

Organisch-chemisches Praktikum für Studierende des Lehramts

WS 08/09

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent: Beate Abé

Name: Sarah Henkel

Datum: 12.11.2008

Gruppe 3: Alkene, Alkine

Versuch: Herstellung und Nachweis von Ethen

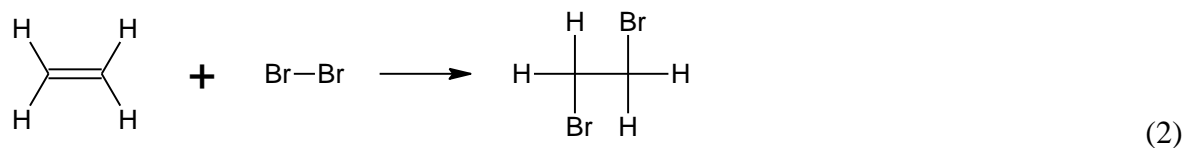
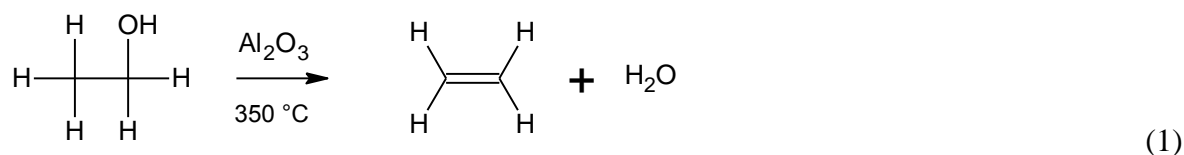
Zeitbedarf

Vorbereitung: 5 Minuten

Durchführung: 30 Minuten

Nachbereitung: 10 Minuten

Reaktionsgleichung



Chemikalien

Tab. 1: Verwendete Chemikalien.

Eingesetzte Stoffe	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbol	Schuleinsatz
Aluminiumoxid	3 Spatelpitzen	-	22	-	S I
Magnesiumrinne	1 Stück	-	-	-	-
Ethanol	Wenige Tropfen	11	2-7-16	F	S I
Bromwasser	Ca. 2 mL	23-24-36/38	1/2-7/9-26	T, Xi	S I
Ethen	Ca. 50 mL	12	2-9-16-33	F+	LV

Geräte

- 60-mL-Spritze
- 30-mL-Spritze
- Quarzrohr als Verbrennungsrohr
- Spatel
- Becherglas
- Stativmaterial (Klemmen und Doppelmuffen)

Aufbau

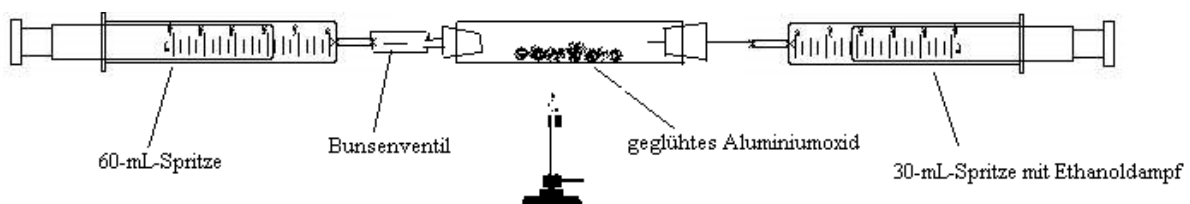


Abb. 1: Schematischer Versuchsaufbau (Selbst gezeichnet).

