

## Chiralität, Kohlenhydrate: Übersicht

Das Thema Kohlenhydrate ist einerseits von sehr grosser Wichtigkeit, andererseits aber auch sehr attraktiv zu unterrichten, da es sehr stark alltagsbezogen ist. Das Interesse der S&S (Schülerinnen und Schüler) gerade auch an Ernährungsfragen ist sehr hoch!

Da die Chiralität bei Kohlenhydraten eine grosse Rolle spielt, ist es kaum zu vermeiden, diese zuerst zu behandeln. Das hat ausserdem den Vorteil, dass das Gelernte gleich wieder eingesetzt werden kann.

Ebenfalls wird in dieser Vorlesung über Vor- und Nachteile der Verwendung von Skripten im Unterricht gesprochen.

### Schwierigkeiten

Die für diese Themen benötigten Darstellungen beruhen auf sehr vielen Konventionen. Daher Vorsicht vor der Expertenfalle: Sehen wir eine Fischerprojektion, so übersetzt das unser geschultes Hirn direkt in die dreidimensionale Form, wir erfassen sofort die funktionalen Gruppen und wissen, dass wir präzise Informationen über die Stereochemie des Moleküls vor uns haben. Es ist daher umso wichtiger, dass wir uns bewusst sind, was die S&S sehen: Seltsame gekreuzte Linien, an welchen Buchstaben hängen, die im besten Fall als Atome identifiziert werden. Wenn wir Glück haben, werden dabei von einigen noch gewisse funktionelle Gruppen erkannt.

Zwei Dinge sind daher aus meiner Sicht unumgänglich: Erstens müssen sich die S&S dieses dreidimensionale Denken zumindest in einem gewissen Mass aneignen, was gute Übungen und Zeit benötigt. Ausserdem ist der wiederholte Einsatz von Molekülbaukästen sehr zu empfehlen. Aus diesen Gründen müssen wir uns sehr genau überlegen, was wir von den S&S erwarten können/müssen/dürfen/wollen.

### Chiralität

Hier bietet sich ein guter Wiedereinstieg in das Arbeiten mit dem Modellbaukasten. Die S&S sehen die Moleküle räumlich vor sich und gewöhnen sich daran, diese dreidimensionalen Objekte aufs Papier zu bringen und somit schulen wir auch das Vorstellungsvermögen.

**Erfahrung:**

Die Schüler:innen sehen im Modell oft nicht, was für uns offensichtlich ist. Viele haben Mühe, abstrakte Erkenntnisse am Modell zu überprüfen und die Moleküle räumlich darzustellen. Der Molekülbaukasten hilft sehr stark!

**Empfehlungen:**

- 1) Während den Übungen zu den Schüler:innen gehen. Bei allen kontrollieren, ob sie die Modelle so halten, wie die Moleküle in den Unterlagen dargestellt sind.
- 2) In den Prüfungen dürfen die Schüler:innen bei A. Bärtsch einen Modellbaukasten verwenden.

## Mein Ablauf beim Thema Enantiomerie/Chiralität

### 1. Einstieg, Hinführung zum Thema.

Mögliche Aufhänger: Breaking bad, chirale Objekte (Schuhe, Handschuhe, Würfel, Hände), Weinsäure, Experiment Schrauben und Muttern (siehe später), enantiomere Duftstoffe (Carvon, Limonen, ...), normales vs. L(+)-Joghurt

### 2. Lernaufgabe.

Meine Aufgabe hierbei ist, in der Klasse zu kursieren, hier und dort etwas zu helfen, Fragen zu beantworten und last but not least Polizist zu spielen, denn die Verlockung Fantasiemoleküle zu bauen ist auch in den oberen Klassen immer noch hoch.

### 3. Experiment optische Aktivität.

Hier müssen zuerst die physikalischen Grundlagen gelegt werden, da Wellen und Licht zwar meist besprochen wurde, jedoch nicht die Polarisation von Licht.

### 4. Übungen

### 5. Biologische Aktivität und Chiralität

Hier bieten sich auch Anknüpfungspunkte an die Pharmakologie und die Herstellung von Arzneimitteln. Wie testet man Wirkstoffe? Wie produziert man enantiomerenreine Stoffe? Heute kommen fast nur noch enantiomerenreine Pharmaka auf den Markt, da der Unbedenklichkeitsnachweis viel teurer zu stehen kommt als asymmetrische Synthesen und/oder Trennung.

