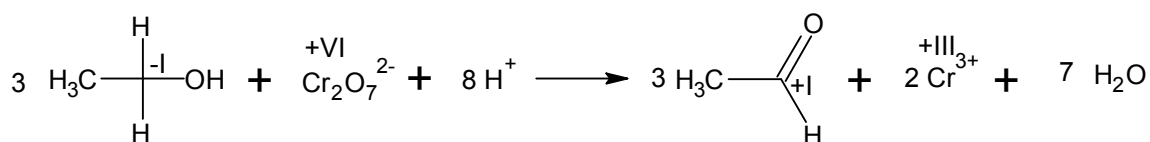


**Versuch: Alkoholtest mit Dichromat****Zeitbedarf:***Vorbereitung:* 2 Minuten*Durchführung:* max. 5 Minuten*Nachbereitung:* 2 Minuten**Reaktionsgleichungen:****Chemikalien:**

Chemikalien:	Menge:	R-Sätze:	S-Sätze:	Gefahrensymbol:	Schuleinsatz:
Kaliumdichromatlösung K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (w = 5%)	10 mL	36/37/38- 43-46-49- 50	22-28-45- 53-61	T <sup>+</sup> , N	Lehrerversuch! Vermutlich cancerogene Wirkung!
Schwefelsäure H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (konz.)	5 mL	35	26-30-45	C	Sek. II
Ethanol C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	Ca. 10 mL	11	7-16	F	Sek. I

## Geräte:

Petrischale

Pinzette

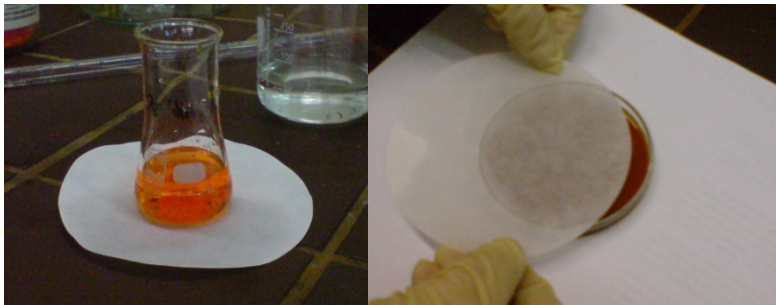
Becherglas

Spatel

Rundfilter

## Versuchsdurchführung:

Zu 10 mL Kaliumdichromatlösung (A) in einem Becherglas gibt man 5 mL konzentrierte Schwefelsäure. Die entstehende heiße Lösung wird in eine Petrischale gegossen. Zur besseren Sichtbarkeit der Effekte stellt man diese entweder auf den Overheadprojektor oder auf ein weißes Blatt Papier. Anschließend tränkt man den Rundfilter in Ethanol, lässt ihn abtropfen und hält ihn mit der Pinzette dicht über die Petrischale (B).



(A)

(B)

## Beobachtung:

Die orangene Dichromatlösung verfärbt sich nach intensiv dunkelgrün:

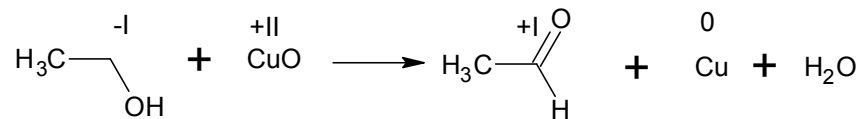


## Entsorgung:

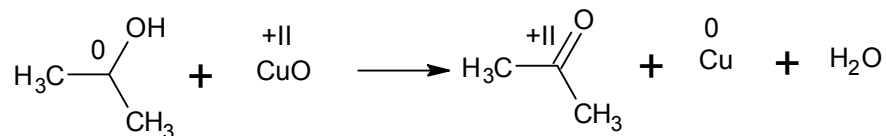
Die Lösungen werden neutralisiert in die anorganischen Schwermetallabfälle gegeben.

## Fachliche Analyse:

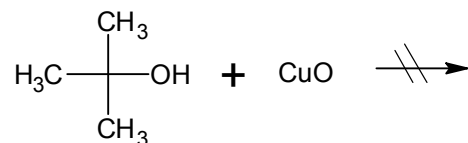
Alkohole sind oxidierbar. Hält man zum Beispiel ein mit schwarzem Kupferoxid überzogenes Kupferblech in Ethanol, so wird das Blech wieder rot glänzend. Kupfer(II)-Ionen wurden also reduziert, Ethanol wurde oxidiert zu Ethanal:



Analog wird 2-Propanol zu Aceton oxidiert:

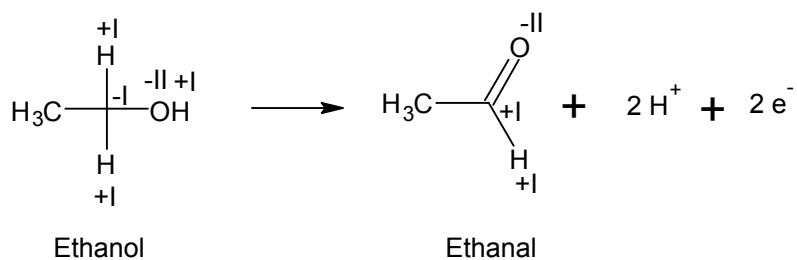


Tertiäre Alkohole können ohne Bindungsbruch nicht oxidiert werden:

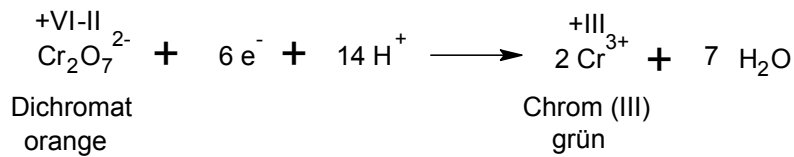


Im Versuch fand die Oxidation zu Ethanal mit Dichromat statt, die man rein formal so formulieren kann:

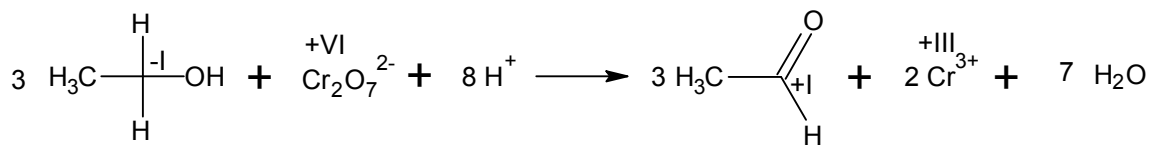
*Oxidation:*



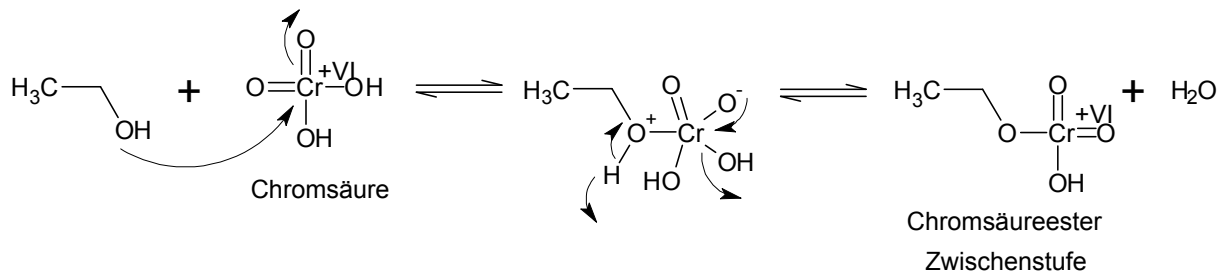
*Reduktion:*



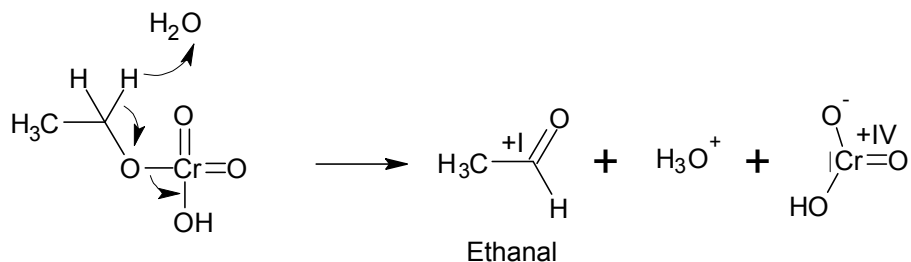
*Redox:*



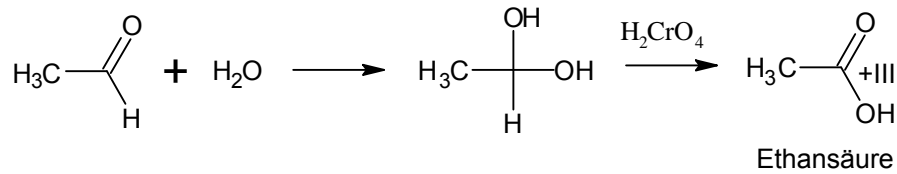
Hinter dieser Redoxreaktion steckt ein zweistufiger Reaktionsmechanismus. Durch die Reaktion von Ethanol mit Chromsäure entsteht ein Chromsäureester:



Im zweiten Schritt fungiert das gebildete Wasser als milde Base und spaltet das dem Sauerstoffatom benachbarte Wasserstoffatom ab. Es entsteht dabei eine instabile Chrom(IV)-Verbindung, die zu Chrom(III) und Chrom(V) disproportioniert oder weiter zu vollständig zu Chrom(III) reduziert wird. Bei diesem Reaktionsschritt handelt es sich formal um eine Eliminierung (E2):



Durch Angriff von Wasser wird das Ethanal hydratisiert und kann dann analog zum obigen Reaktionsmechanismus zur Carbonsäure oxidiert werden:



Eigentlich wurde Kaliumdichromat verwendet. Das Dichromation steht bei einem pH-Wert zwischen 2 und 6 mit dem  $\text{HCrO}_4^-$  -Ion im Gleichgewicht. Bei einem pH = 1 liegt überwiegend die Chromsäure  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  vor. Der saure pH-Wert entsteht durch die Zugabe von konzentrierter Schwefelsäure.

