

Hinweis

Bei dieser Datei handelt es sich um ein Protokoll, das einen Vortrag im Rahmen des Chemielehramtsstudiums an der Uni Marburg referiert. Zur besseren Durchsuchbarkeit wurde zudem eine Texterkennung durchgeführt und hinter das eingescannte Bild gelegt, so dass Copy & Paste möglich ist – aber Vorsicht, die Texterkennung wurde nicht korrigiert und ist gerade bei schlecht leserlichen Dateien mit Fehlern behaftet.

Alle mehr als 700 Protokolle (Anfang 2007) können auf der Seite http://www.chids.de/veranstaltungen/uebungen_experimentalvortrag.html eingesehen und heruntergeladen werden.

Zudem stehen auf der Seite www.chids.de weitere Versuche, Lernzirkel und Staatsexamensarbeiten bereit.

Dr. Ph. Reiß, im Juli 2007

192

Protokoll zum Lehramtsvortrag

" E T H A N O L "

gehalten am 26. Mai 1982

von Ulrich G r e i s

GLIEDERUNG DES VORTAGS

- I Einleitung

- II Einige physikalische Eigenschaften

- III Elementar-Analyse
 - Nachweis von C, O, H
 - Strukturanalyse

- IV Die Hydroxylgruppe und ihre chemischen Reaktionen

- V Ethanol in Genußmitteln

Ziel des Vortrags: Anhand einiger einfach durchzuführender Versuche, soll die Struktur und Zusammensetzung der organischen Verbindung Ethanol gezeigt werden. Es sollen einige wichtige physikalische und chemische Eigenschaften vorgestellt werden, sowie auf Ethanol als Bestandteil von Genußmitteln eingegangen werden.

Historisches: Ethanol als Bestandteil alkoholischer Getränke war schon zu prähistorischen Zeiten bekannt. So beschreibt eine 8000 - 9000 Jahre alte sumerische Keilschrift-Tafel die Bierbereitung. Weinähnliche Getränke aus Trauben wurden vor etwa 7000 Jahren erstmals bereitet, das Verfahren der Destillation zwischen 1150 und 1250 erstmalig in Süditalien angewendet.

Folie: Einige physikalische Daten und Eigenschaften

Versuch: Mischen von Ethanol mit: Wasser, Ether, Chloroform, Toluol

Das zu beobachtende Verhalten ist durch die Struktur des Ethanol-Moleküls bedingt: das unpolare Kohlenwasserstoff-Ende bedingt die Löslichkeit in unpolaren Lösungsmitteln, wie z.B. Toluol, während die Ausbildung von H-Brückenbindungen durch die OH-Gruppe die Löslichkeit in Wasser erklärt.

Bei der Mischung von reinem Ethanol mit Wasser tritt das Phänomen der Volumenverminderung auf.

Versuch: Ein 100ml Meßzylinder ist mit genau 50ml Wasser gefüllt, ein zweiter mit 50ml Ethanol. Die beiden Flüssigkeiten werden zusammengegossen, umgerührt und das Gesamtvolumen abgelesen: ca. 96ml.

Durch Anziehungskräfte zwischen den Hydroxylgruppen der Ethanol-Moleküle und den Wasser-Dipolen werden die einzelnen Moleküle dichter zueinander hingezogen.

Wenn es für die Wassermoleküle energetisch günstiger ist, statt Ethanolmolekülen z.B. anorganische Ionen zu solvatisieren, werden die H-Brücken zum Ethanol aufgegeben.

Versuch: Zugabe von Kaliumcarbonat zur Ethanol/Wasser-Mischung: Auftreten von zwei Phasen, oben Ethanol angereichert, unten gesättigte, wäßrige Kaliumcarbonat-Lösung.

Die experimentelle Aufklärung von Zusammensetzung und Struktur des Ethanol wird nachfolgenden.

Versuch: Kohlenstoff-Nachweis. In einem kleinen Reagensglas befindet sich mit Ethanol getränkter Sand, davor schwarzes Kupfer II-Oxid. Das Glas ist mit einem Stopfen verschlossen, durch den eine Düse in ein Gefäß mit Ca(OH)_2 -Lösung führt. CuO und Sand werden mit der Bunsenbrennerflamme durchgeglüht. CaCO_3 fällt aus der Ca(OH)_2 -Lösung aus, das Kupferoxid verfärbt sich rot.

