

Alkene und Alkine sind ungesättigte Kohlenwasserstoffe

Zur außerordentlichen Vielfalt organischer Verbindungen trägt auch bei, dass Kohlenstoffatome über die Einfachbindung hinaus, auch relativ starke Doppel- und Dreifachbindungen zu benachbarten Kohlenstoffatomen ausbilden können. Stoffe mit einem solchen Merkmal werden **ungesättigte Verbindungen** genannt, weil die Anzahl der Wasserstoff-Atome 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 ($H-C\equiv C-H$) sogar C_2H_2 .

Wie man aus der Tab. 1 (siehe rechts) entnehmen kann (WARUM????), ist die zweite und vor allem die dritte Bindung zwischen zwei C-Atomen nicht ganz so stabil wie die erste Bindung. Dies führt dazu, dass ungesättigte Kohlenwasserstoffe deutlich reaktiver sind als Alkane.

Alkene und Kennzeichen der C-C-Doppelbindung

Kohlenwasserstoffe mit einer C-C-Doppelbindung werden **Alkene** genannt. Die einfachsten fünf Vertreter finden Sie in der Abb. 1 (siehe rechts). Mit Hilfe des Elektronenabstoßungsmodells (VSEPR) kann man herleiten, dass sich die betroffenen C-Atome **dreieckig** mit den drei Bindungspartnern umgeben, denn die Elektronenpaare stoßen sich gegenseitig ab. Diese Eigenschaft muss bei der korrekten Wiedergabe der Strukturformel berücksichtigt werden (vgl. Abb. 2).

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 Abfolge an Atomen (*Konstitution*) besitzen, sich aber im räumlichen Bau unterscheiden. Liegen zwei Substituenten der beiden C-Atome der Doppelbindung zusammen auf derselben Seite, so spricht man vom Z-Isomer (zusammen, auch *cis*-Isomer, vgl. (2Z)-But-2-en in Abb. 1). Liegen die beiden Substituenten auf entgegengesetzten Seiten, so liegt das E-Isomer vor (entgegengesetzt, auch *trans*-Isomer). Diese Art der räumlichen Isomerie nennt man deshalb auch **E-Z-Isomerie** (auch *cis-trans*-Isomerie). Das einfachste Alken, bei dem diese Unterscheidung getroffen werden muss, ist das C_4H_8 . Es gibt zwei Isomere mit derselben Konstitution ($CH_3-CH=CH-CH_3$), aber unterschiedlichem räumlichen Bau. Die beiden isomeren Verbindungen, das (2E)-But-2-en (Sdp: $-0,9\text{ }^\circ\text{C}$) und das (2Z)-But-2-en (Sdp: $3,7\text{ }^\circ\text{C}$) unterscheiden sich deutlich in ihren Eigenschaften. Darüber hinaus existiert ein weiteres Alken mit der Summenformel C_4H_8 , das konstitutionsisomer zu den anderen beiden Verbindungen ist, das *But-1-en* (vgl. Abb. 1, rechts!).

Nur wenn die schwächere der beiden Bindungen (die „Doppelbindung“ oder die „ π -Bindung“) gebrochen wird, kann es dort zur Rotation entlang der Bindungsachse kommen (vgl. Abb. 2 rechts!). Die Aktivierungsenergie hierfür ist allerdings sehr hoch, die Raumtemperatur reicht nicht aus. Alle Butene 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 nötig 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 (vgl. Abb. 3)

1. Geben Sie die systematischen Namen und die Skelettformeln aller Alkene mit der Summenformel C_5H_{10} an.

	Bindungsenergie (ΔH)	Bindungslänge (d)
C-C	348 kJ/mol	154 pm
C=C	614 kJ/mol	134 pm
C \equiv C	839 kJ/mol	120 pm

Tab. 1: Überblick über typische Bindungsenergien und Bindungsabstände

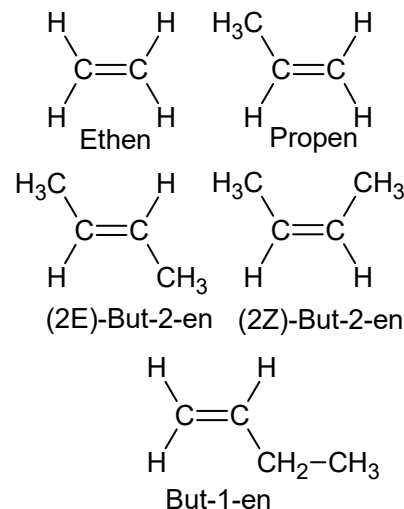


Abb. 1: Die einfachsten fünf Vertreter der Alkene

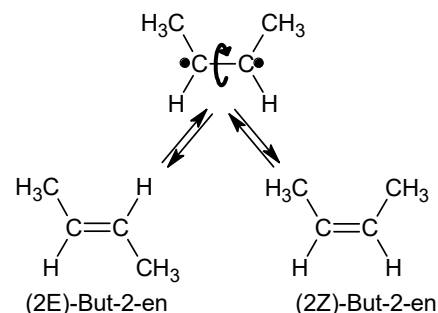


Abb. 2: Die Isomerisierungsreaktion erfordert einen π -Bindungsbruch

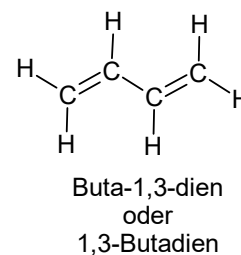
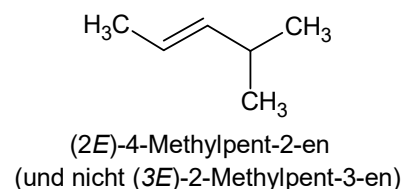


Abb. 3: Beispiele für die Nomenklatur