

Schulversuchspraktikum

Thomas Polle

Sommersemester 2015

Klassenstufen 9 & 10



Vom Alkohol zum Alken

Auf einen Blick:

Es werden zwei Versuche zur Herstellung von Alkenen aus Alkohol vorgestellt, wobei jeweils eine Dehydratisierung vom Alkohol stattfindet. Außerdem werden verschiedene Nachweisreaktionen für Alkene gezeigt. Es wird des Weiteren ein Alltagsbezug zum Reifeprozess von Früchten hergestellt.

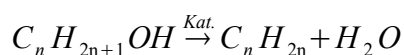
Inhaltsverzeichnis

1	<u>Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele.....</u>	3
2	<u>Relevanz des Themas für SuS der 9. und 10. Jahrgangsstufe und didaktische Reduktion.....</u>	3
3	<u>Lehrerversuch – V1 Säurekatalytische Dehydratation von Ethanol und Nachweis mit Bromwasser.....</u>	4
4	<u>Schülerversuch – V2 Die Dehydratation von Spiritus mit Aluminiumoxid als Katalysator und anschließenden Bayerprobe.....</u>	7
5	<u>Didaktischer Kommentar zum Schülerarbeitsblatt.....</u>	6
	<u>Erwartungshorizont (Kerncurriculum).....</u>	6
	<u>Erwartungshorizont (Inhaltlich).....</u>	6

1 Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele

Von den gezeigten Versuchen sind vor allem die Nachweisreaktionen schulrelevant für die 9. und 10. Jahrgangsstufe. Im Kerncurriculum heißt es dazu im Basiskonzept Stoff-Teilchen, dass die SuS qualitative Nachweise durchführen sollen und diese nutzen, um die Angabe von Produkten auf fachliche Richtigkeit zu testen. Zugehörige Lernziele sind, dass die SuS Bromwasser und die Baeyerprobe als Nachweisreaktionen für Doppelbindungen kennenlernen. Da die SuS auch die lebensweltliche Bedeutung für die Chemie erkennen sollen, werden diese Nachweisreaktion anschließend für Alltagsprodukte (wie Tomatenmark) eingesetzt. Von weiterer Bedeutung für die Lebenswelt der SuS ist, dass Ethen dafür sorgt, dass unreife Früchte, wie Bananen oder Tomaten, durch Ethengas reifen können, auch wenn sie nicht mehr durch die Pflanze versorgt werden. Die Lernziele dazu sind, dass die SuS Alltagsprodukte mit Doppelbindungen beschreiben können und die Bedeutung von Ethen für den Reifeprozess von ausgewählten Früchten erklären können. Den SuS sollte vorher die Struktur von Alkanolen bekannt sein, damit sie nicht auf den Gedanken kommen, dass diese für die positiven Nachweisreaktionen verantwortlich sind. Mit Blindproben kann jeweils gezeigt werden, dass die Farbveränderungen nur bei vorhandenen Doppelbindungen erfolgen.

Bei der Reaktion vom Alkohol zum Alken handelt es sich um eine katalysierte Dehydration des Alkohols, wobei jeweils ein Wassermolekül vom Alkohol abgespalten wird und an der Stelle eine Doppelbindung zwischen zwei Kohlenstoffatomen entsteht. Die Katalyse kann dabei durch Säure oder durch Aluminiumoxid erfolgen. Es läuft folgende allgemeine Reaktion ab:



2 Relevanz des Themas für SuS der 9. und 10. Jahrgangsstufe und didaktische Reduktion

Die Relevanz des Themas für SuS besteht vor allem im Alltagsbezug, welcher zum einen durch das Reifen von Früchten und zum anderen durch das Testen von Alltagsprodukten auf Doppelbindungen hergestellt wird. Zum zweiten Punkt lässt sich sehr gut eine Einheit zum Thema der Farbigkeit von organischen Stoffen anschließen. So kann zunächst ein normaler, farbiger Tomatenmark auf Doppelbindungen getestet werden und anschließend einer, dem über andere Reaktionen die Farbe entzogen wurde. Dabei können die SuS erkennen, dass die Doppelbindungen für die Farbe verantwortlich sind.

