

Organisch-chemisches Praktikum für Studierende des Lehramts

WS 08/09

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent: Beate Abé

Name: Sarah Henkel

Datum: 27.11.2008

Gruppe 6: Alkohole

Versuch: Die klassische Atemalkoholprobe

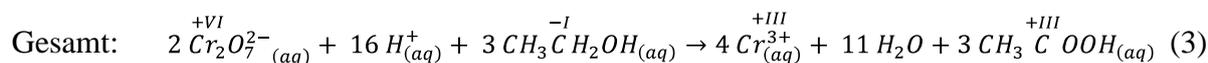
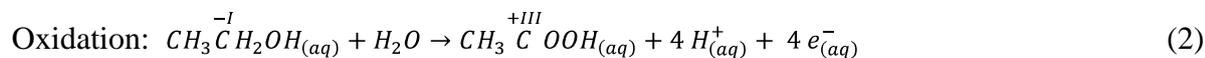
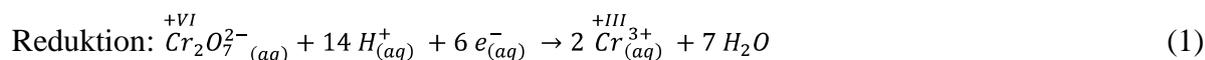
Zeitbedarf

Vorbereitung: 5 Minuten

Durchführung: 10 Minuten

Nachbereitung: 10 Minuten

Reaktionsgleichung



Chemikalien

Tab. 1: Verwendete Chemikalien.

Eingesetzte Stoffe	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbol	Schuleinsatz
Kieselgel (grob) (SiO ₂ · H ₂ O)	Etwa 5 g	-	-	-	S I
Kaliumdichromat (K ₂ Cr ₂ O ₇)	1 Spatelpitze	49-46-21-25- 26-37/38-41- 43-50/53	53-45-60-61	T+, N	LV
Konzentrierte Schwefelsäure (H ₂ SO ₄)	2 mL	35	26-30-45	C	S II

Ethanol	Einige Tropfen	11	2-7-16	F	S I
Glaswolle		-	-	-	S I

Geräte

- Becherglas
- Spatel
- Glasrohr
- Luftballon
- Pipette

Aufbau



Abb. 1: Versuchsaufbau.

Durchführung

Zunächst wird eine Spatelspitze Kaliumdichromat in 2 mL konzentrierter Schwefelsäure gelöst. In diese Lösung wird etwas Kieselgel gegeben, sodass dieses getränkt wird. Diese Mischung wird in ein Glasrohr gefüllt und von beiden Seiten locker mit Glaswolle verschlossen. Für den Alkoholtest wird ein Luftballon mit einigen Tropfen Ethanol gefüllt und dann aufgeblasen. Durch schütteln des aufgeblasenen Luftballons wird eine bessere Verteilung des Ethanoldampfes gewährleistet. Dann wird der Luftballon an einem Ende des Glasrohres befestigt und der Ethanoldampf wird durch das Röhrchen geblasen.

Beobachtung

Das zuerst durch die schwefelsaure Kaliumchromat-Lösung orange gefärbte Kieselgel im Alkoholteströhrchen färbt sich beim Durchleiten von Ethanoldämpfen grün.

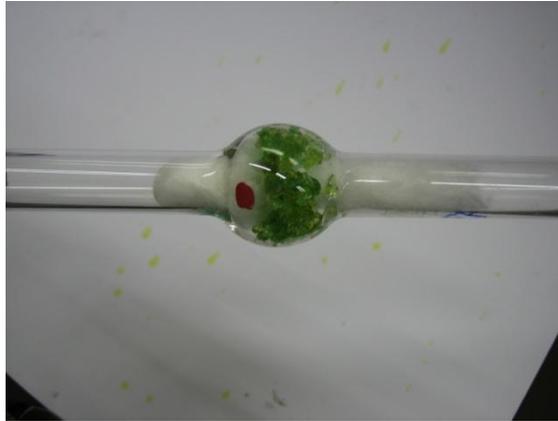


Abb. 2: Grünfärbung des Kieselgels.

Entsorgung

Alle Geräte, die mit Kaliumdichromat in Berührung gekommen sind, werden mit einer gesättigten Eisen(II)-sulfat-Lösung ausgespült. Die Lösungen werden dann neutral in die Schwermetallabfälle gegeben.

Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse

Alkohol ist ein weit verbreitetes Rauschmittel, das durch die Gärung zuckerhaltiger Früchte entsteht. Weltweit ist Alkohol die am weitesten verbreitete Droge. Viele Menschen werden abhängig von diesem natürlichen Rauschmittel. Alkohol ist in vielen Lebensmitteln enthalten. So sind zum Beispiel in einem Kilogramm Roggenbrot 3 g Alkohol enthalten. Selbst normaler Apfelsaft enthält 2 g pro Liter. Durch zu große Mengen Alkohol werden Rezeptoren im Gehirn blockiert, sodass die Aufnahmefähigkeit sinkt und man in einen Rauschzustand verfällt. Ab einem Alkoholgehalt von 0,5 mg pro Gramm bzw. 0,5 Promille dürfen keine Maschinen mehr bedient werden. Für die Sicherheit im Verkehr setzte die Polizei früher zur Überprüfung des Alkoholgehalts bei den Kraftfahrzeugführern Alkoholteströhrchen mit Dichromat als Oxidationsmittel ein. Aufgrund der Giftigkeit wird heutzutage nicht mehr mit Dichromat gearbeitet. Statt des Alkoholteströhrchens wird heute mit physikalischen Messapparaturen gearbeitet.

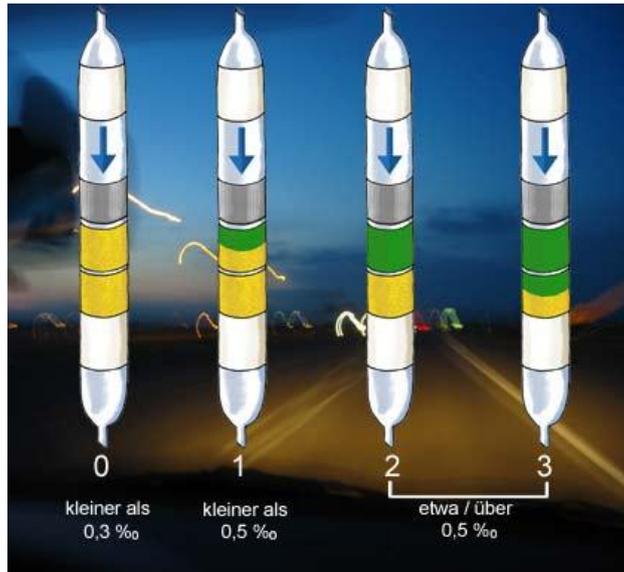


Abb. 3: Schematischer Aufbau eines Alkoholteströhrchens auf der Basis von Dichromat.



Abb. 4: Physikalisches Messgerät zur Überprüfung des Atemalkoholgehalts.

Die Oxidation mit Dichromat wird im sauren Milieu durchgeführt. Dadurch kommt es zur Bildung der Chromsäure. Die Menge der gebildeten Chromsäure ist von pH-Wert abhängig.

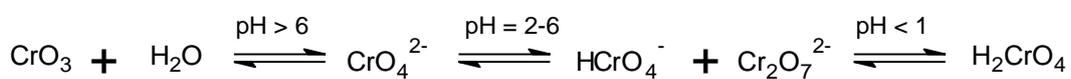


Abb. 5: Abhängigkeit der Chromsäurebildung vom pH-Wert.

Primäre Alkohole werden durch Dichromat bzw. Chromsäure zunächst zu Aldehyden und dann zu Carbonsäuren weiteroxidiert. Bei dieser Alkoholorxidation sind Chromsäureester Zwischenstufen. Sie entstehen durch die Reaktion der Chromsäure mit dem entsprechenden Alkohol.

Zunächst greift der Ethanol in einer Kondensationsreaktion an die Chromsäure an. Es wird Wasser abgespalten. Dieser Angriff ist möglich, da die Sauerstoffatome durch ihre hohe

Elektronegativität die Elektronendichte am Chromatom verringern. Der Sauerstoff des Alkohols hat zwei freie Elektronenpaare und kann mit einem von diesen an die Chromsäure binden.

