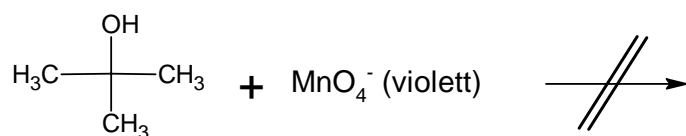
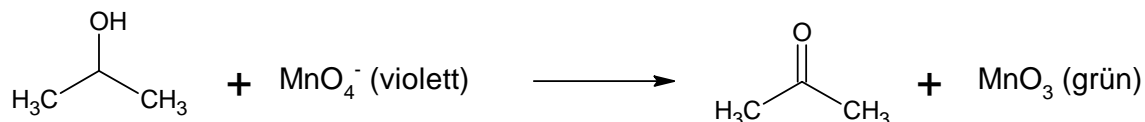
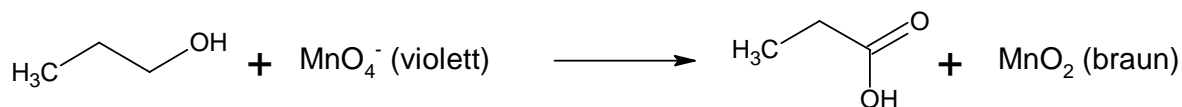


Versuch Nr. 005

## Oxidierbarkeit primärer, sekundärer und tertiärer Alkohole



### Chemikalien

Name	Formel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Bemerkung
1-Propanol	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	ca. 2 mL	11-41-67	7-16-24-26-39	F, Xi	
Isopropanol	$\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$	ca. 2 mL	11-36-67	16-24/25-26-7	F, Xi	
<i>tert</i> -Butanol	$(\text{CH}_3)_3\text{COH}$	ca. 2 mL	11-20	16-9	F, Xn	
Kaliumpermanganat	$\text{KMnO}_4$	14 mg	8-22-50/53	60-61	Xn, O, N	oder 15 ml einer 0,006 molaren Lsg.
Natronlauge (c = 1 mol/L)	$\text{NaOH (aq)}$	15 mL	34	26-36/37/39-45	C	
Wasser	$\text{H}_2\text{O}$	15 mL	--	--	--	

### Materialien

3 Petrischalen  
 Messpipetten  
 Pasteurpipetten mit Pipettenhütchen  
 2 Bechergläser

### Versuchsdurchführung

Zunächst wird aus 14 mg Kaliumpermanganat und 15 mL Wasser eine 0,006 molare Kaliumpermanganat-



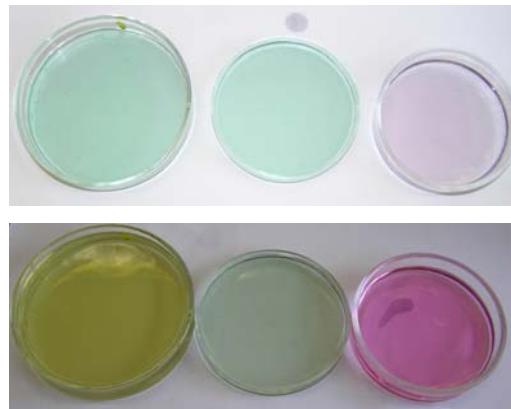
Lösung angesetzt. Diese wird dann mit 15 ml 1 molarer Natronlauge versetzt und dann gleichmäßig auf die drei Petrischalen verteilt.

In die Schalen wird nun je eine Pipettenfüllung eines der Alkohole gegeben.  
Links: 1-Propanol    Mitte: Isopropanol    Rechts: *tert*-Butanol

### Beobachtung

In der linken Petrischale (1-Propanol) zeigt sich sofort eine grünlich-bläuliche Färbung. Das gleiche ist in der mittleren Petrischale nach der Zugabe von Isopropanol zu beobachten. In der rechten Schale (:*tert*-Butanol) ist keine Veränderung feststellbar.