### 6. Anwendung / konkretes Beispiel

Mehr dazu siehe unten.

**Zeitbedarf:** Für dieses Thema benötige ich drei bis vier Lektionen.

## Optische Aktivität

### Experiment (Schülerversuch): Sind Glucose und Fructose chiral?



Das Polarimeter besteht aus einem Glasrohr (15 cm x 2.8 cm) mit einem festen und einem frei drehbaren Polarisationsfilter, einer gelben Leuchtdiode (590 nm) und einer 9-Volt-Batterie. Einerseits kann damit das Phänomen von polarisiertem Licht und die Funktionsweise eines Polarimeters untersucht werden, andererseits lässt sich die optische Drehung diverser optisch aktiver Lösungen (Saccharose, Glucose, Weinsäure, etc.) experimentell untersuchen und den Drehwinkel bestimmen.

Bezug: <http://www.vsn-shop.ch/produkte/polarimeter/>

Preis: Fr. 59.–

Vorschlag für eine Aktivität: Die S&S arbeiten zu zweit und erhalten 1 Polarimeter, Glucose- und Fructose-Lösung (je 30 %). Offene Frage: Wovon hängt die optische Drehung ab?

### Demonstration auf dem Hellraumprojektor

1. Auf dem Hellraumprojektor zwei Polarisationsfolien (oder Polaroid-Sonnenbrillen) gegeneinander drehen bis es möglichst dunkel ist.
2. Eine Polarisationsfolie auf den Projektor legen und den freien Bereich mit Papier abdecken. Die Kristallisierschale mit Wasser auf die Polarisationsfolie stellen und mit der zweiten Folie abdecken.
3. Im abgedunkelten Zimmer die obere Folie bis zur maximalen Dunkelheit drehen. Papier entfernen. Auf obere Folie scharf einstellen. Resultat: keine optische Drehung
4. Zwischen die Polarisationsfolien eine Kristallisierschale mit einer Lösung von 45 g Zucker in 100 g Wasser anbringen: Jetzt muss die obere Folie für eine maximale Dunkelheit ein wenig gedreht werden. Resultat der Messung: (+)-Glucose und (-)-Fructose

Schwierigkeit: Die Schüler:innen würden das Experiment schneller verstehen, wenn parallele Folien verwendet und der Winkel für die maximale Helligkeit gemessen würde. Leider ist die Drehung nur bei Dunkelstellung bestimmbar.

### Chiralität am Beispiel von Schrauben und Muttern



Das Set besteht aus 6 Schrauben und je 6 Muttern mit Links- bzw. Rechtsgewinde. Damit können modellhaft die Eigenschaften chiraler Moleküle dargestellt und die Begriffe Chiralität, Enantiomer, Racemat, etc. veranschaulicht werden. Auch die Trennung eines Racemats mit einem chiralen Reagens kann demonstriert werden.

Bezug: <http://www.vsn-shop.ch/produkte/chiralität/>

Preis: Fr. 12.–

### Contergan

- Das Medikament Contergan, das den Wirkstoff Thalidomid enthielt, war Ende der 1950er Jahre als Schlaf- und Beruhigungsmittel, das gleichzeitig gegen die morgendliche Schwangerschaftsübelkeit hilft, gebräuchlich. Durch die Anwendung des Contergans in einem frühen Stadium der Schwangerschaft kam es jedoch zu schweren Missbildungen der ungeborenen Kinder. Siehe Text „Contergan - Ein kurzer Überblick“
- Contergan ist eine chirale Verbindung. Lange ging man davon aus, dass eines der Enantiomere die wirksame Form darstellt, während das andere teratogen ist und bei Einnahme in der Frühphase einer Schwangerschaft zu Missbildungen führt. Neuere Forschungsergebnisse setzen allerdings ein Fragezeichen hinter diese Theorie. Ausserdem racemisiert Thalidomid in vivo.
- Bsp. Thomas Quasthoff, bekannter deutscher Bariton. Musik und Bilder auf der Plattform
- Chemie in unserer Zeit, 39, S. 212 (2005), [www.chiuz.de](http://www.chiuz.de)
- „Das stille Comeback eines totgeglaubten Medikaments“, NZZ, 5. Nov. 2003
- Video "Contergan Opfer, Anwälte und die Firma" <http://www.youtube.com/watch?v=lfz04Yq3iZl>  
Anfang bis 2:30 Min. zeigen

### weitere Anwendung: Liquid Cristal Display LCD

siehe Plattform

# Kohlenhydrate

## Schwierigkeiten

Zucker sind recht gross, die Formeln werden unübersichtlich, die dritte Dimension wird plötzlich ganz entscheidend und fordert das Vorstellungsvermögen.