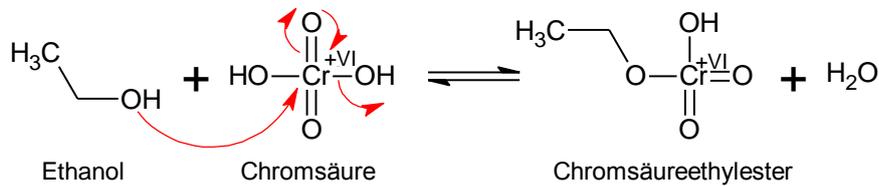


Abb. 6: Bildung des Chromsäureethylesters.

Anschließend entzieht ein Wassermolekül dem Chromsäureethylester als milde Base ein Proton. Es kommt dadurch zur Eliminierung des Wasserstoffatoms, sodass eine Doppelbindung zwischen dem Kohlenstoffatom und dem zuvor an das Chromatom gebundenen Sauerstoffatom ausgebildet wird. Bei dieser Reaktion entsteht das Aldehyd (Ethanal), das sofort zu Carbonsäure weiteroxidiert wird.

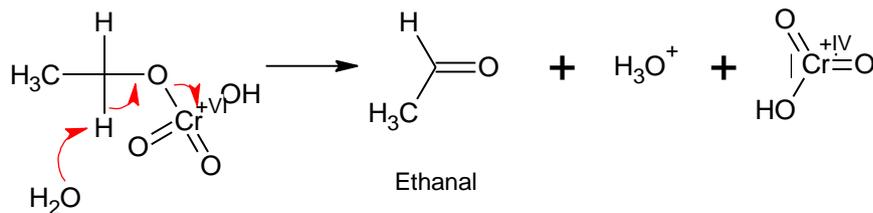


Abb. 7: Oxidation zum Ethanal.

Für die Weiteroxidation muss das Ethanal erst hydratisiert werden, damit eine Hydroxidgruppe als funktionelle Gruppe vorliegt. Bei der Hydratisierung lagert sich das Wassermolekül an das Kohlenstoffatom mit der Doppelbindung zum Sauerstoffatom an und zugleich wird die Doppelbindung in eine Einfachbindung umgewandelt. Das entstandene Oxonium-Ion wird durch Tautomerie regeneriert. Es entsteht ein Diol.

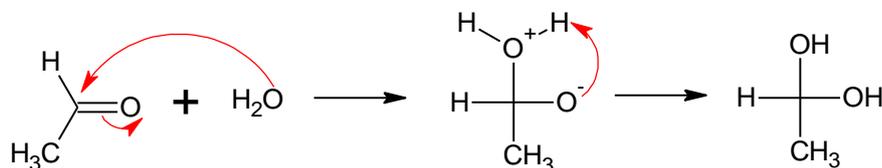


Abb. 8: Hydratisierung des Ethanals zum 1,2-Ethandiol.

Das Diol kann durch die Hydroxidgruppen wiederum an der Chromsäure angreifen und einen Chromsäureester bilden. Als Abspaltungsprodukt entsteht auch hier Wasser.

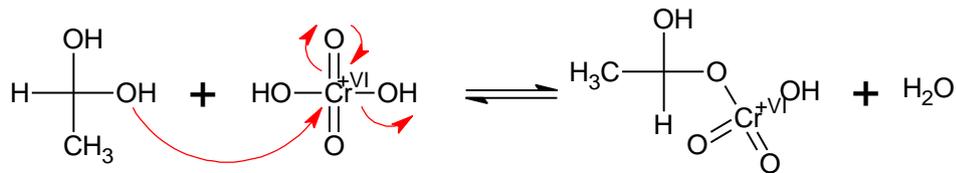


Abb. 9: Bildung des Chromsäureesters.

Durch eine weitere Deprotonierung durch das Wassermolekül wird erneut eine Doppelbindung ausgebildet und die Chrom-Verbindung abgespalten.

