

Organisch-chemisches Praktikum für Studierende des Lehramts

WS 08/09

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent: Beate Abé

Name: Sarah Henkel

Datum: 28.11.2008

Gruppe 3: Alkene, Alkine

Versuch: Bromierung von Ethen

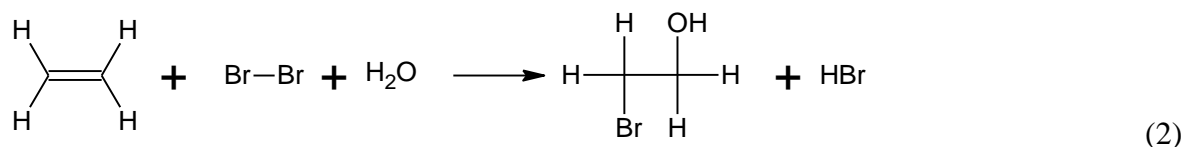
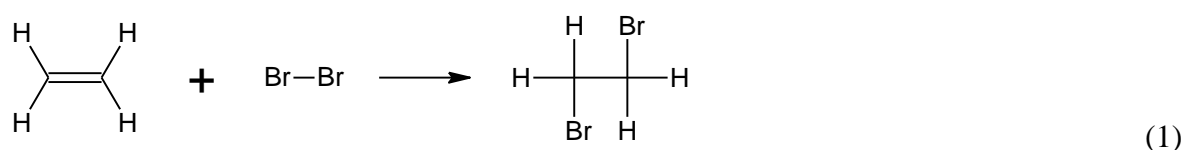
Zeitbedarf

Vorbereitung: 20 Minuten

Durchführung: 20 Minuten

Nachbereitung: 15 Minuten

Reaktionsgleichung



Chemikalien

Tab. 1: Verwendete Chemikalien.

Eingesetzte Stoffe	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbol	Schuleinsatz
Bromwasser	25 mL	23-24-36/38	1/2-7/9-26	T, Xi	S I
Ethen	Ca. 6000 Gasblasen	12	2-9-16-33	F+	LV
Paraffinöl	Ca. 25 mL	-	-	-	S I
Natronlauge	Ca. 1,5 L	34	26-36/37/39-45	C	S I

1,2-Dibromethan		45-23/24/25- 36/37/38- 51/53	53-45-61	T, N	LV
1-Brom-2-Hydroxyethan		10-26-27-28- 36-37-38-40	16-28A-36- 37-39-45	T+	Vermutlich LV

Geräte

- 4 Gaswaschflaschen
- Manometer für die Ethenflasche
- Gummischlauch zum verbinden der Waschflaschen
- Schlauchschellen
- Saugflasche
- Großer durchbohrter Gummistopfen für die Saugflasche
- Gebogenes Glasrohr
- Hebebühne
- Stativmaterial

