

# Praktikum zur Organischen Chemie für Studierende des Lehramts

## WS 2010/11

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent(in): Beate Abé

Name: Johannes Hergt

Datum: 30.11.2010

Gruppe 6: Alkohole

Versuch: Reaktivität primärer, sekundärer u. tertiärer Alkohole  
mit Kaliumpermanganat

### Zeitbedarf

Vorbereitung: 15 Minuten

Durchführung: 20 Minuten

Nachbereitung: 15 Minuten

### Reaktionsgleichungen

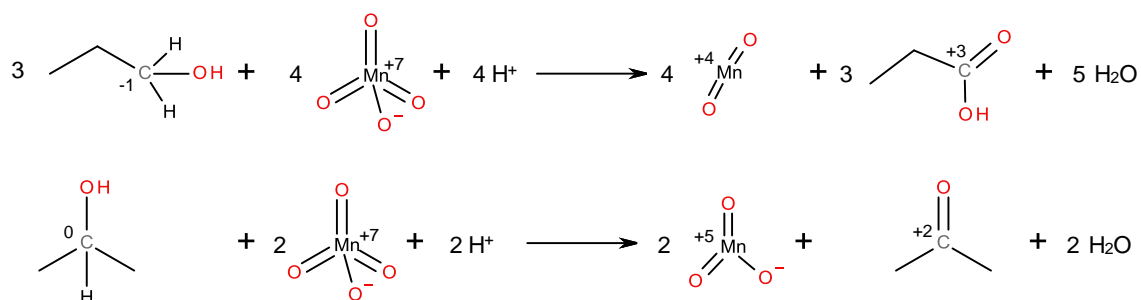


Abb. 1: Oxidation 1-Propanols und 2-Propanols

### Chemikalien <sup>[1,2]</sup>

Tab.1: Verwendete Chemikalien.

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schuleinsatz
Kaliumpermanganat	KMnO <sub>4(s)</sub>	1 sehr kleine Spatelspitze	8-22-50/53	(2)-60-61	O, Xn, N	S1
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (c = 2 mol/L)	H <sub>2</sub> SO <sub>4(aq)</sub>	10 mL	35	26-30-45	C	S1
Propan-1-ol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>(l)</sub>		11-41-67	(2)-7-16-26-39	F, Xi	S1
Propan-2-ol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>(l)</sub>		11-36-67	(2)-7-16-24/25-26	F, Xi	S1
2-Methylpropan-2-ol (tert-Butanol)	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>(l)</sub>		11-20-36/37	(2)-9-16-46	F, Xn	S1

## Geräte

- Becherglas (500 mL)
- Magnetrührer mit Rührfisch
- 3 Reagenzgläser

## Aufbau

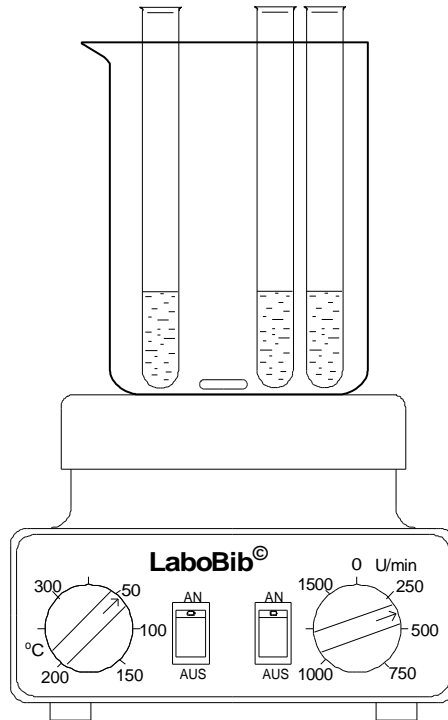


Abb.1: Versuchsaufbau.

## Durchführung

Zur Vorbereitung des Versuchs wird eine Kaliumpermanganatlösung angesetzt. Eine kleine Spatelspitze Kaliumpermanganat reicht für 20 mL Wasser aus. Die Lösung sollte noch durchsichtig sein, also nicht zu stark violett.

