

Oxidation von Propanol

Versuchsziele

- Redoxreaktionen zur Synthese kennenlernen.
- Herstellung von Aceton.
- Unterschiedliche Eigenschaften innerhalb einer Stoffklasse kennenlernen.

Grundlagen

Alkohole lassen sich in primäre, sekundäre und tertiäre Alkohole einteilen. Sie unterscheiden sich dabei in der Lage der OH-Gruppe. Bei primären Alkoholen befindet sich diese an einem endständigen Kohlenstoffatom, bei sekundären an einem von zwei benachbarten Kohlenstoffatomen und bei einem tertiären Alkohol an einem Kohlenstoffatom mit drei benachbarten Kohlenstoffatomen.

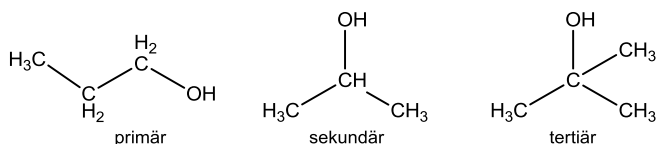


Abb. 1 Strukturformeln der verschiedenen Alkohole.

Aufgrund dieser strukturellen Unterschiede weichen die verschiedenen Alkohole auch in ihren chemischen Eigenschaften voneinander ab. Zu diesen Eigenschaften zählt auch die Oxidierbarkeit. Dabei unterscheidet man bei Alkoholen die vollständige und teilweise Oxidation. Die vollständige Oxidation ist mit der Brennbarkeit gleichzusetzen. Sie nimmt mit zunehmender Kettenlänge ab und wird bei Verbrennungen ausgenutzt.

Alkohole reagieren hier zu Kohlendioxid und Wasser.

Bei der teilweisen oder auch partiellen Oxidation reagieren primäre, sekundäre und tertiäre Alkohole unterschiedlich. Primäre Alkohole lassen sich über Aldehyde als Zwischenprodukt vollständig bis zu Carbonsäuren umwandeln (siehe Abb. 2).

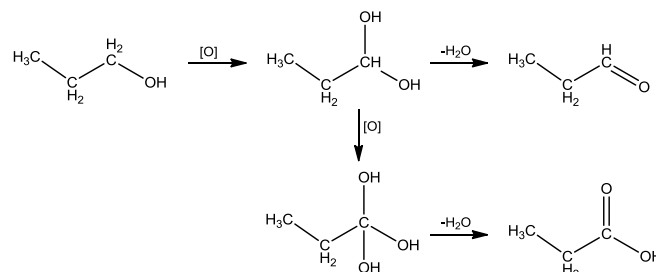


Abb. 2 Oxidation von dem primären Alkohol 1-Propanol.

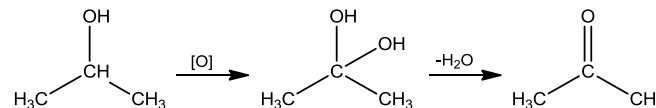


Abb. 3 Oxidation von dem sekundären Alkohol 2-Propanol.



Abb. 4: Aufbau der Apparatur.

Bei sekundären Alkoholen kann die Oxidation zur Carbonsäure nicht erfolgen. Sie werden in ihre korrespondierenden Ketone umgewandelt (siehe Abb. 3). Tertiäre Alkohole lassen sich von den meisten Oxidationsmitteln gar nicht erst angreifen bzw. würden bei Oxidation zerstört werden.



Der Sauerstoff aus dem Oxidationsmittel entzieht somit dem jeweiligen Alkohol Wasserstoff. Es handelt sich hierbei um eine besondere Form der Oxidation, welche als Dehydrierung bezeichnet wird. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem entzogenen Wasserstoff zu Wasser.



In diesem Versuch soll mittels Oxidation aus 2-Propanol Aceton hergestellt werden. Als Oxidationsmittel wird Kupferoxid verwendet, welches bei höheren Temperaturen leicht seinen Sauerstoff an reduzierende Stoffe abgibt. Andere mögliche Oxidationsmittel wären Kaliumpermanganat oder Chrom(VI)-oxid. Durch andauernde Luftzufuhr wird das Kupfer selber jedoch sofort wieder zurück oxidiert. Um für die Reaktion eine möglichst große Kupfer-Kupferoxidfläche anzubieten wird eine Kupferdrahtnetzrolle verwendet.

Aceton wird großtechnisch zwar auf andere Weise hergestellt (Cumolhydroperoxid-Verfahren), es ist jedoch eine wichtige Ausgangssubstanz für viele weitere chemische Reaktionen. Weiterhin ist es ein wichtiges Lösungs- und Extraktionsmittel.

Gefährdungsbeurteilung

2-Propanol und das daraus entstehende Aceton sind beide brennbare Stoffe. Es sollte unter einem Abzug gearbeitet und darauf geachtet werden, dass die Apparatur bei laufender Brennerflamme nicht geöffnet wird. Das verwendete Kupfer(II)-sulfat ist für lebende Organismen und die Umwelt schädlich. Es darf unter keinen Umständen in den Abfluss gelangen.

