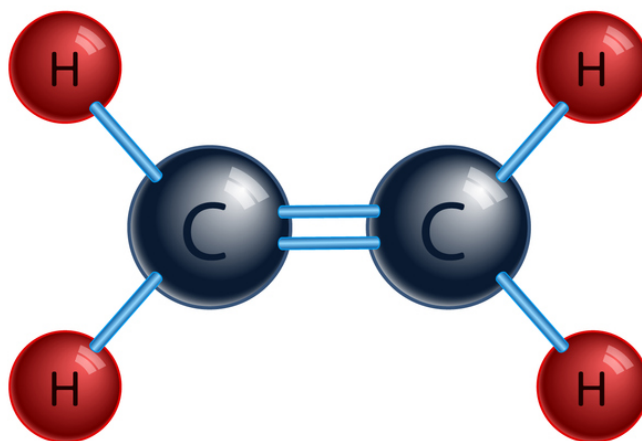


## Alkene - ungesättigte Kohlenwasserstoffe



[Organische Chemie – die Alkene]

Klassenstufe	Oberthemen	Untertemen	Anforderungen	Niveau	Durchführung
(10 -) Sek II	Organische Chemie	Alkene	• (- ••)	■ (- ■■■)	-

### Inhaltsverzeichnis

Einleitung  
Einführungen  
Sachanalyse  
Darstellung von Ethen

Seite 2  
Seite 4  
Seite 3  
Seite 5

## Einleitung

Organische Chemie - die Alkene - gesättigte Kohlenwasserstoffe oder warum wird die grüne Tomate so schnell rot?

In diesem Newsletter wollen wir Ihnen einige mehr oder weniger bekannte Versuche um die **Alkene (ungesättigte Kohlenwasserstoffe)** vorstellen. Sicherlich mussten wir uns wieder hauptsächlich auf einen Stoff begrenzen, nämlich Ethen. In der Auswahl der Versuche haben wir insgesamt drei Darstellungsversuche aus der Praxis aufgeführt. Nachweisreaktionen, die man selbstverständlich auch mit anderen vor Ort befindlichen Alkenen durchführen kann, bilden dann den Schlussteil.

**Wir haben darauf verzichtet alle R- und S- Sätze in Vollständigkeit anzugeben!**

## Einführungen in das Thema

Eine gute Möglichkeit wäre die Einführung über die Fraktionierte Destillation von Erdöl. Ein toller Demoversuch, wenn die Destillationskolonne, die eigentlich in jeder Chemiesammlung vorhanden sein sollte, aufgebaut ist und läuft. Dann kann man die verschiedenen Fraktionen mit den Schülern untersuchen. Gerade auch die Alkane und im Vergleich dazu die Alkene.

Klassisch. Nach der Einführung der Alkane, werden die Alkene in den Unterricht eingeführt. Sicherlich wäre es ratsam, beispielsweise die Baeyersche Probe oder auch die Entfärbung von Bromwasser im Vergleich zu testen. Die Doppelbindung ist der charakteristische Unterschied zwischen Alkanen und Alkenen.

## Sachanalyse

Alkene sind ungesättigte Kohlenwasserstoffe, die an beliebiger Position eine oder mehrere Doppelbindungen zwischen zwei Kohlenstoffatomen besitzen. Alkene kommen im geringen Maße in Erdöl vor. In der Natur werden sie als **Pheromone** und **Phytohormone** verwendet. Alkene bilden genauso wie die Alkane eine **homologe Reihe** mit der allgemeinen Summenformel  $C_nH_{2n}$ . Das erste Glied dieser Reihe ist Ethen (siehe Reihe der Alkane). Es gibt aber auch Cycloalkene. Mehrfach ungesättigte Kohlenwasserstoffe mit Doppelbindungen werden als **Alkadi-ene**, **Tri-ene** oder **Poly-ene** je nach **Anzahl der Doppelbindungen** bezeichnet.

Man unterscheidet wieder in **n-Alkene** und **Iso-Alkene**. Für die Nomenklatur gelten die übertragbaren Regeln der Alkane. Die einfachsten Vertreter sind Ethen, Propen, Buten usw. Trivialnamen wie, Ethylen, Propylen etc. sind durchaus noch manchmal in Verwendung.

Alkene sind aufgrund ihrer Doppelbindung wesentlich reaktionsfreudiger als Alkane. Sie können an dieser Doppelbindung noch Fremdatome anlagern. Dadurch wird die Doppelbindung gebrochen und wieder zu Einfachbindung; diese Reaktion bezeichnet man als elektrophile Addition. Auch ihr alter Gattungsname Olefine (lat. oleum facere = ölig machen) macht dies deutlich, so ergaben viele niedrige Alkene durch Additionsreaktionen Öle, zum Beispiel der quantitative Nachweis für Alkene durch Brom.

