Die alkoholfreien Getränke

Dauer: 16 Minuten

Wissenschaftlich-didaktisches Videoprogramm
Klassenstufe: 10. - 13. Klasse

Das Videoprogramm gliedert sich in 6 Teile

- **Einleitung**
  Wasser und einige Säuren, die in Getränken enthalten sind.
- Kohlenstoffdioxid
- Die Zucker und Süßstoffe
- Verschiedene Aromen und Geschmacksstoffe
- Die Farbstoffe
- Zusammenfassung: Komposition eines Getränkes

Achtung
Einige der gezeigten Versuche sind gefährlich! Bei Wiederholung einzelner Versuche, sollten die Experimente unbedingt als Lehrerdemonstrationsexperimente durchgeführt werden.

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

Die Notiz untergliedert sich gemäß den Filmabschnitten. Vor jedem Teil wird die Zeit angegeben. Der Filmabschnitt wird inhaltlich zusammengefasst.

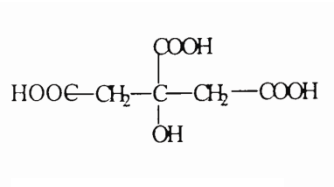
I. Teil: Wasser und einige Säuren, die in Getränken enthalten sind

1. Abschnitt Dauer: 1 min. + 5 sec.

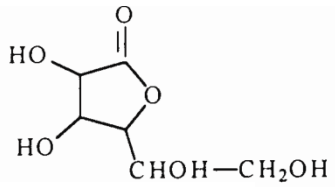
Alkoholfreie Getränke enthalten einen sehr großen Anteil an Wasser. Der Nachweis von Wasser erfolgt mit wasserfreiem Kupfersulfat. Kupfersulfatanhydrid ist ein weißer Stoff; wenn etwas Wasser dazu kommt, wird es sofort blau.

2. Abschnitt Dauer: 50 sec.

Viele der alkoholfreien Getränke enthalten Säuren. Den Säuregehalt stellt man mit einem pH-Test fest. Hierzu nimmt man einfache Teststäbchen. Hauptsächlich treffen wir Zitronensäure, Ascorbinsäure (Vitamin C) und Phosphorsäure in Getränken an.
1 Zitronensäure



Phosphorsäure



Ascorbinsäure

H_3PO_4

Säure

II. Teil: Kohlenstoffdioxid

3. Abschnitt

Das in einem Mineralwasser gelöste Gas wird frei (es sprudelt), wenn man es erhitzt oder mit einem Stab rührt. Dieses Gas bezeichnet man als Kohlenstoffdioxid. Man kann es z.B. nachweisen, indem man den Kalkwassertest macht. CO_2 ergibt mit Kalkwasser einen weißen Niederschlag:

$$CaCO_3 + 2\ H+ \rightarrow CO_2 + Ca_2+ + H_2O$$

$$(Ca_2+ + 2\ OH+) + CO_2 + H_2OCaCO_3 + 2\ H_2O$$

Kalkwasser *weißer Niederschlag*

4. Abschnitt

Man stellt erneut Mineralwasser her, indem man eine Kartusche in einem hermetisch geschlossenen Behälter, welcher Wasser enthält, öffnet.

5. Abschnitt Dauer: 3 min. + 20 sec.

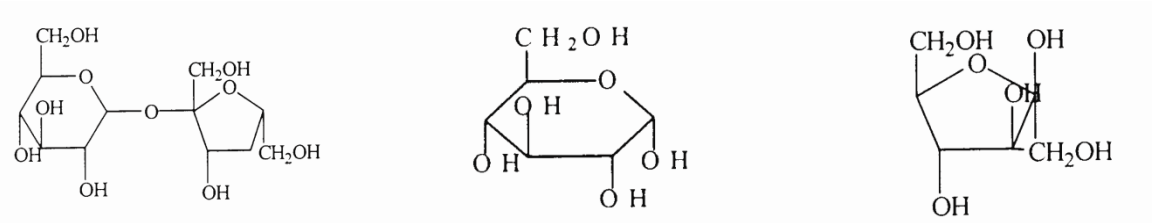
Wie schon erwähnt, kann CO_2 auch durch Wärmezugabe aus dem Wasser ausgelöst werden, denn die Löslichkeit von CO_2 ist von der Temperatur abhängig, d.h. je höher ich Wasser erhitze, desto weniger CO_2 ist noch im Wasser gelöst.
Jetzt misst man den Gehalt an CO_2 in einem Mineralwasser. Man misst 500 ml CO_2-Gas pro 0,33 Liter Getränk.

