

## Alkanole



Bildquelle: iStock.com

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungsniveau	Durchführungsniveau	Vorbereitung
Sek 1	Organik	Alkanole	..	...	unterschiedlich

Autor: Harald Scheve

### Aufgabenstellung

Alkohol ist gerade auch im Chemieunterricht ein sehr schönes Thema, denn gerade das Thema Alkohol bietet einen starken Fächerübergreifenden Schülerbezug.

## Didaktischer Ansatz

Auch diesmal versucht Conatex mögliche Alternativen für einen interessanten und schülerorientierten Chemieunterricht aufzuzeigen. Der „Newsletter“ ist – wie fast immer – modular aufgebaut, d.h. sie können jeweils Teile (z. B. bestimmte Details aus den kulturgeschichtlichen Hintergründen oder einzelnen Versuche) in Ihren Unterricht einplanen.

Unsere didaktischen Anregungen haben folgende Vorteile: Von Fachleuten für Fachleute!

- Schnelle und einfache Vorbereitung
- Problemlose Durchführung
- Die Versuche können auch einzeln in ein anderes Unterrichtskonzept integriert werden
- Eine Sachanalyse mit teilweise interessanten naturwissenschaftlichen, aber auch geschichtlichen Bezügen gibt die wichtigsten fachlichen Hintergrundinformationen. Diese können bausteinartig in den Unterricht eingefügt werden – falls Bedarf.
- Die Versuchsreihe kann insgesamt als didaktische Einheit in den Unterricht integriert werden. Sicherlich können aber auch einzelne Sequenzen dem jeweiligen Konzept integriert werden
- Außerdem bieten wir weitere Anregungen, um das jeweilige Thema

An welche Stelle können diese Versuche in den Unterricht integriert werden? Welche Voraussetzungen müssen die Schüler haben? Und wie geht's weiter?

- Klassisch beginnt man meistens am Anfang des 10. Schuljahres mit der Organischen Chemie
- 2 Jahre Chemieunterricht sollten in der Regel schon erteilt worden sein
- Alkane und Alkene sollten eingeführt worden sein
- Arbeit mit Molekülbaukästen sollte schon zur Routine gehören
- Begriffe wie Wasserstoffbrückenbindung, polar und unpolar, hydrophil etc. sollten schon im Unterricht erarbeitet worden sein
- Innerhalb dieser Alkoholreihe sollte man auf jeden Fall auch mehrwertige Alkanole, wie Glycerin oder Glykol näher besprechen, aber auch die Begriffe wie primäres, sekundäres und tertiäres Alkanol sollten unbedingt erwähnt und behandelt werden
- Danach müssen noch die Aldehyde und Ketone (jeweils mit den wichtigsten Vertretern) erarbeitet werden

**Wir haben wieder einmal darauf verzichtet alle R- und S- Sätze in Vollständigkeit anzugeben!**

## **Mögliche Einleitungen**

Eine gute Möglichkeit, das Thema einzuleiten, wäre die Vorstellung von vielen Produkten, in denen Alkohol enthalten ist. Hier sollte man sich auf keinen Fall nur auf alkoholische Getränke beschränken. Schieben Sie kommentarlos einen Tisch mit diesen Produkten in die Klasse.

Man lässt die Schüler an gärendem Traubenmost riechen.

Sie zeigen Produkte, die auf den ersten Blick kaum etwas mit dem Alkohol zu haben. Für die Schüler – wie für viele Laien – ist Alkohol Ethanol! Man beginnt also mit einem Aha-Erlebnis, wenn Schüler erfahren, dass es sich bei Glycerin, Süßstoff oder auch bei Vitaminen um Alkohol handelt (im erweiterten Sinne ist dies richtig!)

Schocken Sie Ihre Schüler mit Statistiken zum Alkoholmissbrauch in Deutschland! Bereiten Sie Arbeitsblätter vor mit unterschiedlichen Themen zum Alkoholmissbrauch und lassen Sie Ihre Schüler Kurzreferate zu ihrem speziellen Thema erstellen. Dies wäre einmal ein völlig anderer Einstieg in das Thema.

Zeigen Sie alte Abbildungen von Bierbauern im Kloster und geben Sie im Kurzreferat einige geschichtlichen Highlights aus der „Alkoholgeschichte“ der Menschheit wieder. Garnieren Sie dies mit interessanten Bildern und Sie können sicher sein, dass Sie Ihre Schüler für 20min. gebannt haben. Auch ein gut gemachter Lehrervortrag kann nämlich sehr motivierend sein! Es muss nicht immer ein Stationen -Lernen sein!

