

Schulversuchspraktikum

Sabine Wolff

SoSe 2013

Klassenstufen 9 & 10



Vom Alkohol zum Alken

Auf einen Blick:

Im Folgenden werden zwei Lehrerversuche vorgestellt, die die Darstellung von gasförmigen Alkenen beschreiben und zwei Schülerversuche, die Nachweise für die Doppelbindung von Alkenen vorstellen. Ein dritter Lehrerversuch zeigt die Brennbarkeit von Ethen.

Inhalt**Inhaltsverzeichnis**

Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele.....	3
Relevanz für die SuS.....	3
Lehrerversuche.....	4
V1 – Katalytische Dehydratisierung von Ethanol zu Ethen.....	4
V2 – Säurekatalysierte Darstellung von 2-Methylpropen aus einem tertiären Alkanol.....	6
V3 – Verbrennung von Ethen.....	8
Schülerversuche	9
V4 – Entfärbung von Tomatenmark mit Bromwasser.....	9
V5 – Baeyerprobe mit Ethen.....	10
Reflexion des Arbeitsblattes.....	13
Erwartungshorizont (Kerncurriculum).....	13
Erwartungshorizont (Inhaltlich).....	13

1 Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele

Die Alkanole und Alkene sind zwei Stoffklassen der Kohlenwasserstoffe. Die Alkanole zeichnen sich dadurch aus, dass sie mindestens eine Hydroxygruppe besitzen. In Alkenen ist mindestens eine Doppelbindung vorhanden. Laut des Kerncurriculums sollen die Eigenschaften der zugehörigen Stoffe von den SuS auch auf der Teilchenebene und anhand von Modellen gedeutet werden.

Die Reaktion von Alkanolen zu Alkenen ist eine Eliminierung, bei der eine Doppelbindung zwischen zwei Kohlenstoffatomen ausgebildet und Wasser abgespalten wird. Anhand dieses Kriteriums können die SuS den Übergang zwischen den Stoffklassen, wie er in den Versuchen V1 und V2 gezeigt wird, als chemische Reaktion beschreiben. Die in V1 und V2 hergestellten gasförmigen Alkene sind wichtige Monomere für die Herstellung von Polymeren.

Die Brennbarkeit ist eine Eigenschaft aller Kohlenwasserstoffe und wird in V3 für Alkene am Beispiel von Ethen demonstriert.

In den Versuchen V4 und V5 führen die SuS typische Nachweise von Doppelbindungen in Alkenen mit Bromwasser und mit Kaliumpermanganatlösung durch. In V4 wird Bromwasser an die Doppelbindungen des natürlich vorkommenden Alkens Lycopin addiert, was dessen Farbigkeit verändert.

1.1 Relevanz für die SuS

Alkohole sind den SuS aus dem Alltag aus Medikamenten und als Bestandteil von Getränken bekannt. Ethen als das kleinste Alken, ist ein Pflanzenhormon, wird von Früchten wie Äpfeln abgesondert und als Reifungsgas eingesetzt. Kurzkettige Alkene, wie Ethen, werden zur Herstellung von Kunststoffen durch Polymerisation verwendet, die von den SuS täglich verwendet werden. Somit ergibt sich kein direkter Alltagsbezug für die Umwandlung von Alkoholen zu Alkenen für die SuS, jedoch wird die Möglichkeit der Kunststoffproduktion aus Pflanzen veranschaulicht.

Didaktische Reduktion

In den beschriebenen Versuch wird sich auf die Darstellung von gasförmigen Alkenen aus flüssigen Alkoholen beschränkt, da so Edukte und Produkte ohne Destillation leicht voneinander zu trennen sind. Auch wird der Mechanismus der Eliminierung nicht im Detail betrachtet.

2 Lehrerversuche

2.1 V1 – Katalytische Dehydratisierung von Ethanol zu Ethen

In diesem Versuch wird Ethanoldampf über Aluminiumoxid geleitet und reagiert dort unter Wasserabspaltung zu Ethen. Als Vorwissen für den Versuch, sollten die SuS mit dem Prinzip der Katalyse vertraut sein und entweder die Stoffklasse der Alkanole oder der Alkene mit ihren Eigenschaften beschreiben können.

