

Versuch: Alkoholische Gärung**Zeitbedarf:**

Vorbereitung: 2 Minuten, Destillation Minuten

Durchführung: 5 Minuten, Destillation 15 Minuten

Nachbereitung: 5 Minuten, Destillation 10 Minuten

Reaktionsgleichungen:**Chemikalien:**

Chemikalien	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbol	Schuleinsatz
Zucker	20 g	-	-	-	Erlaubt
Hefe	1 Päckchen / 1 frische Hefe	-	-	-	Erlaubt
Calciumhydroxid Ca(OH) ₂	Zum Herstellen von „Kalkwasser“	-	-	Xi	Sek. I
Wasser H ₂ O	200 mL	-	-	-	-

Geräte:

250 mL-Erlenmeyerkolben

Spatel

Waage

Gärröhrchen

Durchbohrter Stopfen

Magnetrührer mit Rührfisch

Filter

Filterpapier

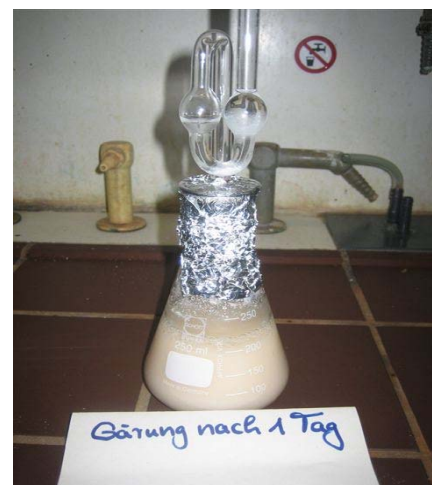
Becherglas

Durchführung:

In einen 250 mL-Erlenmeyerkolben gibt man unter Rühren 20 g Zucker, 200 mL Wasser und etwas Hefe. Anschließend wird der Erlenmeyerkolben mit Hilfe eines durchbohrten Stopfens und gegebenenfalls Alufolie luftdicht verschlossen und ein Gärröhrchen angebracht. In das Gärröhrchen wird bis zu halber Höhe filtrierte Calciumhydroxidlösung („Kalkwasser“) gegeben. Der Ansatz wird einige Tage stehengelassen. Er wird dann destilliert und das Produkt auf Geruch getestet.

Beobachtung:

Nach Zugabe der Hefe ist sofort eine Reaktion zu verzeichnen, die sich durch Blubbern und Blasenbildung bemerkbar macht. Schon am nächsten Tag ist ein weißer Niederschlag im Gärröhrchen zu sehen. Durch Abdestillieren erhielt man eine annähernd klare Flüssigkeit, die nach Geruchsvergleich mit einer Blindprobe als Ethanol identifiziert werden konnte.



Entsorgung:

Die Reste werden neutral in den Abguss gegeben.

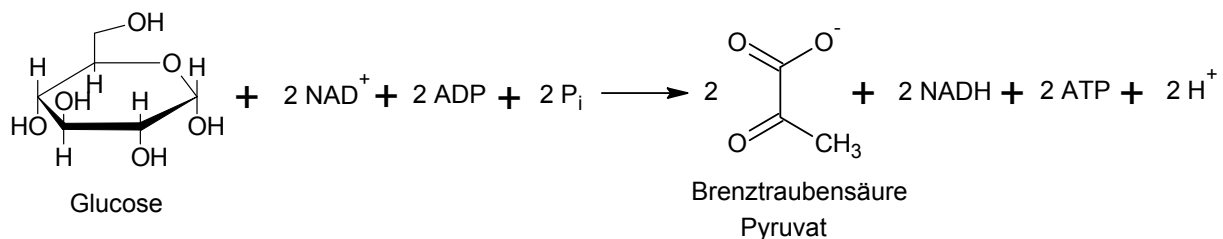
Fachliche Analyse:

Die alkoholische Gärung ist eine abgewandelte Form der Zellatmung, die im Körper zur Synthese von energielieferndem ATP abläuft. Dieser Vorgang findet in der inneren Mitochondrienmembran statt und besteht aus mehreren Schritten, die in Summe folgende Reaktionsgleichung ergeben:



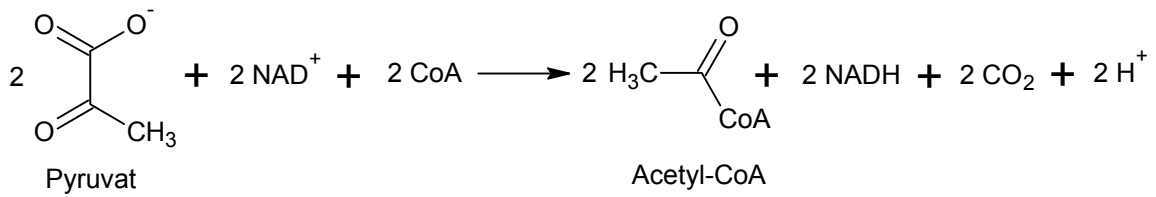
Durch die Zellatmung wird Glucose als Energielieferant in Form von ATP vollständig zu Kohlendioxid und Wasser abgebaut. Dies geschieht folgendermaßen:

1) Glykolyse



2) Oxidative Decarboxylierung

Hier wird vom Pyruvat Kohlendioxid abgespalten (Decarboxylierung) und die entstehende Essigsäure an den Cofaktor Coenzym CoA gebunden:



3) Citratzyklus

Hier wird Acetyl-CoA unter zwischenzeitlicher Bildung von Citronensäure vollständig unter ATP-Bildung und CoA-Regeneration zu Kohlendioxid umgewandelt.

