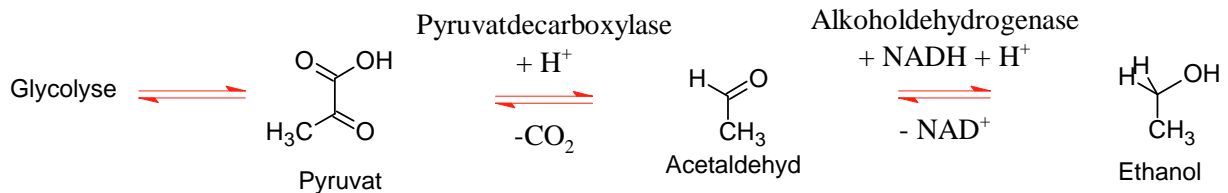


Gruppe 6  
Herstellung von Alkohol mittels Hefe

**Reaktionsgleichung:**



**Zeitbedarf:**

Vorbereitung: 5 min

Durchführung: 1 Woche

Nachbereitung: 10 min (Entsorgung)

**Eingesetzte Substanzen:**

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	Gefahrensymbole	R-Sätze	S-Sätze	Einsatz in der Schule
Glucose	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	6 g	--	--	--	S1
Hefe		1 g	--	--	--	S1
Calciumhydroxid-Lsg.	Ca(OH) <sub>2</sub> aq	Wenige mL	--	--	--	S1

**Materialien:**

(unten: Ausgangssubstanzen zur Alkoholherstellung)

500 mL Erlenmeyerkolben, durchbohrter Gummistopfen, Gärröhrchen

**Durchführung:**

Man löst in 300 mL Wasser 1 g Hefe und gibt danach 6 g Glucose hinzu. Man verschließt den Kolben mit dem Korkstopfen und steckt ein mit Calciumhydroxidlösung befülltes Gärröhrchen durch den Stopfen.



**Beobachtung:**

Die Lösung ist anfangs durch den Zucker sehr trüb. Nach wenigen Stunden haben sich diese Stoffe am Boden des Erlenmeyerkolbens abgesetzt. Im Gärröhrchen kann man nach einem Tag einen deutlichen weißen Niederschlag beobachten. Die Lösung wird immer klarer.

### Entsorgung:

Die Lösung im Kolben kann entweder kanalisiert werden oder noch einer Destillation unterzogen werden um die Herstellung des Alkohols zu beweisen. Der Alkohol kann dann zu den organischen Lösungsmittelabfällen gegeben werden.

### Fachliche Analyse:

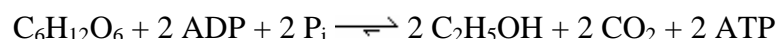
Die stimulierende Wirkung von vergorenen Früchten war dem Menschen schon seit tausenden von Jahren bekannt. Schon in der Steinzeit beschwipsten sich unsere Vorfahren mit vergorenen Früchten die immer hin einen Alkoholgehalt von 2 % besaßen. Dies reichte jedoch nur um leicht angesäuselt zu werden. Doch so konnten die Menschen schon die ersten Rauscherlebnisse feiern. ☺



(oben: Gärvorrichtung mit Gärröhrchen)

Wenn Früchte zu lange liegen bleiben, sorgen die auf der Schale lebenden Hefen (*Saccharomyces cerevisiae*, gehört zu den Schlauchpilzen (*Ascomyceten*)) für eine langsame Umwandlung der, in den Früchten enthaltenen, Glucose zu Alkohol. Dieser Vorgang spielt nur unter anaeroben Bedingungen eine Rolle, weil ansonsten das im Laufe der Glycolyse entstandene NADH auch zur oxidativen Phosphorylierung genutzt werden kann. Aber dieser Vorgang benötigt Sauerstoff. Wenn kein Sauerstoff vorhanden ist, muss das gebildete NADH wieder verbraucht werden, damit das Gleichgewicht zwischen beiden Redoxäquivalenten erhalten bleibt. Dabei wird allerdings viel weniger ATP gebildet als unter aeroben Bedingungen. Doch der Alkohol hat noch eine andere sehr nützliche Funktion. Die Hefe produziert diesen Stoff um sich vor anderen Nahrungskonkurrenten zu schützen, da Ethanol für alle anderen Zellen (ab ca. 12 vol% auch für die Hefe) ein Zellgift ist.

Der Mensch erkannte schon sehr schnell unter welchen Bedingungen sich zuckerhaltige Getränke in alkoholische umwandeln. Heute wird der meiste Alkohol durch diese Fermentation mit Hefe unter anaeroben Bedingungen hergestellt. Dabei benötigt man immer einen zuckerhaltigen Ausgangsstoff. Die Hefe wandelt diesen Zucker zu Ethanol und Kohlendioxid um. Das Kohlendioxid verbleibt auch teilweise in dem Getränk und sorgt z.B. beim Bier für den spritzigen Geschmack. Hier die Nettoreaktionsgleichung der alkoholischen Gärung:



### Didaktische Analyse:

Der Versuch ist in der 11G.1 anzusiedeln, da hier die Alkohole und auch ihre Herstellung behandelt werden. Der Versuch kann aber noch besser dazu umgewandelt werden direkt Bier herzustellen. Dieses kann dann sogar auf einer Kursfeier probiert werden. Dies schafft ein viel persönlicheres Verhältnis zu dem hergestellten Produkt, als es in unserem Fall möglich war, da wir es lieber nicht trinken wollten.

Man kann durch diesen Versuch auch gut die Parallelen zur Biologie und zur Menschheitsgeschichte einbringen, da man hier aerobe und anaerobe Bedingungen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

Der apparative Aufwand dieses Versuches ist nicht sehr hoch.

Der finanzielle Aufwand kann beim Bier brauen an sich schon etwas höher sein, da man erst Hopfen und auch Malz besorgen muss, und die Preise für diese Stoffe sind gerade in den letzten Jahren stark gestiegen.

Der Effekt der Kohlendioxidbildung kann im Gärröhrchen gut beobachtet werden.

Doch der Effekt der Alkoholbildung kann sowieso erst nach einiger Zeit beobachtet werden, und dies auch nicht direkt. Man müsste in diesem Fall auch wieder einen Alkoholtest heranziehen um den Alkohol nachzuweisen. (Bsp. Dichromat-Teströhrchen)

Der Versuch ist gut als Schülerversuch durchführbar, da keine bedenklichen Chemikalien benutzt werden.

Wenn man, wie wir es getan haben, die Gärung nur als Kipp-schütt-Versuch durchführt, ist der zeitliche Aufwand wirklich nicht groß, obwohl man eben ein bisschen warten muss bis sich Alkohol bildet.

Wenn man Bier mit den Schülern zusammen braut sollte man schon fast einen ganzen Vormittag einplanen, weil man sehr lange rühren und aufkochen muss.

### **Literatur:**

- Soester Liste Version 2.7
- Hessischer Lehrplan G8 der Chemie für Gymnasien
- (Quelle: Organische Chemie, K. Peter C. Vollhardt, Wiley-VCH (Vierte Auflage), 2005 S. 347-350)