

## 0.1 Alkane

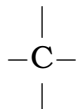
Eine einfache Stoffgruppe der organischen Chemie sind die Alkane. Dabei handelt es sich um eine spezielle Gruppe der Kohlenwasserstoffe (KW). Alle Alkane gehorchen folgendem Prinzip:  $C_nH_{2n+2}$

Formel	Bezeichnung
$CH_4$	Methan
$C_2H_6$	Ethan
$C_3H_8$	Propan <sup>1</sup>
$C_4H_{10}$	Butan
$C_5H_{12}$	Pentan
$C_6H_{14}$	Hexan
$C_7H_{16}$	Heptan
$C_8H_{18}$	Octan
$C_9H_{20}$	Nonan
$C_{10}H_{22}$	Decan

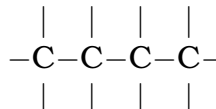
Homologe Reihe der Alkane, unterschiedlich lange C-Ketten mit C-C ( $sp^3/sp^3$ ) und C-H ( $sp^3/s$ )-Bindungen ( $\sigma$ -Bindungen)

Beispiele:

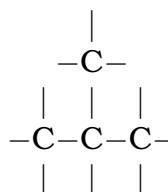
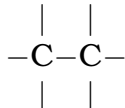
### Methan



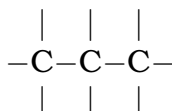
### Butan



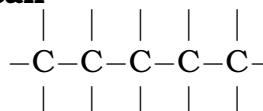
### Ethan



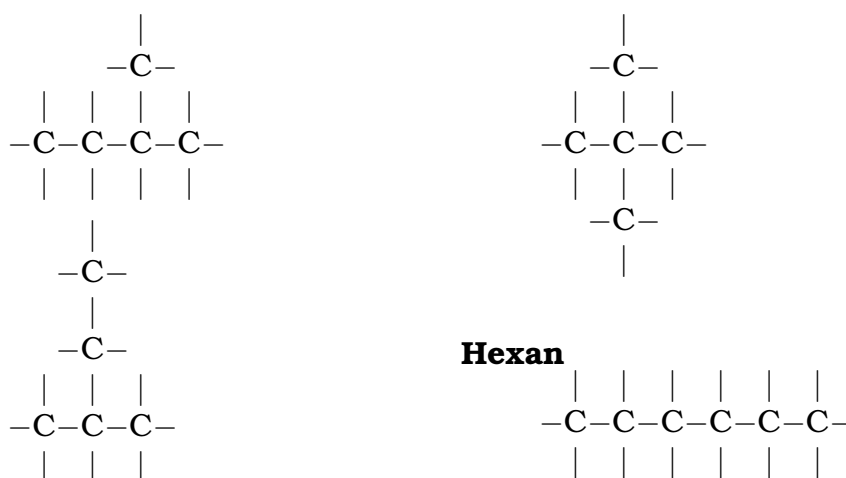
### Propan



### Pentan



<sup>1</sup>bis hier hin etwa gasförmig, danach flüssig und zum Schluss fest



10.10.2005

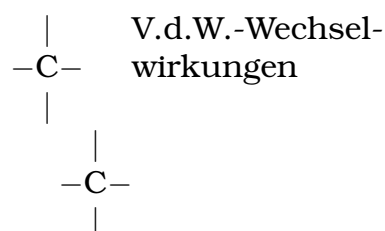
### 0.1.1 Alkane und ihre Eigenschaften

#### Siedepunkte/Schmelzpunkte

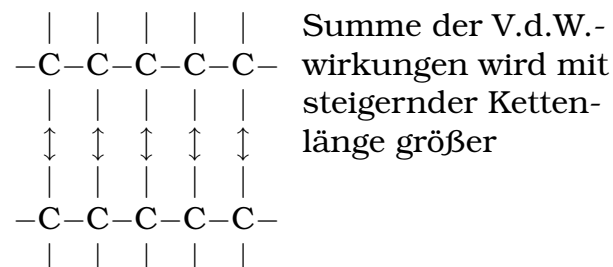
In der homologen Reihe der Alkane nehmen mit zunehmender Molekülgröße die Siede-/Schmelzpunkte zu.