Folie: Reaktionsgleichung. Ergänzung: Es kann durchaus auch metallisches Kupfer entstehen.

Versuch: Sauerstoff-Nachweis. Wie oben, vor dem Sand jedoch Mg-Späne, Düse mündet in die Luft.

Vorsichtiges Erwärmen zur Vertreibung der Luft aus dem Reagensglas, dazu Glas leicht nach vorn geneigt.

Wenn nur noch Ethanol-Dämpfe aus dem Glas entweichen (Überprüfen durch Entzünden, Flamme muß gleichmäßig brennen), Sand und Mg kräftig durchglühen.

Man beobachtet ein aufglühen des Mg, das mit dem Ethanol-Sauerstoff zu MgO reagiert, sowie stellenweise eine Schwärzung des Glases durch elementaren Kohlenstoff.

Der Wasserstoff-Nachweis wird mit der quantitativen Bestimmung des Hydroxylgruppenwasserstoffs verbunden.

Versuch: In einem kleinen Reagensglas mit seitlichem Anschluß wird ein definiertes Ethanol-Volumen mit Natrium-Gries zur Reaktion gebracht und der entstehende Wasserstoff in einem Kolbenprober quantitativ aufgefangen. Zwischen Reagensglas und Kolbenprober befindet sich ein Dreiwege-Hahn, an dem zusätzlich ein Manometer zum Druckausgleich zwischen System und Außenluft angebracht ist.

(Herstellen von Natrium-Gries: Mit Spatel und Pinzette kleine Stückchen Natrium in ein Reagensglas mit Toluol geben. Toluol in der Brenner-Flamme zum Sieden bringen, dabei nur wenig Flüssigkeit in einem großen Glas, da Toluol feuergefährlich. In siedendem Toluol formen sich die Natrium-Stückchen zu Kügelchen mit optimal großer Reaktions-Oberfläche.

Glas

Glas abkühlen und mit Ether mehrmals nachwaschen.)

Folie: Reaktionsgleichung

Tafel: Rechenweg zur Auswertung des Versuchs:

1 Mol Ethanol liefert 1/2 Mol H_2 = 11,2L

Eingesetzt: 0,3ml = 0,237g = 0,005 Mol liefern 57,7ml H_2

Der experimentell gefundene Wert wird umgerechnet auf Standardbedingungen und mit dem theoretischen Wert verglichen

$$\frac{\text{exp. Wert} \cdot p \cdot T_0}{p_0 \cdot T} = \text{praktischer Wert}$$

Während der quantitative Versuch läuft, Demonstration der Wasserfreiheit des eingesetzten Ethanols durch Zugabe von wasserfreiem $CuSO_4$.

Keine Blaufärbung, Vergleich mit Ethanol, 96%-ig: Blaufärbung durch Aufnahme des Wassers ins Kristallgitter von $CuSO_4$.

Nach Abschluß der quantitativen H_2 -Bestimmung qualitativer Nachweis durch Knallgasprobe.

Wie der vorangegangene Versuch gezeigt hat, ist ein Wasserstoff-Atom im Ethanol-Molekül reaktiver als die übrigen fünf. Es ist an das Sauerstoffatom gebunden. Dieses zieht die Elektronen der Bindung stark zu sich heran, so daß die Abgabe des Protons erleichtert wird.

Diese OH-Gruppe, als Hydroxylgruppe bezeichnet ist die funktionelle Gruppe aller Alkohole. Sie ist kovalent an ein Kohlenstoff-Atom gebunden und liegt nicht ionisch vor wie die OH-Ionen in anorganischen Salzen. Daher dissoziiert Ethanol auch nicht in Wasser.

Versuch: Zwei Erlenmeyer-Külbchen mit je etwas Wasser und Phenolphthalein. Zugabe von Ethanol bzw. NaOH. Im letzteren Fall Violettfärbung durch alkalische Reaktion.