In drei Reagenzgläser werden nun gleiche Mengen (jeweils 1/3 des Reagenzglases) an Kaliumpermanganatlösung gegeben. Nun werden einmal 3 mL 1-Propanol, einmal 2-Propanol und einmal 3-Propanol zugeführt, mit Reagenzglasstopfen verschlossen, geschüttelt und die Reagenzgläser anschließend in das siedende Wasserbad gestellt.

## Beobachtung

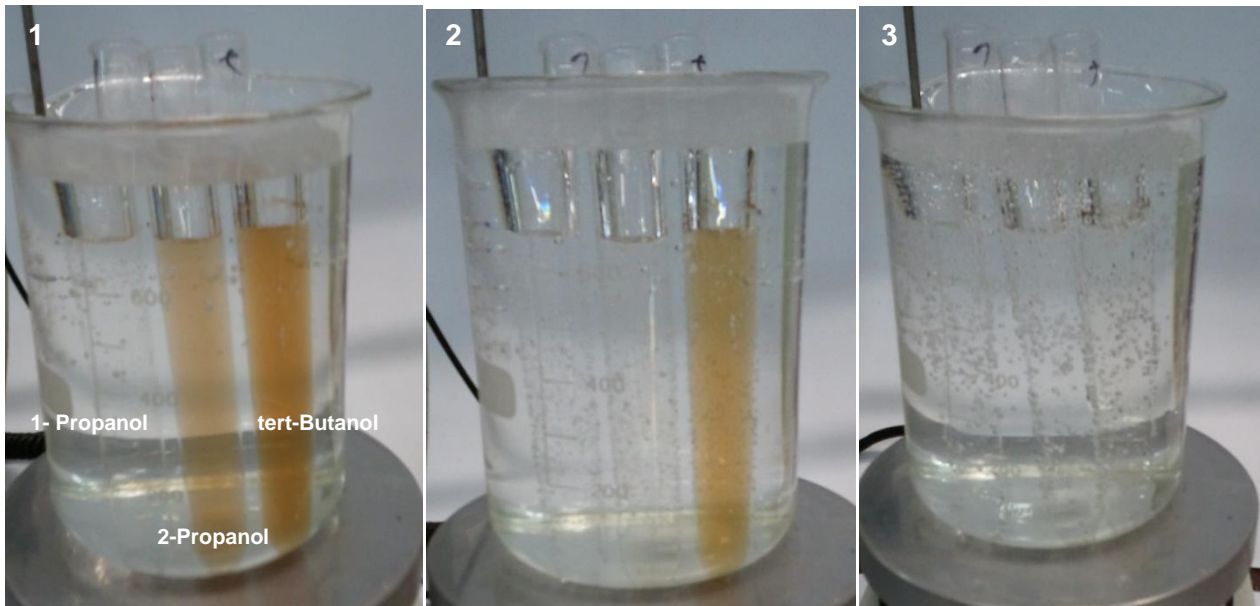


Abb. 2: Zeitlich versetzte Entfärbung von 1 1-Propanol, 2 2-Propanol und 3 tert-Butanol

Nachdem die Lösungen geschüttelt wurden, verschwindet die violette Farbe der Kaliumpermanganatlösung sofort. Dabei entfärbt sich 1-Propanol komplett, bei 2-Propanol und tert-Butanol bleibt eine braune Färbung, die bei tert-Butanol intensiver ist als bei 2-Propanol. Nach 3 Minuten und 22 Sekunden entfärbt sich die 1-Propanol-Lösung ebenfalls. Nach weiteren 8 Minuten und 23 Sekunden ist die Braunfärbung schließlich auch bei der tert-Butanol-Lösung verschwunden.

## Entsorgung

Die Abfälle werden neutralisiert im Sammelbehälter für organische Lösungsmittel entsorgt.

