

Praktikum zur Organischen Chemie für Studierende des Lehramts

WS 2010/11

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent(in): Julia Konen

Name: Johannes Hergt

Datum: 24.11.2010

Gruppe 3: Alkene, Alkine

Versuch (Assi): Ethin-Blitze unter Wasser

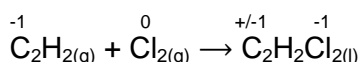
Zeitbedarf

Vorbereitung: 45 Minuten (inklusive Entsorgung der Chemikalien zur Vorbereitung)

Durchführung: 5 Minuten

Nachbereitung: 5 Minuten

Reaktionsgleichung



Chemikalien ^[1]

Tab.1: Verwendete Chemikalien

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schuleinsatz
Kaliumpermanganat	KMnO _{4(s)}	eine Spatelspitze	8-22-50/53	(2)-60-61	O, Xn, N	S1
Salzsäure (konz.)	HCl _(aq)	2 mL	34-37	(1/2)-26-45	C	S1
Calciumcarbid	CaC _{2(s)}	ein Kristall	15	(2)-8-43	F	S1
Wasser	H ₂ O	2 mL (für Ethinherstell.)				S1
Entstehende Stoffe (für/im Hauptversuch)	Summenformel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schuleinsatz
Chlor	Cl _{2(g)}		23-36/37/38		T, N	LV (gilt für Gasflaschen)
Ethin	C ₂ H _{2(g)}		5-6-12	(2)-9-16-33	F+	S1
Dichlorethen	C ₂ H ₂ Cl _{2(l)}		11-20-52/53	(2)-7-16-29-61	Xn, F	S1
Vinylchlorid	C ₂ H ₃ Cl _(g)		45-12	53-45	T, F+	LV (Nebenprodukt, Mengen sehr gering)
Kohlenstoff	C _(s)					S1

Geräte

- 8 Spritzen (20 mL)
- 2 Spritzen (2 mL)
- 2 schwer schmelzbare Reagenzgläser + Stopfen
- Styropor
- Weithals-Erlenmeyerkolben (250 mL)
- Watte
- Isolierung von Kupferlitzten als Kanülenverlängerung

Aufbau

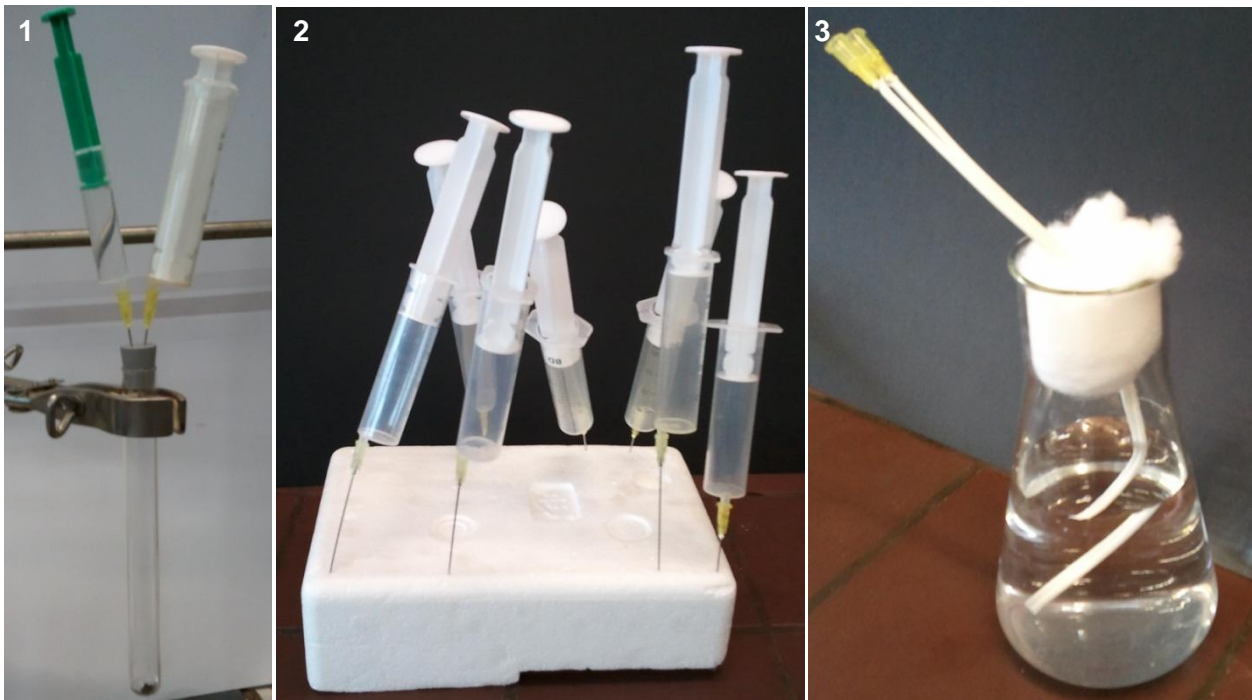


Abb. 1: 1 Lowcostgasentwickler; 2 Verschließen der mit Gas gefüllten Spritzen mittels Styropor; 3 Aufbau zur Blitzentwicklung

Durchführung

Der Versuch (inkl. Vorbereitung) sollte im Abzug durchgeführt werden!