Es müssen verschiedene Konzepte und Konventionen eingeführt werden. Diese hängen jedoch vielfach voneinander ab, daher ist ein gewisses Vorgehen auf noch Unbekanntes nur unter grossem Aufwand zu vermeiden. Dabei ist jedoch sehr wichtig, dass man sich als Lehrer sehr genau bewusst ist, wo diese Probleme liegen.

## Mögliche Einstiege ins Thema

- Zucker im Alltag
- Experiment: Nachweis von Wasser („Hydrat“) in den Kohlenhydraten.

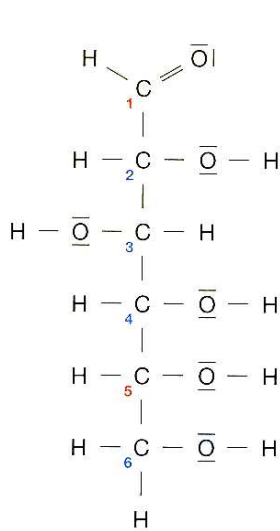
## Experiment: Der Zuckerpilz

## Bemerkungen zur Aufgabe mit dem Modellbaukasten (siehe Skript)

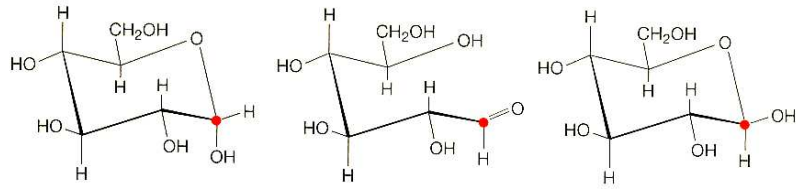
- Chiralität ist zwar bekannt, wird aber zuerst völlig ignoriert. Nur wenige S&S merken dies zu Beginn.
- Einen Ring zu knüpfen ist für die S&S sehr anspruchsvoll. Hier geht es in erster Linie gerade darum, dass die S&S diese Schwierigkeiten spüren, ohne dass von ihnen aber tatsächlich eine stereochemisch korrekte Ringschliessung erwartet wird.
- Folgende Ziele werden meist recht schnell und problemlos erreicht: Die S&S merken, dass je nachdem das eine oder andere Anomer entsteht und (mit etwas Hilfe), dass sich ein neues asymmetrisches Zentrum bildet.
- Nun drängen sich bessere Darstellungsmethoden, welche die Stereochemie klar wiedergeben geradezu auf!
- Auf D/L gehe ich erst ein, wenn die Fischerprojektion schon klar ist.

## Fischerprojektion, Sesselform oder Haworth-Projektion?

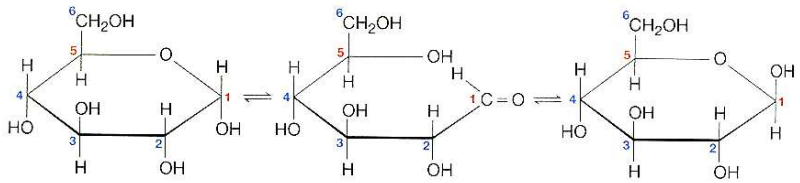
Betrachten Sie die verschiedenen Darstellungsarten. Welche davon werden sinnvollerweise eingeführt?



Fischerprojektion



$\alpha$ -D-Glucose



offene Form des  
Glucosemoleküls

$\beta$ -D-Glucose

Sesselform (oben), Haworth-Projektion (unten)