Nach der Anzahl der im Alkohol-Molekül vorhandenen Hydroxylgruppen spricht man von ein-, zwei- oder dreiwertigen Alkoholen.

Ist das die Hydroxylgruppe tragende C-Atom nur noch mit einem weiteren C verbunden und ansonsten durch H substituiert, liegt ein primärer Alkohol vor. Durch Substitution der Wasserstoffe gelangt man zu sekundären und tertiären Alkoholen.

Ethanol ist ein einwertiger, primärer Alkohol und zeigt alle für diese Stoffe typischen Reaktionen.

Eine dieser Reaktionen wurde bereits demonstriert: die Bildung von Salzen mit Alkalimetallen.

Versuch: Na-Ethanolat wird demonstriert und etwas in Wasser/Phenolphthalein gelöst. Violettfärbung zeigt alkalische Reaktion an

Folie: Reaktionsgleichung

In Analogie zum Wasser kann Ethanol aber nicht nur ein Proton abgeben und ins Ethanolat-Anion übergehen, es kann auch durch Aufnahme eines Protons zum Ethanolium-Ion werden.

Versuch: Leitfähigkeitsmessung.

Mit einem Leitfähigkeitsprüfer wird die Leitfähigkeit von reinem Ethanol bei einer angelegten Spannung von etwa 5 Volt überprüft.

Meßbereich: 3 oder 10 mAmpère. Beobachtung: kein Stromfluß.

Anschließendes Einleiten von HCl-Gas aus der Stahlflasche (zur Trocknung durch H_2SO_4 leiten, Sicherheitswäschtasche davor einschalten) führt zum Ausschlag auf dem Meßgerät.

Folie: Reaktionsgleichung

Cl^- -Ionen können mit ethanolischer $AgNO_3$ -Lösung nachgewiesen werden.

Eine weitere wichtige Eigenschaft des Ethanols ist seine reduzierende Wirkung. Ethanol wird dabei selbst zum Acetaldehyd und weiter bis zur Essigsäure oxidiert.

Folie: Strukturformeln mit Oxidationszahlen von Ethanol, Acetaldehyd und Essigsäure

Praktische Anwendung findet die reduzierende Wirkung des Ethanoëls in der halbquantitativen Blutalkohol-Bestimmung mittels Puste-Röhrchen.

Die Atemluft wird über mit Dichromat und Schwefelsäure gesättigtes Silicagel im Röhrchen geleitet, dabei reduziert der Alkohol das Chrom im Dichromat von seiner Oxidationsstufe +6 (orangerot) zu +3(grün).

Die Länge der grün verfärbten Zone gibt Aufschluß über den Alkohol-Soiegel.

Versuch: "Alcotest". Durch eine mit 50%-igem Ethanol gefüllte Waschflasche wird Luft geblasen und durch ein Glasrohr geleitet, in dem sich mit Kaliumdichromat/Schwefelsäure getränkte Glaswolle befindet.

Die Farbe wechselt von orangerot zu grün.

Wird eine Blutprobe beim alkoholisierten Verkehrsteilnehmer entnommen, so wird der genaue Alkoholgehalt auf enzymatischem Wege bestimmt, Ethanol wird durch Alkohol-Dehydrogenasen zu Acetaldehyd oxidiert, dabei wird Wasserstoff auf NAD übertragen. NADH und NAD unterscheiden sich an ihrem Absorptionsverhalten. (Photometrische Bestimmung).

Eine weitere wichtige Reaktion der Hydroxylgruppe ist die Esterbildung mit organischen Säuren.

Versuch: In ein Reagenzglas wird eine Mischung von etwa 2Teilen Ethanol, 1Teil Essigsäure, 2Teile Schwefelsäure gegeben. Es bildet sich Essigsäure-ethylester, der an seinem charakteristischen Geruch erkannt wird.

Folie: Reaktionsgleichung

Im allgemeinen reagieren Carbonsäuren wegen der geringen Carbonylaktivität nur langsam mit Alkoholen. Durch Zugabe starker Säuren als Katalysatoren läßt sich die Reaktion beschleunigen.