Zunächst müssen die Gase Chlor und Ethin hergestellt werden. Dazu bedient man sich dem sog. „Lowcostgasentwickler“ (siehe 1 in Abb.1). In einem Reagenzglas wird zur Chlorentwicklung ein Kaliumpermanganatkristall oder eine Spatelspitze Kaliumpermanganatpulver vorgelegt. Ein mit zwei Kanülen durchbohrter Stopfen wird aufgesteckt. Die aufgesteckte 20 mL Spritze dient dem Abfangen des Gases, in die 2 mL Spritze wurde zuvor Salzsäure aufgezogen, die nun tropfenweise dem Kaliumpermanganat zugeführt wird. Die Gasentwicklung ist ständig zu beobachten. Entsteht kein Gas mehr, so wird mehr Säure zugetropft. Ist die 20 mL Spritze mit Gas gefüllt, wird sie ausgetauscht.

Zur Herstellung von Ethingas, wird der gleiche Aufbau verwendet. Es wird diesmal Calciumcarbid vorgelegt und Wasser zugeführt. Die gefüllten Gasspritzen werden mit der Kanüle zum Verschluss in Styropor gesteckt (siehe 2 in Abb.1)

Im Hauptversuch wird dann eine mit Chlorgas und eine mit Ethingas gefüllte Spritze an in Kupferlitzen-Isolation gesteckte Kanülen angeschlossen. Der kleine Isolationsschlauch mit zwei Ein- und Ausgängen, die sich nebeneinander befinden, führt in ein mit einem Wattebausch „verschlossenen“ und mit Wasser zu $\frac{3}{4}$ gefüllten Weithals-erlenmeyerkolben, in den nun beide Gasspritzen gleichzeitig entleert werden.

Beobachtung

Das beim Lowcostgasentwickler entstehende Gas wird in die 20 mL Spritze gedrückt. Das Chlorgas ist an seiner gelben Farbe gut zu erkennen, Ethingas ist hingegen farblos (siehe 2 in Abb.1: drei Spritzen im Hintergrund mit Chlorgas; vier im Vordergrund mit Ethingas).

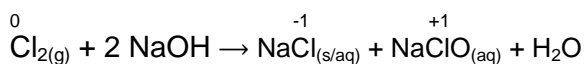


Abb.2: Entstehung knallender, hell leuchtender Blitze bei gleichzeitiger Gaseinleitung

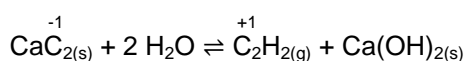
Werden nun beide Gase gleichzeitig in Wasser eingeleitet, so sieht man helle Blitze an den Öffnungen des Isolationsschlauchs. Dabei ist ein lautes Knallen vernehmbar. Die Unterseite der Watte wird rußig-schwarz. Es ist ein etheriger Geruch beim Entfernen der Watte wahrnehmbar.

Entsorgung

Kaliumpermanganat- und Manganchloridreste werden neutralisiert in den Sammelbehälter für Schwermetallabfälle gegeben. Eine mögliche Chlorgasentwicklung wird durch die vorherige Zugabe von Natronlauge unterbunden:



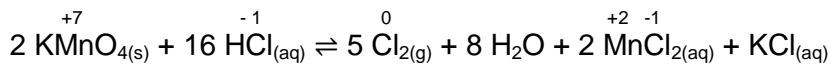
Calciumcarbid wird durch Zugabe von Wasser vollständig abreagiert (Abzug!). Das entstandene $\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$ wird neutralisiert in den Ausguss gegeben.



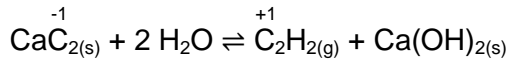
Watte und Kupferlitzenisolation werden in die Feststoffabfälle gegeben.

Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse [3-5]

In der Vorbereitung wird zunächst Chlorgas nach folgender Redoxreaktion dargestellt:

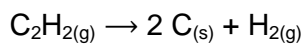


Ethingas wird durch folgende Redoxreaktion gewonnen:

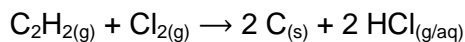


Das erzeugte Ethin reagiert nun in unterschiedlichen Reaktionsmechanismen bei In-Kontakt-treten mit Chlorgas.