Gefahrenstoffe		
Ethanol C ₂ H ₅ OH	H: 225	P: 210
Aluminiumoxid Al ₂ O ₃	-	-
Ethen C ₂ H ₄	H: 220 – 280 - 336	P: 210–260–304+340– 315–377–381–405-403
Wasser H ₂ O	-	-
		

Materialien: Rundkolben, Reaktionsrohr, Glaswolle, pneumatische Wanne, Schläuche, Schlauchklemmen, Bunsenbrenner, Spatel, Siedesteinchen, Glastrichter, Gaswaschflasche

Chemikalien: Ethanol, Aluminiumoxid, Wasser

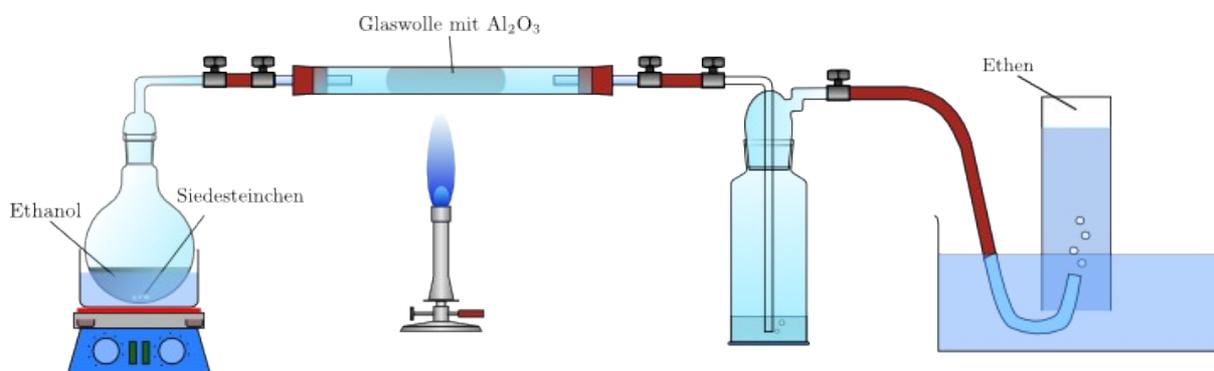
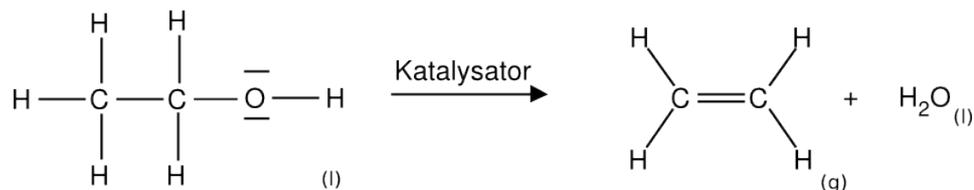


Abbildung 1: Versuchsaufbau zur katalytischen Darstellung von Ethen aus Ethanol

Durchführung: Ein Stück Glaswolle wird mit Aluminiumoxidpulver durchmischt und in das Reaktionsrohr eingeführt. In den Rundkolben wird Ethanol und einige Siedesteinchen gegeben, dann wird er an das Reaktionsrohr angeschlossen. An der anderen Seite wird das Reaktionsrohr mit einer Gaswaschflasche verbunden und

von dieser führt ein Schlauch in eine pneumatische Wanne mit Standzylinder (vgl. Abb. 1). In der Gaswaschflasche kann überschüssiger Ethanol dampf kondensieren und zusätzlich kann Lösung für die Baeyerprobe (vgl. V5) eingefüllt werden, ansonsten Wasser. Um die Reaktion zu starten, wird das Ethanol im Rundkolben mit einer Heizquelle und das Aluminiumoxid mit dem Bunsenbrenner erhitzt.