Erklärung:

$\text{CH}_4$ :



$\text{C}_5\text{H}_{12}$ :



V.d.W.-Wechselwirkungen: Grundlage Dipol-Wechselwirkungen!  
Durch bewegte Ladung ( $e^-$ ) entstehen momentane Dipole, die sich kurzzeitig anziehen können  $\rightarrow$  schwache Wechselwirkungen

#### Viskosität

In der homologen Reihe steigt mit zunehmender Kettenlänge die Viskosität an ( $\rightarrow$  V.d.W.!).

Bei steigender Temperatur sinkt die Viskosität.

12.10.2005





Ergänzung der Regeln:

- Die Angabe des „Verzweigungsortes“ erfolgt **vor** der Angabe der Verzweigungsart.
- Die alphabetische Anordnung wird ohne Berücksichtigung der griechischen Zahlvorsilben vorgenommen.
- Die Angabe n- deutet darauf hin, dass es sich um ein unverzweigtes Alkan handelt.

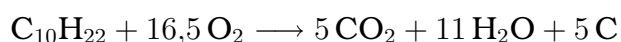
24.10.2005

#### 0.1.4 Alkane und ihre chemischen Eigenschaften

##### Brennbarkeit

Je weniger C-Atome, desto leichter brennbar.

Bei längeren C-Ketten muss eine zusätzliche Zufuhr von Sauerstoff gewährleistet sein, um den Stoff zu verbrennen!



[Die Menge des entstehenden elementaren Kohlenstoffs wurde von uns gewählt; man kann sie nicht aus der Gleichung ablesen]

Wenn höhere Alkane ohne ausreichende Sauerstoffzufuhr verbrannt werden, entsteht dabei elementarer Kohlenstoff (Ruß, gelbe Flamme).

07.11.2005

#### 0.1.5 Reaktionen der Alkane mit Halogenen

Alkane zeigen eine Reaktion mit Halogenen.

Z.B.: Methan mit Chlor wird u.a. zu z.B. Chlor-Methan ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ )

→ Substitutionsreaktion: Das H-Atom wird durch ein Halogen-Atom ersetzt!

Reaktionsmechanismus:

- $\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{Licht}} 2 \text{Cl}\cdot$  (homolytische Trennung; das  $\text{Cl}\cdot$  ist ein Radikal, es stößt weitere Reaktion an, es sucht Edelgaszustand)

- $\text{Cl}\cdot + \text{CH}_4 \longrightarrow \text{HCl} + \cdot\text{CH}_3$  [das  $\text{Cl}\cdot$ -Radikal reißt ein H· des  $\text{CH}_4$  'raus]
- $\text{Cl}\cdot + \cdot\text{CH}_3 \longrightarrow \text{CH}_3\text{Cl}$

Weitere Möglichkeiten für den Reaktionsmechanismus:

- Startreaktion (bildet Radikale):  

$$\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{Licht}} 2 \text{Cl}\cdot$$
- Kettenreaktion (Radikale als Edukte und Produkte):  

$$\text{Cl}\cdot + \text{CH}_4 \longrightarrow \text{CH}_3\cdot + \text{HCl}$$

$$\text{CH}_3\cdot + \cdot\text{Cl} \longrightarrow \text{CH}_3\text{Cl}$$
  - $\text{CH}_3\cdot + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}\cdot$
  - $\text{CH}_3\cdot + \text{CH}_4 \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{CH}_3\cdot$
- Stoppreaktion (vernichtet Radikale durch gegenseitiges Abreagieren):  

$$\text{CH}_3\cdot + \cdot\text{CH}_3 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6$$

$$\text{Cl}\cdot + \cdot\text{Cl} \longrightarrow \text{Cl}_2$$

09.11.2005

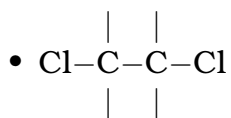
Alle Produkte dieser **radikalischen Substitution** basieren auf zufälligen Bildungen. Es hängt vom Reaktionspartner ab, auf den das Radikal zufällig trifft (→ Statistik!).

$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$  aus  $\text{CH}_4$  und  $\text{Cl}_2$ ?