Beginnen Sie direkt mit der ersten Versuchsreihe, nachdem die Schüler am Most gerochen haben! Hier untersuchen dann die Schüler, unter welchen Bedingungen die alkoholische Gärung verläuft.

Sie könnten das Thema mit unserem letzten, sehr bekannten Versuch einleiten. Das brennende Taschentuch wird die Schüler brennend für das Thema motivieren.....

## **Sachanalyse „Alkanole“**

Der Name Alkohol entstammt dem Arabischen "al´khol" und bedeutet ursprünglich "Etwas Feines" im Sinne eines Auszugs von etwas Größerem, also dem Ausgangsmaterial für die Destillation. Die funktionelle Gruppe der Alkanole ist die Hydroxylgruppe (-OH), welche für die Eigenschaften der Alkanole sowie deren typische Reaktionen verantwortlich ist.

Die Begriffe Alkohol und Alkanol sind nicht bedeutungsgleich, Alkanole sind eine Untergruppe der Alkohole. Der Begriff Alkohol bezieht sich auf die Funktionalität der Hydroxygruppe, während der Begriff Alkanol darüber hinaus auch den gesättigten Charakter des Alkylrests mit definiert.

Da durch die Oxidation der Alkanole Alkanale, Alkanone bzw. Carbonsäuren entstehen, ist die Behandlung der Alkanole Voraussetzung für die Einführung der genannten anderen Stoffgruppen der Organischen Chemie.

Aber über die Fachorientierung hinaus bietet gerade das Thema Alkanole wichtige Fächerübergreifende, alltagsbezogene als auch angewandte Aspekte. Alkohol ist ein sehr schönes Thema für schülerorientierten Unterricht.

In der Natur findet man Alkanole aber nicht nur als Produkte von Vergärungsprozessen zuckerhaltiger Substanzen, sondern z.B. auch als Salicylalkohol in Weidearten oder Glycerin als Baustein von Fetten. Auch viele Naturstoffe besitzen Hydroxylgruppen, wie z.B. Terpene (Menthol), Steroide (Cholesterin), Alkaloide (Morphin) und Vitamine (Retinol, Ascorbinsäure). Auch in großtechnischen Prozessen spielen die Alkanole eine bedeutende Rolle – zum Beispiel als Ausgangsprodukt für die Synthese von Kunststoffen oder Waschmitteln, sowie als Lösemittel von Farben, Lacken, Arzneimitteln und Parfümen etc.

In diesem Zusammenhang sollten insbesondere die Alkanole Methanol, Ethanol und mehrwertige Alkanole wie Glykol und Glycerin näher behandelt werden. Bekannte Vertreter der ein- und mehrwertigen Alkanole sollten exemplarisch vorgestellt. In diesem Zusammenhang sollten unbedingt die verschiedenen Isomere (1-Propanol oder 2-Propanol) im Unterricht exemplarisch (Bauen mit Molekülmodellen!) thematisiert werden. Die Polarität der funktionellen Hydroxidgruppe sollte in einer kleinen Versuchsreihe (Löslichkeit der verschiedenen Alkanole in Wasser und Fetten) herausgestrichen werden.

Gerade die Länge der Kohlenstoffkette und die Anzahl der OH-Gruppen hat eine große Bedeutung für die Eigenschaften des gesamten Moleküls.

### **Interessantes und Skurriles zu Ethanol, Ethylalkohol, Weingeist, Spiritus**

Vermutlich sind alkoholhaltige Speisen so alt wie die Menschheit. Der Verzehr überreifer Früchte, die bereits in Gärung übergegangen sind, hat eine berauschende Wirkung - auch wenn das eher eine zufällige Entdeckung gewesen sein dürfte. Bereits in der Mittelsteinzeit 10 000 bis 5000 v. Chr. beginnt mit der Entwicklung der Bodenbauern und

Viehzüchtern die Herstellung alkoholischer Getränke, die als Nahrungsmittel Verwendung fanden.

Nach einer Anekdote wurde in Persien vor über 3000 Jahren die alkoholische Gärung entdeckt. Der damalige Herrscher Djemschid wollte auch in den Wintermonaten nicht auf Weintrauben verzichten. Deshalb befahl er, die Weintrauben in großen Tonkrügen einzumachen. Diese Krüge mit dem frischen Traubenmost bzw. Weintrauben brachten die Diener in einen tiefen und kalten Felsenkeller. Da in Persien damals die Temperatur auch im Winter nie tief sank, war auch der Keller für unsere Begrifflichkeit nicht wirklich kalt. So geschah, was geschehen musste. Die eingelegten Trauben und der Saft begannen zu gären. Eines Nachts dann schlichen Diener in das Gewölbe und naschten von des Königs Lieblingsspeise. Nach einigem Kosten fielen sie berauscht zu Boden und erstickten an den Gasen, die sich am Boden des Gewölbes gebildet hatten. Am nächsten Morgen berichtete man dem König, dass sich seine Trauben in ein hochwirksames Gift verwandelt hätten. Der König ließ also die vergorenen Trauben als Todestrunk für die zum Tode verurteilten bereitstellen.