Alkene sind auch bis zum Buten gasförmig, während die Folgenden flüssig bzw. die noch längeren Alkene fest sind. Sie besitzen aufgrund der nur leicht abgeänderten Struktur das gleiche Lösungsverhalten wie die Alkane. Die Schmelz- und Siedetemperatur nimmt gegenüber den Alkanen leicht ab. Alkene brennen im Vergleich zu den Alkanen mit stärker rußender Flamme, da der Kohlenstoffgehalt relativ höher ist.

Auf Grund der reaktiven Kohlenstoffdoppelbindung ist die Additionsreaktion eine charakteristische Nachweisreaktion. In Wasser ist Ethen kaum löslich (lediglich 120mg/l, in unpolaren Lösungsmitteln ist Ethen sehr gut löslich. Ethen hat einen süßlichen, aber unangenehmen Geruch.

Ethen war genauso wie  $N_2O$  (Lachgas) lange als Betäubungsmittel in Gebrauch. Die narkotische Wirkung ist etwas stärker als die von Lachgas, dennoch wird es nicht mehr genutzt, da es brennbar ist und trotz des süßlichen Geruchs unangenehm riecht.

Ethen wirkt auch als **Pflanzenhormon** und wird von Pflanzen ausgehend von Methionin (eine Aminosäure) gebildet. Dieses Hormon beeinflusst das Keimwachstum; es bewirkt eine Fruchtreifung, die Entwicklung der Blüten sowie den Abwurf der Blätter im Herbst.

Ethen hat außerdem noch einen anderen interessanten Effekt: Es lässt Früchte und Pflanzen schneller reifen. Aufgefallen war der Effekt bei Pflanzen an defekten Stadtgasleitungen, die ein ungewöhnliches Wachstum zeigten.

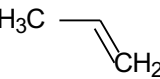

Ethen beschleunigt auf jeden Fall nachhaltig die Alterungsprozesse von Pflanzen, also die Reifung von Früchten und die ganze Entwicklung von Pflanzen. Die Pflanze entwickelt lawinenartig Ethen durch die Gegenwart von Ethen. Die Wirkung als Reifebeschleuniger wird in der Landwirtschaft seit einigen Jahren genutzt. Unreif geerntete Früchte werden bei Ankunft aus Übersee mit Ethen begast, um die Früchte beschleunigt reifen zu lassen.

Seit ungefähr 15 Jahren ist es durch gezielte Genveränderung von Tomaten möglich, dass diese besonders haltbar sind, da ein spezielles Gen, welches Ethen synthetisiert ausgeschaltet wurde. Je nach Bedarf werden dann diese Tomaten mit Ethen begast und dadurch letztendlich reif gemacht.

Es ist offensichtlich, dass es bei der Isomerie gegenüber den Alkanen eine weitere Besonderheit gibt, nämlich die Position der Doppelbindung. Im Namen vor dem Alken (2-Penten) muss eine Zahl angegeben werden, die angibt an welcher Stelle die Doppelbindung liegt. Zum weiten Feld der Isomerie machen wir an dieser Stelle keine weiteren Angaben, dies würde sonst zu weit führen....

**Weitere Verwendung** findet das Ethen in der chemischen Industrie. Polyethylen oder Polystyrol oder auch PVC sind bekannte Produkte, die mit Hilfe von Ethen hergestellt werden. Insgesamt werden tatsächlich über 75% des Ethens zur Herstellung von Kunststoffen genutzt. Glykol (Ethandiol) oder auch Propansäure sind weitere Produkte für deren Herstellung man Ethen unbedingt benötigt.

Die folgende Tabelle gibt einen kurzen Überblick über die gängigsten Alkene. Sie kann und soll weiter ausgearbeitet werden.