- $\text{Cl}\cdot + \text{CH}_4 \longrightarrow \text{CH}_3\cdot + \text{HCl}$
- $\text{CH}_3\cdot + \text{CH}_3\cdot \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6$  [unwahrscheinlich]
- $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Cl}\cdot \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\cdot + \text{HCl}$  [unwahrscheinlich]

[→ Also ist es möglich, aber dauert sehr lange]

- $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ : 1,1-Dichlorethan

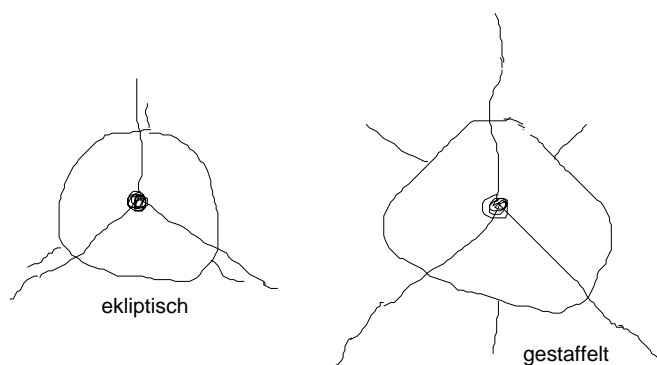


1,2-Dichlorethan

Von Dichlorethan existieren mehrere Isomere. Betrachtet man ein Isomer, so fällt auf, dass es mehrere **Konformere** davon gibt.

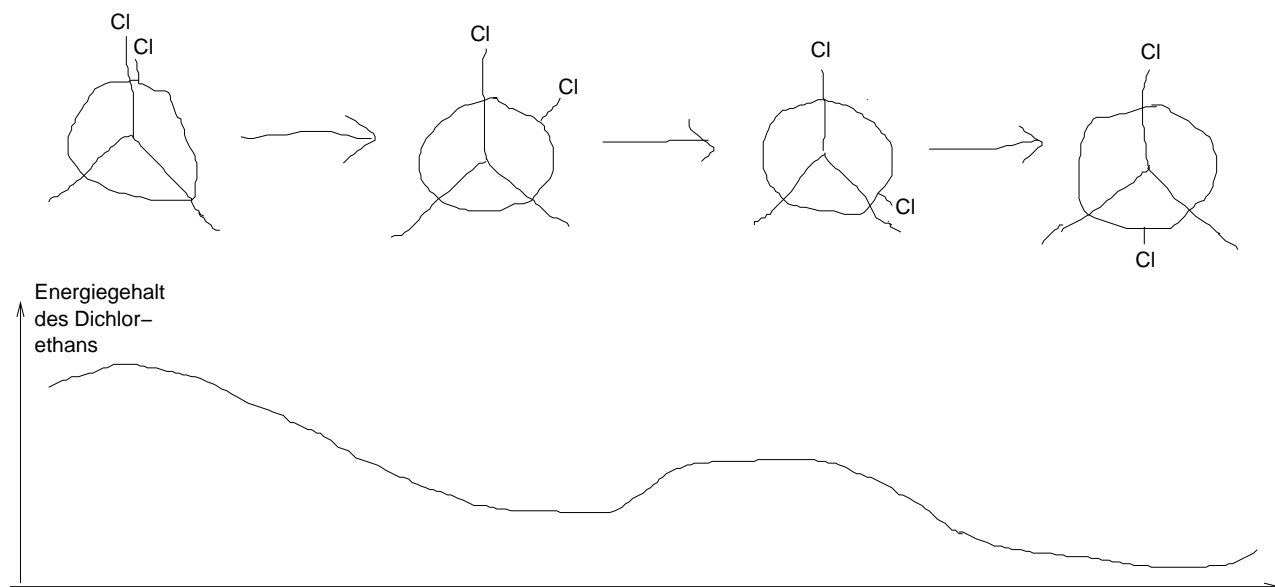
Def.: Konformere sind Moleküle mit der gleichen Verknüpfung, aber unterschiedlicher räumlicher Anordnung der Atome. Sie entstehen aus einer spontanen Drehung um eine  $\sigma$ -Bindung.