Beobachtung: In der pneumatischen Wanne steigen nach kurzer Zeit regelmäßig Blasen auf.



Deutung: Bei der Reaktion handelt es sich um eine Eliminierungsreaktion, bei der Wasser vom Ethanol abgespalten wird, sodass sich eine Doppelbindung zwischen den Kohlenstoffatomen ausbildet. Es entsteht das Gas Ethen. Das Aluminiumoxid wirkt als Katalysator.

Entsorgung: Überschüssiger Ethanol wird in den organischen halogenfreien Lösungsmittelabfall gegeben. Kaliumpermanganatlösung wird mit Natriumthiosulfatlösung reduziert und in den Schwermetallabfall geben. Aluminiumoxid kann in den Restmüll gegeben werden. Überschüssiges Ethen kann in die Luft entweichen, danach sollte der Raum gelüftet werden.

Literatur: Staff, Hradetzky, Chemische Versuche im Unterricht, Teil III, BD, 4. Auflage, 1962, S. 36.

Der Versuch kann im Unterricht dazu eingesetzt werden in die Stoffklasse der Alkene einzuführen, das Reaktionsverhalten der C-C-Doppelbindung aufzuzeigen oder ein Beispiel für eine Dehydratisierungsreaktion zu geben. Auch wird bei der Reaktion das Prinzip der Katalyse wiederholt.

In der 9. oder 10. Klassenstufe geht eine genaue Betrachtung des Reaktionsmechanismus der Eliminierung und ihrer Eigenschaften zu weit.

2.2 V2 – Säurekatalysierte Darstellung von 2-Methylpropen aus einem tertiären Alkanol

Wie in V1 wird in diesem Versuch aus einem Alkanol, 2-Methyl-2-propanol, ein Alken dargestellt. Die Reaktion findet hier in wässriger Phase katalysiert durch verdünnte Schwefelsäure statt. Um das Edukt und Produkt benennen zu können, sollten die SuS mit der Nomenklatur der Alkanole und Alkene vertraut sein.

Gefahrenstoffe		
2-Methyl-2-propanol $C_4H_{10}O$	H: 225-332-319-335	P: 210-305+351+338-403+233
Schwefelsäure H_2SO_4	H: 290-314	P: 280-301+330+331-309-310-305+351+338
2-Methylpropen C_4H_8	H: 220 – 280	P: 210–377–381-403
Wasser	-	-
		

Materialien: Rundkolben, pneumatische Wanne, Heizquelle, Thermometer, Gaswaschflasche, Siedesteinchen, Schlauchklemmen, Schläuche, Messpipette, Becherglas, Glasstrichter