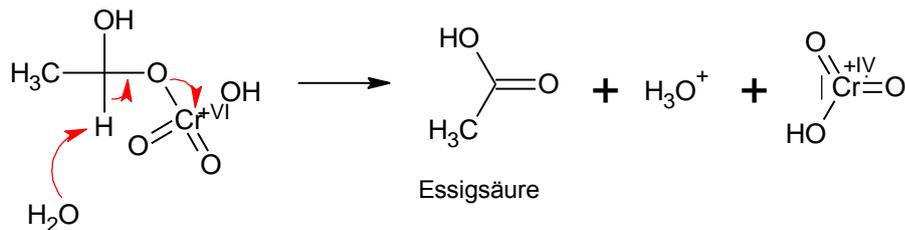


Abb. 10: Weiteroxidation zur Essigsäure.

Methodisch-Didaktische Analyse

1 Einordnung

Das Themengebiet der Alkohole wird laut Lehrplan im zweiten Halbjahr der Jahrgangstufe 10 durchgeführt. In der Jahrgangstufe 11 wird dann genauer auf die Reaktionen von primären, sekundären und tertiären Alkoholen eingegangen. Anhand dieses Versuchs kann die Redoxchemie in der Organik verdeutlicht werden. Die Schüler können das Bestimmen der Oxidationszahlen noch einmal üben und mithilfe dieses Versuches auch anwenden. Ideal ist dieser Versuch auch als Wiederholung von drei Themengebieten (Alkohole, Aldehyde bzw. Ketone und Carbonsäuren) in einer Klausur an. Er kann in den Schulstunden vor einer Klausur sehr schön durchgeführt werden, da dieser Farbwechsel von orange nach grün doch eher im Gedächtnis bleibt und sich dann mit den verschiedenen Stoffen verbinden lässt.

Sehr schön lässt sich an diesem Versuch der Bezug zum Alltag zeigen. Manche Schüler besitzen vielleicht auch schon einen Rollerführerschein, sodass man diese Schüler fragen könnte, ob sie schon einmal in eine Verkehrskontrolle geraten sind und ob sie die Methoden der Polizei zum Alkoholnachweis überhaupt kennen.

2 Aufwand

Vom zeitlichen Aufwand ist der Versuch sehr gut für die Schule geeignet. Er lässt sich sehr schnell durchführen. Die Durchführung des Versuches mit einem Luftballon klappt in der Regel immer und kann als Ausweg genommen werden, wenn entweder kein Schüler bereit ist,

ein bisschen Alkohol zu sich zu nehmen und in das Röhrchen zu pusten oder wenn dies aus irgendwelchen Gründen nicht klappen sollte. Die verwendeten Chemikalien sind eigentlich in jeder Schule vorhanden, sodass diese nicht erst noch organisiert werden müssen.

3 Durchführung

Da Dichromat für einen Schülerversuch verboten ist, muss der Versuch allerdings als Lehrerversuch durchgeführt werden. Eine Alternative wäre ein Lehrerversuch, bei dem die Schüler jedoch mit eingebunden werden, indem ein Freiwilliger gesucht wird, der eventuell eine alkoholhaltige Praline isst oder einen Schluck Alkohol trinkt. Diesen Schüler könnte man dann (natürlich nur mit sauberem Mundstück und der Gewissheit, dass der Schüler mit dem Dichromat nicht in Berührung kommt) in das Röhrchen blasen lassen. Ein solcher Versuch dürfte den Schülern im Gedächtnis bleiben.

Literatur

- [1] Wiechoczek, Dagmar: Prof. Blumes Medienangebot. Die klassische Atemalkoholprobe. <http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-007.htm>. (30.11.2008).
- [2] Soester Liste. Version 2.7.
- [3] Hessischer Lehrplan: Chemie. 2008.
- [4] Vollhardt, K. P. C. und Neil E Schore: Organische Chemie. Übersetzungs-Hrsg: Holger Butenschön. Vierte Auflage. WILEY-VCH. Weinheim 2005.
- [5] Peil, Dr. med. Johannes M.: Institut für Sporternährung e.V. Bad Nauheim. Alkohol in Lebensmitteln. <http://www.isonline.de/alk/index.htm>. (01.12.2008).
- [6] Welt online. Hamburg. Verkehrssünder - Ungewöhnliche Erziehungsmaßnahme. http://www.welt.de/hamburg/article1474615/Ungewoehnliche_Erziehungsmassnahme.html. (01.12.2008).
- [7] Wetterauer, Oliver: Illustrationen. <http://www.illumann.de/illumann%20Site/Fotografisches/Alkoholtest.html>. (01.12.2008).