2-Propanol	
  Gefahr	Gefahrenhinweise H225 Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar. H319 Verursacht schwere Augenreizung. H336 Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
	Sicherheitshinweise P210 Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellenarten fernhalten. Nicht rauchen. P233 Behälter dicht verschlossen halten. P305+351+338 Bei Kontakt mit den Augen: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.

Kupfer(II)-sulfat (wasserfrei)	
  Achtung	Gefahrenhinweise H302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken. H315 Verursacht Hautreizungen. H319 Verursacht schwere Augenreizung. H410 Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.
	Sicherheitshinweise P273 Freisetzung in die Umwelt vermeiden. P305+351+338 Bei Kontakt mit den Augen: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. P302+352 Bei Berührung mit der Haut: Mit viel Wasser waschen.

Geräte und Chemikalien

1 Leistenfuß 55 cm.....	666 602
1 Reaktionsrohr, Quarz, GL 18	664 0771
1 Kupfer-Drahtnetzrolle 60 x 10 mm Ø.....	664 078
2 Glasverbinder, 1 x GL 18, 1 x Olive.....	667 313
1 Woulff'sche Flasche mit Manometer	665 935
1 Glasverbinder, 2 x GL 18	667 312
1 Vakuumschlauch, 8 mm Ø, 1 m	667 186
1 Wasserstrahlpumpe	375 56
2 Universalklemme 0...80 mm.....	666 555
2 Doppelmuffe S.....	301 09
2 Universalmuffe	666 615
1 Stativrohr 450 mm, 10 mm Ø, Satz 2	666 609ET2
2 Reagenzglas mit seith. Ansatz, 20x 180 mm..	664 051
2 Gummistopfen 1 Loch 7 mm, 16...21 mm Ø..	667 256
2 Winkelrohr, 90°, 250/50 mm, 8 mm Ø	665 231
1 Kartuschenbrenner DIN Ausführung	666 714
1 Brenneraufsatz breit.....	666 724
2 Becherglas DURAN, 400 ml, hF.....	664 114
1 Laborboy 16 cm x 13 cm	300 76
1 Löffelspatel Edelstahl, 120 mm	666 963
1 Abdampfschale 80 mm Ø.....	664 442
1 Tiegelzange 200 mm.....	667 035
1 LD Dreifuß, 24 cm x 14 cm.....	608 010
1 Wärmeschutznetz 160 mm x 160 mm.....	666 685
1 Holzstäbchen, 200 St.	661 083ET20
1 Pinzette, spitz, 130 mm	667 026
1 Schutzwand.....	667 605
1 Glaswolle, 100 g.....	672 1010
1 Glycerin, 99 %, 250 ml	672 1210
1 2-Propanol, 250 ml	674 4400
1 Kupfer(II)-sulfat, wasserfrei, 250 g	672 9710

Zusätzlich erforderlich:
Eiswürfel

Versuchsaufbau und -vorbereitung

Aufbau der Apparatur

- Die Apparatur wird wie in Abb. 4 zu sehen aufgebaut. Die Reaktion sollte im Abzug oder hinter einer Schutzwand durchgeführt werden.
- Am Leistenfuß in einem Abstand die beiden Universalmuffen anbringen und die Stativrohre mit diesen befestigen.

3. An die Stativrohre je eine Universalklemme mit einer Doppelmuffe S befestigen.

4. Beide Winkelrohre in die Stopfen einführen.

Hinweis: Um ein leichteres Einführen zu ermöglichen unbedingt Glycerin in die Löcher der Stopfen geben. Es kann sonst bei zu großem Druck zum Brechen der Winkelrohre kommen.

5. Die Stopfen in die beiden Reagenzgläser stecken und diese mit Hilfe der Universalklemmen am Stativ Aufbau befestigen.

6. Am seitlichen Ansatz des linken Reagenzglases einen Glasverbinder befestigen, so dass die Olive vom Reagenzglas weg zeigt.

7. Das Reaktionsrohr so vorbereiten, dass sich die Kupferdrahtnetzrolle in der Mitte befindet und beide Enden mit etwas Glaswolle mit Hilfe einer Pinzette aufgefüllt.

8. Die Olive des Glasverbinders im Reaktionsrohr befestigen und auf der rechten Seite ebenfalls eine Olive eines Glasverbinders mit dem Reaktionsrohr verbinden. Dabei beachten, dass das Reaktionsrohr sich in entsprechender Höhe befindet, da dieses später mit dem Kartuschenbrenner erhitzt werden muss.

9. Am Winkelrohr des rechten Reagenzglases den rechten Glasverbinder anbringen. Gegebenenfalls eines der beiden Stativrohre mit der Universalhülse nach rechts oder links verschieben um den richtigen Abstand zu erhalten.

10. Am seitlichen Ansatz des rechten Reagenzglases einen weiteren Glasverbinder ohne Olive anbringen.

11. Die Woulffsche Flasche dient als Sicherheitsflasche und muss mit dem kurzen Winkelrohr am rechten Glasverbinder angebracht werden.