Chemikalien: 20%-ige Schwefelsäure, 2-Methyl-2-propanol, Wasser

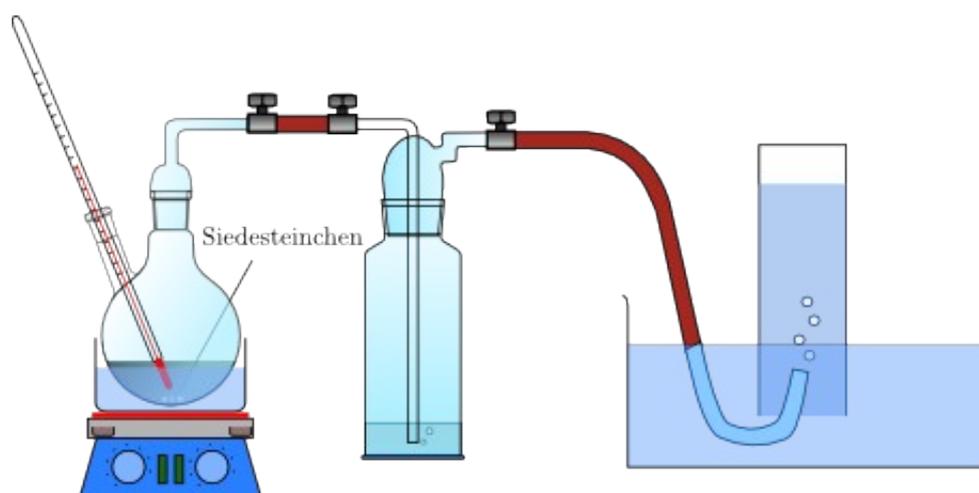


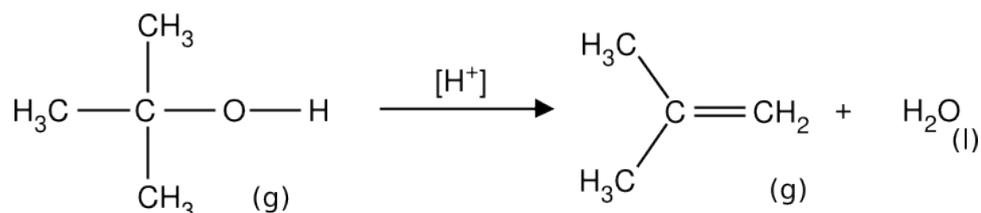
Abbildung 2: Versuchsaufbau zur Herstellung von 2-Methyl-2-propen

Durchführung: In den Rundkolben werden 30 ml 2-Methyl-2-propanol und 100 ml 20%-ige Schwefelsäure gegeben. An den Rundkolben wird ein Schlauch angeschlossen, der über eine Waschflasche in eine pneumatische Wanne und einen Standkolben geleitet wird (vgl. Abb. 2). In die Waschflasche kann Wasser oder Lösung für die

Baeyerprobe gefüllt werden (vgl. V5). Um die Reaktion zu starten, wird die Lösung auf 80°C mit einer Heizquelle erwärmt.

Beobachtung: Nach dem Erwärmen steigen in der Gaswaschflasche und in der pneumatischen Wanne Gasblasen auf.

Deutung: Der tertiäre Alkohol reagiert in einer Eliminierungsreaktion säurekatalysiert zu 2-Methylpropen, welches ein Gas ist.



Entsorgung: Restliche Schwefelsäurelösung wird im Säure- und Baseabfall entsorgt. Das 2-Methylpropen wird im gelüfteten Raum in die Luft entlassen.

Literatur: Praktikumsanleitung für Studenten der Pharmazie, Institut für Organische Chemie und Makromolekulare Chemie Friedrich-Schiller-Universität Jena, http://www.uni-jena.de/unijenamedia/Downloads/faculties/chgeo/inst_oc/Pharmazeuten/Praktikumsanleitung.pdf, (zuletzt aufgerufen am 4.8.2013 17:00 Uhr)

Der Versuch gibt ein Beispiel für die Darstellung eines gasförmigen nicht linearen Alkens aus einem tertiären Alkanol durch Dehydratisierung. Im Vergleich zur säurekatalysierten Darstellung von Ethen aus Ethanol, muss nicht mit konzentrierter Schwefelsäure gearbeitet werden und es reichen niedrigere Temperaturen für die Reaktion, sodass er gut im Unterricht eingebracht werden kann. Gleichzeitig ist das Reaktionsprodukt ebenfalls ein Gas, wodurch es einfach von der flüssigen Phase mit dem Edukt zu trennen ist.

2.3 V3 – Verbrennung von Ethen

In diesem Versuch wird Brennbarkeit des in V1 hergestellten Ethens gezeigt. Als Vorwissen sollte den SuS das Brennbarkeitsverhalten von mindestens einer Kohlenwasserstoffstoffklasse bekannt sein.

Gefahrenstoffe		
Ethen C ₂ H ₄	H: 220 – 280 - 336	P: 210–260–304+340– 315–

377-381-405-403



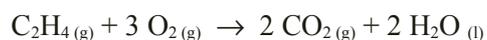
Materialien: Standzylinder mit Deckel, Glimmspahn

Chemikalien: Ethen

Durchführung: Der Standzylinder wird wie in V1 beschrieben mit Ethen gefüllt und mit einem Deckel verschlossen. Mit dem Glimmspahn wird das Gas im Zylinder nach Abheben des Deckels entzündet.

