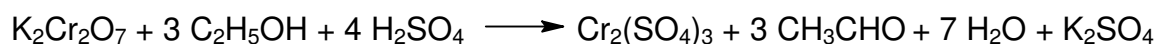


## Versuchsprotokoll

### Atemalkoholtest

Gruppe 6, Typ: Pflichtversuch

#### 1. Reaktionsgleichung



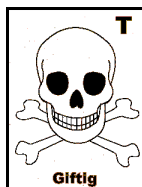
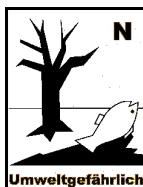
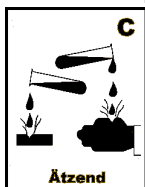
#### 2. Zeitbedarf

	Teil 1
Vorbereitung	20 min
Durchführung	5 in
Nachbearbeitung	3 min

#### 3. Chemikalien

Name	Summenformel	Gefahrensymbol	R-Sätze	S-Sätze	Einsatz in der Schule
Kieselgel, fein	SiO <sub>2</sub>	-	-	22, 24/25	S I
Schwefelsäure, 96 %ig	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	C	35	26, 30, 45	S II
Kaliumdichromat	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	T+, N	49-46-21-25-26-37/38-41-43-50/53	53-45-60-61	LV

#### Gefahrensymbole



#### 4. Materialien/Geräte

Becherglas, Porzellanschale, Trockenrohr, Glaswolle, Schnaps (oder andere stark alkoholische Getränke, oder alkoholische Pralinen)

## 5. Versuchsaufbau

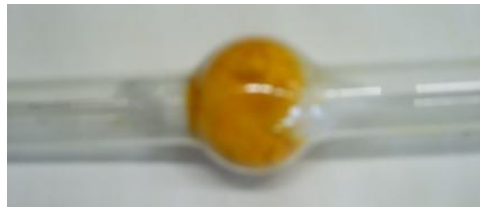


Abb. 1: Glasrohr mit in Kaliumdichromat aufgeschlämmten Kieselgel und Glaswolle

## 6. Versuchsdurchführung

Man gibt ein wenig Kaliumdichromat in ein Becherglas und löst diese in wenig konzentrierter Schwefelsäure. Anschließend vermischt man dieses mit feinem Kieselgel. Sobald dieses getrocknet ist füllt man 5 Spatelspitzen der Substanz in ein Trockenrohr und verschließt an beiden Seiten mit wenig Glaswolle.

Anschließend trinkt man einen Schnaps, z.B. Jägermeister, spült diesen gut im Mund durch und pustet kräftig in einen Luftballon und hält die Luft darin fest. Der Luftballon wird nun über das Trockenrohr gestülpt und vorsichtig entlüftet.

## 7. Beobachtung

Sobald das weiße Kieselgel in die Kaliumdichromat-Lösung gegeben wird, nimmt dieses eine orange Farbe an. Nach Entlüften des Luftballons verfärbt sich das Gel grün.

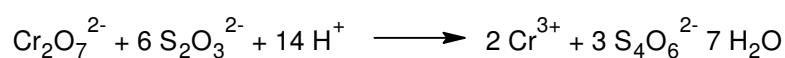


Abb. 2: Nach Entlüften des Luftballons färbt sich das Kieselgel grün

## 8. Entsorgung

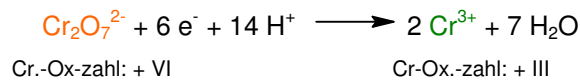
Das Kieselgel wird trocken in der Feststofftonne entsorgt.

Flüssige Dichromat-Abfälle werden mit Thiosulfat reduziert. Anschließend werden die Chrom(III)-Salze mit Natronlauge gefällt und abfiltriert. Das Filtrat wird in den Abfluss gegeben, das Chrom(III)-hydroxid wird in die Schwermetallabfälle gegeben.

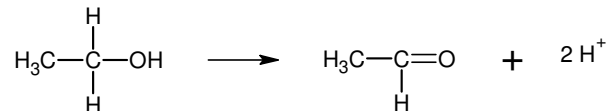


## 9. Fachliche Analyse

Dieser Versuch beruht auf der Reduktion des Kaliumdichromats durch den Alkohol. Während die Chromverbindung  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  in der Oxidationsstufe +VI orange ist, ist sie als  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  in der Oxidationsstufe +III grün. Das Dichromat spaltet die Sauerstoffatome ab und diese bilden mit  $\text{H}^+$ -Ionen aus der Schwefelsäure Wasser:



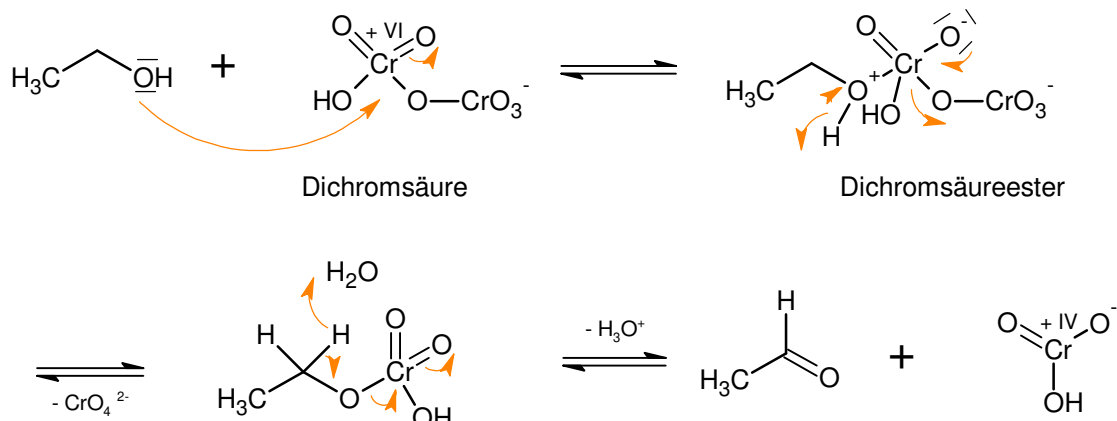
Der Alkohol trennt sich von zwei Wasserstoffatomen und wird dadurch zum Aldehyd reduziert:



Für die Gesamtreaktion folgt dementsprechend:



Die Oxidation des Alkohols erfolgt folgendermaßen:



Das freie Elektronenpaar des Sauerstoffs der Hydroxygruppe greift das Chromatom an. Dadurch wird das Sauerstoffatom des Alkohols positiv geladen. Eines der Sauerstoffatome der Dichromsäure hingegen wird negativ geladen, da die Doppelbindung zum Chromatom aufbricht. Im nächsten Schritt bildet genau dieses die Doppelbindung jedoch wieder aus. Im Gegenzug spaltet sich das Chromat-Anion ab. Das Sauerstoffatom, welches das Chromatom im ersten Schritt angegriffen hat, spaltet das Wasserstoffatom ab. Dieses Wasserstoffatom wird vom Wasser, welches als milde Base fungiert, aufgenommen und zum  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Nun zerfällt das Molekül. Die Bindungselektronen aus der Kohlenstoff-Wasserstoff-Bindung bilden zwischen dem Sauerstoff und dem Kohlenstoff eine Doppelbindung aus. Das Sauerstoffatom bricht die Bindung zum Chromatom und spaltet sich im Molekülverband als Ethanal ab. Das Chromatom nimmt die Elektronen aus der Bindung zum Sauerstoffatom auf und wird zu der instabilen Chrom(IV)-Verbindung. Diese wird entweder durch einen Ein-Elektron-Transfer zu Chrom(III) reduziert, oder reagiert in einer Komproportionierungsreaktion mit Chrom(VI)-Verbindungen zu Chrom(V) und von da aus zu Chrom(III).

Diese Methode diente jahrelang der Polizei als Alkoholttest. In diesem Sinne wird unter Alkohol lediglich Ethanol verstanden, da dies der einzige Alkohol ist, der vom Menschen konsumiert wird. Je nachdem wie weit sich das orange Dichromat grün gefärbt hat, konnte man auf die Menge Alkohol in der Atemluft und daraus wieder auf die Menge Alkohol im Blut schließen. Fiel dieser Test positiv aus, so wurde ein Blut- oder Urintest zur exakten Bestimmung des Alkoholgehaltes angeordnet. Der Atemalkoholttest beruhte auf der Diffusion des Alkohols aus dem Blut über die Lunge in den Atem. In 2100 L Atemluft ist dabei so viel Alkohol enthalten ist, wie in 1 L Blut. Da bei dem polizeilichen Alkoholttest ein Röhrchen mit kaliumdichromat- und schwefelsäurehaltiges Kieselgel benutzt wurde, konnten anhand dieses Verhältnisses eine Markierung bestimmt werden, die relativ genau abschätzen ließ, ob die pustende Person mehr oder weniger als 0,08 % Alkohol im Blut hatte, oder eben nicht. Das Autofahren mit mehr als 0,08 % Blutalkohol ist in vielen Ländern, so auch in Deutschland, strafbar. Da Kaliumdichromat jedoch stark krebserregend ist wurde dieses Verfahren abgeschafft. Der Alkotest z.B. misst das Ausmaß der Oxidation von Alkohol auf spektrometrische Weise.

Die Behauptungen einiger Leute, dass die polizeilichen Atemalkoholttests durch Rauchen, Knoblauchgenuss oder ähnliches ausgetrickst würden, sind nicht wahr.