Bezeichnung	Formel	Verwendung, Vorkommen, Gewinnung
Ethen	$C_2H_4$	Zur Herstellung von Kunststoffen (75%),
Propen	$H_2C=CH-CH_3$ 	(Propylen). farb- u. geruchloses, brennfähiges Gas (brennt mit gelber, rußender Flamme), Explosionsgrenzen in Luft 2–10 Vol.-%. P., wenig löslich in Wasser, hingegen gut löslich in Alkohol, Ether und Essigsäure. Gewinnung: Hauptsächlich und in großen Mengen beim Erdöl-Cracken, wichtiger Grundstoff der chemischen Industrie; zur Herstellung von Folgeprodukten, wie: Aceton, Butanal, Acrylsäure etc.
Buten	$C_4H_8$ 	Durch die Doppelbindung sind sie wichtige Ausgangsstoffe für die chemischen Synthesen. Dient zur Herstellung von 2-Butanol und Butadien (2 Doppelbindungen); damit indirekt zur Herstellung von Kunststoffen. Außerdem zur Synthese von klopfesten Treibstoffen.
Penten		
Hexen		

## Darstellung von Ethen

**Tipp:** Sicherlich gibt es eine Vielzahl von Herstellungsmethoden des Ethens – auch zum Demonstrieren in der Schule- Man sollte jedoch nur eine Methode ausführlich zeigen und anwenden und den Schülern weitere nennen. Falls man wirklich mehrere Methoden zur Herstellung im Unterricht zeigt, dann könnte dies zur Verwirrung bei den Schülern führen. Also entscheiden Sie sich bei der Herstellung für eine Methode und mit dieser stellen Sie genügend Ethen für z.B. Nachweisreaktionen her

1. Darstellung des Ethens aus 1,2 Dibromethan und Zink
2. Darstellung von Ethen durch katalytische Wasserabspaltung
3. Darstellung von Ethen aus Ethanol und Schwefelsäure Mittels folgender

Nachweisreaktionen:

1. Brennbarkeit von Ethen
2. Nachweis von Kohlenstoff in Ethen
3. Reaktion des Ethens mit Brom (Vergleich mit Alkan)
4. Reaktion von Ethen mit Baeyers Reagenz

Es ist nicht wünschenswert und auch nicht darstellbar, alle Alkane in Vollständigkeit im Unterricht zu behandeln. Deshalb sollte nur exemplarisch Methan und vielleicht noch ein anderes Alkan ausführlich behandelt werden. Sicherlich muss man zur Löslichkeit oder Flammenfärbung mehrere Alkane zum Vergleich einsetzen.

### Darstellung von Ethen aus Ethanol und Schwefelsäure

#### Chemikalien:

- Ethanol
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (konz.)



- Stopfen
- Glasrohre
- Erlenmeyerkolben
- Thermometer

#### Geräte:

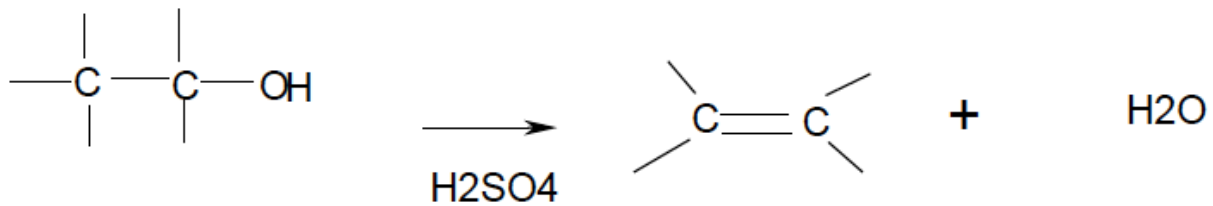
- Gaswaschflasche
- Pneumatische Wanne (oder ganz einfach eine Plastikwanne)
- Reagenzgläser

**Durchführung: Bei diesem Versuch sollte man unbedingt im Abzug arbeiten!**  
**Nicht geeignet für Schülerversuche!**

Erlenmeyerkolben mit 10ml C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH und etwa 25ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (konz.) richten. Dieses Gemisch wird vorsichtig bis auf 140°C erhitzt. Je höher die Temperatur wird, desto mehr Gas entsteht, welches man in den bereitgelegten Reagenzgläsern auffängt. Die Gasentwicklung fängt ungefähr – sichtbar – ab 50°C an. Das Gas ist farblos. Das Befüllen der Reagenzgläser sollte zügig und vorsichtig erfolgen. Der Geruch ist leicht süßlich und man sollte das einatmen vermeiden (siehe Sachanalyse). Ab 100°C färbt sich die Masse im Erlenmeyerkolben langsam schwärzlich und die Gasentwicklung wird geringer. Sobald das Gas stechend nach Schwefeldioxid riecht beendet man den Versuch. Jetzt müssten für alle nachfolgenden Nachweisreaktionen genügend Reagenzgläser (gefüllt) vorhanden sein.

