

Organische Chemie

Name:..... Klasse:.....

Datum:..... Note:.....

Diethylether und Ethen aus Ethanol

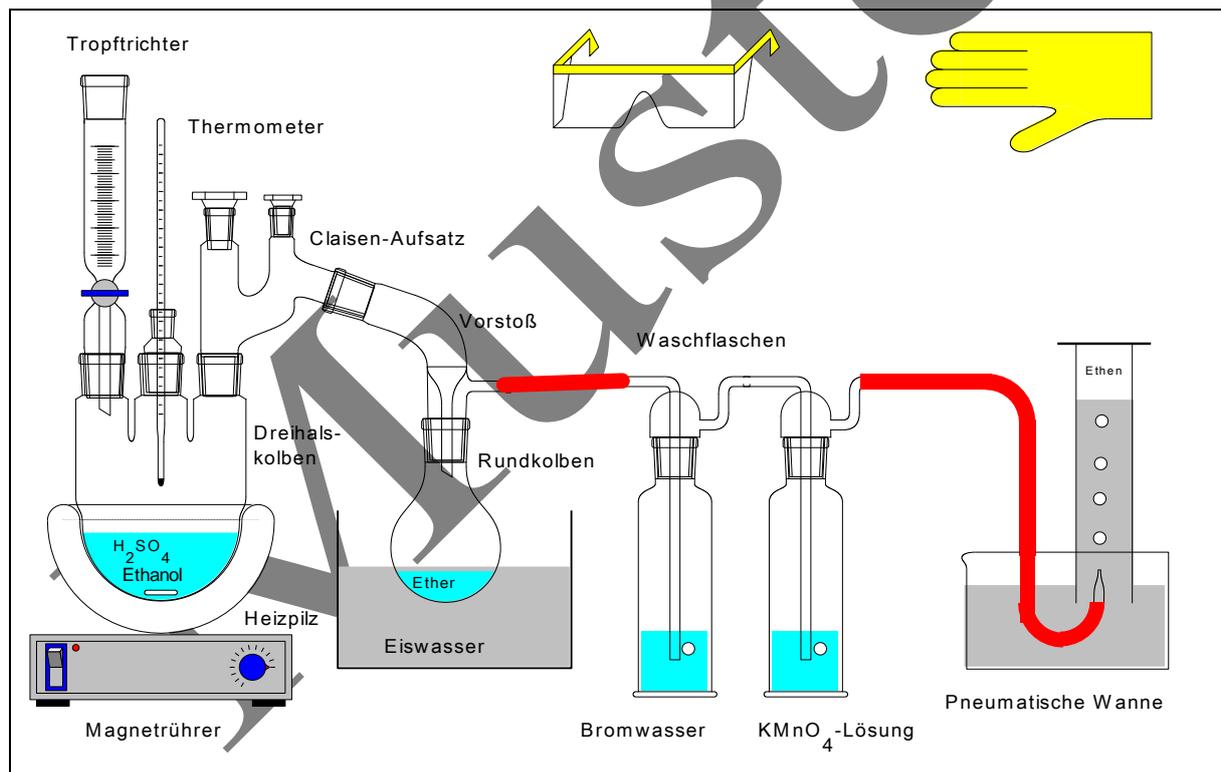
1 Allgemeines

Erhitzt man Ethanol mit Schwefelsäure, entsteht bei $\vartheta = 130 - 140 \text{ }^\circ\text{C}$ der Diethylether (Ethoxyethan) und bei $\vartheta = 160 - 180 \text{ }^\circ\text{C}$ Ethen.

2 Chemikalien

Ethanol, KMnO_4 -Lösung ($c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$), konz. H_2SO_4 , Bromwasser.

3 Versuchsaufbau



4 Versuchsdurchführung

In den Dreihalskolben gibt man 50 ml Ethanol und lässt anschließend über den Tropftrichter langsam 20 ml konz. Schwefelsäure zutropfen. Dann wird auf $140 \text{ }^\circ\text{C}$ erhitzt. Im gekühlten Rundkolben kondensiert der Diethylether (Sdp. $35 \text{ }^\circ\text{C}$). Bei weiterem Erhitzen steigt die Temperatur im Dreihalskolben. Das nun entstehende gasförmige Ethen entfärbt Bromwasser und die KMnO_4 -Lösung. Weiteres Gas wird in der pneumatischen Wanne aufgefangen und kann auf seine Brennbarkeit geprüft werden. Überschüssiges Gas wird in den Ausguss geleitet. Nach Beendigung der