Darstellung als Newman-Projektion:



13.11.2005

Weiteres Beispiel:  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$



### 0.1.6 Cycloalkane

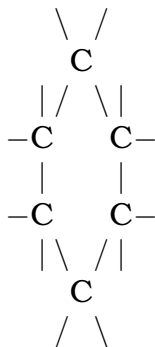
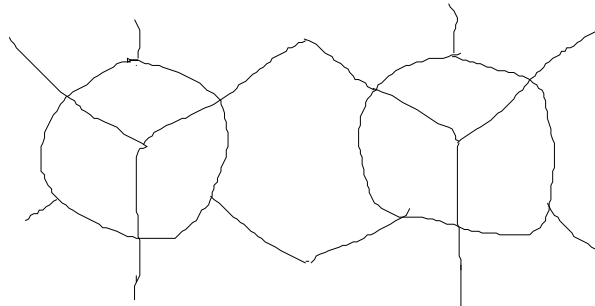
Allgemeine Formel der Cycloalkane:  $C_nH_{2n}$  (es fehlen die entständigen H-Atome)

Charakterisierung durch den Besitz von  $-CH_2-$ -Gruppen.

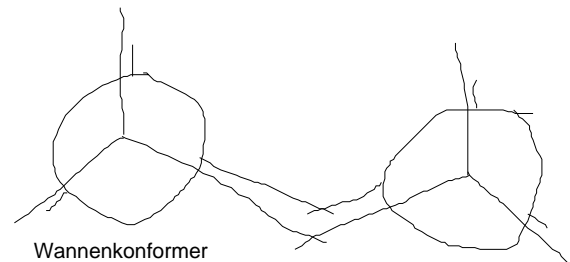
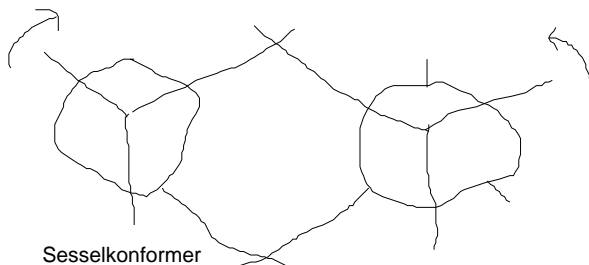
→ Unterschiedliches Reaktionsverhalten! Nur wenig stabile Vertreter [ $C_5$  bis  $C_8$ ]

Beispiele:

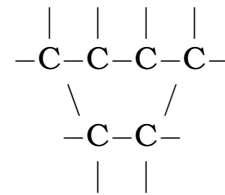
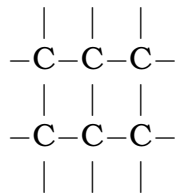
#### Cyclohexan ( $C_6H_{12}$ )



14.11.2005



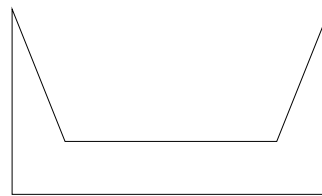
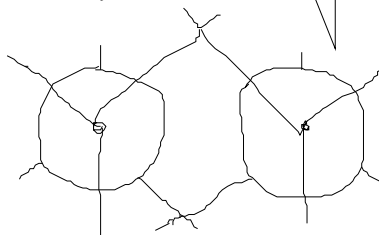




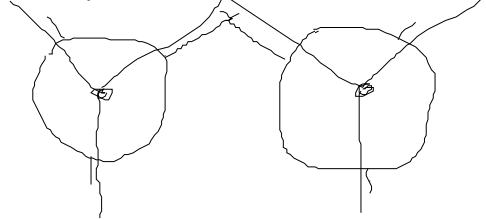
[XXX: Diese letzten beiden Zeichnungen sind teilweise inkorrekt.]



Sesselkonformation  
des Cyclohexans

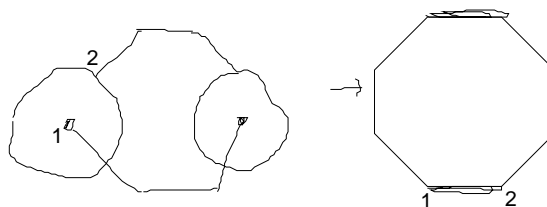


Wannenkonformation  
des Cyclohexans

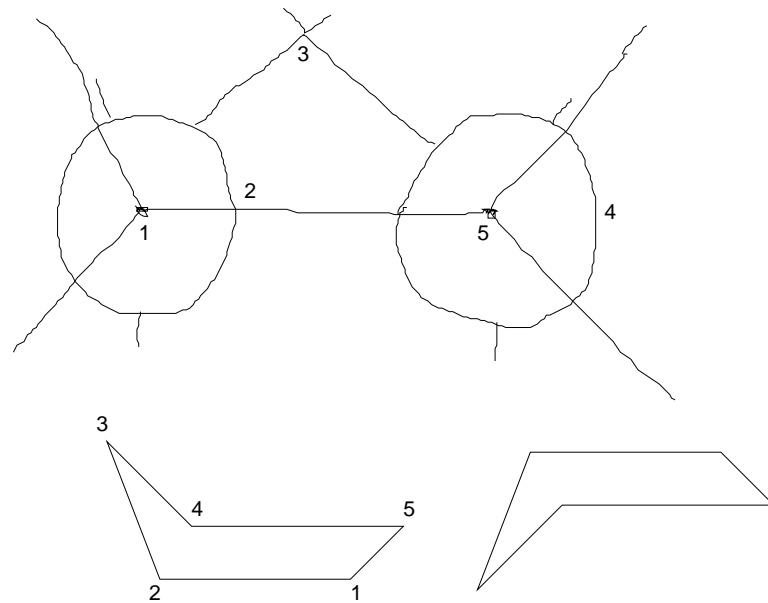


Sesselkonformation: Hier alle Bindungen/Partner auf Lücke  
→ weniger Spannung im Molekül  $\hat{=}$  ist energetisch günstiger  
[Das ist auch sichtbar in der „anderen Darstellung“ („räumliche Darstellung“): Der Winkel zu den H-Atomen (nicht eingezeichnet, die Ecken repräsentieren die C-Atome, von denen ausgehend geht's zu den H-Atomen) ist der Tetraederwinkel.]

## Cyclooctan

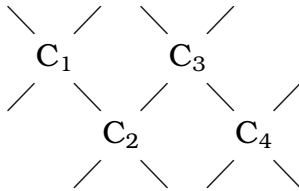


## Cyclopentan

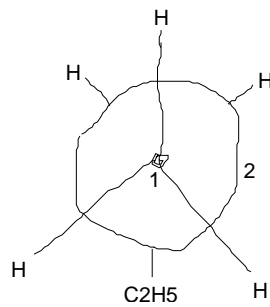


Durch Rotation um C-C-Bindungen entsteht [beim Cyclopentan] kein energetisch unterschiedliches Konformerer.

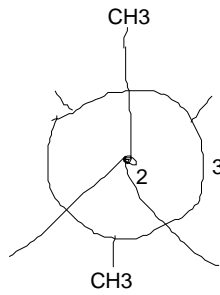
### Butan



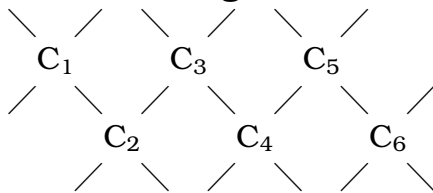
- Blick auf C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>-Bindung:



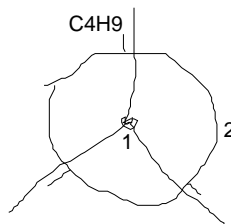
- Blick auf C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>-Bindung:



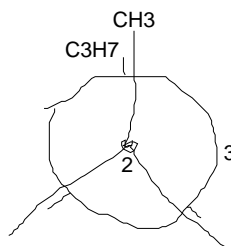
**n-Hexan [Hausaufgabe ]**



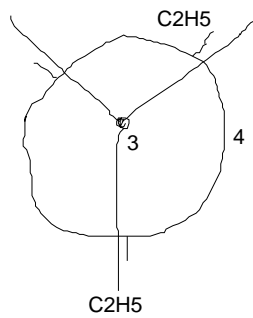
- Blick auf C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>-Bindung:



- Blick auf C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>-Bindung:



- Blick auf C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>-Bindung:



[In Strukturformeln gibt es selbstverständlich keine Angaben zum Konformer, deswegen sind auch alle denkbaren Drehungen in den Newman-Projektionen zulässig.]