Zur gleichen Zeit verliebte sich eine der Lieblingsfrauen aus dem Harem des Königs in einen jungen Mann der königlichen Garde. Der jungen Frau war die Hoffnungslosigkeit dieser Liebe sehr deutlich und sie beschloss aus dem Leben zu treten. Sie schlich nun zur Kammer mit dem neuen Todestrunk und goss sich einen Becher ein... Nichts geschah, also trank sie noch einen zweiten und dritten Becher. Doch statt der Agonie des Todes stellte sich alsbald ein euphorisches Glücksgefühl ein. Sie tänzelte so zu ihrem König und gestand ihm die Liebe zu dem Hauptmann. Der König war natürlich voller Zorn und wollte seine Lieblingsfrau durch den Henker umbringen lassen. Er besann sich jedoch eines Besseren, vergab ihr, da ihn so viel Aufrichtigkeit gütig stimmte. Außerdem war er jetzt neugierig auf die Wirkung des „Todestrunkes“. Der König probierte nun auch etwas und es schmeckte vorzüglich und seine Laune verbesserte sich stark. Der König empfand die Wirkung des Getränkes so wohltuend, dass er befahl, überall im Land Wein anzubauen, damit auch seine Untertanen erfreut werden sollten.

Erhaltene Keilschriften geben uns Auskunft über verschiedene Rezepte zur Bierherstellung bei den Babyloniern und Sumerern. Diese Rezepte sind dann auf unbekannte Wege nach Ägypten gelangt und wurden dann mit eigenen Anregungen versehen. Die Ägypter kannten 70 verschiedene Bierrezepturen.

Wein war auch bei den Griechen mehr als ein Getränk. Es gab in der griechischen Mythologie sogar einen eigenen „Weingott“, Dionysos, der für Rausch, Ekstase und Fruchtbarkeit zuständig war.

Bereits der griechische Philosoph Homer beschreibt in der "Odyssee" Zechgelage und ekstatische Feste zu Ehren des griechischen Weingottes Dionysos. Auch die Römer

ehrten ihren Gott des Weines, Bacchus, mit ausgiebigen Gelagen, den Bacchanalien. Der Wein war bei den Römern nicht nur Sakralgetränk, Nahrungs- und Genussmittel, sondern wurde bereits wegen seiner medizinischen Wirkung innerlich und äußerlich (zur Desinfektion) angewendet. Caesars Soldaten mussten täglich einen Liter Wein zur Vorbeugung gegen Infektionskrankheiten trinken. Offensichtlich war dies sehr effizient...'

Wie gut aber war der antike Wein. Zum Teil war er erstaunlich langlebig und das lässt auf eine hohe Qualität der Bereitung schließen. Er wurde aber auch oft durch Erhitzen konzentriert oder auch geräuchert, was ihm eine ganz eigentümliche Note brachte. Plinius empfiehlt in seinem Buch über den Weinbau, den Wein in Gefäßen aus Blei einzukochen, „um ihn zu süßen“. Über die Bleivergiftungen der Römer brauchen wir, glaube ich, nicht länger zu sprechen; sie sind leidlich bekannt.

Auch nach biblischer Überlieferung spielt der Wein eine sehr wichtige Rolle. Es gibt zahlreiche Bibelstellen, die sich um den Wein drehen.

Allerdings war man sich auch schon damals des Nachteils von übermäßigem Weingenuss bewusst! Jesaja hat schon damals mit den Worten gewarnt: „Wehe über die, welche des Morgens früh auf sind, dem Saufen nachzugeben, und sitzen bis in die Nacht, dass der Wein sie erhitzt“ (Jesaja 5, 11).

So besteht die erste Handlung Nochs nach der Sintflut darin, einen Weinberg anzulegen: "Noah aber, der Ackermann, pflanzte als erstes einen Weinberg." Mose 9, 20

Der Wein muss damals die Menschen sehr erfreut haben, denn in einem Bericht eines ägyptischen Beamten hieß es, dass es in Palästina mehr Wein als Wasser gebe.

In Psalm 104 heißt es so schön: „Du lässt das Gras wachsen für das Vieh, und Saat zu Nutz den Menschen, dass du Brot aus der Erde hervorbringst, dass der Wein erfreue des Menschen Herz.“ (Psalm 104, 14-15)

Schon im Hochmittelalter hat man über die fatalen Wirkungen von Alkoholmissbrauch in Amtsstuben geklagt. Das erste historisch überlieferte Alkoholverbot der Geschichte stammt aus dem Jahre 800 von Karl dem Großen: Er erließ ein Gesetz, in dem es u.a. hieß „Kein Graf soll zu Gericht sitzen, außer nüchtern“.

Offenbar war es durch angetrunkene Richter zu einer Reihe schwerwiegender Fehlurteile gekommen; inwieweit sein Verbot etwas gefruchtet hat, ist nicht bekannt. Völlig in die falsche Richtung ging die Idee eines englischen Königs (King Edward), der auf Trinkbechern Markierungen anbringen ließ. Die Untertanen sollten nur bis zu einer Markierung trinken, denn schon im Hochmittelalter war auch der exzessive Alkoholkonsum ein Problem. Das Ergebnis war jedoch, dass die Engländer eine frühe Form des Flat-oder Kampftrinken erfanden. Je mehr

Markierungen man in einer bestimmten Zeit schaffte, umso (d)toller war man.

Dem Mittelalter verdanken wir zahlreiche Biersorten, aber auch Weine, die von Mönchen im Angesicht ihres Schöpfers <<ora et labora>> in ihren aufstrebenden Klöstern hergestellt wurden. Die meisten und größten Kellereien waren in Klöstern. Sicherlich kennen wir alle die Karikatur des gut genährten und rotnasigen Mönches, der zu viel getrunken hat. Nur eine Überzeichnung... Wohl kaum...

Es gibt Berichte aus dem Papstpalast von Avignon (Spätmittelalter), wonach der Klerus damals 3-4- Liter Wein täglich getrunken haben soll (auch wenn der Wein damals verdünnt war)! Die Feste oder besser Orgien haben im Papstpalast in der Regel 2 Wochen gedauert! Auch wenn es in Klöstern, Königspalästen mit Sicherheit häufiger intensive alkoholische Feste gab, dennoch kann man noch nicht über ein Alkoholproblem der Gesamtbevölkerung reden. Dies änderte sich aber im Spätmittelalter. Im 16. Jahrhundert gelang es den Arabern als erstes, ausgehend von Wein höher prozentigen Alkohol zu destillieren. Sie bezeichneten diesen destillierten Stoff als Alkohol. Dies heißt so viel wie, das Beste, das Feinste von etwas. Im 18. Jahrhundert war der Alkohol (z.B. der Gin) so preiswert, dass es gerade auch im Proletariat massive Alkoholprobleme gab....

## **Ethanol**

Das Ethanol (IUPAC) oder der Ethylalkohol, auch Äthanol oder Äthylalkohol, gemeinsprachlich auch (gewöhnlicher) Alkohol genannt, ist ein aliphatischer, einwertiger, primärer Alkohol mit der Summenformel  $C_2H_6O$ .

Die reine Substanz ist eine bei Raumtemperatur farblose, leicht entzündliche Flüssigkeit mit einem brennenden Geschmack und einem charakteristischen, würzigen (süßlichen) Geruch. Die als Lebergift eingestufte Droge wird bei der Herstellung von Genussmitteln und alkoholischen Getränken wie Wein, Bier und Spirituosen aus kohlenhydrathaltigem Material durch eine von Hefen ausgelöste Gärung in großem Maßstab produziert.

Die Vergärung von Zucker zu Ethanol ist eine der ältesten bekannten biochemischen Reaktionen. Seit dem 19. Jahrhundert wird Ethanol für industrielle Zwecke aus Ethen hergestellt. Ethanol hat eine weite Verbreitung als Lösungsmittel für Stoffe, die für medizinische oder kosmetische Zwecke eingesetzt werden, wie Duftstoffe, Aromen, Farbstoffe oder Medikamente sowie als Desinfektionsmittel. Die chemische Industrie verwendet es sowohl als Lösungsmittel als auch als Ausgangsstoff für die Synthese weiterer Produkte wie Carbonsäureethylester.

Ethanol wird energetisch als Biokraftstoff, etwa als sogenanntes Bioethanol verwendet. Beispielsweise enthält der Ethanol-Kraftstoff E85 einen Ethanolanteil von 85 Volumenprozent.

Ethanol ( $C_2H_5OH$ ) gehört zu den linearen n-Alkanolen. Ethanol leitet sich von dem Alkan (gesättigten Kohlenwasserstoff) Ethan ( $C_2H_6$ ) ab, in dem formal ein Wasserstoffatom durch die funktionelle Hydroxygruppe ( $-OH$ ) ersetzt wurde. Zur Benennung wird dem Namen Ethan das Suffix -ol angehängt. Die Summenformel für Ethanol nach dem Hill-System ist  $C_2H_6O$ , die häufig verwendete Schreibweise  $C_2H_5OH$  ist keine Summen-, sondern eine Halbstrukturformel.

Alkohol ist das umgangssprachliche Wort für Ethanol; die Fachbezeichnung Alkohole hingegen steht für eine Gruppe organisch-chemischer Verbindungen, die neben dem Kohlenwasserstoffgerüst als zusätzliche funktionelle Gruppe mindestens eine Hydroxygruppe besitzen, wobei sich an dem Kohlenstoffatom mit der Hydroxygruppe kein höherwertiger Substituent befindet.

Quelle: Wikipedia.org

## **Die Weinherstellung**

Die reifen Weintrauben enthalten Zucker, Weinsäure und Apfelsäure. In den Traubenhüllen sitzen die Farbstoffe, je nach Sorte gelblich, rot oder dunkelblau. Nach der Traubenernte (in Deutschland von September bis November) werden die Trauben in einer Mühle vorsichtig gequetscht. Die gequetschten Trauben nennt man Maische. Diese Maische wird dann gepresst, um den Most zu gewinnen. Der Roh-Most wird anschließend gefiltert und geklärt (die Trübstoffe setzen sich ab), um ihn von Samen, Schalen und anderen Bruchstücken zu befreien. Rotwein erhält man z.B. dadurch, dass man den Most mit Schalen und Kernen einige Zeit gären lässt. Hefebakterien sind in den Traubenschalen und lassen den Most gären. Zu Beginn der Gärung sind noch unterschiedliche Hefen im Most enthalten; sie sterben aber durch Zunahme des Alkoholgehaltes langsam ab. Diese Weinhefe (lat. *Saccharomyces cerevisiae*) ist eine alkoholresistente Hefe: Sie wandelt den Zucker in Alkohol um. Neben Alkohol entsteht bei der Gärung auch Kohlensäure bzw. Kohlenstoffdioxid. Da sie schwerer als Luft ist, sammelt sie sich in Weinkellern am Boden. Daher herrscht in Weinkellern Erstickungsgefahr. Bei der Gärung werden ca. 90% der Zucker in Alkohol umgewandelt, die übrigen 10% werden in Nebenreaktionen z.B. zu Glycerin und anderen Aromakomponenten des Weines.

Die natürliche Gärung ist von sehr vielen Unsicherheitsfaktoren abhängig. Man kann nicht vorhersagen, welche Hefestämme auf den Trauben sitzen und ob sich nicht doch

unerwünschte Wildhefen oder andere Mikroorganismen an Stelle der Weinhefe durchsetzen. Um diese Geschmacksunsicherheiten zu vermeiden, werden heute in Europa ein Großteil alle Moste mit Reinzuchthefer „geimpft“, damit eine gute und kontrollierte Gärung erzielt werden kann. Neben der Hefe spielen aber noch andere Faktoren beim Gärprozess eine wichtige Rolle. Durch die Temperatur kann man den Gärprozess beschleunigen oder verlangsamen. In letzter Zeit kühlen Winzer ihren Most noch weiter herunter, verlangsamen dabei den Gärprozess und erzielen qualitativ höhere Weine. Die Temperatur muss aber immer kontrolliert werden, denn die Gärung ist eine exotherme Reaktion und so erwärmt sich der Most natürlich auch. Erwärmt er sich über 30°C, dann wird die Hefe geschädigt und bei weiterer Erwärmung bricht der Gärprozess vollständig ab. Oft wird der Wein noch geschwefelt. In einem säurereichen Wein schwefelt der Winzer weniger als in einem säurearmen Wein. Außer Essigsäurebakterien gibt es noch andere Faktoren, die die Haltbarkeit des Weines beeinflussen. Je höher der Anteil an Tanninen (Gerbsäuren), Fruchtsäuren etc. am Wein ist, desto schlechter für eventuelle Mikroorganismen und umso besser für den Wein. Um den Wein haltbarer und stabiler zu machen, schwefelt der Winzer ihn unterschiedlich stark. Dazu hat er mehrere Möglichkeiten: Verbrennen von Schwefel in leeren Weinfässern zu gasförmigem Schwefeldioxid  $\text{SO}_2$  (g) Zusatz von Kaliumdisulfit  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , welches in saurer Lösung Schwefeldioxid  $\text{SO}_2$  abspaltet. Und nicht zuletzt die Zugabe von verflüssigtem Schwefeldioxid  $\text{SO}_2$  (l).

## Versuchsreihen

### **Alkoholische Gärung unter unterschiedlichen Bedingungen**

Ideal für Schülerversuche. Sie benötigen zur Durchführung aller Versuche insgesamt etwa zwei Stunden. Es ist jedoch möglich die Lösungen bereits vorher herzustellen, wodurch sich der Zeitaufwand relativiert.

#### **Chemikalien:**

- \* Trauben- oder Haushaltszucker
- \* Fructose
- \* Bäcker- oder Weinhefe
- \* Wasser
- \* Essigsäure
- \* Honig

#### **Geräte:**

- \* Reagenzglasständer
- \* 8-10 Reagenzgläser
- \* mehrere Gärröhrchen
- \* Thermometer
- \* Plastikwanne
- \* 2 Bechergläser
- \* Messzylinder
- \* Pipette
- \* Busenbrenner

#### **Vorbereitung der Lösungen:**

Zuerst wird in einem großen Becherglas 30-35 g Zucker in 80-90 ml Wasser gelöst. Anschließend wird eine Hefesuspension hergestellt. Dazu nimmt man etwas 10 g Hefe und löst diese in 35-40 ml lauwarmen Wasser.

#### **Tipp:**

*Man sollte die Gärröhrchen auf vorher mit frisch zubereitetem Kalkwasser füllen, so kann man sofort auch geringe Mengen an CO<sub>2</sub> und damit die Gärung nachweisen!*

#### **Durchführung:**

Man bereitet insgesamt 10 Reagenzgläser vor:

Reagenzglas 1: wird circa 8ml mit der Glucose-Lösung gefüllt

Reagenzglas 2: wird ebenfalls mit Glucose-Lösung gefüllt

Reagenzglas 3: Glucose-Lösung mit zusätzlich Zucker füllen bis zur Sättigung



Reagenzglas 4: siehe 1.

Dann erhitzt man nach Hefezugabe die Lösung bis zum Siedepunkt; lässt außerhalb des Wasserbades abkühlen und gibt dann das Reagenzglas in den Ständer zu den anderen Reagenzgläsern zurück.

Reagenzglas 5: 8ml Glucose-Lösung, zusätzlich etwas (2g CuSO<sub>4</sub>) hinzugeben

Reagenzglas 6: 8ml Glucose-Lösung mit 0,5g Natriumsulfit (schwefeln)

Reagenzglas 7: 8ml Haushaltszuckerlösung

Reagenzglas 8: Fructose-Lösung statt Glucose

Reagenzglas 9: Honiglösung

Reagenzglas 10: Glucose-Lösung mit Essigsäure

Nun stellt man den Reagenzglasständer ohne die Reagenzgläser in die Wanne mit lauwarmem Wasser. Nacheinander gibt man nun 2 ml Hefesuspension mit einer Pipette in die vorbereiteten Reagenzgläser. Das Reagenzglas 2 gibt man nach Zugabe der Hefe in den Kühlschrank und setzt vorher noch das Gärröhrchen drauf.

**Beobachtung:**

Reagenzglas 1: Der Gärungsprozess verläuft langsam.

Reagenzglas 2: Man kann einen geringen Gärprozess erkennen

**Alternative:**

*Wir haben den Most und die Hefe vorher gesondert bis knapp über Null °C heruntergekühlt. Dann geben wir die Hefelösung hinzu und stellen das Ganze in einen Kühlschrank; in diesem Fall können wir auch nach 10 min noch keine Gärung erkennen.*

Reagenzglas 3: Man kann keinen Gärprozess erkennen.

Reagenzglas 4: Man kann keinen Gärprozess erkennen.

Reagenzglas 5: Man kann keinen Gärprozess erkennen.

Reagenzglas 6: Man kann keinen Gärprozess erkennen.

Reagenzglas 7: Die Gärung verläuft gut.

Reagenzglas 8: Die Gärung verläuft gut.

Reagenzglas 9: Die Gärung verläuft gut.

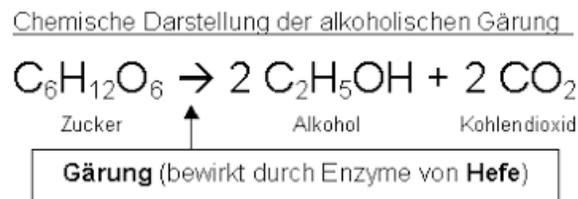
Reagenzglas 10: Keine Gärung feststellbar.

**Auswertung:**

Die Schüler sollen ihre Beobachtungen notieren und erklären, warum es eine oder keine Gärung gab. In Reagenzglas 2 kann man kaum oder gar keine Gärung feststellen. Dies hängt davon ab, wie kalt es im Kühlschrank ist. Bis circa 4° C arbeitet die Hefe noch langsam, fällt die Temperatur darunter, stellen die Hefebakterien die Produktion ein.