Durchführung

In das Verbrennungsrohr wird eine Magnesiumrinne mit Aluminiumoxid gebracht. In ein Becherglas werden einige Milliliter Bromwasser gegeben und vorerst zur Seite gestellt. Die 20-mL-Spritze wird mit ein paar Tropfen Ethanol gefüllt und durch Aufziehen der Spritze verdampft. Dann kann, wenn die Apparatur vollständig zusammen gebaut ist, begonnen werden, das Aluminiumoxid zu glühen. Sobald das Aluminiumoxid lange genug geblüht wurde, kann der Ethanol dampf gleichmäßig in das Verbrennungsrohr gegeben werden. Der Überdruck der Apparatur kann sich über das Bunsenventil abbauen, das den Gasaustritt ermöglicht. Der Vorgang wird zwei weitere Male wiederholt. Bei der dritten Injektion wird der Stempel der 60-mL-Spritze gleichzeitig mit der Ethanolspülung langsam herausgezogen. Dabei wird der Stempel jedoch nicht ganz herausgezogen. Die halb mit Ethen gefüllte Spritze wird dann mit Bromwasser aufgezogen, verschlossen und geschüttelt.

Beobachtung

Sobald das dampfförmige Ethanol über das geblühte Aluminiumoxid gegeben wird, glüht dieses rot auf und färbt sich allmählich schwarz. Im Verbrennungsrohr ist die Entstehung von

Kondenswasser zu beobachten. Das Bromwasser, mit dem anschließend die 60-mL-Spritze gefüllt wird hat zunächst seine charakteristische rotbraunen Farbe und entfärbt sich nach einiger Zeit, wenn die Spritze geschüttelt wird.

Entsorgung

Das mit Ethen entfärbte Bromwasser wird in den Abfluss entsorgt. Das Aluminiumoxid wird in die Feststofftonne gegeben.

Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse

Ethen (auch Ethylen) ist der einfachste Vertreter der Stoffklasse der Alkene. Eine andere Bezeichnung für Alkene ist auch Olefine oder ungesättigte Kohlenwasserstoffe. Sie enthalten C=C-Doppelbindungen. Die Darstellung von Alkenen kann über eine bimolekulare Eliminierung aus Halogenalkanen oder Alkylsulfonaten oder über die Dehydratisierung von Alkoholen erfolgen. Die in diesem Versuch durchgeführte Dehydratisierung von Ethanol erfolgt über den Mechanismus einer Eliminierungsreaktion, dabei ist sowohl der E1- als auch die E2-Mechanismus möglich. Die Reaktion muss jedoch entweder mithilfe von Schwefelsäure oder Phosphorsäure katalysiert werden oder in Gegenwart der Lewis-Säure Aluminiumoxid (Al_2O_3) stattfinden. Im ersten Fall muss die Reaktionstemperatur bei etwa 120 - 170 °C liegen, im zweiten Fall bei 350 - 400 °C. Allgemein gilt, dass die Leichtigkeit der Wasserabspaltung mit zunehmendem Substitutionsgrad des Kohlenstoffatoms, das die Hydroxygruppe trägt, steigt.

Aluminiumoxid katalysiert die Kondensationsreaktion von Ethanol zu Ethen. Bei dieser katalytischen Dehydrierung von Ethanol wirkt Aluminiumoxid als Lewis-Säure. Der Sauerstoff der Hydroxygruppe des Ethanols lagert sich am Aluminium an. Infolgedessen kommt es zu einer Abspaltung eines Wasserstoffatoms am Ethanol, welches an eine Hydroxygruppe des Aluminiumoxids angelagert wird. Gleichzeitig klappt die Bindung des Sauerstoffs der Hydroxygruppe vom Ethanol zum Sauerstoff hin, sodass sich im Kohlenstoffmolekül eine Doppelbindung ausbildet. Anschließend wird beim Aluminiumoxid Wasser abgespalten, sodass der Katalysator wie zuvor vorliegt.