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

III. Teil: Die Zucker

6. Abschnitt

Die drei verschiedenen Zucker, die in Getränken enthalten sein können, sind: Glucose, Fruktose und Saccharose.
Im Molekülmodell kann man diese komplexen Moleküle gut darstellen. Glucose und Fructose sind Monosaccharide (Einfachzucker). Fructose und Glucose haben die gleiche Summenformel ($C_6H_{12}O_6$), unterscheiden sich aber im Molekülaufbau: sie sind zueinander isomer. Fructose kommt in Früchten und im Honig vor, Glucose findet man auch in Früchten, in Honig und im Blut.
Die Saccharose ist ein Disaccharid, ein Doppelzucker ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Haushaltszucker gewinnt man aus Rüben- oder Rohrzucker. Er gehört zu der Gruppe der Doppelzucker (Saccharose). In Fruchtsäften sind teilweise große Mengen an Fructose und Glucose gelöst. Ein Sirup besteht z.B. zu großem Teil aus Glucose. Kocht man eine Zeitlang Saccharose mit verdünnter Säure, entstehen zwei einfache Zucker (Glucose und Fructose). Diese Reaktion heißt Hydrolyse.



Glukose *Fruktose* *Saccharose*

Glucose lässt sich mit Fehlingscher Lösung nachweisen.

Nachweis mit Fehling'scher Lösung

Man löst in einem Reagenzglas eine Spatelspitze Glucose in etwa 3 ml Wasser auf. Dann tropfen wir mit einer Pipette Fehling'sche Lösung 1 und 2 in die Lösung. Anschließend erhitzen wir die Flüssigkeit vorsichtig unter dauerndem Schütteln bis zum Sieden (Vorsicht! Schutzbrille!).

Bei Glucose bildet sich ein rotbrauner Niederschlag von Kupferoxid.
Glucose wird in vier verschiedenen Getränken nachgewiesen:

Orangensaft:	Test positiv
Cola-Getränk:	Test positiv
Limonade:	Test negativ

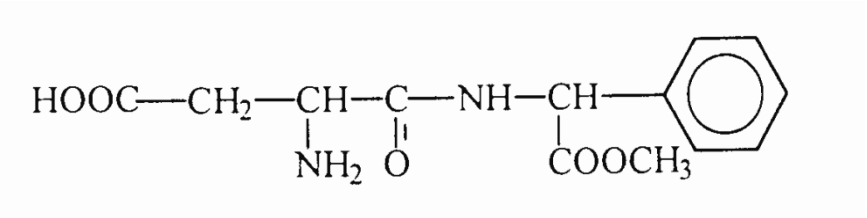
(falls man jedoch längere Zeit erhitzt, kann der Test positiv verlaufen, da dann eine Hydrolyse stattgefunden hat).
Light-Getränk (mit Süßstoff): Test negativ

Die Mengen an gelöstem Zucker sind in Getränken (vor allen Dingen Fruchtsäften...) erheblich. Die Mengen variieren zwischen 100-150 g/l.
Lässt man 0,025 l eines Getränkes verdampfen, sieht man einen erheblichen Rückstand.

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

7. Abschnitt Dauer: 3 min. + 20 sec

Vor einiger Zeit hat man Stoffe gefunden, die Speisen oder Getränke süßen, jedoch keine Kalorien enthalten: die Süßstoffe. Der am meisten verwendete Süßstoff ist das Aspartame. Es zerfällt bei 120 °C.