Unter hohem Druck zerfällt Ethin zu Kohlenstoff und Wasserstoff:



Bei der Anwesenheit von Chlor geschieht dies bereits bei Zimmertemperatur, Chlor und Wasserstoff reagieren dabei sofort zu Chlorwasserstoffgas. Da die Reaktion unter Wasser stattfindet, löst sich ein Großteil des Chlorgases direkt im Wasser.



Chlor kann jedoch auch in einer Additionsreaktion mit Ethin reagieren. Dies geschieht durch einen elektrophilen Angriff des Chlors am Ethin. Dabei wird ein Dipol im Chlor induziert und dieses in Folge heterolytisch gespalten. Das entstandene Chloridanion greift nun als Nucleophil das gebildete Carbokation an. Dieser Angriff erfolgt aus sterischen Gründen von der anderen Seite des Moleküls, sodass als Produkt zu 99% das (E)-1,2-Dichlorethen entsteht.

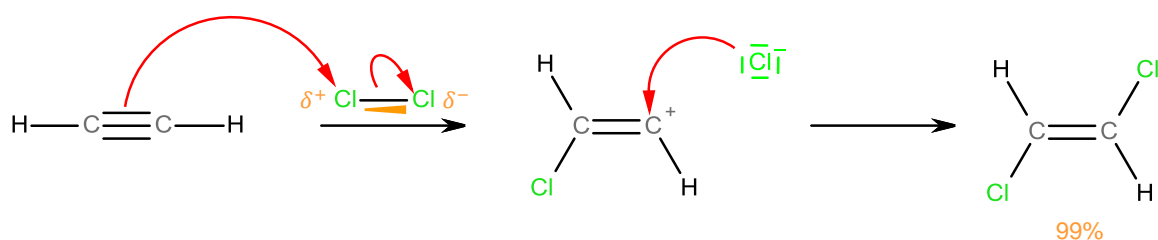


Abb.3: Elektrophile Addition von Chlor an Ethin - Entstehung von (E)-1,2-Dichlorethen

Des Weiteren ist ein Angriff des teilweise entstandenen und sich in Lösung befindenden Chlorwasserstoffs an Ethin möglich. Dabei wird von Hydrohalogenierung gesprochen. Auch die dabei stattfindende Reaktion ist eine elektrophile Additionsreaktion, da die elektronenreiche Dreifachbindung des Ethins zunächst von einem Proton angegriffen wird. Anschließend geht das entstandene Carbokation (wie bereits im zweiten Schritt des Reaktionsmechanismus in Abb.3) mit dem in Lösung vorliegenden Chloridanion eine Bindung ein. Es entsteht Chlorethen, das besser als Vinylchlorid bekannt ist.

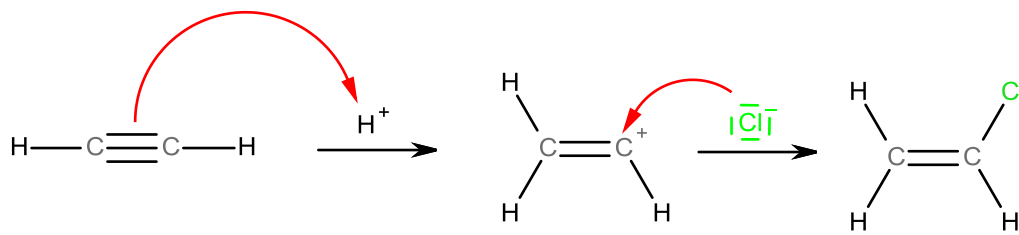


Abb.3: Elektrophile Addition von Chlorwasserstoff an Ethin

Ethin oder Acetylen ist, wie im Versuch demonstriert, ein oft verwendeter Ausgangsstoff zur Herstellung von Alkenen. Diese sind wiederum für die Produktion von Kunststoffen von großer Bedeutung. Aus Ethin wird zudem der sog. Acetylenruß gewonnen, der ein Bestandteil schwarzen Gummis (Kautschuk) oder Druckerschwärze ist.

Ethin wird des Weiteren als Brenngas in Schweißbrennern verwendet. Dazu muss es in Druckflaschen gelagert werden. Um eine explosive Zersetzung des Ethins zu verhindern (s.o.), wird dem Gas Aceton und Kieselgur (amorphe Siliciumdioxide) beigemischt, welches eine Zersetzung des Gases verhindert.

Auch in der Medizin und Pharmaindustrie sind Ethine von Bedeutung. In der Vergangenheit wurde Ethin neben Chloroform als Narkosemittel verwendet, heute wird es jedoch aufgrund seiner Nebenwirkungen und seiner Explosionsfähigkeit nicht mehr zur Betäubung verwendet. Allerdings findet es seine Anwendung bei vielen Synthesen, wie z.B. der von Vitamin A. Auch bei der Bildung von Sexualpheromonen in Bioorganismen bildet Ethin einen Ausgangsstoff.