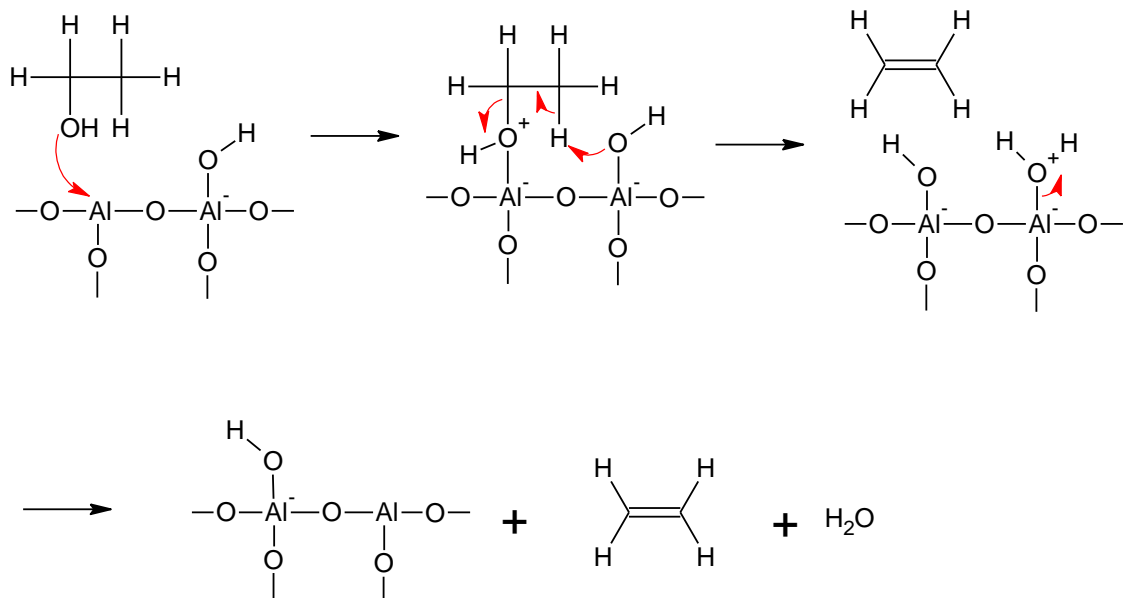


Abb. 2: Mechanismus der Dehydratisierung von Ethanol mit Aluminiumoxid als Katalysator. ^[3]

Der anschließende Nachweis von Ethen erfolgte mit Bromwasser. Das Prinzip liegt in der Addition des Broms an das Ethen, sodass letztendlich ein Halogenalkan, in diesem Fall Dibromethan, entsteht. Das zuvor rotbraun gefärbte Bromwasser wird in das farblose Dibromethan überführt. Diese Reaktion verläuft über den Mechanismus einer elektrophilen Addition.

Der erste Schritt ist eine Polarisierung des Brommoleküls. Diese Polarisierung wird durch die Doppelbindung im Ethen hergeleitet, da die Elektronendichte der Doppelbindung wie ein elektrisches Feld auf das Brommolekül wirkt und dieses somit beeinflusst. Die Doppelbindung kann dann am positiv polarisierten Bromatom angreifen, sodass es zur Bildung eines Bromoniumions kommt. Das nun noch negativ geladene Bromatom, das zurückgeblieben ist, kann dann an einem Kohlenstoffatom angreifen. Im selben Moment wird der Übergangszustand aufgelöst, sodass das Bromatom, das zuerst eine Bindung eingegangen ist, nur noch mit einem Kohlenstoffatom eine Bindung besitzt.

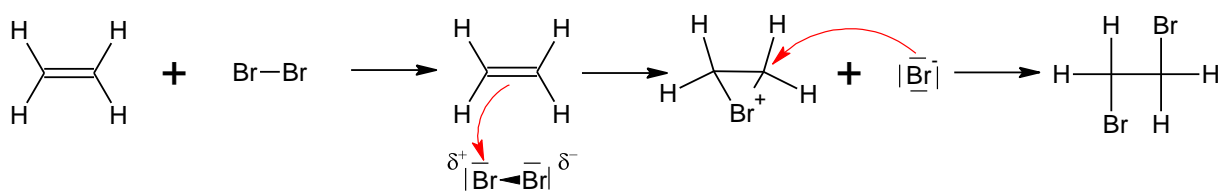


Abb. 3: Mechanismus der elektrophilen Addition von Brom an Ethen. ^[7]

Methodisch-didaktische Analyse

1 Einordnung

Das Thema ungesättigte Kohlenwasserstoffe kann fakultativ in der Klasse 9 unterrichtet werden. In Klasse 10 gehört es zu den verbindlichen Themen. Da das Arbeiten mit Ethen für die Schüler grundsätzlich verboten ist, sollte dieser Versuch als Lehrerversuch durchgeführt werden. Neben der Herstellung, die den Schülern zum einen eine grundsätzliche Vorstellung liefern soll, wo chemische Stoffe herkommen und zum anderen die Bildung von Doppelbindungen über die Eliminierungsreaktion praktisch veranschaulichen soll, kann das Entfärben von Bromwasser durchgeführt werden. Das Entfärben von Bromwasser unterstützt das Themengebiet Elektrophile Addition mit der praktischen anschaulichen Durchführung. Da der Versuch zwei große Reaktionstypen abdeckt, ist es sinnvoll, ihn durchzuführen, wenn beide Reaktionen besprochen wurden. Er dient somit als Festigung von Gelerntem.

2 Aufwand

Je nachdem, ob an der Schule Ethen in Gasflaschen vorhanden ist oder nicht, muss dieses vor der Entfärbung zunächst hergestellt werden. Da das Erhitzen des Katalysators Aluminiumoxid bis zum Glühen etwa 20 Minuten dauert, ist es empfehlenswert, diesen schon vorher vorzuglühen. Bei funktionstüchtigem Katalysator geht die Herstellung des Ethens recht schnell und kann im Anschluss direkt mit Bromwasser nachgewiesen werden. Da der Versuch als Schülerversuch nicht durchgeführt werden darf, wird keine Zeit dadurch verloren, dass die Schüler erst einmal schauen müssen, wie die Apparatur aufzubauen ist und wie die Durchführung funktioniert. Der Lehrer kann somit das Tempo der Unterrichtsstunde beeinflussen.

3 Durchführung

Die Herstellung von Ethen erfordert wie gesagt die Vorbereitung, dass der Katalysator schon vorgeglüht wurde. Dennoch ist es fraglich, ob die Darstellung von Ethen in der Schule notwendig ist. Bei der Durchführung der Herstellung muss ein Nachweis folgen, da man den Schülern beweisen muss, dass auch Ethen entstanden ist. Die Reaktion von Ethanol zu Ethen ist lediglich durch die Kondenswasserbildung im Verbrennungsrohr zu beobachten. Es entsteht ein Gas, das für die Schüler nicht sichtbar ist. Die elektrophile Addition kann hingegen auch an anderen Alkenen gezeigt werden. Ethen ist für Schüler unzugänglich, aber mit Hexen dürften sie sogar selbst arbeiten. Auch Bromwasser ist für die Sekundarstufe I geeignet.

Literatur

- [1] PdN – Chemie. 4/48. Jg.1999. Seite 37.
- [2] Soester Liste. Version 2.7.
- [3] Hergeth, Erika: Experimentalvortrag II. Thema: Katalyse. Versuch 11. Dehydratisierung von Ethanol mit Aluminiumoxid als Katalysator. Seite 22f. SS **1986**.
http://www.chids.de/dachs/expvortr/357Katalyse_Hergeth_Scan.pdf. (**16.11.2008**).
- [4] Mortimer, Charles, E. und Ulrich Müller: Das Basiswissen der Chemie. 8., komplett überarbeitete und erweiterte Auflage. Thieme Verlag. Stuttgart **2003**.
- [5] Vollhardt, K. P. C. und Neil E Schore: Organische Chemie. Übersetzungs-Hrsg: Holger Butenschön. Vierte Auflage. WILEY-VCH. Weinheim **2005**.
- [6] Hessisches Kultusministerium: Lehrpläne Gymnasium 8. Aufgabengebiet III: Chemie 2008 pdf: http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?cid=ac9f301df54d1fbfab83dd3a6449af60.
- [7] Hamm, Johannes: Hamm's Chemie-Seite. Mechanismus der Elektrophilen Addition von Brom an Ethen. http://www.hamm-chemie.de/j12/j12di/mech_ea_br_ethen.htm. (**16.11.2008**).