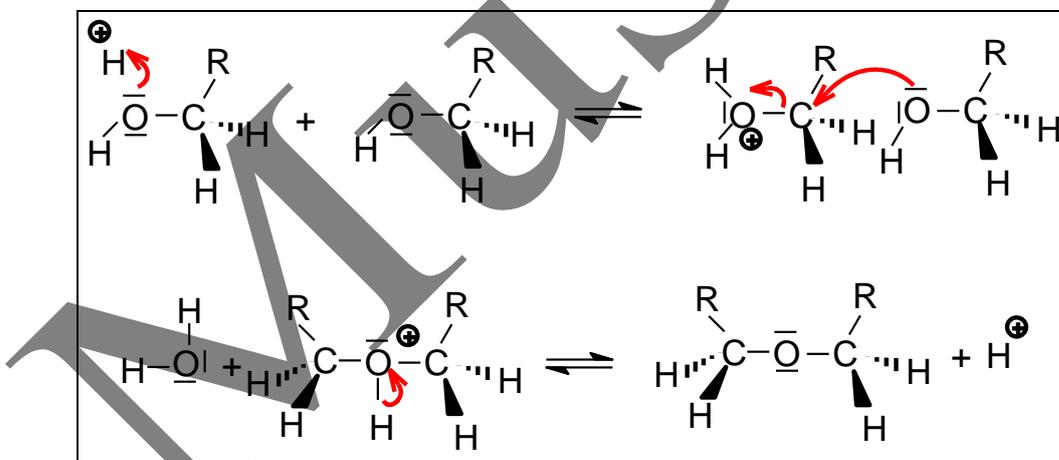
Reaktion wird vom Lehrer in den Dreihalskolben zuerst vorsichtig verdünnte NaOH-Lösung gegeben, um die Schwefelsäureethylester zu zersetzen. Beim anschließenden Spülen der Kolben müssen Handschuhe getragen werden!

5 Erklärung des Reaktionsverlaufes

X
X
X
X
X
X
X
X
X

6 Reaktionsmechanismus der Etherbildung

Ein Proton der Schwefelsäure lagert sich an den Sauerstoff des Alkohols an. Dadurch wird das benachbarte C-Atom teilweise positiv geladen. Ein weiteres unprotoniertes Ethanolmolekül nähert sich mit dem Sauerstoffatom dem positiven C-Atomkern. Unter Abspaltung von Wasser und H^+ entsteht der Diethylether (Ethoxyethan). Der Reaktionsmechanismus heißt Nucleophile Substitution, da das O-Atom sich dem Kern (Nucleus) des C-Atoms nähert und dessen OH-Gruppe ersetzt (substituiert).



7 Aufgaben

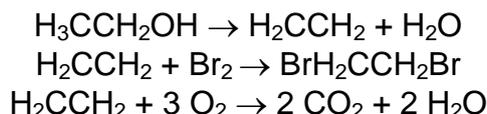
7.1 Überprüfen Sie den entstandenen Ether am Geruch.

7.2 Entzünden Sie das in der pneumatischen Wanne aufgefangene Ethen.

7.3 Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen zur Bildung von Ethen aus Ethanol, die Additionsreaktion vom Brom und die Verbrennungsreaktion von Ethen.

Hinweise und Lösungen für den Lehrer

7.3



Weitere Informationen

Nachweisreaktionen¹ für Doppelbindungen

1. Reaktion mit Bromwasser.

Bei der Additionsreaktion von Brom an Ethen verschwindet die gelbliche Farbe des Bromwassers.

Reaktionsmechanismus: Elektrophile Addition

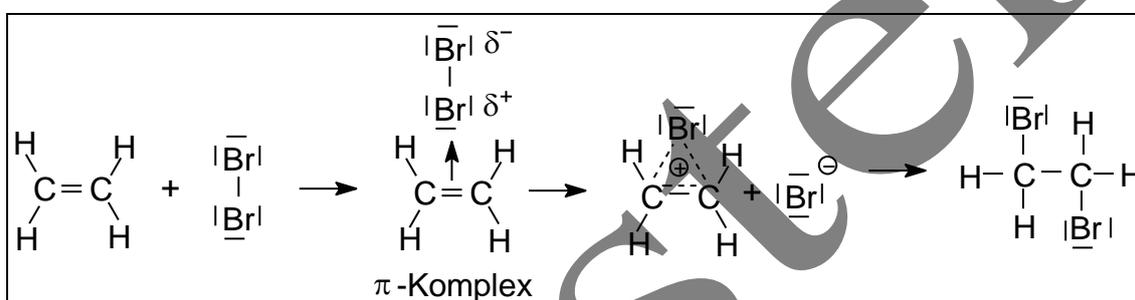
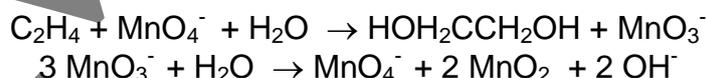