Man vergleicht die Süßkraft von Aspartame, Glucose, Fructose und Saccharose miteinander:
20 mg Aspartame (0 Kal)
5 g Saccharose (20 Kal)
7 g Glucose (28 Kal)
3,8 g Fructose (15 Kal)
Alle diese Stoffe haben die gleiche Süßkraft!

Tab. 2: Zugelassene Süßstoffe (Deutschland 1991).

Kenn-Nummer	Stoff	E-Nummer	Kennzeichnung
1	Benzoesäuresulfimid	E 954	„Saccharin“
	Benzoesäuresulfimid-Natrium	E 954	„Saccharin“
	Benzoesäuresulfimid-Kalium	E 954	„Saccharin“
	Benzoesäuresulfimid-Calcium	E 954	„Saccharin“
2	Cyclohexylsulfamidsäure	E 952	„Cyclamat“
	Natriumcyclamat	E 952	„Cyclamat“
	Calciumcyclamat	E 952	„Cyclamat“
3	Aspartame	E 951	„Aspartame“
4	Acesulfam-Kalium	E 950	„Acesulfam“

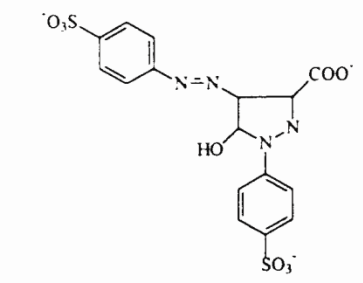
IV. Teil: Die Lebensmittelfarbstoffe

8. Abschnitt:

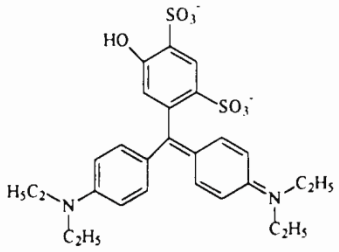
Getränke beinhalten oft noch Farbstoffe. Diese haben jedoch keinen Einfluss auf den Geschmack.
Sehr kleine Mengen an Lebensmittelfarbstoffen können enorme Mengen an Flüssigkeit färben. Man kann diese unterschiedlichen Farbstoffe natürlich auch mischen, um verschiedenartige Farbnuancen zu erhalten. Man mischt ein Volumenanteil grün mit 3 Volumenanteilen rot und einem Volumenanteil gelb. Die erzielte Farbe ist in diesem Fall braun. Man kann diese Farbmischung beispielsweise durch eine Papierchromatographie wieder in die einzelnen Komponenten auftrennen. Das benutzte Extraktionsmittel (Laufmittel) ist in unserem Fall Salzwasser. Die Geschwindigkeit der Teilchenwanderung hängt von den

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

einzelnen Molekülen ab, so dass man die unterschiedlichen Farbstoffe auftrennen kann. Einzelne Komponenten werden nur ein kleines Stück mitgezogen, andere wandern noch weiter hoch....



Gelb E102



Blau E131

9. <u>Abschnitt Dauer: 3 min. + 45 sec</u>

Wir extrahieren nun die Farbstoffe, die in einem Minzesirup sind. Als Träger nehmen wir diesmal statt Papier vorher mit einer Ammoniaklösung behandelte Wolle. Die Farbstoffe fixieren sich in saurem Milieu (Lebensmittelfarbstoffe sind ionisch, die Fixierung auf der Wolle schafft "Ladungspole").
Nach Abtropfen wird die Wolle in basischem Milieu abgespült.
Die Dünnschichtchromatographie zeigt das Vorhandensein von zwei unterschiedlichen Farbstoffen: Tratrazin (Hyrazingelb) (E102); Patentblau (E131).
Das Etikett zeigt diese beiden Farbstoffe ebenfalls an.