Die Reaktionsmechanismen zur Entstehung von Ethen werden im Rahmen der didaktischen Reduktion nicht thematisiert, da sie nicht relevant für SuS der 9. und 10. Jahrgangsstufe sind. Auch

die genaue Struktur von Ethen (bzw. Alkenen) ist vom Kerncurriculum nicht gefordert, sollte aber trotzdem kurz angesprochen werden, damit die SuS wissen, dass diese Doppelbindungen besitzen. Die Alkene werden fachlich erst im Oberstufenkerncurriculum erwähnt.

3 Lehrerversuch – V1 Säurekatalytische Dehydration von Ethanol und Nachweis mit Bromwasser

In diesem Versuch reagiert Ethanol durch Abspaltung von Wasser zu Ethen. Der Nachweis für das entstehende Alken erfolgt über Bromwasser. Das Ethen wird mittels einer pneumatischen Wanne aufgefangen und kann für weitere Versuche verwendet werden. Ein möglicher Anschlussversuch ist der Reifeprozess von Tomaten, welcher durch eine Ethenatmosphäre beschleunigt wird.

Gefahrenstoffe		
Konz. Schwefelsäure	H: 314 – 290	P: 280 – 301 + 330 + 331 – 305 + 351 + 338 – 309 + 310
Natriumthiosulfatlösung	H: -	P: -
Ethanol	H: 225	P: 210
Bromwasser	H: 315 – 319 – 350	P: 201 – 305 + 351 + 338 – 308 + 313
Natronlauge	H: 314 – 219	P: 280 – 301 + 330 + 331 – 305 + 351 + 338 – 308 + 310
1,2-Dibromethan	H: 301 – 311 – 331 – 350 – 315 - 319 - 335 - 411	P: 201 – 273 – 309 + 310
Ethen	H: 220 – 280 - 336	P: 210 – 260 – 304 + 340 – 315 - 403 – 377 – 381 - 404
		

Materialien: 250 mL Zweihalsrundkolben, Schliffthermometer (bis 200 °C), Heizpilzhautbe, Siedesteine, Stativmaterial, 2 Gaswaschflaschen, pneumatische Wanne, Standzylinder, Schläuche, unreife Tomate

Chemikalien: Ethanol, konz. Schwefelsäure, Bromwasser, Natronlauge, Natriumthiosulfat (zur Entsorgung von Bromresten)

Durchführung: Das Schliffthermometer wird in die seitliche Öffnung des Zweihalsrundkolben gesteckt, so dass die Spitze etwa in der Mitte des Kolbens ist. Es werden 50 mL Ethanol und 100 mL konz. Salzsäure in den Kolben gegeben. Auf den Kolben wird ein Gasableitungsrohr gesetzt, welches mit der ersten Gaswaschflasche, in der sich Bromwasser befindet, verbunden wird. Von dort führt ein zweiter Schlauch zur nächsten, mit Natronlauge gefüllten, Gaswaschflasche. Über den dritten Schlauch wird das Gas in die pneumatische Wanne geleitet, wo es mit einem Erlenmeyerkolben aufgefangen wird. In den gasgefüllten Erlenmeyerkolben wird eine unreife Tomate gegeben und der Kolben mit einem Stopfen verschlossen. Der Erlenmeyerkolben wird über mehrere Tage stehen gelassen.

