

Organisch-chemisches Praktikum für das Lehramt (LA)

Torsten Lasse

Leitung: Dr. P. Reiß

WS 2008/09

Assistentin: Beate Abé

**Schulversuch (Gruppe 1/Destillation):
Destillation von Wein**

Der Standardversuch zur Destillation im Schulunterricht. Interessant aufgrund des den meisten Schülern wohl bekannten Eduktes (und Produktes). Im Anschluss wird durch eine einfache Methode der Alkoholgehalt des Destillats abgeschätzt.

Reaktionsgleichung

~

Chemikalien und eingesetzte Substanzen

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrenkennzeichnung	Schuleinsatz (nach Soester Liste)
Weisswein (Bianco Sicilia 2007) – 13 % Alk.gehalt	~	100 mL	~	~	~	~

Geräte und Materialien

Magnetrührer mit Ölbad und Rührfisch

Hebebühne 2 x

Verbindungsstück (mit Schliff NS 29 auf NS 14,5)

Rundkolben 250 mL (mit Schliff NS 29)

Claisen-Destillationsbrücke (mit Schliffen 4x NS 14,5)

Schliffstopfen NS 14,5

Glasthermometer mit Schliff NS 14,5

Erlenmeyerkolben 250 mL

Temperatursteuerung für Magnetrührer (Thermofühler)

Messkolben

Waage

(Alufolie; Papiertücher)

Versuchsaufbau

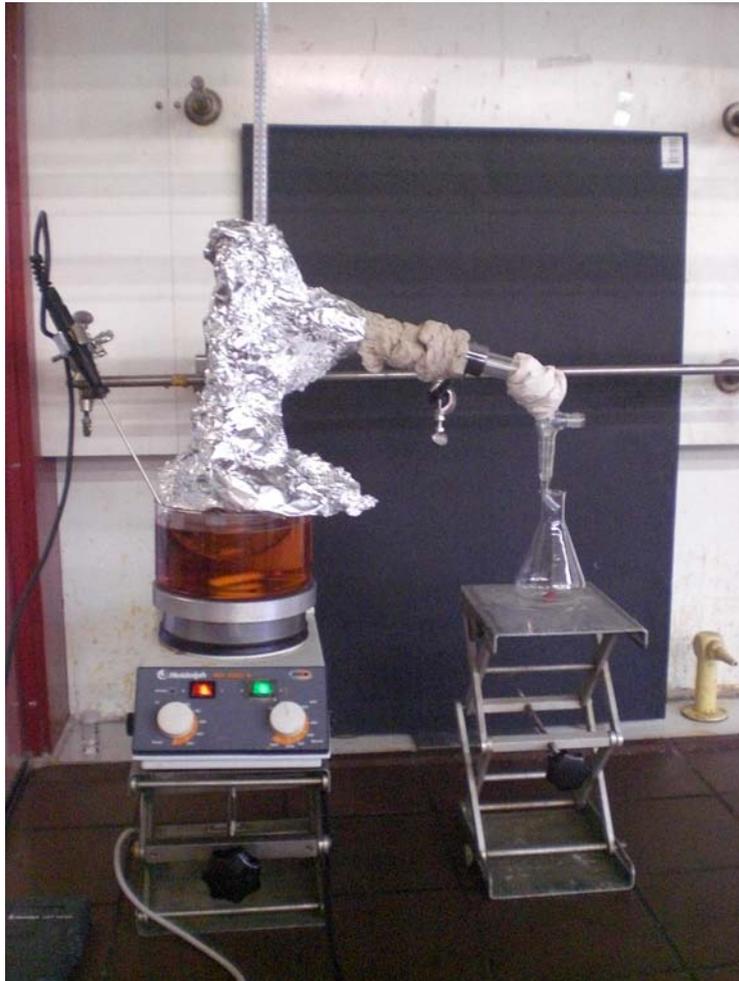


Abbildung 1: Destillationsapparatur mit provisorischer Kühlung. Durch die Alufolie wird der obere Teil des Rundkolbens mit Übergang zum Kühler verdeckt - der jedoch einem Standardaufbau entsprach.

Durchführung und Beobachtung

Die Apparatur zur Destillation wurde wie in Abbildung 1 dargestellt aufgebaut. Dazu wurde eine Destillationsbrücke mit Kühler über ein Verbindungsstück auf einen Rundkolben aufgesetzt. Am anderen Ende der Destillationsbrücke wurde ein Erlenmeyerkolben zum Auffangen des Destillats untergesetzt. Zur Kontrolle wurde ein Schiffs-Thermometer an der Destillationsbrücke angebracht und eine weitere Öffnung durch einen Schliffstopfen verschlossen.