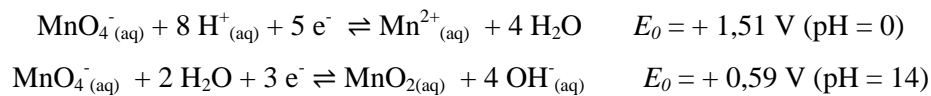
## Fehlerbetrachtung

Im Versuch wurden die Alkohol-Kaliumpermanganat-Ansätze erst geschüttelt, nachdem sie sich bereits im Wasserbad befanden. Richtigerweise hätten sie, bevor sie ins Wasserbad gestellt wurden, geschüttelt werden müssen. So wurde die Entfärbung der braunen, nicht aber der violetten Lösung verfolgt.

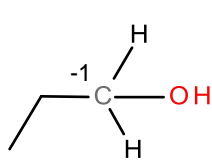
Im Folgenden wird primär die eigentliche Oxidation der Alkohole mit Kaliumpermanganat betrachtet und sekundär die mit Braunstein.

## Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse [3-6]

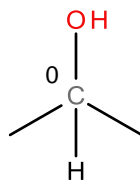
Die Oxidationskraft von Permanganationen ist im sauren Milieu stärker als im basischen. Daher wird der Kaliumpermanganatlösung im Versuch verdünnte Schwefelsäure zugesetzt.



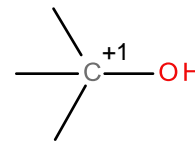
In der Reaktion mit einem Alkohol spielt nun die Stellung der Hydroxylgruppe innerhalb des Alkoholmoleküls und die damit verbundene Oxidationsstufe eine wesentliche Rolle.



primärer



sekundärer



tertiärer Alkohol

Abb. 3: Primärer, sekundärer und tertiärer Alkohol (mit entsprechender Oxidationsstufe).

Die Oxidationskraft des Kaliumpermanganats ist ausreichend groß um 1-Propanol in Propansäure zu überführen.

Dabei wird 1-Propanol zunächst über einen Mangan(VII)ester als Intermediat und der Abspaltung von Wasser zu Propanal oxidiert.

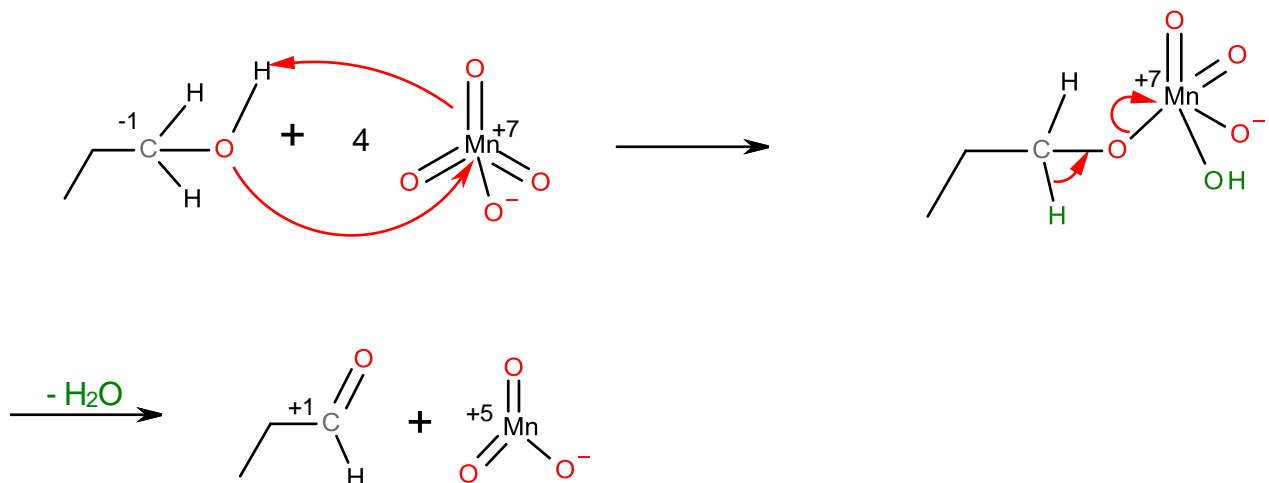


Abb. 4: Oxidation von 1-Propanol zu Propanal.

