

OC-Kapitel 04: Kohlenstoff als Bindungspartner in Alkanen, Alkenen und Alkinen



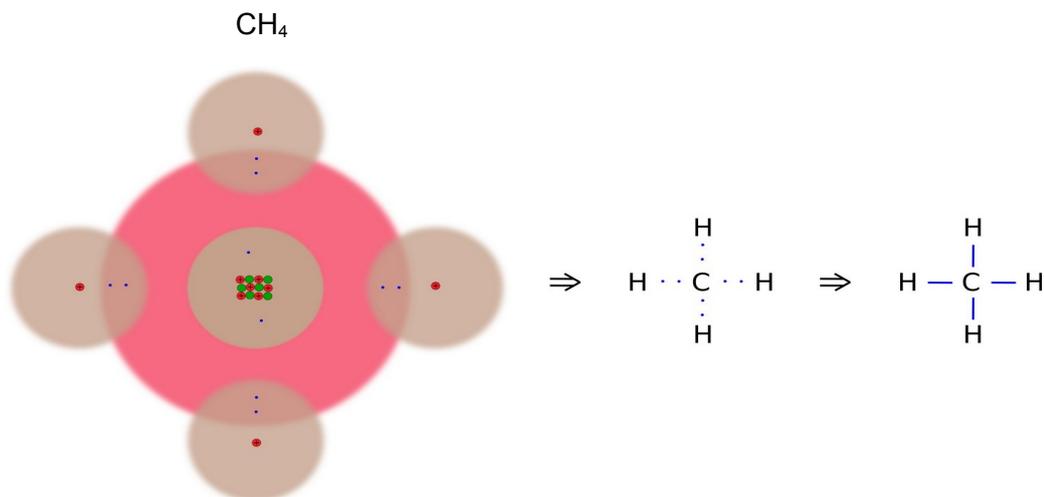
Freies Lehrbuch der organischen Chemie von H. Hoffmeister und C. Ziegler
(unter GNU Free Documentation License, Version 1.2 (GPL)).

Die jeweils aktuellste Fassung finden Sie unter: <https://hoffmeister.it/index.php/chemiebuch-organik>

Inhalt

OC-Kapitel 04: Kohlenstoff als Bindungspartner in Alkanen, Alkenen und Alkinen.....	1
Inhalt.....	2
Wdh. Klasse 10: Die Atombindung bei Wasserstoff & Kohlenstoff.....	4
Kohlenstoff als Bindungspartner.....	5
Die homologe Reihe der Alkane.....	6
Die Namen der homologen Reihe von Alkanen > C ₁₀	7
Was macht die Alkane so besonders?.....	7
Eigenschaften der Alkane - Schmelz und Siedepunkte.....	8
Alkangemische.....	9
a) Paraffin.....	9
Kohlenstoffketten können verzweigt vorliegen: Isomerie.....	10
Butan und sein Isomer:.....	10
Stoffvielfalt durch Isomerie.....	11
Oktanisomere im Vergleich ihrer Schmelz- und Siedepunkte.....	12
Heptanisomere.....	13
Konformations-Isomerie am Beispiel des Ethans.....	14
Zwei Möglichkeiten der Darstellung:.....	14
Übung zur Isomerie.....	15
Weitere Isomerieformen.....	16
Konstitutionsisomere.....	17
Stereoisomere.....	17
Übungen zur cis/ trans-Isomerie (E/Z).....	18
Aufgabe: Bestimme die Anzahl an Pentenisomeren.....	20
Vorkommen und wichtige Beispiele der Alkane.....	21
1. Methan:.....	21
2. Propan:.....	21
3. Butan und sein Isomer:.....	22
4. Pentan und seine Isomere:.....	22
Cycloalkane.....	23
Stabilität der cyclischen Alkane.....	24
Cyclohexan und seinem Bau.....	25
Der Cyclohexanring ist nicht planar gebaut.....	25
Kohlenwasserstoffe mit Mehrfachbindungen: Alkene und Alkine.....	26
Bananen - unreif geerntet und unreif verschifft, mit Ethen dann zum Reifen gebracht.....	27
Eigenschaften und Verwendung wichtiger Alkane, Alkene, Alkine.....	28
Mindmap: Alkene.....	29
Mindmap: Alkine.....	30
Cycloalkene.....	31
Die Genfer Nomenklatur von organischen Verbindungen (IUPAC) - Teil 1.....	32
Übungen zur Nomenklatur organischer Verbindungen (Domino).....	33
Übersicht der funktionellen Gruppen.....	34
Funktionellen Gruppen: Übersicht über wichtige Stoffklassen der organischen Chemie.....	35
Weitere funktionelle Gruppen in der Übersicht.....	36
Übersicht über wichtige funktionelle Gruppen und bekannte Vertreter.....	37
Funktionelle Gruppen ändern massiv die Stoffeigenschaften.....	41
Die Genfer Nomenklatur von organischen Verbindungen (IUPAC) - Teil 2.....	42
a) Nomenklatur mit Alkohol-Substituenten.....	42
b) Nomenklatur mit Halogen-Substituenten.....	43
c) Nomenklatur mit Ether & Ester Substituenten.....	43
Bindungswinkel und Drehbarkeit.....	44
a) Bindungswinkel der Alkane.....	44
b) Bindungswinkel der Alkene.....	44
c) Bindungswinkel der Alkine.....	45
Verschiedene graphische Darstellungsmöglichkeiten von organischen Verbindungen.....	46
Übung: Im Benzin enthaltene Alkane und Alkine.....	48
Cracken von langkettigen Kohlenwasserstoffen.....	49

Beispiel: Cracken von Hexadecan.....	49
https://de.wikipedia.org/wiki/Cracken	49
Wiederholungsaufgaben: Kohlenstoffverbindungen der organischen Chemie.....	50

Wdh. Klasse 10: Die Atombindung bei Wasserstoff & Kohlenstoff

2 e⁻ werden jeweils durch
ein Strich dargestellt

Also, nicht verwechseln: Ionen gibt es nur in Kristallen oder gelöst in Wasser! Bei Kohlenwasserstoffen hingegen liegt beides nicht vor. Die Bindung zwischen den Atomen ist immer eine Atombindung. Dazu überlappen die äußeren Elektronenhüllen und bilden einen gemeinsamen Bereich (dieser wird auch Molekülorbital genannt¹). Damit gehört das Valenzelektronen-Paar beiden Atomen in gleicher Weise und sie erhalten Edelgaskonfiguration.

**Lewis, 1916: Atome sind in Molekülen durch gemeinsame Elektronen verbunden
(=Atombindung bzw. Elektronenpaar Bindung).**

Vom Kohlenstoffatom gehen in der Regel 4 Elektronenpaarbindungen ab (oder es liegen Doppel- oder Dreifachbindungen vor, dann sind es entsprechend weniger, aber der Kohlenstoff wird weiterhin als vierbindig bezeichnet!). Meistens ist Kohlenstoff dabei mit Kohlenstoff oder mit Wasserstoff verknüpft (aber auch Sauerstoff, Schwefel und Stickstoff (u.a.) sind möglich). Je länger dabei eine Kohlenstoffkette ist, desto fester und dickflüssiger wird eine Substanz.

**Tipp: Bei Problemen mit dem Erstellen von Atombindungen lese nochmals das Arbeitsblatt
„Regeln zum Erstellen von Valenzstrichformeln“ im Kapitel „Atombindung“.**

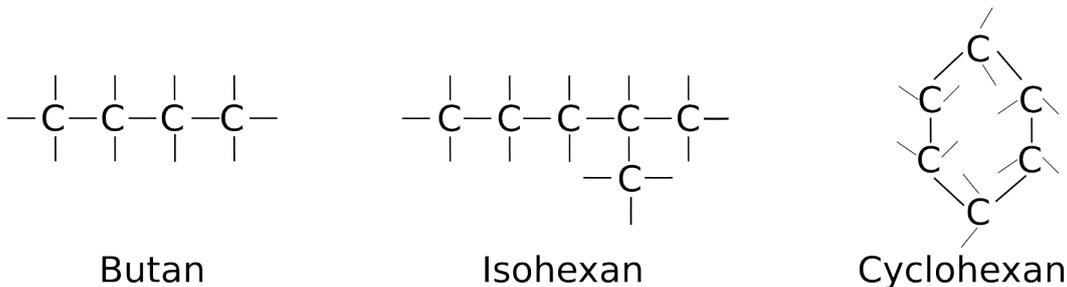
¹ Fachlich nicht einwandfrei, da MO der ganze Bereich ist!

Kohlenstoff als Bindungspartner

Kohlenstoff ist ein Element der 4. Hauptgruppe, d.h. es hat vier Außenelektronen. Es fehlen also 4 Valenzelektronen zum Erreichen der Edelgaskonfiguration. Das Ausbilden von 4 Atombindungen bietet sich an, um diesen Zustand zu erreichen. Dabei bilden die Außenelektronen des Kohlenstoffatoms mit den Außenelektronen der Reaktionspartner gemeinsame Bindungselektronenpaare. Am stabilsten sind dabei Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen.

Es entstehen Atombindungen. Sie ist bei allen organischen Verbindungen zu finden. Die entstehenden Kohlenstoffverbindungen können kettenförmig sein, verzweigt oder zyklisch (=ringförmig).

Es entstehen Atombindungen. Sie ist bei allen organischen Verbindungen zu finden. Die entstehenden Kohlenstoffverbindungen können kettenförmig sein, verzweigt oder zyklisch (=ringförmig):



Beim Verbrennen organischer Substanzen wird viel Energie freigesetzt. Diese stammt aus den Bindungen und wird von den Menschen bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe (Erdöl, Erdgas), Holz und Kohle genutzt. Auch die Verbrennung von Kunststoffen in Müllverbrennungsanlagen setzt diese Energie frei. Kein Wunder, denn auch Kunststoffe sind Kohlenwasserstoffverbindungen.

Kettenförmige Kohlenwasserstoffe (ohne Mehrfachbindungen) nennt man Alkane. Ringförmige entsprechend Cycloalkane. Kettenförmige Kohlenwasserstoffe mit Doppelbindungen, werden Alkene, Kohlenwasserstoffe mit Dreifachbindungen werden Alkine genannt.

Die einfache Verknüpfung von Kohlenstoff mit anderen Nichtmetallen über Atombindungen ermöglicht eine schier unendliche Anzahl an möglichen Kombinationen. Mehr als 5 Millionen sollen in der Natur zu finden sein! Im Labor entstehen täglich neue.

Obwohl in der anorganischen Chemie viel mehr Elemente reagieren, sind bisher nur ca. 150 000 Verbindungen bekannt. Im Vergleich dazu schätzt man die Anzahl an organischen Verbindungen auf ca. 10 Millionen.

Organische Moleküle enthalten Kohlenstoff und Wasserstoff sowie zum Teil Sauerstoff und einige andere Elemente (z.B. Stickstoff, Schwefel, Phosphor).

Ausnahmen: Kohlenstoffverbindungen, die als anorganisch gelten:

- Oxide des Kohlenstoffs (z.B. CO, CO₂)
- Kohlensäure (H₂CO₃)
- Salze der Kohlensäure (z.B. Kalk CaCO₃)

Die homologe Reihe der Alkane

Als homologe Reihen bezeichnet man Reihen von Verbindungen, deren Glieder sich nur durch eine CH_2 -Gruppe voneinander unterscheiden, die aber ansonsten gleich gebaut sind. Alkane enthalten nur C-C-Einfachbindungen sowie C-H-Bindungen. Da die maximal mögliche Anzahl von Wasserstoff-Atomen gebunden ist, spricht man deshalb auch von gesättigten Kohlenwasserstoffen.

Verbindung (Strukturformel)	Name	Summenformel	Isomere	Sdp.	Dichte
<pre> H H-C-H H </pre>	Methan (gasförmig)	CH_4	1	- 161,4 °C	0,47 g/cm ³ (bei Verflüssigung)
<pre> H H H-C-C-H H H </pre>	Ethan (gasförmig)	C_2H_6	1	- 88,6 °C	0,57 g/cm ³ (bei Verflüssigung)
<pre> H H H H-C-C-C-H H H H </pre>	Propan (gasförmig)	C_3H_8	1	- 42,1 °C	0,59 g/cm ³ (bei Verflüssigung)
<pre> H H H H H-C-C-C-C-H H H H H </pre>	Butan (gasförmig)	C_4H_{10}	2	- 0,5 °C	0,60 g/cm ³ (bei Verflüssigung)
<pre> H H H H H H-C-C-C-C-C-H H H H H H </pre>	Pentan (flüssig)	C_5H_{12}	3	36,1 °C	0,63 g/cm ³
<pre> H H H H H H H-C-C-C-C-C-C-H H H H H H H </pre>	Hexan (flüssig)	C_6H_{14}	5	68,7 °C	0,66 g/cm ³
<pre> H H H H H H H H-C-C-C-C-C-C-C-H H H H H H H H </pre>	Heptan (flüssig)	C_7H_{16}	9	98,4 °C	0,68 g/cm ³
<pre> H H H H H H H H H-C-C-C-C-C-C-C-C-H H H H H H H H H </pre>	Oktan (flüssig)	C_8H_{18}	18	125,6 °C	0,72 g/cm ³
<pre> H H H H H H H H H H-C-C-C-C-C-C-C-C-C-H H H H H H H H H H </pre>	Nonan (flüssig)	C_9H_{20}	35	150,8 °C	0,73 g/cm ³
<pre> H H H H H H H H H H H-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-H H H H H H H H H H H </pre>	Dekan (dickflüssig)	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	75	174,3 °C	0,74 g/cm ³

Die Namen der homologen Reihe von Alkanen > C₁₀

10	Decan
11	Undecan
12	Dodecan
13	Tridecan
14	Tetradecan
15	Pentadecan
16	Hexadecan
17	Heptadecan
18	Octadecan
19	Nonadecan
20	Eikosan

Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Alkane>

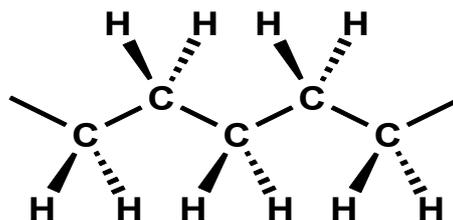
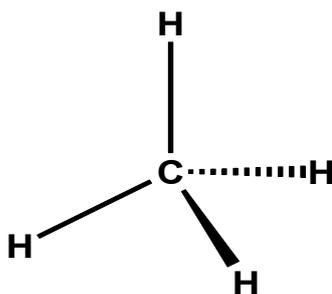
Was macht die Alkane so besonders?

