



Chemielehrer-  
fortbildungszentrum  
DORTMUND



---

Chemieverbände NRW - Lehrerwochenende 2005

## **Experimentalworkshop:**

***Herstellung von alltagsrelevanten Stoffen  
am Beispiel von***

# ***Genussmitteln***

**17. + 18. Juni 2005**

OStR Martin Haverkamp; Dr. Rupert Scheuer  
Prof. Dr. Insa Melle;

## Allgemeine Hinweise

Bei der Herstellung von Genussmitteln ist als oberstes Prinzip **Sauberkeit** einzuhalten. Sie dürfen nur verzehrt werden, wenn folgende Punkte beachtet werden:

- Es dürfen nur saubere, aus dem Haushalt stammende Gefäße und Geräte verwendet werden! Keinesfalls dürfen Bechergläser, Spatel oder andere Laborgeräte benutzt werden!
- Vor der Zubereitung der Genussmittel sind die Hände zu waschen!
- Auf die Mindesthaltbarkeit aller einzusetzenden Ausgangsstoffe ist achten!
- Der Arbeitsplatz ist nach Beendigung der Arbeit sauber und aufgeräumt zu hinterlassen!
- Die selbst hergestellten Genussmittel sind hinsichtlich ihrer Haltbarkeit nicht mit kommerziell erhältlichen vergleichbar und sind baldmöglichst innerhalb von einer Woche zu verzehren.

### Zu den Experimenten:

Alle hier vorgestellten Versuche sind ungefährlich. Aus Sicherheitsgründen dürfen die Versuche nur in Gegenwart eines Erwachsenen durchgeführt werden. Die Experimente wurden sorgfältig ausgewählt, geprüft und kindgerecht aufbereitet. Dennoch kann keine Garantie übernommen werden. Eine Haftung seitens der Autoren ist ausgeschlossen.



## Übersicht der Experimente

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 1. Herstellung von Schokolade .....              | 4  |
| 2. Herstellen von Hustenbonbons .....            | 7  |
| 3. Herstellen von „Cola“ .....                   | 9  |
| 4. Herstellen von alkoholfreien Pralinen .....   | 11 |
| 5. Herstellen von alkoholhaltigen Pralinen ..... | 13 |
| 6. Herstellen von essbarem Geschirr .....        | 15 |
| 7. Herstellen von Brause .....                   | 17 |
| 8. Herstellen von Gummibärchen .....             | 19 |

## Wir stellen Schokolade her.

Informationen siehe „Die Schokoladenseite“

### Arbeitsaufträge

1. Beachte die **Hygiene**-Vorschriften, und verwende **keine** Stoffe und Geräte aus der Chemiesammlung!
2. Führe den Versuch durch, und notiere deine Beobachtungen.
3. Informiere dich über die industrielle Herstellung von Schokolade.

### Versuchsanleitung

| Geräte                                 | Chemikalien / <i>Gefahrensymbole</i>          |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Kleiner Kochtopf oder Schüssel         | 1 EL Kakao (z.B. <i>Hanseaten nederland</i> ) |
| Kochtopf oder Schüssel (als Wasserbad) | <i>Kakao</i>                                  |
| Esslöffel                              | 75 g Puderzucker                              |
| Messbecher                             | 1 EL Trinkwasser                              |
| Backpapier                             | Kakaobutter (auch Kokosnussfett - Palmin)     |
| Heizplatte<br>(Waage)                  | Nüsse, Rosinen, Sahne                         |

### Durchführung

- Berechne in einem großen Kochtopf (Schüssel) ein Wasserbad von ca. 60 °C vor.
- Gib in eine kleine Schüssel einen Esslöffel Kakao, 75 g Puderzucker und einen Esslöffel Wasser. Mit einem Esslöffel wird diese Mischung zu einer homogenen zähflüssigen Masse gerührt.
- Rühre ein bis zwei Esslöffel geschmolzene Kakaobutter ein.
- Stelle anschließend diese Schüssel für 30 Minuten in das Wasserbad bei ca. 60 °C. Rühre die Schokoladenmasse zwischendurch um.
- Streiche die Schokoladenmasse anschließend auf Backpapier aus und lasse sie etwa 30 Minuten abkühlen. Zur Geschmacksverfeinerung kannst du zu der Schokoladenmasse Rosinen, Nüsse oder Sahne zugeben. Der Abkühlvorgang kann beschleunigt werden, wenn die Masse in einem Kühlschrank aufbewahrt wird.

### Beobachtung

## Seite für Lehrende

### **Beobachtung**

Die Schokolade wird nicht so fest wie eine käufliche Schokolade.