In einer Zuckerlösung, in der bis zur Sättigung der Lösung Zucker hinzugefügt wurde, läuft keine alkoholische Gärung mehr ab. Hier steuert der Zuckergehalt den Prozess. Kocht man den hefehaltigen Most kurz auf, dann werden die Hefezellen zerstört und es kann natürlich keine Gärung erfolgen. (Reagenzglas 4)

Die alkoholische Gärung lässt sich vereinfacht durch folgende Reaktionsgleichung beschreiben:



Diese enzymatische Reaktion wird hauptsächlich zur Gewinnung von Ethanol eingesetzt. Auch beim Kuchen- oder Brotbacken nutzt man die Gärung bzw. das Entstehen von CO<sub>2</sub> zum Aufgehen des Teiges. Das entstehende Ethanol wird beim Backen wieder zerstört.

Die Gärung setzt folgende Bedingungen voraus:

- Wasser als Medium
- Zucker, besonders Glucose als Nahrung der Mikroorganismen, es ist jedoch auch möglich, Vielfachzucker (Stärke) vorher enzymatisch zu spalten
- Enzyme von Hefen (Bäcker- oder Weinhefe), u.a. Nährsalze
- Temperaturbereich von 25°-35°C. Trotzdem verläuft die Gärung auch unter diesem Bereich (Niedertemperaturgärung bei Bierherstellung oder auch bei bestimmten Rieslingen)
- pH-Wert um 7 (Neutral)
- Abwesenheit von Schadstoffen, wie: Schwermetalle, Schwefeldioxid und Säuren

## **Löslichkeit verschiedener Alkanole in Wasser und Öl**

### **Chemikalien:**

- \* Ethanol
- \* Propanol
- \* Butanol
- \* Hexanol
- \* Öl
- \* Wasser
- \* Methylenblau

### **Geräte:**

- \* Reagenzglasständer
- \* Reagenzgläser
- \* Pipetten
- \* Scheidetrichter

### **Durchführung:**

Die Reagenzgläser werden jeweils mit 5 ml mit den unterschiedlichen Alkanolen gefüllt. Dabei braucht füllt man je ein Alkanol in zwei Reagenzgläser. Die Schüler geben jeweils 1ml Wasser bzw. Öl hinzu. Alternativ kann man die Alkohole auch in den Scheidetrichter geben und dann jeweils mit Wasser oder Öl auffüllen. Man sieht so besser, ob sich 2 Schichten bilden. Außerdem kann man vorher das Wasser leicht mit Methylenblau anfärben!

### **Auswertung:**

Die Schüler notieren ihre Beobachtung kurz in einer vorbereiteten Tabelle. Bei der Auswertung sollten die Schüler die Begriffe Dipol, Elektronegativität, unpolar und polar anwenden.

## **Brennbarkeit und Flammenfärbung der Alkanole**

(Dieser Versuch sollte im Abzug erfolgen; die Anwesenheit des Lehrers in dabei dringend erforderlich!)

### **Chemikalien:**

- \* Ethanol
- \* Butanol
- \* Propanol
- \* Hexanol

### **Geräte:**

- \* 4 Porzellanschalen
- \* Pipetten
- \* Messzylinder

### **Durchführung:**

Man füllt jeweils 4 ml der Alkanole in die Porzellanschalen. Dann entzündet man die Alkanole.

### **Beobachtung:**

Die Schüler notieren ihre Beobachtungen, insbesondere die Flammenfärbung, oder auch, ob es Unterschiede beim Entzünden der Alkanole gab etc.

## **Ethanol als Lösungsmittel**

### **Chemikalien:**

- \* Ethanol
- \* Küchenkräuter

### **Geräte:**

- \* Reibschale
- \* Pistill

### **Durchführung:**

Die Schüler zerreiben die Kräuter in einer Reibschale. Dann gießt man etwas Ethanol über die zerriebenen Blätter.

### **Auswertung:**

Die Schüler sollen alle ihre Sinne einsetzen und die Beobachtungen deuten und die Frage beantworten, warum einige Arzneimittel Alkohol enthalten müssen!

## **Siedepunktbestimmung verschiedener Alkanole**

### **Chemikalien:**

\* Siehe Versuch 2 + Wasser

### **Geräte:**

\* Großes Becherglas oder alternativ Rundkolben mit Heizpilz

\* Thermometer

\* Reagenzglas

### **Durchführung:**

Die Schüler füllen jeweils das Becherglas bzw. den Rundkolben zur Hälfte mit Wasser. Dieses wird bis zum Siedepunkt erhitzt. Jetzt stellen die Schüler ein Reagenzglas mit dem zu untersuchenden Alkanol in das Becherglas und notieren alle 10 Sekunden die Temperatur bis zum Siedepunkt. Diesen Versuch führen die Schüler mit allen vier Alkanolen durch.