Aufbau

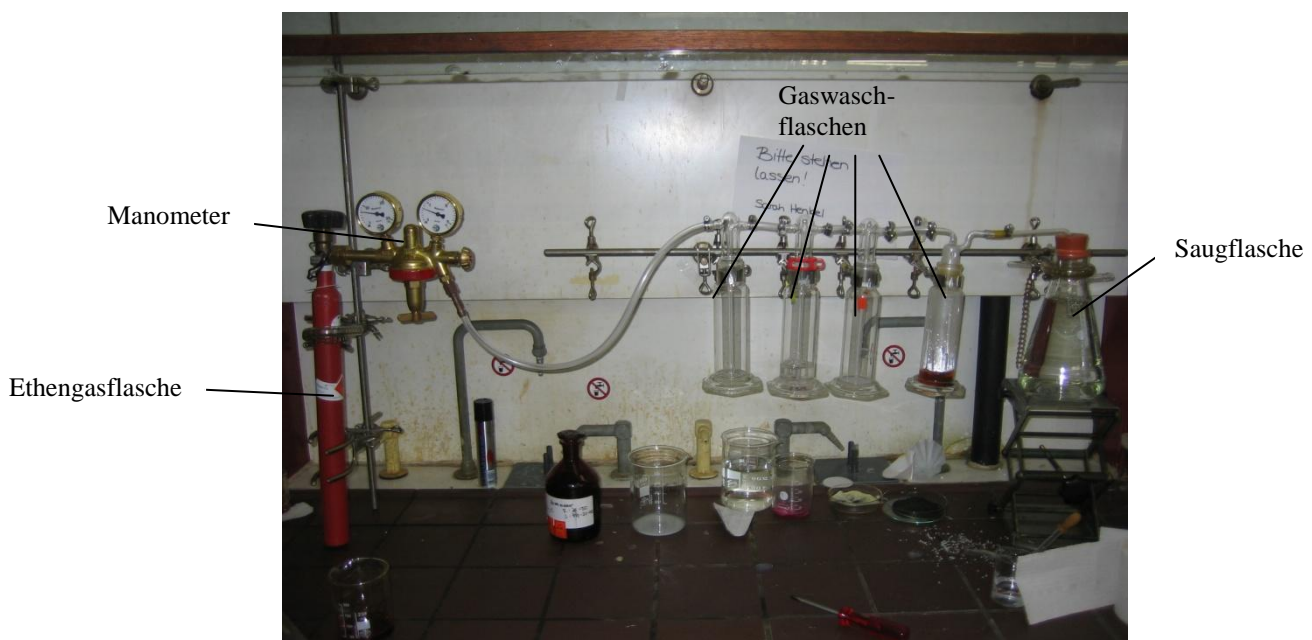


Abb. 1: Versuchsaufbau der Entfärbung von Brom mit Ethen.

Durchführung

Es werden vier Gaswaschflaschen hintereinander geschaltet, wobei die erste leer bleibt (Sicherheitswaschflasche). In die zweite Waschflasche werden etwa 25 mL Paraffinöl (Blasenzähler) gegeben, sodass das Glasrohr in das Paraffinöl taucht. Die dritte Waschflasche bleibt wiederum leer (Sicherheitswaschflasche) und in die vierte werden 25 mL Brom gefüllt. Hinter die vierte Waschflasche wird eine Saugflasche gebracht, die mit Natronlauge gefüllt wird. Ein gebogenes Glasrohr soll die Bromdämpfe, die Entweichen in Natronlauge leiten. Vor der ersten Gaswaschflasche wird die Ethenflasche angebracht und über eine Schlauchverbindung mit der ersten Waschflasche verbunden.

Durch das Aufdrehen des Ventils an der Ethenflasche wird etwas Druck auf das Manometer gelassen und dann das untere Ventil des Manometers so eingestellt, dass der bestehende Druck auch auf der rechten Anzeige zu sehen ist. Anschließend kann an dem letzten Ventil gedreht werden, sodass das Ethen in die Apparatur einströmt. Es ist dabei darauf zu achten, dass das Gas nicht zu schnell einströmt (etwa 4-5 Blasen pro Sekunde).

Beobachtung

Im Paraffinöl sind die Blasen des Ethens gut zu sehen und stimmen auch mit denen im Bromwasser und in der Natronlauge überein, was dafür spricht, dass die Apparatur dicht ist. Mit der Zeit wird das Bromwasser immer heller und ist nach 20 Minuten schließlich entfärbt. Der pH-Wert in der Dibromethan-Lösung ist sauer.

Entsorgung

Die Gaswaschflasche, in der das Bromwasser war, wird nach Versuchsende mit Natriumthiosulfat-Lösung gespült und dann in das Abwasser entsorgt. Die Natronlauge wird mit der sauren Dibromethan-Lösung neutralisiert und anschließend in die organischen Lösungsmittelabfälle gegeben.

Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse

Brom (von gr. Bromos = Gestank) gehört zur siebten Hauptgruppe im Periodensystem und damit zu den Halogenen. Es hat eine relative Atommasse von 79,904 u. Aufgrund des Schmelzpunktes von $-7,25\text{ °C}$ und des Siedepunktes von $58,78\text{ °C}$ ist Brom anders als die

anderen Halogene bei Raumtemperatur flüssig. Die Flüssigkeit verdampft jedoch sehr schnell. Der Dampf, der schwerer ist als Luft, ist sehr stark reizend, giftig und wirkt erstickend. Brom bildet wie alle Halogene zweiatomige Moleküle und kommt aufgrund der starken Reaktivität nicht atomar vor. In organischen Lösungsmitteln ist Brom gut löslich, in Wasser dagegen löst es sich nur bedingt. Die Lösung von Brom in Wasser wird auch als Bromwasser bezeichnet. Brom muss wegen der hohen Giftigkeit mit Natriumthiosulfat zu Bromid reduziert werden. Erst dann darf es entsorgt werden.

Bei der Entfärbung von Brom mit Ethen sind grundsätzlich zwei Reaktionen möglich. Die Hauptreaktion führt zu 1,2-Dibromethan als Produkt und verläuft nach dem folgenden Mechanismus.

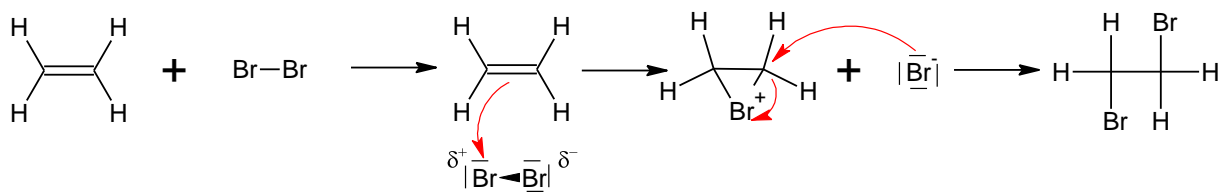


Abb. 2: Mechanismus der 1,2-Dibromethanbildung.

Durch die hohe Elektronendichte an der Doppelbindung im Ethenmolekül wird das Brommolekül polarisiert. Durch diese Polarisierung kann ein Angriff des positivierten Bromatom an die Doppelbindung erfolgen. Zunächst kommt es zur Bildung eines Bromonium-Ions, da beide Kohlenstoffatome mit dem Brom eine Bindung eingegangen sind. Im Folgenden greift dann das übrig gebliebene Bromid-Anion am Kohlenstoffatom an. Gleichzeitig wird die Bindung zwischen dem Bromonium-Ion und diesem Kohlenstoffatom gebrochen.

Eine weitere Reaktion ist die Nebenreaktion zum Alkohol. Da die Reaktion in wässriger Lösung stattfindet, ist es auch möglich, dass Wasser statt des Bromid-Ions an das Kohlenstoffatom angreift. Dadurch kommt es zur Bildung eines Oxonium-Ions, welches zurück zur Hydroxidgruppe reagiert, indem es deprotoniert wird. Das freigewordene Proton reagiert sofort mit dem Bromid-Ion zu Bromwasserstoffsäure weiter.

Diese Reaktion kann nachgewiesen werden, indem die entfärbte Bromlösung auf den pH-Wert getestet wird. Da dieser sauer ist, ist auf die Bildung einer Säure zu schließen. Da Wasser ein Dipol ist und der Sauerstoff zusätzlich über freie Elektronenpaare verfügt ist diese Reaktion sehr wahrscheinlich. Das Reaktionsprodukt heißt 1-Brom-2-Hydroxyethan.