Ein Problem des Atemalkoholtests ist, dass direkt nach dem Alkoholttest der Anteil des Alkohols im Atem extrem erhöht ist. Dadurch wird der Test verfälscht. Insgesamt werden 3 % des aufgenommenen Alkohols über die Lunge wieder ausgeschieden, 95 % werden im Körper (hauptsächlich in der Leber) zu Kohlenstoffdioxid und Wasser abgebaut. 10 mL reiner Alkohol können vom erwachsenen Organismus pro Stunde abgebaut werden. Dies entspricht ca. einem Bier oder einem halben Glas Wein. Alkohol ist für den Körper giftig. Auswirkungen sind Euphorie, Enthemmung, Desorientierung, schwindende Urteilsfähigkeit, bis hin zu Ohnmacht, Koma und Tod bei zu hohen Mengen. Da Alkohol die Blutgefäße erweitert ist z.B. auch die Geschichte von den Bergrettungshunden, die am Halsband immer ein Gefäß mit Schnaps mit sich führen, um die Unfallopfer wieder aufzuwärmen, falsch. Alkohol setzt zwar ein Wärmegefühl frei, jedoch kühlt der Körper durch die Gefäßerweiterung ab. Geringe Mengen verursachen keine bleibenden Schäden. Wird der Alkoholkonsum jedoch nicht kontrolliert und wird eine bestimmte Menge häufig überschritten, so spricht man von Alkoholismus. Dabei handelt es sich um eine Sucht, die Halluzinationen, psychomotorische Störungen, Schwachsinn und Magen- und Leberschäden nach sich führen kann.

Eine Methanolvergiftung wird übrigens durch einen Überschuss Ethanol behandelt. Durch den Ethanol wird der Stoffwechsel des Methanols gehemmt, wodurch dieser ausgeschieden wird, bevor sich schädlich Produkte aus dem Abbau des Methanols im Körper ansammeln können. Die Giftigkeit des Methanols ist noch nicht ganz sicher geklärt, beruht aber wahrscheinlich auf der Oxidation zu Formaldehyd im Körper. Formaldehyd wiederum wirkt sich negativ auf das Sehen aus. Weitere Oxidation zu Ameisensäure verursacht eine so genannte Acidose. Dabei sinkt der pH-Wert des Blutes ab, wodurch der Sauerstofftransport unmöglich wird. Dies führt zum Koma.

Methanol hat in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen, da es als Ausgangssubstanz für Treibstoffe in Erwägung gezogen wird.

## 10. Didaktische Analyse

Dieser Versuch ist in Jahrgangsstufe 11 einzuordnen, unter das Thema „Einführung in die Kohlenstoffchemie“. Hier soll es auch um die physiologische Wirkung von Ethanol, sowie um soziale und gesundheitliche Aspekte gehen. Ebenso einbezogen wird der Alkohol Methanol z.B. auch als Treibstoffzusatz. Da das Kaliumdichromat jedoch stark toxisch ist, muss jeder Lehrer selber entscheiden, ob er diesen Versuch in der Schule durchführen möchte, oder nicht. Auf jeden Fall muss beachtet werden, dass Jugendliche unter 18 Jahren keinen hochprozentigen Alkohol konsumieren dürfen. In Jahrgangsstufe 11 sind die Schüler im Normalfall noch unter 18. Sollte dieser Versuch mit Schülern durchgeführt werden, so ist außerdem unbedingt darauf zu achten, dass die Testperson nicht direkt das Glasröhrchen in den Mund nimmt. Hierfür eignet sich gut ein Luftballon. Die Testperson kann diesen aufpusten und ihn anschließend über das Glasröhrchen stülpen und den Atem so mit dem Dichromat in Verbindung bringen. Das Ergebnis ist sehr gut sichtbar.

Der zeitliche Aufwand dieses Versuchs ist nicht sehr hoch. Das Kieselgel kann für mehrere Versuche hergestellt und aufbewahrt werden. Der materielle Aufwand ist ebenfalls sehr gering.

Wenn das Thema Alkohol behandelt wird, muss unbedingt auf den Alkoholmissbrauch und den Alkoholismus eingegangen werden. Gerade Jugendliche in dem Alter konsumieren diesen nicht nur an Wochenenden häufig in zu große Mengen und sollten über die Wirkung aufgeklärt werden. Es bietet sich auch ein Exkurs an, Alkohol als möglichen Treibstoff zu betrachten.

## 11. Literatur

Versuchsquelle:

[1] Blume, R., *Die klassische Atemalkoholprobe*, Cornelsen Verlag GmBH, Berlin,  
<http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-007.htm> (letzter Zugriff: 30.11.08, 17:22 Uhr)

Fachquellen:

[2] *Lehrplan Chemie für die Jahrgangsstufen G7 bis G12* des hessischen Kultusministeriums, 2005  
([http://www.kultusministerium.hessen.de/irj/HKM\\_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2](http://www.kultusministerium.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2))

[3] Unfallkasse Hesse (UKH), Hessisches Kultusministerium, *Hessisches GefahrstoffInformations System Schule (HessGISS)*, Version 11.0, 2006/2007

[4] Vollhardt, K. Peter C., Schore, Neil E., *Organische Chemie*, Vierte Auflage, Wiley-VCH, Weinheim, 2005