6$ t)Doppelbindungen: *cis*-Konfiguration (identisch mit *cis*-Polyisopren-Synthesekautschuk)**Synthesekautschuk**(Weltverbrauch 2003: $11.4 \cdot 10^6$)***cis*-Polybutadien-Kautschuk****Polychloropren-Kautschuk**Doppelbindungen: *cis*- oder *trans*-Konfiguration**Styrol-Butadien-Kautschuk**

(= Mischpolymerisat aus Butadien und ca. 25% Styrol)

**Butadien-Nitril-Kautschuk**

(= Mischpolymerisat aus Butadien und 20 – 40% Acrylnitril)

Doppelbindungen: *cis*- oder *trans*-Konfiguration

Synthetische Polymere mit gesättigter Kohlenstoffkette

R =	Monomer (Trivialnamen)	→ Polymer	Verbrauch 2002 [210 ⁶ t]
	$\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{R}}{\text{CH}}$	$\cdots\text{f}-\text{CH}_2-\underset{\text{R}}{\text{CH}}-\left(\text{CH}_2-\underset{\text{R}}{\text{CH}}\right)_n-\text{CH}_2-\underset{\text{R}}{\text{CH}}-\text{f}\cdots$	
H	Ethylen	Poly ethylen (PE)	50.4
CH ₃	Propylen	Poly propylen (PP)	29.4
C ₆ H ₅	Styrol	Polystyrol (PS)	12.6
CN	Acrylnitril	Poly acrylnitril (PAN)	2.5 (1987)
Cl	Vinylchlorid	Poly vinylchlorid (PVC)	25.2
$\text{O}=\text{C}-\text{CH}_3$	Vinylacetat	Poly vinylacetat	
O-C ₂ H ₅	Vinylether	Poly vinylether	
	$\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{R}}{\text{C}}-\text{CH}_3$	$\cdots\text{f}-\text{CH}_2-\underset{\text{R}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\left(\text{CH}_2-\underset{\text{R}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}\right)_n-\text{CH}_2-\underset{\text{R}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{f}\cdots$	
CH ₃	Isobutylen	Poly isobutylen	
$\text{O}=\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$	Methacrylsäure- methylester	Poly methacrylat (Plexiglas)	
	$\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$	$\cdots\text{f}-\text{CF}_2-\text{CF}_2-\left(\text{CF}_2-\text{CF}_2\right)_n-\text{CF}_2-\text{CF}_2-\text{f}\cdots$	
	Tetrafluorethylen	Poly tetrafluorethylen (Teflon)	