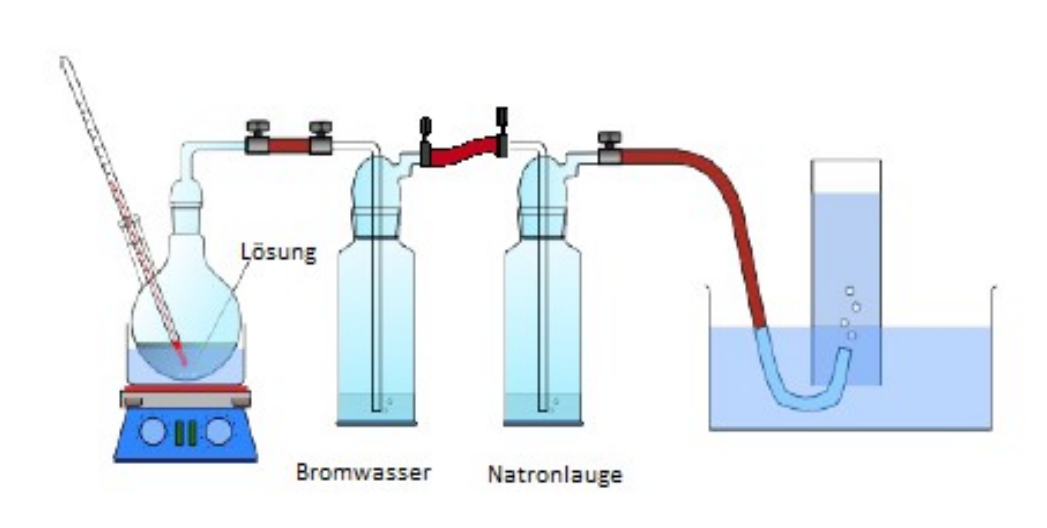
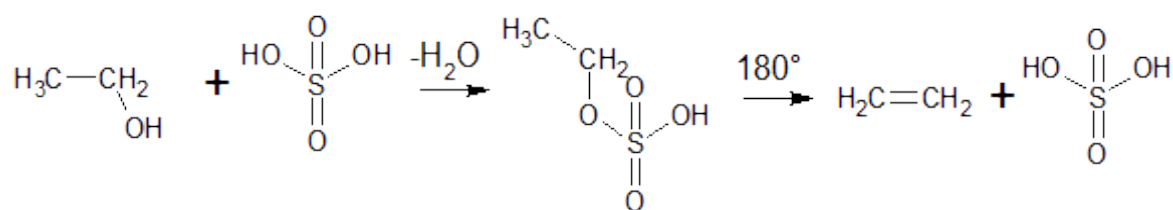


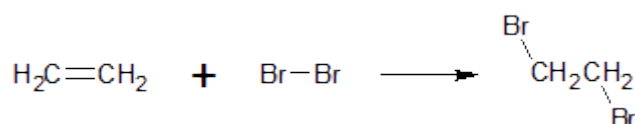
Abbildung 1: Skizze des Versuchsaufbaus.

Beobachtung: Sobald die Temperatur im Zweihalsrundkolben auf 180°C gestiegen ist, beginnt eine Reaktion, bei der ein Gas freigesetzt wird. Das Bromwasser wird durch das Gas entfärbt. Im Erlenmeyerkolben wird das Wasser durch das Gas verdrängt. Die grüne Tomate ist nach drei Tagen im gasgefüllten Erlenmeyerkolben gelb (es ist keine rote Tomate). In der zweiten Waschflasche fällt ein weißer Feststoff aus.

Deutung: Da das Bromwasser entfärbt wird, handelt es sich beim entstehenden Gas um Ethen, welches durch eine säurekatalytische Dehydratisierung von Ethanol entsteht. Es läuft folgende Reaktion ab:



Die Nachweisreaktion für Ethen mit Bromwasser ist folgende:



Ethen lässt unreife Tomaten reifen, was in der Natur zum Beispiel durch reife Äpfel erfolgen kann, die neben Tomaten liegen und Ethen aussondern, oder aber bei Bananen. Das Ethen wird dabei besonders zu Beginn des Reifeprozesses benötigt, um die Aktivität der eigenen Enzyme der Früchte zu steigern. Die Farbveränderung zur reifen Frucht erfolgt abschließend durch den Abbau von Chlorophyll und der Synthese von Pigmenten.

Entsorgung: Die Entsorgung des Schwefelsäurerests erfolgt über den Behälter für Säure und Base und das Bromwasser wird zunächst mit Natriumthiosulfat neutralisiert und dann zu den halogenhaltigen Abfällen gegeben. Eventuell überschüssiges Ethen wird über den Abzug entsorgt.

