

2.3 V 3 – Oxidierbarkeit von primären, sekundären und tertiären Alkoholen

Der Versuch zeigt die Unterschiede von primären, sekundären und tertiären Alkoholen hinsichtlich ihrer Oxidierbarkeit. Primäre Alkohole können in zwei Schritten oxidiert werden: Zunächst zu Aldehyden, abschließend zu Carbonsäuren. Dagegen können sekundäre Alkohole lediglich einmal zu Ketonen oxidiert werden. Im Gegensatz dazu können tertiäre Alkohole nicht auf diese Weise oxidiert werden, da sich keine Carbonylgruppe ohne Spaltung einer C-C-Bindung bilden kann.

Gefahrenstoffe		
Ethanol	H: 225	P: 210
Isopropanol (2-Propanol)	H: 225- 319- 336	P: 210- 233- 305+338+351
tert-Butanol (2-Methyl-2-Propanol)	H: 225- 319- 332-335	P: 210- 305+338+351- 403+233
Natronlauge	H: 290- 314	P: 280- 301+330+331- 305+351+338
Kaliumpermanganat	H: 272- 302- 410	P: 210- 273

Materialien: 3 Petrischalen, Messpipetten, Peleusball, 2 Bechergläser

Chemikalien: Ethanol (96%iger), Isopropanol, tert-Butanol, 1 M Natronlauge, Kaliumpermanganat-Lösung ($c = 0,006 \text{ mol/L}$)

Durchführung: Es wird aus 14 mg Kaliumpermanganat und 15 mL destilliertem Wasser eine 0,006 molare Kaliumpermanganat-Lösung angesetzt. Zu dieser Lösung werden 15 mL 1M-Natronlauge hinzugefügt. Die Lösung wird dann auf drei Petrischalen aufgeteilt. In jede Petrischale werden dann 2 mL eines Alkohols gegeben.

Beobachtung: Die Lösung, zu der Ethanol pipettiert wurde, färbt sich von lila über grün zu gelb-braun. In der Lösung, in die Isopropanol hinzugefügt wurde, kommt

es zu einem Farbumschlag von lila nach grün. Die Lösung mit tert-Butanol bleibt farblich unverändert.

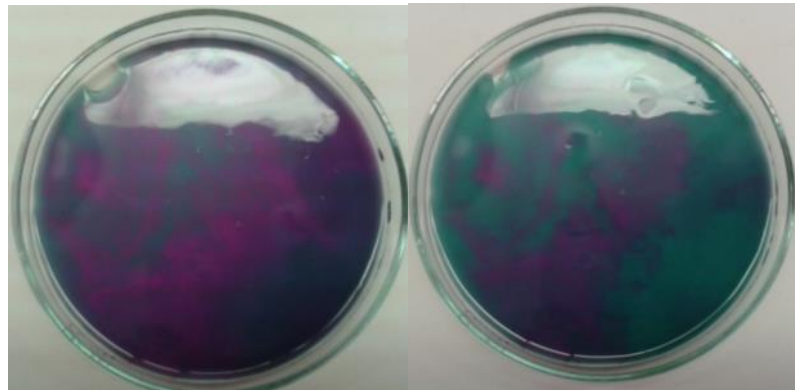


Abb. 5 – Oxidierung von Isopropanol mit Permanganat.



Abb. 6 – Oxidierbarkeit von Ethanol, Isopropanol und tert-Butanol mit Permanganat.

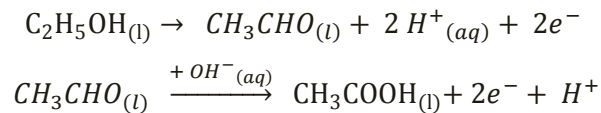
Deutung: Der Versuch zeigt die unterschiedliche Oxidierbarkeit von primären (Ethanol), sekundären (Isopropanol) und tertiären (tert-Butanol) Alkoholen. Als Oxidationsmittel wirkt das Kaliumpermanganat, das die Alkohole bis zu unterschiedlichen Oxidationsstufen oxidiert.

Die Unterteilung in primäre, sekundäre und tertiäre Alkohole erfolgt anhand der Position der Hydroxylgruppe im Molekül, d.h. man unterscheidet die Alkohole nach der Anzahl der Nichtwasserstoffnachbarn des Kohlenstoffatoms, an welchem sich die Hydroxylgruppe befindet. So trägt bei primären Alkoholen das C-Atom mit der Hydroxylgruppe noch zwei Wasserstoffatome, bei sekundären trägt das C-Atom mit der Hydroxylgruppe noch ein Wasserstoffatom und bei tertiären Alkoholen weist das C-Atom mit der Hydroxylgruppe kein weiteres Wasserstoffatom auf.

