

1 Elemente in organischen Verbindungen

Kohlenstoff (C) – Sauerstoff (O) – Wasserstoff (H) – Stickstoff (N) – Phosphor (P) – Schwefel (S)

Kohlenstoff kommt *immer* in organischen Verbindungen vor. (Sonst ist es keine organische Verbindung!) **Wasserstoff** kommt *fast immer* in organischen Verbindungen vor. Eine sehr große Anzahl organischer Verbindungen enthält **Sauerstoff** (-COOH).

Aus den Proteinen kennen wir u. a. die **schwefelhaltigen** Thiolgruppen, und führt man sich wirklich wichtige Moleküle wie ATP oder die DNA vor Augen, weiß man sofort, daß auch **Phosphor** und dazugehört.

Eine Eselsbrücke: mit den Namen COHN hat man sich vier Elemente gemerkt, dann muß man nur noch an die DNA und die Proteine denken.

Einige weitere Elemente kommen als **Metallionen** vor: Na^+ , K^+ , Mg^{2+} (Chlorophyll), Ca^{2+} (Knochen), Fe^{2+} und Fe^{3+} (Häm, Cytochrom), Mn^{2+} (Enzyme), Co^{2+} (Vitamin B₁₂). (Eine weitere kleine Gedächtnisstütze: Aus Transmembranproteinen gebildete Ionenkanäle in Zellmembranen für K^+ , Na^+ , Ca^{2+} .)

Wie ist es mit Elementen wie z. B. Uran, Quecksilber, Chlor oder Helium in organischen Verbindungen? Unterscheiden Sie zwischen *organischen Verbindungen* und *lebenden Organismen*! Es gibt organische Verbindungen wie Methylquecksilber CH_3Hg^+ , Uranocen $\text{U}(\text{C}_8\text{H}_8)_2$ oder Dichlorcarben CCl_2 (wobei letzteres ein Beispiel für eine organische Verbindung ohne Wasserstoff ist).

Beispielaufgaben

(1) Welche dieser Elemente sind in organischen Verbindungen am häufigsten vertreten?

Chlor, Eisen, Fluor
Chlor, Fluor, Natrium
Kalium, Sauerstoff, Stickstoff
Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff
Phosphor, Schwefel, Stickstoff

(2) Welches Element ist in allen organischen Verbindungen vertreten?

Schwefel
Kohlenstoff
Stickstoff
Sauerstoff
Chlor

(3) In welcher Auswahlantwort sind nur solche Elemente angegeben, die für den Aufbau organischer Verbindungen wichtig sind?

Cl, F, Na, Si
Si, Fe, F, Cl
N, O, K, Cu
H, He, S, P
C, H, O, N

2 Die homologe Reihe der Alkane

Name	Summenformel	Schmelztemp. [°C]	Siedetemp. [°C]	Aggregatzustand bei 20 °C
Methan	CH ₄	-183	-162	Gasförmig
Ethan	C ₂ H ₄	-182	-89	"
Propan	C ₃ H ₈	-188	-42	"
Butan	C ₄ H ₁₀	-138	-0,5	"
Pentan	C ₅ H ₁₂	-130	36	Flüssig
Hexan	C ₆ H ₁₄	-95	69	"
Heptan	C ₇ H ₁₆	-91	98	"
Oktan	C ₈ H ₁₈	-57	126	"
Nonan	C ₉ H ₂₀	-54	151	"
Decan	C ₁₀ H ₂₂	-30	174	"
...				
Hexadecan	C ₁₆ H ₃₄	18	280	Fest
Heptadecan	C ₁₇ H ₃₆	22	303	"
...				
Eikosan	C ₂₀ H ₄₂	36	342	"
...				