Literatur:

[1] <http://www.eliminierung.de/elim02.html> (Zuletzt abgerufen am 08.08.15 um 14:26 Uhr)

[2] D. Wiechoczek: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/ch/cht-107.htm> (Zuletzt abgerufen am 08.08.15 um 14:21 Uhr)

[3] S. Henkel, http://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0233Herstellung_und_Nachweis_von_Ethen.pdf (Zuletzt abgerufen am 08.08.15 um 14:21 Uhr)

[4] <http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/botenstoffe/pflanzenbotenstoffe.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/botenstoffe/aethylen.vscml.html> (Zuletzt abgerufen am 18.08.15 um 08:24 Uhr)

Der Versuchsaufbau ist geeignet um auch größere Mengen an Ethengas (oder auch andere Alkene) herzustellen, um diese dann für weitere Versuche zu verwenden. Mögliche Folgeversuche sind der Reifeprozess von Tomaten, die Nachweisreaktionen mit Bromwasser oder Kaliumpermanganatlösung oder aber die Brennbarkeit von Ethen. Für den Schulunterricht in der 9. und 10 Klasse sind vor allem die Nachweisreaktionen von Bedeutung. Der Nachweis für Bromwasser kann mit Alkenen als allgemeiner Nachweis für Doppelbindungen eingeführt werden und dann weiter für andere Stoffe mit Doppelbindungen, wie zum Beispiel Tomatenmark verwendet werden.

4 Schülerversuch – V2 Die Dehydration von Spiritus mit Aluminiumoxid als Katalysator und anschließenden Bayerprobe

In diesem Versuch wird aus Spiritus ein Alken (Ethen) hergestellt, welches mit der Baeyerprobe nachgewiesen wird. Da für den Versuch keine teuren Geräte benötigt werden, kann er als Schülerversuch durchgeführt werden, sofern ausreichend Arbeitsplätze unter einem Abzug vorhanden sind. Anschließend kann die Bayerprobe durchgeführt werden, um zu überprüfen, ob Doppelbindung entstanden sind. Dazu wird das entstehende Gas in eine Kaliumpermanganatlösung geleitet. Bei einer positiven Probe verfärbt sich diese braun.

Gefahrenstoffe		
Aluminiumoxid	H: -	P: -
Ethanol	H: 225	P: 210
Ethen	H: 220 – 280 – 336	P: 210 – 260 – 304 + 340 – 315 - 403 – 377 – 381 – 404
Kaliumpermanganat	H: 272 – 302 – 410	P: 210 – 273
		

Materialien: Großes Duran Reagenzglas, durchbohrter Stopfen mit gebogenem Glasrohr in dem sich ein Kupferdraht befindet (als Absicherung gegen einen Brandrückschlag), Stativmaterial, Porzellanschiffchen, Gasbrenner, Becherglas, Laborboy, Sand

Chemikalien: Aluminiumoxid, Ethanol, Kaliumpermanganat

Durchführung: Das Reagenzglas wird etwa 2 fingerbreit mit Sand befüllt und anschließend wird Spiritus hinzugegeben, bis der Sand feucht ist (und nicht komplett nass). Nun wird das Reagenzglas waagrecht eingespannt und ein mit Aluminiumoxid befülltes Porzellanschiffchen in das Reagenzglas geschoben und der Stopfen mit dem Glasrohr aufgesetzt. Die Spitze des Glasrohrs zeigt nach unten und wird in eine Kaliumpermanganatlösung (geringe Konzentration) getaucht. Nun wird das Porzellanschiffchen mit dem Gasbrenner erhitzt und selten der Brenner unter den Sand gehalten.