Da in Anwesenheit von Wasser gearbeitet wird, reagiert Propanal mit Wasser nach dem in Abb. 5 dargestellten Reaktionsmechanismus zu 1-Dihydroxypropan.

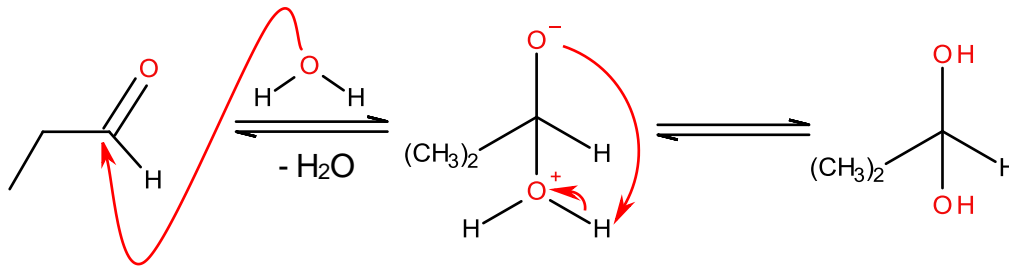


Abb. 5: Reaktion Propanals mit Wasser.

Das gebildete 1-Dihydroxypropan tritt nun mit  $\text{MnO}_3^-$  in Reaktion. Dabei wird letzteres zu Braunstein reduziert und 1-Dihydroxypropan zur Propansäure oxidiert.

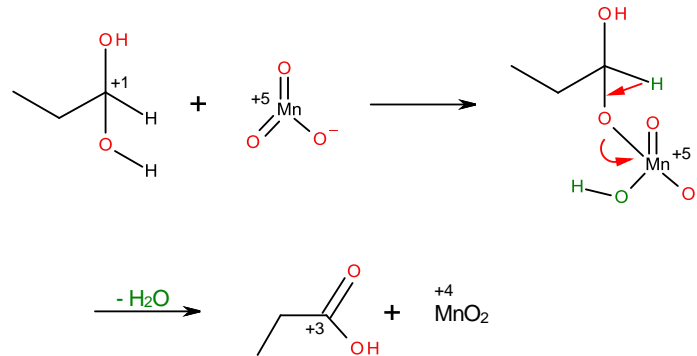


Abb. 6: Oxidation 1-Dihydroxypropans zur Propansäure

Es ergibt sich folgende Redox-Gesamtreaktionsgleichung für die Reaktion von Kaliumpermanganat und 1-Propanol:

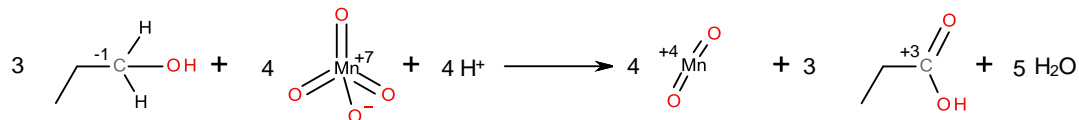


Abb. 7: 1-Propanol und Kaliumpermanganat reagieren zu Braunstein und Propansäure.

Die Oxidation des sekundären Alkohols ist ebenfalls möglich. Als Produkt erhält man jedoch keine Carbonsäure, sondern ein Keton. Die Reaktion verläuft ebenfalls über einen cyclischen Mangan(VII)ester.

Die Oxidation von 2-Propanol erfolgt nach folgender Reaktionsgleichung:

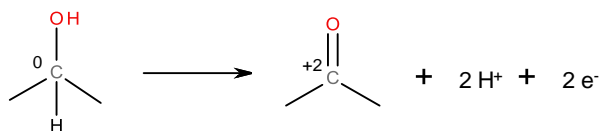
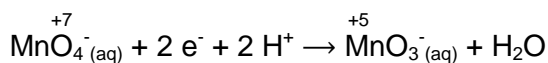


Abb. 8: Oxidation von 2-Propanol zu Propanon.