Die große Menge an zugegebener Schwefelsäure bindet entstehendes Wasser und zwingt die Reaktion in Richtung Esterbildung.

Demonstration: Scheidetrichter mit: unten Wasser, oben Essigsäure-ethylester
Zwei Phasen, Ester mit Sudan III angefärbt.

Ethanol in Genußmitteln.

Der Gebrauch von Ethanol als Rauschmittel hat in unserer Kultur Tradition und ist gesellschaftlich sanktioniert.

Seine neurophysiologische Wirkung besteht darin, daß der beim Abbau entstehende Acetaldehyd bestimmte Neurotransmitter bindet und so den normalen Nervenzell-Kontakt erschwert bzw. verhindert.

Alkoholische Getränke gewinnt man, indem man Fruchtsäfte oder ähnliche, Kohlenhydrate enthaltende Flüssigkeiten, ~~xxx~~ durch Hefepilze vergären läßt. Dabei wird Glucose zu Ethanol abgebaut.

Folie: Alkoholische Gärung

Für technischen Alkohol gibt es außerdem noch den Syntheseweg über die direkte Hydratisierung von Acetylen bei höheren Temperaturen und Drücken von ca. 250 bar.

Versuch: Nachweis von Ethanol im Gärungsprodukt Wein

Ein Reagensglas mit etwas Wein wird im Wasserbad erhitzt. Die vor dem Sieden durch eine Düse austretenden Ethanol-Dämpfe werden entzündet.

Immer wieder kommt es zu Vergiftung oft tödlichen Ausgangs, weil alkoholische Getränke mit Methanol ("Methylalkohol") zubereitet wurden. Die Abbauprodukte des Methanols, Formaldehyd und Ameisensäure, wirken als starke Zellgifte.

Versuch: Unterscheidung von Methanol und Ethanol durch Flammenfärbung nach Bildung des Borsäureesters.

Grüne Flamme durch schnell gebildeten und leichter flüchtigen Borsäuretrimethylester.

Folie: Reaktionsgleichung.

LITERATURLISTE

- FLÜGEL, Rolf: Die Chemie in Schulversuchen, Teil II Organische Chemie
PHYWE-Schriftenreihe, Industrie-Druck GmbH-Verlag,
Göttingen
- KRÄMER, H.: Laborversuche, Teil 2 Übungen aus der organischen Chemie
Verlag Handwerk und Technik
- STAPF/HRADETZKY: Chemische Schulversuche, Teil 3 Organische Chemie
Verlag Harri Deutsch, 1975
- SZABADVARY, F.: Geschichte der Analytischen Chemie,
Lizenzausgabe Vieweg & Sohn, Braunschweig 1966
- HÄUSLER, Karl: Natur und Technik, Chemie 2
Verlag Cornelsen-Velhagen & Klasing, München 1980
- SCHLEIP/WIEDERHOLT: Chemie, Hirschgraben-Verlag, Frankfurt 1978
- GRÖBKOPF: zur Alcotest-Reaktion, Zeitschr.f.Angew.Chemie 66, 1954
S: 295-297
- RÜMPP'S chemisches Lexikon

Einige physik. Eigenschaften :

