

Chemie kurz und bündig Arbeitskreis Kappenberg	Alkane (gesättigte Kohlenwasserstoffe) Alkene und Alkine(ungesättigte KW)	V 21 Organische Chemie
---	--	----------------------------------

Organische Chemie war früher die Chemie der Stoffe des lebendigen Lebens. Seit der Harnstoffsynthese von Wöhler (1828) ist der Begriff erweitert worden auf: **Chemie der Kohlenstoffverbindungen**.

Alkane sind Verbindungen, die nur Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten. Die Atome sind ausschließlich durch Einfachbindungen miteinander verbunden. Wenn kein Ring vorliegt, lautet die allgemeine Formel: C_nH_{2n+2} Dabei ist n eine natürliche Zahl. Andere Namen für Alkane: Gesättigte Kohlenwasserstoffe, Paraffine.

C-Atomzahl	Name	Summenformel
1	Methan	CH ₄
2	Ethan	C ₂ H ₆
3	Propan	C ₃ H ₈
4	Butan	C ₄ H ₁₀
5	Pentan	C ₅ H ₁₂
6	Hexan	C ₆ H ₁₄

C-Atomzahl	Name	Summenformel
7	Heptan	C ₇ H ₁₆
8	Octan	C ₈ H ₁₈
9	Nonan	C ₉ H ₂₀
10	Decan	C ₁₀ H ₂₂
11	Undecan	C ₁₁ H ₂₄
12	Dodecan	C ₁₂ H ₂₆

C-Atomzahl	Name	Summenformel
13	Tridecan	C ₁₃ H ₂₈
14	Tetradecan	C ₁₄ H ₃₀
16	Hexadecan	C ₁₆ H ₃₄
20	Eicosan	C ₂₀ H ₄₂
21	Heneicosan	C ₂₁ H ₄₄
22	Docosan	C ₂₂ H ₄₆

Isomerie: Stoffe, welche die gleiche Summenformel aber eine verschiedene Strukturformeln (und damit verschiedene Eigenschaften) besitzen, heißen (Struktur)Isomere.

Nomenklatur (Regeln zur Benennung von der Union of Pure and Applied Chemistry (UPAC):

- 1) Die längste Kette gibt den Namen an.
- 2a) Die Kette wird so durchnummeriert, dass die (Seiten-) Reste möglichst kleine Ziffern bekommen.
- 2b) Die Reste werden wie Alkane selbst benannt, nur tragen sie statt der Endung "an" die Endung "yl".
- 2c) Die Position des Restes an der längsten Kette wird als Ziffer vor dem Rest angegeben.
- 2d) Sind mehrere gleichartige Reste vorhanden, so werden sie mit Hilfe der griechischen Zahlsilben zusammengefasst. (1 - mon(o), 2 - di, 3 - tri, 4 - tetr(a), 5 - pent(a), 6 - hexa(a) .(siehe oben)).
- 2e) Unterschiedliche Reste werden alphabetisch geordnet.
- 3) Ringförmige KW werden durch die Vorsilbe: "Cyclo-" charakterisiert (z.B. Cyclohexan).

Beispiele: Isomere des Heptans (C₇H₁₆) Der Übersichtlichkeit halber wurden die Wasserstoffatome und Bindungen nicht gezeichnet.

$C-C-C-C-C-C-C$	$\begin{array}{c} C \\ \\ C-C-C-C-C-C \end{array}$	$\begin{array}{c} C \\ \\ C-C-C-C-C-C \end{array}$
n - Heptan	2-Methylhexan	3-Methylhexan
$\begin{array}{c} C \\ \\ C-C-C-C-C \\ \\ C \end{array}$	$\begin{array}{c} C \\ \\ C^5-C^4-C^3-C^2-C^1 \\ \\ C \end{array}$	$\begin{array}{c} C \\ \\ C-C-C-C-C \\ \\ C \end{array}$
2,2-Dimethylpentan	2,3-Dimethylpentan	2,4-Dimethylpentan
$\begin{array}{c} C \\ \\ C-C-C-C-C \\ \\ C \end{array}$	$\begin{array}{c} C \\ \\ C-C-C-C \\ \quad \\ C \quad C \end{array}$	$\begin{array}{c} C-C-C-C-C \\ \\ C \\ \\ C \end{array}$
3,3-Dimethylpentan	2,2,3-Trimethylbutan	3-Ethylpentan

Räumlicher Aufbau:

Aus zeichentechnischen Gründen werden die Bindungen in den Alkanen häufig rechtwinklig dargestellt. In Wirklichkeit aber ist die Umgebung eines Kohlenstoffatoms tetraedrisch angeordnet (siehe Methan - nächste Seite). Zudem ist eine Drehung um jede Bindungsachse möglich.