- Die von Methan abgeleiteten Verbindungen werden als Alkane bezeichnet.
- Alkane kommen als unverzweigte Ketten, verzweigte Alkane oder als cyclischen Alkane vor.
- Alkane mit der gleichen Summenformel, aber verschiedener Strukturformel nennt man Isomere (so gibt es zwei C₄H₁₀ Moleküle, drei C₅H₁₂ Moleküle und 4,111,846,763 mögliche C₃₀H₆₂ Isomere ;-)).
- In Alkanen bilden Kohlenstoffe vier Einfachbindungen aus, Wasserstoffe bilden immer nur eine!
- Die Alkane C₁ bis C₄ sind bei Raumtemperatur gasförmig. Ab C₁₄H₃₀ sind Alkane bei Raumtemperatur Feststoffe.
- Bei Raumtemperatur flüssige Alkane sind wasserklare Flüssigkeiten mit stark aromatischem Geruch, der an Benzin erinnert. Je länger die Kohlenstoffkette wird, desto dickflüssiger, ölicher werden sie. Der Geruch lässt entsprechend nach.
- Alkane könne auch in Ringen auftreten. Man nennt sie dann Cycloalkane.
- Alkane werden auch wegen der Abwesenheit von Doppelbindungen als gesättigt bezeichnet.
- Rein kettenförmige Alkane werden auch als n-Alkane (z.B. n-Heptan) bezeichnet. Verzweigte Alkane werden als iso-Alkane bezeichnet.
- Je länger die Kohlenstoffkette (also mit zunehmender Molekülmasse), desto höher liegen Schmelz- und Siedepunkte des Alkans. Ursache sind steigenden van der Waals-Kräfte aufgrund zunehmender Kettenlänge.

Allgemeine Summenformel der kettenförmigen Alkane: C_n H_{2n+2}

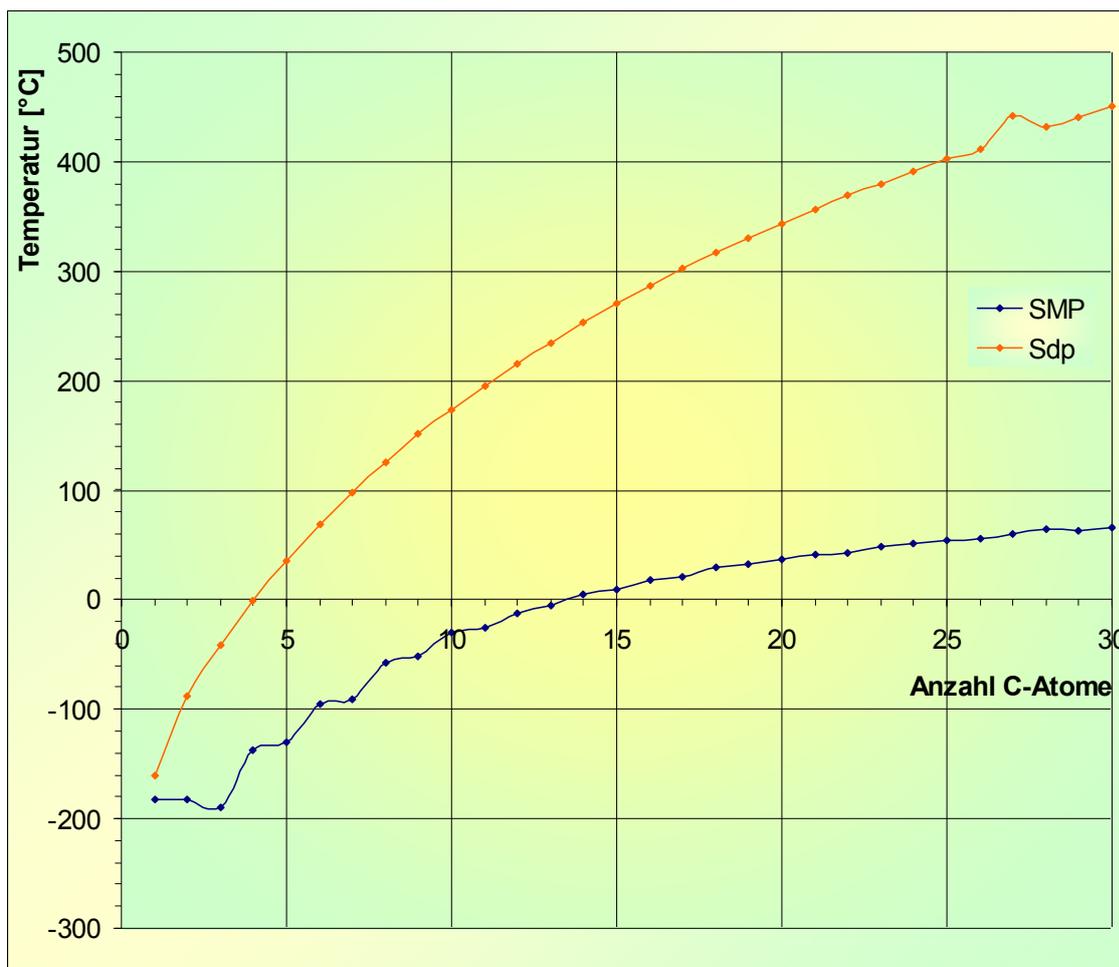
Allgemeine Formel der zyklischen Alkane: C_n H_{2n}

Lange unverzweigte Alkane bilden lineare Zick-Zack-Ketten aus.



Eigenschaften der Alkane - Schmelz- und Siedepunkte

Kettenlänge	Name	SMP [°C]	Sdp [°C]	Kettenlänge	Name	SMP [°C]	Sdp [°C]
CH ₄	Methan	-183	-161	C ₁₆ H ₃₄	Hexadekan	18	287
C ₂ H ₆	Ethan	-183	-88	C ₁₇ H ₃₆	Heptadekan	21	302
C ₃ H ₈	Propan	-189	-42	C ₁₈ H ₃₈	Oktadekan	29	317
C ₄ H ₁₀	Butan	-138	-0,5	C ₁₉ H ₄₀	Nonadekan	33	330
C ₅ H ₁₂	Pentan	-130	36	C ₂₀ H ₄₂	Eicosan	36,7	343
C ₆ H ₁₄	Hexan	-95	69	C ₂₁ H ₄₄	Henikosan	40,5	356
C ₇ H ₁₆	Heptan	-91	98	C ₂₂ H ₄₆	Dokosan	42	370
C ₈ H ₁₈	Okatan	-57	126	C ₂₃ H ₄₈	Trikosan	49	380
C ₉ H ₂₀	Nonan	-51	151	C ₂₄ H ₅₀	Tetrakosan	52	391
C ₁₀ H ₂₂	Dekan	-30	174	C ₂₅ H ₅₂	Pentakosan	54	402
C ₁₁ H ₂₄	Undekan	-26	195	C ₂₆ H ₅₄	Hexakosan	56,4	412
C ₁₂ H ₂₆	Dodekan	-12	215	C ₂₇ H ₅₆	Heptakosan	59,5	442
C ₁₃ H ₂₈	Tridekan	-5	234	C ₂₈ H ₅₈	Octakosan	64,5	432
C ₁₄ H ₃₀	Tetradekan	5,5	253	C ₂₉ H ₆₀	Nonakosan	63,7	440
C ₁₅ H ₃₂	Pentadekan	9,9	270	C ₃₀ H ₆₂	Triakontan	65,8	450



Alkangemische

a) Paraffin

Ein Gemisch langkettiger (C_{18} - C_{45}) Alkane wird als Paraffin bezeichnet. Eine allgemeine Summenformel kann somit nicht angegeben werden. Die molare Masse damit zwischen 275 - 600 g/mol.

Es ist weiß mit einer leichten Transparenz. Es entsteht z.B. als Produkt der Erdöldestillation. Paraffin ist geruchlos. Hartparaffin schmilzt zwischen 50°C und 60°C , Weichparaffin bei etwa 45°C .

Verwendung:

- als Kerzenwachs
- Mikrowachs
- Ceresin
- Lackpoliturzusatz
- Petroleumersatz (Brennstoff für Öllampen)
- Vaseline
- Ausgangsstoff bei der Herstellung von Kaugummi uvm.



b) Benzin

Benzin ist eine Mischung aus verschiedenen leichten Kohlenwasserstoffen. Es befinden sich neben Alkanen auch Cycloalkane, Alkene (mit Doppelbindungen) und Alkine (mit Dreifachbindungen) im Gemisch. Benzin wird durch fraktionierte Destillation aus Erdöl oder auch im geringen Maße durch Kohleverflüssigung gewonnen.

Zusatzinformationen

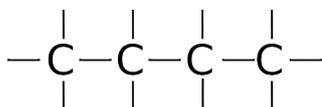
<https://de.wikipedia.org/wiki/Paraffin>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Benzin>

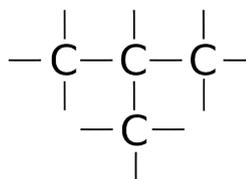
Kohlenstoffketten können verzweigt vorliegen: Isomerie

In Campinggaskartuschen findet man in der Regel das Gas Butan. Da es einen Siedepunkt von ca. $0,5^{\circ}\text{C}$ hat, lässt es sich unter etwas Druck leicht verflüssigen. Das komprimierte Gas wird dadurch flüssig.

Untersucht man das enthaltene Gas genau, so findet man meist zwei verschiedene Gase, welche allerdings eine identische Anzahl an Kohlenstoff und Wasserstoffatomen haben.

Butan und sein Isomer:

Butan

**n-Butan**Smp.: -138°C Sdp.: $-0,5^{\circ}\text{C}$ 

Isobutan

**iso - Butan**Smp.: -160°C Sdp.: -12°C .

Von Butan existieren zwei Formen, diese werden Isomere genannt. Beide sind gasförmige, farblose, gesättigte Kohlenwasserstoffe. Sie unterscheiden sich jedoch hinsichtlich ihrer Eigenschaften. Vor allem Schmelz- und Siedepunkte sowie die Dichte unterscheiden sich deutlich. In anderen Eigenschaften sind sie sich ähnlicher.

Die Ursache für die höheren Schmelz- und Siedepunkte des n-Butans liegen in der besser Ausbildung von Van-der-Waals-Kräften. Diese bilden sich im Allgemeinen bei kettenförmigen Molekülen immer besser aus. Dadurch halten die Ketten besser „zusammen“ und man benötigt mehr Energie (in diesem Fall Temperatur) um die Moleküle so stark ins schwingen zu versetzen, dass sie den Aggregatzustand ändern.

Moleküle mit verzweigten Ketten haben immer geringere Siedepunkte als unverzweigte, weil die Van-der-Waals-Kräfte sich zwischen Ketten besser ausbilden als bei ungleichmäßig geformten Molekülen.

Definition: Substanzen, die trotz gleicher Summenformel eine andere Strukturformel (und somit verschiedene Eigenschaften) haben, nennt man Isomere (isos gr. = gleich, meros gr. = Teil).

Aufgabe:

1. Zeichne alle Isomere von Pentan, Hexan, Heptan usw. ;-)

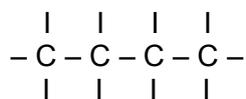
Die Isomerenzahl wächst sehr rasch mit steigender Kohlenstoffzahl.

C_7H_{16}	9 Isomere
C_8H_{18}	18 Isomere
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	75 Isomere
$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$	4347 Isomere
$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	366319 Isomere
$\text{C}_{30}\text{H}_{62}$	4,111,846,763 Isomere

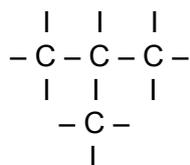
Die Zahl der tatsächlich existierenden Isomere ist kleiner, als die Zahl der theoretisch möglichen!

Stoffvielfalt durch Isomerie

Butan
2 Isomere

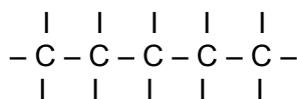


Smp: -138,3°C
Sdp: -0,5°C

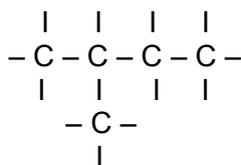


Smp: -159,4
Sdp: -11,7

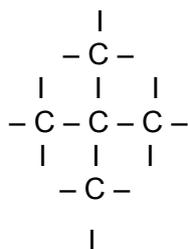
Pentan
3 Isomere



-130°C
36°C



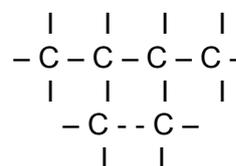
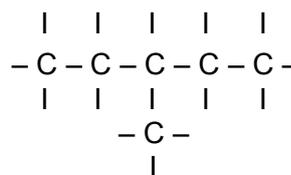
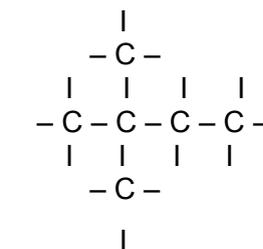
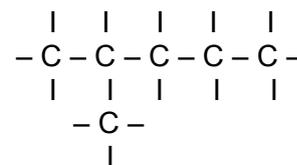
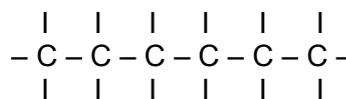
-159°C
28°C



Smp:
Sdp:

-20°C
9,5°C

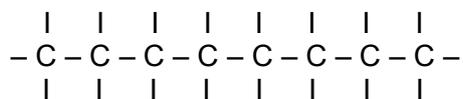
Hexan
5 Isomere



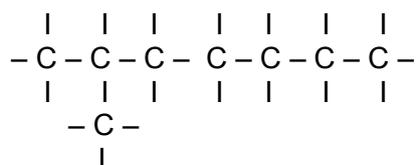
Oktanisomere im Vergleich ihrer Schmelz- und Siedepunkte