**Zeitdauer** 10 min + 30min (Wasserbad) + Abkühlzeit

### **Hinweis**

Dieses Experiment ist am besten in der Schulküche durchzuführen oder im sauberen Klassenraum. Für die Zubereitung sollten nur Geräte verwendet werden, die auch sonst nur mit Lebensmitteln in Berührung kommen.

Am besten schmeckt die Schokolade mit Kakaobutter. Wenn diese aber nicht verfügbar ist, kann man mit Geschmackseinbußen Kokosfett verwenden.

### **Erläuterungen**

Weitere ausführliche Informationen über Schokolade erhalten Sie bei folgenden Adressen:

INFO ZENTRUM SCHOKOLADE: CD: Über die Natur eines Genusses: Vom Kakaobaum zur Schokolade Köln: 2001

WDR FERNSEHEN: Schokolade – die süße Lust. Quarks & Co, Sendung vom 15.12.1998

Unterrichtsbeispiele zur Stofftrennung am Beispiel Schokolade sind veröffentlicht von:

H. J. BADER - S. JUCHELKA: Woraus besteht Schokolade? PdN-Chemie **46** (1997) Nr. 6, 2-9

A. WÖRN - I. MELLE - H. J. BADER: Einfache Stofftrennung am Beispiel Schokolade. Chemkon **6** (1999) Nr. 1, 25

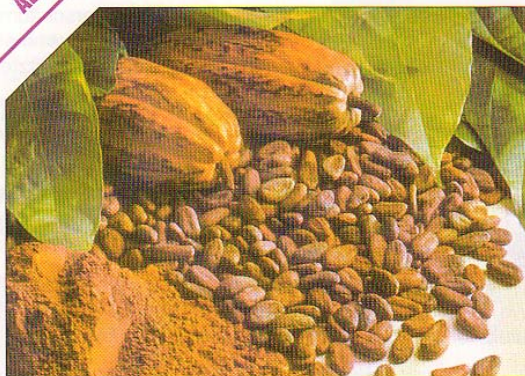
CHEMIELEHRERFORTBILDUNGSZENTRUM DORTMUND: Stofftrennung am Beispiel von Schokolade. Februar 2002

### **Literatur (zur Synthese)**

A. STENZEL: Kakao und Schokolade. Unterricht Biologie **103** (1985) 18 – 20

ALLTAG

## Die Schokoladenseite



**Geschichte.** Die Azteken stellten ein wohlschmeckendes Getränk her, das die Spanier nach Europa brachten: Kakao. Dazu wurden Kakaobohnen geröstet und zermahlen, mit Pfeffer und Vanille gemischt und mit Wasser aufgegossen. Dieses Getränk galt anfangs nur als Arznei oder als Stärkungsmittel.

Richtig durchgesetzt hat sich der Verzehr von Kakao und Kakaoprodukten erst im 19. Jahrhundert, als Zucker zur Verfügung stand und die Schokoladenherstellung begann.

**Der Weg von der Kakaobohne** bis zur fertigen Schokolade ist lang. Er beginnt irgendwo im tropischen Regenwaldgebiet, wo der Kakaobaum zu Hause ist. Er braucht viel Wärme und Feuchtigkeit, verträgt aber keine direkte Sonne und keinen Wind.

Die reifen Kakaofrüchte werden vom Baum geschnitten, von der Fruchtschale befreit und vor dem Trocknen fermentiert. Bei diesem natürlichen Gärungsprozess laufen viele chemische Reaktionen ab. Am Ende haben sich die Kakaobohnen vom Fruchtfleisch gelöst und eine braune Farbe angenommen. Die getrockneten Bohnen werden dann in alle Welt versandt.



**Kakaoherstellung.** Die Bohnen werden zunächst geröstet, wobei sich das typische Schokoladenaroma entwickelt. Anschließend werden sie gebrochen und zur Kakaomasse zermahlen. Ein Teil dieser Masse wird ausgepresst, dabei scheidet sich Kakaobutter ab. Die ausgepresste Masse wird zu Kakaopulver verarbeitet.

**Schokoladenherstellung.** Die Kakaomasse wird mit Zucker und Gewürzen, für Milkschokolade auch mit Milch, vermischt. Dann wird sie gewalzt und mit Kakaobutter versetzt.

Zum Schluss kommt der langwierigste Prozess; die Schokoladenmasse wird conchiert. Dabei wird sie bis zu vier Tage in einem großen Gefäß bei 45 °C geknetet. Die fertige Schokolade wird dann geformt und abgepackt. Durchschnittlich isst jeder Deutsche über 4 kg Schokolade pro Jahr.