Nach ca. 2 min (und ggf. Zugabe von etwas mehr n-Propanol) verfärbt sich die Lösung der linken Petrischale langsam von grün-blau zu gelb-grün-braun. Die Verfärbung wird umso deutlicher, je länger man die Schalen an der Luft stehen lässt.



### Entsorgung

Alle Lösungen, in denen das Permanganat umgesetzt wurde, werden neutral in den anorganischen Abfall entsorgt, da der Anteil der organischen Substanzen äußerst gering ist.

### Fachliche Analyse

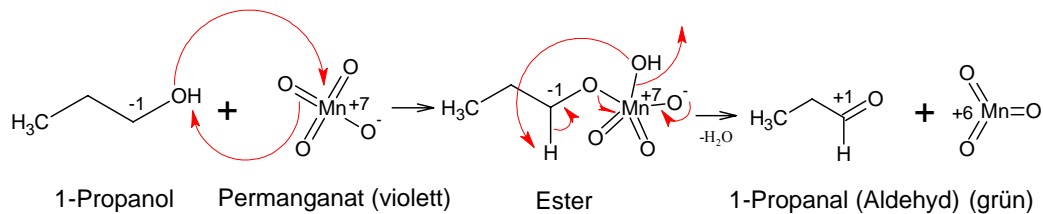
Primäre, sekundäre und tertiäre Alkohole unterscheiden sich in ihrer Oxidierbarkeit. Als Oxidationsmittel wirkt in diesem Versuch das Kaliumpermanganat, das je nach Art des Alkohols bis zu unterschiedlichen Oxidationsstufen reduziert wird. Durch die basischen Bedingungen wird das Oxidationspotential des Permanganats verringert: Die Reaktion findet unter Verbrauch von  $H^+$ -Ionen statt, so dass eine Verringerung dieser durch das Einstellen eines basischen pH-Werts das Gleichgewicht gemäß Le Chatelier zu den Edukten hin verschiebt.

### Primärer Alkohol (1-Propanol)

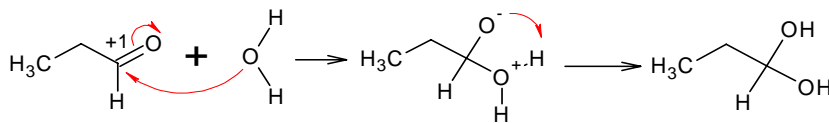
Der primäre Alkohol 1-Propanol kann bis zur Carbonsäure oxidiert werden. Das Mangan im Permanganat wird dadurch von der Oxidationsstufe +7 (violett) über +6 (grün) zu +4 (braun) reduziert, wobei die einzelnen Oxidationsstufen für die Farbänderungen der Lösung verantwortlich sind.

Im ersten Schritt der Oxidation des 1-Propanols wird ein Ester mit dem Permanganat-Ion gebildet. Bei der Esterspaltung verändert sich die Oxidationsstufe des an die Hydroxygruppe

gebundenen Kohlenstoff-Atoms von  $-1$  nach  $+1$ . Es entsteht ein Aldehyd (2-Propanal). Die Oxidationsstufe des Mangans im Permanganat verändert sich von  $+7$  nach  $+6$ . Da das gebildete Mangantrioxid ( $\text{MnO}_3$ ) grün gefärbt ist, verfärbt sich die ganze Lösung.

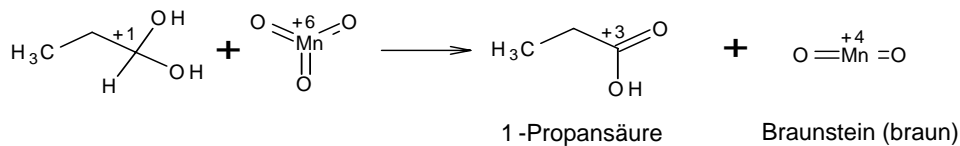


Im zweiten Schritt wird der Aldehyd 1-Propanal (Ox.:  $+1$ ) zur Carbonsäure (Ox.:  $+3$ ) oxidiert und das Mangan von  $+6$  zu  $+4$  reduziert. Zuvor erfolgt jedoch eine Hydratisierung des Aldehyds.