#### Auswertung:

Die Gasentwicklung und auch die spätere Färbung im Erlenmeyerkolben ist ein sicheres Zeichen dafür, dass eine chemische Reaktion stattgefunden hat. Die Funktion der konz. Schwefelsäure müssten die Schüler aus vielen chemischen Reaktionen kennen (Beispiel: Doppelkontaktverfahren, Düngemittelherstellung etc.). Schwefelsäure fungiert als Katalysator!



### Darstellung von Ethen durch katalytische Wasserabspaltung

#### Chemikalien:

- Ethanol (Brennspiritus)
- Sand
- Katalysator: 18g Aluminiumacetat werden in 100ml Wasser gelöst; das Ganze wird dann mit circa 35g Bimsstein zerrieben. Den getränkten Bimsstein lässt man trocknen. Man könnte noch einmal sieben, aber dies ist nicht unbedingt notwendig.

#### Geräte:

- Verbrennungsrohr
- Spatel
- Reagenzglas mit seitlichem Ansatz (Stopfen)
- Pneumatische Wanne
- Reagenzgläser
- Stativ

#### Durchführung:

Im Reagenzglas wird Sand mit Ethanol getränkt. Das Verbrennungsrohr wird mit dem Katalysator auf Rotglut erhitzt. Danach wird das Ethanol leicht erwärmt. Das erste entstehende Gas sollte man nicht auffangen, danach sollte man – wie immer zuerst – den negativen Ausfall der Knallgasprobe abwarten.

#### Auswertung:

Die Anwendung des Katalysators führt zu einer Dehydratisierung von Ethanol zu Ethen



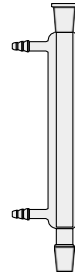
## Darstellung von Ethen aus 1,2 Dibromethan und Zink

### Chemikalien:

- Zink (Pulver)
- 1,2 Dibromethan
- Ethanol

### Geräte:

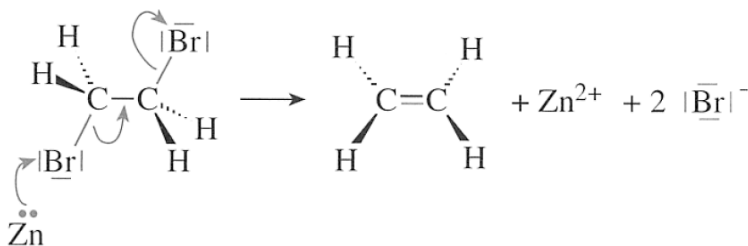
- Liebigkühler
- Zweihalsrundkolben
- Tropftrichter
- Gaswaschflasche
- Gewinkeltes Glasrohr
- Pneumatische Wanne
- Standzylinder mit Deckplatte oder
- Reagenzgläser mit Stopfen
- Stativ



### Durchführung:

In den Rundkolben gibt man etwa 15g Zinkpulver und 70ml Ethanol. Dies wird zum Erhitzen gebracht. Dann wird aus dem Tropftrichter 1,2 Dibromethan zugetropft. Eine recht heftige und gut sichtbare Gasbildung beginnt sofort; die Intensität lässt sich durch Zutropfen regeln! Nach negativem Ausfall der Knallgasprobe fangen wir das Gas pneumatisch auf!

### Auswertung:



### Ethen (Brennbarkeit)

Sicherlich wäre es auch didaktisch sinnvoll, an dieser Stelle zum Vergleich Methan oder Ethan zu verbrennen-

### Chemikalien:

- Ethen
- Wasserfreies Kupfersulfat (weiß!)



Geräte:

- Uhrglas
- Stativ

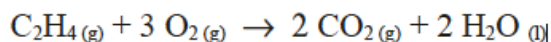
Durchführung:

Man nimmt jetzt 2 der Reagenzgläser (mit Ethen!) und hängt sie ins Stativ. Eines wird mit der Öffnung nach unten in das Stativ gehängt, das andere mit der Öffnung nach oben. Jetzt zieht man den Stopfen weg. Nach 1min. steckt versucht man das Ethen in beiden Reagenzgläsern anzuzünden. Wir beobachten die Flamme genau und halten noch ein Uhrglas über die Flamme....

Beobachtung:

Auswertung:

Nur in einem Reagenzglas ist noch Ethen vorhanden. Schlussfolgerung? Ethen verbrennt vollständig zu:



**Tipp:** Zur Wiederholung ist es auf jeden angemessen, dass die Schüler die Nachweise von CO<sub>2</sub> und Wasser kennen. Ob der Nachweis mit Kalkwasser noch gemacht werden sollte, hängt vom

Stundenverlauf und vom Zeitmanagement ab. Der Nachweis auf Wasser kann jedoch immer schnell vollzogen werden. Kupfersulfat kann schnell ausgeglüht werden und dann hält man ein oder 2 Körnchen davon auf das Uhrglas.....

