

Zucker aus Zuckerrüben

Schon Neugeborene zeigen Anzeichen ausgesprochenen Wohlbefindens, wenn man ihnen Süßes an die Lippen bringt. Aber auch später lässt dies Gefühl bei den meisten Menschen nicht nach. Deswegen ist es nicht verwunderlich, dass Menschen zu allen Zeiten versucht haben, möglichst süße Stoffe zu finden und zu verwenden. Die Natur selbst liefert dem Menschen mit Honig und süßen Früchten schon Süßungsmittel, aber reiner Zucker gehörte lange Zeit zu den Kostbarkeiten.

Aber: Zucker ist nicht gleich Zucker...

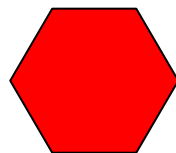
Jeder von euch kennt unterschiedliche Zuckersorten: Haushaltszucker, Puderzucker, Brauner Zucker, Kandis.

Was die wenigsten wissen, ist dass es sich dabei chemisch gesehen immer um die gleiche Substanz handelt, nämlich Saccharose.

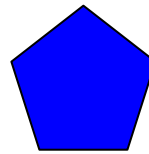


Der Chemiker unterscheidet grundsätzlich unter Einfach- und Mehrfachzuckern.

Die wichtigsten **Einfachzucker** sind (hier symbolisiert durch folgende einfache Formen):



Glucose und Fructose
(Traubenzucker) und (Fruchtzucker)

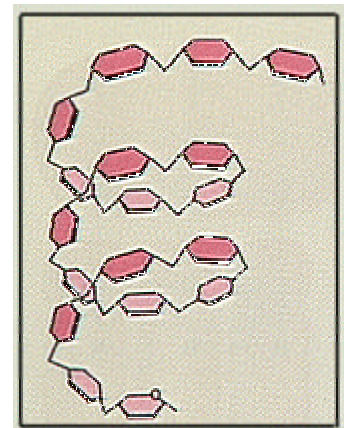


In dem heutigen Kurs werdet ihr mit der Fehling- und der Seliwanow-Probe zwei Nachweisreaktionen kennen lernen, mit deren Hilfe man diese beiden Zucker erkennen und unterscheiden kann. (Versuch ②. 1 und 2)

Bei den **Mehrfachzuckern** sind immer mehrere Einfachzuckereinheiten verknüpft, bei den Zweifachzuckern wie Haushaltszucker (Saccharose) oder Malzzucker (Maltose) etwa zwei Einfachzucker.

Viele Mehrfachzucker lassen sich mit Salzsäure in die sie aufbauenden Einfachzucker zerlegen (Versuch ②. 4).

Dieser Vorgang läuft auch (allerdings komplizierter) ab, wenn die Bienen Honig herstellen. In einem Modellversuch (Versuch ②. 5) wird Saccharose in die beiden Einfachzucker gespalten, wobei diesmal anstelle der Salzsäure Milchsäure verwendet wird, wodurch ein honigähnlicher sog. Invertzucker (Kunsthonig) entsteht.



Ein wichtiger Mehrfachzucker, der als Energiespeicher bei den Pflanzen eine große Rolle spielt, ist die **Stärke**. Aufgebaut ist ein Stärkemolekül durch Verkettung vieler tausend Einfachzucker zu einer großen Spirale, in die sich dann in einer charakteristischen Farbreaktion Iodmoleküle einlagern können. (Versuch ②. 3)

Zucker aus Zuckerrüben



In unseren Breiten war es der Durchbruch der Zuckerrübenwirtschaft zu Anfang des 19. Jahrhunderts, die zu einem rapiden Preisverfall für Zucker führte und Zucker für breite Gesellschaftsschichten erst zugänglich machte.

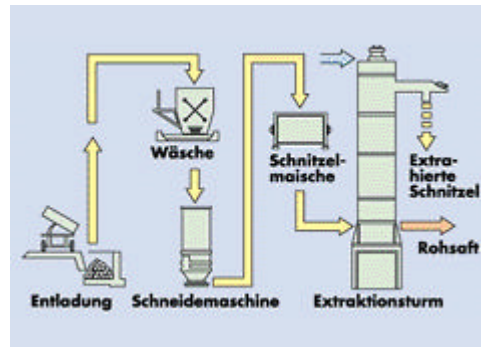


Aber wie gewinnt man nun aus der Zuckerrübe den im Haushalt verwendbaren Zucker?

Entladung und Reinigung

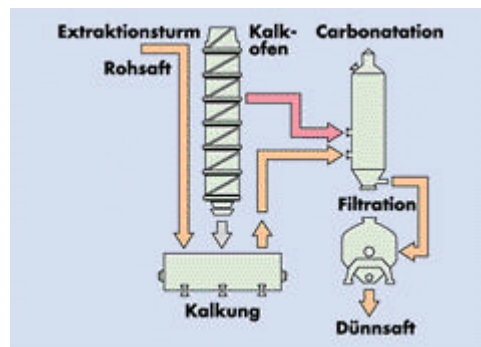
Mit der Rübenernte im September beginnt die Zuckergewinnung. Beim Entladen entnimmt man jeder angelieferten Fuhre Proben, die auf Zuckergehalt und weitere wichtige Inhaltsstoffe untersucht werden. Nach einer gründlichen Wäsche gelangen die Zuckerrüben in die Fabrik.