Octan

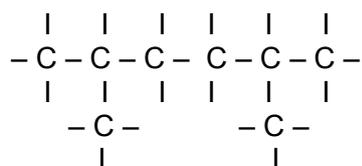
17 Isomere



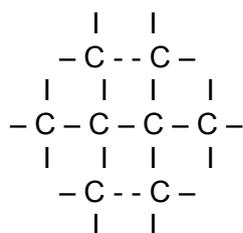
Smp: -56,8
Sdp: 125,7



Smp: -109,2
Sdp: 117,6



Smp: -121,2
Sdp: 106,8

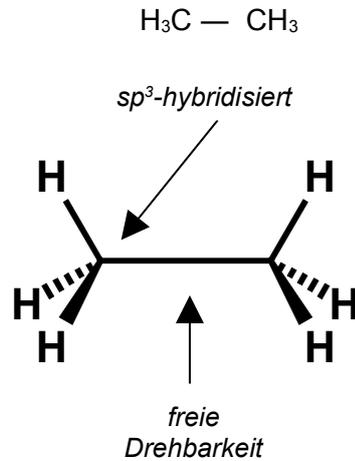


Smp: -100,7
Sdp: 106,3

Zusatzinformationen

<https://de.wikipedia.org/wiki/Isomerie>

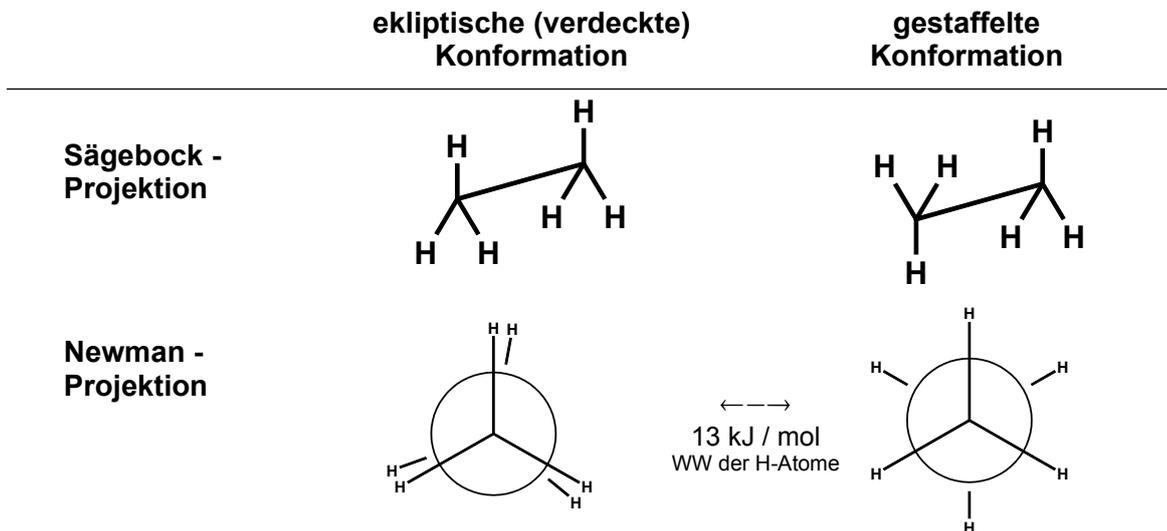
Konformations-Isomerie am Beispiel des Ethans



Konformationen: mögliche räumliche Anordnungen der Atome im Molekül, die durch die freie Drehbarkeit um die σ -Bindung entstehen (eine σ -Bindung (Sigma Bindung) ist eine Einfachbindung).

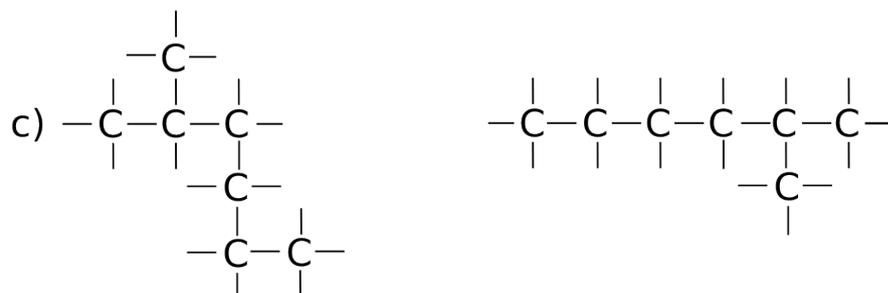
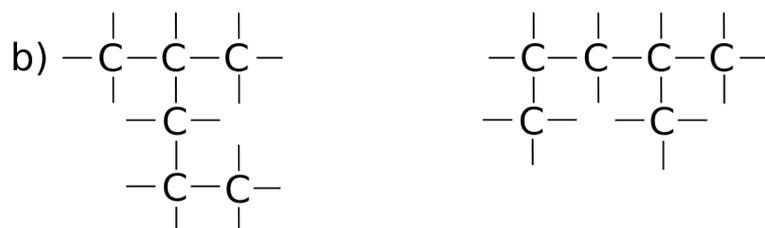
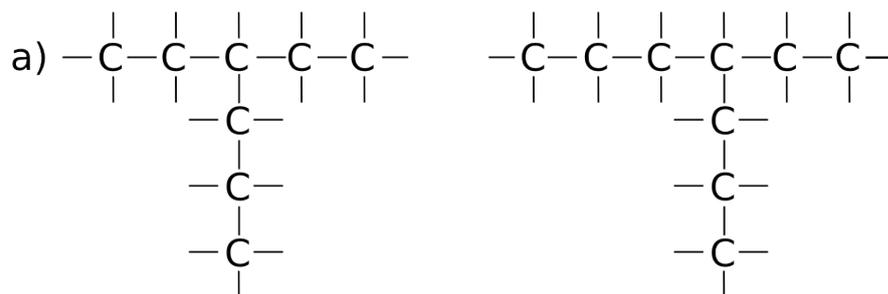
Konformationsisomere: Moleküle, die unterschiedliche Konformationen einnehmen.

Zwei Möglichkeiten der Darstellung:



Übung zur Isomerie

Liegen Isomere vor?



d) 3,4,5 tri-methyl-heptan

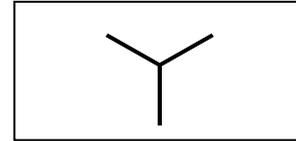
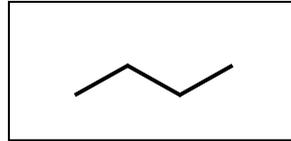
2 Ethyl, 4,5 di-methyl-hexan

Weitere Isomerieformen

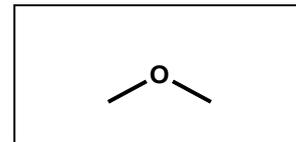
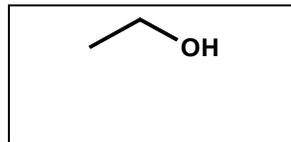
Man unterscheidet zwischen zwei Arten von Isomerie: Struktur- (bzw. Konstitutionsisomerie) und Stereoisomerie:

1. Strukturisomere: Verbindungen mit gleicher Summenformel, aber verschiedenen Strukturformeln. (Unterscheidung in der Reihenfolge der aneinander gebundenen Atome.)

Bsp.: C_4H_{10}



C_2H_6O

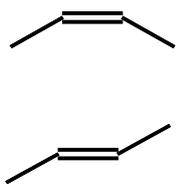


2. Stereoisomere: Verbindungen, deren Strukturformel (=Konstitution) und Summenformel im Grunde gleich ist, die sich aber in der räumlichen Anordnung unterscheiden. (Zum Verständnis muss man dazu wissen, dass Mehrfachbindungen nicht frei drehbar sind!)

cis-/trans-Isomere

Moleküle, bei denen die Stellung der Substituenten an der Doppelbindung bzw. Dreifachbindung vertauscht ist. Sie haben in der Regel unterschiedliche chemische Eigenschaften.

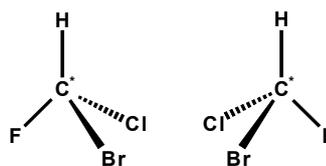
Bsp.: C_4H_8



Enantiomere (=Stereoisomere)

Moleküle, die sich wie Bild und Spiegelbild verhalten. Sie können nicht zur Deckung gebracht werden und haben i.d.R. identische chemische Eigenschaften.

Bsp.: $CHBrClF$

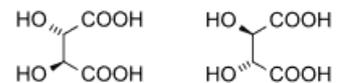
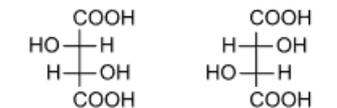


Die gestrichelten Bindungen zeigen nach hinten, die fetten, nach vorn!

Diastereomere

Moleküle, welche Stereoisomere mit Chiralitätszentrum, aber keine Enantiomere sind. Sie haben i.d.R. unterschiedliche chemische Eigenschaften)

Bsp.: Weinsäure



D-Weinsäure

L-Weinsäure

Konformationsisomere: Moleküle mit einer unterschiedlichen räumlichen Anordnung, die durch Rotation um Einfachbindungen entstehen.

Bsp.: 1,2-Dichlorethan

Ein Erklärvideo zur Unterscheidung ist in meinem Kanal: <https://youtu.be/lhsX-v9bdRc>

Quelle Weinsäuregrafiken: public domain: https://en.wikipedia.org/wiki/Image:L-tartaric_acid.png - thank you

Konstitutionsisomere

Gerüstisomere	funktionelle Isomere	Stellungsisomere
$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \qquad \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{HC}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \qquad \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array} \qquad \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $
n-Butan 2-Methylpropan	Dimethylether Ethanol	1-Propanol 2-Propanol

Stereoisomere

Konfigurationsisomere		Konformere
<p>cis-trans- Isomere</p> $ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{Cl} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array} \qquad \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{Cl} \\ / \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \quad / \\ \text{Cl} \quad \text{H} \end{array} $ <p style="text-align: center;">cis- trans-</p> <p style="text-align: center;">1,2-Dichlorethen</p>	<p>Enantiomere</p> $ \begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} \qquad \begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $ <p style="text-align: center;">L-Glycerinsäure D- Glycerinsäure</p>	$ \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array} \qquad \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $ <p style="text-align: center;">1,2-Dichlorethan</p>
	<p>Diastereomere</p> $ \begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \qquad \begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $ <p style="text-align: center;">D-Threose L-Threose</p>	

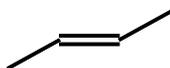
Übungen zur cis/ trans-Isomerie (E/Z)

Cis-Trans isomere sind Moleküle, bei denen die Stellung der Substituenten an der Doppelbindung bzw. Dreifachbindung vertauscht ist. Sie haben in der Regel unterschiedliche chemische Eigenschaften. Cis- bzw. (Z)-Anordnung bedeutet, dass beide Substituenten auf der gleichen Seite (zusammen) der Doppelbindung verbunden sind.

Bsp.: C₄H₈



Cis



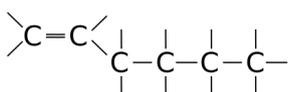
Trans

Cis- bzw. (Z)-Anordnung bedeutet, dass beide Substituenten auf der gleichen Seite (zusammen) der Doppelbindung verbunden sind.

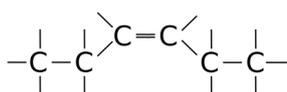
Trans- bzw. (E)-Anordnung bedeutet, dass beide Substituenten auf entgegengesetzten Seiten (entgegen) der Doppelbindung zu finden sind.

Sind drei oder mehr Substituenten vorhanden, werden zur Benennung die mit der höchsten Ordnungszahl verwendet (also Brom käme dann vor Chlor!).

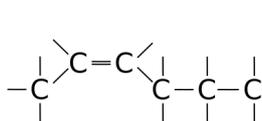
Benenne die folgenden Verbindungen:



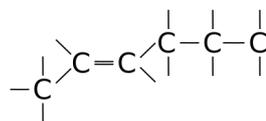
.....



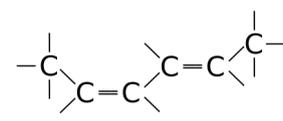
.....



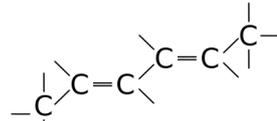
.....



.....

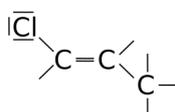


.....

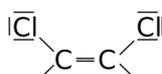


.....

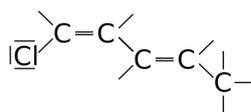
Benenne die folgenden Verbindungen:



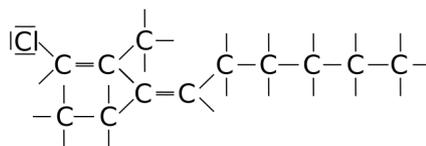
.....



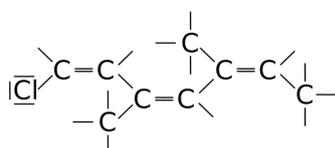
.....



.....



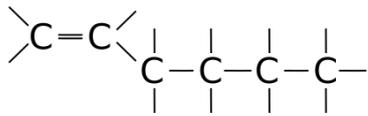
.....



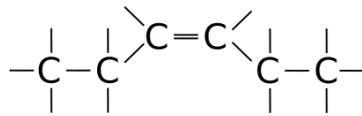
.....

Lösungen:

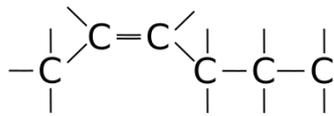
Benenne die folgenden Verbindungen:



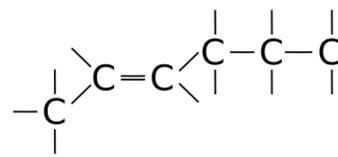
Hex-1-en



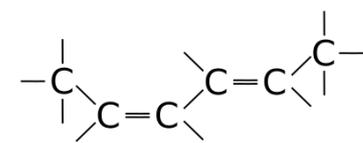
cis-Hex-3-en



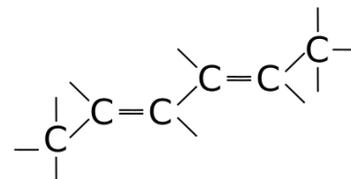
cis-Hex-2-en



trans-Hex-2-en

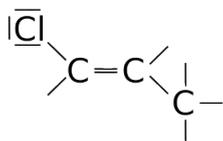


cis,trans-Hex-2,4-dien

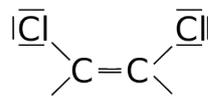


trans,trans-Hex-2,4-dien

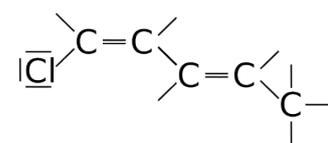
Benenne die folgenden Verbindungen:



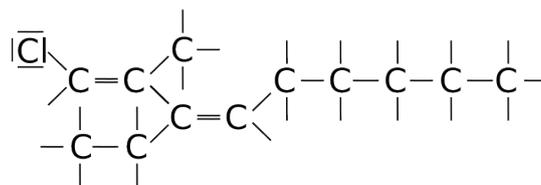
trans-1-Chlorprop-1-en



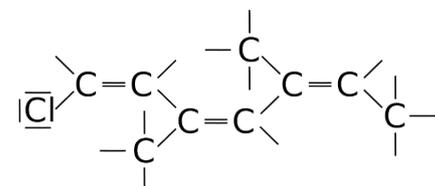
cis-1,2-Dichlorethen



cis,trans-1-Chlorpent-1,3-dien



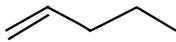
trans,cis-1-Chlor-3-ethyl-2methyl-
-non-1,3-dien



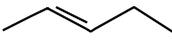
cis,cis,cis-1-Chlor-3,5-dimethylhept-1,3,5-trien

Aufgabe: Bestimme die Anzahl an Pentenisomeren**Beispiele für Pentenisomere mit einer Doppelbindung:**

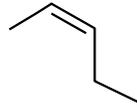
1-Penten



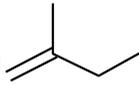
trans-Pent-2-en



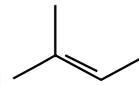
cis-Pent-2-en



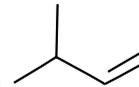
2-Methylbut-1-en



2-Methylbut-2-en



2-Methylbut-3-en



Es sind auch Pentene mit mehreren Doppelbindungen möglich, sodass die Anzahl der möglichen Isomere mindestens 8 beträgt!