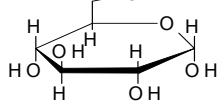
4) Endoxidation

Hier wird mit Hilfe der Reduktionsäquivalente NADH der Großteil des ATPs gebildet. Insgesamt werden durch Zellatmung theoretisch 38 ATP pro Glucosemolekül gebildet.

Anaerobiose

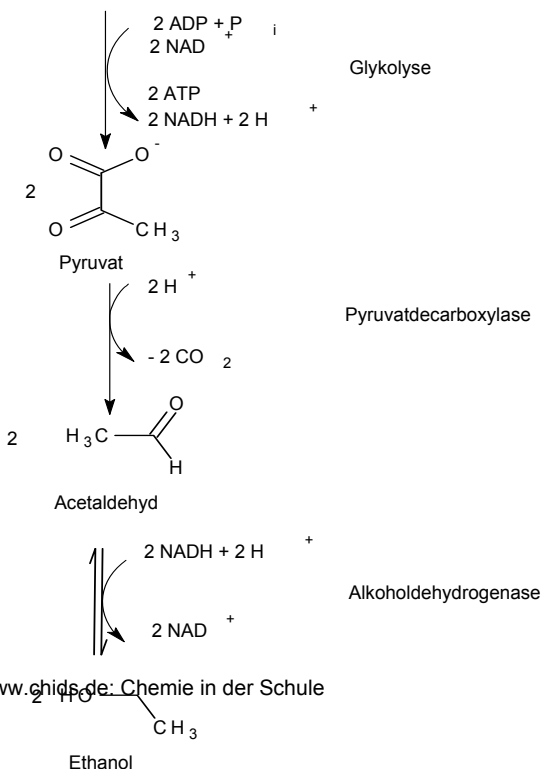
Dieser Weg ist nur bei ausreichender Sauerstoffzufuhr möglich. Jedoch kann dieser Prozess in veränderter Form auch anaerob ablaufen, zum Beispiel bei Flucht- oder Beutefangreaktionen (funktionsbedingte Anaerobiose) oder auch biotopbedingt zum Beispiel bei Parasiten

(biotopbedingte Anaerobiose). Unterschied zur oxidativen Zellatmung liegt



Glucose

hier vor allem im Energiegewinn, der hier nur theoretisch in Form 2 gebildeten ATP-Molekül pro Glucosemolekül liegt.



Der gebildete Acetaldehyd ist giftig für den Körper. Beim Abbau von Ethanol nach Alkoholgenuss wird er ebenfalls durch die Alkoholdehydrogenase zu Essigsäure umgebaut, die dann im Citratzyklus verarbeitet wird.

Das Prinzip der alkoholischen Gärung macht man sich bei der Herstellung alkoholischer Getränke zu Nutze. Aus verschiedenen Substraten wie Maische oder zuckerhaltigen Fruchtsäften können durch Gärung Bier, Wein, Sekt und ähnliches hergestellt werden. Dabei werden unterschiedliche Hefesorten verwendet.

Bekannt aus dem Haushalt ist die klassische Bäckerhefe *Saccharomyces cerevisiae*, die beim Backen dasselbe Phänomen hervorruft: das entstehende Kohlendioxid macht den Teig locker und luftig, der entstehende Ethanol verdampft aufgrund der hohen Temperaturen.

Didaktisch-methodische Analyse:

Einordnung:

Dieser Versuch gehört zum Themenkomplex Alkohole, der in der 10. bzw. 11. Jahrgangstufe behandelt wird. Er ist gut geeignet, um geschichtliche und alltägliche Aspekte in den Unterricht einzugliedern und bringt die Chemie den Schülern etwas näher in den Alltag, da auf diese Weise auch Bananenwein o.ä. zum Probieren hergestellt werden kann. Vorwissen benötigen die Schüler dafür eigentlich nicht, die biochemischen Grundlagen der Zellatmung können auf die vereinfachte Summgleichung reduziert werden. Hier bietet sich die Schnittstelle vor allem zum Biologieunterricht, wobei man die biochemischen Aspekte je nach Bedarf auch stärker einbinden kann.

Der Versuch kann eigentlich beliebig in der Lerneinheit Alkohole angeordnet werden, sinnvoll wäre die Durchführung ganz am Anfang, da er einige Tage zum Gären braucht, gerade wenn genießbarer Bananenwein hergestellt werden soll.

Aufwand:

Dieser Versuch speziell war nicht besonders aufwendig, vor allem weil man in der Schule auch das Abdestillieren nicht unbedingt durchführen muss. Allerdings sollte man bei der Herstellung von Bananenwein beachten, dass alle Zutaten rechtzeitig vorhanden sind bzw. auch bestellt werden müssen (Hefe!).

Durchführung:

Die Effekte sind gut erkennbar, da die Reaktion augenblicklich einsetzt und schnell eine Trübung bzw. einen Niederschlag verursacht. Man sollte beachten, ein ausreichend großes Gefäß zu verwenden, damit das Gemisch nicht überschäumt. Sollen genießbare Getränke hergestellt werden, so sollte der Versuch nicht im Chemieraum und auch nicht mit chemischen Geräten stattfinden. Der Versuch kann auf jeden Fall als Schülerversuch durchgeführt werden und ist ein typischer Versuch im Chemieunterricht, auf den man nicht verzichten sollte.

Literaturangaben:

Elemente Chemie I, 1. Auflage, Verlag Ernst Klett, Stuttgart, 1986

Urich, K., *Vergleichende Biochemie der Tiere*, Verlag Gustav Fischer, Stuttgart, 1990

Eigene Schulmaterialien

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

Soester Liste