Allgemeine Eigenschaften der Alkane:

Die Alkane C₁ bis C₄ sind bei Raumtemperatur gasförmig, C₅ bis C₁₇ flüssig, die höheren Alkane wachsartig fest.

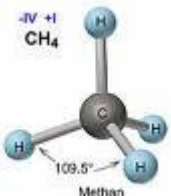
- Die Anziehungskräfte zwischen den unpolar aufgebauten Alkanmolekülen sind sehr niedrig. Sie werden als **van-der-Waals-Kräfte** bezeichnet.

Je länger die Kette (größere Summenformel) der Alkane wird, desto höher wird die Siede- bzw. Schmelztemperatur, weil die van-der-Waals-Kräfte auf einer größeren Fläche wirken können. Bei gleicher Summenformel ist die Siedetemperatur bei den unverzweigten Isomeren gegenüber den verzweigten höher.

Chemie kurz und bündig Arbeitskreis Kappenberg	Alkane (gesättigte Kohlenwasserstoffe) Alkene und Alkine(ungesättigte KW)	V 21 Organische Chemie
---	--	----------------------------------

Alkane haben allesamt eine kleine Dichte und da sie unpolar sind, mischen sie sich nicht mit dem polaren Wasser (Gleiches löst sich in Gleichem). Benzin brennt beim Löschversuch mit Wasser auf diesem schwimmend weiter.

Beispiele für Alkane:

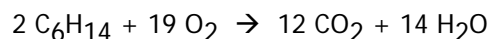
Formel	Name(n)	Herstellung, Eigenschaften, Besonderheiten, Verwendung
	Methan	Hauptbestandteil des Erdgases, Vorkommen bei Faulprozessen als "Biogas" und bei schlagenden Wettern in Bergwerken; farb- und geruchlos; Fp.: - 184 °C, Kp.: -164 °C, Heiz- und Treibstoff, Grundstoff für chemische Synthesen
<pre> H H H H H-C-C-C-C-H H H H H </pre>	C ₄ H ₁₀ n-Butan	Zum Teil im Erdgas enthalten. Gewinnung aus Erdöl durch Cracken molare Masse: 58 g/mol, Fp.: - 135 °C, Kp.: - 0.5 °C Heiz- und Treibstoff (Flüssiggas, Feuerzeuggas)
	C ₄ H ₁₀ 2-Methylpropan (Iso-Butan)	Zum Teil im Erdgas enthalten. Gewinnung aus Erdöl durch Cracken molare Masse: 58 g/mol, Fp.: - 145 °C, Kp.: - 11.7 °C Heiz- und Treibstoff (Flüssiggas, Feuerzeuggas)
<pre> C C C - C - C - C - C C C </pre>	2,2,4-Trimethylpentan (Iso)Octan	Vergleichssubstanz für die Bewertung von Motorkraftstoffen (Klopffestigkeit, "Klingeln des Motors" ist Explodieren des Kraftstoffes vor der eigentlichen Zündung) Isooctan hat die Octanzahl 100 und n-Heptan hat die OZ 0

Alkane gehen praktisch (fast) **keine chemischen Reaktionen** ein, da die Elektronegativitätsunterschiede im Molekül sehr gering sind und keine Zentren mit hoher Elektronendichte auftreten. So reagieren sie zum Beispiel nicht mit konzentrierten Säuren oder Laugen.

Mögliche Reaktionen der Alkane

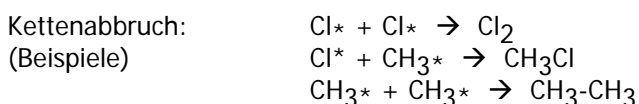
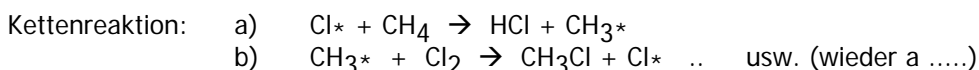
Verbrennung:

Bei der vollständigen Verbrennung entstehen aus den Alkanen Kohlenstoffdioxid und Wasser. Dabei wird viel Energie frei (Einsatz in Heizquellen). Beispiel : Verbrennung von Hexan



Radikalische Substitution:

Radikale (Verbindungen mit einem ungepaarten Elektron) sind äußerst reaktionsfähige Stoffe. Sie sind bis auf den Sauerstoff nahezu die einzigen Chemikalien, die Alkane angreifen. So entstehen z.B. Chlorkradikale durch Einwirkung von UV-Licht auf Chlorgas. Chlorkradikale reagieren mit Alkanen unter Bildung von Chlorwasserstoff und eines Alkylradikals, welches mit Chlor zu einem Halogenalkan und einem Chlorkradikal weiter reagiert (Kettenreaktion).