Dichte : 0,794

Festpkt. : $-114,5^{\circ}\text{C}$

kd. pkt. : $78,32^{\circ}\text{C}$

Destillierter Ethanol enthält

ca. 96 % Alkohol

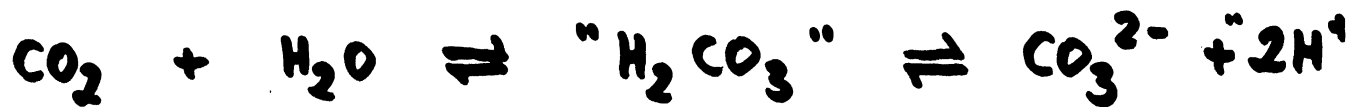
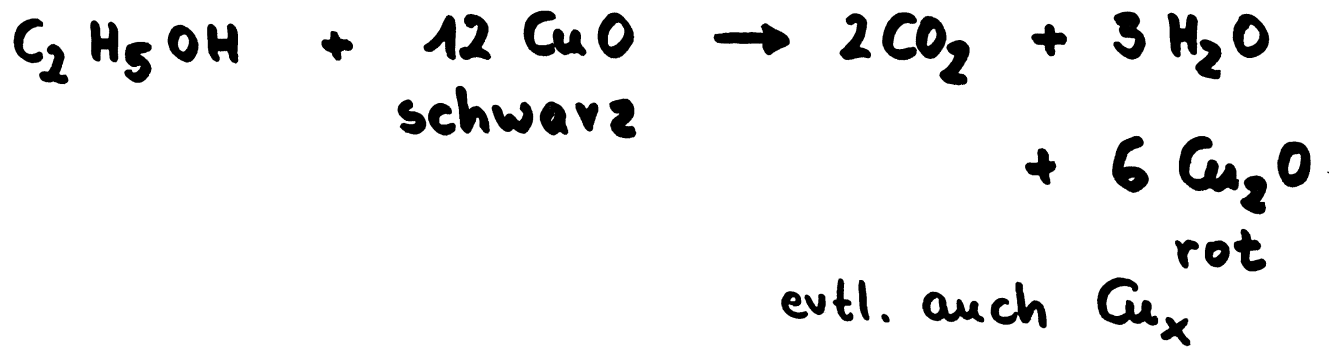
u. 4 % Wasser

Uneingeschränkt mischbar mit



Toluol

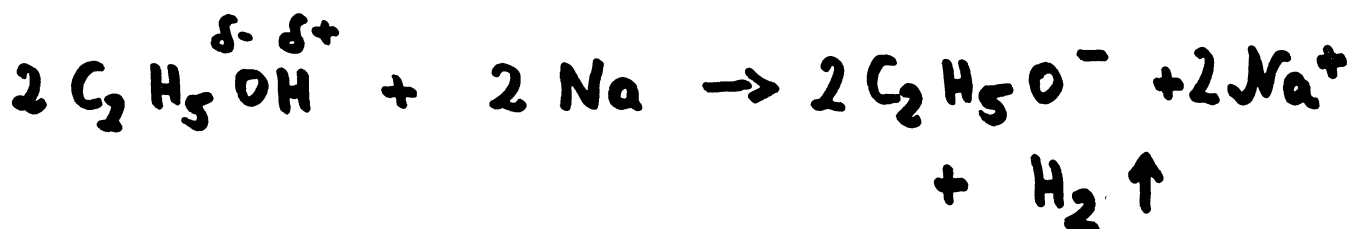
C- Nachweis :



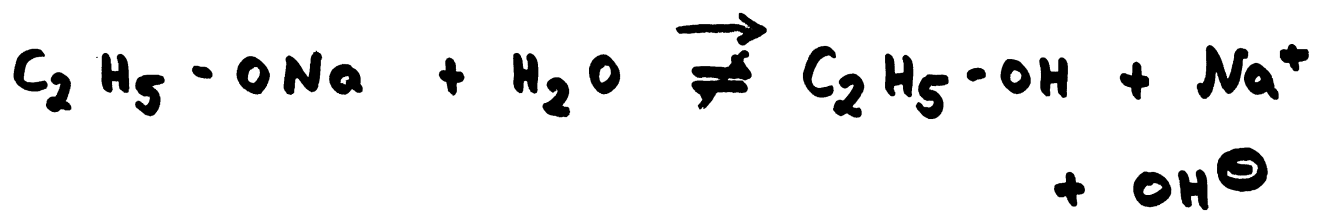
O- Nachweis :



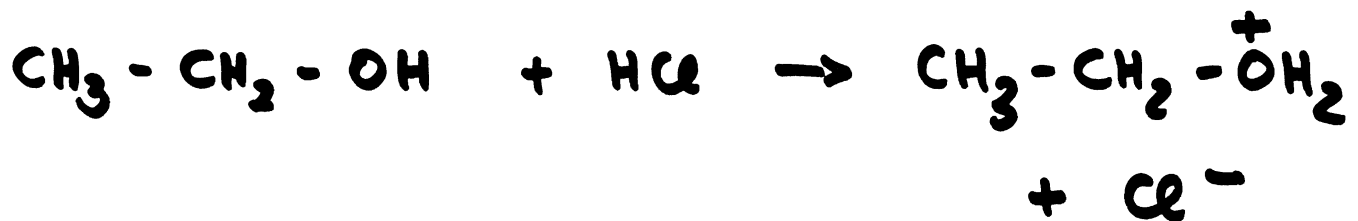
H- Nachweis :