Dieses Verfahren fand früher unter dem Namen „Alcotest“ in Verkehrskontrollen zur Messung des Blutalkoholspiegels Verwendung.



Mit Hilfe einer Messskala konnte die Konzentration abgelesen werden. Heute werden sie kaum noch verwendet, da elektronische Alkotester genauer arbeiten. Durch Pusten in das Röhrchen verfärbt sich das orangene Dichromat deutlich grün, wie auch im Bild links zu erkennen ist.

Schon geringer Alkoholkonsum hat Auswirkungen auf den Körper.

Schon bei Konzentrationen von unter 0,2 ‰ ist eine verstärkte Redseligkeit zu verzeichnen, bis hin zu Gleichgewichtsstörungen,

Erbrechen, Herz-Kreislauf-Problemen und sogar zum Tod (über 4 ‰).

Alkohol wird schon im Mund über die Mundschleimhaut resorbiert und durch den Blutkreislauf im Körper verteilt. Die weitere Resorption erfolgt über den gesamten Verdauungstrakt. Das Enzym Alkoholdehydrogenase in der Leber erledigt den Abbau zu Acetaldehyd, der wiederum durch die Acetaldehyddehydrogenase zu Essigsäure oxidiert wird. Die Essigsäure wird durch die Atmungskette und den Citratzyklus im Körper verstoffwechselt.

## **Methodisch-didaktische Analyse:**

### *Einordnung:*

Die Oxidation der Alkohole gehört als wichtige Reaktion zum Themenkomplex Alkanole. Dieser Komplex kann alternativ zu den Alkanen als Einstieg in die Kohlenstoffchemie in Klasse 10 behandelt werden, wird jedoch spätestens in der Kohlenstoffchemie I in der 11. Jahrgangsstufe angesprochen.

Dieser Versuch und die damit verbundenen fachlichen Hintergründe stehen wohl eher am Ende der Unterrichtseinheit und bieten eine ideale Überleitung zur Chemie der Aldehyde und Ketone. Als Vorwissen benötigen die Schüler Kenntnisse über die Redoxchemie, die jedoch ausreichend vorher in Klasse 10 behandelt werden sollte. Ungewöhnlich wird zunächst die Erkenntnis sein, dass auch organische Verbindungen oxidiert oder reduziert werden können, was aber mit dem bereits Bekannten gut verknüpft werden kann. Als kleiner Vorversuch oder als Demonstration könnte die im fachlichen Hintergrund genannte Reaktion mit Kupferoxid dienen, da hier die bekannte Reduktion des Kupferions deutlich zu sehen ist und somit nur den Schluss auf Oxidation des Alkohols zulässt.

Wichtig ist hier vor allem auch die Erwähnung der praktischen Anwendung in Form von Alkotests. Spätestens hier sollten die physiologischen Wirkungen von Alkohol besprochen werden, was auch gut in Form von Referaten oder Gruppenarbeiten bei ausreichender Zeit geschehen kann.

### *Aufwand:*

Dieser Versuch ist sehr gut geeignet für den Einsatz in der Schule, da er unkompliziert vorzubereiten ist und auch schnell durchgeführt werden kann. Die Verfärbung des Dichromats erfolgt deutlich und schnell, sodass bei diesem Versuch eigentlich nichts schiefgehen dürfte. Zu beachten ist hier allerdings, dass dieser Versuch aufgrund des Einsatzes von Kaliumdichromat nur als Lehrerversuch durchgeführt werden darf, da von diesem Stoff vermutlich eine cancerogene Wirkung ausgeht!

Es werden für den Versuch keine außergewöhnlichen Chemikalien verwendet und er ist denkbar einfach in der Durchführung.

### *Durchführung:*

Wie schon angesprochen, ist dieser Versuch aufgrund seiner Effekte der ideale Schulversuch, der allerdings nur als Lehrerversuch durchgeführt werden darf!

Von diesem Versuch gibt es einige Variationen, wie zum Beispiel der Versuch „Pulsierende Amöben“ oder auch das Bauen eines eigenen Alkoteströhrchens, die ähnlich gut funktionieren. Sinnvoll wäre im Unterricht die Demonstration der Funktionsweise eines Alkoteströhrchens, zum Beispiel an einem Schüler, der vorher ein Mon Chéri gegessen hat. Dies kann sowohl als Einführung vorher oder auch als praktische Anwendung nachher stehen. Problematisch wird dabei wohl eher die Beschaffung des Röhrchens sein, da diese heute kaum noch erhältlich sind.

### **Literaturangaben:**

<http://dc2.uni-bielefeld.de/>

<http://www.axel-schunk.de/experiment/edm0607.html>

[www.chempage.de](http://www.chempage.de) (Bild)

Vollhardt, K.P.C., Schore, N.E., Organische Chemie, 4. Aufl., Wiley-VCH Weinheim, 2005

Soester Liste

Hessischer Lehrplan Chemie für den gymnasialen Bildungsgang, Klasse 7G bis 12G