Die Rüben werden zu Schnitzeln zerkleinert und im Brühtrog vorgewärmt. In 70 °C heißem Wasser löst sich der Zucker aus den Rübenzellen - es entsteht der Rohsaft.



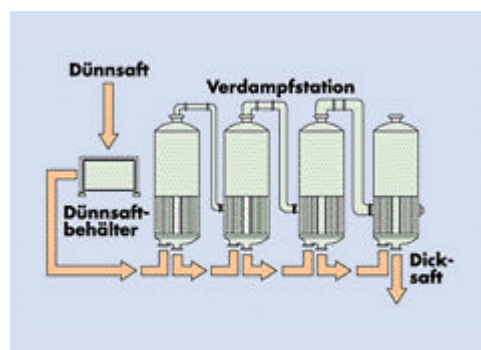
Saftgewinnung

Durch Trennung von Zucker- und Nichtzuckerstoffen wird der Rohsaft gereinigt. Hierzu werden die natürlichen Stoffe Kalk und Kohlensäure zugesetzt, die die Nichtzuckerstoffe binden. Es bleibt ein klarer Dünnsaft mit ca. 16 % Zuckergehalt zurück.



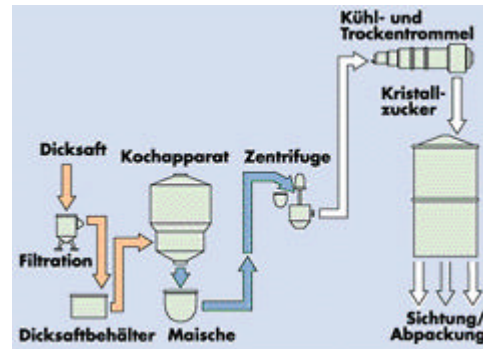
Saftreinigung

Der Dünnsaft wird in mehreren Stufen eingedickt, bis ein goldbrauner Dicksaft mit ca. 67 % Zuckergehalt zurückbleibt.



Safteindickung

Der Dicksaft wird gekocht, bis sich goldgelb leuchtende Kristalle bilden, die mit Sirup überzogen sind. Dieser wird durch Zentrifugieren und Spülen mit Wasser und Dampf von den Kristallen getrennt. Durch mehrfache Wiederholung dieser Vorgänge entsteht die Raffinade: weißer Kristallzucker von höchster Reinheit und Qualität.



Kristallisation

Wiederverwertung

Alle anfallenden Nebenprodukte werden wieder dem natürlichen Kreislauf zugeführt: Die gepressten Rübenschnitzel werden als Viehfutter verwendet. Der bei der Saftgewinnung entstehende Carbokalk ist ein ausgezeichneter Dünger.

Aus: http://www.suedzucker.de/05_produkte/schule/zuckergewinnung.shtml



Zucker aus Zuckerrüben

Geräte:

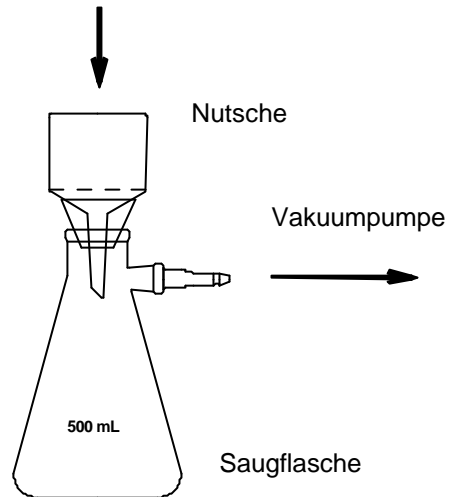
- 1 Magnetrührer mit Rührmagnet
- 1 Becherglas 600 mL
- 1 Spatel
- 2 Messer / Reibe
- 2 Strohhalm
- 1 Saugflasche mit Nutsche und Filterpapier
- 1 Waage (zentral)

Chemikalien:

- Zuckerrübe
- Calciumoxid ("gebrannter Kalk") CaO (C)
- Zucker

Durchführung:

- Als erstes werden im 600mL-Becherglas ca. 200 mL Wasser auf der Heizplatte erhitzt. Während des Aufheizens wird die Zuckerrübe gründlich gewaschen und ca. 200 g davon mit der Reibe raspelt. Diese Raspeln werden in das Wasser gegeben und mind. 30 Minuten am Sieden gehalten (evt. etwas Wasser nachgeben, so dass die Raspeln immer bedeckt sind). Das Ganze wird dann durch ein Sieb gegossen und abtropfen gelassen. Die so gewonnene Flüssigkeit (= Rohsaft) wird **heiß** durch die Saugflasche mit Nutsche filtriert (Immer nur kleine Flüssigkeitsmenge in die Nutsche geben, damit man das Filterpapier ggf. häufiger wechseln kann).
- Zu dem Filtrat gibt man im 400 mL-Becherglas eine Spatelspitze (Menge, die einem Teelöffel entspricht) Calciumoxid (= gebrannter Kalk), rührt kräftig durch und filtriert erneut mit der Nutsche ab.
- Durch das so gewonnene Filtrat bläst man mit einem Strohhalm ausgeatmete Luft, bis die Trübung nicht mehr intensiver wird. Durch erneutes Filtrieren erhält man den sog. Dünnsaft.
- Durch Kochen unter ständigem Rühren (Magnetrührer) lässt man $\frac{3}{4}$ der Flüssigkeit verdampfen. Den so erhaltenen Dicksaft trocknet man im Trockenschrank. Man lässt dann abkühlen und wäscht die Zuckerkristalle durch Abspülen mit wenig Wasser. Will der Dicksaft keine Kristalle bilden, gibt man als Kristallisationskeime einige Zuckerkristalle dazu.



Notiere deine Beobachtungen.

.....

.....

.....

.....

Entsorgung: → Mülleimer, Ausguss



②

Zuckernachweise

Geräte:

- 12 Reagenzgläser mit Ständer und 3 Stopfen
- 1 Magnetrührer mit Rührmagnet
- 1 Becherglas 400 mL als Wasserbad
- 1 Spatel
- 2 Pasteurpipetten mit Gummihütchen
- 1 Erlenmeyerkolben 100 mL Weithals
- 1 Becherglas 250 mL niedrige Form

Chemikalien:

- Fehling I-Lösung
- Fehling II-Lösung (C)
- Resorcin (Xn, N)
- Salzsäure (w = 10%) (C)
- Lugolsche Lösung (Iodkaliumiodidlösung)
- verd. Salzsäure ($c(\text{HCl}) = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)
- verd. Natronlauge ($c(\text{NaOH}) = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)
- pH-Papier
- Haushaltszucker (Saccharose)
- Traubenzucker (Glucose)
- Fructozucker (Fructose)
- Stärke
- Milchsäure
- Demin. Wasser

Durchführung:

Mit den folgenden Proben sollen jeweils

- ein Zuckerrübenschnitzel,
- etwas Traubenzucker,
- etwas Fructozucker
- etwas Haushaltszucker,
- etwas Stärke und
- der erhaltene Dicksaft

untersucht werden.

1. Fehlingsche Probe

In einem Reagenzglas vermischt man ca. 1 mL (1 Fingerbreit) Fehlingsche Lösung I mit ca. 1 mL Fehlingsche Lösung II und schüttelt. Dann gibt man 1 Spatelspitze bzw. 1 Pasteurpipette von der zu untersuchenden Substanz hinzu, schüttelt erneut und stellt das Reagenzglas in ein heißes Wasserbad.

2. Seliwanow-Probe

Eine Spatelspitze der zu untersuchenden Substanz werden in einem Reagenzglas mit ca. 3 mL Salzsäure (10%ig) versetzt, und es wird eine Spatelspitze Resorcin dazugegeben. Dann wird unter gelegentlichem Umschütteln im heißen Wasserbad erwärmt.

3. Lugolsche Probe

Löse etwas zu untersuchende Substanz in einem halben Reagenzglas mit demineralisiertem Wasser und tropfe dazu etwas Lugolsche Lösung.

(**ACHTUNG:** Falls du zum Lösen der Stärke etwas erhitzen musstest, darf die Lösung zur Durchführung der Lugolschen Probe nicht mehr heiß sein!)

| Probe | Rüben- schnitzel | Glucose (Trauben- zucker) | Fructose (Frucht- zucker) | Saccharose (Haus- halts- zucker) | Stärke | Dicksaft |
|----------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|--------|----------|
| Fehlingsche Probe | | | | | | |
| Seliwanow- Probe | | | | | | |
| Lugolsche Probe | | | | | | |

Welche Nachweise sind für welche Substanzen besonders geeignet? Markiere diese in der Tabelle.

4. Zerlegung von Zucker:

In einem 100 mL-Erlenmeyerkolben gibt man zu einem Spatel Haushaltszucker etwa 20 mL verd. Salzsäure und kocht auf der Heizplatte des Magnetrührers ca. 5 Minuten lang. Die Lösung wird mit verd. Natronlauge versetzt, bis Indikatorpapier keine saure Reaktion mehr anzeigt.

Führe mit ca. 1 mL der so erhaltenen Lösung erneut die Fehlingsche Probe und die Seliwanow-Probe durch.

.....

.....

.....

Aus welchen Einfachzuckern besteht Haushaltszucker (Saccharose)?

.....

5. Herstellung von Kunsthonig:

Ca. 50 g Zucker werden mit 100 mL Wasser und einigen Tropfen Milchsäure versetzt und auf der Heizplatte des Magnetrührers etwa auf ein Drittel des Volumens eingedampft. Prüfe die Farbe, die Konsistenz und den Geruch.

.....

.....

.....

Entsorgung:

→ Abfluss; Sammelgefäß für die Proben aus 2)