### **Auswertung:**

Die Schüler vergleichen die gefundene Siedetemperatur mit der tatsächlichen Siedetemperatur. Außerdem vergleichen die Schüler die Siedetemperatur mit dem entsprechenden Alkan (Propanol mit Pentan). Welche Temperaturdifferenz gibt es und wie ist sie zu erklären?

## **Ein Weihnachtsversuch**

Das brennende Taschentuch ist ein immer wieder gern gesehenes chemisches Kabinettstückchen. Vielleicht könnte man eine Stunde vor den Weihnachtsferien als Showstunde planen, in der u.a. dieser Versuch gezeigt werden könnte. Sicherlich könnten Sie diesen Versuch während des gemütlichen Feuerzangenbowle- Abend vor Ihren Kollegen durchführen!

### **Tipp:**

*Ebenso spektakulär ist statt des Taschentuchs einen 50 Euro-Schein zu nehmen. Allerdings müssen Sie ihn vorher 5 min in dem Wasser-Ethanol-Gemisch einweichen!*

### **Chemikalien und Geräte:**

- \* Ethanol
- \* Wasser
- \* Papiertaschentuch
- \* Zange
- \* Barium- oder Natriumchlorid

### **Durchführung:**

Das Taschentuch wird sorgfältig und gründlich in der Mischung aus Ethanol und Wasser getaucht und dem entsprechenden Salz (ein Löffel reicht). Nach ein paar Minuten nimmt man eine Zange, wobei darauf zu achten ist, dass das Taschentuch entfaltet ist, und zieht das Taschentuch aus der Lösung. Das Taschentuch entzündet man mit einem Streichholz. Die Schüler erkennen in dem vorher abgedunkelten Raum, dass das Taschentuch mit grüner oder gelber Flamme (je nach Salz) brennt. Gibt man kein Salz hinzu, dann sieht man die Flamme kaum!

### **Beobachtung:**

Die Schüler erkennen, dass das Taschentuch brennt. Umso erstaunlicher wird es für sie sein, dass das Taschentuch nach dem Erlöschen der Flamme völlig unversehrt ist! Wenn man das Alkohol-Wasser-Gemisch auf das Papier gibt, wird vor allem das Wasser aufgesogen. Der Alkohol verdunstet wegen der großen Oberfläche von Cellulose sehr gut. Beim Anzünden des Alkohols brennen nur die Alkoholdämpfe. Die Cellulose beginnt nicht zu brennen, da die Entzündungstemperatur, auch auf Grund der Feuchtigkeit, nicht erreicht wird. Für das Verdampfen des Wassers wird relativ viel Energie benötigt, so dass das Papier länger feucht bleibt.

## **Die Feuerzangenbowle**

Durch die Verfilmung mit Heinz Rühmann gelang dieses Rezept zur Berühmtheit. Ein ideales Rezept für den Abend nach einem Betriebsausflug oder für den letzten Schultag. Bereiten Sie Ihren Kollegen eine kleine Überraschung vor. Hier das Rezept:

### **Chemikalien:**

- \* 4 Flaschen trockenen Rotwein
- \* Eine Flasche 54% Rum
- \* 2 unbehandelte Zitronen und Orangen
- \* Einen Zuckerhut
- \* 4 Gewürznelken

### **Geräte:**

- \* Großer Topf (besser als ein Erlenmeyerkolben)
- \* Messer, aber nicht aus der Chemie!
- \* 2 Schüsseln
- \* Stativ mit Bunsenbrenner
- \* Zange (bitte eine saubere Grillzange verwenden)

### **Durchführung:**

Ihr Lehrerzimmer sollte im Dämmerlicht liegen, nur mit ein paar Kerzen spärlich beleuchtet. Schälen sie das Obst. Das Fruchtfleisch kann gegessen werden. Die Schalen werden zerkleinert und kommen zusammen mit Rotwein, Gewürznelken und der Zimtstange in den Topf. Das Ganze wird auf kleiner Flamme erhitzt, aber bitte nicht gekocht – immer die Temperatur kontrollieren!

### **Jetzt kommt der spektakuläre Teil der Zubereitung - unbedingt Schutzbrille aufsetzen!**

Geben Sie den Zuckerhut auf die Zange; beträufeln Sie diesen reichlich mit dem Rum und zünden Sie ihn an. Der Zucker brennt und tröpfelt langsam und effektiv in den Punsch. Geben Sie immer wieder Rum auf den Zuckerhut, dann brennt er länger. Falls noch Rum übrigbleibt, geben Sie ihn in den Topf und stellen Sie diesen auf ein Stövchen.

Die Bowle ist bereit zum Servieren ....