Zum Vergleich: Es gibt nur vier Pentanisomere!

Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Cis-trans-Isomerie>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Isomer>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Isomer#Stereoisomerie>

https://de.wikipedia.org/wiki/Isomer#Bedeutung_in_der_Medizin

Vorkommen und wichtige Beispiele der Alkane

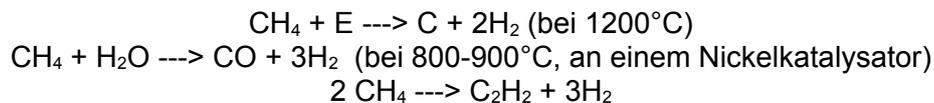
1. Methan:

Vorkommen:

- Hauptbestandteil von Erdgas. Auch in aus Steinkohle gebildetem Stadtgas enthalten. Dazu findet eine trockene Destillation von Steinkohle unter Luftausschluss bei 1200 °C statt. Der Rest wird als Koks bezeichnet)
- Methan entsteht in der Natur bei:
 - Fäulnisprozessen (z.B. im Komposthaufen, in Sümpfen und im Klärschlamm der Kläranlage
 - der Cellulosegärung der Wiederkäuer.
 - unterirdisch in Steinkohlegruben als Grubengas (Gefahr, da die „schlagenden Wetter“ (Methan-Luft-Explosionen) die durch einen Funken entstehen können.
- Es entsteht bei Verdauungsvorgängen von Wiederkäuern sowie beim Reisanbau (Anteil des Reisanbaus an der weltweiten Methanproduktion ca. 17 %!)

Eigenschaften und Verwendung:

- Farb- und geruchloses Gas (Wieso heißt es eigentlich in Krimis immer: „Es riecht nach Gas“?)
- Methan ist in Wasser unlöslich.
- brennbar: $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ $\Delta H = -888 \text{ kJ/mol}$
 Es stellt sich natürlich die Frage, warum hier eine so hohe Energieausbeute vorliegt?
 => Es bildet sich H_2O und CO_2 , die beide sehr stabile und energiearme Stoffe sind.
- geringere Dichte als Luft.
- explosives Luft/Methan-Gemisch.
(Explosionsgrenze 10% - 90% CH_4)
- wichtigen Rohstoff der chemischen Industrie.
 So wird beispielsweise Wasserstoff durch thermische Spaltung oder durch Reaktionen mit Wasserdampf (an Nickel-Katalysatoren) gewonnen, durch Hitzespaltung gewinnt man Acetylen. (=Ethin) C_2H_2 :



Zusatzinformationen: <https://de.wikipedia.org/wiki/Methan>

2. Propan:

- Tritt als Begleiter des Erdöls, im Erdgas und in Crackgasen auf.
- Wird als Stadtgas zum Beheizen von Häusern verwendet.
- Treibgas in Spraydosen.

Zusatzinformationen: <https://de.wikipedia.org/wiki/Propan>

3. Butan und sein Isomer:

- n-Butan und Isobutan sind Flüssiggase, die bei der Erdöldestillation anfallen. Sie kommen im Erdöl und Erdgas vor.
- in Wasser ist Butan so gut wie unlöslich (nur 150 ml/l).
- Beide Isomere verhalten sich chemisch ähnlich (beide sind brennbar und werden von den Halogenen Chlor und Brom unter Lichteinfluss angegriffen).
- n-Butan wird seit dem FCKW-Verbot als Treibgas in Spraydosen verwendet.
- Beide Isomere werden in Feuerzeugen, oft im Gemisch mit Propan, eingesetzt.
- Butan wird (trotz der Brennbarkeit) im Kühlschrank als Kältemittel eingesetzt.
- Manche Solarkollektoren verwenden Isobutan als Wärme(über)träger.

Zusatzinformationen: <https://de.wikipedia.org/wiki/Butan>

4. Pentan und seine Isomere:

- Es gibt drei Isomere des Pentans.
- Der Flammpunkt von n-Pentan liegt bei $-49\text{ }^{\circ}\text{C}$, die Zündtemperatur bei $309\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Löslichkeit: 0.36 g/l ($16\text{ }^{\circ}\text{C}$) in Wasser.
- Pentan wird heutzutage als FCKW-freies Kältemittel in Kühlschränken und Klimaanlage verwendet.

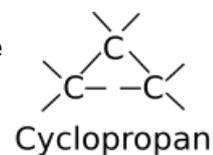
Zusatzinformationen: <https://de.wikipedia.org/wiki/Pentan>

Cycloalkane

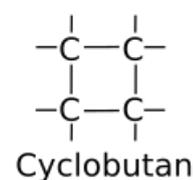
Du kennst jetzt die kettenförmigen Alkane, man nennt sie auch aliphatische Alkane. Ihre Kette kann verzweigt oder unverzweigt sein. Wenn Kohlenstoffatome sich in einem Ring anordnen, nennt man diese auch Cycloalkane.

Die Eigenschaften der Cycloalkane sind mehr oder weniger die typischen physikalischen und chemischen Eigenschaften der Alkane. In der Natur spielen zyklische Ringsysteme als Bestandteile vieler pflanzlicher und tierischer Stoffe eine große Rolle. Allerdings liegen dort oft Cycloalkane mit mehreren Mehrfachbindungen vor. Diese haben dann deutlich andere Eigenschaften als die Alkane.

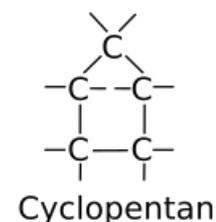
Cyclopropan ist ein brennbares Gas mit einem Sdp. von -33°C , es ist reaktionsfreudig, da die Bindungswinkel zwischen den einzelnen Kohlenstoffatomen stark vom üblichen Tetraederwinkel abweichen und somit die Ringe unter einer gewissen inneren Spannung stehen. Durch eine Reaktion kann der Ring aufgebrochen werden, was viel Energie freisetzt.



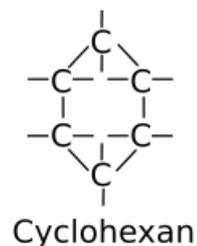
Cyclobutan ist ebenfalls ein brennbares Gas. Sein Sdp. liegt bei $12,5^{\circ}\text{C}$. Es ist aus den gleichen ebenfalls reaktionsfreudig.



Cyclopentan ist eine farblose Flüssigkeit, die leicht entzündbar ist. Der Sdp. liegt bei 49°C .

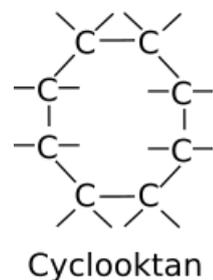
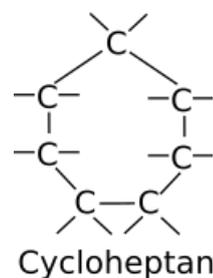


Cyclohexan ist ebenfalls eine farblose Flüssigkeit. Sein Sdp. liegt bei 81°C . Es ist nicht so reaktionsfreudig, da hier ein sehr „entspannter“ Tetraederwinkel vorliegt. Obwohl der Ring planar gezeichnet ist, so ist er es nicht!



Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Cycloalkane>

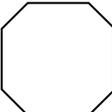


Stabilität der cyclischen AlkaneAllgemeine Formel der cyclischen Alkane: C_nH_{2n}

Name	Summenformel	Sdp.	Ringspannung	Strukturformel
Cyclopropan	C_3H_6	$-33^\circ C$	115	
Cyclobutan	C_4H_8	$-12^\circ C$	110	
Cyclopentan	C_5H_{10}	$59^\circ C$	27	
Cyclohexan	C_6H_{12}	$81^\circ C$	0	

Wie man sieht, stehen die ersten Ringe der Reihe unter enormer Ringspannung. Im Cyclohexan liegt ein perfekter tetraedischer Winkel von 109° vor, so dass der Ring nicht unter Spannung steht!

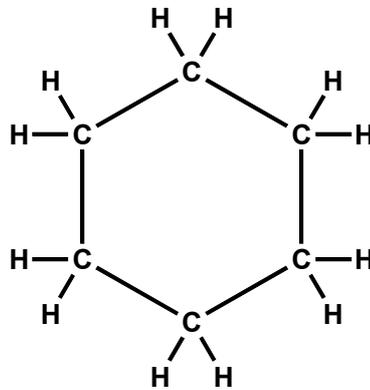
Stabilität der homologe Reihe der Cycloalkane:

sehr instabil	Cyclopropan	C_3H_6	
	Cyclobutan	C_4H_8	
stabil	Cyclopentan	C_5H_{10}	
	Cyclohexan	C_6H_{12}	
instabil	Cycloheptan	C_7H_{14}	
stabil	Cyclooctan	C_8H_{16}	

Je stärker die Bindungswinkel der Cycloalkane vom Tetraederwinkel 109° abweichen, desto instabiler ist das Molekül (aufgrund der hohen Winkelspannung).

Cyclohexan und seinem Bau

1. farblose Flüssigkeit
2. Sdp.: 81 °C (n-Hexan 69 °C)
3. zeigt typische Alkaneigenschaften
4. zeigt typische Alkanreaktionen (z.B. radikalische Substitution S_R - allerdings entsteht dabei nur ein Monosubstitutionsprodukt!).

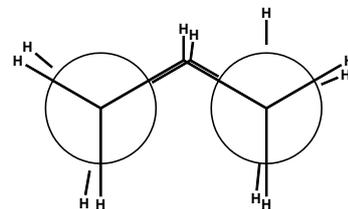
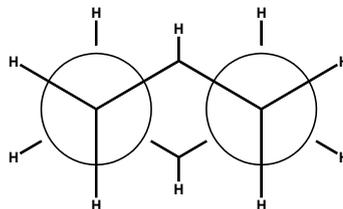


Der Cyclohexanring ist nicht planar gebaut.

Sesselform

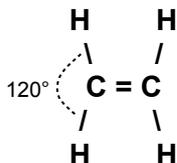
Wannenform

Newmanprojektion:



Kohlenwasserstoffe mit Mehrfachbindungen: Alkene und Alkine

Ethen (Trivialname Ethylen) ist ein farbloses, süßlich riechendes Gas. Es ist das einfachste Alken und enthält eine Doppelbindung. Man spricht auch von einem ungesättigten Kohlenwasserstoff.



Wenn man den räumlichen Bau anschaut, sieht man schnell, dass es ein planares Molekül ist, welches einen Bindungswinkel von 120° hat.

Ethen wird als Pflanzenhormon verwendet. So werden z.B. noch grüne Bananen gepflückt, transportiert und dann kurz vor Verkauf mit Ethen begast, welches sie zum reifen bringt.

Auch reife Früchte wie Bananen geben Ethen ab, sodass unreifes Obst, wie Tomaten, in Gegenwart von Bananen weiter reifen.

Desweiteren ist es Ausgangsstoff für sehr viele chemische Synthesen und zur Kunststoffherstellung (PE - Polyethylen, Polystyrol (=Styropor) sowie Polyester u.a.). Auch der Alkohol Ethanol kann daraus hergestellt werden.

Vorsicht: Ethen ist hochentzündlich. Bei einem Luftvolumenanteil von 3 - 36% bildet es explosive Gemische. In hoher Konzentration wirkt es auch als Betäubungsmittel.

Alkene enthalten Zweifachbindungen. Sie gehören zu den ungesättigten Kohlenwasserstoffen. Ihre Namen enden auf -en.

Ethin (Trivialname Acetylen) ist ebenfalls ein farbloses, leicht süßlich riechendes Gas. Beide Kohlenstoffatome sind über eine Dreifachbindung miteinander verbunden. Es ist der einfachste Vertreter aus der homologen Reihe der Alkine:



Der räumliche Bau ist planar (kettenförmig). Der Bindungswinkel beträgt 180°.

Es brennt mit stark rußender Flamme. Im richtigen Gemisch mit Sauerstoff werden dabei Temperaturen von bis zu 3100°C erreicht. Aus diesem Grunde wird es als Schweißgas verwendet.

Ethin-Luftgemische zwischen 2-82% Luftvolumenanteil sind hochexplosiv. Unter hohem Druck zerfällt es, sodass es in Schweißflaschen nur mit geringem Druck gelagert werden kann.

Die Löslichkeit in Wasser beträgt Normalbedingungen nur 1,23 g/l, wohingegen die Löslichkeit in Alkohol und Aceton sehr gut ist.

Außer zum Schweißen ist dieses Gas besonders gut für chemische Synthesen als Ausgangsstoff geeignet. Außer Kunststoffen wie Polyvinylchlorid² (PVC) werden auch viele organische Säuren wie Essigsäure daraus hergestellt.

Alkine enthalten Dreifachbindungen. Sie gehören zu den ungesättigten Kohlenwasserstoffen. Ihre Namen enden auf -in.

