

Versuch: Elektrophile Addition von Brom an Ethen

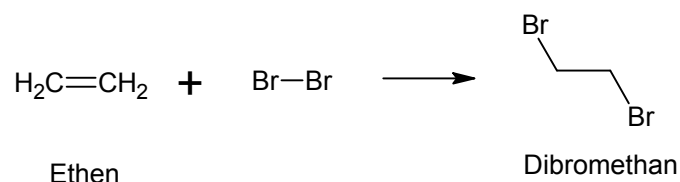
Zeitbedarf:

Vorbereitung: mit Herstellung von Ethen ca. 15 Minuten, ohne nur etwa 5 Minuten

Durchführung: mit Herstellung: 15 Minuten, ohne 5 Minuten

Nachbereitung: mit Herstellung 15 Minuten, ohne 5 Minuten

Reaktionsgleichungen:



Chemikalien:

Chemikalie	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbol	Schuleinsatz
Ethanol C ₂ H ₅ OH	30 mL	11	7-16	F	Sek. I
Schwefelsäure, konz. H ₂ SO ₄	16 mL	35	26-30-45	C	Sek. II
Ethen C ₂ H _{4(g)}	-	12	2-9-16-33	F ⁺	Lehrerversuch (LV)
Bromwasser	20 mL	23-24-36/38	1/2-7/9-26	T, Xi	Sek.I

Br ₂					
Natriumbromid NaBr	4 g	-	22-24/25	Xi	Sek.I

Geräte:

100 mL-Rundkolben mit Schliff

Glashahn mit Schliff und Ableitungsrohr sowie passendem Hahnküken und Dichtungsringen

PVC-Schlauch

Keckklemmen

Schlauchschellen

4 Waschflaschen mit Aufsatz (im Versuch wurde die Sicherheitswaschflasche vergessen!)

Bunsenbrenner

Spatel

Messzylinder

Stativmaterial

Feuerzeug

Durchführung:

Folgende Apparatur wird aufgebaut:



Da für den durchzuführenden Versuch nach der angegebenen Literatur keine Ethenflasche ausgeliehen werden konnte, werden 30 mL Ethanol und 16 mL konzentrierte Schwefelsäure in den Rundkolben gegeben und dieser mithilfe einer Keckklemme an der Apparatur befestigt. In die erste Gaswaschflasche gibt man so viel Wasser, bis sich das Einleitungsrohr im Wasser befindet, in die zweite Waschflasche 20 mL Bromwasser, so dass sich das Einleitungsrohr ca. 1 cm über der rötlichen Flüssigkeit befindet. Idealerweise sollte vor die erste Waschflasche noch eine leere Sicherheitswaschflasche geschaltet werden, um ein Zurücksteigen von Flüssigkeit in den Rundkolben zu verhindern, jedoch wurde dies hier leider vergessen. Anschließend erhitzt man vorsichtig den Rundkolben mit dem Bunsenbrenner und prüft die Gasentwicklung anhand der Waschflasche mit Wasser. Man beobachtet die Vorgänge in der Waschflasche mit Bromwasser, gegebenenfalls muss diese geschüttelt werden. Der Versuch wird dann nochmal durchgeführt, nur werden zu dem Bromwasser diesmal noch 4 g Natriumbromid gegeben und gelöst. Dieser Versuch muss im Abzug durchgeführt werden!

Beobachtung:

Beim Erhitzen des Rundkolbens entsteht eine zähe, schwarze Masse, die immer bröckeliger wird. Das starke Blubbern sowohl im Rundkolben als auch in der Waschflasche mit Wasser weist auf eine relativ starke Gasentwicklung hin, die schon nach kurzem Erhitzen einsetzte. Auch ohne Schütteln kann eine schnelle Entfärbung des Bromwassers in beiden Teilen des Versuches beobachtet werden.



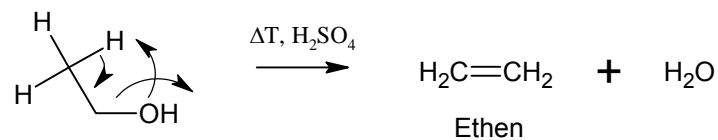
1. Beginnende Entfärbung durch Ethen 2. Vollständige Entfärbung

Entsorgung:

Nach Beenden des Erhitzens wird die Reaktion im Rundkolben gestoppt. Durch die Fähigkeit der Schwefelsäure, stark wasserentziehend zu wirken, entsteht hier sogar Kohle, die nach Abfiltrieren und Trocknen in die Feststoffabfälle gegeben wird, das Filtrat kommt anschließend neutral in den Abguss. Die Reste in den Waschflaschen werden ebenfalls mit Wasser kanalisiert.