## Weitere Hilfen zur Fischerprojektion

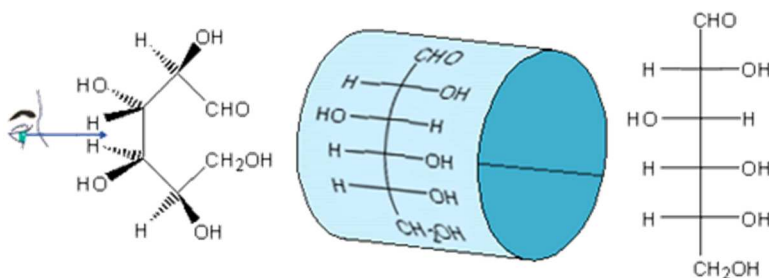
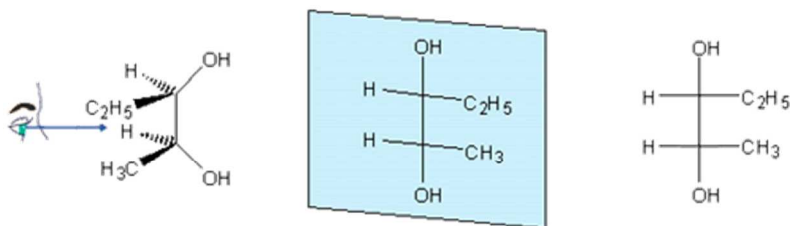
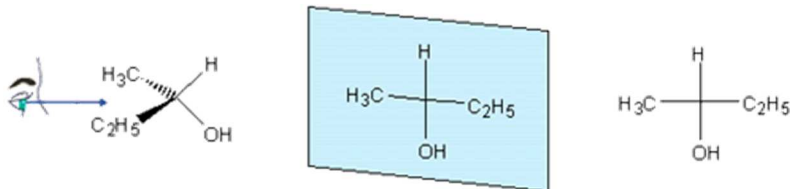


Abb.: [www.chemgapedia.de](http://www.chemgapedia.de)

- Es muss betont werden, dass die Fischerprojektion der Reihe nach, von jedem C zum nächsten einzeln bestimmt wird: Das betrachtete C ist immer hinten, die Substituenten schauen zum Betrachter. Dabei könnte folgendes Bild helfen:
- Ein Marienkäfer hilft beim Zeichnen der Fischerprojektion: Der Zucker steht senkrecht wie eine Blume. Der Aldehyd entspricht der Blüte; H-Atom und OH-Gruppe sind die Blätter. Der Marienkäfer läuft immer zwischen den Blättern den Stängel hoch und gibt die Orientierung der OH-Gruppe an. (Idee: Andreas Häne, Kantonsschule Freudenberg)
- Legt man ein Zuckermolekül wie ein Armband an (siehe vorherige Abbildung) geht man wie der Marienkäfer vor.

**Frage:** Würden Sie die Schüler:innen an der Prüfung den Modellkasten brauchen lassen?

### **Fischer-Projektion oder/und absolute Konfiguration unterrichten?**

Für die Fischer-Projektion spricht:

- In Büchern werden Zucker in der Fischerprojektion dargestellt.
- Die natürlichen Zucker liegen in der D-, die natürlichen Aminosäuren in der L-Form vor. Mit der absoluten Konfiguration ist es nicht so einfach: Es gibt natürliche Aminosäuren in der S- und in der R-Form.
- Mit der Fischerprojektion ist die Systematik der Zucker leicht verständlich: Zuckerstammbaum.
- Der systematische Name nach IUPAC (2R,3S,4R,5R)-2,3,4,5,6-Pentahydroxyhexanal (als Aldehyd) und (3R,4S,5S,6R)-6-(Hydroxymethyl)oxan-2,3,4,5-tetrol (als Pyranose) ist keine Alternative zu D-Glucose.
- Im Unterricht habe ich mich bisher auf die Fischer-Projektion beschränkt. Und dies nicht nur aus Zeitgründen. Schüler:innen, die sich das erste Mal mit der räumlichen Darstellung chiraler Substanzen befassen, brauchen eine Methode zur Bezeichnung von Enantiomeren. Sie haben kein Bedürfnis eine zweite Methode kennen zu lernen. Was bringt es, wenn sie beide Varianten kennen?

## Zucker und andere Disaccharide

Über Zucker könnte man im Unterricht wohl auch ein Quartal lang sprechen, den S&S würde kaum langweilig dabei, so hoch ist im Allgemeinen das Interesse an den beiden Themen, die hier verknüpft werden: Ernährung und Medizin. In den Medien ist Zucker immer wieder ein Thema und vor allem gewisse Schülerinnen halten sich oft schon fast für Ernährungsexpertinnen. Wie weit soll man dabei gehen?