Zusatzinformationen

<https://de.wikipedia.org/wiki/Ethen>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Ethin>

² Vinyl: R-CH=CH₂

Bananen - unreif geerntet und unreif verschifft, mit Ethen dann zum Reifen gebracht



Eigenschaften und Verwendung wichtiger Alkane, Alkene, Alkine

Verbindung	Eigenschaften	Verwendung
Ethan	<ul style="list-style-type: none"> - farbloses Gas - Siedepunkt: -182°C - Schmelzpunkt: -88° 	<ul style="list-style-type: none"> - Erdgas
Ethen	<ul style="list-style-type: none"> - farbloses Gas - Siedepunkt: -165°C - Schmelzpunkt: -103° 	<ul style="list-style-type: none"> - Erdgas - Betäubungsmittel
Ethin	<ul style="list-style-type: none"> - farbloses Gas - sublimationspunkt: -83°C 	<ul style="list-style-type: none"> - Gift - Aufbau von Aktivkohle
Propan	<ul style="list-style-type: none"> - Gas (farblos, geruchlos) - Siedepunkt: -188°C - Schmelzpunkt: -42°C 	<ul style="list-style-type: none"> - Erdgas - Heißluftballongas
Propen	<ul style="list-style-type: none"> - farbloses Gas - Siedepunkt: -188°C - Schmelzpunkt: -47°C 	<ul style="list-style-type: none"> - Gas in Brennschneidern
Propin	<ul style="list-style-type: none"> - farbloses Gas - Siedepunkt: -102°C - Schmelzpunkt: -23°C 	
Butan	<ul style="list-style-type: none"> - farbloses Flüssiggas - Siedepunkt: $-0,5^{\circ}\text{C}$ - Schmelzpunkt: -138°C - hoch entzündlich 	<ul style="list-style-type: none"> - Treibgas - Kältemittel - Missbrauch als Droge
Buten	<ul style="list-style-type: none"> - farbloses Gas - Siedepunkt: -6°C - Schmelzpunkt: -185°C 	<ul style="list-style-type: none"> - Herstellung von Synthesen
Butin	<ul style="list-style-type: none"> - farbloses Gas - Siedepunkt: -27°C - Schmelzpunkt: -32°C 	<ul style="list-style-type: none"> - Kunststoffbildung

Mindmap: Alkene

homologe Reihe

Ethen	C_2H_4
Propen	C_3H_6
Buten	C_4H_8
Penten	C_5H_{10}
Hexen	C_6H_{12}
Hepten	C_7H_{14}
⋮	⋮

allgemeine Formel:
 $C_n H_{2n}$

typische Reaktionen

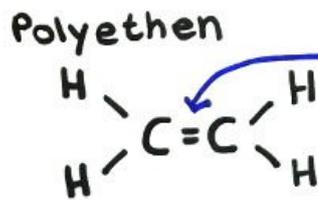
• elektrophile Addition
→ eingeleitet durch
Angriff eines elektro-
philen Teilchens

Eigenschaften

- ähnliche Eigenschaften wie Alkane
→ unpolar, hydrophob, leiten keinen Strom
- Siedepunkt- und Schmelztemperatur steigen in Abhängigkeit der C-Kette
- Verbrennen mit stark rußender Flamme
- van-der-Waals-K.

ALKENE

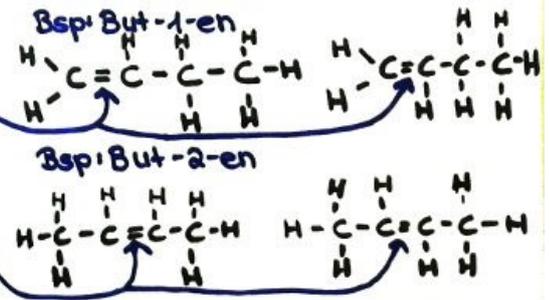
bekanntes Beispiel



Bindungswinkel / -Verhältnis

- Doppelbindung
- 180°
- C-Atome sind planar

Isomere



Mindmap: Alkine

homologe Reihe

Ethin	C_2H_2
Propin	C_3H_4
Butin	C_4H_6
Pentin	C_5H_8
Hexin	C_6H_{10}
Heptin	C_7H_{12}
⋮	⋮

allgemeine Formel:
 $C_n H_{2n-2}$

typische Reaktionen

- am Beispiel von Ethin
- verbrennt mit stark rußender und hell leuchtender Flamme an der Luft (Temp.: $3000^\circ C$)
 - kann explosionsartig zu Kohlenstoff und Wasserstoff zerfallen

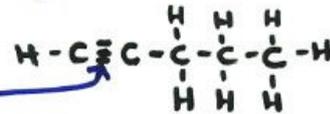
Eigenschaften

- Alkine sind brennbar
→ je länger die C-Kette, desto schwerer entzündbar
- sind nicht wasserlöslich
→ minimal, nimmt mit steigender C-Kette ab
- unpolar, hydrophob
- Van-der-Waals-Kräfte
- Siedepunkt- und Schmelztemperatur hängen von C-Kette ab

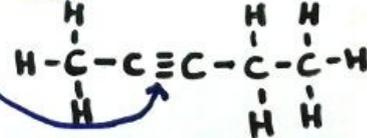
ALKINE

Isomere

Bsp: Pent-1-In



Bsp: Pent-2-In



bekanntes Beispiel

Ethin / Acetylen



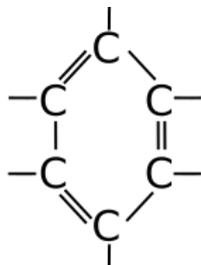
Bindungswinkel- / -verhältnis

- Dreifachbindung
- 180°
- C-Atome sind planar

Cycloalkene

Cycloalkene haben zum Teil die Eigenschaft, einen sehr aromatischen (benzinartigen) Geruch zu haben. Diese Stoffe lernst Du später genauer kennen. Sie werden Aromaten genannt.

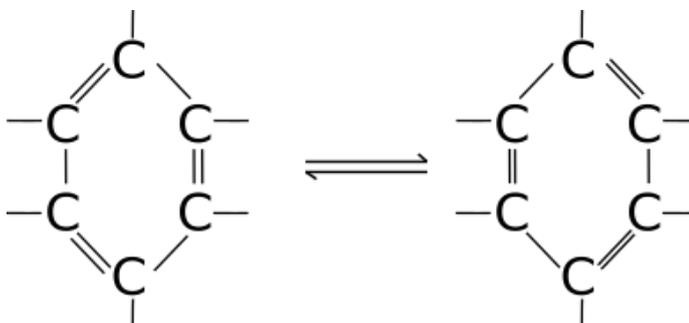
Der bekannteste Vertreter der Cycloalkene und auch der Aromaten ist das Cyclohex-1,3,5-trien. Es wird der Einfachheit halber oft mit seinem Trivialnamen „Benzol“ bezeichnet.



Cyclohex-1,3,5-trien
(=Benzol)

Eine Besonderheit des Benzols ist, dass die Doppelbindungen abwechselnd (=konjugiert) angeordnet sind. Diese besondere Anordnung ermöglicht, dass sie die Doppelbindungselektronen (π -Elektronen) frei bewegen können. Sie sind also nicht fest den Kohlenstoffatomen zugeordnet. Man sagt auch, die π -Elektronen sind delokalisiert.

Das dahinter liegende Phänomen wird „Mesomerie“ genannt.



Für weitere Informationen siehe Kapitel „Aromaten“

Die Genfer Nomenklatur von organischen Verbindungen (IUPAC) - Teil 1

1. Es wird die längste Kohlenstoffkette gesucht und die Kohlenstoffatome werden entsprechend nummeriert. Dabei spielt es keine Rolle, ob von Links oder rechts gelesen wird! (Achtung in folgenden Formeln sind die Wasserstoffatome weggelassen!)
2. Bei Doppelbindungen wird die **Endsilbe „-an“** durch die Silbe „-en“ ersetzt. Die Endung „-in“ wird für Dreifachbindungen verwendet. Die Kette wird dann so nummeriert, dass die Doppel- (bzw. Dreifach-) Bindung die niedrigste Ziffer erhält. Die Lage der Mehrfachbindungen im Molekül wird durch die Nummer des Kohlenstoffatoms bezeichnet, das in der Mehrfachbindung die kleinere Nummer trägt. Sie wird vor (oder früher auch nach) dem Namen des Alkens stehen. Treten mehrere Mehrfachbindungen auf, wird ein „di, tri...“ vor die Endsilbe eingesetzt.



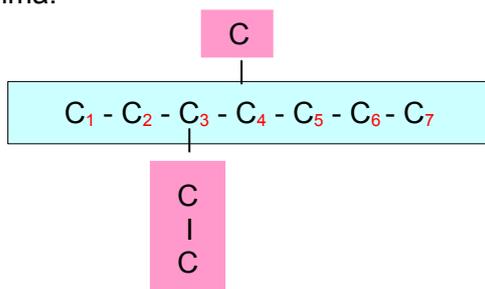
Propen



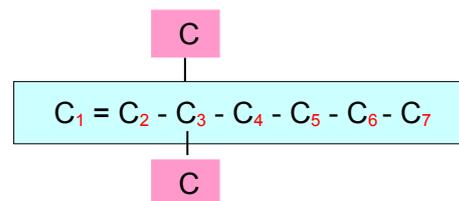
Hept-1,5-dien

3. Seitengruppen werden mit den Namen der entsprechenden Alkane (Alkene/ Alkine) und der Endung „-yl“ gekennzeichnet. Ihre Anzahl wird, (wenn von 1 abweichend) durch die Silben Di-, Tri-, Tetra-, Penta- gekennzeichnet: Vor die Bezeichnung des Restes kommt die Nummer der Stelle der Verzweigung. Treten z.B. zwei Methyl-Reste auf, so kommt noch die Silbe „di“ hinzu. Die Seitengruppen werden in alphabetischer Reihenfolge genannt (also -ethyl vor -methyl).

Tip: zwischen Zahl und Buchstabe immer einen Bindestrich setzen, zwischen Zahlen immer ein Komma!

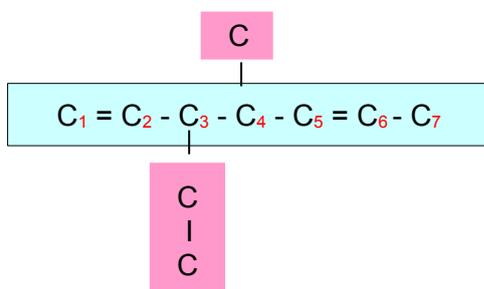


=> 3-Ethyl-4-methylheptan

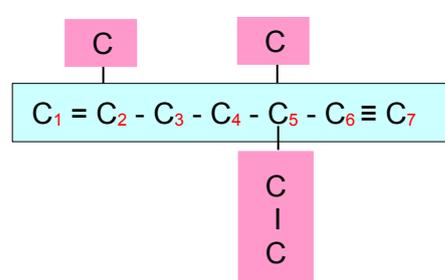


=> 3, 3-Dimethylhept-1-en

4. Mehrere Doppelbindungen werden durch die Endsilbe „-dien“ gekennzeichnet. Verbindungen mit Doppel- und Dreifachbindungen werden durch die Endungen „-enin“ gekennzeichnet. Sind viele Mehrfachbindungen (oder funktionelle Gruppen) vorhanden, kann die Zahl auch direkt vor das -en oder -in gestellt werden: z.B. 1-Buten = But-1-en.



=> 3-Ethyl-4-methylhept-1,5-dien



=> 5-Ethyl-2,5-dimethylhept-1-en-6-in

5. Wichtig: Die Nummerierung der Kohlenstoffkette (siehe 1.) ist so durchzuführen, dass nicht nur Mehrfachbindungen, sondern auch Seitenketten eine möglichst niedrige Nummer erhalten.
6. Seitenketten mit Einfachbindungen enden auf **-yl** (Methyl, Ethyl usw.), Seitenketten mit Doppelbindungen enden auf **-enyl** (Ethenyl, Propenyl usw.).

Übungen zur Nomenklatur organischer Verbindungen (Domino)

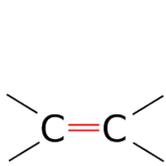
Isobutan		2-Methylhex-2-en-4-in	
n-Butan		4,4-Dimethylheptan	
Buta-1,3-dien		4,5-Dipropyloktan	
2,2-Dimethylpropan		Prop-1-en	
2-Methylpentan		4-Ethyl-2-methyldecen	
3,5-Dimethylhexan		Cyclohexa-1,3,5-trien (= Benzol)	
4-Methylhex-4-en-1in		2,3,4-Trimethylpent-2-en	
3-Ethyl-2,3,5-trimethylheptan		3,6 Dimethylcyclohex-1-en	
2,5,5-Trimethylheptan		1,4,5,8-Tetramethylcycloktan	
Cyclohexan		3,6-Dimethyl- okt-1,5-dien	
3 Ethyl-4,5-dimethylhept-2,5,6-trien		2,3,4-Trimethylpentan	

Übersicht der funktionellen Gruppen

Die Vielfalt der organischen Chemie kommt durch beliebige Verknüpfungsmöglichkeiten der Kohlenstoffketten und durch Anbindung von Liganden bzw. funktionellen Gruppen zustande.

Funktionelle Gruppe bestimmen maßgeblich die chemischen Eigenschaften und die Reaktivität des gesamten Moleküls. Chemische Reaktionen laufen in der Regel auch immer zuerst an funktionellen Gruppen (bzw. Mehrfachbindungen) ab.

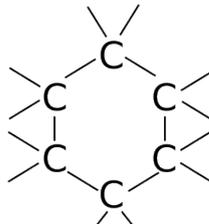
a) C-C, C=C und C≡C Mehrfachbindungen



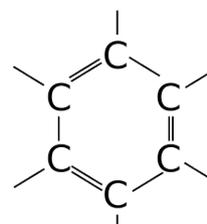
Alken



Alkin

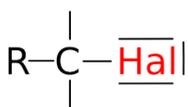


Cycloalkan

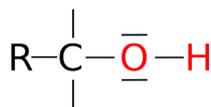


Aren (Cycloalken)

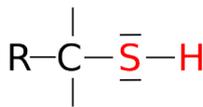
b) Kohlenstoffketten mit elektronegativeren funktionellen Gruppen



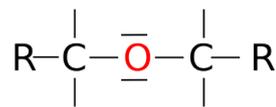
Halogenalkan



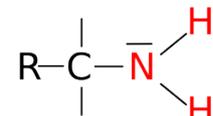
Alkohol



Thiol

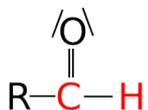


Ether

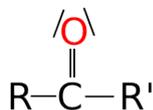


Amin

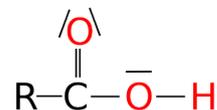
c) Kohlenstoffketten mit C=O Doppelbindungen (Carbonyl- & Carboxyl-Gruppe)



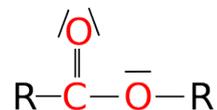
Aldehyd



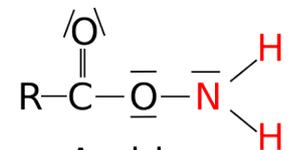
Keton



Carbonsäure



Ester



Amid

Funktionellen Gruppen: Übersicht über wichtige Stoffklassen der organischen Chemie

Als „funktionelle Gruppen“ bezeichnet man besondere Atome, die anstelle eines Wasserstoffes an eine Kohlenwasserstoffkette angehängt ist. Die funktionellen Gruppen sind entscheidend für die chemischen Eigenschaften und das chemische Verhalten dieser Verbindung. So kann ein einzelnes Chloratom die Eigenschaften einer Kohlenstoffkette aus 10 Kohlenstoffatomen komplett verändern.