Leider gibt es auch eine ganz schwarze Schokoladenseite: den Energiegehalt. 100 g Schokolade haben einen Energiegehalt von 2345 kJ. Um diese Energie zu verbrauchen, müsste man länger als sieben Stunden Geschirr spülen. Deshalb gilt für Schokolade ganz besonders: *Allzu viel ist ungesund!*



## Wir stellen Hustenbonbons her.

### Informationen

Fast die gesamte Pflanzenfamilie der Doldengewächse zählt zu den wertvollen Begleitern des Menschen. Etliche Gewürze und Arzneimittel, wie Anis, Fenchel, Kümmel, Koriander, Dill und Petersilie gehören dazu. In den Pflanzen sind viele ätherische Öle enthalten, die die Tätigkeit der Drüsen anregen, oft schleimlösend und allgemein beruhigend wirken. Also sind sie Hausmedizin für Magen, Darm, Nerven, gegen Husten, Heiserkeit und Erkältung.

### Arbeitsaufträge

1. Beachte die **Hygiene**-Vorschriften und verwende **keine** Stoffe und Geräte aus der Chemiesammlung!
2. Führe den Versuch durch, und notiere deine Beobachtungen.
3. Informiere dich genauer über die Pflanzenfamilie der Doldengewächse. Suche dir eine Pflanze heraus und beschreibe sie ausführlich.

### Versuchsanleitung

| Geräte       | Chemikalien / <i>Gefahrensymbole</i>               |
|--------------|----------------------------------------------------|
| Kochtopf     | Honig (z.B. Imker Honig)                           |
| 3 Esslöffel  | Trinkwasser                                        |
| 2-3 Tassen   | Milchpulver (z.B. Kaffeeweißer)                    |
| Heizplatte   | Fenchel-, Anis- oder Thymianpulver (z.B.           |
| Backförmchen | Husten- und Erkältungstee von <i>Broncholind</i> ) |
|              | Pfefferminz (z. B. Japanisches Pfefferminzöl)      |

### Durchführung

- Koche drei Esslöffel Honig in einem Kochtopf bei schwacher Hitze ca. 10 min lang. Die Richtigkeit der Konsistenz wird überprüft, indem du einen Tropfen der heißen Lösung in kaltes Wasser fallen lässt. Erstarrt dieser, so ist die richtige Konsistenz erreicht.
- Verrühre in die heiße Mischung zwei Esslöffel Milchpulver.
- Teile die Lösung in die gewünschte Anzahl der Geschmacksrichtungen auf.
- Gib in einen Teil einen Esslöffel von dem Erkältungstee und in den zweiten Teil einen Tropfen des Pfefferminzöls (nicht mehr!) und verrühre diese zu einer homogenen Masse.
- Fülle die Masse in die dafür vorgesehenen Backförmchen und lasse diese etwa eine Stunde erkalten.

### Beobachtung

---

## Seite für Lehrende

### **Beobachtung**

Die Bonbons haben den für Hustenbonbons typischen Geschmack und die entsprechende Wirkung.

**Zeitdauer** 25 min + Abkühlzeit

### **Hinweis**

Dieses Experiment ist am besten in der Schulküche durchzuführen oder im sauberen Klassenraum. Für die Zubereitung sollten nur Geräte verwendet werden, die auch sonst nur mit Lebensmitteln in Berührung kommen.

Die Abkühlzeit kann beschleunigt werden, in dem man die Masse in einen Kühlschrank stellt. Die Bonbons sind im Kühlschrank einige Wochen haltbar. Bei Zimmertemperatur ziehen sie etwa nach einem Tag etwas Wasser an, sind aber auch dann noch genießbar. Zur Zubereitung anderer Geschmacksrichtungen sind Tees anderer Pflanzen ebenfalls einsetzbar.

### **Erläuterungen**

Ziel für die Bonbon-Herstellung ist es, eine Masse glatter Konsistenz herzustellen, die sich angenehm lutschen lässt. Bonbons sind wie Glas eine unterkühlte Schmelze. Diese Schmelze darf nicht rekristallisieren. Dies geschieht, indem kristallisationsverhindernde Substanzen wie Honig oder Invertzucker verwendet werden, die schlecht auskristallisierende Fructose enthalten.