Beobachtung: Am oberen Rand des Zylinders bildet sich eine orangefarbene Flamme, die mit der Zeit tiefer in den Zylinder absinkt. An der Wand des Zylinders bilden sich Wassertropfen.

Deutung: Die Verbrennung des Ethens braucht Sauerstoff, weshalb die Flamme an der Phasengrenze des Ethens und der Luft entsteht. Da das Volumen des Ethens im Zylinder nach und nach abnimmt, sinkt die Flamme ab. Bei der Verbrennungsreaktion reagiert das Ethen mit dem Luftsauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasser.



Entsorgung: Das Ethen sollte vollständig verbrannt werden.



Abbildung 3: Brennendes Ethen im Standzylinder.

zugegebene Brom reagiert in einer elektrophilen Additionsreaktion mit den Doppelbindungen. Dadurch wird das Doppelbindungssystem und die Farbigkeit des Moleküls zerstört.

Entsorgung: Die mit Bromwasser versetzten Lösungen werden gesammelt und in den halogenhaltigen Lösungsmittelabfall gegeben.

Der Versuch kann im Unterricht dazu eingesetzt werden, das Vorkommen von organischen Molekülen mit Doppelbindungen in Pflanzen zu zeigen. Auch die Rolle von konjugierten Doppelbindungssystemen für die Farbigkeit der Stoffe, kann erarbeitet werden, wodurch die Eigenschaften der Stoffe auf Teilchenebene von den SuS erläutert werden können.

3.2 V5 – Baeyerprobe mit Ethen

In diesem Versuch wird die Doppelbindung des Ethens mit Hilfe der Baeyerprobe nachgewiesen. Den SuS sollte die Reaktion von Permanganat mit Doppelbindungen bekannt sein.

Gefahrenstoffe		
Ethen C ₂ H ₄	H: 220 – 280 - 336	P: 210–260–304+340– 315– 377–381–405-403
Kaliumpermanganat MnO ₄	H: 272-302-410	P: 210-273
Wasser	-	-
		

Materialien: Reagenzglas, Stopfen, Pasteurpipette

Chemikalien: Ethen, Kaliumpermanganat, Wasser

Durchführung: In 30 ml Wasser werden wenige Kristalle Kaliumpermanganat gelöst, sodass sich eine violette Färbung ergibt. Das Reagenzglas wird mit Ethen, z.B. wie in V1, gefüllt und mit einem Stopfen verschlossen. In das Reagenzglas wird eine Pipette voll Kaliumpermanganatlösung gegeben, dieses wird wieder mit dem Stopfen verschlossen und geschüttelt.

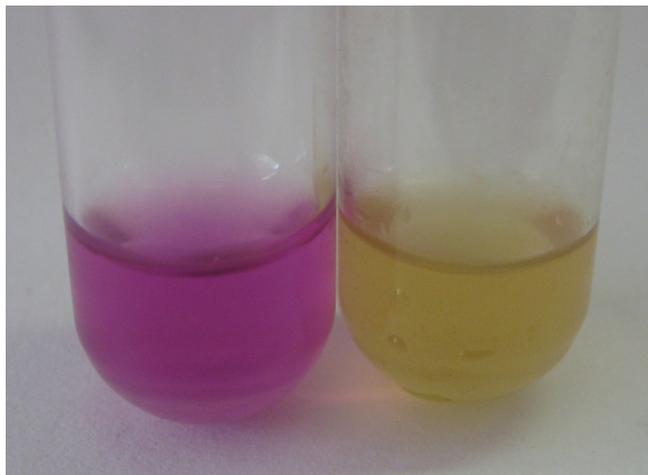
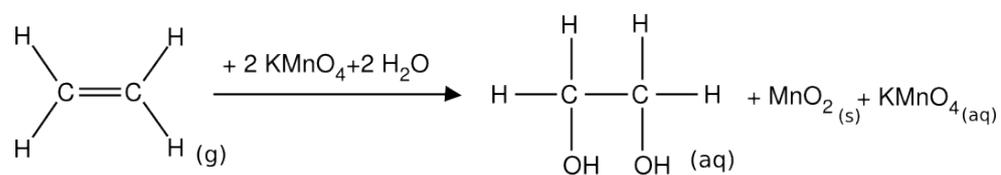