Oft werden auch spezielle Bindungsarten (Doppel-, Dreifachbindung sowie Ringschlüsse) zu den funktionellen Gruppen zugeordnet.

Name	Merkmal bzw. funktionelle Gruppe	Endung (Suffix)	Name vorangestellt (Präfix)	Beispiel (Achtung: freie Elektronenpaare fehlen!)
Alkan	$-C-C-$	-an		Ethan: $\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-H \\ & \\ H & H \end{array}$
Alken	$-C=C-$	-en		Ethen: $\begin{array}{c} H-C=C-H \\ & \\ H & H \end{array}$
Alkin	$-C\equiv C-$	-in		Ethin: $H-C\equiv C-H$
Halogenalkan	$R-C-Hal$		Fluor- Chlor- Brom- Iod-	Bromethan: $\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-Br \\ & \\ H & H \end{array}$
Alkanol/ Alkohol	$R-O-H$	-ol	Hydroxy-	Ethanol: $\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-O-H \\ & \\ H & H \end{array}$
Keton	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-R' \end{array}$	-on		Propanon: $\begin{array}{c} H & O & H \\ & & \\ H-C & -C & -C-H \\ & & \\ H & & H \end{array}$
Alkanal/ Aldehyd	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C \\ \\ H \end{array}$	-al	Formyl-	Ethanal: $\begin{array}{c} H & O \\ & \\ H-C & -C \\ & \\ H & H \end{array}$
Carbonsäure	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C \\ \\ O-H \end{array}$	-säure	Carboxy-	Ethansäure: $\begin{array}{c} H & O \\ & \\ H-C & -C \\ & \\ H & O-H \end{array}$
Ester	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C \\ \\ O-CH_2-R' \end{array}$	-oat		Ethylpropanoat (früher Essigsäurepropylester): $\begin{array}{c} H & O \\ & \\ H-C & -C \\ & \\ H & O-C-C-C-H \\ & & \\ H & H & H \end{array}$
Ether	$R-CH_2-O-CH_2-R'$	s.u.		Ethoxy-propan (bzw. früher Ethylpropylether): $\begin{array}{c} H & H & & H & H & H \\ & & & & & \\ H-C & -C & -O- & C & -C & -C-H \\ & & & & & \\ H & H & & H & H & H \end{array}$

Zucker		-ose		
Benzolring	$-\text{C}_6\text{H}_5$		Phenyl-	
Thiol	R-SH	-thiol	Mercapto-	
Ammine	R-NH_2		Amino-	
Nitro- verbindung	R-NO_2		Nitro-	

Beachte: R (bzw. R') kennzeichnen beliebige Kohlenwasserstoffketten als Rest

Weitere funktionelle Gruppen in der Übersicht

Funktionellen Gruppen	Name
Aromatische Ringe	Aromaten
aromatischer Ring mit -OH	Phenole
$\text{R-C}\equiv\text{N}$	Nitrile
R-CO	Ketone
R-COH	Aldehyde
R-COOH	Carbonsäuren
$\text{R-COO-R}'$	Ester
R-Hal (F, Cl, Br, oder I)	Halogenkohlenwasserstoffe
Ringschluss	Cycloalkane
$\text{R-N=N-R}'$	Azoverbindungen
R-N=O	Nitroverbindungen
R-NH_2	Amin
R-NO_2	Nitroverbindungen
$\text{R-O-C}\equiv\text{N}$	Cyanat
R-OH	Alkohole
$\text{R-O-O-R}'$	Peroxide
$\text{R-O-R}'$	Ether
$\text{R-O-SO}_2\text{-O-R}$	Sulfate
R-S-H	Thiole (bzw. Mercaptane)
$\text{R-SO}_2\text{-R}'$	Sulfone
$\text{R-SO}_3\text{H}$	Sulfonsäure
$\text{R-S-R}'$	Thioether
$\text{R-S-S-R}'$	Disulfide

Übersicht über wichtige funktionelle Gruppen und bekannte Vertreter

(Achtung: freie Elektronenpaare fehlen!)

Name/ funktionelle Gruppe	Beispiele	Verwendung und Besonderheiten
Alkohole [-ol] R - C - O - H	Methanol $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{O} - \text{H} \end{array}$	Früher bekannt als Methylalkohol oder Holzgeist. Hochgiftige, farblose, leicht brennbare Flüssigkeit. Sie wird schon durch Hautkontakt in den Körper aufgenommen. Schon kleinste Mengen führen zu Nervenschäden und Erblindung. Mengen ab ca. 5ml sind tödlich. Ein Erkennungsmerkmal ist die Verbrennung mit leicht bläulicher Flamme. Ein weiterer Nachweis (und eine Unterscheidung zu Ethanol ist die Verbrennung mit Borax. Dabei entsteht Trimethylborat, das mit grüner Flamme verbrennt. Es findet Verwendung als Lösungs- und Reinigungsmittel, als Treibstoff und Benzinersatz. Zusatzinformationen: https://de.wikipedia.org/wiki/Methanol
	Ethanol $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{O} - \text{H} \end{array}$	Der bekannteste Alkohol wurde früher auch Ethylalkohol oder Weingeist genannt. Er ist ein sehr wichtiges Lösungsmittel, Bestandteil von Reinigungsmitteln und Ausgangsstoff für viele chemische Synthesen. Als Genussmittel wird in den meisten Ländern Alkoholsteuer darauf erhoben. Damit er trotzdem für andere Zwecke, wie z.B. zum Reinigen von Fenstern, zur Verfügung steht, wird er als Spiritus mit einem Vergällungsstoff in den Handel gebracht. Dieser ist ungenießbar (außer für Carl) Ethanol ist giftig. Zwar kann die Leber und die darin gespeicherten Enzyme (z.B. Alkoholdehydrogenase) das Blut wieder entgiften, aber schon ein Glas Wein/ Bier lässt Menschen (je nach Gewicht) die typischen Vergiftungserscheinungen spüren (Schwindel, Übelkeit, Orientierungsstörung, gesteigerte Aggressivität usw.). Die tödliche Dosis liegt etwa bei 3,0 bis 4,0 Promille. Zusatzinformationen: https://de.wikipedia.org/wiki/Ethanol
	Glycerin $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Glycerin (bzw. Glycerol) ist der Trivialname von Propantriol. Dieser dreiwertige Alkohol ist eine wichtige Ausgangssubstanz für Cremes und andere Kosmetika. Es wirkt als Frostschutzmittel in Scheibenwischanlagen und kann bei der Kunststoffproduktion als Weichmacher verwendet werden. Man findet es auch in Zahnpasta und vielen natürlichen Lipiden (Fetten). Zusatzinformationen: https://de.wikipedia.org/wiki/Glycerin

Name/ funktionelle Gruppe Aldehyde [-al]	Beispiele	Verwendung und Besonderheiten
$\begin{array}{c} \text{R} - \text{C} = \text{O} \\ \\ \text{H} \end{array}$	<p>Methanal (=Formaldehyd)</p> $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{O} \end{array}$	<p>Formaldehyd ist ein farbloses, stechend riechendes Gas, welches schwerer als Luft ist. In geringen Mengen riecht es etwas süßlich. Es ist ein gutes Reduktionsmittel und noch in Konzentrationen von 0,05-1 ml/m³ wahrnehmbar.</p> <p>Bei Hautkontakt oder beim Einatmen kommt es zu Verätzungen. Als tödliche Menge reichen schon ca. 10ml Lösung. In geringeren Mengen ist es immer noch krebserregend und kann außerdem Allergien, Haut-, Atemwegs- oder Augenreizungen verursachen.</p> <p>Es wird zur Herstellung von Kunststoffen, Düngemitteln, Farbstoffen, Konservierungsstoff in der Kosmetikindustrie, Desinfektionsmitteln usw. verwendet. Früher würde es gepresstem Holz beigefügt, um dieses vor Schimmel und Insektenbefall zu schützen. Alte Möbel aus gepresstem Holz können auch noch Jahrzehnte später Formaldehyd ausdünsten.</p>
	<p>Ethanal (=Acetaldehyd)</p> $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad // \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} \\ \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	<p>Ethanal ist eine farblose, sehr leicht flüchtige und daher leicht entzündliche Flüssigkeit mit betäubendem, stechendem Geruch, die mit Wasser in jedem Verhältnis mischbar ist.</p> <p>Beim Abbau von Alkohol in der Leber entsteht Ethanal als Zwischenprodukt. größere Mengen davon sind u.a. (neben Magnesiummangel im Blut) für den Kater am nächsten Morgen mitverantwortlich.</p> <p>Es entsteht ebenso (neben über 1000 anderen Verbindungen) bei der Verbrennung von Tabak.</p> <p>Es ist Bestandteil von Kunststoffen (Synthesekautschuk) Farben und wird zur Herstellung von Parfümen verwendet. Auch in der Gummi-, Papier- und Lederindustrie wird es eingesetzt. Manchmal wird es auch als Konservierungsstoff von Früchten und Fisch verwendet.</p>
	<p>Aceton</p> $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \end{array}$	<p>Aceton ist eine dünnflüssige, farblose Flüssigkeit mit typischem Geruch. Sie ist sehr leicht flüchtig und leicht entzündlich und bildet mit Luft ein explosives Gemisch. Mit Wasser ist sie in jedem Verhältnis mischbar und wird deshalb auch oft als Lösungsmittel verwendet (besonders für Harze, Fette, Öle, Klebstoffe, Lacke und Farben). Früher wurde es häufig als Nagellackentferner eingesetzt</p>

Name/ funktionelle Gruppe	Beispiele	Verwendung und Besonderheiten
Carbonsäure [-säure]		
$\begin{array}{c} \text{R} - \text{C} = \text{O} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{H} \end{array}$		
	Ameisensäure	Ameisensäure ist eine farblose, ätzende, stark riechende und in Wasser lösliche Flüssigkeit, die in der Natur vielfach von Lebewesen zu Verteidigungszwecken genutzt wird. Ameisensäure ist ein starkes Reduktionsmittel. Mit Wasser ist sie in jedem Verhältnis mischbar. Als Konservierungsstoff für die Lebensmittelindustrie trägt es die Nummer E 236.
	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{H} - \text{C} \\ \backslash \\ \text{O} - \text{H} \end{array}$	Ihr Säurerest heißt Formiat
	Ethansäure (=Essigsäure)	Zusatzinformationen: https://de.wikipedia.org/wiki/Ameisensäure Reine Essigsäure ist eine stark riechende Flüssigkeit, die schon bei 16,5°C erstarzt. Sie wird dann auch als Eisessig bezeichnet. Sie hat eine recht hohe ätzende Wirkung und greift unter anderem Kalk und Metalle an. Sie ist in jedem Verhältnis mit Wasser mischbar. Wässrige Lösungen der Essigsäure werden auch Essig genannt. Der Essig im Handel enthält zwischen 5-15% Essigsäure. Als Konservierungsstoff für die Lebensmittelindustrie trägt es die Nummer E 260.
	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad // \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} \\ \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{O} - \text{H} \end{array}$	Die Salze der Essigsäure werden als Acetate bezeichnet.
	Weitere Säuren:	Zusatzinformationen: https://de.wikipedia.org/wiki/Ethansäure https://de.wikipedia.org/wiki/Essig An Carbonsäuren gibt es eine zu große Vielfalt, um alle wichtigen Vertreter hier aufzulisten. Aus diesem Grunde folgt nur eine Kurzübersicht. Kurzketttige Carbonsäuren sind stark polar. Langkettige Carbonsäuren haben ein polares und ein unpolares Ende der Kohlenwasserstoffkette. Die mit Mehrfachbindungen werden ungesättigten Fettsäuren genannt. Ohne Doppelbindungen als gesättigte Fettsäuren). Komplexe Carbonsäuren, wie sie oft auch in der Natur in Pflanzen oder beim Stoffwechseln von Tieren auftreten können auch 2 Säuregruppen bzw. auch Hydroxidgruppen enthalten.
	Propionsäure CH ₃ -CH ₂ -COOH	Sie bilden sie untereinander Wasserstoffbrückenbindungen aus und haben u.a. deshalb hohe Siedepunkte. Bei langkettigen Carbonsäuren haben auch die Van-der-Waals-Kräfte großen Einfluss auf die hohen Schmelz- und Siedepunkte
	Milchsäure CH ₃ -CH-COOH O-H	Zusatzinformationen: https://de.wikipedia.org/wiki/Carbonsäuren Konservierungsmittel, kaum noch verwendet (E 280), Säurerest: Propionate https://de.wikipedia.org/wiki/Propionsäure
	Buttersäure CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -COOH	Bestandteil des Säureschutzmantels der Haut. Entsteht beim sauer werden von Milch, Kochsalzersatz in der Diät-nahrung (E 270), Säurerest: Lactate https://de.wikipedia.org/wiki/Milchsäure
	Weinsäure HOOC-CHOH-CHOH-COOH	Einsatz bei der Kunststoffherstellung, Säurerest: Butyrate https://de.wikipedia.org/wiki/Buttersäure Bestandteil in Weintrauben, Säuerungsmittel in der Lebensmittelindustrie (E 334), Säurerest: Tartrate https://de.wikipedia.org/wiki/Weinsäure

Citronensäure
 $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$

Konservierungsstoff und Säuerungsmittel (E 330),
 Säurerest: Citrate
<https://de.wikipedia.org/wiki/Citronensäure>

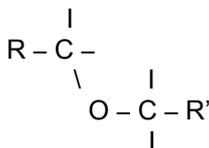
Benzoessäure
 C_6H_5COOH

Lebensmittel-Konservierung (E 210) ,
 Säurerest: Benzoate
<https://de.wikipedia.org/wiki/Benzoessäure>

Stearinsäure
 $C_{18}H_{36}O_2$

Seifen- und Kerzenwachsherstellung, Säurerest: Stearate
<https://de.wikipedia.org/wiki/Stearins%C3%A4ure>

Ether [-ether]



Diethylether
 (oft auch einfach nur
 „Ether“ genannt)

Diethylether riecht leicht süßlich und wird vom Geruch oft mit dem Geruch von „Zahnarztpraxen“ in Verbindung gebracht. Es ist eine klare, farblose Flüssigkeit, welche bei Raumtemperatur sehr schnell verdunstet.