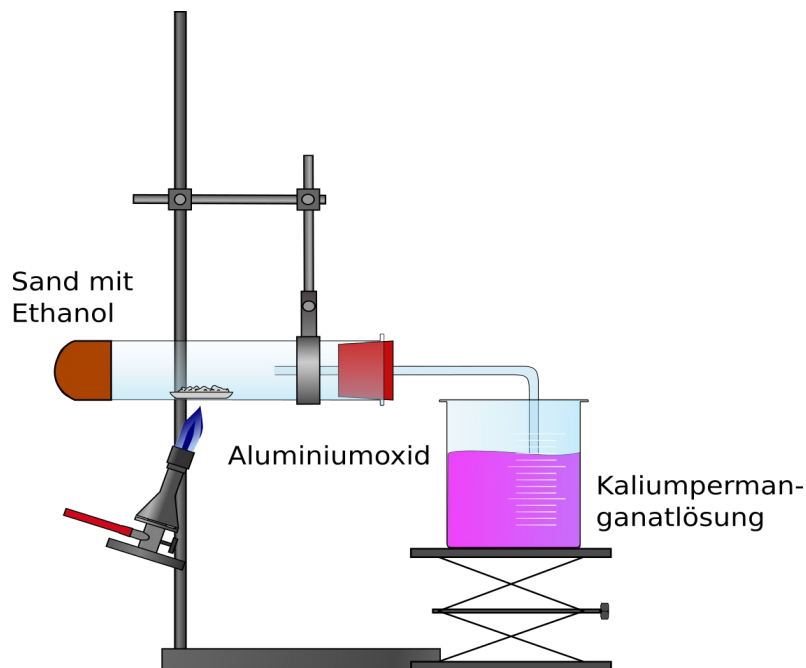
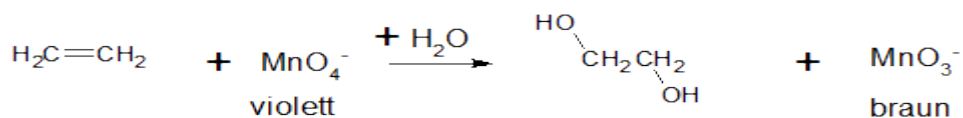


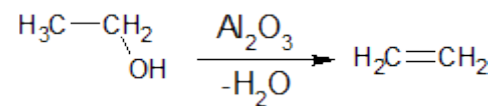
Abbildung 2: Skizze des Versuchsaufbaus.

Beobachtung: Beim Erhitzen wird eine Gasentwicklung sichtbar. Nach kurzer Zeit verfärbt sich die Kaliumpermanganatlösung bräunlich.

Deutung: Da die Bayerprobe positiv ist handelt es sich bei dem entstehenden Gas um ein Alken. Die Nachweisreaktion ist dabei folgende



Das im Spiritus erhalten Ethanol wird demnach dehydratisiert, wobei Ethen gebildet wird. Es läuft folgende Reaktion ab.



Literatur:

[1] <http://www.eliminierung.de/elim02.html> (Zuletzt abgerufen am 06.08.15 um 15:06 Uhr)

[2] D. Wiechoczek: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/ch/cht-107.htm> (Zuletzt abgerufen am 06.08.15 um 15:16 Uhr)

Der Versuch kann mit einfachen Mitteln durchgeführt werden und bietet sich daher als Schülerversuch an, wobei die Kaliumpermanganatlösung von der Lehrkraft vorher vorbereitet werden kann, um etwas Zeit zu sparen. Alternativ kann das Glasrohr auch nach oben zeigen und das entstehende Gas angezündet werden, wobei sich die typische gelbliche Flamme von Ethen zeigt. Es können auch unterschiedliche Edukte für verschiedene Gruppen gewählt werden und so verschiedene Alkene hergestellt werden. Für die SuS sind dabei vor allem die Nachweisreaktionen für die Doppelbindungen von Interesse.

Die Verwendung und Herstellung von Ethen

Wenn eine unreife Tomate in ein mit Ethengas befülltes Behältnis gegeben wird, welches luftdicht verschlossen wird, so reift die Tomate innerhalb weniger Tage. Das gleiche Ergebnis ist zu beobachten, wenn eine unreife Tomate in eine Obstschale mit reifen Äpfeln gelegt wird.

Aufgabe 1: Erklärt, warum die Tomate in der Obstschale reift und warum keine reifen Tomaten in der Nähe von reifen Äpfeln gelagert werden sollten.

Auf großen Plantagen wird Ethen benutzt, um das Obst reifen zu lassen. Zur Herstellung von Ethen im Labor kann ein Versuchsaufbau verwendet werden, in dem ein großes Reagenzglas waagerecht in ein Stativ eingespannt wird. In dem Reagenzglas wird Sand vorgelegt, welcher mit Ethanol getränkt wird. In der waagerechten Position wird ein Porzellanschiffchen, das mit Aluminiumoxid befüllt ist, in das Reagenzglas geschoben und ein durchbohrter Stopfen mit Glasrohr aufgesetzt. Mit dem Gasbrenner wird nun vor allem das Aluminiumoxid, aber auch der Sand erhitzt. Das Aluminiumoxid ist bei der Reaktion der Katalysator und neben Ethengas entsteht auch Wasser.