Abb. 1: Reaktionsmechanismus der elektrophilen Additionsreaktion von Brom an eine C-C-Doppelbindung

2. Baeyer-Probe

Ethen reagiert mit der verdünnten KMnO_4 -Lösung. Dabei wechselt zuerst die Farbe von violett nach braun (Braunstein, MnO_2) und wird danach entfärbt (Bildung von Mn^{2+}). Dabei wird das Ethen zu Ethan-1,2-diol oxidiert. Das entstehende $\text{Mn}^{\text{V}}\text{O}_3^-$ disproportioniert zu $\text{Mn}^{\text{VII}}\text{O}_4^-$ und $\text{Mn}^{\text{IV}}\text{O}_2$. Die OH-Gruppen können weiter zu Carbonylgruppen (CHO) oder Carboxylgruppen (COOH) oxidiert werden², wobei das farblose Mn^{2+} entsteht.



Ethanol reagiert bereits bei $\vartheta = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ zuerst zu Schwefelsäureethylester (Zersetzung $280 \text{ }^\circ\text{C}$) und Schwefelsäurediethylester (Sdp. $208 \text{ }^\circ\text{C}$). Daher siedet der Alkohol bei $78 \text{ }^\circ\text{C}$ nicht. Nach der Beendigung des Versuches muss der Kolben wegen der giftigen Schwefelsäureethylester zuerst vorsichtig (starke Wärmeentwicklung, daher sollte dies nicht den Schülern überlassen werden) mit NaOH versetzt werden, um die Schwefelsäureethylester zu zersetzen³. Beim Spülen der Kolben müssen Handschuhe getragen werden.

¹ Nach: Wollrab, Adalbert: Organische Chemie, Eine Einführung für Lehramts- und Nebenfachstudenten. Berlin 2009. S.100.

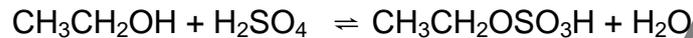
² Siehe die Arbeitsblätter „Oxidation Butanole“ und „Ethansäure aus Ethanol“.

³ Siehe dazu Arbeitsblatt „Estersynthese“.

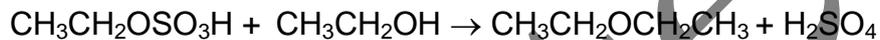
X
X
X
X
X
X
X

Schwefelsäureethylester als Zwischenprodukt

Bereits bei $\vartheta = 20\text{ °C}$ reagiert in einer Gleichgewichtsreaktion der Alkohol mit der Schwefelsäure zu Schwefelsäureethylester (Ethylsulfat) und Schwefelsäurediethylester (Diethylsulfat, Reaktionsmechanismus der Esterbildung siehe Arbeitsblatt Ester)



Bei $\vartheta = 140\text{ °C}$ reagiert der Schwefelsäureethylester mit Ethanol zu Diethylether.



Reaktionsmechanismus der Etherbildung⁴

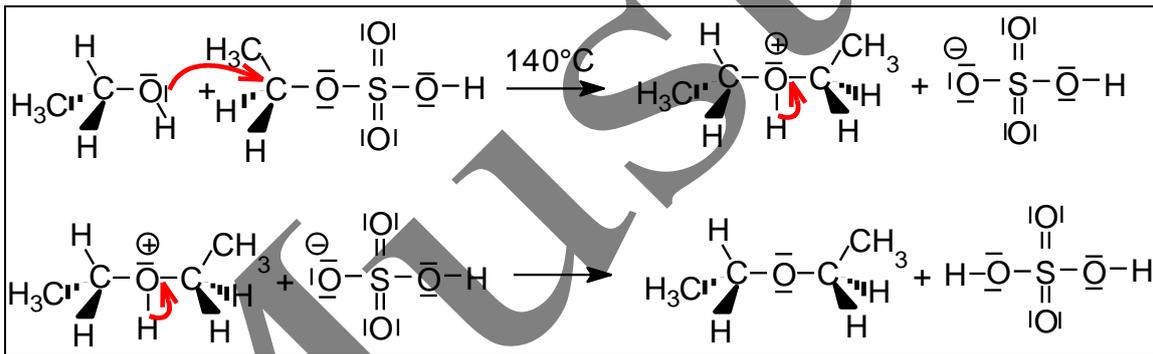


Abb. 3: Reaktionsmechanismus der Etherbildung aus Schwefelsäureethylester und Ethanol.

⁴ Nach: Wollrab, Adalbert: Organische Chemie, Eine Einführung für Lehramts- und Nebenfachstudenten. Heidelberg 2009. S. 439