Beim Einatmen hat gasförmiger Diethylether eine betäubende Wirkung, sodass er ab 1846 von Ärzten als Narkotikum (4-5-Vol% Diethylether in der Atemluft, mindestens 15g). Die Wirkung ist dabei eine Lähmung des ZNS, sodass es zu Bewusstseinsverlust und Schmerzempfindlichkeit kommt. In der Bevölkerung hieß der Stoff von da an auch vereinfacht „Ether“.

Der Vorteil dieses Betäubungsmittels ist, dass er Atmung und Blutkreislauf nur kaum beeinträchtigt, sodass die Patienten zwar mit Kopfschmerzen, aber sonst gesund aus der Narkose erwachten.

Die Gefahr lag darin, dass Diethyletherdämpfe mit Luft ein explosives Gemisch bilden.

Diethylether ist recht apolar, sodass er ein gutes Lösungsmittel für lipophile Stoffe und ein schlechtes für Wasser und hydrophile Stoffe darstellt.

Diethylether entzündet sich bereits als Gemisch mit Luft bei 180 °C von selbst!

Beim Stehenlassen bilden sich in Vorratsflaschen Peroxidverbindungen (R-O-O-R). Diese sind ebenfalls gefährlich und steigern die Explosivität.

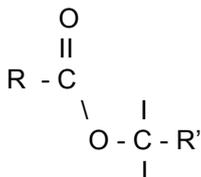
Ester sind meiste klare farblose Flüssigkeiten. So auch der Essigsäureethylester. Er ist teilweise in Nagellackentferner enthalten und ist auch in vielen Klebstoffen als Lösungsmittel enthalten.

Wenn man davon viel einatmet, reizt das die Atemwege, wirkt narkotisierend/ betäubend und kann auch beim regelmäßigen Schnüffeln abhängig machen.

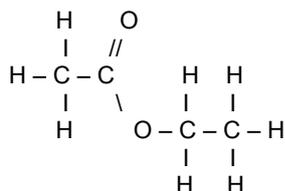
Essigsäureethylester löst sich etwas in Wasser und löst sich vor allem in Ölen und Fetten (lipophile Stoffe).

Man findet es neben der Verwendung als Lösungsmittel in geringen Konzentrationen auch als künstlichen Fruchtaromastoff in Lebensmitteln sowie bei der Kunststoffherstellung (Kunstharze, Cellophan, Celluloid)

Ester [-ester]



Essigsäureethylester
 (=Ethylacetat)



Funktionelle Gruppen ändern massiv die Stoffeigenschaften

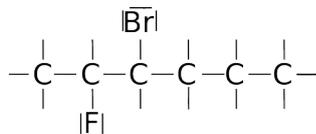
- Sind andere Atome als C oder H in funktionellen Gruppen beteiligt, führen diese in der Regel zu polaren Atombindungen und somit oft zu Dipolen. Dies hat wiederum Einfluss auf Siede- und Schmelzpunkte sowie die Löslichkeit in polaren Lösungsmitteln.
Es gilt: Je stärker der Dipol, desto eher löst sich der Stoff auch in Wasser.
- Funktionelle Gruppen reagieren leichter als Kohlenstoffatome der Hauptkette. Hier finden also oft die „Angriffe“ von Reaktionspartnern statt.
- Auch Mehrfachbindungen zwischen zwei Kohlenstoffen der Hauptkette gelten als funktionelle Gruppe (funktionelle Gruppen ohne Heteroatome). Sie werden oft bei Reaktionen aufgespalten!
=> Moleküle mit Mehrfachbindungen sind deutlich reaktiver als reine Alkane!

Zusatzinformationen:

https://de.wikipedia.org/wiki/Funktionelle_Gruppe

Die Genfer Nomenklatur von organischen Verbindungen (IUPAC) - Teil 2

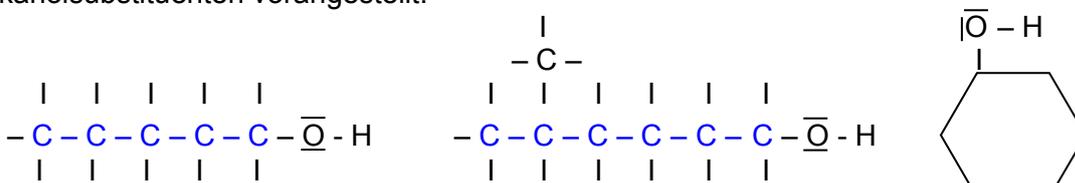
Man unterscheidet zwischen Seitenketten (Methyl-, Ethyl-, Propyl usw.) oder besonderen Substituenten, diese nennt man funktionelle Gruppen. Substituenten ersetzen Wasserstoff und werden auch als Heteroatome bezeichnet, da sie nicht C oder H sind:



3-Brom-2-fluorhexan

a) Nomenklatur mit Alkohol-Substituenten

- Bei Alkoholen wird das Hydroxid als Alkanderivate behandelt. Dem Namen des Alkans wird die Endung -ol angehängt. Den Platz der Hydroxidgruppe erhält wie üblich eine möglichst geringe Nummer. Wichtig: Die Namen und Ziffern der Alkylsubstituenten werden denen der Alkanolsubstituenten vorangestellt:

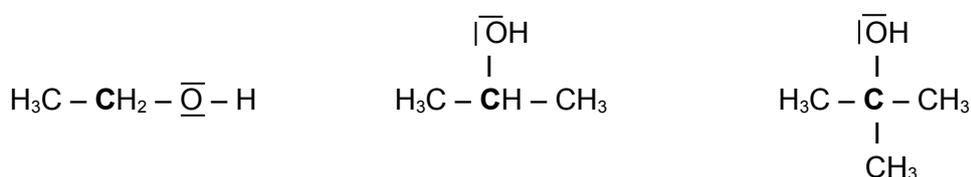


Pentan-1-ol (bzw. 1-Hydroxypentan)

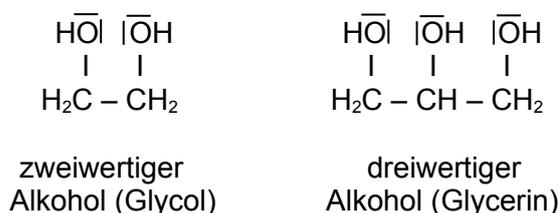
2 Methylhexan-6-ol

Cyclohexanol

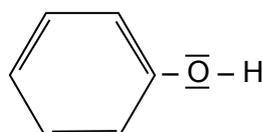
- Hydroxidgruppen, Halogengruppen sowie Alkylgruppen können entsprechend ihrer Stellung die Hauptkette als primäre, sekundäre oder tertiäre kennzeichnen. Entscheidend ist dabei immer, wie viele weitere Kohlenstoffe an dem C zu finden sind, welches die Hydroxidgruppe bindet.



- Entsprechend der Anzahl der OH-Gruppen unterscheidet man einwertige, zweiwertige, dreiwertige (usw.) also mehrwertige Alkohole



- Liegen die Hydroxidgruppen am Benzol (C₆H₆) vor, so spricht man von Phenolen. Kommen zusätzlich Alkylgruppen vor, so werden sie im Namen wieder vorangestellt.



- Bei der Benennung von Verbindungen mit Alkoholsubstituenten und Mehrfachbindungen werden zuerst die Alkoholsubstituenten genannt.
- Die Doppelbindung hat bei der Nomenklatur „Vorfahrt“ vor Halogenen und Alkanseitenketten!

b) Nomenklatur mit Halogen-Substituenten

7. Die Nomenklatur entspricht den Regeln der üblichen Nomenklatur der Alkane (d.h. zuerst längste Kette suchen, alphabetisches Sortieren der Reste usw...)
8. Der Name des Halogens (Fluor, Chlor, Brom, Iod) wird vor den Namen (evtl. mit di, tri, tetra usw...) vorangestellt. Die Nummer wird entsprechend den Regeln zur Bestimmung von Verzweigungen bei Alkanen angegeben. Also z.B. „2 Chlor-propan“
9. Die Doppelbindung hat bei der Nomenklatur „Vorfahrt“ vor Halogenen und Alkanseitenketten! Bei Halogensubstituenten und Verzweigungen (z. B. Ethyl- und Chlor-Verzweigungen in einem Molekül) wird das Halogen also als „funktionelle Gruppe“ als zweites genannt!
10. Nun gilt es noch zu entscheiden, welche funktionelle Gruppe als Endung verwendet wird: Hat man neben den Alkylresten auch funktionelle Gruppen, wie Halogene, Sauerstoff, Stickstoff oder auch Mehrfachbindungen, so wird die ranghöchste Gruppe dabei als Endung verwendet und alle anderen **alphabetisch geordnet**, als Vorsilben genannt.

c) Nomenklatur mit Ether & Ester Substituenten

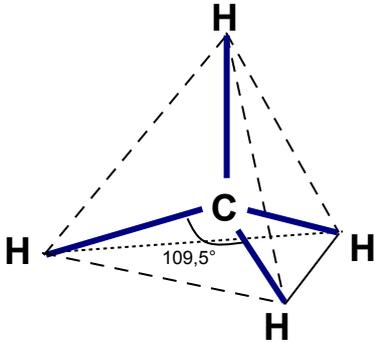
11. Grundsätzlich gibt es hier eine neue und eine ältere (aber noch häufig verwendete Methode. Da Ester durch die Reaktion von Alkohol mit Säuren entstehen, bilden sich die Namen entsprechend: Rest des Alkohols + Rest der Säure + oat (früher: Säurename + Restname + Ether)
12. Auch hier gibt es zwei entsprechende Methoden. Heute werden Ether als Alkoxyalkane bezeichnet. Dabei wird der längere Alkyl-Rest als Stamm und der kürzere Rest als Alkoxy-Substituent benannt. (früher: Name aus den beiden Alkyl-Resten + -ether)

Zusatzinformationen: https://de.wikipedia.org/wiki/International_Union_of_Pure_and_Applied_Chemistry
https://de.wikipedia.org/wiki/Nomenklatur_%28Chemie%29

Bindungswinkel und Drehbarkeit

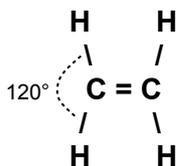
a) Bindungswinkel der Alkane

Erinnere Dich an das Kapitel „Atombindung“. Nach der Elektronenpaarabstoßungstheorie stoßen sich Elektronen voneinander ab. Deshalb haben auch Bindungselektronenpaare immer einen größtmöglichen Abstand voneinander. Ein Atom mit vier Bindungen (also genauso wie der Kohlenstoff in Methan, Ethan usw.) liegt also nicht so vor, wie wir es oft zeichnen:

$\text{CH}_4: \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	
<p>Einfache Darstellung, welche oft ausreicht - aber nicht exakt ist! Der Bindungswinkel ist tatsächlich aber nicht 90°C. => Ein größerer Winkel ist möglich!</p>	<p>Maximale Abstoßung liegt bei einem Winkel von 109,5° vor. Die räumliche Gestalt, welche entsteht, wenn man die Wasserstoffe verbindet, nennt man Tetraeder.</p> <p>Dies ist die räumliche Anordnung, wie sie bei sehr vielen Molekülen, welche 4 Bindungspartner haben vorliegt, ermöglicht den größtmöglichen Abstand zwischen den Bindungspartnern.</p> <p>Hintergrund ist die Abstoßung der Elektronenwolken untereinander (und im Übrigen auch die der Atomkerne). Elektronen und Atome „versuchen“ jeweils einen möglichst großen Abstand voneinander zu bekommen.</p> <p>=> Die Einfachbindung ist frei drehbar!</p>

b) Bindungswinkel der Alkene

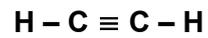
In Alkenen liegen am Doppelbindungs-“C“ nur 3 Bindungen vor (die Doppelbindung zählt nur einmal, da sie ja nur EINE Doppelbindung ist!). Der Bindungswinkel beträgt 120°.



=> Die Doppelbindung ist nicht frei drehbar!

c) Bindungswinkel der Alkine

Ein C mit Dreifachbindung hat nur 2 Bindungen. Somit ist der maximale Abstand erreicht, wenn ein Bindungswinkel von 180° vorliegt!



=> Die Dreifachbindung ist nicht drehbar!

Verschiedene graphische Darstellungsmöglichkeiten von organischen Verbindungen

Organische Verbindungen sind im Aufbau komplex. Durch ihren dreidimensionalen Aufbau ist es schwierig, sie zweidimensional auf Papier darzustellen. Hier eine Übersicht über verschiedene Darstellungsweisen:

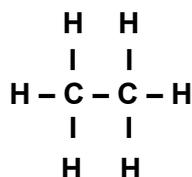
a) Summenformel:

Die Summenformel beschreibt einfach die Summe der beteiligten Atome. Sie sagt nichts über den tatsächlichen Aufbau aus.



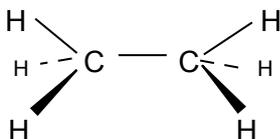
b) Konstitutionsformel/ Strukturformel

Die Konstitutionsformel zeigt den einfachen, zweidimensionalen Aufbau der Verknüpfungen von Kohlenwasserstoffen.

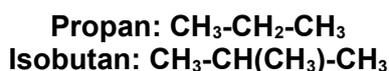


c) Strukturformel mit dreidimensionaler Darstellung

In der Regel entspricht sie der Konstitutionsformel. Sie kann (bei einfachen Molekülen) auch dreidimensional gezeichnet sein (gestrichelte Linien ragen nach hinten, dicke Dreieckslinien ragen nach vorn - aus der Ebene hinaus).



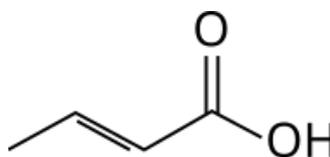
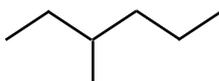
d) Halbstrukturformel (Kettenschreibweise)



e) Skelettformel

Bei dieser Schreibweise werden Wasserstoffe und Kohlenstoffe nicht gezeichnet! Die Kohlenstoffe, werden durch die Enden und die Winkelkanten angegeben. Heteroatome und Mehrfachbindungen werden hingegen angegeben.

