Alkene und Alkine sind ungesättigte Kohlenwasserstoffe TO

laborberufe.de

Zur großen Vielfalt organischer Verbindungen trägt auch bei, dass C-Atome auch relativ starke Doppel- und Dreifachbindungen zu benachbarten C-Atomen ausbilden können. Stoffe mit einem solchen Merkmal werden ***ungesättigte Verbindungen*** genannt**,** weil die Anzahl der Wasserstoff-Bindungspartner nicht den maximalen Wert erreicht hat, der bei den Alkanen verwirklicht ist. So hat Ethan die Summenformel C_2H_6, das einfachste Molekül mit C-C-Doppelbindung, das Ethen hingegen C_2H_4 (Strukturformel: *siehe Abb. 2*) und das Ethin (H-C≡C-H) sogar C_2H_2.

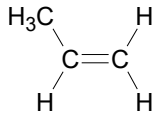
1. *Aus der folgenden Tabelle kann man schlussfolgern, dass die zweite und vor allem die dritte Bindung zwischen zwei C-Atomen nicht ganz so stabil wie die erste Bindung. Erklären Sie, wie die Schlussfolgerung zustande kommt.*

	Bindungs-energie (ΔH)	**Bindungs-länge (d)**
C-C	348 kJ/mol	154 pm
C=C	614 kJ/mol	134 pm
C≡C	839 kJ/mol	120 pm

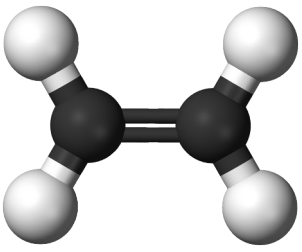
Ungesättigte Kohlenwasserstoffe sind deshalb deutlich reaktiver als Alkane.

Alkene und Kennzeichen der C-C-Doppelbindung

Kohlenwasserstoffe mit einer C-C-Doppelbindung werden **Alk<u>e</u>ne** genannt. Die beiden einfachsten Vertreter sind:

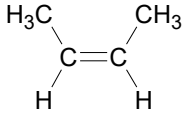
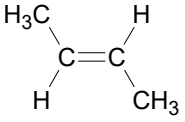
Bezeichnung	Ethen	
Summenformel		
(Halb-) Strukturformel:		
Skelettformel		

Mit Hilfe des *Elektronenabstoßungsmodells* kann man herleiten, dass sich die C-Atome mit Doppelbindung im 120°-Winkel mit den drei Bindungspartnern umgeben, denn die Elektronenpaare stoßen sich gegenseitig ab. Diese Eigenschaft muss bei der korrekten Wiedergabe von Strukturformeln berücksichtigt werden, indem man an den C-Atomen stets eine dreieckige Anordnung einhält *(vgl. alle Strukturformeln auf diesem Dokument)*. Die beiden C-Atome der Doppelbindung und die anhängenden vier Atome liegen alle auf einer Ebene. So ist beispielsweise Ethen ein vollkommen *planares* Molekül, d.h. eben gebaut. Kugelstabmodell zum räumlichen Bau:



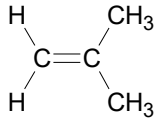
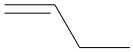
Q: wikicommons. A: Benjah-bmm27

Das wichtigste Kennzeichen der C-C-Doppelbindung ist der **Verlust der freien Drehbarkeit entlang der C-C-Doppelbindungsachse**. Das hat weitreichende Konsequenzen für den räumlichen Bau. Aufgrund dessen existieren Isomere, die zwar dieselbe Atomabfolge ***(Konstitution)*** besitzen, sich aber im räumlichen Bau ***(Konfiguration)*** unterscheiden. Das einfachste Alken, bei dem diese Unterscheidung getroffen werden muss, ist das C_4H_8. Es gibt zwei C_4H_8-Isomere mit derselben Konstitution (CH_3-CH=CH-CH_3), aber unterschiedlichem räumlichen Bau (Konfiguration). Liegen die beiden CH_3-Substituenten der C-Atome der Doppelbindung **<u>z</u>**usammen auf derselben Seite, so spricht man vom **Z-Isome**r (von „**<u>z</u>“**usammen) oder auch ***cis*-Isomer**. *Der vollständige systematische Name der Verbindung ist dann (2Z)-But-2-en, auch cis-But-2-en genannt.* Liegen die beiden Substituenten auf **<u>e</u>**ntgegengesetzten Seiten, so liegt das **E-Isomer** vor (**<u>e</u>**ntgegengesetzt, auch ***trans*-Isome**r): *(2E)-But-2-en* oder *trans-But-2-en:*