### **Literatur**

I. SPENGLER, Ein leichter Husten. Unterricht Biologie, Heft 81 (1983) 13 - 14

## Wir stellen Cola her.

### Informationen

Am 8. Mai 1886 hat der Apotheker Dr. John S. Pemberton unter dem Namen Coca-Cola ein neues Getränk hergestellt, das zunächst als Mittel gegen Kopfschmerzen und Müdigkeit gedacht war. Der Sirup wurde, vermischt mit Sodawasser, in einem Drugstore in Atlanta ausgetrunken. Erst 1929 wurde in einer kleinen Fabrik bei Essen die erste Flasche Cola in Deutschland abgefüllt. Der weltweite Siegeszug von Coca-Cola begann im Zweiten Weltkrieg und setzte sich danach fort. Mittlerweile ist Coca-Cola zum Lifestyle-Getränk geworden und erobert auch die ehemals kommunistischen Länder. Die Original-Rezeptur wird in einem Safe in Atlanta aufbewahrt und ist nur wenigen Menschen bekannt. Wir werden ein colaähnliches Getränk zubereiten.

### Arbeitsaufträge

1. Beachte die **Hygiene**-Vorschriften und verwende **keine** Stoffe und Geräte aus der Chemiesammlung!
2. Führe den Versuch durch und notiere deine Beobachtungen.
3. Trage eine Schutzbrille.

### Versuchsanleitung

| Geräte                                    | Chemikalien / Gefahrensymbole     |
|-------------------------------------------|-----------------------------------|
| Topf                                      | Zucker                            |
| Esslöffel                                 | Zuckerulör (E 150)                |
| Teelöffel                                 | Coffein <b>Xn</b>                 |
| CO <sub>2</sub> -Spender (z.B. Wassermix) | Orangenzucker, Zimt, Ingwerpulver |
| Heizplatte                                | Zitronensäure                     |
|                                           | Eventuell Eiswürfel               |

### Durchführung

- Gib in einen Kochtopf 100 g Zucker und bringe diesen bei mittlerer Hitze zum Schmelzen.
- Gib 1 Liter Wasser zu der heißen Zuckerschmelze, erwärme dann die Mischung, bis eine homogene Lösung entstanden ist. Da hierbei Wasser herausspritzen kann, muss eine Schutzbrille getragen werden.
- Gib zu der Lösung 1 Tablette Koffein, 3 g Orangenzucker, Zitronensäure nach Geschmack und einen halben Teelöffel Zuckerulör. Je nach Geschmack kann man das Getränk mit einer Prise Zimt- bzw. Ingwerpulver verfeinern.
- Lasse die Lösung abkühlen und versetze diese dann im Wassermix-Gerät mit „Kohlensäure“ (Kohlenstoffdioxid).

### Beobachtung

---

## Seite für Lehrende

### Beobachtung

**Zeitdauer** 30 min + Abkühlzeit

### Hinweis

Dieses Experiment ist am besten in der Schulküche durchzuführen oder im sauberen Klassenraum. Für die Zubereitung sollten nur Geräte verwendet werden, die auch sonst nur mit Lebensmitteln in Berührung kommen.

Bei der Herstellung der Karamellzucker-Schmelze muss darauf geachtet werden, dass die Schmelze nicht zu dunkel wird, da sonst die Cola bitter schmeckt. Bei der Säurezugabe kann als Hilfe der pH-Wert von Colagetränk gemessen werden und dann ein ähnlicher bei der eigenen Cola eingestellt werden. Der pH-Wert der Cola beträgt ungefähr 3,5. **Die selbst hergestellte Cola schmeckt etwas stärker angesäuert besser.**

Zimt- und Ingwerpulver geben zwar ein gutes Aroma, haben aber keine Ähnlichkeit mit richtiger Cola. Sehr wichtig ist die CO<sub>2</sub>-Zugabe, weil meist erst dann ein colaähnlicher Geschmack entsteht. Cola schmeckt am besten eiskalt. Auch wenn der richtige Cola-Geschmack nicht getroffen wurde, ist eine leckere Limonade entstanden.

Bitte nach Gebrauch den Kopf des CO<sub>2</sub>-Spenders reinigen.

### Literatur

D. STEINER: Analyse und Synthese an Cola-Getränken. NiU-Chemie **9** (1998) 37 - 39

## Wir stellen Krustenpralinen her.

### Arbeitsaufträge

1. Beachte die **Hygiene**-Vorschriften und verwende **keine** Stoffe und Geräte aus der Chemiesammlung!
2. Führe den Versuch durch und notiere deine Beobachtungen.
3. Beachte bei der Herstellung die Hygienevorschriften, wenn du die Pralinen probieren möchtest.