Abbildung 6: Baeyerprobe. Links: Kaliumpermanganatlösung. Rechts Färbung der Lösung durch Braunstein.

Beobachtung: Die violette Lösung färbt sich braun.

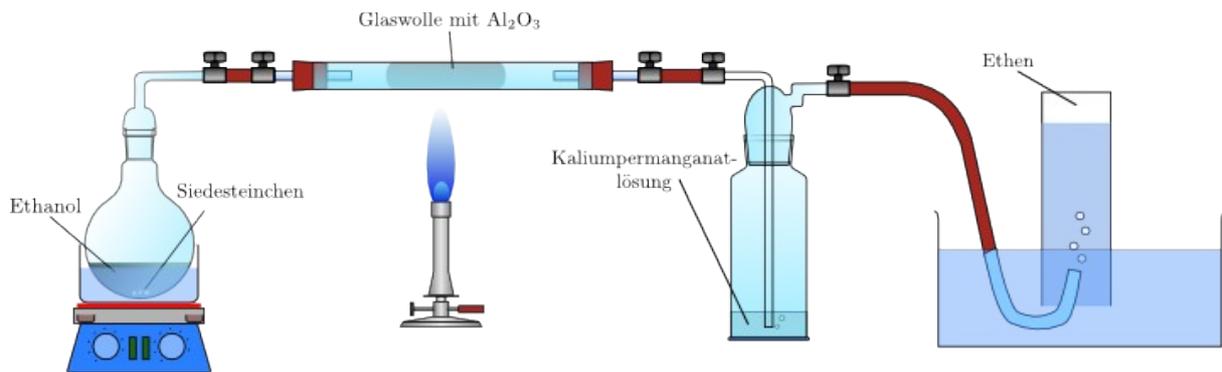
Deutung: Die Permanganationen reagieren in wässriger Lösung mit Ethen unter Bildung von Ethandiol und Braunstein (MnO_2). Bei der Reaktion handelt es sich um eine Additionsreaktion.



Entsorgung: Die kaliumpermanganathaltigen Lösungen werden mit Natriumthiosulfatlösung versetzt und in den Schwermetallabfall gegeben.

Der Versuch zeigt eine Nachweisreaktion für Doppelbindungen in Alkenen, die von den SuS im Unterricht durchgeführt werden kann.

Arbeitsblatt – Vom Alkohol zum Alken



Aufgabe 1 : Erläutere mit Hilfe der Abbildung die Darstellung von Ethen aus Ethanol. Nenne dabei die verwendeten Geräte und ihre Funktion. Beschreibe die Funktion des Aluminiumoxids und der Kaliumpermanganatlösung.

Aufgabe 2: Formuliere die Reaktionsgleichung unter Verwendung von Valenzstrichformeln.

Aufgabe 3: Wird 2-Methyl-2-propanol in 20%-ige Schwefelsäure gegeben und auf $80\text{ }^\circ\text{C}$ erhitzt, so entsteht ein Gas, das Kaliumpermanganatlösung braun färbt.

- Formuliere die Reaktionsgleichung unter Verwendung von Valenzstrichformeln und benenne das Reaktionsprodukt.
- Um aus Ethanol mit Schwefelsäure Ethen darzustellen, wird konzentrierte Schwefelsäure und eine Temperatur von $140\text{ }^\circ\text{C}$ benötigt.

Stelle Hypothesen auf, die die verschiedenen Reaktionsbedingungen erklären. Schlage einen Versuch zur Überprüfung einer deiner Hypothesen vor.