- Allgemeine Summenformel: C_nH_{2n+2}

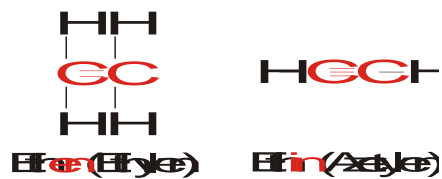
Homolog: homo (gr.) gleich, logos (gr.) Wort, hier im Sinne von Formel – gleiche Formel

- Alkane sind unpolare Substanzen und deshalb in polaren Substanzen wie Wasser unlöslich (hydrophob). Sie sind aber gute Lösungsmittel für Fette und fettähnliche Stoffe (lipophil).
- Anstieg der Schmelz- und Siedetemperaturen mit der Kettenlänge

3 Alkene, Alkine und funktionelle Gruppen

• Alkene und Alkine (Mehrfachbindungen)

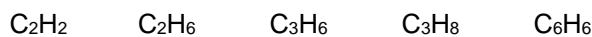
Die C-Atome können auch durch Doppel- oder Dreifachbindungen miteinander verbunden sein. Die einfachste Substanz mit einer Doppelbindung heißt Ethen, die einfachste Substanz mit einer Dreifachbindung ist das Ethin. Substanzen mit einer Doppelbindung erhalten im Namen die Endsilbe *-en*, solche mit einer Dreifachbindung die Endsilbe *-in*.



Wie die Alkane sind auch die Alkene alle durch die gleiche allgemeine Summenformel zu beschreiben, deshalb spricht man hier von der *homologen Reihe der Alkene*.

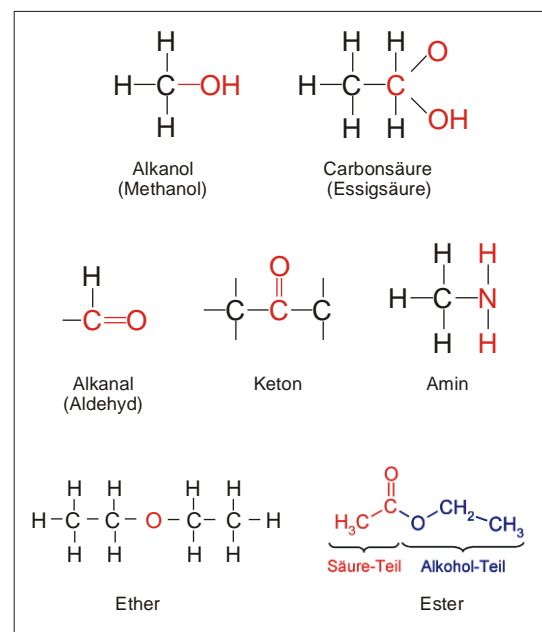
Beispielaufgabe

Welche Verbindung kann aufgrund der Summenformel zur homologen Reihe der Alkene gehören?



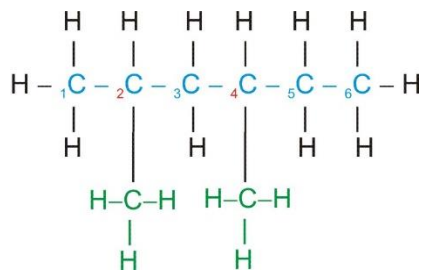
• Funktionelle Gruppen

Alkanole (Alkohole)	$R - OH$	Hydroxylgruppe
Säuren (Carbonsäuren)	$R - COOH$	Carboxylgruppe (Carboxygruppe)
Alkanale (Aldehyde)	$R - COH$	Carbonylgruppe
Ketone	$R - CO - R'$	Carbonylgruppe
Amine	$R - NH_2$	Aminogruppe
Ester	$R - O=C-O - R'$	Esterbrücke
Ether	$R - O - R'$	Sauerstoffbrücke