Die Reduktion Kaliumpermanganats vollzieht sich dabei wie folgt:



Daraus ergibt sich folgende Gesamtreaktion:

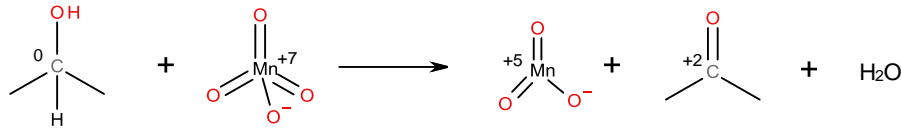
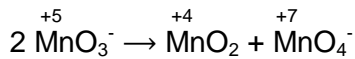


Abb. 9: 2-Propanol und Kaliumpermanganat reagieren zu Manganat(V) und Propanon.

$\text{MnO}_3^-$  ist instabil und disproportioniert zu Braunstein und Permanganat:



Tert-Butanol kann auf Grund seiner Struktur nicht zum Keton oxidiert werden. Dazu müsste zuerst eine Methylgruppe abgetrennt werden, d.h. das Molekül müsste zerfallen. Das Permanganat hat also keine ausreichend große Oxidationskraft, um tertiäre Alkohole zu oxidieren.

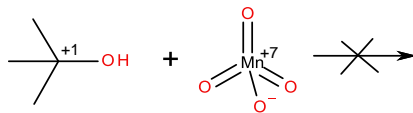
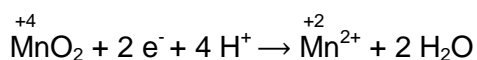


Abb. 10: Die Oxidationskraft des Permanganats ist nicht ausreichend groß, tert-Butanol zu oxidieren.

Im Versuch muss jedoch eine Reaktion von tert-Butanol mit Kaliumpermanganat stattgefunden haben, da sich die Flüssigkeit entfärbte. Dies kann auf die zugeführte Wärme durch das Wasserbad zurückzuführen sein. Um eine Methylgruppe abzuspalten und so eine Oxidation zu ermöglichen, bedarf es einer gewissen Energie (Aktivierungsenergie), die in Form von Wärme zugeführt werden kann.

Ist die Aktivierungsenergie groß genug, kann sogar der entstehende Braunstein als Oxidationsmittel fungieren und im sauren Milieu ebenfalls Alkohole oxidieren.



Dabei spielt die Oxidationsstufe der Alkohole wieder eine wesentliche Rolle. Je niedriger diese ist, desto weniger Aktivierungsenergie wird benötigt, um in einer Redoxreaktion mit Braunstein zu reagieren. Aus diesem Grund verschwindet die vom Braunstein verursachte Färbung unterschiedlich schnell, je nach dem mit welchem Alkohol es in Kontakt tritt. Für den primären Alkohol 1-Propanol ist die Oxidation zum Aldehyd bzw. zur Carbonsäure in Bezug auf Aktivierungsenergie weniger „anspruchsvoll“ im Vergleich zu den anderen Alkoholen. Darauf folgt der sekundäre Alkohol 2-Propanol und darauf tert-Butanol, für dessen Oxidation sehr viel Energie benötigt wird.

Die beobachteten zeitversetzten Entfärbungen der Lösungen zeigen, dass sogar Braunstein, dessen Oxidationskraft im Vergleich zu Kaliumpermanganat relativ gering ist, bei ausreichend großer Aktivierungsenergie auch gut als Oxidationsmittel wirken kann.