12. Das lange Winkelrohr wird mit dem Vakuumschlauch der Wasserstrahlpumpe verbunden.

Vorbereitung des Versuches

1. Das linke Reagenzglas wird etwa 4 cm hoch mit 2-Propanol befüllt und anschließend wieder mit dem Stopfen verschlossen. Das Winkelrohr sollte dabei ca. 3 cm tief in den Alkohol eintauchen.

2. In das rechte Reagenzglas wird etwa 1 Spatel Kupfer(II)-sulfat gegeben und dieses ebenfalls wieder mit dem Stopfen verschlossen.

Durchführung

1. In einem Becherglas wird Leitungswasser bis kurz vor dem Sieden erhitzt. Dazu das Becherglas auf einen Dreifuß mit Wärmeschutznetz stellen und den Bunsenbrenner darunter positionieren.

2. In das zweite Becherglas wird eine Mischung aus kaltem Wasser und Eiswürfeln gegeben.

3. Das Becherglas mit den Eiswürfeln wird unter dem rechten Reagenzglas platziert, so dass dieses darin eintaucht.

4. Mit Hilfe des Brenners die Kupferdrahtnetzrolle auf Rotglut erhitzen.

Hinweis: Um die Rotglut besser erkennen zu können den Raum abdunkeln.

5. Das 2-Propanol mit dem heißen Wasser erwärmen. Dazu das heiße Becherglas mit Hilfe einer Tiegelzange auf ein Laborhebestativ stellen, so dass das Reagenzglas eintauchen kann.

6. Die Wasserstrahlpumpe in Betrieb nehmen und den Luftstrom so regeln, dass die Kupferdrahtnetzrolle auch nach Löschen der Brennflamme weiterglüht.

7. Sobald sich 3- 4 ml Kondensat im rechten Reagenzglas gesammelt haben kann das heiße Wasserbad entfernt und die Wasserstrahlpumpe abgeschaltet werden.

Beobachtung

Sobald das Becherglas mit dem heißen Wasser unter das mit 2-Propanol gefüllte Reagenzglas platziert wird, ist eine leichte Dampfentwicklung zu beobachten. In dem Moment, in welchem zusätzlich die Wasserstrahlpumpe angestellt wird, wird dieser Dampf in Richtung des zweiten Reagenzglases gesogen. Dieses beginnt zu beschlagen. Im linken Reagenzglas sind zudem Blasen zu beobachten. Durch die Kühlung mit Eis und Wasser kondensiert der entstandene Dampf und es beginnt sich eine klare Flüssigkeit zu sammeln.

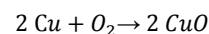
Auswertung

Zunächst eine Geruchsprobe des Inhaltes des zweiten Reagenzglases durchführen. Dafür die Apparatur vorsichtig auseinander nehmen. Es dürfen zu dem Zeitpunkt keine offenen Flammen mehr im Abzug sein, da das entstandene Kondensat bzw. die Dämpfe hoch entzündlich sind. Die Geruchsprobe erfolgt durch vorsichtiges Zufächeln. Anschließend das Kondensat in eine Abdampfschale geben und mittels eines Holzstäbchens auf Brennbarkeit überprüfen.

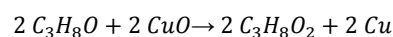
Ergebnis

In diesem Versuch wurde aus 2-Propanol mittels Oxidation mit Kupferoxid Aceton hergestellt.

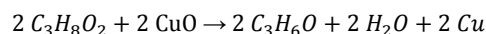
Hierzu wurde zunächst die Kupferdrahtnetzrolle mit Luftsauerstoff zu Kupferoxid oxidiert:



Durch das heiße Wasser kommt es im linken Reagenzglas zur Bildung von Propanol-Dämpfen. Diese werden mit Hilfe der Wasserstrahlpumpe durch die Apparatur gesogen. Während des Vorbeiströmens des Propanol-Dampfes wird dieser am Kupferoxid zu 2,2-Propandiol oxidiert.



Dieses wird unter Wasserabspaltung zu Propanon, auch als Aceton bezeichnet umgewandelt. Der Sauerstoff aus dem Kupferoxid verbindet sich mit dem Wasserstoff zu Wasser, welches durch die Blaufärbung des Kupfersulfates nachgewiesen werden kann.



Bei der Geruchsprobe ist ein leicht süßlicher Geruch, ähnlich dem von Nagellackentferner, zu riechen. Das entstandene Aceton ist zudem leicht brennbar und kann mit Luft explosive Gemische bilden.

Reinigung und Entsorgung

Kupfersulfat in Sammelbehälter für giftige anorganische Rückstände sowie Schwermetall-Salze und ihre Lösungen geben. Sammelgefäße sind deutlich mit der systematischen Bezeichnung ihres Inhaltes zu beschriften. Gefäße an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren. Der zuständigen Stelle zur Abfallbeseitigung übergeben.

Reste an Propanol und entstandenes Aceton in den Sammelbehälter für organische Lösungsmittel geben oder kontrolliert unter dem Abzug abfackeln.