EDUCETH
Das Bildungsportal der ETH Zürich

Publikation von www.educeth.ch

Alkohol

Leitprogramm
von Martin Willeke

Inhalt:
In diesem Leitprogramm verschaffen sich die Schülerinnen und Schüler selbständig durch Experimente und Theoriearbeit einen Überblick über die vielfältigen Eigenschaften des Alkohols Ethanol.

Unterrichtsmethode: Leitprogramm
Das Leitprogramm ist ein Selbststudienmaterial. Es enthält alle notwendigen Unterrichtsinhalte, Übungen, Arbeitsanleitungen und Tests, welche die Schüler/innen brauchen, um ohne Lehrperson lernen zu können. Die folgenden Unterlagen nehmen Elemente des Leitprogramms auf.

Fachliches Review:
Antonio Togni, Laboratorium für Anorganische Chemie
Rocco Ciorciaro, Mentor für Fachdidaktik bzw. Fachwissenschftliche Vertiefung im MAS SHE Chemie

Fachdidaktisches Review:
Andreas Bartlome, Kantonsschule Beromünster

Publiziert auf EducETH:
4. September 2008

Rechtliches:
Die vorliegende Unterrichtseinheit darf ohne Einschränkung heruntergeladen und für Unterrichtszwecke kostenlos verwendet werden. Dabei sind auch Änderungen und Anpassungen erlaubt. Der Hinweis auf die Herkunft der Materialien (ETH Zürich, EducETH) sowie die Angabe der Autorinnen und Autoren darf aber nicht entfernt werden.

Publizieren auf EducETH?
Möchten Sie eine eigene Unterrichtseinheit auf EducETH publizieren? Auf folgender Seite finden Sie alle wichtigen Informationen: http://www.educeth.ch/autoren

Weitere Informationen:
Weitere Informationen zu dieser Unterrichtseinheit und zu EducETH finden Sie im Internet unter http://www.educ.ethz.ch oder unter http://www.educeth.ch.

SCIENCE MEETS SCHOOL
EDUCETH.CH

ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

ETH Institut für Verhaltenswissenschaften

Leitprogramm zum Thema:

Alkohol

Fach:	Chemie
Institution:	Gymnasium
Voraussetzung der Adressaten:	2. Jahr Chemie im Rahmen der organischen Chemie. Grundlagenfach.
Vorkenntnisse:	Die Stoffklasse der Alkohole ist bekannt. Einfache Labortätigkeiten können selbständig ausgeführt werden.
Bearbeitungsdauer:	9 Lektionen. Für den Unterricht werden Doppellektionen angenommen.
Autor:	Dr. Martin Willeke Studentennummer: 99-924-664 Departement + Studienrichtung: D-Chab, Chemie Adresse: Department of Materials ETH-Hönggerberg Wolfgang-Pauli-Str. 10 HCI E413 8093 Zürich Email-Adresse: mawi@mat.ethz.ch
Betreuer:	Dr. Andreas Bartlome, Kantonsschule Beromünster
Schulerprobt:	Ja

Fassung vom 10. Dezember 2007

Inhaltsverzeichnis

Einführung

Inhaltsverzeichnis 2
Der Alkohol Ethanol 3
Arbeitsanleitung für das Leitprogramm 4
Vorgehen 5

Fundamentum

Kapitel 1 - Wein selbst gemacht! 6
Kapitel 2 - Die alkoholische Gärung 13
Kapitel 3 - Nicht stark genug? Destillation! 21
Kapitel 4 - Wie gewonnen, so zerronnen: Aufnahme und Abbau von Alkohol 31
Kapitel 5 - Auf Ihr Wohl!?! Die Wirkungen von Alkohol 39

Additum

Kapitel 6 - Das ist dufte! 48

Anhang für die Lehrperson

A Kapiteltests mit Lösungen 56
B Liste der Medien für die Schüler 70
C Chemikalien und verwendete Geräte 71
D Verwendete und weiterführende Literatur 73
E Abbildungsverzeichnis 75

Der Alkohol Ethanol

Wenn man sich umgangssprachlich über „Alkohol“ unterhält, meint man chemisch gesehen immer Ethanol. Als Sie die Stoffklasse der Alkohole im Unterricht besprochen haben, haben Sie aber auch festgestellt, dass es neben Ethanol noch eine Reihe anderer wichtiger Alkohole, wie z.B. Methanol, gibt.

Warum nimmt der Alkohol Ethanol eine Sonderrolle ein, so dass ihm ein ganzes Leitprogramm gewidmet ist?

- Ethanol spielt schon seit tausenden von Jahren eine grosse Rolle als Genussmittel. Vor etwa 8000 Jahren wurde in Armenien der erste gezielte Rebanbau betrieben, um aus den Trauben Wein zu gewinnen. Die Destillation wurde etwa um 700 nach Christus erfunden und von da an war man in der Lage aus Wein „Hochprozentiges“ herzustellen.

- Wie wir alle wissen, hält der teilweise rege Gebrauch des Alkohols als Genussmittel bis zum heutigen Tage an. Allerdings ist der Alkoholgenuss kein Genuss ohne Reue. Regelmässiger, überhöhter Alkoholgenuss kann sowohl auf den einzelnen Konsumenten als auch auf die Gesellschaft negative Auswirkungen haben, welche nicht zu unterschätzen sind.

- Alkohol ist aber nicht nur ein Genussmittel, sondern er findet eine vielfältige Verwendung in unserem täglichen Leben. Er dient z.B. als Lösungsmittel in der Medizin und Kosmetik, als Reinigungsmittel im Haushalt und als Brennstoff. Man denke beim letzten Punkt nur etwa an das so genannte Bioethanol, welches als Automobiltreibstoff vor dem Hintergrund der immer knapper werdenden Rohölreserven zunehmend an Bedeutung gewinnt.

In diesem Leitprogramm werden Sie sich selbständig durch Experimente und Theoriearbeit einen Überblick über die vielfältigen Eigenschaften des Alkohols Ethanol verschaffen.

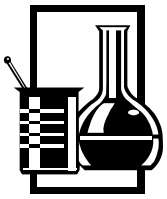
Arbeitsanleitung für das Leitprogramm

Sie arbeiten in diesem Programm selbständig bzw. temporär in Zweiergruppen.

Nach jedem Kapitel findet beim Lehrer eine kurze mündliche Überprüfung Ihres Wissens statt. Das hat den Vorteil, dass Sie eine Rückmeldung bekommen, ob Sie die Lernziele des Kapitels erreicht haben und mit dem nächsten Kapitel anfangen können.

Bei der Durchführung eines Leitprogrammes dürfen Sie Ihr Tempo selbst bestimmen!

Ab und zu zeigen Ihnen kleine graphische Symbole an, dass man an diesen Stellen etwas anderes machen muss, als im Leitprogramm zu lesen. Und zwar:

	Übungsaufgaben Sofern nichts anderes angegeben ist, versuchen Sie diese im eigenen Interesse selbständig zu lösen. Falls Ihnen die Lösung nicht sofort gelingt, arbeiten Sie die entsprechenden Abschnitte noch einmal sorgfältig durch und probieren Sie es dann erneut. Sollten Sie danach immer noch das Gefühl haben, Sie haben es noch nicht richtig verstanden, dann können Sie sich an Ihre Lehrperson wenden. Diese wird Ihnen sagen, wo Sie zusätzliche Informationen finden können, die Ihnen beim Lösen der Aufgaben helfen.
	**Experimente** Einige Experimente werden in einer Zweiergruppe durchgeführt. Suchen Sie sich also jemanden, der genauso weit im Leitprogramm fortgeschritten ist wie Sie. Es versteht sich von selbst, dass Sie Ihren Laborplatz nach dem Ende des Experimentes aufräumen.
	Textlektüre im Internet oder Lehrbuch Falls der entsprechende Artikel, der im Leitprogramm erwähnt ist, nicht mehr zur Verfügung steht, können Sie sich bei Ihrem Lehrer einen anderen passenden Lehrtext abholen.
	Computerprogramm Einmal arbeiten Sie auch mit einem kleinen Computerprogramm

	Kontrollfragen Am Schluss eines jeden Kapitels gibt es für Sie einige Kontrollfragen. Sie überprüfen damit für sich selbst, ob Sie den Stoff des Kapitels schon so gut beherrschen, dass Sie sich zum Kapiteltest anmelden können.

Vorgehen

Zuerst lesen Sie den Theorieteil oder beginnen mit den aufgeführten Experimenten. Nach jedem Abschnitt werden Ihnen kleinere Aufgaben gestellt. Sie sollen von Ihnen alleine gelöst werden.

Am Ende jedes Kapitels finden Sie die Lösungen zu allen Aufgaben.

Bearbeiten Sie jedes Kapitel so lange, bis sie sich wirklich sicher fühlen.
Am Schluss eines jeden Kapitels finden Sie noch einen Abschnitt mit Kontrollfragen. Anhand dieser Fragen können Sie noch einmal für sich selber überprüfen, ob Sie den Lernstoff beherrschen. Die Antworten finden Sie am Ende des Kapitels.
Dann gehen Sie zu Ihrer Lehrperson und absolvieren einen kurzen Kapiteltest. Dieser Test zeigt Ihnen, ob Sie schon soweit sind mit dem neuen Kapitel zu beginnen.

Kapitel 1 - Wein selbst gemacht!

Worum geht es?

Zu Beginn sehen Sie einen kurzen Ausschnitt aus dem Filmklassiker „Die Feuerzangenbowle“. In Rahmen einer Schulstunde zum Thema „Die alkoholische Gärung“ bietet ein Chemielehrer jedem seiner Schüler ein winziges Schlückchen hausgemachten Heidelbeerweines an. Diese kleine Kostprobe führt zu unerwartet heftigen Reaktionen…

(Achten Sie beim Filmschauen auf die Wandtafel! Fällt Ihnen ein Fehler auf?)

Wie Sie gerade gesehen haben, antwortet ein Schüler im Film auf die Frage nach der alkoholischen Gärung folgendes: „Schon die alten Germanen machten aus Honig ein berauschendes Getränk, welches sie Met nannten... (*wird von hinten angetippt, spielt plötzlich einen Betrunkenen*) und mit diesem Met legten sie sich dann auf die Bärenhaut".

Auf die Bärenhaut werden Sie sich nun aber nicht legen, vielmehr werden Sie dieses Leitprogramm gleich damit beginnen, selbst Wein herzustellen und dabei eine Menge über die alkoholische Gärung lernen.

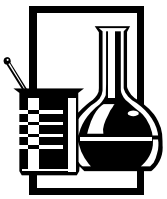
Vorgehen

In diesem Kapitel werden Sie vor allem praktisch arbeiten. Sie sollen Wein selber herstellen und dies jeweils zu zweit. Sie arbeiten also temporär in einer Zweiergruppe.
Die Fragen zum Experiment können Sie zusammen lösen.
Zum Schluss des Kapitels werden Sie dann kennen lernen, wie man professionell Wein macht.

Lernziele:

1. Sie können in fünf Sätzen beschreiben, wie Sie Wein hergestellt haben.
2. Sie kennen die wesentlichen Schritte, die ein Winzer bei der Weinherstellung durchführt.

Weinherstellung - Experiment



Experiment 1.A: Aus Traubensaft wird Wein

Vorgehen

Bilden Sie temporär eine Zweiergruppe. Setzen Sie nur **einen** Ansatz an. Teilen Sie Ihren Wein erst für das Destillationsexperiment in Kapitel 3 hälftig auf.

1. Geben Sie 150 ml eines Fruchtsaftes Ihrer Wahl, 20 g Traubenzucker und ½ Päckchen Trockenhefe in einen 250 ml Erlenmeyerkolben.

2. Rühren Sie den Inhalt gut um. Den Erlenmeyerkolben verschliessen Sie mit einem Gärröhrchen. Füllen Sie das Gärröhrchen mit der bereitstehenden wässrigen Calciumhydroxid-Lösung. Diese Lösung dient im Gärröhrchen als Sperrflüssigkeit, die verhindert, dass Sauerstoff von aussen eintreten kann. Sollte anderseits der gärende Traubensaft mit der Zeit einen Überdruck im Glaskolben erzeugen, so zerbricht der Kolben nicht, da der Überdruck sich leicht über das Gärröhrchen abbauen kann. Man erkennt dies an den Gasperlen, die dann in der Lösung des Gärröhrchens aufsteigen.

Abbildung 1: Gäransatz

Notieren Sie Ihre Beobachtungen! Falls Sie während dieser Zeit nichts beobachten, schauen Sie sich alle 10 Minuten Ihren Weinansatz noch mal an und notieren dann Ihre Beobachtungen. In diesem Fall bearbeiten Sie die Aufgabe 1.1 erst dann.

Fragen Sie abschliessend Ihre Lehrperson, wo Sie Ihren Glaskolben für die nächsten zwei Wochen abstellen können.

Zur Weinherstellung braucht man also etwas Geduld…

Fragen zum Experiment:

1.1 Welche Beobachtungen haben Sie gemacht?

1.2 Welches Gas lässt sich mit wässriger Calciumhydroxid-Lösung („Kalkwasser“) nachweisen? Schreiben Sie die dazugehörige Reaktionsgleichung für die Nachweisreaktion auf. Falls Sie sich nicht mehr an die Antwort aus dem Unterricht erinnern, nehmen Sie das Römpp-Chemie-Lexikon (Online; Stichwort „Calciumhydroxid“, Abschnitt „Verwendung“) zur Hilfe.

Weinherstellung durch den Winzer

Zum Schluss dieses Kapitels sollen Sie sich im Selbststudium einmal anschauen, wie die Winzer aus Weintrauben Wein herstellen.

	Selbststudium: Wie machen die Winzer Wein? Lesen Sie den folgenden Artikel aus dem Internet http://de.wikipedia.org/wiki/Weinherstellung sorgfältig durch. Sie dürfen auch ruhig Eigeninitiative zeigen und sich selber einen entsprechenden Artikel heraussuchen. Geben Sie aber bei der Beantwortung die entsprechende Literaturstelle an.
	Beantworten Sie nun folgende Fragen: **1.3** Schildern Sie den Weg der Weintraube von der Weinlese bis in die Weinflasche. Überlegen Sie sich für jeden Arbeitsschritt, welche Bedeutung dieser für die Herstellung des Weines hat. **1.4** Was ist der entscheidende Unterschied zwischen der Rot- und Weissweinherstellung? Warum muss der Rotwein anders hergestellt werden als der Weisswein? **1.5** Warum setzt man dem entstehenden Wein Schwefeldioxid zu?

Sie wissen nun in groben Zügen, wie der Winzer seinen Wein herstellt. Im folgenden Kapitel wird die alkoholische Gärung näher betrachtet. Dabei wird auch die Bedeutung der Hefe für diesen Prozess oder die Gasbildung in Experiment 1.A geklärt.

Hinweis: Falls Sie – am Besten mit Ihren Eltern zusammen – einen schmackhaften Wein aus Honig, Bananen, Johannisbeeren oder anderen Obstsorten herstellen möchten, finden Sie im Internet einen Film aus der Sendereihe Hobbythek des Westdeutschen Rundfunks, der sehr detailliert beschreibt, worauf dabei zu achten ist.

http://www.wdr.de/themen/homepages/webtv.jhtml

Bereit für den Kapiteltest? Eine kleine Selbstkontrolle

Wenn Sie bei den folgenden Fragen weniger als drei Fehler machen, beherrschen Sie den Stoff des Kapitels so gut, dass Sie den Kapiteltest absolvieren können. Falls Sie Schwierigkeiten beim Bearbeiten der Fragen haben, arbeiten Sie die entsprechenden Abschnitte des ersten Kapitels noch einmal gründlich durch.
Anmerkung: Korrigieren Sie Ihre Lösungen erst, nachdem Sie alle Fragen beantwortet haben! Bearbeiten Sie die Fragen ohne Skript und Notizen!

1.6 Korrigieren und ergänzen Sie den folgenden Text.

Der Ansatz in Experiment 1.A bestand aus Wasser, dem noch Salz und Hefe zugesetzt wurde. Diese Mischung wurde gut vermischt und in einen Erlenmeyerkolben überführt. Dieser wurde mit einem Gärröhrchen verschlossen. In das Gärröhrchen wurde Salzsäure als Sperrflüssigkeit gegossen. Diese erlaubt den Luftzutritt von aussen und erlaubt auch den Nachweis von Kohlendioxid. Nach rund zwei Wochen war die alkoholische Gärung zu Ende, denn es konnte _____ Gasentwicklung mehr beobachtet werden.

1.7 Bringen Sie die Folgenden sieben Aussagen in die richtige Reihenfolge und entscheiden Sie, ob hier ein Rot- oder ein Weisswein hergestellt wird.

1 Kellerlagerung nach dem Zusatz von SO_2 für längere Zeit unter Luftabschluss bei 10 – 15 °C.

2 Trauben mahlen.

3 Die Holzfässer oder Stahltanks werden luftdicht mit einem wassergefüllten Gärohr verschlossen, so dass das entstehende Kohlendioxid entweichen kann.

4 Gärung.

5 Man erhält eine „Maische“, die je nach Weinsorte von den Hülsen und Schalen befreit wird und dann vergoren wird oder mit Hülsen und Schalen zusammen vergoren wird.

6 Nach der Haupt- und der Nachgärung wird der entstandene Wein vom Trester abgetrennt.

7 Abfüllung in Flaschen.

1.8 Kann man aus dunklen Trauben einen Weisswein herstellen? Begründe!

1.9 Kommentieren Sie den folgenden Text.

Zur Herstellung von Weisswein werden die Trauben mit ihren Schalen und Stängeln zusammen vergoren. Dies verhindert, dass der erzeugte Wein eine rote Farbe erhält.

Lösungen zu den Aufgaben

1.1 Es bildet sich ein Schaum auf der Oberfläche unseres Weinansatzes und man beobachtet eine Gasentwicklung.

1.2 Kohlendioxid lässt sich damit als weisser Calciumcarbonatniederschlag nachweisen.

$$Ca(OH)_{2\,(aq)} + CO_{2\,(g)} \longrightarrow CaCO_{3\,(s)} + H_2O_{(\ell)}$$

1.3 Zuerst werden die Trauben gelesen (also gepflückt). Zur eigentlichen Weinherstellung werden die Trauben zunächst zermahlen. Man erhält dann die so genannte „Maische“, bestehend aus dem hellen Saft, den Kernen, dem Fruchtfleisch und den hellen oder dunklen Häuten (je nach Traubensorte).

Je nach Weinsorte wird nun unterschiedlich verfahren:

- Saftgärung bei der Weissweinherstellung: die Maische wird gepresst (Keltern) und der erhaltene Saft (ohne Trester) vergoren.
- Maischegärung bei der Rotweinherstellung: die Maische wird vergoren und erst danach wird der Wein abgepresst (Keltern).

Die Gärung erfolgt meist in grossen Fässern oder Stahltanks. Diese sind luftdicht mit einem wassergefüllten Gärrohr verschlossen, so dass das entstehende Kohlenstoffdioxid ohne Sauerstoffzutritt entweichen kann.
Nach der Haupt- und der Nachgärung wird der entstandene Wein vom Trester abgetrennt (Rotwein) und nach dem Zusatz von Schwefeldioxid für längere Zeit unter Luftabschluss bei 10 – 15 °C gelagert (Reifung, Ausbau des Weines).

1.4 Weisswein wird nach dem Mahlen gepresst, dabei trennt man den hellen, gelben Saft von den festen Bestandteilen, also bevor die alkoholische Gärung beginnt. Es ist einfacher, die Gärung ohne Feststoffe durchzuführen.
Beim Rotwein hingegen bleiben die Schalen, das Fruchtfleisch, die Kerne und der Saft als so genannte Maische im Fass und gären zusammen. Deshalb nennt man dies auch Maischegärung. Die Farbstoffe der Schalen treten während der Gärung in den zuvor hellen Saft über und verursachen dann die rote Farbe des Weines.

1.5 Der Zusatz von SO_2 dient unter anderem als Schutz vor Mikroorganismen.

Lösungen der Kontrollfragen

1.6 Der Ansatz in Experiment 1.A bestand aus **Traubensaft**, dem noch **Zucker** und Hefe zugesetzt wurde. Diese Mischung wurde gut vermischt und in einen Erlenmeyerkolben überführt. Dieser wurde mit einem Gärröhrchen verschlossen. In das Gärröhrchen wurde **Kalkwasser** als Sperrflüssigkeit gegossen. Diese **verhindert** den Luftzutritt von aussen und erlaubt auch den Nachweis von Kohlendioxid. Nach rund zwei Wochen war die alkoholische Gärung zu Ende, denn es konnte **keine** Gasentwicklung mehr beobachtet werden.

1.7 Richtige Reihenfolge: 2 ⇨ 5 ⇨ 3 ⇨ 4 ⇨ 6 ⇨ 1 ⇨ 7.
Es wird die Rotweinherstellung beschrieben (Keltern nach Maischegärung).

1.8 Da auch bei dunklen Trauben der Saft meist eine helle, gelbe Färbung hat, kann man durch rasches Abpressen des Saftes nach dem Mahlen einen hellen Traubensaft gewinnen, der vergoren werden kann. Beispiel: Dôle Blanche.

1.9 Bei der Herstellung von Weisswein wird es genau umgekehrt gemacht. Man entfernt die Schalen und Stängel vor der Gärung, um bei dunklen Traubenhäuten die „Rotfärbung“ des Weines zu verhindern. Auch bei der Herstellung von Weissweinen aus hellen Trauben wird meist eine Saftgärung durchgeführt.

Kapitel 2 - Die alkoholische Gärung

Worum geht es?

Wie Sie im ersten Kapitel gesehen haben, sind traubenzuckerhaltige Lösungen der Ausgangsstoff für die Bereitung alkoholischer Getränke. Traubenzucker (Glucose) kommt im Saft der Weintraube, aber auch in vielen anderen Fruchtsäften wie zum Beispiel Apfel-, Kirschen- oder Orangensaft vor.

Für die Reaktion von Glucose (Traubenzucker) zu Ethanol (Alkohol) benutzt man kleine einzellige „Helfer“, die so genannten Hefepilze. Im Folgenden lernen Sie, wie und unter welchen Bedingungen die Hefepilze diese chemische Umwandlung bewerkstelligen.

Vorgehen

In diesem Kapitel werden Sie vor allem lesen und dabei lernen, was bei der alkoholischen Gärung abläuft.

Lernziele:

1. Sie können die Reaktionsgleichung für die alkoholische Gärung formulieren und kennen die Namen der zwei wichtigsten Zwischenprodukte der alkoholischen Gärung.
2. Sie wissen, warum in einer Hefezelle die alkoholische Gärung abläuft.
3. Sie kennen die Bedingungen, unter denen die alkoholische Gärung abläuft.

Bildung von Ethanol aus Glucose im Hefepilz

Hefepilze sind in der Lage, **Glucose** unter Sauerstoffausschluss **zu Alkohol und Kohlenstoffdioxid** umzusetzen. Diese Umsetzung nennt man alkoholische Gärung.

Zu ihrer Energieversorgung nutzen Hefen vor allem Glucose (Traubenzucker) und Fructose (Fruchtzucker). Die Hefezellen sind aber in ihrem Stoffwechsel sehr flexibel.

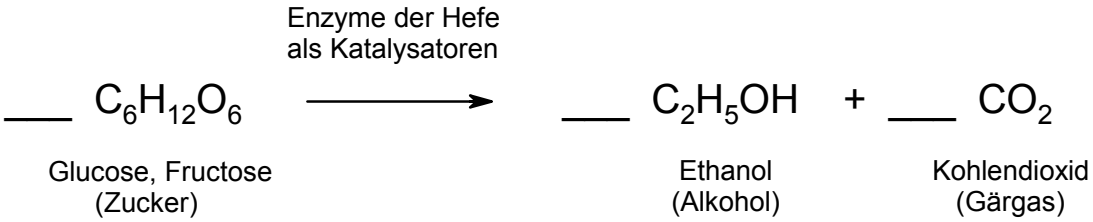
1. Bei Anwesenheit von **Sauerstoff** (man nennt dies auch „unter **aeroben** Bedingungen") atmen die Hefezellen und bauen den Zucker vollständig zu **Kohlendioxid und Wasser** ab. Dabei gewinnen sie viel Energie, bilden aber kaum Alkohol.

2. Ist hingegen kein Sauerstoff vorhanden (man nennt dies „**anaerobe** Bedingungen"), so schalten sie auf Gärung um und bauen die Glucose und Fructose zu Ethanol und Kohlendioxid ab; der Energiegewinn für die Hefezelle ist dabei viel geringer, da Ethanol eine energiereiche Verbindung darstellt.

Deshalb haben wir unseren Weinansatz durch ein Gärröhrchen vor Luftzutritt und damit auch vor Sauerstoffzutritt geschützt!

Die Gärungsgleichung

Für den Stoffwechselprozess der alkoholischen Gärung lässt sich die folgende Reaktionsgleichung angeben.



Die Reaktion ist exotherm. Es werden ΔH_r = -88 kJ/mol freigesetzt. Diese Energie nutzt die Zelle, um ihren Lebensprozess in Gang zu halten, der grösste Teil heizt aber einfach nur die Umgebung auf. Das heisst für unseren Weinansatz: Er wird warm.

Die obige Gärungsgleichung ist nicht ausgeglichen, aus einem Glucose-Molekül entstehen nicht ein Ethanol-Molekül und ein Kohlendioxid-Molekül.

2.1 Gleichen Sie die Gärungsgleichung aus und tragen Sie oben die richtigen stöchiometrischen Koeffizienten ein.

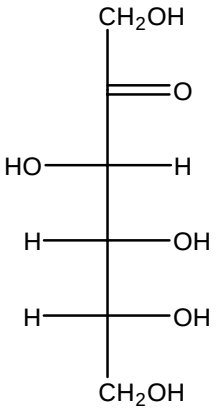
2.2 Wie viel Gramm Ethanol und Kohlendioxid können Sie aus 1000 g Glucose bei vollständiger Umsetzung erhalten?

Reaktionsschritte der Gärung

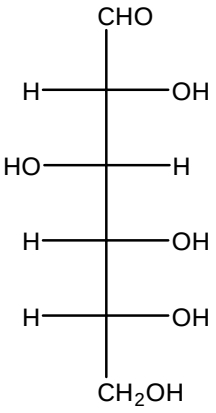
Der Gärungsgleichung kann man nun aber nicht entnehmen, was chemisch im Detail bei der Vergärung von Glucose zu Ethanol passiert!

Das entstehende Ethanol ist nämlich das Produkt einer **relativ komplizierten chemischen Reaktionsfolge** mit zahlreichen Teilschritten.

1. Zunächst wird die **Glucose** oder **Fructose**



Offenkettige D-Fructose



Offenkettige D-Glucose

in zehn Reaktionsschritten zur **Brenztraubensäure** (bzw. **Pyruvat**, die konjugierte Base zur Brenztraubensäure) umgewandelt.

	Lesen Sie im Römpp-Chemie-Lexikon (Online) die Artikel über die **Brenztraubensäure** und das **Ethanal** (nur Einleitung und Abschnitt „Toxikologie“) und beantworten Sie dann die folgenden Fragen.
	2.3 Zeichnen Sie auf der folgenden Seite in die entsprechenden, freigelassenen Stellen die Strukturformeln von Brenztraubensäure und von Ethanal ein. **2.4** Wozu führt der Hautkontakt mit flüssigem Ethanal? **2.5** Unter Punkt 3 (auf der folgenden Seite) muss ein Begriff ergänzt werden. Muss man Ethanal *oxidieren* oder *reduzieren*, um zum Ethanol zu gelangen?

Brenztraubensäure:

2. Brenztraubensäure reagiert unter Abspaltung von Kohlenstoffdioxid wieder in mehreren Schritten zu Ethanal,

   Ethanal:

3. Ethanal wird dann schliesslich zu Ethanol _____.

Die Hefezellen setzen Glucose nicht zu 100 % in Ethanol und Kohlendioxid um. Es entstehen noch verschiedene **andere Gärungsprodukte** wie Glycerin, Bernsteinsäure oder höhere (längerkettige) Alkohole (diese nennt man auch Fuselöle).

Die Umwandlung von Zucker zu Ethanol wird durch die Hefezellen je nach Bedingungen unterschiedlich gut katalysiert. Die Menge an gebildetem Ethanol ist von den folgenden Punkten abhängig:

- Vom **Zuckergehalt** der Ausgangslösung. Der Zuckergehalt unseres Weinansatzes sollte 20 – 25 % nicht überschreiten, da sonst die Hefezellen geschädigt werden.
- Von der **Temperatur** des Ansatzes. Die Hefezelle stellen nämlich bei Temperaturen von über 50 ºC ihre Arbeit ein.
- Von der aktuellen **Alkoholkonzentration** des Weinansatzes. Wie wir noch sehen werden, ist Alkohol ein starkes Zellgift. Spätestens wenn der Weinansatz 18 Volumenprozent Alkohol enthält, stellen die Hefezellen die Gärung ein.

	Lesen Sie nun zur Wiederholung und zur Vertiefung im Römpp-Chemie-Lexikon (Online) im Artikel über **Ethanol** die Einleitung und den Abschnitt über das Vorkommen von Ethanol.

Experimenteller Verlauf der Gärung

1. Sobald die Gärung, also die Alkohol- und Kohlendioxid-Produktion, eingesetzt hat, ist dies am „Glucksen“ im Gäraufsatz und an der Blasen- und Schaumentwicklung leicht feststellbar.

2. Ist die Hauptmenge des vorhandenen Zuckers vergoren, so geht die Bildung von Kohlendioxid wieder zurück, das „Glucksen“ nimmt ab und hört dann schliesslich auf. Der Restzuckergehalt vollständig vergorener Weinansätze beträgt dann nur noch etwa 2 bis 3 g/l. Ein Traubenmost von 80 Oechslegrad (ein Mass für den Zuckergehalt) hat einen Zuckeranteil von 180 g/l.

Die **Gärdauer** beträgt je nach Gärbedingungen und Ausgangsmaterial **ein bis zwei Wochen**.

Schauen Sie ruhig ab und zu mal nach Ihrem Weinansatz. „Gluckert“ er noch? Ist das Kalkwasser schon milchig geworden? Im nächsten Kapitel werden Sie sehen, ob Ihre Weinherstellung geglückt ist.

Bereit für den Kapiteltest? Eine kleine Selbstkontrolle

Wenn Sie die folgenden Fragen ohne Fehler beantwortet haben, beherrschen Sie den Stoff des Kapitels so gut, dass Sie den Kapiteltest absolvieren können. Falls Sie Schwierigkeiten beim Bearbeiten der Fragen haben, studieren Sie die entsprechenden Abschnitte des zweiten Kapitels noch einmal gründlich.
Anmerkung: Korrigieren Sie Ihre Lösungen erst, nachdem Sie alle Fragen beantwortet haben! Schauen Sie nicht in Ihr Skript, um die Fragen zu lösen!

2.6 Ergänzen Sie die Koeffizienten auf der rechten Seite der Gärungsgleichung

2.7 Welche der folgenden Stoffe sind wichtige Zwischenprodukte bei der alkoholischen Gärung?

Propanal, Ethylenglykol, Ethanal, Pyruvat, Essigsäure, Benzoesäure, Traubensäure, Brenztraubensäure.

2.8 Sie sehen in einem Geschäft einen Likör mit einem Alkoholgehalt von 25 Volumenprozenten. Kann man dieses Getränk allein mit Hilfe der alkoholischen Gärung erzeugt haben? Begründen Sie Ihre Antwort.

2.9 Benutzt die Hefezelle die alkoholische Gärung für ihre Energieversorgung? Falls nein, wozu dann?

Lösungen der Aufgaben

2.1 $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2$

2.2 Die molare Masse der Glucose beträgt M_G = 180 g/mol.

Für die Stoffmenge der Glucose erhält man:

$$n_G = \frac{m_G}{M_G} = \frac{1000\text{g}}{180\text{g/mol}} = 5{,}556\text{mol}$$

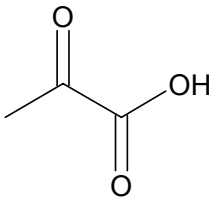
Nach der Gärungsgleichung entstehen daraus 11,111 mol Ethanol und 11,111 mol Kohlendioxid.

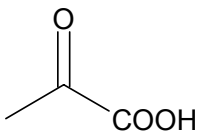
Für die gesuchten Massen erhält man:

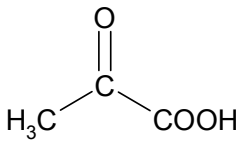
$$m_E = n_E \cdot M_E = 11{,}111\text{mol} \cdot 46\text{g/mol} = 511{,}1\text{g}$$
$$m_K = n_K \cdot M_K = 11{,}111\text{mol} \cdot 44\text{g/mol} = 488{,}9\text{g}$$

Bei der alkoholischen Gärung werden theoretisch **1000 g Zucker zu 511,1 g Ethanol und 488,9 g Kohlendioxid abgebaut**.

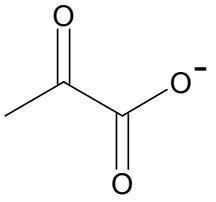
2.3 Brenztraubensäure: $CH_3COCOOH$

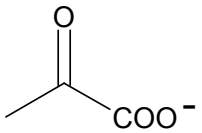


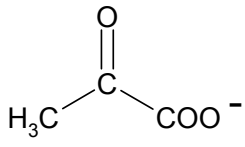
oder


oder


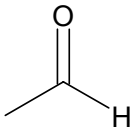
Pyruvat (Anion der Brenztraubensäure) CH_3COCOO^-

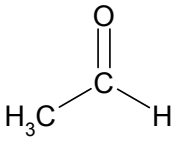


oder


oder


Ethanal (auch Acetaldehyd genannt): CH_3CHO



oder


2.4 Kontakt mit flüssigem Ethanal führt zu Verätzung der Augen und zu Reizung der Haut.

2.5 Ethanal wird zu Ethanol *reduziert*.

Lösungen der Kontrollfragen

2.6 Ausgeglichene Reaktionsgleichung:

$$6\ C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 12\ C_2H_5OH + 12\ CO_2$$

2.7 Ethanal und Brenztraubensäure, bzw. Pyruvat sind wichtige Zwischenprodukte bei der alkoholischen Gärung.

2.8 Nein, denn spätestens, wenn der Alkoholgehalt im Rahmen der alkoholischen Gärung ca. 18 Volumenprozente überschreitet, sterben die Hefezellen ab und stellen dann die alkoholische Gärung ein.

2.9 Ja, die Gärung dient den Hefezellen zur Energieversorgung.

Kapitel 3 - Nicht stark genug? Destillation!

Worum geht es?

Wie Sie im letzten Kapitel erfahren haben, ist die Herstellung von hochprozentigen alkoholischen Getränken durch die alkoholische Gärung allein nicht möglich. Die Hefepilze sterben bei einem Alkoholgehalt von ca. 18 Volumenprozenten den Alkoholtod. Höhere Alkoholkonzentrationen erreicht man zum Beispiel mit Hilfe der Destillation, die Sie im Unterricht schon kennen gelernt haben. Auf diese Weise wird aus Wein ein Branntwein (Brandy) gewonnen.

In diesem Kapitel werden Sie

1. mit Hilfe der Destillation aus Ihrem Wein einen Branntwein erzeugen und dann

2. ein Verfahren kennen lernen, das es ermöglicht, den Alkoholgehalt eines Branntweins zu bestimmen.

Vorgehen

Sie werden überwiegend praktisch arbeiten. Bilden Sie wieder temporär eine Zweiergruppe mit einem Lernenden, der genauso weit fortgeschritten ist wie Sie. Wenn Sie mit dem Destillationsversuch starten, sollten Sie **noch mindestens eine volle Schulstunde (!)** zur Verfügung haben. Für das Experiment zur Dichtebestimmung sollten es **mindestens 30 Minuten** sein. Sollten Sie in der verbleibenden Schulstunde nicht genug Zeit haben, lesen Sie im Theorieteil auf Seite 24 nach dem Satz „An dieser Stelle beenden Sie Ihre Gruppenarbeit…“ weiter.

Lernziele:

1. Sie können in fünf Sätzen den Destillationsprozess beschreiben und Sie verstehen, welche Vorgänge bei der Destillation ablaufen.

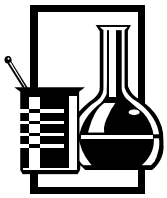
2. Sie können ein Experiment beschreiben und erläutern, mit dem man den Ethanolgehalt einer Ethanol/Wasser Mischung ermitteln kann.

Destillation

Lesen Sie zur Wiederholung in Ihrem Schulbuch den entsprechenden Abschnitt durch, in dem die Destillation einer Wasser/Alkohol-Mischung beschrieben ist. Alternativ können Sie auch den entsprechenden Text im Internet unter der Adresse

http://de.wikipedia.org/wiki/Destillation

studieren.



Experiment 3.A: Destillation von Wein

Vorgehen

1. Die Destillationsapparatur ist für Sie schon aufgebaut worden, gemäss der folgenden Grafik:

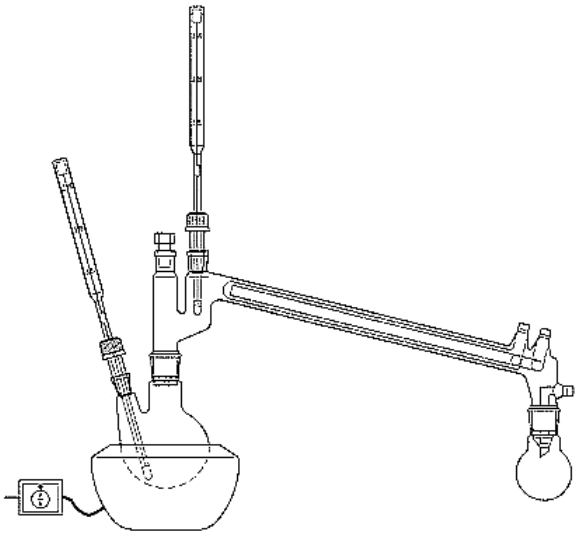


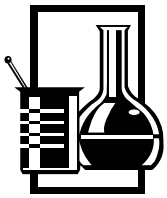
Abbildung 2: Destillationsapparatur

Entspricht die Abbildung der Destillationsapparatur in der Versuchsanleitung dem tatsächlichen Aufbau? Falls nicht: Korrigieren Sie die Abbildung entsprechend!

2. Füllen Sie **beide** jeweils genau **50 ml Ihres Weines** ab (mit einem Messzylinder!). Vereinigen Sie dann Ihre abgefüllten Weine in einem 250 ml Rundkolben und geben Sie drei Siedesteinchen dazu.

3. Lassen Sie das Kühlwasser laufen und erwärmen Sie den Rundkolben langsam (Heizkalotte auf mittlerer Stufe).

4. Beobachten und protokollieren Sie von Anfang an die Temperatur im Kopf der Destillationsapparatur (Dampf) und die in der Vorlage (Wein), falls in Ihrem Aufbau ein entsprechendes Thermometer vorhanden ist. Verwenden Sie dazu die vorbereitete Tabelle auf der folgenden Seite.



5. Wenn die Temperatur im Kopf der Apparatur auf 85 ºC angestiegen ist, stoppen Sie die Destillation dadurch, dass Sie die Heizkalotte ausschalten und den grossen Laborboy mit der Heizkalotte herunterdrehen.
6. Warten Sie nun solange, bis kein Destillat mehr in den Messzylinder tropft. Notieren Sie wie viel Destillat im Messzylinder enthalten ist.
7. Giessen Sie Ihren Branntwein nicht weg! Sie benötigen diesen noch für die Experimente 3.B und 6.A.
8. Testen Sie die Eigenschaften Ihres Destillates:
   - Überprüfen Sie den Geruch Ihres Produktes. Wonach riecht dieses?
   - Überführen Sie einige Tropfen Ihres Produktes mit einer Pasteurpipette in eine Porzellanschale. Überprüfen Sie mit einem Streichholz die Brennbarkeit.

Zeit	T_{Wein}	T_{Dampf}	Zeit	T_{Wein}	T_{Dampf}	Zeit	T_{Wein}	T_{Dampf}
Start			10. Min			20. Min		
1. Min			11. Min			21. Min		
2. Min			12. Min			22. Min		
3. Min			13. Min			23. Min		
4. Min			14. Min			24. Min		
5. Min			15. Min			25. Min		
6. Min			16. Min			26. Min		
7. Min			17. Min			27. Min		
8. Min			18. Min			28. Min		
9. Min			19. Min			29. Min		

Anmerkung: Eine Mischung von Alkohol und Wasser ist **ab etwa 50 Volumenprozent** Alkohol **brennbar**. Dies ermöglicht Ihnen eine sehr grobe Abschätzung des Alkoholgehaltes Ihres Destillates.

	3.1 Interpretieren Sie den Verlauf der Temperaturen während der Destillation!

An dieser Stelle beenden Sie Ihre Gruppenarbeit und arbeiten alleine weiter.

Alkoholgehalt

Im zweiten Teil dieses Kapitels bestimmen Sie den Ethanolgehalt (Alkoholgehalt) Ihres Destillates.

	3.2 Welche Dichte würden Sie sehr grob für eine Ethanol/Wasser-Mischung erwarten, die 95 Volumenprozente Ethanol enthält, und für eine, die nur 5 Volumenprozent Ethanol enthält? **Hinweis:** Die Dichte von reinem Ethanol ist 0,79 g/cm^3 und die Dichte von reinem Wasser beträgt 1,00 g/cm^3. **Lesen Sie erst weiter, wenn Sie die Übung gemacht haben!**

Mit Hilfe der Dichte und einer entsprechenden Dichtetabelle kann man den Alkoholgehalt einer Ethanol/Wasser-Mischung ermitteln. Die direkte Bestimmung des Alkoholgehaltes auf diese Art in Bier, Wein oder Likör ist wegen des Zuckergehaltes und anderer Begleitstoffe jedoch nicht möglich.

	3.3 Vervollständigen Sie den folgenden Satz: Setzt man einer Ethanol/Wasser-Mischung Zucker oder andere Stoffe zu, so ändert sich nach jeder Zugabe die _____, ohne dass sich aber das Verhältnis Ethanol/Wasser ändert.

Die **Dichte** ρ ist folgendermassen definiert:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

wobei V das Volumen und m die Masse einer bestimmten Stoffportion sind.

Die Dichte einer Flüssigkeit bestimmt man am einfachsten mit einem **Pyknometer**.
Ein Pyknometer ist ein Glasgefäss mit einem genau geeichten Inhalt von zum Beispiel 10 ml bei einer Temperatur von 20 °C.

Ermittelt man mit einer genauen Waage die Masse der eingefüllten Flüssigkeit, dann kann man mit Hilfe des bekannten Volumens des Pyknometers die Dichte ermitteln!

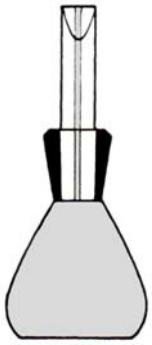
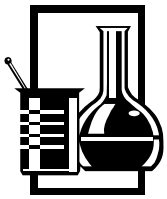


Abbildung 3: Pyknometer

Anmerkung: Sollten Sie bei Ihrer Destillation weniger als 10 ml Destillat gewonnen haben, wenden Sie sich bitte an Ihre Lehrperson. Sie wird Ihnen Tipps geben, wie Sie trotzdem weiter machen können.



Experiment 3.B: Dichtebestimmung des Destillates

Vorgehen

1. Wägen Sie ein trockenes Pyknometer und notieren Sie sich die Masse. Die Genauigkeit der Waage sollte mindestens 0,001 g betragen.
2. Stellen Sie das Pyknometer auf einen Bogen Haushaltspapier.
3. Füllen Sie das Destillat bis fast an den oberen Rand.
4. Setzen Sie den Stopfen auf das Pyknometer. Es muss etwas Flüssigkeit oben aus der Kapillare austreten!
5. Trocknen Sie das blasenfrei gefüllte Pyknometer aussen von der ausgetretenen Flüssigkeit.
6. Wägen Sie nun das Pyknometer mit Destillat und notieren Sie die Masse.
7. Giessen Sie Ihren Branntwein nicht weg, sondern geben Sie diesen in einen Rundkolben, den Sie mit einem Stopfen verschliessen und mit Ihrem Namen beschriften! Sie benötigen diesen noch im Experiment 6.A.

Das Aufräumen Ihres Laborplatzes haben Sie nicht vergessen, oder?

3.4 Wie gross ist die Masse des eingefüllten Destillates?

3.5 Bestimmen Sie die Dichte Ihres Destillates!

Mit Hilfe der nachfolgenden Tabelle können Sie aus der berechneten Dichte den Alkoholgehalt in Vol% angeben:

Dichte in g/ml (20 °C)	Vol% Ethanol		Dichte in g/ml (20 °C)	Vol% Ethanol		Dichte in g/ml (20 °C)	Vol% Ethanol
1,00000	0,0		0,94847	40,7		0,87396	75,1
0,99813	1,3		0,94662	41,9		0,87158	76,0
0,99629	2,5		0,94473	43,0		0,86920	76,9
0,99451	3,8		0,94281	44,1		0,86680	77,8
0,99279	5,0		0,94086	45,2		0,86440	78,6
0,99113	6,2		0,93886	46,3		0,86200	79,5
0,98955	7,5		0,93684	47,4		0,85958	80,4
0,98802	8,7		0,93479	48,4		0,85716	81,2
0,98653	10,0		0,93272	49,5		0,85473	82,1
0,98505	11,2		0,93062	50,6		0,85230	83,0
0,98361	12,4		0,92849	51,6		0,84985	83,8
0,98221	13,6		0,92636	52,6		0,84740	84,6
0,98084	14,8		0,92421	53,7		0,84494	85,4
0,97948	16,1		0,92204	54,7		0,84245	86,2
0,97816	17,3		0,91986	55,8		0,83997	87,1
0,97687	18,5		0,91766	56,8		0,83747	87,9
0,97560	19,7		0,91546	57,8		0,83496	88,7
0,97431	20,9		0,91322	58,8		0,83242	89,5
0,97301	22,1		0,91097	59,8		0,82987	90,2
0,97169	23,3		0,90872	60,8		0,82729	91,0
0,97036	24,5		0,90645	61,8		0,82469	91,8
0,96901	25,7		0,90418	62,8		0,82207	92,5
0,96763	26,9		0,90191	63,8		0,81942	93,2
0,96624	28,1		0,89962	64,8		0,81674	94,0
0,96483	29,2		0,89733	65,8		0,81401	94,7
0,96339	30,4		0,89502	66,8		0,81127	95,4
0,96190	31,6		0,89271	67,7		0,80848	96,1
0,96037	32,7		0,8904	68,6		0,80567	96,7
0,95880	33,9		0,88807	69,6		0,8028	97,4
0,95717	35,1		0,88574	70,5		0,79988	98,1
0,95551	36,2		0,88339	71,5		0,79688	98,7
0,95381	37,4		0,88104	72,4		0,79383	99,3
0,95207	38,5		0,87869	73,3		0,79074	100,0
0,95028	39,6		0,87632	74,2			

3.6 Bestimmen Sie nun den Alkoholgehalt Ihres Destillates in Volumenprozent mit Hilfe der Tabelle!

3.7 Nehmen Sie einmal an, dass der gesamte Alkohol aus Ihrer Weinvorlage im Destillat ist. Wie hoch ist dann der Alkoholgehalt in Ihrem Wein mindestens gewesen?

Hinweis: Der Alkohol wurde aus 100 ml Wein gewonnen. Das gewonnene Destillat hat ein Volumen von *X* ml (siehe Ihr Messprotokoll) und *Y* Volumenprozent Alkohol (siehe 3.6). Das heisst also, in den 100 ml Wein müssen mindestens…

In den beiden folgenden Kapiteln bearbeiten Sie die Thematik der Folgen des Genusses von Alkohol auf Körper und Geist des Konsumierenden. Doch zuvor noch eine kleine Selbstkontrolle, ob Sie den Lernstoff dieses Kapitels beherrschen.

Bereit für den Kapiteltest? Eine kleine Selbstkontrolle

Wenn Sie die folgenden Fragen mit nur einem Fehler beantworten, beherrschen Sie den Stoff des Kapitels so gut, dass Sie den Kapiteltest absolvieren können. Falls Sie Schwierigkeiten beim Bearbeiten der Fragen haben, lesen Sie sich die entsprechenden Stellen im Skript noch einmal gründlich durch.
Anmerkung: Korrigieren Sie Ihre Lösungen erst, nachdem Sie alle Fragen beantwortet haben! Schauen Sie beim Lösen der Aufgaben nicht in Ihr Skript!

3.8 Kommentieren Sie folgenden Satz:

Wenn die Siedetemperatur von Ethanol grösser wäre als die vom Wasser, so wäre eine Destillation nicht geeignet, den Alkoholgehalt zu erhöhen.

3.9 Wie kann man die Dichte einer Lösung experimentell bestimmen?

3.10 Warum kann man die Dichte einer Ethanol/Wasser-Lösung zur Bestimmung ihres Ethanolgehaltes benutzen?

3.11 Durch eine Destillation haben Sie einen Branntwein von 40 Volumenprozenten Alkohol erzeugt. Solch einen Branntwein kann man nicht entzünden, da der Alkoholgehalt zu klein ist. Was müssen Sie also machen, damit der Branntwein brennbar wird und wie würden Sie das machen?

3.12 Wann ist während einer Destillation der Alkoholgehalt im Destillat am höchsten, zu Beginn oder am Ende der Destillation? Begründen Sie Ihre Antwort.

Lösungen der Aufgaben

3.1 Zu Beginn des Experimentes steigt nur die Temperatur des Weines an. Die Dampftemperatur liegt bei Raumtemperatur, da noch keine Komponente siedet. Erst wenn die Siedetemperatur des Ethanols erreicht ist (Weintemperatur bei ca. 80 °C) steigt die Dampftemperatur rasant auf gegen 80 °C an. Danach steigen die beiden Temperaturen weiterhin langsam an (zunehmender Wassergehalt des Dampfes). Vielleicht haben Sie auch beobachtet, wie die Kondensationszone langsam in der Destillationsanlage angestiegen ist, von der Vorlage in den Kopf bis zum Kühler.

3.2 Für eine Mischung mit 95 Volumenprozent Ethanol würde man eine Dichte knapp oberhalb der Dichte von reinem Ethanol ρ_E = 0,79 g/ml erwarten. Ausgehend von reinem Ethanol werden 5 Volumenprozente davon durch Wasser ersetzt. Wasser hat im reinen Zustand aber eine deutlich höhere Dichte (ρ_W = 1,00 g/ml) als Ethanol (ρ_E = 0,79 g/ml). Damit kann man vermuten, dass die Dichte der Mischung etwas grösser ist als die von reinem Ethanol.
Für eine Mischung mit 95 Volumenprozenten Wasser würde man dementsprechend eine etwas kleinere Dichte als für reines Wasser erwarten.

3.3 Setzt man einer Ethanol/Wasser-Mischung Zucker oder andere Stoffe zu, so ändert sich nach jeder Zugabe die *Dichte*, ohne dass sich aber das Verhältnis Ethanol/Wasser ändert.

3.4 $m_{(Destillat)} = m_{(Pyknometer\ gefüllt)} - m_{(Pyknometer\ leer)}$

3.5 Dichte $\rho = m / V$
- mit m (Masse des Destillates) aus der Aufgabe 3.4 und
- V dem Volumen des Pyknometers.

Die Dichte muss zwischen 0,79 und 1,00 g/ml liegen.

3.6 Sie suchen in der Dichte-Tabelle die Zeile, in der die dort angegebene Dichte der bestimmten Dichte $\rho_{(Destillat)}$ am nächsten kommt. In der Spalte „Vol- % Ethanol“ finden Sie dann eine Abschätzung für den gesuchten Wert Ihres Destillat.
Falls Sie schon einmal etwas von „linearer Interpolation“ gehört haben, können Sie mit dieser Methode den Alkoholgehalt noch genauer bestimmen.

3.7 Der Wein hat mindestens

$$\frac{X\text{ml}}{100\text{ml}} \cdot Y\% = Z\%\ \text{Ethanol.}$$

Dabei ist X das Volumen des Destillates und Y % die bestimmten Vol- % an Ethanol im Destillat.

„Mindestens“ deshalb, weil eventuell nicht der gesamte Alkohol abdestilliert worden ist.

Lösungen der Kontrollfragen

3.8 Das stimmt nicht! In dem beschriebenen Fall würde der Alkohol allerdings überwiegend im Destillationskolben verbleiben, da nun das Wasser die leichterflüchtige Komponente der Lösung ist. Im Laufe der Destillation wird sich also der Alkoholgehalt im Destillationskolben stetig erhöhen.
Allerdings würde ein Teil der Aromastoffe mit dem Wasser abdestilliert.

3.9 Man benutzt ein Pyknometer (oder einen Messkolben) mit definierten Volumen *V*. Das Pyknometer wird zuerst leer und danach noch einmal mit der Lösung zusammen gewogen. Die Differenz „Masse gefülltes Pyknometer – Masse leeres Pyknometer“ ist die Masse *m* der Lösung. Die Dichte ρ berechnet man mit $\rho = m / V$.

3.10 Die Dichte einer Ethanol/Wasser-Lösung ist relativ stark vom Mischungsverhältnis abhängig. Ist diese Abhängigkeit einmal bestimmt worden und z.B. in Form einer entsprechenden Dichte/Ethanolgehalt-Tabelle zugänglich, kann man mit solch einer Tabelle durch eine Dichtemessung den Ethanolgehalt ermitteln.

3.11 Mann muss den Alkoholgehalt auf über 50 Volumenprozente erhöhen und dies kann man durch eine nochmalige Destillation erreichen. Eventuell muss man den Destillationsprozess mehrmals wiederholen.
Man kann niedrigprozentige Spirituosen aber auch erwärmen. Dadurch geht mehr Ethanol in die Dampfphase über, so dass man den Ethanoldampf über den Spirituosen entzünden kann, z.B. zum Flambieren.

3.12 Am Anfang der Destillation ist die Alkoholkonzentration im Destillat am höchsten und nimmt dann ständig ab, weil im Dampf mit der Zeit immer weniger Ethanol, bzw. mehr Wasser enthalten ist.

Kapitel 4 - Wie gewonnen, so zerronnen: Aufnahme und Abbau von Alkohol

Worum geht es?

Wie nimmt unser Körper eigentlich Alkohol auf und wie wird dieser wieder abgebaut?
Und vor allem, **wie schnell** gehen diese Vorgänge vonstatten?
Wie lange dauert es also, bis man nach dem Genuss von Alkohol wieder nüchtern und verkehrstauglich ist?

Sie werden sich im Folgenden mit der **Alkoholaufnahme**, der **Verteilung des Alkohols** im Körper und dem **Alkoholabbau** beschäftigen.

Mit diesen Kenntnissen können Sie den **zeitlichen Verlauf des Blutalkoholspiegels** nach Genuss von Alkohol abschätzen. Dieser Verlauf ist von sehr vielen Faktoren abhängig. Sie werden diese Faktoren nicht nur kennen lernen, sondern nach Studium des Kapitels auch verstehen, warum diese einen Einfluss haben.

Vorgehen

Lesen Sie den Theorieteil und bearbeiten Sie die Aufgaben in den einzelnen Abschnitten sorgfältig.

Lernziele:

1. Sie wissen, wie viel und in welchen Abschnitten des Verdauungstraktes konsumierter Alkohol aufgenommen wird und in welchen Bereichen des Körpers sich der resorbierte Anteil verteilt.
2. Sie wissen, in welchen Organen und wie schnell der aufgenommene Alkohol wieder abgebaut wird.
3. Sie können die Blutalkoholkonzentration und deren zeitlichen Verlauf berechnen bzw. abschätzen. Sie kennen die zwei dazu notwendigen Formeln auswendig.

Aufnahme und Verteilung des Alkohols

Die Aufnahme (diese nennt man auch **Resorption**) von Alkohol ist etwa zwei Stunden nach dem letzten Genuss abgeschlossen. Von der konsumierten Alkoholmenge werden nur ca. 80 % vom menschlichen Organismus aufgenommen. Die restlichen 20 % nennt man **Resorptionsdefizit**.

Im Mund- bzw. Rachenraum werden nur minimale Mengen aufgenommen. Über die Magenwände gelangen weniger als 20 % in die Blutbahn, die restlichen 80 % des resorbierten Ethanols (wie oben beschrieben sind das 80 % des konsumierten Alkohols) gehen vom **Dünndarm** in die Blutbahn. Da Ethanol nicht verdaut zu werden braucht, wird es bereits im oberen Teil des Verdauungstraktes aufgenommen.

4.1 Welchen Effekt hat ein voller Magen auf die Aufnahme von Alkohol? Geht diese dann schneller, langsamer oder unbeeinflusst vonstatten? Begründen Sie Ihre Antwort.

Die **Verteilung** des aufgenommenen Alkohols über das Blut erfolgt **im gesamten wässrigen Körpergewebe gleichmässig**. Das heisst, dass das Fettgewebe und die Knochen praktisch keinen Alkohol aufnehmen. Dieser Verteilungsvorgang geschieht sehr schnell. Nach etwa 2 Stunden ist die maximale Konzentration im Blut erreicht.

Der relative Körperfettanteil ist bei Frauen deutlich grösser als bei Männern mit gleicher Statur. Beantworten Sie mit dieser Zusatzinformation folgende Frage:

4.2 Wer hat die höhere Blutalkoholkonzentration, eine Frau oder ein Mann, wenn man gleiches Körpergewicht und die gleiche zu sich genommene Alkoholmenge annimmt? Begründen Sie Ihre Antwort!

Alkoholabbau im Körper

Alkohol ist ein **starkes Zellgift**. So ist es sehr verständlich, dass sich im Laufe der Evolution ein Entgiftungsmechanismus in unserem Körper entwickelt hat.

Der Alkoholabbau beginnt sofort nach der Alkoholzufuhr. 90 bis 95 % Prozent des Alkohols werden in der **Leber** abgebaut, der Rest wird unverändert mit Hilfe der **Nieren**, über die **Atmung** und durch die **Haut** ausgeschieden.

In der Leber wird der Alkohol zuerst zu Ethanal, dann zu Essigsäure und schliesslich zu Kohlendioxid und Wasser abgebaut.

Der Alkoholabbau zeigt eine konstante Abbaurate. Er ist also unabhängig von der Blutalkoholkonzentration einer Person.

Dieser konstante Abbau führt zu einer Abnahme der Blutalkoholkonzentration von **0,1 bis 0,2 Promille pro Stunde**

Dies ist eine einfache Faustregel für den Alkoholabbau. Aber wie bestimmt man nun eigentlich die Blutalkoholkonzentration und in welcher Grösse wird diese normalerweise angegeben?

Der schwedische Chemiker Erik **Widmark** (1889 – 1945) hat folgende Formel zur Bestimmung der maximalen Blutalkoholkonzentration entwickelt:

$$c = \frac{m_{rA}}{m_P \cdot r}$$

wobei

- c die **Blutalkoholkonzentration** (BAK) in Promille (‰)
- m_{rA} die **Masse** des vom Körper **resorbierten Alkohols** in Gramm (g),
- m_P das **Körpergewicht** (Masse) der Person in Kilogramm (kg) und
- r der **Verteilungsfaktor** im Körper (0,7 für Männer; 0,6 für Frauen)

ist.

Die Bezeichnung **Promille** steht für einen in Tausendstel ausgedrückten Bruchteil. Etwas Ähnliches kennen Sie schon, nämlich das Prozent, als den in Hundertsteln ausgedrückten Bruchteil. So entspricht also 1 Promille dem Wert 0,1 %. Eine Blutalkoholkonzentration von 1 Promille heisst also: 1 g = 0,001 kg Alkohol pro 1 kg wässrigem Körpergewebe.

Wenn Ihnen der Unterschied für die verschiedenen Werte von r für Männer und Frauen nicht klar ist, lesen Sie die letzte Seite noch einmal.

Zur Berechnung der Blutalkoholkonzentration fehlt noch die Berechnung der **Masse des resorbierten Alkohols m_{rA}**.

Zunächst muss dazu die Masse des aufgenommenen Alkohols bestimmt werden. Die **Masse des konsumierten Alkohols m_{kA}** berechnet sich mit folgender Formel:

$$m_{kA} = V \cdot \frac{Vol\%}{100} \cdot \rho$$

Dabei bedeuten

- m_{kA} die **Masse des konsumierten Alkohols** in Gramm (g)
- V das **Volumen des konsumierten Getränks** (ml),
- $Vol\%$ seinen **Alkoholgehalt** in Prozent (Wert auf der Getränkeflasche) und
- ρ die **Dichte** von Alkohol ($\rho \approx 0{,}79$ g/ml).

Beispiel:
Hat ein Wein eine Alkoholkonzentration von 13 Vol%, so sind in einem Liter 130 ml reiner Alkohol enthalten. Dies entspricht gut 100 g Alkohol.
Davon wirken aber nur etwa 80 % des konsumierten Alkohols auf den Körper ein. Das heisst, man muss noch 20 % (das so genannte **Resorptionsdefizit**) abziehen, um die auf den Körper einwirkende Menge des Alkohols zu erhalten. Dies ergibt für die Masse des resorbierten Alkohols:

$$m_{rA} = m_{kA} \cdot 0{,}8 = V \cdot \frac{Vol\%}{100} \cdot \rho \cdot 0{,}8$$

4.3 Ein Herr Trinkzuviel hat 1 Liter Bier mit einem Volumenanteil von 5 % Alkohol getrunken. Er wiegt 65 kg. Wie gross ist seine maximale Blutalkoholkonzentration?

4.4 Seine Frau hat die gleiche Menge an Alkohol getrunken, sie wiegt aber nur 50 kg. Wie gross ist dann ihre maximale Blutalkoholkonzentration?

Die Blutalkoholkonzentration hängt aber nicht nur vom Geschlecht und dem Körpergewicht (und der konsumierten Alkoholmenge) ab!

4.5 Bevor Sie weiter lesen, überlegen Sie doch einmal für sich selber, was die Blutalkoholkonzentration sonst noch beeinflussen könnte.

Die **Widmark-Formel** nimmt unter anderem vereinfachend an, dass der Verteilungsfaktor *r* nur vom Geschlecht abhängig ist. Es ist aber plausibel, dass dieser Faktor auch etwas von der Statur der betreffenden Person abhängt.

Beispiel:
Zwei Männer wiegen 70 kg. Der eine ist 1,5 m und der andere 2 m gross. Man kann sich nun leicht vorstellen, dass der kleinere Mann einen erheblich grösseren Fettanteil am Körpergewicht hat und damit weniger wässriges Körpergewebe besitzt als der grössere. Der Verteilungsfaktor *r* ist das Verhältnis aus wässrigem Körpergewebe und gesamtem Körpergewicht. Dies bedeutet, dass der Verteilungsfaktor *r* für den kleineren Mann kleiner ist als der vom grösseren Mann. Zudem hängt die Bewertung der Statur eines Menschen auch von dessen Alter ab.

Die so genannte **Watson-Formel** (nach P.E. Watson, 1980) versucht den Einfluss der Statur einer Person auf den Verteilungsfaktor *r* zu berücksichtigen. In dieser Formel werden nicht nur Gewicht und Geschlecht berücksichtigt, sondern auch das Alter und die Körpergrösse. Die Watson-Formel wird hier aber nicht weiter erläutert.

Die Widmark-Formel erlaubt also nur eine relativ grobe Berechnung der maximalen Blutalkoholkonzentration. Die Watson-Formel und weitere Verbesserungen führen zu einer genaueren Abschätzung der Blutalkoholkonzentration. Dies ist im Promillerechner (siehe unten) berücksichtigt.

Im Internet finden Sie unter der Adresse

http://www.alkohol-lexikon.de/Promillerechner.php

ein Programm, das die Blutalkoholkonzentrationen berechnet. In diesem Programm müssen Sie auch den Zeitraum angegeben, in dem der Alkohol getrunken wurde und den Zeitpunkt der Blutalkoholkonzentrationsbestimmung. Geben Sie bei den Lösungen die von Ihnen benutzten Daten an.
Spielen Sie ruhig mit den Programmparametern herum!

Romeo Schluckspecht hat eine Körpergrösse von 1,72 m und seine Freundin Julia ist 1,65 m gross. Beide sind 17 Jahre alt.

4.6 Romeo hat in einer Stunde 1 Liter Bier mit einem Alkoholgehalt von 5 Vol% getrunken. Er bringt 65 kg auf die Waage. Wie gross ist seine Blutalkoholkonzentration unmittelbar nach dem Konsum?

4.7 Julia hat die gleiche Menge an Alkohol getrunken, sie wiegt aber nur 50 kg. Wie gross ist ihre Blutalkoholkonzentration? Vergleichen Sie Ihr erhaltenes Ergebnis auch mit dem aus der Aufgabe 4.6.

Mit den erarbeiteten Kenntnissen können nun sogar noch Fragen vom Typ „Wie lange dauert es im Durchschnitt, bis eine Blutalkoholkonzentration von 1 ‰ auf 0,5 ‰ (Grenze der Fahrtüchtigkeit) abgesunken ist?“ beantworten.

Wenn Sie den Lösungsweg nicht erkennen, lesen Sie sich die Stelle mit dem (auf Seite 33) noch einmal sorgfältig durch. Danach können Sie sicher die folgenden Fragen beantworten.

Jemand hat „etwas über den Durst getrunken“ und deshalb eine Blutalkoholkonzentration von 0,9 ‰.

4.8 Wie lange muss er warten, um „sicher“ eine Alkoholkonzentration von 0,5 ‰ zu haben?

4.9 Wie gross ist seine Blutalkoholkonzentration nach 14 Stunden?

Bereit für den Kapiteltest? Eine kleine Selbstkontrolle

Wenn Sie die folgenden Fragen mit höchstens einem Fehler beantworten, beherrschen Sie den Stoff des Kapitels so gut, dass Sie den Kapiteltest absolvieren können. Falls Sie Schwierigkeiten beim Lösen der Fragen haben, bearbeiten Sie die entsprechenden Abschnitte des vierten Kapitels noch einmal gründlich.
Anmerkung: Korrigieren Sie Ihre Lösungen erst, nachdem Sie alle Fragen beantwortet haben! Schauen Sie beim Lösen nicht in Ihr Skript!

4.10 Kommentieren Sie folgenden Satz:

Der resorbierte Alkohol wird hauptsächlich über die Haut, Lunge und Niere ausgeschieden.

4.11 Ist die folgende Formel die richtige Wiedergabe der Widmark-Formel zur Berechnung der maximalen Blutalkoholkonzentration?

$$c = \frac{m_{rA}}{m_P \cdot r}$$

4.12 Was bedeuten c, m_{rA}, m_P und r in der Widmark-Formel?

4.13 In welchem Bereich liegt die durchschnittliche Abbaurate von Alkohol beim Menschen?

4.14 Eine Frau mit 60 kg Gewicht hat 0,5 Liter Wein mit einem Alkoholgehalt von 12 % getrunken. Was ist ihre maximale Blutalkoholkonzentration? Nach welcher Zeitspanne nach dem Konsum ist die Frau „mit Sicherheit“ frühestens wieder verkehrstüchtig?

Lösungen der Aufgaben

4.1 Ein voller Magen **verzögert** den Eintritt des Alkohols in den Dünndarm und damit auch etwas den Übertritt ins Blut. Die Aufnahme ins Blut verhindert dies allerdings nicht! Es wird folglich auch dieselbe Alkoholmenge aufgenommen.

4.2 Da sich bei einem Mann die Alkoholmenge im Vergleich mit einer Frau auf ein grösseres Volumen an wässerigem Körpergewebe verteilen kann, ist die Alkoholkonzentration bei einem Mann kleiner.

4.3 $$m_{rA} = V \cdot \frac{Vol\%}{100} \cdot \rho \cdot 0{,}8 = 1000\text{ml} \cdot \frac{5}{100} \cdot 0{,}79\text{g/ml} \cdot 0{,}8 = 31{,}6\text{g}$$

$$c = \frac{m_{rA}}{m_P \cdot r} = \frac{31{,}6\text{g}}{65\text{kg} \cdot 0{,}7} = 0{,}7‰$$

4.4 $$c = \frac{m_{rA}}{m_P \cdot r} = \frac{31{,}6\text{g}}{50\text{kg} \cdot 0{,}6} = 1{,}1‰$$

4.5 Die Widmark-Formel nimmt unter anderem vereinfachend an, dass der Verteilungsfaktor *r* nur vom Geschlecht abhängig ist. Es ist aber plausibel, dass dieser Faktor auch von der Statur oder dem Alter der betreffenden Person abhängt. Zudem spielen auch die Konsumationsdauer, der Mageninhalt und andere Faktoren eine Rolle.

4.6 Der Promillerechner errechnet eine BAK von zwischen 0,46 ‰ und 0,59 ‰.
Diese BAK-Spanne ist jedoch vermutlich zu hoch, da der Promillerechner für kurze Wartezeiten von einer sofortigen Resorption ausgeht. Diese ist jedoch erst nach ca. einer Stunde nach Trinkende vollständig abgeschlossen. Vergleiche dazu auf der Website unter dem Stichwort „Eliminationskinetik“.

4.7 Der Promillerechner errechnet eine BAK von zwischen 0,78 ‰ und 0,95 ‰.
Auch diese BAK-Spanne ist vermutlich zu hoch!

4.8 Er muss mindestens 4 Stunden warten. Um „sicher“ zu gehen, muss man die kleinere Abbaurate wählen, also 0,1 ‰ pro Stunde.

4.9 Nach 14 Stunden liegt die Alkoholkonzentration bei 0 ‰, d.h. es ist aller Alkohol abgebaut.

Lösungen der Kontrollfragen

4.10 Nein, zu mehr als 90 % wird der Alkohol in der Leber abgebaut. Nur der Rest wird unverändert mit Hilfe der Nieren, Lunge und durch die Haut ausgeschieden.

4.11 Ja.

4.12 Die Symbole haben die folgende Bedeutung:

- c ist die Blutalkoholkonzentration in Promille (‰)
- m_{kA} ist die resorbierte Masse des Alkohols (g)
- m_P ist das Gewicht der Person in Kilogramm (kg)
- r ist der Verteilungsfaktor im Körper (0,7 für Männer, 0,6 für Frauen)

4.13 Die Abbaurate liegt zwischen 0,1 ‰ und 0,2 ‰ pro Stunde.

4.14 $$m_{rA} = V \cdot \frac{Vol\%}{100} \cdot \rho \cdot 0{,}8 = 500\text{ml} \cdot \frac{12}{100} \cdot 0{,}79\text{g/ml} \cdot 0{,}8 = 37{,}9\text{g}$$

$$c = \frac{m_{rA}}{m_P \cdot r} = \frac{37{,}9\text{g}}{60\text{kg} \cdot 0{,}6} = 1{,}1‰$$

Es dauert 6 Stunden bis diese Konzentration „sicher“ auf 0,5 ‰ abgesunken ist.

Kapitel 5 - Auf Ihr Wohl?! Die Wirkungen von Alkohol

Worum geht es?

In dem letzten Kapitel haben Sie sich mit der Aufnahme und dem Abbau von Alkohol im menschlichen Körper beschäftigt. In diesem Kapitel setzen Sie sich mit den Folgen des Alkoholkonsums auseinander.

Der erste Teil des Kapitels erläutert die **akuten** (unmittelbaren) Wirkungen des Alkohols in Abhängigkeit von der Blutalkoholkonzentration. Die meisten von Ihnen haben sicher schon einmal lallende und herumtorkelnde Zeitgenossen beobachten können…

Im zweiten Teil wird aufgezeigt, dass der Alkoholkonsum nicht nur unmittelbare Wirkungen hat, sondern bei regelmässigem Konsum auch **chronische** Wirkungen (Langzeitwirkungen) bis hin zu **Alkoholismus** zur Folge haben kann. Speziell wird der Alkoholismus in der Schweiz betrachtet.

Letztlich geht es um die Auswirkungen des Alkoholkonsums auf die **Gesellschaft**. Im Fokus stehen zum einen die **Folgekosten**, denken Sie nur an die Gesundheitskosten, Arbeitsausfallzeiten und so weiter, zum anderen das **menschliche Leid**, das zum Beispiel mit alkoholbedingten Unfällen verbunden ist.

Vorgehen

Lesen Sie den Theorieteil und bearbeiten Sie die Aufgaben in den einzelnen Abschnitten sorgfältig.

Lernziele:

1. Sie kennen die unterschiedlichen Wirkungen des Alkohols in kleinen und hohen Dosen auf den menschlichen Körper.
2. Sie kennen für fünf verschiedene Blutalkoholkonzentrationen mindestens zwei Wirkungen des Alkohols auf den Konsumierenden.
3. Sie kennen fünf Auswirkungen des chronischen Alkoholmissbrauchs auf Körper und Geist sowie die Anzahl der alkoholkranken Menschen in der Schweiz.
4. Sie kennen die Anzahl der Sterbefälle pro Jahr in der Schweiz, die auf Alkoholkonsum zurückzuführen sind und die durch übermässigen Alkoholkonsum verursachten jährlichen Kosten.

Akute Wirkungen

Die Wirkung des Alkohols hängt von der

- **Blutalkoholkonzentration**,
- von der individuellen **körperlichen und seelischen Verfassung**
- und der **Trinkgewöhnung** des Einzelnen ab.

Alkohol wirkt bei jedem Menschen anders. Selbst ein und derselbe Mensch reagiert, je nach Tagesform oder Ernährung, unterschiedlich auf die gleiche Menge Alkohol.

Grob kann man die Wirkungen des Alkohols folgendermassen beschreiben:

1. Bei mässigem Alkoholspiegel:

In geringer Menge wirkt Alkohol in der Regel **anregend** und steigert die Stimmung. Durch den **Abbau von Hemmungen** fördert der Alkoholkonsum dann unter Umständen die Kontaktbereitschaft.

2. Bei mittlerem oder höherem Alkoholspiegel:

Die gelöste, heitere Stimmung kann jedoch rasch in Gereiztheit sowie in **Aggression und Gewalt** umschlagen. Es kommt zu **Störungen der Wahrnehmung** und der Aufmerksamkeit. Urteilskraft, Koordinationsfähigkeit, **Reaktionsfähigkeit** und Sprachvermögen werden zunehmend beeinträchtigt, und schliesslich stellt sich eine erhebliche Ermüdung und **Benommenheit** ein. Alkohol wirkt in diesen Konzentrationen also **dämpfend**.

3. Bei sehr hohem Blutalkoholspiegel:

Es besteht die Gefahr einer massiven **Alkoholvergiftung**, die zum **Koma** bzw. bis zum **Tod** führen kann.

Mit der folgenden Aufgabe erarbeiten Sie sich eine noch genauere Kenntnis der Wirkung von Alkohol auf den menschlichen Körper.

	Lesen Sie entweder den folgenden Artikel aus dem Internet http://de.wikipedia.org/wiki/Ethanol oder suchen Sie sich die entsprechende Stelle im Römpp-Chemie-Lexikon (Online, Stichwort **Ethanol**) heraus und beantworten Sie dann die folgende Frage.
	5.1 Füllen Sie die nachfolgende Tabelle mit den Daten aus, die Sie im Literaturstudium gefunden haben. Tragen Sie mindestens drei zusätzliche Promillebereiche bzw. Werte ein und nennen dazu jeweils mindestens zwei Auswirkungen.

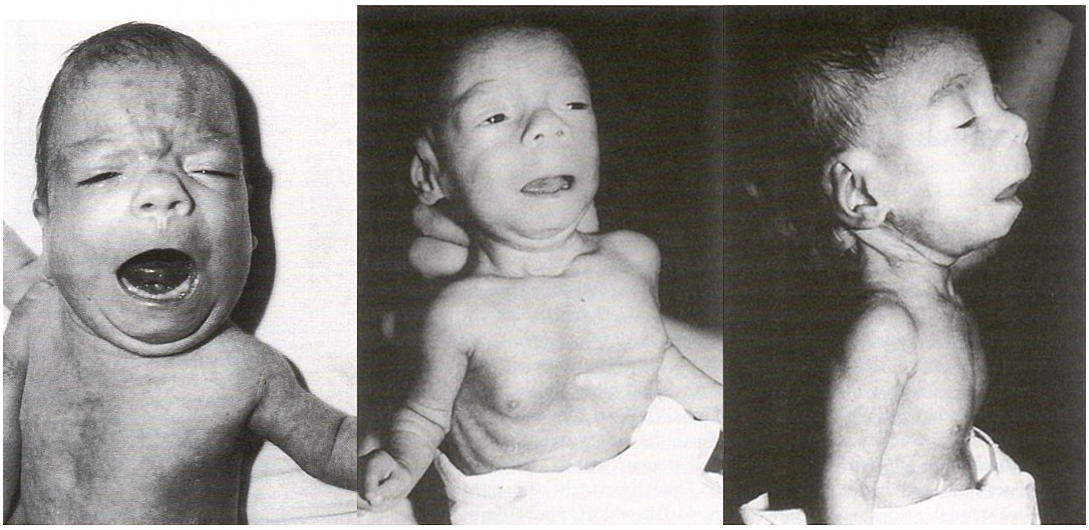
Tabelle 5.1: Typische körperliche Auswirkungen einer bestimmten Blutalkoholkonzentration.

Promillegehalt	**Wirkung**
ab etwa 0,3 ‰	erste Gangstörungen, leicht euphorisch, anregend, besonders bei Müdigkeit Leistungsminderung nachweisbar
ab 4,0-5,0 ‰	Tod

Alkoholkonsum bewirkt folgende unmittelbare (akute) Risiken:

- Durch die **Beeinträchtigung der Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit**, der Wahrnehmung und der Urteilskraft ergibt sich eine **erhöhte Unfallgefahr** (insbesondere, aber nicht nur im Strassenverkehr), die tödliche Folgen haben kann.
- Dazu kommt es infolge erhöhten Alkoholkonsums häufig zu **Aggression und Gewalt**. Ein Grossteil aggressiver Straftaten wird unter Alkoholeinfluss begangen.
- Alkoholkonsum während der Schwangerschaft kann zu schwersten **Schädigungen des Kindes** führen.

Auf den drei folgenden Fotos ist ein von solchen Schäden betroffenes Neugeborenes gezeigt (hier verursacht durch die so genannten Alkoholembryopathie).



Abbildungen 4 bis 6: Säuglinge mit Alkoholembryopathie Grad III

	Versuchen Sie mit der Website aus dem Internet http://www.sfa-ispa.ch/DocUpload/a_folgen.pdf die folgenden Fragen zu beantworten. **Anmerkung:** Diese Website werden Sie noch für die Beantwortung einiger weiterer Fragen benötigen.
	5.2 Wie viele Personen verloren 2006 in der Schweiz durch den Einfluss von Alkohol im Strassenverkehr ihr Leben? Wie gross ist der Anteil der alkoholbedingten Todesfälle an allen Todesfällen im Strassenverkehr? **5.3** Wie viel Prozent der 15- bis 24-Jährigen hatten schon einen alkoholbedingten Unfall? **5.4** Im Jahre 2005 wurden in der Schweiz 48332 Urteile aufgrund eines Verstosses gegen das Strassenverkehrsgesetz ausgesprochen. In wie vielen Urteilen war „Fahren in angetrunkenem Zustand“ die Ursache? Bevor Sie sich auf die Suche nach dem richtigen Wert begeben, versuchen Sie den Wert abzuschätzen. **5.5** Überlegen Sie sich, welche Auswirkungen Alkoholkonsum für Sie in Ihrem Alltag haben könnte. Wie können Sie die Risiken minimieren?

Alkoholkonsum und seine mögliche Wirkung am „Tag danach“:

Nach übermässigem Alkoholgenuss kann ein so genannter „**Kater**“ auftreten: Kopfschmerzen, gesteigerte Müdigkeit, Durst („Brand“) etc.
Die genaue Ursache für die Katerwirkung ist nicht geklärt. Man vermutet den Einfluss der Fuselöle (längerkettige Alkohole, siehe Seite 16) sowie von Methanol und seiner Abbauprodukte, eventuell auch von Acetaldehyd, dem Abbauprodukt des Ethanols. Durch die dehydrierende (Wasser entziehende) Wirkung des Alkohols und Ausschwemmung von Salzen kommt es zum Nachdurst. Neuere Forschungen zeigen auch negative Einflüsse auf die notwendige Traumschlaf-Phase (REM-Schlaf).

Vorbeugung:

- **kein übermässiger Alkoholkonsum**
- gleichzeitige Aufnahme von fetthaltigen Speisen (Verzögerung der Resorption)
- genügend nichtalkoholische Flüssigkeitsaufnahme (gegen die Dehydrierung)

Symptombekämpfung:

- keine "Patentrezepte"
- Flüssigkeits- und Mineralverlust ausgleichen
- dem Körper Sauerstoff zuführen (Bewegung an frischer Luft)
- notfalls Tabletten gegen Kopfschmerzen

Chronischer übermässiger Alkoholkonsum

Körperliche Folgen:

Bei regelmässig erhöhtem Konsum von Alkohol kommt es praktisch in allen Geweben zu **Zellschädigungen**, da das Zellgift Alkohol durch das Blut im ganzen Körper verteilt wird.

Organschäden, die dadurch entstehen, sind zum Beispiel Veränderungen

- der Leber (Fettleber, Leberentzündung, **Leberzirrhose**),
- der Bauchspeicheldrüse,
- des Herzens (Erweiterung des Herzmuskels),
- des Nervensystems und
- der Muskulatur.

Psychische Folgen:

Neben den körperlichen Folgen hat der Alkoholiker aber auch mit den seelischen (psychischen) Auswirkungen zu kämpfen:

- Gefühl, ohne Alkohol nicht mehr leben zu können (**Abhängigkeit**),
- **Depressionen**,
- Stimmungsschwankungen und
- Selbstmordgefährdung.

	Versuchen Sie mit dem folgenden Artikel aus dem Internet http://www.sfa-ispa.ch/DocUpload/a_folgen.pdf die folgende Frage zu beantworten.
	5.6 Wie viele Personen sind in der Schweiz schätzungsweise alkoholabhängig? Schätzen Sie die Anzahl ab, bevor Sie die Antwort recherchieren.

Folgen für die Gesellschaft:

Die Lösung von Aufgabe 5.6 verdeutlicht, dass wir es beim Alkoholmissbrauch mit einem Problem zu tun haben, das grosse **Kosten für die Allgemeinheit** verursacht.

	Versuchen Sie mit dem folgenden Artikel aus dem Internet http://www.sfa-ispa.ch/DocUpload/a_folgen.pdf die folgenden Fragen zu beantworten.
	5.7 Wie hoch sind in der Schweiz die Gesamtkosten, die durch übermässigen Alkoholkonsum bedingt sind? **5.8** Kann man mit den Einnahmen aus den Alkoholsondersteuern die durch übermässigen Alkoholkonsum verursachen Kosten finanzieren? **5.9** Schätzen Sie ab, ob die Bundesausgaben für Landesverteidigung „grösser“, „gleich“ oder „kleiner“ sind als die Kosten, die durch übermässigen Alkoholkonsum in der Schweiz entstehen. Suchen Sie dann im Internet unter der Adresse: http://www.zahlenspiegel.ch (im Abschnitt Bundesfinanzen) die Kosten für die Landesverteidigung und vergleichen Sie.

Bereit für den Kapiteltest? Eine kleine Selbstkontrolle

Wenn Sie die folgenden Fragen mit höchstens einem Fehler beantworten, beherrschen Sie den Stoff des Kapitels so gut, dass Sie den Kapiteltest absolvieren können. Falls Sie Schwierigkeiten beim Lösen der Fragen haben, schauen Sie sich die entsprechenden Abschnitte des fünften Kapitels noch einmal genau an.
Anmerkung: Korrigieren Sie Ihre Lösungen erst, nachdem Sie alle Fragen beantwortet haben! Arbeiten Sie ohne das Skript!

5.10 Kommentieren Sie die folgenden drei Sätze:

a) Ab 1 ‰ Blutalkoholkonzentration hat man mit ersten Beeinträchtigungen der Wahrnehmung zu rechnen.

b) Ab 7 ‰ Blutalkoholkonzentration besteht Lebensgefahr.

c) Geringe Blutalkoholkonzentrationen (<0,5 ‰) wirken euphorisierend und anregend.

5.11 Nennen Sie zwei Organschäden und drei psychische Beeinträchtigungen, zu denen chronischer Alkoholmissbrauch führt!

5.12 Wie viele alkoholkranke Menschen gibt es in der Schweiz und wie gross sind die finanziellen Folgen für die Gesellschaft?

5.13 Was sind die sozialen Auswirkungen von chronischem Alkoholmissbrauch auf die Gesellschaft?

Lösungen der Aufgaben

5.1

Promillegehalt	Wirkungen
ab etwa 0,3 ‰	erste Gangstörungen, leicht euphorisch, anregend, besonders bei Müdigkeit Leistungsminderung nachweisbar
ab etwa 0,5 ‰	erste Beeinträchtigungen der Wahrnehmung, z. B. des Sehsinns, Abnahme der Bildschärfe, schlechteres Distanzabschätzungs-vermögen, verlangsamte Hell-/Dunkelanpassung
ab etwa 0,8 ‰	schlechteres Beurteilungs- und Erinnerungsvermögen, eingeschränkter Gleichgewichtssinn
ab etwa 1,6 ‰	starke Beeinträchtigung der Wahrnehmung, Gehen kaum noch möglich, Vergiftungserscheinungen
ab etwa 3,0 ‰	Konfusion, Koma, starke Vergiftungserscheinungen, eventuell Tod durch Kreislaufversagen und/oder Atemblockade
ab 4,0-5,0 ‰	Tod

5.2 2006 sind 53 Personen aufgrund von Alkoholkonsum tödlich verunglückt. Dies entspricht 14 % aller Strassenverkehrsopfer.

5.3 7.9 % aller 15- bis 24-Jährigen waren in einen alkoholbedingten Unfall verwickelt.

5.4 Bei 17624 Urteilen war „Fahren im angetrunkenen Zustand“ der Grund der Verurteilung. Dies entspricht 36,5 % aller Verurteilungen.

5.5 Beispiele für Auswirkungen:
- Müdigkeit
- fehlende Konzentrationsfähigkeit und damit verminderte Leistungsfähigkeit
- Verlust der Selbstkontrolle
- erhöhte Unfallgefahr (Strassenverkehr, Sport)
- …

Mögliche Massnahmen:
- Wer fährt trinkt nicht – wer trinkt fährt nicht!
- kein Alkohol beim Skifahren
- kein Alkoholkonsum vor wichtigen Auftritten, Prüfungen etc.
- keine Trinkwettkämpfe, kein „Komatrinken“
- …

5.6 Es sind über 300000 Personen in der Schweiz alkoholabhängig. Dies sind 4 % der Bevölkerung oder jeder 25ste!

5.7 Im Jahre 2003 wurden die alkoholbedingten Kosten in einer Studie auf 6,5 Milliarden SFr geschätzt.

5.8 Nein. Die Einnahmen aus den Alkoholsondersteuern betrugen im Jahre 2004 nur 400 Millionen SFr.

5.9 Die Ausgaben für die Landesverteidigung betrugen im Jahre 2004 „nur“ 4.6 Milliarden SFr und sind somit fast 2 Milliarden SFr niedriger als die alkoholbedingten Kosten in der Schweiz von 6.5 Milliarden SFr.

Lösungen der Kontrollfragen

5.10 a) Nein, schon ab 0,5 ‰ ist mit Beeinträchtigungen der Wahrnehmung zu rechnen.
b) Die tödliche Dosis ist viel tiefer und liegt im Bereich von 4 – 5 ‰.
c) Dieser Satz ist richtig.

5.11 Organschäden an Herz, Leber, Niere und Haut. Psychische Beeinträchtigungen: Selbstmordgefährdung, Depressionen, Stimmungsschwankungen oder Alkoholabhängigkeit.

5.12 Etwa 300.000 Menschen sind in der Schweiz alkoholkrank. Die Gesamtkosten für den Alkoholmissbrauch belaufen sich auf etwa 6.5 Milliarden SFr pro Jahr. Dies sind also fast 900 SFr pro Einwohner der Schweiz!

5.13 Z.B.: Sehr viele Straftaten und Verkehrsdelikte werden durch Alkoholmissbrauch verursacht, die Kosten und Leid für Unbeteiligte und die Gesellschaft erzeugen. Chronischer Alkoholmissbrauch führt zudem meist zu einer schwerwiegenden Belastung für den Betroffenen selbst (Verlust des Arbeitsplatzes, Unverträglichkeit in der Gesellschaft etc.) und sein soziales Umfeld (Familie, Freunde, Arbeitskollegen etc.).

Additum

Kapitel 6 - Das ist dufte!

Worum geht es?

Jetzt sind Sie in der Verlängerungsrunde! Das ist „dufte“, dass Sie soweit gekommen sind und „dufte“ geht es im wahrsten Sinne des Wortes in diesem Kapitel weiter.

Alkohol dient nicht nur als Genussmittel, sondern auch für weitere **technische Anwendungen**, z.B.

- als Desinfektionsmittel,
- als Brennspiritus zum Betreiben von Rechauds und Campingkochern,
- als Treibstoff für Autos (Bioethanol),
- als Reinigungsmittel,
- und als Lösungsmittel.

Im ersten Teil dieses Kapitels beschäftigen Sie sich mit **Ethanol als Lösungsmittel**, z.B. in kosmetischen Produkten wie Parfums, Rasierwasser etc. Arzneimittel, die tropfenweise verabreicht werden, sind fast immer alkoholische Lösungen. Warum wählt man nicht Wasser anstelle des Zellgiftes Alkohol als Lösungsmittel?

Im zweiten Teil des Kapitels werden Sie sehen, dass Alkohol gerade für viele Naturstoffe (z.B. Duftstoffe) im Gegensatz zu Wasser ein ideales Lösungsmittel ist.

Vorgehen

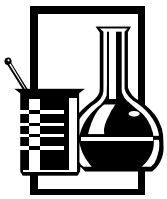
In diesem Kapitel werden Sie zwei kleine Experimente zur Gewinnung von Duftstoffen durchführen. Sie führen diese Experimente aber diesmal alleine durch.

Lernziele:

1. Sie wissen, warum Ethanol gut zur Abtrennung von ätherischen Ölen geeignet ist.
2. Sie kennen zwei experimentelle Methoden, um ätherische Öle aus Pflanzen zu gewinnen und können diese in je fünf Sätzen beschreiben.

Lösungsmittel Ethanol

Im ersten Experiment dieses Kapitells soll die Löslichkeit eines ätherischen Öls in Wasser, Alkohol und dem von Ihnen hergestellten Branntwein untersucht werden.



Experiment 6.A: Löslichkeit in verschiedenen Lösungsmitteln

Vorgehen

1. Füllen Sie je ein Reagenzglas mit 5 ml destilliertem Wasser, mit 5 ml reinem Ethanol und mit 5 ml Ihres Destillates aus Experiment 3.A. Stellen Sie die Reagenzgläser in einen Reagenzglasständer.
2. Geben Sie nun in jedes Reagenzglas fünf Tropfen des Zimtöls.
3. Verschliessen Sie die Reagenzgläser mit Gummistopfen und schütteln (oder vortexen) Sie diese je 30 Sekunden. Warten Sie einige Zeit, bis die Lösungen wieder klar werden.

Aufgabe:
Notieren Sie Ihre Beobachtungen! Vergleichen Sie Ihr Destillat als Lösungsmittel mit dem reinen Ethanol.

6.1 Füllen Sie die Lücken im folgenden Text mit einem der angebotenen Begriffe aus. Nutzen Sie dabei die Kenntnisse, die Sie im letzten Versuch gewonnen haben.

Ätherische Öle sind _____(sehr schlecht/sehr gut) in Alkohol, in Fetten und Pflanzenölen löslich. In Wasser sind sie _____(hervorragend/nicht) löslich. Im _____(Wasser/Alkohol) schwimmen die ätherischen Öle als einzelne Öltropfen auf der Oberfläche.

Ätherische Öle

Ätherische Öle (auch: etherische Öle) sind **ölige, leichtflüchtige Flüssigkeiten** mit einem starken, charakteristischen Geruch, die durch Extraktion **aus Pflanzen gewonnen** werden.

Der starke Geruch selbst kleinster Mengen des im letzten Versuch verwendeten ätherischen Öles ist Ihnen im Experiment 6.A sicher aufgefallen.

Die **Funktionen ätherischer Öle** in der Natur sind vielfältig, so sollen sie durch starken Geruch Insekten zur Bestäubung anlocken oder aber umgekehrt Frassschädlinge fernhalten. In den Pflanzen werden sie in den so genannten Öldrüsen gebildet und im Pflanzengewebe gespeichert. Ätherische Öle können sich also zum Beispiel in den Blüten, Fruchtschalen, Samen, Rinden, Wurzeln oder im Holz befinden.

Auch der Mensch nutzt ätherische Öle auf vielfältige Weise, zum Beispiel:

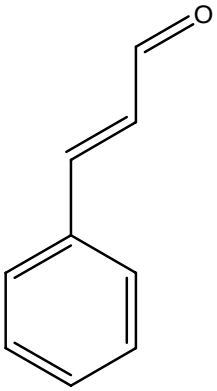
- als Duftstoffe in der Parfümindustrie,
- zum Würzen von Speisen,
- in der Medizin, z.B. als Inhalationsmittel bei Erkältungskrankheiten (Pfefferminzöl) oder in der Aromatherapie.

Im Folgenden wird anhand der chemischen Strukturen das Lösungsverhalten der ätherischen Öle genauer betrachtet.

Struktur von Inhaltsstoffen ätherischer Öle

Ätherische Öle bestehen aus organischen Verbindungen mit relativ geringer molarer Masse (kleine Moleküle), die wenig polar sind. Daher sind diese Stoffe relativ leicht flüchtig. Meist enthalten sie auch funktionelle Gruppen wie z.B. die Ester-, Aldehyd-, Alkohol- oder die Keto-Gruppen. Schlecht riechende Stoffe enthalten darüber hinaus oft Amino- oder schwefelhaltige Gruppen.

6.2 Im Folgenden ist die Strukturformel von Zimtaldehyd (einer der Duftstoffe des Zimts) angegeben. Welche funktionellen Gruppen enthält Zimtaldehyd?



6.3 Warum ist Ethanol z.B. für Zimtaldehyd und ganz allgemein für ätherische Öle ein deutlich besseres Lösungsmittel als Wasser?

Gewinnung von ätherischen Ölen

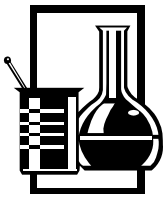
Ätherische Öle lassen sich mit Hilfe verschiedener Verfahren aus der Pflanze isolieren, zum Beispiel durch die Extraktion.

Extraktion

Das ätherische Öl wird mit Hilfe fettlösender Lösungsmittel wie Alkohol aus dem Pflanzengut herausgelöst (= extrahiert). Will man das ätherische Öl in reiner Form, so muss man den Extrakt anschliessend filtrieren und das Lösungsmittel abdestillieren.

6.4 Nennen Sie ein Beispiel aus dem Haushalt, bei dem eine Extraktion durchgeführt wird.

Im Experiment 6.B führen Sie eine Extraktion selbst durch. Sie untersuchen dabei zusätzlich den Einfluss des Zerteilungsgrades des Rohstoffes auf den Erfolg der Extraktion.



Experiment 6.B: Extraktion eines ätherischen Öls

Vorgehen

1. Teilen Sie eine Zimtstange in zwei gleich schwere Portionen. Zermörsern Sie die eine Hälfte mit Mörser und Pistill.
2. Zermörsern Sie 10 Gewürznelken.
3. Geben Sie in jeweils ein Becherglas das Zimtpulver, die zweite Hälfte der Zimtstange, 10 nicht zermörserte Gewürznelken und die zermörserten Gewürznelken.
4. Giessen Sie in jedes Becherglas 20 ml Ethanol.
5. Decken Sie jedes Becherglas mit einem Uhrglas ab und warten Sie etwa 15 Minuten. Bearbeiten Sie in der Zwischenzeit das Leitprogramm weiter.
6. Filtrieren Sie jedes Gemisch jeweils in ein Reagenzglas.
7. Überprüfen Sie den Geruch und die Geruchsintensität der beiden Zimtproben und der beiden Gewürznelkenproben!
8. Geben Sie nun jeweils drei Tropfen der Filtrate auf ein Filterpapier. Warten Sie bis das Ethanol verdampft ist.
9. Überprüfen Sie den Geruch und die Geruchsintensität der Filterpapiere!
10. Protokollieren Sie Ihre Beobachtungen und äussern Sie sich zum Einfluss des Zerteilungsgrades!

Ätherische Öle werden aber auch noch mit anderen Methoden aus Pflanzen gewonnen. Eine in diesem Zusammenhang sehr wichtige Methode ist die Wasserdampfdestillation.

	Informieren Sie sich in Ihrem Schulbuch oder im Internet http//de.wikipedia.org/wiki/Wasserdampfdestillation über die Wasserdampfdestillation.
	6.5 Bei der Wasserdampfdestillation benutzt man Wasser zur Extraktion. In Experimenten 6.A hat sich Wasser als wenig geeignetes Lösungsmittel für ätherische Öle erwiesen. Warum ist dies bei der Wasserdampfdestillation nun anders?

Bereit für den Kapiteltest? Eine kleine Selbstkontrolle

Wenn Sie die folgenden Fragen mit höchstens einem Fehler beantworten, beherrschen Sie den Stoff des Kapitels so gut, dass Sie den Kapiteltest absolvieren können. Falls Sie Schwierigkeiten beim Lösen der Fragen haben, lesen Sie sich die entsprechenden Abschnitte des sechsten Kapitels noch einmal aufmerksam durch.
Anmerkung: Korrigieren Sie Ihre Lösungen erst, nachdem Sie alle Fragen beantwortet haben! Schauen Sie beim Lösen nicht in Ihr Skript!

6.6 Streichen Sie im folgenden Satz die falschen Begriffe durch:

Die Ethyl/Methyl-Gruppe (?) des Ethanols ist hydrophil/lipophil (?) und diese verursacht die guten/schlechten (?) Lösungsmitteleigenschaften des Ethanols für ätherische Öle.

6.7 Wie nennt man das Verfahren, dessen erste Schritte sich folgendermassen beschreiben lassen:

Übergiesst man ein Gemisch aus festen Stoffen mit einem passenden Lösungsmittel, so lösen sich nur ganz bestimmte Stoffe bzw. im Idealfall sogar nur ein einziger darin auf. Filtriert man dann die Suspension…

6.8 Was sind die nächsten Schritte bei dem in 6.7 beschriebenen Verfahren?

6.9 Die Wasserdampfdestillation ist ein weiteres Verfahren zur Gewinnung ätherischer Öle aus Pflanzenmaterial. Beschreiben Sie das Verfahren kurz.

6.10 Bei einer Wasserdampfdestillation wird das ätherische Öl einer Temperatur von etwa 100 ºC ausgesetzt. Für temperaturempfindliche ätherische Öle ist das Verfahren also nicht geeignet. Welches Trennverfahren sollte man dann alternativ ausprobieren und warum?

Lösungen der Aufgaben

6.1 Ätherische Öle sind **sehr gut** in Alkohol, in Fetten und Pflanzenölen löslich. In Wasser sind sie **nicht** löslich.
Im **Wasser** schwimmen die ätherischen Öle als einzelne Öltropfen auf der Oberfläche.

6.2 Zimtaldehyd enthält als funktionelle Gruppen die C-C-Doppelbindung und die Aldehydgruppe.

6.3 Ethanol ist für ätherische Öle ein deutlich besseres Lösungsmittel als Wasser, weil es mit seiner Ethyl-Gruppe auch einen lipophilen („Fett liebenden"), weitgehend unpolaren Molekülteil besitzt.

6.4 Beispiele sind die Kaffee- und Teezubereitung oder die Verwendung von Vanille-Schoten zur Aromatisierung.

6.5 Viele mit Wasser nicht oder nur sehr wenig mischbare Flüssigkeiten lassen sich mittels Wasserdampfdestillation schon bei etwa 100 °C destillieren. Dazu muss man diese zusammen mit Wasser erhitzen. Mit dem Wasser zusammen destilliert nun auch das ätherische Öl mit hinüber. Im hinüberdestillierten Kondensat trennen sich die Stoffe aufgrund ihrer unterschiedlichen Polaritäten. Man erhält zwei Phasen: die Wasserphase und die ätherische Phase.

Lösungen der Kontrollfragen

6.6 Die **Ethyl**-Gruppe des Ethanols ist **lipophil** („Fett liebend“) und diese verursacht die **guten** Lösungsmitteleigenschaften des Ethanols für ätherische Öle. Eine solche Gruppe fehlt dem Wasser.

6.7 Es wird das Extraktionsverfahren beschrieben.

6.8 Die weiteren Schritte der Extraktion lassen sich folgendermassen beschreiben: Dann filtriert man die Suspension und entfernt anschliessend das Lösungsmittel durch Verdampfen. Im Rückstand befinden sich die aus den Feststoffen gelösten Komponenten, z.B. das ätherische Öl.

6.9 Beschreibung Wasserdampfdestillation: Durch zerkleinertes Pflanzengut wird Wasserdampf geleitet, mit dem das flüchtige ätherische Öl dann hinüberdestilliert. Im abgekühlten Kondensat trennen sich Wasser und Öl aufgrund ihrer sehr schlechten Mischbarkeit wieder. Sie können somit leicht getrennt werden.

6.10 Eine Extraktion kann bei Raumtemperatur durchgeführt werden und ist deshalb „schonender“ für ein ätherisches Öl. Allerdings muss man ein geeignetes Lösungsmittel finden.

Anhang für die Lehrperson

A Kapiteltests mit Lösungen

Fragen

Kapitel 1

Frage 1 (K2): Beschreiben Sie mit ein paar Sätzen, wie Sie Wein hergestellt haben.

Frage 2 (K3): Was für Auswirkungen hätte es unter Umständen gehabt, wenn Sie bei Ihrer Weinherstellung einen Traubensaft **mit Konservierungsstoffen** verwendet hätten?

Frage 3 (K2): Nennen Sie die wesentlichen Schritte, die ein Winzer bei der Weinherstellung durchführt.

Frage 4 (K2): Woher stammt die rote Farbe des Rotweines?

Frage 5 (K2): Welche Unterschiede gibt es bei der Herstellung eines Rotweines bzw. Weissweines? Erläutere!

Frage 6 (K1): Welche Arbeiten führt der Weinbauer vor der Gärung durch?

Frage 7 (K3): Wie kann man einen Rosé-Wein aus dunklen Trauben herstellen?

Frage 8 (K1): Wozu dient das Gärröhrchen auf dem Gärgefäss?

Kapitel 2

Frage 1 (K1): Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die alkoholische Gärung.

Frage 2 (K2): Was gewinnt die Hefezelle durch die alkoholische Gärung?

Frage 3 (K1): Nennen Sie zwei wichtige Zwischenprodukte der alkoholischen Gärung.

Frage 4 (K2): Was passiert mit der alkoholischen Gärung spätestens dann, wenn die Alkoholkonzentration des Weinansatzes 18 % erreicht hat und warum?

Frage 5 (K4): Der Bäcker benutzt beim Brotbacken auch Hefe. Warum kann man vom Brotessen nicht betrunken werden?

Frage 6 (K3): Durch den Zusatz von Hefe wird beim Backen auch Kohlendioxid erzeugt. Wofür sorgt das entstehende Kohlendioxid?

Frage 7 (K2): Warum darf man beim Gärungsprozess das Gärgefäss nicht vollständig verschliessen, um es so optimal vor dem Luftsauerstoff zu schützen?

Frage 8 (K1): Was passiert bei der Gärung mit dem Glucose-Molekül?

Kapitel 3

Frage 1 (K2): Warum destillieren wir überhaupt unseren Wein?

Frage 2 (K2): Wie kann man die Alkoholkonzentration einer Wasser/Ethanol-Mischung bestimmen?

Frage 3 (K3): Wie ändert sich die Alkoholkonzentration bei der Destillation eines Weines im aufgefangenen Destillat und warum?

Frage 4 (K3): Was muss man tun, um aus Ihrem Branntwein einen höherprozentigen Branntwein herzustellen? Was ist der Nachteil Ihres vorgeschlagenen Verfahrens?

Frage 5 (K3): Was wird neben Alkohol und Wasser bei der Spirituosenherstellung sonst noch mitdestilliert?

Frage 6 (K3): Warum sind die Destillate in der Spirituosenherstellung farblos?

Frage 7 (K2): Wird bei der Destillation eines süssen Weins der Zucker auch mitdestilliert? Begründe!

Frage 8 (K2): Was kann das Resultat einer Alkoholbestimmung über die Dichtemessung verfälschen?

Kapitel 4

Frage 1 (K1): In welchen Organen und wie schnell wird der aufgenommene Alkohol wieder abgebaut?

Frage 2 (K1): Wie kann man die maximale „Blutalkoholkonzentration“ berechnen? Welche Grössen benötigt man dafür?

Frage 3 (K2): Warum ist der Verteilungsfaktor *r* für Männer grösser als für Frauen?

Frage 4 (K3): Für Schülerinnen: Eine Frau von 50 kg Körpergewicht konsumiert 2 Stangen Bier (je 3 dl zu 5 Vol%) und 2 Drinks mit je 2 cl einer Spirituose mit einem Alkoholgehalt von 45 Vol%. Welche maximale Blutalkoholkonzentration stellt sich ein und wie lange dauert es mindestens bis sie wieder „sicher“ verkehrstüchtig ist?

Frage 5 (K3): Für Schüler: Ein Mann von 70 kg Körpergewicht konsumiert 2 „Grosse“ Bier (je 5 dl zu 5 Vol%) und 3 Drinks mit je 2 cl einer Spirituose mit einem Alkoholgehalt von 45 Vol%. Welche maximale Blutalkoholkonzentration stellt sich ein und wie lange dauert es mindestens bis sie wieder „sicher“ verkehrstüchtig ist?

Frage 6 (K3): Welchen Einfluss hat eine lange Konsumationszeit (im Vergleich zum Sturztrinken) auf die Blutalkoholkonzentration? Begründe!

Frage 7 (K4): Welchen Einfluss hat der Mageninhalt auf die Blutalkoholkonzentration? Begründe!

Frage 8 (K2): Eine Person weist eine Blutalkoholkonzentration von 1,0 ‰ auf. Nach welcher Zeit ist sie frühestens bzw. spätestens wieder fahrtüchtig? Nach welcher Zeitspanne ist der Alkohol vollständig abgebaut?

Kapitel 5

Frage 1: (K1) Nennen Sie drei Blutalkoholkonzentrationen und deren Auswirkungen auf den davon betroffenen Menschen.

Frage 2 (K1): Wie hoch ist Anzahl alkoholkranker Menschen in der Schweiz mindestens?

Frage 3 (K1): Nennen Sie fünf Auswirkungen von chronischem Alkoholmissbrauch auf Körper und Geist.

Frage 4 (K2): Warum ist der Alkoholmissbrauch für die Gesellschaft negativ?

Frage 5 (K2): Welcher wesentliche Unterschied besteht in der Wirkung des Alkohols bei niedrigen bzw. mittleren bis höheren Blutalkoholkonzentrationen?

Frage 6 (K3): Welche Problematik tritt bei Lenkern mit kleinen Blutalkoholkonzentrationen im Strassenverkehr auf?

Frage 7 (K4): Warum gibt es Personen, die mit einer Blutalkoholkonzentration von über 3 ‰ noch Auto fahren?

Frage 8 (K3): Nenne Risiken bei akut hohen Blutalkoholkonzentrationen ausserhalb des Strassenverkehrs!

Kapitel 6

Frage 1 (K2): Warum ist Ethanol im Gegensatz zu Wasser ein gutes Lösungsmittel für ätherische Öle?

Frage 2 (K2): Die Extraktion ist ein geeignetes Verfahren zur Gewinnung ätherischer Öle aus Pflanzenmaterial. Beschreiben Sie dieses Verfahren!

Frage 3 (K1): Welches Verfahren kennen Sie neben der Extraktion noch zur Gewinnung ätherischer Öle aus Pflanzenmaterial.

Frage 4 (K2): Wie läuft eine Wasserdampfdestillation ab?

Frage 5 (K3): Welches Verfahren würden Sie zuerst ausprobieren, wenn Sie ein hitzeempfindliches ätherisches Öl aus Pflanzenmaterial abtrennen müssten.

Frage 6 (K3): Sind Methanol bzw. Propanol bessere oder schlechtere Lösungsmittel für ätherische Öle als Ethanol? Begründe!

Frage 7 (K2): Warum werden die Kaffeebohnen für die Herstellung eines Filterkaffees gemahlen?

Frage 8 (K1): Was ist ein ätherisches Öl? Welche Öle kennen Sie sonst noch?

Fragen und Antworten der Kapiteltests zusammen

Kapitel 1

Frage 1 (K2): Beschreiben Sie mit ein paar Sätzen, wie Sie Wein hergestellt haben.

Antwort: Unser Weinansatz bestand aus einem Fruchtsaft, dem noch Traubenzucker und Hefe zugesetzt wurde. Diese Mischung wurde gut vermischt und in einen Erlenmeyerkolben überführt. Auf diesen wurde ein Gärröhrchen aufgesetzt. In das Gärröhrchen wurde Kalkwasser als Sperrflüssigkeit gegossen. Diese verhinderte den Luftzutritt von aussen. Nach rund zwei Wochen war die alkoholische Gärung zu Ende und es konnte keine Gasentwicklung mehr beobachtet werden.

Frage 2 (K3): Was für Auswirkungen hätte es unter Umständen gehabt, wenn Sie bei Ihrer Weinherstellung einen Traubensaft **mit Konservierungsstoffen** verwendet hätten?

Antwort: Die Aufgabe von Konservierungsstoffe ist, wie der Name schon sagt, zu konservieren, also Schimmel- und Gärprozesse zu unterbinden. Die alkoholische Gärung wäre also unterbunden oder doch zumindest stark behindert worden.

Frage 3 (K2): Nennen Sie die wesentlichen Schritte, die ein Winzer bei der Weinherstellung durchführt.

Antwort:
Z.B.:

- Abbeeren (Weinlese).
- Trauben mahlen. Man erhält eine „Maische“, die je nach Weinsorte von den Hülsen und Schalen befreit und dann vergoren wird (Weisswein) oder mit Hülsen und Schalen zusammen vergoren wird (Rotwein).
- Gärung in grossen Behältern. Diese sind luftdicht mit einem wassergefüllten Gärrohr verschlossen, so dass das entstehende Kohlenstoffdioxid entweichen kann. Nach der Haupt- und der Nachgärung wird der entstandene Wein vom Trester abgetrennt.
- Kellerlagerung nach dem Zusatz von SO_2 für längere Zeit unter Luftabschluss bei 10 – 15 °C.
- Abfüllung in Flaschen.

Frage 4 (K2): Woher stammt die rote Farbe des Rotweines?

Antwort: Von den Schalen der Weintrauben, die bei der Rotweinherstellung mit dem Traubensaft zusammen vergoren werden. Der Traubensaft ist auch bei dunklen Trauben in der Regel hell.

Frage 5 (K2): Welche Unterschiede gibt es bei der Herstellung eines Rotweines bzw. Weissweines? Erläutere!

Antwort: Die Prozesse Gärung und Abpressen sind vertauscht: bei der Weissweinbereitung wird zuerst abgepresst und nur der erhaltene Saft vergoren (Saftgärung); bei der Rotweinbereitung werden die gemahlenen Trauben (Maische) komplett vergoren (Maischegärung) und erst nachher wird abgepresst.

Frage 6 (K1): Welche Arbeiten führt der Weinbauer vor der Gärung durch?

Antwort: Die Trauben werden gelesen, entrappt (die Beeren von den Kämmen und Stielen getrennt) und gemahlen. Bei der Weissweinbereitung wird vor der Gärung noch abgepresst. Die Gärung wird durch Zugabe von Zuchthefen ausgelöst.

Frage 7 (K3): Wie kann man einen Rosé-Wein aus dunklen Trauben herstellen?

Antwort: Rosé-Weine besitzen wenig rote Farbstoffe. Dazu wird wie bei der Rotweinbereitung eine Maischegärung angesetzt. Sobald für den gewünschten Farbton genügend Farbstoffe aus den Schalen extrahiert sind, wird die Maische abgepresst. Die restliche Gärung findet als Saftgärung statt. Die Farbe des Weines ändert sich dabei nicht mehr.

Frage 8 (K1): Wozu dient das Gärröhrchen auf dem Gärgefäss?

Antwort: Das Gärröhrchen verhindert den Zutritt von Luftsauerstoff und ermöglicht gleichzeitig dem Gärprodukt Kohlendioxid aus dem Gärgefäss zu entweichen.

Kapitel 2

Frage 1 (K1): Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die alkoholische Gärung.

Antwort: $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2$

Frage 2 (K2): Was gewinnt die Hefezelle durch die alkoholische Gärung?

Antwort: Energie zum Leben.

Frage 3 (K1): Nennen Sie zwei wichtige Zwischenprodukte der alkoholischen Gärung.

Antwort: Brenztraubensäure (bzw. Pyruvat) und Ethanal.

Frage 4 (K2): Was passiert mit der alkoholischen Gärung spätestens dann, wenn die Alkoholkonzentration des Weinansatzes 18 % erreicht hat und warum?

Antwort: Alkohol wirkt auch auf die Hefezellen als Zellgift und bei einer Konzentration von 18 % stellt Hefe die alkoholische Gärung ein und stirbt den „Alkoholtod“.

Frage 5 (K4): Der Bäcker benutzt beim Brotbacken auch Hefe. Warum kann man vom Brotessen nicht betrunken werden?

Antwort: In der Tat entstehen durch die alkoholische Gärung bei der Zubereitung von Brot Alkohol und Kohlendioxid. Beim Backprozess verdampft aber fast der gesamte Alkohol. Im Brot sind also nur Spuren an Alkohol enthalten.

Frage 6 (K3): Durch den Zusatz von Hefe wird beim Backen auch Kohlendioxid erzeugt. Wofür sorgt das entstehende Kohlendioxid?

Antwort: Das entstehende Kohlendioxidgas lässt den Brotteig aufgehen und macht diesen locker.

Frage 7 (K2): Warum darf man beim Gärungsprozess das Gärgefäss nicht vollständig verschliessen, um es so optimal vor dem Luftsauerstoff zu schützen?

Antwort: Es entsteht gasförmiges Kohlendioxid. Dies würde zu einem Überdruck führen. Gegen diesen erhöhten Druck könnten die Zellen kein weiteres Kohlendioxid produzieren. Die Gärung würde frühzeitig gestoppt.

Frage 8 (K1): Was passiert bei der Gärung mit dem Glucose-Molekül?

Antwort: Das Glucose-Moleküls enthält 6 C-Atome. Bei der Gärung wird das Glucose-Molekül gespalten. Es entstehen 2 Ethanol-Moleküle (je 2 C-Atome) und 2 Kohlendioxid-Moleküle (je 1 C-Atom).

Kapitel 3

Frage 1 (K2): Warum destillieren wir überhaupt unseren Wein?

Antwort: Wein wird destilliert um den Alkohol, den leichtflüchtigen Anteil in unserem Wein, aufzukonzentrieren.

Frage 2 (K2): Wie kann man die Alkoholkonzentration einer Lösung von Wasser und Ethanol bestimmen?

Antwort: Man bestimmt die Dichte der Lösung und liest in einer Dichtetabelle die dazugehörige Alkoholkonzentration ab.

Frage 3 (K3): Wie ändert sich die Alkoholkonzentration bei der Destillation eines Weines im aufgefangenen Destillat und warum?

Antwort: Die Alkoholkonzentration im Destillat ist am Anfang der Destillation am höchsten und nimmt dann ständig ab, weil im Dampf mit der Zeit immer weniger Ethanol (aber mehr Wasser) enthalten ist.

Frage 4 (K3): Was müssen Sie tun, um aus Ihrem Branntwein einen höherprozentigen Branntwein herzustellen? Was ist der Nachteil Ihres vorgeschlagenen Verfahrens?

Antwort: Man destilliert den Branntwein noch einmal und stoppt die Destillation möglichst früh, da im Dampf mit der Zeit immer weniger Ethanol enthalten ist. Das bedeutet aber auch, dass man so weniger Branntwein erhält.

Frage 5 (K3): Was wird neben Alkohol und Wasser bei der Spirituosenherstellung sonst noch mitdestilliert?

Antwort: Es werden alle leichtflüchtigen Komponenten des Weines mitdestilliert. Dies sind insbesondere auch die Aromastoffe.

Frage 6 (K3): Warum sind die Destillate in der Spirituosenherstellung farblos?

Antwort: Die Farbstoffe des Weines (vor allem Anthocyane) haben eine hohe Siedetemperatur und sind deshalb nicht im Destillat zu finden. Farben von Spirituosen entstehen durch nachträgliche Zugabe von Farbstoffen oder durch die Lagerung in Holzfässern.

Frage 7 (K2): Wird bei der Destillation eines süssen Weins der Zucker auch mitdestilliert? Begründe!

Antwort: Nein! Da Glucose erst bei 83 °C schmilzt und bei 146 °C noch vor dem Erreichen des Siedepunktes karamellisiert, verbleibt der Zucker in der Vorlage.

Frage 8 (K2): Was kann das Resultat einer Alkoholbestimmung über die Dichtemessung verfälschen?

Antwort: Zusätzliche Stoffe, die neben Ethanol und Wasser in der Mischung in grösserer Menge vorkommen, beeinflussen die Dichte der Lösung.

Kapitel 4

Frage 1 (K1): In welchen Organen und wie schnell wird der aufgenommene Alkohol wieder abgebaut?

Antwort: Zu mehr als 90 % in der Leber, der Rest wird unverändert mit Hilfe der Nieren oder durch die Haut ausgeschieden. Die Abbaugeschwindigkeit beträgt zwischen 0.1 ‰ und 0.2 ‰ pro Stunde.

Frage 2 (K2): Wie kann man die maximale „Blutalkoholkonzentration“ berechnen? Welche Grössen benötigt man dafür?

Antwort:

$$c = \frac{m_{rA}}{m_P \cdot r}$$

Die Symbole haben dabei die folgende Bedeutung:

- c ist die Blutalkoholkonzentration in Promille (‰)
- m_{kA} ist die resorbierte Masse des Alkohols (g)
- m_P ist das Gewicht der Person in Kilogramm (kg)
- r ist der Verteilungsfaktor im Körper (0,7 für Männer, 0,6 für Frauen)

Frage 3 (K2): Warum ist der Verteilungsfaktor *r* für Männer grösser als für Frauen?

Antwort: Der Verteilungsfaktor *r* gibt den Anteil an wässerigem Körpergewebe im Verhältnis zum gesamten Körper an. Da nun der relative Fettanteil des Körpers eines Mannes kleiner ist als der einer Frau, bedeutet dies umgekehrt, dass ein Mann relativ ein grösseres Volumen an wässerigem Körpergewebe hat als eine Frau. Deshalb ist der Verteilungsfaktor *r* für Männer grösser als für Frauen.

Frage 4 (K3): Für Schülerinnen: Eine Frau von 50 kg Körpergewicht konsumiert 2 Stangen Bier (je 3 dl zu 5 Vol%) und 2 Drinks mit je 2 cl einer Spirituose mit einem Alkoholgehalt von 45 Vol%. Welche maximale Blutalkoholkonzentration stellt sich ein und wie lange dauert es mindestens bis sie wieder „sicher" verkehrstüchtig ist?

Antwort:

$$m_{rA} = V \cdot \frac{Vol\%}{100} \cdot \rho \cdot 0{,}8 = (600\text{ml} \cdot \frac{5}{100} + 40\text{ml} \cdot \frac{45}{100}) \cdot 0{,}79\text{g/ml} \cdot 0{,}8 = 30{,}3\text{g}$$

$$c = \frac{m_{rA}}{m_P \cdot r} = \frac{30{,}3\text{g}}{50\text{kg} \cdot 0{,}6} = 1{,}0‰$$

Mit einer Abbaurate von 0,1 ‰ pro Stunde dauert es 5 Stunden bis zur Verkehrstüchtigkeit.

Frage 5 (K3): Für Schüler: Ein Mann von 70 kg Körpergewicht konsumiert 2 „Grosse" Bier (je 5 dl zu 5 Vol%) und 3 Drinks mit je 2 cl einer Spirituose mit einem Alkoholgehalt von 45 Vol%. Welche maximale Blutalkoholkonzentration stellt sich ein und wie lange dauert es mindestens bis sie wieder „sicher" verkehrstüchtig ist?