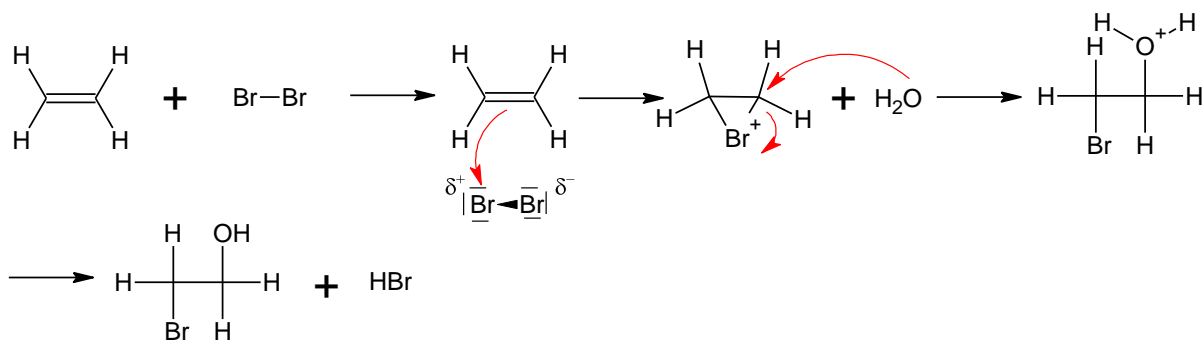


Abb. 3: Mechanismus der Bildung von 1-Brom-2-Hydroxyethan.

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. Unter anderem wird dann auch der Reaktionstyp der elektrophilen Addition besprochen, zu dem auch diese Reaktion gehört. Da zuvor die Halogenalkane durchgenommen werden, bietet es sich an, an diesem Punkt auf dieses vorhandene Wissen zurückzugreifen.

2 Aufwand

Der Versuchsaufbau ist relativ aufwändig und kann definitiv leichter dargestellt werden. Eine Apparatur aus zwei Gaswaschflaschen ist ausreichend. Da der Versuch dennoch 20 Minuten zum Entfärben braucht, bietet es sich an, mit weniger Bromwasser zu arbeiten und dies dann, damit das Glasrohr der Waschflasche in die Lösung reicht, mit Wasser zu überschichten. Ein weiteres Problem stellt allerdings die Tatsache dar, dass in kaum einer Schule Ethenflaschen vorhanden sind. Die Anschaffung einer solchen Flasche ist recht teuer und lohnen würde es sich auch nicht, da der Versuch auch nicht als Schülerversuch zugelassen ist. Entweder wird der Versuch vom Lehrer vorgeführt oder es muss auf andere Chemikalien zurückgegriffen werden, um den Effekt der elektrophilen Addition mit Bromentfärbung zu zeigen. Möglich wäre der Einsatz von 1-Hexen. Der Vorteil ist, dass es flüssig ist und in der Sekundarstufe I zugelassen ist.

3 Durchführung

Die Durchführung an sich ist zwar relativ einfach und das Bromwasser wird auch auf jeden Fall entfärbt, sodass eine Reaktion sichtbar ist, nur dauert die Entfärbung von 25 mL Brom alleine schon 20 Minuten. Hinzu kommt der Aufbau, den der Lehrer schon vorbereitet haben

müsste. Zur Zeitüberbrückung könnte von den Schülern zwar schon überlegt werden, was bei der Reaktion passiert. Die Schüler könnten auch erste Erwartungen formulieren. Aber letztendlich nimmt der Versuch zu viel Zeit ein und ist daher wenig sinnvoll. Vorteilhafter ist ein Versuch mit dem flüssigen 1-Hexen, mit dem die Schüler wenigstens auch selber arbeiten dürfen. Selbst der Aufbau wäre hierbei geringer, da er sich auf Reagenzgläser und Reagenzglasständer beschränken würde.

Literatur

- [1] Butenuth Skript. S. 39.
- [2] Soester Liste. Version 2.7.
- [3] Vollhardt, K. P. C. und Neil E Schore: Organische Chemie. Übersetzungs-Hrsg: Holger Butenschön. Vierte Auflage. WILEY-VCH. Weinheim **2005**.
- [4] Hessischer Lehrplan: Chemie. 2008.
- [5] Coley, James R.E., Klaus Ferber und Piet van der Zande: Fisher Scientific GmbH.
https://extranet.fisher.co.uk/insight2_de/getProduct.do;jsessionid=A44F343445C0331A62B2EE10ED0648BE.xen04ja06?productCode=106921000&resultSetPosition=27.
(**30.11.2008**).