V. <u>Teil: Die Aromastoffe</u>

10. <u>Abschnitt</u>

Nun stellen wir naturidentische Aromastoffe her. Wir wollen zuerst ein Bananenaroma herstellen. Dazu führen wir eine Veresterung zwischen Ethansäure und 3-methyl-butanol-1 durch.

$$\mathbf{CH_3\text{-}COOH + (CH_3)_2\text{-}CH\text{-}CH_2OH \quad CH_3\text{-}COO\text{-}CH_2\text{-}CH\text{-}(CH_3)_2}$$

Die Veresterung verläuft sehr langsam und begrenzt ab. Aus diesem Grund muss man das Reaktionsgefäß mit etwas Schwefelsäure (als Katalysator) erhitzen. Bei dieser Reaktion ist im Labor immer höchste Vorsicht geboten! Nach einer 20-minütigen Erhitzung enthält das nicht-homogene Gemisch unter anderem 3-methylbuthyl-ethanoat, Ethansäure und 3-methyl –1-butan. Nun muss man das Gemisch auftrennen. Man geht in 3 Schritten vor:
Neutralisation der Säure durch eine Lösung gesättigten Hydrogencarbonats:

$$\mathbf{HCO_3^- + H_3O \rightarrow CO_2 + 2H_2O}$$

<u>Aussalzen</u>

Dies ermöglicht, einen Teil des Esters, der in der wässerigen Phase gelöst ist, zu gewinnen: um dies zu realisieren, muss man etwas von einer gesättigten Salzlösung hinzugeben.

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

Dekantierung
Man erhält eine organische Phase, die auf der wässerigen Lösung schwimmt und Wasser, welches man nach einer Ruhezeit entfernt. Es ist durchaus möglich, andere Aromen zu erhalten, in dem man einfach den Alkohol oder auch die Säure wechselt. (Erdbeere, Pfirsich, Ananasaroma etc.)

11. Abschnitt Dauer: 3 min. + 15 sec.

Diese Sequenz zeigt, wie natürliche Aromastoffe durch eine Destillation extrahiert werden können. Die Aromastoffe sind relativ leicht flüchtige Substanzen, die durch große Hitzezufuhr zersetzt würden. In diesem Prozess werden sie durch Wasserdampf aufgenommen und dann wieder abgekühlt. Dabei kondensieren die einzelnen Komponenten. Der Umsatz bei dieser speziellen Destillation ist sehr gering, man versteht jedoch, warum die "künstlichen" Aromastoffe in der Nahrung dominieren.

12. Abschnitt

In der Nahrung sind häufig jedoch auch Konservierungsstoffe enthalten: Benzoesäure, Natriumbenzoat und Ascorbinsäure.
Die chemische Analyse hat gezeigt, dass ein Getränk folgende Stoffe enthält:

- Wasser
- Säuren
- Zucker
- Lebensmittelzusatzstoffe: Aroma-, Lebensmittel-, Konservierungsstoffe
- Eventuell ist in dem Getränk noch Kohlensäure (Kohlenstoffdioxid) gelöst.

13. Abschnitt Dauer: 1 min. + 15 sec.

Wir stellen eine Limonade her, indem wir folgende Stoffe in einem Liter Mineralwasser lösen:

- 35 g Saccharose
- 1 g Zitronensäure
- Einige Tropfen eines Zitronenaromas
- Eine Kohlenstoffdioxidpatrone

Anregungen für den Lehrer

- Wie kann man Wasser in einer Flüssigkeit nachweisen? Die Präsenz von Wasser wird durch die Blaufärbung von wasserfreiem Kupfersulfat nachgewiesen.
- Wie misst man den pH-Wert?
  Der pH-Wert kann mit Hilfe von Indikatorpapier bestimmt werden.
- Warum ziehen wir eine Grimasse, wenn man z.B. in eine Zitrone beißt?
  Der saure Geschmack führt sich zurück auf die Gegenwart von Säuren.
- In welchen Früchten findet man Zitronensäure?
  Vor allen Dingen in den sogenannten Zitrusfrüchten wie: Orangen, Zitronen, Grapefruit ...
- Wie lautet der Trivialname der Ascorbinsäure?
  Vitamin C.
- Skorbut war bis in das letzte Jahrhundert hinein eine Krankheit, die vor allen Dingen Seeleute schwer treffen konnte. Wie konnte man Skorbut bekämpfen?
  Indem man Zitronen, die hohe Mengen an Vitamin C enthalten, mitgeführt hat.