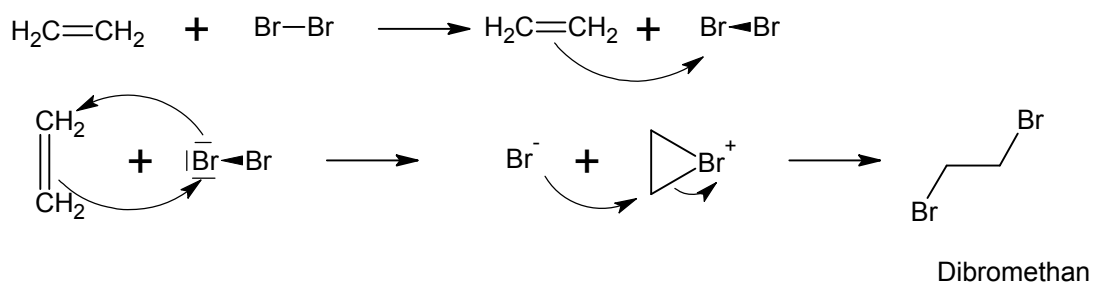
Fachliche Analyse:

Durch Einwirken von konzentrierter Schwefelsäure entsteht aus Ethanol Ethen, ein Gas. Ursache dafür ist die stark wasserentziehende Wirkung der Schwefelsäure:

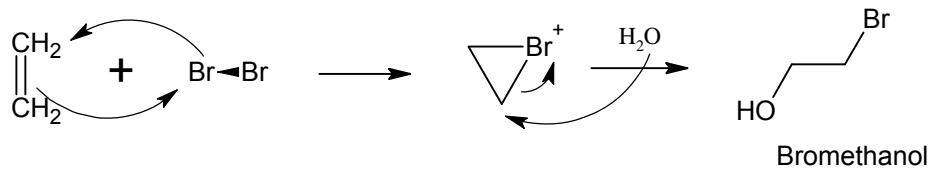


Das gebildete Gas wird durch die Apparatur geleitet und trifft im ersten Versuchteil auf Bromwasser. Hierbei findet dann eine elektrophile Addition an die Doppelbindung statt, das Bromwasser entfärbt sich. Allerdings sind hier zwei Reaktionen zu beachten: Zum einen wird Brom addiert, zum anderen kann aber auch Wasser addiert werden! Dies geschieht nach dem bereits aus dem Protokoll „Bromierung von Cyclohexen“ bekannten Mechanismus:

Addition von Brom:



In Konkurrenz zu Bromid als Nucleophil steht das Wasser, durch seinen Angriff entsteht Bromethanol:



Im zweiten Teil des Versuches wird das Bromwasser zusätzlich mit Natriumbromid versetzt. Durch den Überschuss am Nucleophil Bromid kann die Konkurrenzreaktion nahezu ausgeschlossen werden, es entsteht nur das Dibromprodukt. So kann zum Beispiel auch bei Synthesen das Auftreten von unerwünschten Produktgemischen vermieden werden.

Didaktisch-methodische Analyse:

Einordnung:

Erste Kenntnisse über die Alkene und die elektrophile Addition von Halogenen an Mehrfachbindungen werden bereits in der Jahrgangsstufe 10 bei der Einführung in die Kohlenstoffchemie vermittelt. Vertieft wird dieser Reaktionsmechanismus in der Jahrgangsstufe 11, wobei nur im Leistungskurs auch die Addition von Halogenwasserstoffen behandelt wird. Somit wäre dieser Versuch mit seinem fachlichen Hintergrund eher im Leistungskurs anzusiedeln. Vorher sollte bekannt sein, dass auch Wasser addiert werden kann und zur Entstehung von Alkoholen führt. Die Problematik dieses Versuchs kann gut in Form einer Gruppenarbeit, als Hausaufgabe oder auch als Transferaufgabe in der Klausur beleuchtet werden, da ihr bekannte Reaktionsprinzipien zugrundeliegen. Hierbei kann auch auf die Syntheseproblematik von Stoffen kurz eingegangen werden.

Aufwand:

Da an Schulen wohl kaum Ethen in Gasflaschen vorhanden sein wird, muss es mit hergestellt werden. Somit beansprucht dieser Versuch einiges an Zeit, vor allem auch bei Auf- und Abbau.

Durchführung:

Die Herstellung von Ethen aus Schwefelsäure und Ethanol funktioniert problemlos und schnell und auch die Entfärbung ist schnell und gut erkennbar. Jedoch ist hier problematisch, dass der Versuch zum einen sehr viel Zeit beansprucht und zum anderen Ethen zum Schülerversuch nicht zugelassen ist. Es würde zur Demonstration der Reaktionserfolge auch genügen, einfach ein flüssiges Alken mit Bromwasser zu versetzen, um so die elektrophile Addition allgemein zu demonstrieren und diesen Versuch vielleicht eher als mögliches Gedankenexperiment zu behandeln. Denn letztendlich sehen die Schüler nicht, dass einmal das Dibromprodukt und einmal ein Bromalkohol entsteht, somit kann man auf den Versuch in seiner realen Durchführung im Unterricht getrost verzichten.

Literaturangaben:

Chemie Heute Sek. II, 7. Auflage, Schroedel Verlag, Hannover, 2004

Soester Liste

Hessischer Lehrplan Chemie für den gymnasialen Bildungsgang, Klasse 7G bis 12G