Letztendlich wird also mit Hilfe eines **Radikals** ein Wasserstoffatom durch ein Chloratom **substituiert** (ersetzt). Die Reaktion lässt sich durch Licht, Änderung der Konzentration der Reaktionspartner und Entfernen von Produkten aus dem Reaktionsgefäß in gewissem Rahmen steuern.

Cracken

Die Reaktion erfolgt durch starkes Erhitzen. Dabei entstehen unkontrolliert alle möglichen Produkte: z.B. aus Propan -> Wasserstoff, Methan, Propen, Propin, Ethan, Ethen, Ethin und Kohlenstoff in unterschiedlichen Mengen.

Chemie kurz und bündig Arbeitskreis Kappenberg	Alkane (gesättigte Kohlenwasserstoffe) Alkene und Alkine(ungesättigte KW)	V 21 Organische Chemie
---	--	----------------------------------

Katalytische Dehydrierung

Durch Einsatz spezieller Katalysatoren ist es möglich, gezielt Wasserstoff abzuspalten. So kann man aus Ethan das Ethen und (Ethin) herstellen, ohne dass gleichzeitig viel Kohlenstoff und Methan entstehen.

Öl-Raffinerien

Da Erdöl aus vielen Kohlenwasserstoffen besteht und es in diesem Zustand nicht nutzbar ist, muss man die Kohlenwasserstoffe innerhalb bestimmter Siedebereiche voneinander trennen.

In einer Raffinerie wird das Roherdöl auf 360°C - 400°C erhitzt. Es beginnt zu sieden. Die entstandenen Dämpfe werden durch einen sogenannten Fraktionsturm geleitet und dort nach verschiedenen Siedebereichen getrennt. Man kann die so erhaltenen Fraktionen, abhängig von ihren Siedebereichen, unterschiedlich nutzen (z.B. Benzin 35-140°C, Diesel 220-320°C). Die übrig bleibenden Rückstände werden erneut im Vakuum erhitzt, ~~erhitzt~~ und durch einen 2. Fraktionsturm geleitet. Dort gewinnt man weitere Destillate (Verwendung als Schmieröle). Der Rückstand wird als Bitumen im Straßenbau verwendet.

Benzin durch Cracken

Man benötigt viel mehr (Leicht-)Benzin, als normalerweise im Erdöl vorhanden ist. Die Verbindungen die im Benzin, Dieseldieselkraftstoff, bzw. im leichten Heizöl enthalten sind, bestehen aus kleineren Kohlenwasserstoffmolekülen als die im schwereren Heizöl oder im Rückstand der fraktionierten Destillation. Man zerlegt („crackt“) deshalb großtechnisch die großen Kohlenwasserstoffmoleküle in kleinere.

Beim thermischen Cracken wird vor allem schweres Heizöl auf bis über 500°C erhitzt. Das führt dazu, dass die großen Moleküle in Schwingung geraten und die C-C Bindungen aufbrechen.

Jedoch kann beim katalytischen Cracken mithilfe eines Katalysators ein wesentlich höheres Umwandlungsergebnis erreicht werden.

Bei beiden Methoden wird außer einer gewissen Menge an verschiedenen Kohlenwasserstoffen gleichzeitig Kohlenstoff gewonnen, der sich auf dem Katalysator abschlägt. Dieser findet als Ruß z.B. in der Reifenindustrie Verwendung.

Die beim Cracken entstandenen Flüssigprodukte können durch fraktionierte Destillation weiter aufgetrennt werden.

Der Kat (Autokatalysator)

Beim Verbrennen des Benzins entstehen nicht nur Kohlenstoffdioxid und Wasser, sondern auch giftige Nebenprodukte (z.B. Kohlenstoffmonooxid) und nicht verbrannte Kohlenwasserstoffe. Durch den Einsatz von Katalysatoren ist es möglich den Schadstoffanteil der Abgase zu verringern. Die vom Motor kommenden Abgase strömen durch Kanäle eines Keramikwabenkörpers und kommen mit Edelmetall, dem eigentlichen Katalysator, in Berührung. An dessen Oberfläche läuft durch Sauerstoffzugabe die Nachverbrennung der Schadstoffe zu dem weniger gefährlichen Kohlenstoffdioxid sowie der ungefährlichen Verbindungen Wasser ab. Allerdings muss die Zusammensetzung der Abgase gemessen werden, sonst entstehen auch gefährliche Nebenprodukte wie Stickoxide (geregelter Kat).