Bsp. 3-Methylhexan



Pentensäure

Weiter Möglichkeiten der dreidimensionalen Abbildung:

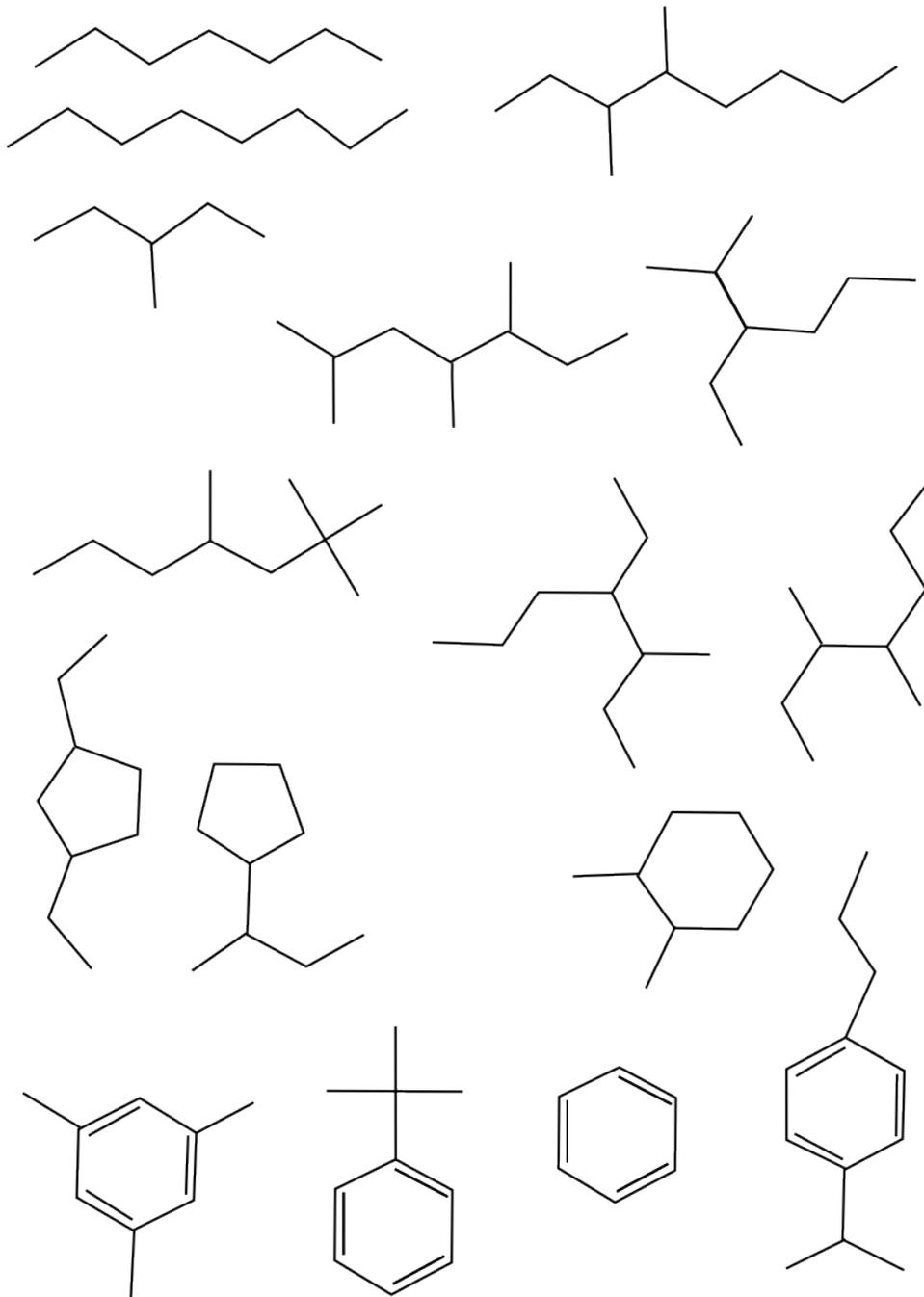
Newmann-Projektion: <https://de.wikipedia.org/wiki/Newman-Projektion>

Fischer-Projektion: <https://de.wikipedia.org/wiki/Fischer-Projektion>

Haworth-Formel: <https://de.wikipedia.org/wiki/Haworth-Formel>

Übung: Im Benzin enthaltene Alkane und Alkine

Benzin ist ein Gemisch. Es enthält mehrere verschiedene Alkane, Cykloalkane, Alkene und Cycloalkene. Hier ein Ausschnitt eines typischen Benzins:

**Aufgaben:**

1. Ordne die folgenden Namen den einzelnen Verbindungen zu:

1,3 Diethylcyclopentan, 2,4,5 Trimethylheptan, 1,2 Dimethylcyclohexan, 3,4, Dimethyloctan,
 3 Isopropylhexan, Oktan, Benzol (=Hex-1,3,5-trien), Heptan, 2,2,4-Trimethylheptan, 1,3,5-Trimethylbenzol,
 3 Methylpentan, Isopropyl-4-propylbenzol, 4 Ethyl-3-methylheptan,
 3,4-Dimethylheptan, (1-Methylpropyl)-cyclopentan, Isobutylbenzol.

2. Stelle eine Hypothese für die unterschiedliche Zusammensetzung des Gemisches „Benzin“ auf.

3. Erkundige Dich über die Oktanzahl. Ein Tipp dazu: n-Heptan hat die Oktanzahl 0, Isooktan die Oktanzahl 100.

Cracken von langkettigen Kohlenwasserstoffen

Die wichtigsten Rohstoffe, welche aus Erdöl gewonnen werden, sind v.a. Treibstoffe wie Benzin und Diesel sowie kurzkettige (C_2 - C_4) Kohlenwasserstoffe zur Kunststoffproduktion.

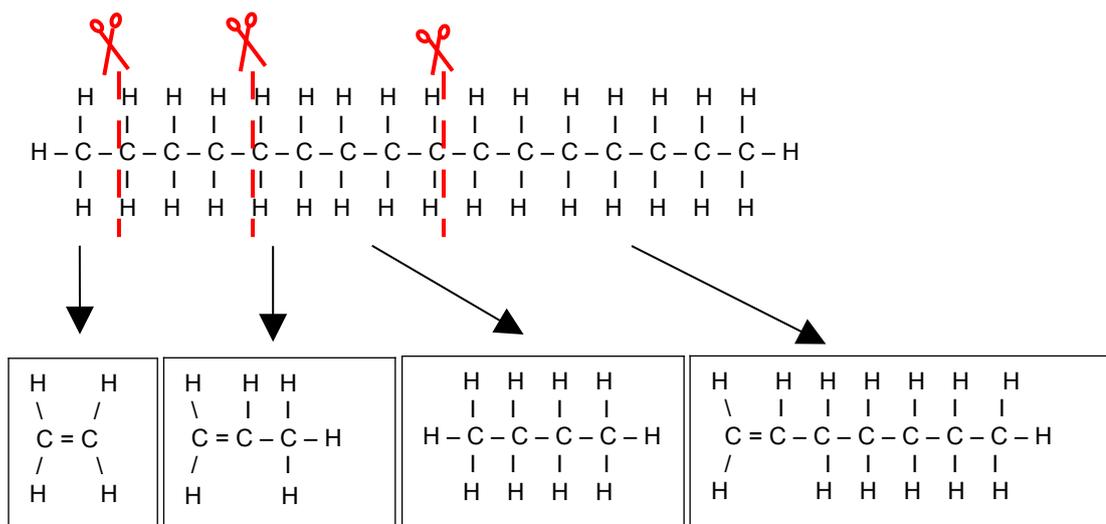
Da die Zusammensetzung von Erdöl unterschiedlich ist und der prozentuale Anteil an Benzin, Diesel und kurzkettigen Kohlenwasserstoffen in Erdöl (natürlich) nicht ausreicht, die menschliche Nachfrage zu decken, benötigt man ein Verfahren, um aus den kaum nutzbaren langkettigen Kohlenwasserstoffketten dringend benötigt kurzkettige, herzustellen.

Ein Verfahren dazu ist das sogenannte Cracken. Im Grunde wird eine lange Kohlenwasserstoffkette dabei durch Erhitzen auf ca. 800°C (oder durch einen Katalysator bei ca. 450°C) in mehrere Kürzere „zerschnitten“.

Dies funktioniert deshalb so einfach, da die Kohlenstoffatome bei solche hohen Temperaturen derart stark schwingen, sodass die Ketten „reißen“.

Zu beachten ist, dass an den Bruchstellen von langkettigen Alkanen jeweils CH_2 - Glieder vorliegen. Daraus folgt, dass die neuen Kettenenden der entstehenden Bruchstücke allerdings nicht immer CH_3 -Enden haben können! (da ja Wasserstoffatome fehlen)³. Als Konsequenz entstehen beim Cracken immer auch Alkene. Durch anschließende Reaktion mit Wasserstoff, können daraus aber Alkane gebildet werden.

Beispiel: Cracken von Hexadecan



Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Cracken>

³ bei komplexen Verfahren können zusätzliche Wasserstoffe natürlich später an die Doppelbindungen addiert werden

Wiederholungsaufgaben: Kohlenstoffverbindungen der organischen Chemie

- Vergleiche Diamant und Graphit hinsichtlich ihrer Eigenschaften und dem Aufbau.
- Was versteht man unter der „Chemie des Kohlenstoffs“. Auf wen geht die Auftrennung der Chemie in organische und anorganische Chemie zurück?
- Beschreibe die Verbrennung organischer Substanzen am Beispiel der Verbrennung von Benzin (zur Vereinfachung Octan). Stelle eine Reaktionsgleichung auf und formuliere einen Merksatz, der dies für alle organischen Substanzen zusammenfasst.
- Stelle die Reaktionsgleichung für die Verbrennung von Methan, Ethan und Propan auf
- Welche Gefahr geht von den Dämpfen kohlenstoffhaltiger Lösungsmittel (z.B. Benzin oder Alkohol) aus?
- Welche Konsequenzen ergeben sich aus der Reaktionsgleichung in 3. und 4. für unsere Umwelt?
- Was versteht man unter einer Atombindung? Zeichne die Atombindung zwei Sauerstoffatome.
- Zeichne die folgenden Verbindungen als Valenzstrichformel: H₂, O₂, N₂, Cl₂, HCl, CO, H₂O, CH₄, CO₂
- Was ist die homologe Reihe der Alkane? Wie unterscheiden sich Alkane, Alkene und Alkine? Nenne je ein Beispiel sowie die allgemeine Formel.
- Welchen Zusammenhang siehst du zwischen der Länge der Kohlenstoffkette und dem Molekulargewicht sowie der Siedetemperatur der homologen Reihe der Alkane?
- a) Welche Summenformel haben Cyclo-Alkane b) Alkene mit zwei Doppelbindungen)?
- Erkläre den Begriff „Isomer“. Zeichne dann alle Isomere von Hexan.
- Wie erklärst Du Dir die Vielfalt der organischen Verbindungen?
- Wie kann man Kohlenstoff chemisch nachweisen? Beschreibe ein Experiment mit Aufbau.
- Welche Gefahr geht von den Dämpfen kohlenstoffhaltiger Lösungsmittel (z.B. Benzin oder Alkohol) aus?
- Kohlenstoff steht in der 4. HG. Wie viel Atombindungen kann ein Element der 4. HG nur haben?
- Gib die Strukturformeln und Namen von 4 isomeren Alkoholen der Summenformel C₄H₁₀OH an!
- Stelle die Valenzstrichformeln der folgenden Verbindungen auf: a) alle Dir bekannten Säuren
b) Methan, Heptan, C₂H₆, C₆H₁₄, C₄H₁₀, C₉H₂₀, C₂H₄, C₆H₁₂, C₆H₆
- Wiederhole die Regeln der Genfer Nomenklatur.
- Zeichne: 2,2-Dimethylpropan; 2,3,4-Trimethylpenten; 4,4-Dimethylheptan
- Unter welchen Bedingungen konnten sich Erdgas und Erdöl bilden. Beschreibe den Vorgang.
- Norddeutsches Erdgas enthält auch Schwefelwasserstoff. Welche Gefahren würden auftreten, wenn dieser Bestandteil nicht vor der Verbrennung herausgewaschen würde? Begründe mit einer Reaktionsgleichung!
- Woran liegt es, dass die Zusammensetzung des Erdöls aus verschiedenen Ländern unterschiedlich ist?
- Erkläre den Begriff „Isomer“ und stelle alle Isomere von Hexan auf
- Gib die Strukturformeln und Namen von 4 isomeren Alkoholen der Summenformel C₄H₁₀OH an!
- Zeichne die folgenden Strukturformeln und benenne die Substanzen:
a) CH₃-CHCl₂ b) C₂H₅OH c) CH₃-CH₃O d) C₂H₃Br e) C₃H₇Cl f) C₆H₆ g) C₃H₈
h) C₃H₅Cl i) C₃H₄COOH j) C₃H₃O k) Ethanol l) (CH₃)₃CCH₃ m) CH₂=C(CH₃)CH₂F
n) H₃C-CH₂-Br o) 1,5-Diiodpenta-1,4-dien p) 2-Fluor-3,4-dimethylhex-3-en q) 4,4, Dimethylheptan
r) 2,3,4 Trimethylpenten s) H₃C-CH₂-CH₂-CH₂-CH₂ t) H₃C-CH=CH-CH=CH-CH₃
u) 2,2 Dimethylpropan
- Begründe, warum es in der organischen Chemie eine theoretisch unendliche Anzahl an Verbindungen gibt.
- Warum ist Kohlenstoff immer vierbindig und warum darf Wasserstoff nur eine Bindung haben? Wie viele Bindungen hat Stickstoff? Wie sehen die typisch gebundenen Sauerstoffe aus?
- Nenne 10 Stoffe, in denen Kohlenstoff enthalten ist. Wie kann man Kohlenstoff in ihnen chemisch nachweisen? Beschreibe ein Experiment. (Wie kann man Halogene in Kohlenwasserstoffen nachweisen?)
- Vervollständige die Tabelle:

Stoffklasse	funktionelle Gruppe	Endung	Beispiel
Alkan	C-C		
Alken			
Alkin			
Halogenalkane			
Alkohol			
Carbonsäure			

- Benenne die folgenden Verbindungen:

