

Alkene

Eine kurze Darstellung für die Stufe EF

von Ulrich Helmich, Mai 2023

Die Alkene sind eine wichtige Stoffgruppe der Organischen Chemie. Es handelt sich um Kohlenwasserstoffe, die eine C=C-Doppelbindung enthalten. Kohlenwasserstoffe mit zwei Doppelbindungen werden auch als Diene bezeichnet, Kohlenwasserstoffe mit drei Doppelbindungen als Triene und so weiter.

Alkene bilden eine homologe Reihe

Genau wie auch die Alkane bilden die Alkene eine homologe Reihe, die allgemeine Summenformel der Alkene lautet C_nH_{2n} . Wegen der C=C-Doppelbindung haben Alkene zwei H-Atome weniger als gleich lange Alkane.

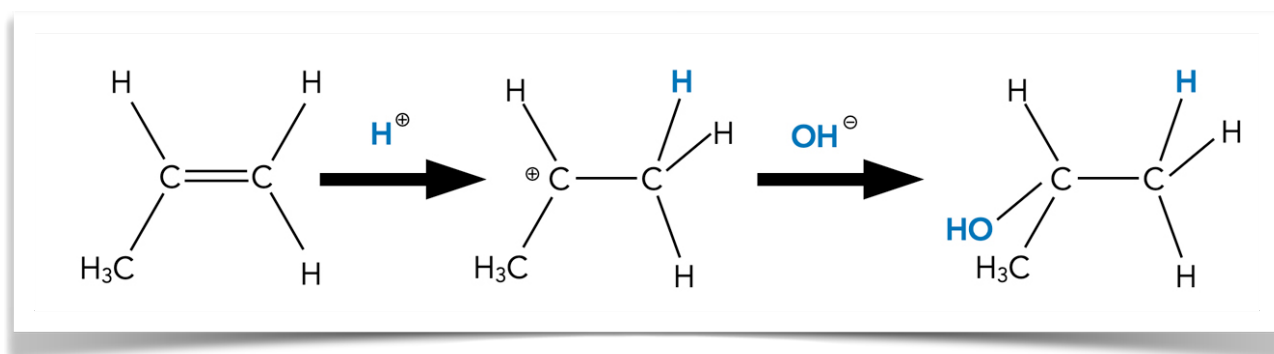
Physikalische Eigenschaften

Die physikalischen Eigenschaften der Alkene ähneln denen der Alkane, denn beide Stoffklassen sind ja Kohlenwasserstoffe. Die Moleküle werden also nur durch ganz schwache intermolekulare Kräfte zusammengehalten, und das erklärt dann die relativ niedrigen Schmelzpunkte, Siedepunkte und Dichten. Weder sind die Moleküle Dipole, noch können sie Wasserstoffbrücken-Bindungen ausbilden, und das wiederum erklärt die absolut geringe Wasserlöslichkeit der Verbindungen.

Chemische Eigenschaften

Alkene sind wesentlich reaktionsfreudiger als Alkane, was vor allem an ihrer C=C-Doppelbindung liegt.

Die hohe Elektronendichte an der C=C-Doppelbindung führt dazu, dass positive Teilchen wie zum Beispiel Protonen leicht angezogen werden und sich dann an eines der beiden C-Atome setzen. Der schwächere Anteil der Doppelbindung, die pi-Bindung, löst sich dann auf, übrig bleibt nur noch die starke sigma-Bindung. Außerdem ist jetzt eines der beiden C-Atome positiv geladen, denn die positive Ladung des angekommenen Teilchens kann ja nicht einfach verschwinden. Diese positive Ladung zieht nun ihrerseits negativ geladene Teilchen an, die sich an das andere C-Atom setzen:



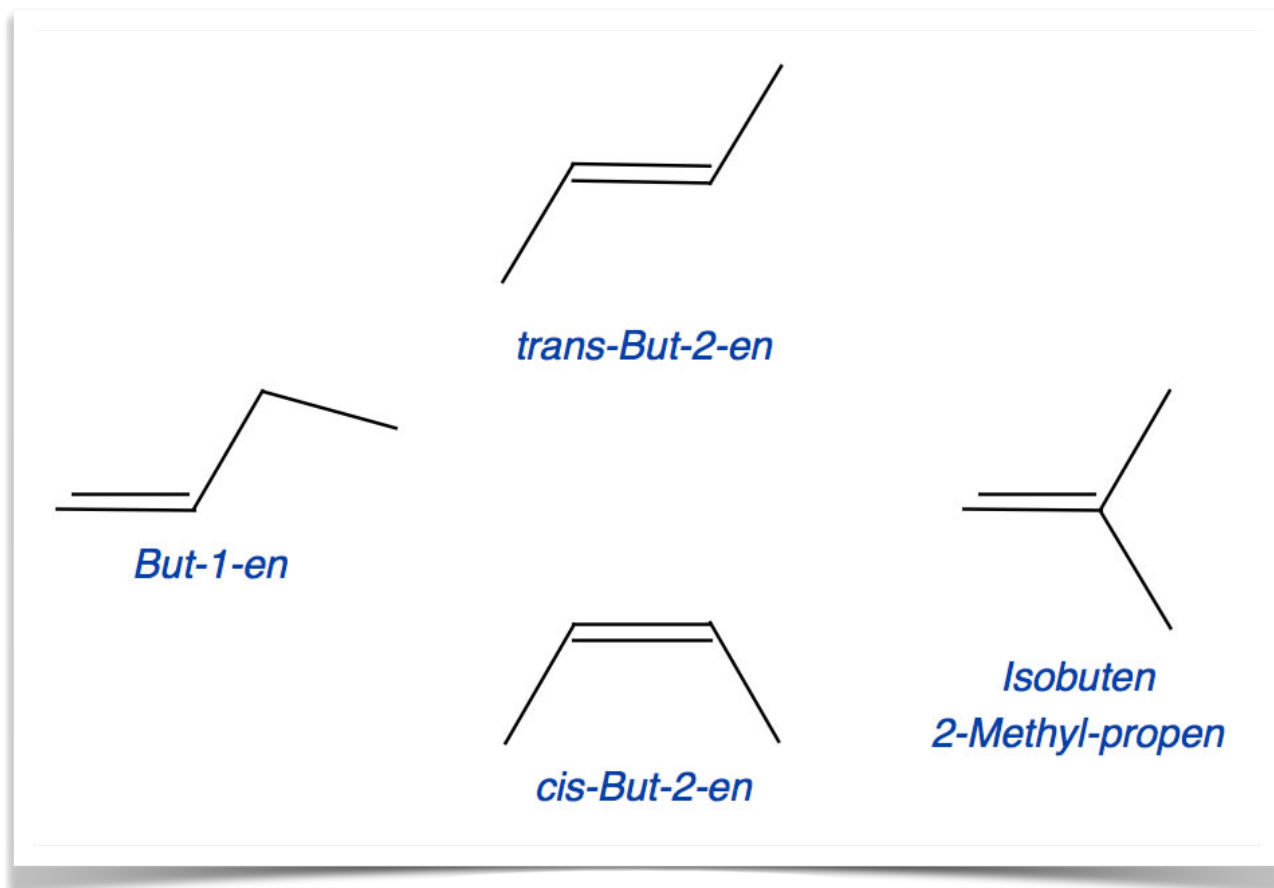
Dieses Bild zeigt die Addition von Wasser an Propen. Im ersten Schritt lagert sich ein Proton an die Doppelbindung an, es entsteht ein positiv geladenes Zwischenprodukt, an das sich dann ein Hydroxid-Ion addiert. Als Endprodukt entsteht 2-Propanol, ein sekundärer Alkohol.

Alkene können viele andere Additionsreaktionen eingehen, manche davon laufen auch etwas komplizierter ab als die Addition von Wasser. So können viele wichtige chemische Verbindungen hergestellt werden, nicht nur verschiedene Alkohole, sondern auch Halogenalkane, Stickstoff- und Schwefelverbindungen und mehr. Auch viele Kunststoffe werden aus Alkenen hergestellt, zum Beispiel Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polystyrol (PS) und Polyvinylchlorid (PVC).

Weitere Informationen unter:

<https://u-helmich.de/che/Sek2/Organik/Klassen/Alkene/Alkene-01-Allgemeines.html>

Isomerie bei Alkenen

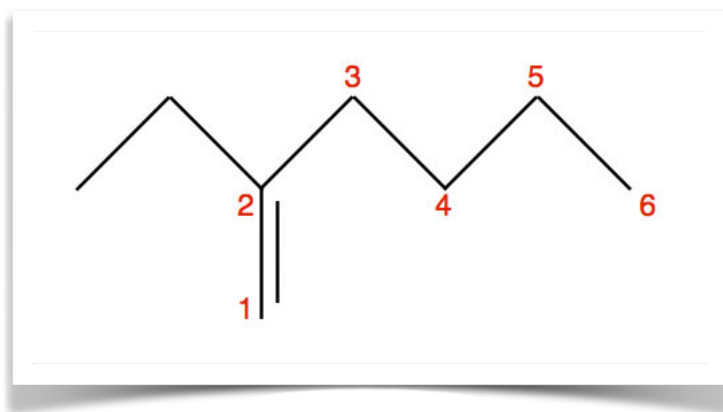


Auf diesem Bild sehen wir vier Isomere des Alkens Buten. But-1-en und But-2-en unterscheiden sich durch die Lage der C=C-Doppelbindung, es handelt sich um Bindungsisomere. But-1-en und But-2-en einerseits und 2-Methylpropen andererseits sind Skelettisomere, weil sie ein unterschiedliches Kohlenstoff-Grundgerüst haben. Beide Typen, Bindungsisomere und Skelettisomere, werden als Konfigurationsisomere zusammengefasst. Sind zwei Moleküle Konfigurationsisomere, so erkennt man das an den verschiedenen Strukturformeln.

Besonders interessant sind bei den Alkenen aber die cis-trans-Isomere. Es gibt zwei verschiedene Isomere des But-2-en. Beim cis-Isomer befinden sich die beiden endständigen Methylgruppen auf der gleichen Seite der Doppelbindung, beim trans-Isomer dagegen auf gegenüberliegenden Seiten. Diese beiden But-2-en-Isomere haben sogar unterschiedliche physikalische Eigenschaften, das zu erläutern würde hier allerdings zu weit führen.

Nomenklatur der Alkene

Unverzweigte Alkene haben die gleichen Namen wie die entsprechenden Alkane, allerdings muss man die Position der C=C-Doppelbindung angeben - und natürlich wird die Endsilbe "an" durch "en" ersetzt. So gibt es zwei verschiedene n-Butene: But-1-en und But-2-en. Von den n-Pentenen gibt es ebenfalls zwei: Pent-1-en, Pent-2-en und Pent-3-en. Alkene können aber auch verzweigt sein. Dann werden die Seitenketten genau so benannt wie bei den Alkanen. Allerdings gibt es einen wichtigen Unterschied: Nicht mehr die Kohlenstoffkette mit den meisten C-Atomen ist für den Hauptnamen des Alkens maßgebend, sondern die längste Kohlenstoffkette, in der sich die C=C-Doppelbindung befindet.



Hier sehen wir ein Alken, dessen längste C-Kette aus sieben Atomen besteht. Dennoch handelt es sich nicht um ein Hepten, sondern um ein Hexen, denn die längste C-Kette mit einer Doppelbindung besitzt nur sechs C-Atome. Am zweiten C-Atom sitzt dann eine Ethyl-Seitenkette, daher ist der Name dieses Alkens 2-Ethyl-1-hexen.

Weitere Informationen unter:

<https://u-helmich.de/che/Sek2/Organik/Klassen/Alkene/Alkene-03-weitere-Alkene.html>

Darstellung von Alkenen

Dehydrierung von Alkanen

Dieses Verfahren spielt bei der industriellen Synthese von Alkenen eine große Rolle. Alkane können problemlos aus dem Erdgas oder dem Erdöl gewonnen werden. Bei der sogenannten Pyrolyse werden diese Alkane dann unter Einwirkung eines Katalysators erhitzt, dabei bilden sich kürzere Alkylradikale. Zwei dieser Alkylradikale können sich nun zu einem neuen Alkan oder auch zu einem Alken vereinigen.

Dehydratisierung von Alkoholen

Alkohole können leicht dehydratisiert (entwässert) werden, wobei sich dann Alkene bilden. Entzieht man beispielsweise Ethanol eine OH-Gruppe und ein H-Atom (also ein Wasser-Molekül), dann bildet sich Ethen. Aus 1-Propanol oder 2-Propanol bildet sich Propen.

Weitere Informationen unter:

<https://u-helmich.de/che/Sek2/Organik/Klassen/Alkene/Alkene-05-Darstellung.html>