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

- Wie kann man Kohlenstoffdioxid nachweisen?
  Durch einen weißen Niederschlag in Kalkwasser.
- Führen Sie zwei Methoden an, Gas zu extrahieren, welches in Getränken enthalten ist. Das Gas kann entweder durch Erwärmen oder durch Bewegung der Flüssigkeit extrahiert werden.
- Welche Zucker findet man in den Getränken?
  Saccharose, Glucose und Fructose.
- Wie kann man zeigen, dass eine Lösung Glucose enthält?
  In Gegenwart einer glucosehaltigen Lösung bildet die Fehlingsche Lösung einen roten Niederschlag.

- Wozu dient die Zuckerzugabe?
  Zuckerzugabe zu Getränken soll den Geschmack verbessern.
- Wieviel Zucker ist in Getränken enthalten?
  Die gezuckerten Säfte enthalten ungefähr 150 g/l.
- Definiere Süßstoff.
  Ein Süßstoff ist ein Additiv mit süßem Geschmack, welches keine Kalorien hat.
- Haben die Zucker den gleichen Süßungsgrad und den gleichen Kalorienwert?
  Nein, Süßkraft und Kaloriengehalt sind je nach Zuckerart unterschiedlich: Fructose hat die wenigsten Kalorien.
- Nenne 2 Pflanzen, die Zucker enthalten.
  Zuckerrohr und Zuckerrübe.

- Was versteht man unter einem Lebensmittelfarbstoff? Definiere seine Rolle. Verändern Farbstoffe den Geschmack? Bilden Lebensmittelfarbstoffe eine Gefahr für die menschliche Gesundheit?
  Ein Lebensmittelfarbstoff ist eine chemische eingefärbte Substanz. Sie dient nicht zur Geschmacksmodifizierung, sondern soll das Getränk vom Aussehen attraktiver erscheinen lassen. Eine zu hohe Dosis an Lebensmittelfarbstoffen kann für die Gesundheit schädlich sein.
- Wie erzielt man die unterschiedlichen Farben? Indem man die Farbstoffe mischt.
- Wozu dient ein Aromastoff? Führe zwei Funktionen des Aromastoffes an.
  Der Aromastoff verändert den Geschmack. Man kann Aromastoffe durch Synthesereaktionen herstellen (z.B. Veresterung) oder durch Extraktion.
- Wozu dient ein Konservierungsmittel? Ein Konservierungsmittel dient dazu, Getränke vor dem Verfall zu schützen (wenigstens wird dieser Prozess verlangsamt). In der Regel sind dies Stoffe, die leicht oxidieren, wie z.B. das Vitamin C.

Der Gebrauch des pädagogischen Videofilms

Der moderne naturwissenschaftliche Unterricht gebraucht seit einigen Jahren Bilder und Filme als Substitut des Realen. Dies ist eine Möglichkeit, Beobachtungen und "Realitäten", die die Schüler im Klassensaal kaum machen können, näher zu bringen. So ist es heute möglich, einen Unterricht gerade durch Videofilme zu bereichern und zu beleben. Oft wird der angewandten Schulpädagogik der Vorwurf gemacht, der Unterricht sei zu praxisfern und zu abstrakt.

Videofilme, wenn sie auf die Schüler abgestellt sind, sollen und können nicht den Lehrer ersetzen! Der Film soll nicht ein Ersatz für eine Schulstunde sein (Nach dem Motto: „Heute

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

weiß ich nicht, was ich machen soll, also lege ich die Kassette rein!!), sondern er bildet mit anderen gebräuchlichen Medien eine sinnvolle Ergänzung für einen guten, anschaulichen und praxisnahen Unterricht.

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com