Aufgabe 2: Führt den Versuch durch und leitet das Gas für die Bayerprobe in ein Becherglas mit Kaliumpermanganatlösung. Nennt eure Beobachtungen und formulieren die zugehörige Reaktionsgleichung. (Extrablatt)

Aufgabe 3: Diskutiert, warum Bananen im unreifen (grünen) Zustand geerntet werden müssen, damit sie in einem guten (gelben) Zustand im Supermarkt ankommen.

5 Didaktischer Kommentar zum Schülerarbeitsblatt

Das Arbeitsblatt stellt für die SuS einen Alltagsbezug zu Ethen (also einem Alken) her. Die SuS sollen dabei die Bedeutung von Ethen im Reifeprozess von Früchten beschreiben und somit einen verständlichen Grund für die Notwendigkeit der Herstellung von Ethen diskutieren. Des Weiteren sollen die SuS einen beschriebenen Versuchsaufbau selbstständig durchführen, wobei die Kompetenzen Dokumentieren und Experimentieren gefördert werden. Hierzu sollte die Bayerprobe bereits bekannt sein.

Nötiges Vorwissen sind die Strukturen von Alkoholen und Alkenen, sowie die Bayerprobe und was die Skelettschreibweise ist. Mögliche Unterrichtsanschlüsse sind Nachweise von Doppelbindung, welche z.B. auch bei ungesättigten Fettsäuren vorkommen. Die Nachweise können über die Alkene eingeführt werden und im weiteren Verlauf mit anderen Naturstoffen getestet werden. So kann auch ein Zusammenhang zwischen Doppelbindung und der Farbigkeit von Stoffen hergestellt werden.

5.1 Erwartungshorizont (Kerncurriculum)

Aufgabe 1 gehört in den AFB 2, da hier die SuS den Zusammenhang zwischen der Anwesenheit von reifen Äpfeln und der Reifung von Tomaten erklären sollen. Dabei müssen die SuS selbstständig, aus den gegebenen Informationen, erkennen, dass Äpfel Ethen produzieren. Es wird dabei gezeigt, dass die Herstellung von Ethen eine Relevanz für die Umwelt der SuS hat.

In der zweiten Aufgabe ist das Durchführen eines Versuchs, sowie das Nennung der Beobachtungen verlangt, was in den AFB 1 gehört. Die Formulierung der Reaktionsgleichung gehört in den AFB 2, da die SuS diese bisher noch nicht kennen.

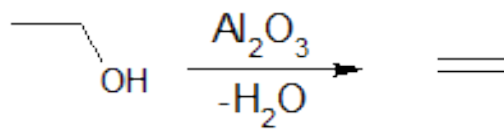
Die dritte Aufgabe deckt den AFB 3 ab, da die SuS hier genau diskutieren sollen, dass die Bananen nicht reif geerntet werden können, da sie sonst auf dem Weg in den Supermarkt verderben würden. Dies stellt einen Zusammenhang zwischen der Chemie und der Alltagswelt dar, wobei die SuS Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen.

5.2 Erwartungshorizont (Inhaltlich)

Aufgabe 1: Die reifen Äpfel produzieren Ethengas, was die unreife Tomate reifen lässt. Wenn reife Tomaten weiter von Ethengas umgeben sind altern sie schneller und werden schlecht.

Aufgabe 2: Durch das Erhitzen des Sands entsteht ein Gas, welches über das heiße Aluminiumoxid geleitet wird. Die Kaliumpermanganatlösung ist zunächst violett und wird nach dem Einleiten des Gases braun.

Reaktionsgleichung:



Aufgabe 3: Die Bananen müssen einen langen Weg von der Ernte bis in den Supermarkt zurücklegen. Da die Bananen dabei von alleine reifen produzieren sie, wie die Äpfel, Ethengas. Wenn die Bananen im reifen Zustand geerntet werden würden, so kämen sie verdorben im Supermarkt an, da das produzierte Ethen sie schneller verderben lässt.