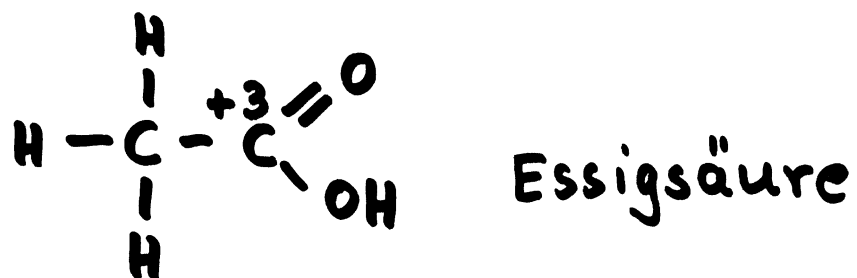
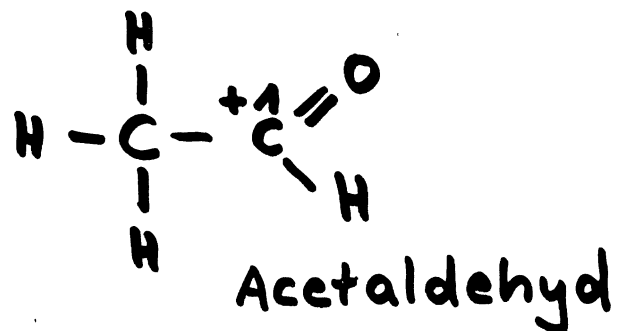
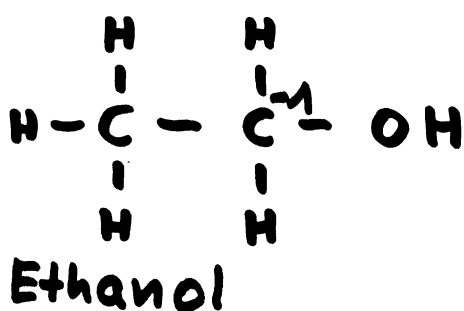
Reaktion von Na-Ethanolat mit H_2O :



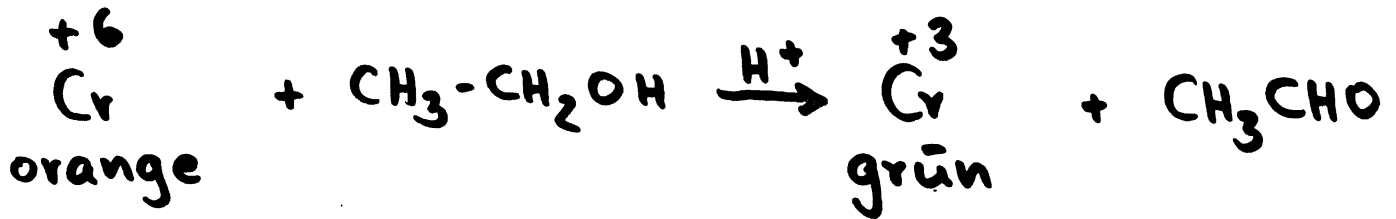
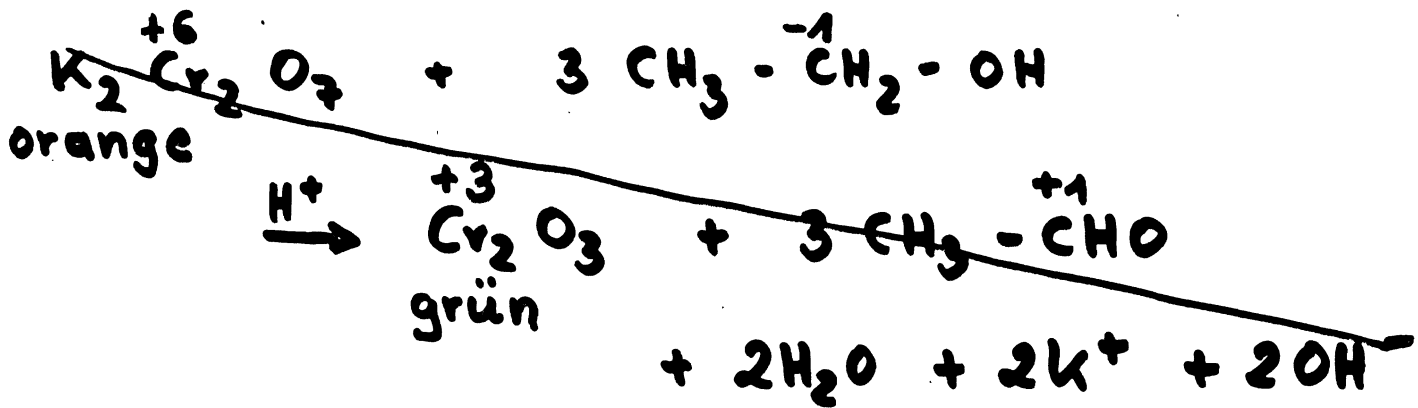
Lösen von HCl -Gas in Ethanol:



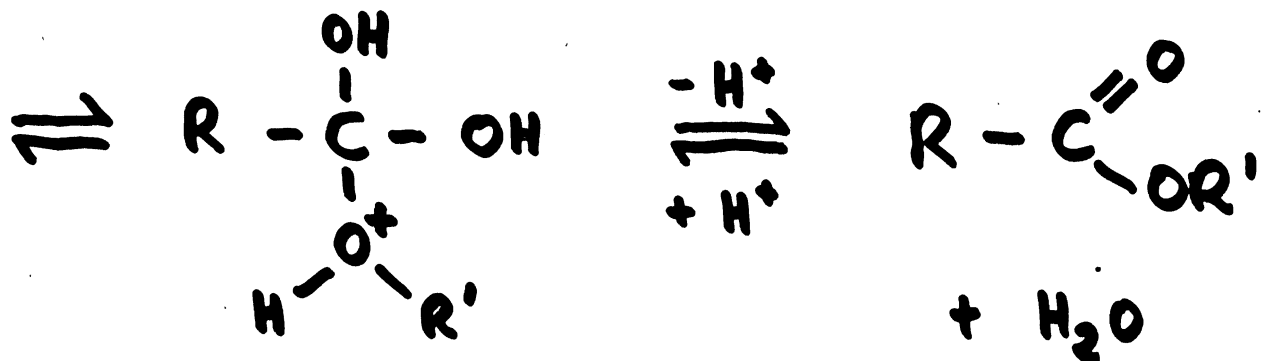
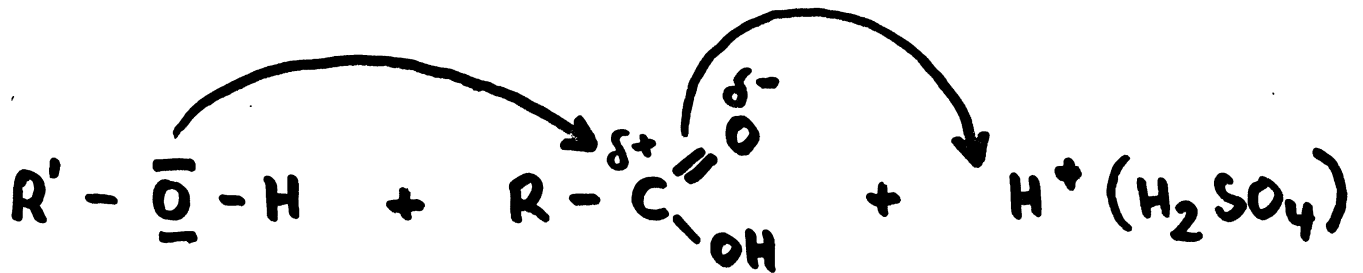
Oxidationsprodukte von Ethanol:



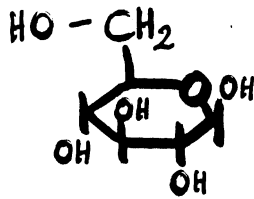
"Alcotest" - Reaktion :



Reaktion mit Essigsäure :

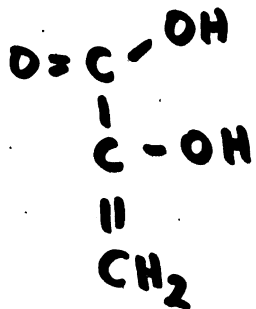


Die alkoholische Gärung:

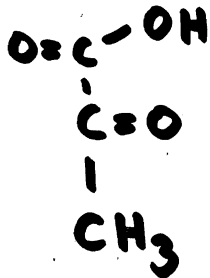


Glucose

Glykolyse (in jeder Zelle)

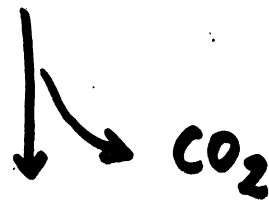


Enolform

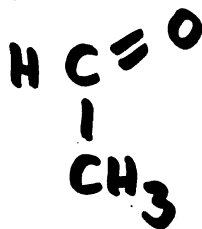


Ketoform

Brenztraubensäure



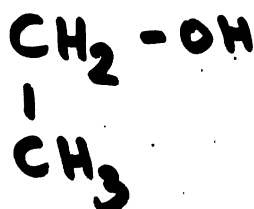
Hefepilze



Acetaldehyd

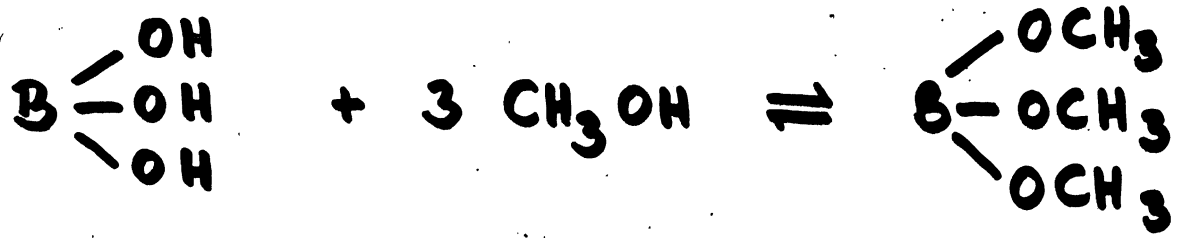


Reduktion

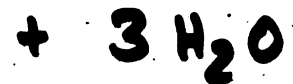
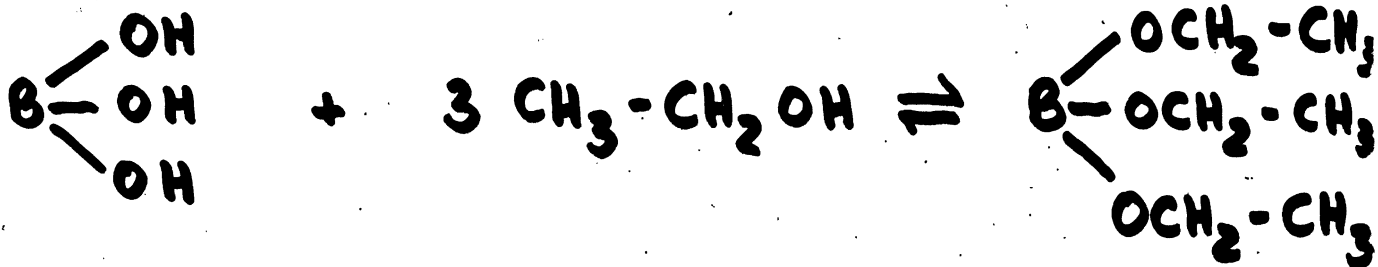


Ethanol

Bildung des Borsäure - Esters :



Borsäure trimethylester
(schnell)



Borsäure triethylester
(langsam)