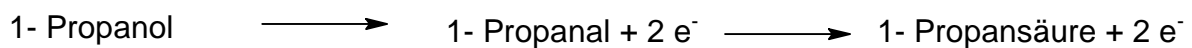
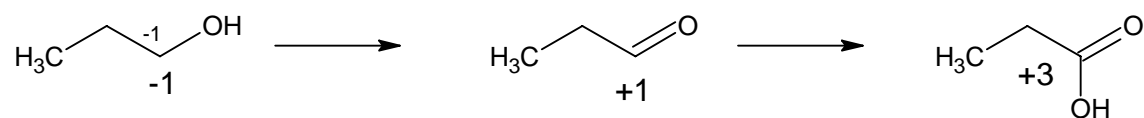
1-Propanal (Aldehyd)

Der Mechanismus des zweiten Schritts verläuft analog zum ersten Schritt. Es entstehen 1-Propansäure und Braunstein ( $\text{MnO}_2$ ).

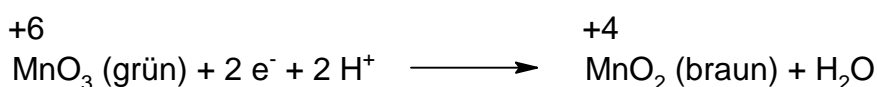
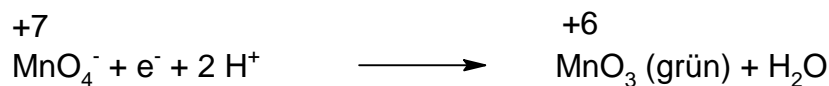


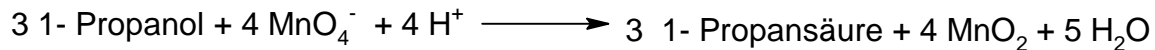
So ergeben sich für die Redoxreaktion des 1-Propanols mit Kaliumpermanganat folgende Teilgleichungen und die Gesamtgleichung:

Oxidationsreaktion:



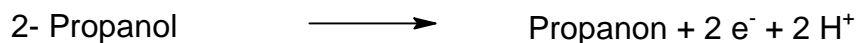
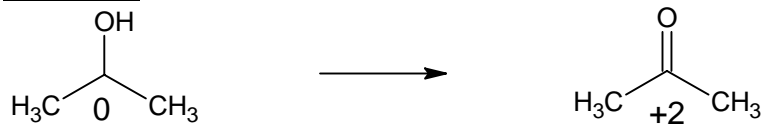
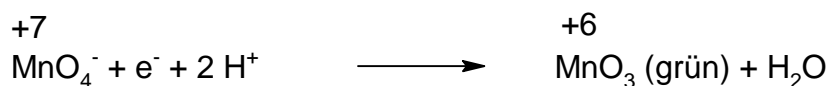
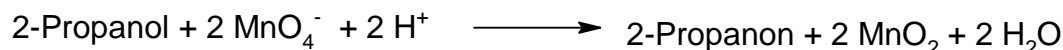
Reduktionsreaktionen:



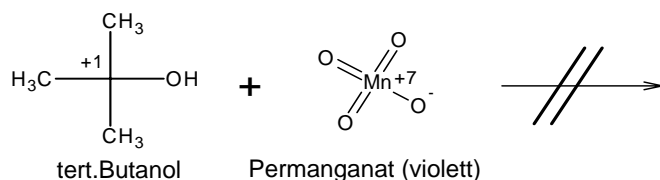
Gesamtreaktion:**Sekundärer Alkohol (Isopropanol)**