4 Systematische Benennung der verzweigten Alkane

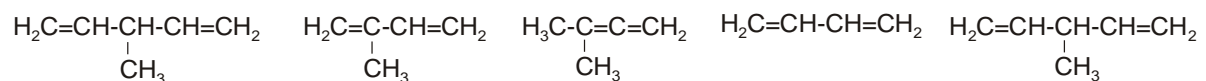
1. Die **längste unverzweigte Kette** der Kohlenstoffatome im Molekül (die *Hauptkette*) wird ermittelt und nach dem entsprechenden Alkan benannt – im Beispiel unten ergibt sich **Hexan**.
2. Die **Seitenketten** werden analog zur Alkanreihe benannt. Dabei wird die Endung "-an" durch "-yl" ersetzt. Man spricht deshalb auch von *Alkylgruppen*, deren Name an den der langen Kette angehängt wird, im Beispiel **Methylhexan**.
3. Die Anzahl der jeweils gleichen Alkylgruppen wird mit griechischen Zahlwörtern benannt und vor den Namen der Alkylgruppe gesetzt – im Beispiel bedeutet das **Dimethylhexan**.
4. Vor diese Angabe setzt man die **Nummern der Kohlenstoffatome**, an die die Alkylgruppen gebunden sind. Dabei beginnt man mit dem Nummerieren der C-Atome grundsätzlich an der Seite, an der *zuerst* eine Alkylgruppe auftritt. Im Beispiel beginnt man links, die Alkylgruppen befinden sich an den Kohlenstoffatomen 2 und 4.



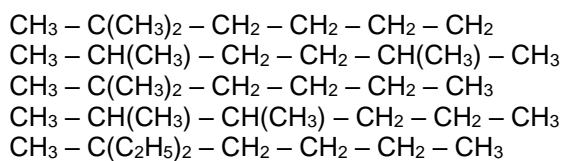
2,4-Dimethylhexan

Beispielaufgaben

(1) Welche Strukturformel hat 2-Methyl-1,3-butadien?



(2) In welcher Zeile steht die rationale Formel für 2,3-Dimethylhexan?



(3) Welche Substanzklassen haben eine gleiche allgemeine Summenformel?

- Alkane und Alkene
- Alkene und Cycloalkane
- Alkane und Alkine
- Alkane und Cycloalkane
- Alkene und Alkine

5 Isomerie

Alkane können neben unverzweigten Ketten auch *verzweigte* Kohlenwasserstoffketten bilden. Die dadurch entstandenen *Isomere* unterscheiden sich chemisch von den unverzweigten Ketten, auch die physikalische Eigenschaften können geringfügig anders sein (z. B. Siedetemperaturen).



n-Hexan



Iso-Hexan

Cis-Trans-Isomerie

Bei den Alkenen mit mehr als drei C-Atomen kann die C = C - Doppelbindung an verschiedenen Stellen der Kohlenstoffkette liegen. Außerdem können die Molekülbauteile auf derselben (cis-Stellung) oder der gegenüberliegenden Seite (trans-Stellung) angeordnet sein.

Beispielaufgaben

(1) Ab welcher Kettenlänge kann Isomerie auftreten? Name des Moleküls?

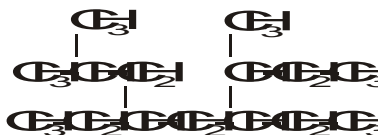
(2) Bei welcher Verbindung gibt es keine cis-trans-Isomerie?

- (1) $\text{CH}_2 = \text{CCl}_2$
- (2) $\text{HOOC} - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$
- (3) $\text{Cl} - \text{CH} = \text{CH} - \text{Cl}$
- (4) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
- (5) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

(3) Bei welcher Verbindung ist cis-trans-Isomerie möglich?

- (1) $\text{CCl}_2 = \text{CCl}_2$
- (2) $\text{CH}_2 = \text{CHBr}$
- (3) $\text{CHBr} = \text{CBr}_2$
- (4) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
- (5) $\text{CH}_2 = \text{CBr}_2$

(4) Wie heißt die angegebene Verbindung nach den Regeln der IUPAC-Nomenklatur?



- 2,3,5-Diethyl-7-methyloctan
 3,5-Diisobutylheptan
 4,6-Diethyl-2,7-dimethylnonan
 2,4,5-Diethyl-1-isopropylhexan
 4-Ethyl-6-isobutyl-2-methyloctan