### Mögliche Vertiefungs-Themen:

- Die WHO hat die empfohlene maximale Tagesdosis für Zucker vor kurzem von 60 auf 25 g gesenkt. Wieso?
- Es gibt einen klaren Zusammenhang zwischen Zuckerkonsum und Diabetes Typ II, Herz-/Kreislaufkrankungen sowie der Häufigkeit gewisser Krebserkrankungen.
- Siehe Artikel aus der NZZ am Sonntag vom 3.7.11: „*Teuflich süss - Zucker ist ein Gift*“ (auf der Plattform)
- Googeln Sie nach „Robert Lustig“, welcher die These „Zucker ist ein Gift“ erfunden und damit viel Furore gemacht hat. Siehe auch: <https://youtu.be/dBnniua6-oM>
- Was ist brauner Zucker, Rohrzucker, Rohrzucker, Agavendicksaft usw. (siehe Anhang)

### Laborexperimente zu Zucker

- Herstellung von Honig
- Herstellung von Gummibärchen (Anleitung auf der Plattform)
- Herstellung von Schiessbaumwolle (Anleitung im Anhang)
- Verzuckerung von Holz
- Extraktion und Kristallisation von Zucker aus Zuckerrüben (Anleitung im Anhang)

### Weitere, interdisziplinäre Facetten von Zucker – Nach Klemens Koch

- Zucker und Ernährung I: Von Glucose zu Kohlenstoffdioxid und Wasser
- Zucker und Ernährung II: Leere Kalorien, „Vitaminräuber“, Rohrzucker
- Schweizer Zucker, Landesversorgung und Landwirtschaftspolitik
- Rohrzucker oder Weisszucker: Was ist gesünder?
- Zucker und Sklaverei
- Rohrzucker oder Rübenzucker? Unterschiede? Ökobilanzen?
- Mais als Grundnahrungsmittel und für Biosprit, Mais an der Börse, Ethanol aus Cellulose?

## Stärke und Cellulose (Polysaccharide)

Experiment I:

Experiment II:

Die Ähnlichkeit zu Kunststoffen sollte hier nicht unerwähnt bleiben. Es bieten sich vergleichende Experimente oder Übungen an.

### Stärke-Suspensionen: Dilatanz und Ab-/Desorption von Wasser von Klemens Koch, Fachdidaktiker Uni Bern

Mische in einem Becher mit einem Holzstab 30 g Maisstärke mit 20 ml Wasser, so dass gerade alle Stärke in Suspension gehen kann. Bewege den Holzstab und den Finger in die und in der Suspension. Beobachte und erkläre.

Mische nun 20 g Saccharose dazu. Beobachte und erkläre.

Begriffserklärung: Für Newton'sche Flüssigkeiten ändert die Scherspannung (für die Scherung notwendige Kraft) proportional mit der Schergeschwindigkeit. Dilatanz ist eine Verfestigung bei schneller Bewegung, also bei grossen Scherkräften. Das Gegenteil ist die bekanntere Thixotropie, z. B. in Joghurt, Ketchup und Blut: Bei Bewegung werden sie flüssiger und die Scherspannung kleiner.

Quellen: Schmidkunz H.: Chemische Freihandversuche, Aulis Verlag, 2011, Band 2 (Versuch 24.12), nach Deifel A.: „Stärke und Saccharose konkurrieren um Wasser“, in NiU-C, 32, 7. Jg., 1996

### Abbaubare Kunststoffe – von A. Bärtsch

1. Experiment: Styropor löst sich in Aceton oder Essigester  
Erkenntnis: Geschäumte Kunststoffe enthalten viel Luft.
2. Experiment: Green-Pac und Styropor in heisses Wasser geben  
Beobachtung: Green-Pac zerfällt. Es bleibt sehr wenig Material zurück. Styropor verändert sich nicht.  
Diskussion: Green-Pac besteht aus Maisstärke und viel Luft. Stärke ist hydrophil und abbaubar: die Hydrolyse ist leicht möglich. Styropor dagegen ist lipophil. Die C-C-Bindungen können von Mikroorganismen kaum gespalten werden.  
Green-Pac ist bei Folag AG Folienwerke in Sempach erhältlich. Kleinste Packung 300 Liter ca. Fr. 60.–. [www.folag.com](http://www.folag.com) oder <http://www.folag.com/index.php?nav=141,535,568,518,591>
3. Experiment: Green-Pac und Styropor in den Mund stecken  
Beobachtung: Green-Pac ist im Gegensatz zu Styropor essbar.
4. Demonstration: Abbaubare Wegwerfartikel bestehen aus Zellulose oder Stärke
  - Wegwerfteller und Wegwerfbesteck "compost it" aus Migros ist ein Stärke-Zellstoffgemisch mit Zusätzen
  - Compo-bag





## Unterrichten mit Skript, Buch, Einzelblättern oder Heft?

Was spricht für, was gegen die Verwendung eines Skriptes?