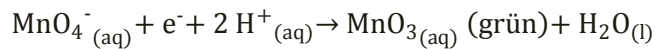
Primäre Alkohole wie Ethanol werden durch Permanganat-Ionen zu Aldehyden und Carbonsäuren reduziert. Dabei verläuft die Oxidation des

Ethanol in zwei Schritten unter Protonenverbrauch. Im ersten Schritt entstehen aus Ethanol Ethanal. Dabei werden die Mangan-Ionen auf die Oxidationsstufe +6 reduziert, was an der Grünfärbung der Lösung deutlich wird. In weiteren Schritt werden die Aldehyde zu Carbonsäuren, im Falle des Ethanol zu Ethansäure, oxidiert und die Mangan-Ionen auf Oxidationsstufe +4 reduziert. Man erhält Braunstein, was an der gelblich-braunen Färbung der Lösung auszumachen ist.

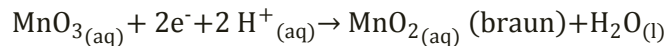
Oxidation: Ethanol \rightarrow Ethanal $+ 2e^- \rightarrow$ Ethansäure $+ 2e^-$



Reduktion: Permanganat $+ e^- +$ Protonen \rightarrow Mangantrioxid $+ \text{Wasser}$

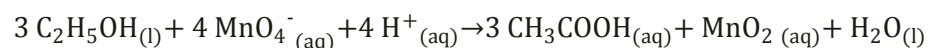


Mangantrioxid $+ e^- +$ Protonen \rightarrow Braunstein $+ \text{Wasser}$



Gesamtgleichung:

Ethanol $+ \text{Permanganat} + \text{Protonen} \rightarrow \text{Ethansäure} + \text{Braunstein} + \text{Wasser}$

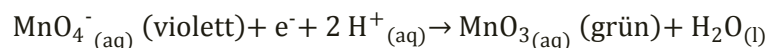


Sekundäre Alkohole wie das Isopropanol werden von Kaliumpermanganat nur bis zum Keton oxidiert. Die Permanganat-Ionen werden nur zur Oxidationsstufe +6 reduziert, was an der grünen Farbe der Lösung zu erkennen ist.

Oxidation: 2-Propanol \rightarrow Propanon $+ 2e^- +$ Protonen



Reduktion: Permanganat $+ e^- +$ Protonen \rightarrow Mangantrioxid $+ \text{Wasser}$



Tertiäre Alkohole wie das tert-Butanol (2-Methyl-Propan-2-ol) können von Kaliumpermanganat nicht oxidiert werden, da ohne Spaltung einer C-C-Bindung keine Carbonylgruppe ausgebildet werden kann. Dies ist an der konstanten violetten Färbung der Lösung auszumachen.

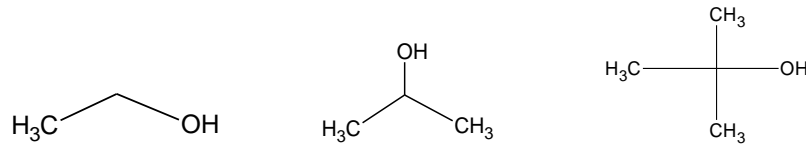


Abb. – Strukturformeln primärer, sekundärer und tertiärer Alkohole: Etan-1-ol, Isopropanol (Propan-2-ol), tert-Butanol (2-Methyl-Propan-2-ol)

Entsorgung: Die Lösungen werden mit Natriumthiosulfat behandelt und im Schwermetallabfall entsorgt.

Literatur: CHIDS. Philipps-Universität-Marburg. http://chids.online.uni-marburg.de/dachs/experimente/005oxidierbarkeit_prim_sek_ter_alkohole.xml (zuletzt aufgerufen am 15.08.2014 um 10:57 Uhr).

Der Versuch „Oxidierbarkeit primärer, sekundärer und tertiärer Alkohole“ ist als Überleitung zu den Stoffklassen Aldehyden und Ketonen am Ende der Unterrichtseinheit geeignet. Er kann auch als Schülersuch durchgeführt werden. Dann sollten anstelle von Petrischalen Reagenzgläser verwendet werden, da so weniger Chemikalien verbraucht werden. Als Lehrerversuch kann der Versuch auf dem OHP durchgeführt werden, damit der Farbwechsel besser für alle SuS sichtbar ist und die Anschaulichkeit zu erhöhen wird.

Außerdem ist dieser Versuch ein Alternativversuch für die Veresterung eines Alkohols mit Borsäure. Obwohl diese Veresterung aufgrund der grünen Flammenfärbung der Alkohole sehr effektstark ist, eignet er sich nicht für den schulischen Einsatz, da für die Borsäure ein generelles Tätigkeitsverbot für die SuS und ein eingeschränktes Tätigkeitsverbot für