Die Erhitzung verlief über einen Magnetrührer mit Ölbad. Die Kühlung erfolgte über eine improvisierte Methode. Dazu wurden angefeuchtete Papiertücher um das Kühlerrohr gewickelt. Um ein Abtropfen des Wassers in den Erlenmeyerkolben zu verhindern, wurde im Endbereich des Kühlers trockenes Papiertuch etwas abgesetzt angebracht. Mit Alufolie wurde der Bereich zwischen Rundkolben und Kühler schließlich noch isoliert, um die entstehende Wärme besser zu

erhalten, so dass der entstehende Dampf erst im Kühler kondensierte. Die Temperatur wurde durch den Magnetrührer auf 80 °C eingestellt, nach ca. 25 Minuten stieg die Temperatur ablesbar am Thermometer weiter an. Zu diesem Zeitpunkt wurde die Destillation beendet und das gewonnene Destillat in einen Messkolben überführt. Es konnten $V=8,2$ mL überdestilliert werden. Das Wiegen des Destillats abzüglich des Gefäßgewichtes ergab $m=7,169$ g. Daraus ließ sich die Dichte δ berechnen:

$$\begin{aligned}\delta &= m/V \\ &= 7,169 \text{ g}/8,2 \text{ mL} \\ &= 0,8741 \text{ g/mL}\end{aligned}$$

Anhand einer Dichtetabelle¹ konnte der Ethanol-Gehalt auf etwa 75 Vol-% abgeschätzt werden. Die Hochprozentigkeit des Destillats wurde durch einen Test auf Brennbarkeit erfolgreich getestet (siehe Bild rechts).



Entsorgung

Der restliche Alkohol sowie der Sumpf kann erkaltet im flüssigen organischen Abfall entsorgt werden. Alternativ kann man die Reste auch abbrennen lassen.

Fachliche Analyse

Schon seit dem 12. Jahrhundert wusste man durch mehrmalige, einfachste Destillationsapparaturen hochprozentigen Alkohol herzustellen. Im weiteren Verlauf der Geschichte wurden der Destillation auch Kräuter zugesetzt, was zur Produktion von Kräuterextrakten führte. Heute muss v.a. beachtet werden, dass die hauseigene Produktion von hochprozentigem Alkohol als Trinkalkohol (das „Brennen“) z.B. durch die beschriebene Methode einer rechtlichen Einschränkung und ggf. anfallenden steuerlichen Kosten unterliegt.

¹ Dichtetabelle: http://www.alkohol-lexikon.de/ALCOHOL/AL_GE/Ebene2/Dichte.html ; Dichtediagramm: http://www.hamm-chemie.de/j11/j11db/ethanol_wasser.pdf ; S. 2

Das Prinzip der Destillation beruht auf der temperaturabhängigen Veränderung der Aggregatzustände. Flüssigkeitsgemische lassen sich durch Erhitzen auf die spezifischen Siedetemperaturen ihrer Bestandteile separieren und somit kontrolliert über eine Kühlung und damit erfolgte Kondensation in einem Gefäß auffangen. Durch den Siedepunkt des Ethanol bei etwa 78 °C (im Vergleich zu Wasser bei 100 °C) konnte eine Konzentrierung des entstehenden Dampfes mit anschließender Kondensation im Kühler erreicht werden, so dass im Auffangkolben ein hochprozentiges Destillat (etwa 75 Vol-%) aufgefangen werden konnte.

Im Idealfall können unerwünschte Stoffe und Begleitstoffe ebenfalls während des Prozesses abgetrennt werden – da jedoch die Siedepunkte von Wasser und Ethanol relativ nahe beieinanderliegen, kann eine effektive Aufkonzentrierung nur nach mehrmaligem Wiederholen der Destillation erreicht werden und eine vollständige Trennung, mit dem Resultat eines 100%igen Alkohols, aufgrund des azeotropen Charakters des Gemisches nicht erreicht werden. Im effektivsten Fall kann ein Azeotrop aus etwa 96 % Ethanol und 4 % Wasser erreicht werden, dessen Siedepunkt unterhalb der jeweiligen Siedepunkte der Einzelstoffe im reinen Zustand liegt. Eine weitere Trennung ist daher auf diese Weise nicht möglich. Durch Destillation unter verringerten Druckverhältnissen oder durch Zugabe eines spezifischen dritten Stoffes, etwa Toluol, kann dann der Siedepunkt des Azeotropes soweit abgesenkt werden, das Wasser abgetrennt werden kann Toluol durch eine einfache Destillation vom Ethanol getrennt wird. Daraus resultiert entsprechend aufkonzentriertes, (nahezu) wasserfreies Ethanol².