Pro Skript	Contra Skript
Unterlagen gut strukturiert und übersichtlich	Alles bereits vorgegeben <ul style="list-style-type: none"> <li>• Man wird unflexibel</li> <li>• Es ist schwieriger etwas umzustellen oder etwas wegzulassen</li> </ul>
Bequem für L&L und S&S	Muss dauernd überarbeitet werden
Verpasster Stoff kann von den S&S einfacher aufgearbeitet werden	
Wenn viele Bilder und Darstellungen oder erklärender Text benötigt wird, können diese direkt so eingebunden werden.	S&S können „vorausspicken“
In Büchern hat es viel zu viele Informationen drin, für Schüler:innen ist oft nicht einfach ersichtlich was wichtig ist (→ Prüfungen!)	Beim Skript besteht ebenfalls die Tendenz zu viel reinzupacken
Übungen können direkt mit der Theorie verknüpft werden.	
Man kann etwas mit den S&S besprechen, ohne sich darum kümmern zu müssen, dass es exakt festgehalten werden muss.	S&S werden bequem und lehnen zurück, anstatt mitzuarbeiten

Man kann natürlich auch abwechseln. Wann bietet sich ein Skript an, wann nicht?

## Anhänge

### Die Entdeckung der Süsstoffe

*Das Laborgefäss kochte über. Der deutsche Chemiker Constantin Fahlberg wischte die Pfütze auf und kühlte seine verbrühte Hand mit den Lippen. Überrascht spürte er einen intensiv süssen Geschmack. Fahlberg isolierte den Wirkstoff, erprobte seine Unschädlichkeit im Selbstversuch und brachte ihn 1884 als Zuckerersatz unter dem Namen Saccharin auf den Markt.*

*Fast 60 Jahre später legte der amerikanische Pharmakologe Michael Sveda seine Zigarette an der Kante eines Labortischs ab, auf dem er gerade Versuche mit fiebersenkenden Arzneimitteln machte. Das Zigarettenpapier hatte beim nächsten Zug einen merkwürdig süssen Geschmack. Sveda hatte den Süsstoff Cyclamat entdeckt.*

*Chemiker James Schlatter schüttete sich 1965 im Labor versehentlich Tropfen eines Versuchspräparats gegen Magengeschwüre über die Hand. Als er später zum Auflesen eines Papierschnittzels gedankenlos eine Fingerspitze mit der Zunge befeuchtete, schmeckte der Finger zuckersüss. Die Testsubstanz Aspartam besass, wie sich dann herausstellte, die 200-fache Süsskraft von Zucker.*

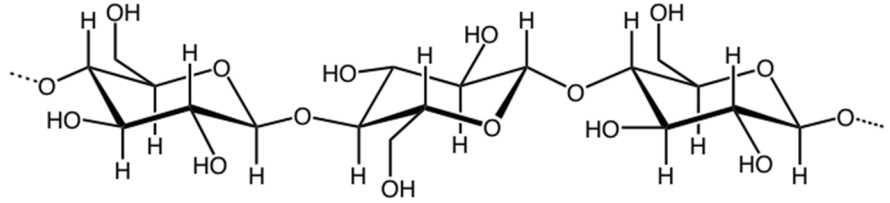
*Die Entdeckungsgeschichte der Süsstoffe ist eine Geschichte von Zufällen, die einander verblüffend gleichen. Zufälle waren es deshalb immer wieder, weil man Süsstoffe - ebenso wie andere chemische Wirkstoffe und Arzneimittel - bis heute nicht auf dem Reissbrett konstruieren kann: Allein anhand der chemischen Struktur lässt sich die biologische Wirkung nach wie vor nicht zuverlässig vorhersagen.*

*aus: Bild der Wissenschaft 2/1985, S. 107*

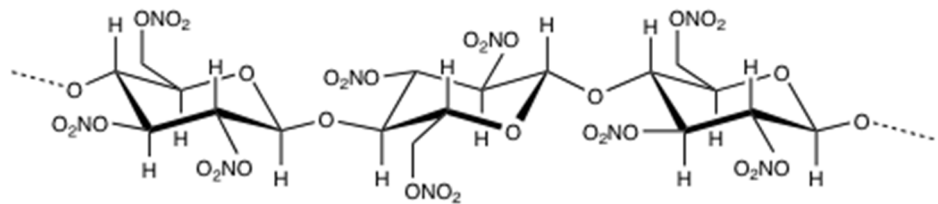
## Schiessbaumwolle (Nitrocellulose) - Anleitung von A. Bärtsch