**Nachweis von Kohlenstoff in Ethen**Chemikalien:

- Ethen
- Bariumhydroxidlösung

Geräte:

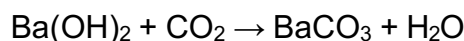
- Becherglas
- Standzylinder oder Reagenzglas

Durchführung:

Ethen befindet sich im Reagenzglas oder im Standzylinder (siehe Herstellung). Es wird entzündet (Vorsicht!). Über der Ethen-Flamme ist ein Becherglas, welches vorher in Bariumhydroxidlösung geschwenkt wurde, zu halten.

Auswertung:

Ethen brennt im Unterschied zu Methan mit leuchtender Flamme. Im Becherglas bildet sich aus dem entstandenen  $\text{CO}_2$  und dem  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  ein charakteristischer Beschlag aus Bariumcarbonat. Ethen ist also eine Kohlenstoffverbindung!

Bemerkung:

In gleicher Weise lässt sich natürlich auch der Nachweis von Kohlenstoff in anderen gasförmigen Kohlenwasserstoffen durchführen.

**Der Nachweis der Doppelbindung in Ethen (mit Brom)**Chemikalien:

- Ethen
- Brom
- PH-Papier

Geräte:

- 2 Standzylinder mit Deckplatte
- Pipette

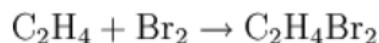
Durchführung:

Ein Standzylinder wurde vorher mit Ethen gefüllt (siehe Herstellung), der andere wird natürlich unter dem Abzug mit Brom gefüllt (Vorsicht!). Beide Standzylinder werden mit Deckplatte verschlossen und übereinandergestellt, wobei der

Standzylinder mit Brom über den mit Ethen gestellt wird. Jetzt werden die Deckplatte vorsichtig (immer noch im Abzug) weggezogen, damit sich die Gase vermischen können. In einen der Standzylinder wird angefeuchtetes pH-Papier gehalten. Das PH-Papier ändert seine Farbe nicht, die braune Bromfarbe verschwindet aber nahezu.

Auswertung:

Das Brom verbindet sich in einer elektrophilen Addition mit dem Ethen. An der Innenwand des Standzylinders schlagen sich ölige Tropfen von 1,2-Dibromethan nieder.



An Ethen addiert Brom. Es entsteht **1,2-Dibromethan**.

## Der Nachweis der Doppelbindung mit dem Baeyer Reagenz

### Chemikalien:

- Baeyer Reagenz (Lösung bestehend aus Natriumcarbonat + Kaliumpermanganatlösung)
- Statt unserem Ethen nehmen wir diesmal aus dem Schrank Hexen

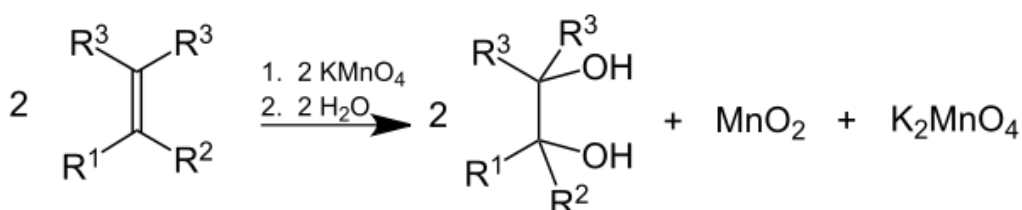
### Geräte:

- Becherglas
- Pipette

### Durchführung:

Wir füllen zuerst 20ml Hexen (im Abzug) in unseren Erlenmeyerkolben. Dann geben wir das Baeyer Reagenz hinzu. Innerhalb kurzer Zeit wird die violette Lösung braun. Bei dieser Redoxreaktion entsteht Braunstein (!) und ein Di-ol.

### Auswertung:



### Bemerkung:

Allerdings ist der Nachweis auch positiv bei Aldehyden, Aminosäuren, Estern etc. trotzdem sollten die Schüler diese Nachweisreaktion kennen lernen, denn sie ist wesentlicher Bestandteil der analytischen Chemie!

Es wäre empfehlenswert, wenn man mit den Schülern eine Tabelle nur zu charakteristischen Nachweisreaktionen – angefangen mit Kalkwasser – aufstellt und ausarbeitet.