Antwort:

$$m_{rA} = V \cdot \frac{Vol\%}{100} \cdot \rho \cdot 0{,}8 = (1000\text{ml} \cdot \frac{5}{100} + 60\text{ml} \cdot \frac{45}{100}) \cdot 0{,}79\text{g/ml} \cdot 0{,}8 = 48{,}7\text{g}$$

$$c = \frac{m_{rA}}{m_P \cdot r} = \frac{48{,}7\text{g}}{70\text{kg} \cdot 0{,}7} = 1{,}0‰$$

Mit einer Abbaurate von 0,1 ‰ pro Stunde dauert es 5 Stunden bis zur Verkehrstüchtigkeit.

Frage 6 (K3): Welchen Einfluss hat eine lange Konsumationszeit (im Vergleich zum Sturztrinken) auf die Blutalkoholkonzentration? Begründe!

Antwort:
Der Körper nimmt insgesamt gleich viel Alkohol auf. Die Aufnahme verteilt sich aber über eine längere Zeitspanne. Daher ist bei der letzten Resorption bereits ein Teil des aufgenommenen Alkohols durch die Leber abgebaut worden. Daher ist die maximale Blutalkoholkonzentration niedriger als beim Sturztrinken.

Frage 7 (K4): Welchen Einfluss hat der Mageninhalt auf die Blutalkoholkonzentration? Begründe!

Antwort: Der Mageninhalt beeinflusst die Verdauungs- und damit die Resorptions-geschwindigkeit. Bei nüchternem Magen wird der Alkohol rascher resorbiert, was auch zu etwas höheren maximalen Blutalkoholkonzentrationen führt. Günstig für eine langsamere Resorption sind vor allem fetthaltige Speisen, da sich der Alkohol im Fett gut löst und die Verdauung langsamer ist.

Frage 8 (K2): Eine Person weist eine Blutalkoholkonzentration von 1,0 ‰ auf. Nach welcher Zeit ist sie frühestens bzw. spätestens wieder fahrtüchtig? Nach welcher Zeitspanne ist der Alkohol vollständig abgebaut?

Antwort: Mit einer Abbaurate von 0,2 ‰ ist die Person nach 2,5 Stunden frühestens fahrtüchtig. Mit einer Abbaurate von 0,1 ‰ dauert es 5 Stunden bis zur „sicheren" Fahrtüchtigkeit. Ein vollständiger Abbau des Alkohols wird nach 5 bis 10 Stunden erreicht. Die Blutalkoholkonzentration sinkt aber nie ganz auf 0. Auch ohne Alkoholkonsum liegt sie bei 0,02 bis 0,03 ‰.

Kapitel 5

Frage 1: (K1) Nennen Sie drei Blutalkoholkonzentrationen und deren Auswirkungen auf den davon betroffenen Menschen.

Antwort:

Promillegehalt	**Wirkungen**
ab etwa 0,3 ‰	erste Gangstörungen, leicht euphorisch, anregend, besonders bei Müdigkeit Leistungsminderung nachweisbar
ab etwa 0,5 ‰	erste Beeinträchtigungen der Wahrnehmung, z. B. des Sehsinns, Abnahme der Bildschärfe, schlechteres Distanz-abschätzungsvermögen, verlangsamte Hell-/Dunkelanpassung
ab etwa 0,8 ‰	schlechteres Beurteilungs- und Erinnerungsvermögen, eingeschränkter Gleichgewichtssinn
ab etwa 1,6 ‰	starke Beeinträchtigung der Wahrnehmung, Gehen kaum noch möglich, Vergiftungserscheinungen
ab etwa 3,0 ‰	Konfusion, Koma, starke Vergiftungserscheinungen, eventuell Tod durch Kreislaufversagen und/oder Atemblockade
ab 4,0-5,0 ‰	Tod

Frage 2 (K1): Wie hoch ist Anzahl alkoholkranker Menschen in der Schweiz mindestens?

Antwort: Mindestens 300.000 Menschen. Dies sind etwa 4 % der Gesamtbevölkerung der Schweiz.

Frage 3 (K1): Nennen Sie fünf Auswirkungen von chronischem Alkoholmissbrauch auf Körper und Geist.

Antwort:
Beispiele:

- Organschäden an Leber, Herz und Nerven
- Abhängigkeit
- Vernachlässigung sozialer Kontakte
- Depressionen
- Stimmungsschwankungen
- Selbstmordgefährdung

Frage 4 (K2): Warum ist der Alkoholmissbrauch für die Gesellschaft negativ?

Antwort: Die Gesamtkosten für den Alkoholmissbrauch belaufen sich auf etwa 6.5 Milliarden SFr pro Jahr. Dies sind also fast 900 SFr pro Einwohner der Schweiz! Neben diesen Kosten für das Gesundheitssystem werden viele Straftaten und Verkehrsdelikte durch Alkoholmissbrauch verursacht, die Kosten und Leid für Unbeteiligte und die Gesellschaft erzeugen.

Frage 5 (K2): Welcher wesentliche Unterschied besteht in der Wirkung des Alkohols bei niedrigen bzw. mittleren bis höheren Blutalkoholkonzentrationen?

Antwort: In niedrigen Dosen wirkt Alkohol anregend, in mittleren und höheren Dosen dämpfend.

Frage 6 (K3): Welche Problematik tritt bei Lenkern mit kleinen Blutalkoholkonzentrationen im Strassenverkehr auf?

Antwort: Einerseits ist das Wahrnehmungs- und Reaktionsvermögen vermindert. Gleichzeitig führt Alkoholkonsum zu Selbstüberschätzung.

Frage 7 (K4): Warum gibt es Personen, die mit einer Blutalkoholkonzentration von über 3‰ noch Auto fahren?

Antwort: Die Wirkungen des Alkohols sind individuell verschieden. Alkoholgewöhnte Menschen fühlen sich oft auch bei hohen Blutalkoholkonzentrationen (je nach Gewöhnungsgrad) absolut fahrtauglich.

Frage 8 (K3): Nenne Risiken bei akut hohen Blutalkoholkonzentrationen ausserhalb des Strassenverkehrs!

Antwort:
Beispiele:
- Unfallgefahr im Alltag
- Aggression und Gewalt
- Schädigung des ungeborenen Kindes während der Schwangerschaft

Kapitel 6

Frage 1 (K2): Warum ist Ethanol im Gegensatz zu Wasser ein gutes Lösungsmittel für ätherische Öle?

Antwort: Die Ethyl-Gruppe des Ethanols ist lipophil („Fett liebend“) und diese verursacht die guten Lösungsmitteleigenschaften des Ethanols für ätherische Öle. Eine solche Gruppe fehlt dem Wasser.

Frage 2 (K2): Die Extraktion ist ein geeignetes Verfahren zur Gewinnung ätherischer Öle aus Pflanzenmaterial. Beschreiben Sie dieses Verfahren!

Antwort: Übergiesst man ein Gemisch aus festen Stoffen mit einem passenden Lösungsmittel, so lösen sich nur ganz bestimmte Stoffe bzw. im Idealfall sogar nur ein einziger darin auf. Filtriert man dann die Suspension und entfernt das Lösungsmittel danach durch Verdampfen, so verbleiben als Rückstände die aus den Feststoffen gelösten Komponenten.

Frage 3 (K1): Welches Verfahren kennen Sie neben der Extraktion noch zur Gewinnung ätherischer Öle aus Pflanzenmaterial.

Antwort: Die Wasserdampfdestillation.

Frage 4 (K2): Wie läuft eine Wasserdampfdestillation ab?

Antwort: Durch zerkleinertes Pflanzengut wird Wasserdampf geleitet, mit dem das flüchtige ätherische Öl dann überdestilliert. Im abgekühlten Kondensat trennen sich Wasser und Öl aufgrund ihrer sehr schlechten Mischbarkeit wieder. Sie können somit leicht getrennt werden.

Frage 5 (K3): Welches Verfahren würden Sie zuerst ausprobieren, wenn Sie ein hitzeempfindliches ätherisches Öl aus Pflanzenmaterial abtrennen müssten.

Antwort: Eine Extraktion kann bei Raumtemperatur durchgeführt werden und sollte somit zuerst ausprobiert werden, denn das ätherisches Öl muss bei einer Wasserdampfdestillation mindestens 100 °C aushalten.

Frage 6 (K3): Sind Methanol bzw. Propanol bessere oder schlechtere Lösungsmittel für ätherische Öle als Ethanol? Begründe!

Antwort: Wenn man annimmt, dass die Komponenten des ätherischen Öls unpolar sind, so ist Propanol ein besseres, Methanol ein schlechteres Lösungsmittel als Ethanol. Im Propanol-Molekül ist die unpolare Gruppe (Propyl-Gruppe) grösser, im Methanol-Molekül (Methyl-Gruppe) kleiner als im Ethanol-Molekül.

Frage 7 (K2): Warum werden die Kaffeebohnen für die Herstellung eines Filterkaffees gemahlen?

Antwort: Die grössere Oberfläche des Pulvers führt zu einer intensiveren Extraktion der Aromastoffe. Um den Aromaverlust durch Sublimation klein zu halten, sollten die Bohnen erst unmittelbar vor der Extraktion gemahlen werden.

Frage 8 (K1): Was ist ein ätherisches Öl? Welche Öle kennen Sie sonst noch?

Antwort: Ätherische Öle sind ölige, leichtflüchtige Flüssigkeiten mit einem starken, charakteristischen Geruch, die durch Extraktion aus Pflanzen gewonnen werden. Weitere Öle sind die pflanzlichen (und tierischen) Öle, die vorwiegend in der Küche Verwendung finden, und die Mineralöle (Erdöl).

B Liste der Medien für die Schüler

Bücher:

- Schulbuch, z.B. „Chemie heute – Sekundarbereich I“. Gesamtband. Hannover 2000 (Schroedel Verlag).

Internet:

- Römpp-Chemie-Lexikon (Online-Version).

- Schweizerischen Fachstelle für Alkohol und andere Drogenprobleme
  http://www.sfa-ispa.ch/
  insbesondere:
  http://www.sfa-ispa.ch/DocUpload/a_folgen.pdf

- http://www.alkohol-lexikon.de/
  Promillerechner:
  http://www.alkohol-lexikon.de/Promillerechner.php

- Online-Lexikon
  http://de.wikipedia.org/wiki/

Der Zugang zu den oben aufgeführten Internet-Quellen ist kostenlos mit Ausnahme des Römpp-Chemie-Lexikons. Sie dürfen die Inhalte und Formen jedoch nur für Ihr eignes Lernen verwenden und nicht weiterverbreiten.

C Chemikalien und verwendete Geräte

Experiment 1.A

Chemikalien:

- Fruchtsäfte (150 ml pro Gruppe). Wichtig: Ohne Konservierungsstoffe!
- Trockenhefe zum Backen (1/2 Päckchen pro Gruppe)
- Traubenzucker (20 g pro Gruppe)
- gesättigte Calciumhydroxid-Lösung

Material pro Gruppe:

- Erlenmeyerkolben 250 ml (ev. mit Schliff)
- Gummistopfen mit passender Bohrung für Gärrohr oder SVL-Durchführung
- Gärrohr

Experiment 3.A

Chemikalien:

- Wein aus Experiment 1.A

Material:

- 3 bis 4 Destillationsapparaturen, fertig zusammengebaut gemäss Abbildung (ev. Messzylinder statt Rundkolben als Vorlage)

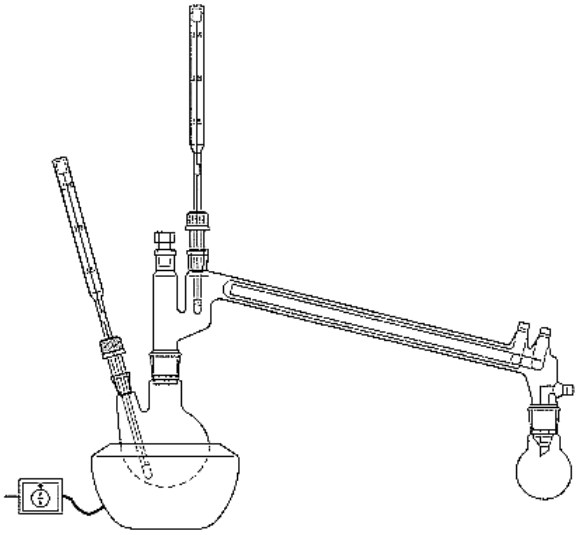


Abbildung 2: Destillationsapparatur

- Siedesteinchen

Material pro Gruppe:

- Rundkolben 250 ml, ev. Zweihalskolben mit einem zweiten Thermometer
- Messzylinder 50 ml und 100 ml (als Vorlage)
- Trichter
- Stoppuhr
- Pasteurpipetten
- Porzellanschale

Experiment 3.B

Chemikalien:

- Destillat aus Experiment 3.A

Material:

- Haushaltspapierrolle
- Präzisionswaage (Genauigkeit 0.001 g)

Material pro Gruppe:

- Pyknometer (10 ml)

Experiment 6.A

Chemikalien:

- Destillat aus Experiment 3.A
- Ethanol (5 ml pro Person)
- Zimtöl

Material pro Person:

- 3 Reagenzgläser
- 3 Gummistopfen
- 1 Reagenzglasständer
- 3 Messzylinder 10 ml

Experiment 6.B

Chemikalien:

- Zimtstangen (1 Stück pro Person)
- Gewürznelken (20 Stück pro Person)
- Ethanol (80 ml pro Person)

Material:

- 2 Mörser mit Pistill (für Zimt und Gewürznelken)

Material pro Person:

- 4 Bechergläser 50 ml
- 4 Uhrgläser
- Messzylinder 25 ml
- 4 Trichter
- Filterpapier
- 4 Reagenzgläser
- 1 Reagenzglasständer
- Pasteurpipetten

D Verwendete und weiterführende Literatur

Quellen

- Bützer P.: „Alkohol“ Ethanol
  www.swisseduc.ch/chemie/schwerpunkte/ethanol/docs/ethanol.pdf

- Römpp-Chemie-Lexikon, Online-Version
  http://www.roempp.com/prod/index1.html

- Dichtetabelle Ethanol/Wasser-Mischungen
  http://www.hamm-chemie.de/j11/j11db/ethanol_wasser.pdf

- Schweizerischen Fachstelle für Alkohol und andere Drogenprobleme
  http://www.sfa-ispa.ch/
  insbesondere:
  http://www.sfa-ispa.ch/DocUpload/a_folgen.pdf

  Achtung: Die Daten werden regelmässig aktualisiert! Man muss deshalb eventuell die im Text verwendeten Zahlen an die neuesten Daten anpassen.

- http://www.alkohol-lexikon.de/
  Promillerechner:
  http://www.alkohol-lexikon.de/Promillerechner.php

  Alternativer (nicht verwendeter) Promillerechner im Internet: http://www.tuev-sued.de/fuehrerschein_pruefung/aktuell_informiert/alkohol_und_drogen_im_strassenverkehr/online-alkoholtest

- http://de.wikipedia.org/wiki/
  zur: Weinherstellung, Alkohol und Wasserdampfdestillation.

- Lernzirkel Duft- und Aromastoffe der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik der Universität Jena
  http://www.nat-working.uni-jena.de/pdf/Duftstoffe.pdf

Medien

- DVD: „Die Feuerzangenbowle“, Kinowelt Home Entertainment, EAN-Nummer: 4006680016917.
  Davon das 12. Kapitel („Stichwort: Baldrian“) vorführen. Fehler im Film: An der Wandtafel ist eine falsche Summenformel für Zucker angeschrieben („P“ anstatt „C“ für Kohlenstoff).

Wesentliche Quellen pro Kapitel

Einleitung

Die Zahlenangaben der Einleitung sind dem Dokument von P. Bützer, „Alkohol“ entnommen.

1. Kapitel

-

2. Kapitel

Die Zahlenangaben in Kapitel 2 sind dem Römpp-Chemie-Lexikon (Online) entnommen.

3. Kapitel

Die Dichtetabelle der Ethanol/Wasser-Mischungen stammt aus dem Internet: http://www.hamm-chemie.de/j11/j11db/ethanol_wasser.pdf.

4. Kapitel

Die verwendeten Zahlenangaben in Kapitel 4 sind dem Römpp-Chemie-Lexikon (Online) und dem Internet (http://www.alkohol-lexikon.de) entnommen.

5. Kapitel

Die Angaben und Daten in Kapitel 5 sind dem Römpp-Chemie-Lexikon (Online) und der Internetseite http://de.wikipedia.org/wiki/Ethanol entnommen.

6. Kapitel

Als Literatur für Kapitel 6 wurde das Römpp-Chemie-Lexikon (Online) und der Lernzirkel Duft- und Aromastoffe der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik der Universität Jena verwendet: siehe http://www.nat-working.uni-jena.de/pdf/Duftstoffe.pdf.

E Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gäransatz

Photographie A. Bartlome

Abbildung 2: Destillationsapparatur

www.experimentalchemie.de/03-b-11.htm
Publikation bewilligt: Peter Wich, Webmaster Experimentalchemie, 19.11.07

Abbildung 3: Pyknometer

Glasmechanik AG, Laborbedarf und Laborgeräte (Katalog)
bearbeitet von A. Bartlome

Abbildungen 4 bis 6: Säuglinge mit Alkoholembryopathie Grad III

Dohmen K.: Drogen – Eine Herausforderung für Schule und Gesellschaft. Praxis Schriftenreihe Biologie Band 38. Köln 1993 (Aulis Verlag Deubner).
Publikation bewilligt: Babette Georgopoulos, Aulis Verlag Deubner, 21.11.07