Schüler:innen stellen im Labor Schiessbaumwolle her. Dazu muss Watte in konzentrierte Schwefel- und Salpetersäure gelegt werden. Das Experiment ist kein Problem, wenn die Schüler:innen gut instruiert und überwacht werden. Anleitung: [www.fdchemie.pbworks.com](http://www.fdchemie.pbworks.com)

Watte



Nitrocellulose



### Schiessbaumwolle verbrennt im eigenen Sauerstoff

Die C- und H-Atome bilden den Brennstoff, der mit den Sauerstoffatomen zu  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  wird. Die heissen, gasförmigen Produkte  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{N}_2$  beanspruchen sehr viel Platz. Da die Sauerstoffatome sehr nahe beim Brennstoff sind, ist die Reaktion schnell und benötigt keinen Sauerstoff aus der Luft.

Die Bindung von N zu O ist schwach und lässt Schiessbaumwolle leicht zerfallen. Eine Tabelle mit Bindungsenergien zeigt zudem, dass die Verbrennungsprodukte energiearm sind: Starke Bindungen halten die Atome zusammen. Deshalb ist die Reaktion stark exotherm, was viel zum Volumen der gasförmigen Produkte beiträgt.

### Demonstration

- Wenig Watte, dann wenig Schiessbaumwolle auf Petrischale entzünden.
- Schiessbaumwolle, die schnell abbrennt, kann auf der flachen Hand entzündet werden. Vorher unbedingt mit der vorgesehenen Probe testen, ob nicht ein langsam brennender Teil übrigbleibt.
- Schiessbaumwolle in ein weites Becherglas geben und mit  $\text{CO}_2$  überschichten und damit zeigen, dass Schiessbaumwolle auch ohne Luft brennt. Das Entzünden ist nicht ganz einfach, weil ein brennendes Zündholz im Kohlendioxid erlischt. Mit etwas Glück reagiert die Schiessbaumwolle, wenn ein brennendes Zündholz auf die Schiessbaumwolle fällt. Einfacher gelingt die Zündung mit einer Zündschnur oder Funken.
- Ausgebrannte, kommerziell erhältliche Tischbomben beladen: den unteren Teil zur Hälfte mit loser Schiessbaumwolle füllen und Zündschnur anbringen. Zündschnüre können in einem Waffengeschäft erworben werden.
- Sprengsätze: Schiessbaumwolle kann mit einer Zündschnur versehen und in Papier eingewickelt werden. Papier mit viel Klebstreifen verstärken. Im Freien entzünden. Vorsicht: genügend Abstand wahren!

Die Lehrperson, die die Experimente vorführt, muss die nötigen Vorsichtsmassnahmen treffen. Sie trägt die Verantwortung für die Sicherheit.

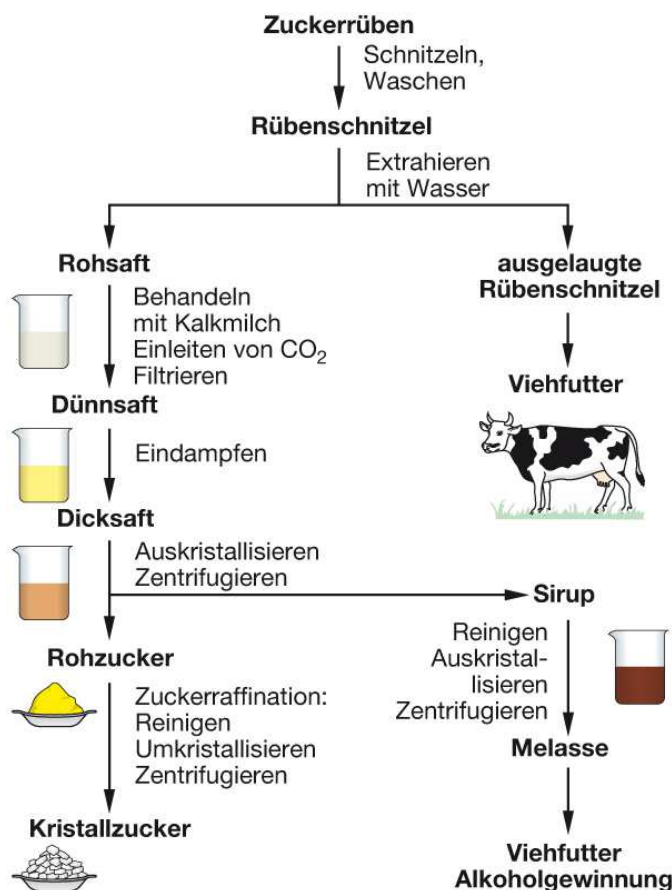
## Saccharose (ein Disaccharid) - von A. Bärtsch