Ethin kommt deshalb in Natur und Industrie eine nicht unwesentliche Rolle zu.

Methodisch-Didaktische Analyse

1 Einordnung^[6]

Laut Lehrplan sollen im ersten Halbjahr der elften Klasse die Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindungen sowie Halogenkohlenwasserstoffen behandelt werden, in deren Kontext die Reaktion von Ethingas mit Chlorgas sehr gut passt.

Die Schüler sollten bereits grundlegende Kenntnisse über Kohlenwasserstoffe, wie z.B. Nomenklatur, Struktur-Eigenschafts-Beziehung und homologe Reihen besitzen. Diese werden laut Lehrplan in der zehnten Klasse erworben. Es ist von Vorteil wenn sie des Weiteren bereits das Reaktionsverhalten von Alkanen und insbesondere von Alkenen kennen und so dieses Wissen auf das Reaktionsverhalten der Alkine übertragen können.

2 Aufwand

Die Gasentwicklung zur Vorbereitung des eigentlichen Versuchs nimmt ein gewisses Maß an Zeit in Anspruch. Die Entsorgung der dabei verwendeten Chemikalien ist wegen des Neutralisierens und vorherigen Abreagierens auch mit einem gewissen Aufwand behaftet, aufgrund der geringen Mengen an Chemikalien jedoch relativ schnell erledigt. Aufgrund der entstehenden Gase sollte im Abzug gearbeitet werden.

Die Durchführung und Vorbereitung des Hauptversuchs nimmt hingegen wenig Zeit in Anspruch. Auch die Entsorgung ist schnell erledigt.

Im Versuch werden insgesamt nur sehr geringe Mengen an Chemikalien verwendet, sodass er als wenig kostspielig angesehen werden kann.

3 Durchführung

Wird der Versuch als Demonstrationsversuch des Lehrers durchgeführt, ist es empfehlenswert, mehrere Spritzen mit Chlor- bzw. Ethingas herzustellen, damit der Versuch nicht nur ein einziges Mal durchgeführt werden kann. Wichtig ist, dass die Watte richtig in der Öffnung des Erlenmeyerkolbens sitzt und diesen soweit abschließt, dass giftige Vinylchloridgase nicht ohne Weiteres entweichen können. Will man danach eine Geruchsprobe machen, sollte der Erlenmeyerkolben zunächst im Abzug belüftet werden, sodass sich das Vinylchlorid verflüchtigen kann.

Aufgrund der Giftigkeit von Vinylchlorid und Chlorgas ist der Versuch nicht als Schülerversuch zugelassen.

4 Wissensvermittlung und Fazit

Der Versuch „Ethin-Blitze unter Wasser“ spricht alle Sinne an: Es entstehen helle, laut knallende Blitze, die Watte färbt sich auf der Unterseite schwarz und ein etheriger Geruch ist wahrnehmbar. Aufgrund seiner guten Einbettung in den Lehrplan, den gleichzeitigen Unterhaltungswert (Edutainment) und den guten Alltagsbezug ist der Versuch deshalb sehr gut als Lehrerversuch geeignet.

Quellenverzeichnis

Versuchsquelle - Autorenkollektiv: Chemie und Schule. **1999**. S.15.

- [1] GESTIS - Stoffdatenbank:
<http://biade.itrust.de/biade/lpext.dll?f=templates&fn=main-hit-h.htm&2.0>
(Zugriff am 26.11.2010).
- [2] HessGISS - GUV-Regel Umgang mit Gefahrenstoffen im Unterricht
Ausgabe Januar 1998 (Aktualisierte Fassung Juni 2004).
- [3] http://www.seilnacht.com/Chemie/ch_kmno4.htm
(Autor: Thomas Seilnacht; Titel: Kaliumpermanganat; Zugriff am 26.11.2010).
- [3] http://www.seilnacht.com/Chemie/ch_ethin.htm
(Autor: Thomas Seilnacht; Titel: Ethin; Zugriff am 28.11.2010).
- [4] Vollhardt, K. Peter C. und Neil E. Schore: Organische Chemie. Vierte Auflage. Wiley-VCH Verlag. Weinheim **2005**. S. 631, 652 f.
- [5] <http://www.calsky.com/lexikon/de/txt/e/et/ethin.php>
(Deutsche Enzyklopädie - Urheber unbekannt; Titel: Ethin; Zugriff am 28.11.2010).
- [6] Hessischer Lehrplan: Chemie. **2010**
http://www.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2
(Zugriff am 26.11.2010).