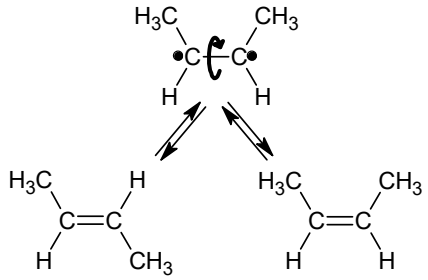
Bezeichnung und alternative Bezeichnung		
Strukturformel:		
Skelettformel		
Konstitution		
Summenformel		

Die beiden isomeren Verbindungen, das (*2E*)-But-2-en und das (*2Z*)-But-2-en sind also eng verwandt, denn sie besitzen sogar dieselbe *Konstitution* und unterschieden sich nur in der *Konfiguration*. Man spricht in solchen Fällen von **Konfigurationsisomeren**, im konkreten Fall auch von ***E-Z-Isomerie*** oder ***cis-trans-Isomerie***.

Darüber hinaus existieren zwei weitere Alkene mit C_4H_8, die sich schon auf Konstitution-Ebene von den oberen beiden Vertretern unterscheiden. Sie besitzen im Vergleich zu den beiden But-2-enen eine andere Atomabfolge, nur die Summenformel C_4H_8 und der Besitz einer C-C-Doppelbindung haben sie gemeinsam. Solche weitläufige chemischen Verwandtschaften, die sich selbst in der Konstitution voneinander unterscheiden, heißen **Konstitutionsisomere**.

Bezeichnung		Methylpropen Das ist eben auch ein Buten!
Strukturformel:		
Skelettformel:		
Konstitution	$H_2C{=}C(H){-}CH_2{-}CH_3$	
Summenformel		

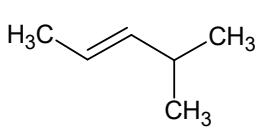
Nur wenn die schwächere der beiden Bindungen („Doppelbindung“) gebrochen wird, kann es dort zur Rotation *entlang der Bindungsachse kommen*, die zur ***Isomerisierung***, *d.h. zur* chemischen Umwandlung der E-Z-Isomere ineinaner führt. Beispiel:



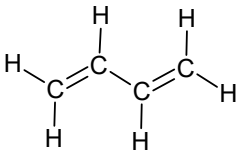
(2E)-But-2-en (2Z)-But-2-en

Die Aktivierungsenergie hierfür ist allerdings sehr hoch, die Raumtemperatur reicht nicht aus. Beide But-2-ene können deshalb getrennt gelagert werden, ohne dass sie sich bei Raumtemperatur ineinander umwandeln.

Die **Nomenklatur der Alkene** fügt sich nahtlos in die der (Halogen-)Alkane ein. Es gelten die dortigen Regeln, nur dass im *Stammnamen* die Lage der Doppelbindung angegeben und mit **-en** beendet wird. Die Doppelbindung hat bei der Nummerierung der Hauptkette Vorrang gegenüber Substituenten. Falls eine Unterscheidung nötigt ist, gibt man zu Beginn des Namens in Klammern an, ob eine Doppelbindung Z- oder E-konfiguriert ist. Bei mehreren Doppelbindungen gibt man Lage und Anzahl im oder vor dem Stammnamen an, z.B. ….**di**en oder …**tri**en. Beispiele der Nomenklatur:



(2*E*)-4-Methylpent-2-en
(und nicht (*3E*)-2-Methylpent-3-en)



Buta-1,3-dien
oder
1,3-Butadien

---

2. *Geben Sie die systematischen Namen, die Halbstrukturformeln und die Skelettformeln aller Pentene (C_5H_{10}) an.*