### Herstellung von Zucker



Vorschlag: Schüler:innen überlegen sich, welche Schritte bei der Isolation von Zucker aus Zuckerrüben nötig sind. Waschen, zerkleinern, Zucker mit Wasser extrahieren und Wasser abdampfen, sind Arbeitsschritte, die im Gespräch mit der Klasse bald gefunden sind.

Eine genauere Angabe zur Herstellung findet sich zum Beispiel in Chemie heute SII, Schroedel, Braunschweig, (2009)



### Bemerkungen

Die Rüben werden zuerst gewaschen und dann zerkleinert.

Die S&S werden die Behandlung mit Kalkmilch nicht vorschlagen. Dieser Schritt muss nicht unbedingt erwähnt werden.

Der Film "Wie Zucker entsteht" kann gratis bestellt werden: <http://www.zucker.ch/de/schweizer-zucker/schulen/> Der Film wird für die Primarschule empfohlen. Einige Ausschnitte eignen sich aber auch für das Gymnasium.

## Brauner Zucker, Rohzucker - von A. Bärtsch

### Demonstration

Verschiedene Formen von Saccharose zeigen: Kristallzucker, Würfelzucker, Puderzucker, Kandiszucker, Rohrzucker, Rübenzucker, Rohzucker, Vollrohrzucker. Worin unterscheiden sich diese Produkte?

Exp. 1: In einer Kristallisierschale Rohzucker grob von Coop zwei Mal mit etwas Wasser umschwenken und dekantieren. Beobachtung: Der Zucker wird fast weiss. Interpretation: Rohzucker ist nur aussen gefärbt mit Melasse oder Zuckercouleur.

Exp. 2: Vollrohrzucker Jacutinga von Biofarm-Genossenschaft, Kleindietwil aus Bioladen oder Coop. In einer Kristallisierschale Vollrohrzucker mit Wasser versetzen. Es entsteht eine trübe Brühe. Trotz mehrmaligen Waschens bleibt der Vollrohrzucker braun, weil er miserabel kristallisiert ist und Dreck enthält.

### Brauner Zucker - eine Alternative?

*Immer wieder werden Rohzucker oder andere braune Zuckersorten ernährungsphysiologisch als günstiger oder gar gesünder gegenüber Weisszucker angepriesen. Trifft diese Bewertung zu?*

*Rohzucker enthält über 90 % Saccharose, daneben noch Reste an Melasse, die auch seine braune Farbe bewirken. Melasse an sich als Lebensmittel ist wegen ihres bitteren, lakritzähnlichen Geschmacks wenig beliebt. Herstellungsbedingt weist sie neben etwa 60 % Saccharose und unerwünschten Inhaltsstoffen der Zuckerrübe in der Tat noch Mineralstoffe, besonders Kalium, Aminosäuren und Vitamine der B-Gruppe auf. Um diese zu nutzen, müsste man jedoch eine Unmenge an melassehaltigem Rohzucker verzehren. Rohzucker kann auch, je nach Art der Herstellung, verunreinigt sein, z. B. durch Schadmetalle, oder noch reichlich Mikroorganismen enthalten, also hygienisch bedenklich sein. Daher wird manchmal spöttisch, doch zutreffend, gesagt, Rohzucker sei nicht gesünder, dafür aber schmutziger. Auch sensorisch gibt es Einschränkungen: Rohzucker aus Rüben hat einen fischigen Geruch.*

*Braune Zucker werden hergestellt, indem Rohzucker noch weiter, aber nicht vollständig gereinigt oder dem Weißzucker nachträglich Zuckercouleur oder Melasse beigemischt wird. Der Gehalt an weiteren Nährstoffen ist bei den braunen Zuckersorten unbedeutend; auch sie enthalten in erster Linie nur Saccharose. Gegenüber dem Weißzucker liegt die Bedeutung brauner Zucker also nur in ihrem dekorativen Wert und im malzig-karameligen Geschmack.*

*aus: Günter Vollmer et al. Lebensmittelführer, Thieme Verlag Stuttgart, S. 230 (1995)*