Methodisch-didaktische Analyse

Es dürfte wohl wenige Versuche im chemischen Schulunterricht geben, die bei den Schülern ein höheres Grundinteresse wecken. Dabei ist die Faszination sicherlich zunächst weniger auf technische Umsetzung, nämlich die Destillation an sich, sondern das gewonnene Endprodukt, das alkoholische Getränk in Form des Destillats („Branntwein“) zurückzuführen. Somit lässt sich auf eine den Schüler ansprechende Art und Weise das Prinzip eines der ältesten chemischen Verfahren am praktischen Beispiel erklären. Der Versuch gewinnt zudem sicherlich an Interesse, wenn, nicht wie hier, die Destillation unter lebensmitteltauglichen Bedingungen durchgeführt wird, so dass sich die Schüler (ein gewisses Alter vorausgesetzt (!)) auch durch eine (kleine) Geschmacksprobe von der Hochprozentigkeit des Destillats überzeugen können. Im Lehrplan ist die Destillation bereits in der Klassenstufe 7 als Unterrichtsinhalt angegeben, jedoch sollte erst ab

² Das Prinzip der Destillation wurde von mir bereits im entsprechenden Vorpraktikumsprotokoll detaillierter beschrieben, daher möchte ich an dieser Stelle darauf verweisen.

der Klassenstufe 10 bzw. in der Oberstufe der Versuch mit der Möglichkeit des ‚Kostens‘ durchgeführt werden.

Im Versuch wird gezielt auf eine Wasserkühlung, wie sonst üblich, verzichtet, da dieser Versuch auch außerhalb des Labors durchgeführt werden können sollte. Die Wasserkühlung ist vorrangig den naturwissenschaftlichen Labors vorenthalten, die improvisierte Kühlung aus angefeuchteten Papiertüchern liefert ausreichend Kühlung für die Kondensation und kann praktisch überall schnell und einfach genutzt werden. Weiterhin könnte das umständlich aufzubauende Ölbad mit Magnetrührer durch einfachere Heizmethoden, etwa einem Heizpilz oder einem Gasbrenner ersetzt werden. Man sollte weiterhin beachten, dass bei der Destillation von unreinem Trinkalkohol durchaus die Möglichkeit besteht, niedersiedendes, giftiges Methanol aufzukonzentrieren. Daher sollte man in einem solchen Fall zunächst alle unter dem Siedepunkt des Ethanol überdestillierten Anteile verwerfen.

Die Vorbereitung dauert etwa 15, die Durchführung etwa 45 und die Nachbereitung etwa 15 Minuten. Der Versuch sollte somit problemlos in einer Doppelstunde durchzuführen sein, ggf. bei entsprechendem Vorarbeiten seitens der Lehrkraft auch in einer Einzelstunde. Vorab sollte geklärt werden, ob die Möglichkeit bestehen sollte, das Destillat auch (in geringen Mengen) zu kosten, was sicherlich didaktisch ratsam ist. Dazu müssen die verwendeten Geräte und Materialien die schon erwähnte Lebensmittelreinheit besitzen. Ebenfalls besteht die Möglichkeit, die Schüler in Gruppen verschiedene Destillationen selbstständig durchführen zu lassen. Es werden keine gefährlichen Materialien oder Chemikalien verwendet.

Literatur

Becker HGO: Organikum; 22. Auflage 2004, Wiley-VCH, Weinheim

McMurry J: Organic Chemistry, 4. Auflage 1996, Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove, CA, USA

Idee aus:

<http://www.seilnacht.com/Download/Download.htm#Stoffe> – Destillation von Wein

Weitere Quellen:

Soester Liste 2003; <http://www.learn-line.nrw.de/angebote/gefahstoffdb/>; Zugriff am 14.11.08

Hessischer Lehrplan Chemie G8; http://www.kultusministerium.hessen.de/irj/HKM_Internet?cid=ac9f301df54d1fbfab83dd3a6449af60; Zugriff am 17.11.08

http://www.xlab-goettingen.de/pics/medien/1_1177591810/Chemie_der_Vorweihnachtszeit_I_C.pdf; Zugriff am 22.11.

[http://arge.stvg.at/arge.nsf/073757dce34766ffc12569960053dced/c125e7c8072da279c1256c550071ba15/\\$FILE/05_12_01_seminar_alkanole_fin.PDF](http://arge.stvg.at/arge.nsf/073757dce34766ffc12569960053dced/c125e7c8072da279c1256c550071ba15/$FILE/05_12_01_seminar_alkanole_fin.PDF); Experimente im Regelunterricht; V19; Zugriff am 12.11.