Das sekundäre 2-Propanol (Isopropanol) wird vom Kaliumpermanganat nur bis zum Keton oxidiert, das Permanganat entsprechend nur bis zur Oxidationsstufe +6. Damit verfärbt sich diese Lösung zwar grün, aber nicht braun. Der Mechanismus verläuft analog der Aldehydbildung über einen Ester. Die Oxidationsstufe des an die Hydroxygruppe gebundenen Kohlenstoffatoms (in  $\alpha$ -Stellung) verändert sich von 0 zu +2. Statt zwei an den  $\alpha$ -Kohlenstoff gebundenen H-Atomen wie beim Propanol ist bei einem sekundären Alkohol nur ein Wasserstoff an den  $\alpha$ -Kohlenstoff gebunden.

So ergeben sich für die Redoxreaktion von Isopropanol mit Kaliumpermanganat folgende Teilgleichungen und die Gesamtgleichung:

Oxidation:Reduktion:Gesamtreaktion:**Tertiärer Alkohol (tert-Butanol)**

Beim tert-Butanol (2-Methyl-Propan-2-ol) handelt es sich um einen tertiären Alkohol. Der an die Hydroxygruppe gebundene Kohlenstoff ist außerdem an drei Methylgruppen gebunden. So könnte er bei der Esterspaltung kein Proton donieren und somit oxidiert werden. Die Oxidation durch Kaliumpermanganat findet demnach nicht statt. Da dadurch auch das Permanganat in der Oxidationsstufe +7 verbleibt, verändert sich auch die Farbe der Lösung nicht; sie bleibt violett.



### **Didaktisch-methodische Analyse**

Dieser Versuch wäre sowohl ein guter Schülerversuch als auch ein guter Lehrerversuch, da alle Chemikalien bereits ab Sekundarstufe 1 zugelassen sind. Als Lehrerversuch sollte man diesen Versuch in Petrischalen auf dem Overhead-Projektor durchführen. Als Schülerversuch wäre die Durchführung in Reagenzgläsern chemikaliensparender und vom Effekt her eindrucksvoller, da man nach der Alkoholzugabe aber vor dem Durchmischen den Reaktionsverlauf (Farbverlauf) von der Eintropfstelle zum Boden des Reagenzglases hin sehr gut beobachten kann. Beim Propanol zeigte sich, dass die Zugabe von etwas mehr Alkohol nötig sein könnte.

Sowohl die Vorbereitung des Versuchs (Ansetzen der alkalischen Permanganatlösung), als auch die Durchführung sind wenig zeitaufwendig und die Farbwechsel sehr gut sichtbar. So bleibt genug Zeit um noch in der gleichen Stunde die Reaktionen zu besprechen. Auch die wenigen benötigten Glasgeräte stellen keinen großen Aufwand dar. Sind keine Petrischalen vorhanden, könnten auch kleine Erlenmeyerkolben oder Bechergläser verwendet werden.

Der Versuch ist sowohl bei Alkoholen, Aldehyden, Ketonen und Carbonsäuren einsetzbar, könnte aber auch als Überleitung zwischen den einzelnen Themen dienen. Als Vorwissen sollten die Schüler auf Kenntnisse in der Redoxchemie zurückgreifen können. Bei einer Überleitung von Aldehyden zu Carbonsäuren könnten die Schüler auch ihr Wissen über Alkohole noch einmal auffrischen und einbringen.

### **Literatur**

1. Becker, Heinz; et.al: Organikum, Leipzig <sup>19</sup>1993
2. Vollhardt, K. P. C.; Schore, N. E.: Organische Chemie, Weinheim <sup>3</sup>2000
3. <http://axel-schunk.net/experiment/edm0799.html> (05.12.2005)
4. <http://de.chemdat.info/mda/de/> (17.12.2005)
5. Protokoll von Anika Weiser, OC-Lehramtpraktikum, WS 2005/06