## Methodisch-Didaktische Analyse

### **1 Einordnung**<sup>[7]</sup>

Laut hessischem Lehrplan ist das Thema „Redoxreaktionen primärer, sekundärer und der Unterschied zu tertiären Alkoholen“ im ersten Halbjahr der elften Klasse zu behandeln. Vorkenntnisse zu den Eigenschaften von Alkoholen sollten aus der zehnten Klasse vorhanden sein. Der Versuch eignet sich gut als Einführungsversuch in das genannte Thema. Die Schüler sollten bereits ausreichend sicher mit Nomenklatur umgehen können, um die unterschiedlichen Alkoholbezeichnungen zu verstehen.

### **2 Aufwand**

Zur Versuchsvorbereitung muss eine kleine Apparatur aufgebaut werden und das Wasser des Wasserbads bis zum Sieden erhitzt werden. Des Weiteren muss eine Kaliumpermanganatlösung angesetzt werden. Wird diese in ausreichend großer Menge vom Lehrer für die ganze Klasse angesetzt, kann ein gewisses Maß an Zeit eingespart werden.

Die Versuchsdurchführung selbst dauert auf Grund der Wartezeit ein wenig länger. (Der Farbumschlag von violett nach braun sollte allerdings schneller erfolgen).

Die Entsorgung der Chemikalien kann bei diesem Versuch als gute Übung für die Schüler angesehen werden. Die Lösungen müssen zuerst neutralisiert werden und anschließend nicht in den Abguss, sondern in einen Sammelbehälter gegeben werden.

### **3 Durchführung**

Da der Versuch zur eigentlichen Durchführung ein wenig mehr Zeit benötigt, ist es sinnvoll ihn als Schülerversuch durchzuführen. Auf Grund der ungiftigen Chemikalien ist er als solcher sehr geeignet.

Die Schüler sollten explizit angewiesen werden, die Reagenzien gut zu mischen und erst dann in das Wasserbad zu setzen, um eine gleichzeitige Reaktion aller drei Reagenzien mit Kaliumpermanganat zu vermeiden. Des Weiteren sollte das Wasserbad bereits sieden, sobald die Reagenzgläser reingestellt werden.

Die Schüler sollten aufgefordert werden, ihre Beobachtungen und die gestoppten Zeiten zu notieren.

### **4 Fazit**

Auf Grund der ungiftigen und durchweg für die Sekundarstufe 1 zugelassenen Chemikalien sowie dem guten Bezug zum Lehrplan ist der Versuch hervorragend als Schülerversuch geeignet.

## Quellenverzeichnis

- [1] Versuchsquelle: Autorenkollektiv: Chemie heute. Schrödel Verlag. Braunschweig 1998. S. 251.
- [2] GESTIS - Stoffdatenbank:  
<http://biade.itrust.de/biade/lpext.dll?f=templates&fn=main-hit-h.htm&2.0>  
(Zugriff am 6. Dezember 2010)
- [3] HessGISS - GUV-Regel Umgang mit Gefahrenstoffen im Unterricht  
Ausgabe Januar 1998 (Aktualisierte Fassung Juni 2004)
- [4] Vollhardt, K. Peter C. und Neil E. Schore: Organische Chemie. Vierte Auflage. Wiley-VCH Verlag. Weinheim **2005**. S. 112 ff.
- [5] <http://www.guidobauersachs.de/oc/hydro.html>  
Titel: Hydroxyverbindungen und Ether  
Urheber: Guido Bauersachs  
(Zugriff am 6. Dezember 2010)
- [6] Reinhard Brückner, *Reaktionsmechanismen, 3. Auflage*, Springer-Verlag, Heidelberg, **2007**, S. 741 ff.
- [7] [http://chids.online.uni-marburg.de/dachs/experimente/005oxidierbarkeit\\_prim\\_sek\\_ter\\_alkohole.xml](http://chids.online.uni-marburg.de/dachs/experimente/005oxidierbarkeit_prim_sek_ter_alkohole.xml)  
(Urheber unbekannt - Zugriff am 6. Dezember 2010)
- [8] Hessischer Lehrplan: Chemie. **2010**  
[http://www.hessen.de/irj/HKM\\_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2](http://www.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2)  
(Zugriff am 6. Dezember 2010)