### Versuchsanleitung

| Geräte                          | Chemikalien / Gefahrensymbole |
|---------------------------------|-------------------------------|
| Backförmchen aus Papier         | Zucker                        |
| Backpapier als Unterlage        | Wasser                        |
| Kleiner Kochtopf                | Schokoladenglasur             |
| Großer Kochtopf (als Wasserbad) |                               |
| Messbecher                      |                               |
| Esstlöffel, Teelöffel           |                               |
| Heizplatte                      |                               |

### Durchführung

- Zur Vorbereitung lege auf dem Backpapier Backförmchen aus.
- Gib in einen Kochtopf **125 g Zucker**, **25 mL Wasser** und erhitze die Mischung, bis eine gesättigte Lösung entstanden ist. Man erkennt die richtige Konsistenz der Lösung, indem man probeweise einen Teelöffel der heißen Lösung entnimmt und erkalten lässt. Erstarrt die Lösung, so ist die erforderliche Übersättigung erreicht. Ein weiterer Hinweis auf die richtige Konsistenz der Lösung ist die Bildung der Zuckerkristalle am Rand des Kochtopfs.
- Nimm die Zuckerlösung von der Heizplatte und fülle in die vorbereiteten Backförmchen etwas von der Lösung hinein.
- Lasse die Zuckerrohlinge ca. 1 Stunde bei Zimmertemperatur erstarren. Du kannst diesen Prozess etwas beschleunigen, indem du die Rohlinge in den Kühlschrank stellst.
- Eine Schokoladenglasur wird bei ca. 50°C im Wasserbad verflüssigt. Tauche die Zuckerrohlinge darin ein und lege sie dann wieder in die Backförmchen. Nach etwa 10 Minuten Abkühlungszeit im Kühlschrank kannst du die fertigen Krustenpralinen genießen.

### Beobachtung

---

## Seite für Lehrende

### **Beobachtung**

Die Zuckerpulverlösung wird sehr heiß, deshalb ist darauf zu achten, dass die Lösung nicht mit der Haut in Berührung kommt..

*Zeitdauer 30 min + 2 h Ruhezeit + 10 min*

### **Hinweis**

Dieses Experiment ist am besten in der Schulküche durchzuführen oder im sauberen Klassenraum. Für die Zubereitung sollten nur Geräte verwendet werden, die auch sonst nur mit Lebensmitteln in Berührung kommen.

### **Erläuterungen**

Im Unterschied zur Bonbonherstellung ist die Kristallisation zur Bildung der Kruste erwünscht. Deshalb wird bei der Herstellung von Krustenpralinen Saccharose eingesetzt.

### **Literatur**

M. REISCHMANN, D. GRÄF: Herstellung von Krustenpralinen mit Likörfüllung. NiU-Chemie, **5** (1994) Heft 23 40 – 41

## Wir stellen alkoholhaltige Krustenpralinen her.

### Arbeitsaufträge

1. Beachte die **Hygiene**-Vorschriften, und verwende **keine** Stoffe und Geräte aus der Chemiesammlung!
2. Führe den Versuch durch, notiere deine Beobachtungen, und lass es dir schmecken.

### Versuchsanleitung

| Geräte                          | Chemikalien / <i>Gefahrensymbole</i>                                                                                                                  |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Backförmchen aus Backpapier     | Destillate (z.B. Kirschwasser mit 40 %<br>Alkohol, Chantré mit 36 % Alkohol, Stroh-<br>Rum mit 80 % Alkohol)<br>Zucker<br>Wasser<br>Schokoladenglasur |
| Backpapier als Unterlage        |                                                                                                                                                       |
| Kleiner Kochtopf                |                                                                                                                                                       |
| Großer Kochtopf (als Wasserbad) |                                                                                                                                                       |
| Messbecher                      |                                                                                                                                                       |
| Esslöffel                       |                                                                                                                                                       |
| Teelöffel                       |                                                                                                                                                       |
| Heizplatte                      |                                                                                                                                                       |

### Durchführung

- Zur Vorbereitung lege auf dem Backpapier Backförmchen aus. Um später die Pralinen mit verschiedenen Destillaten unterscheiden zu können, nimm Backförmchen mit unterschiedlichen Farben.
- Gib in einen Kochtopf 250 g Zucker, 50 mL Wasser und erhitze die Mischung, bis eine gesättigte Lösung entstanden ist. Man erkennt die richtige Konsistenz der Lösung, indem man probeweise einen Teelöffel der heißen Lösung entnimmt und erkalten lässt. Erstarrt die Lösung, so ist die erforderliche Übersättigung erreicht. Ein weiterer Hinweis auf die richtige Konsistenz der Lösung ist die Bildung von Zuckerkrystallen am Rand des Kochtopfs.
- Nimm die Zuckerlösung von der Heizplatte und fülle in die für alkoholfreie Pralinen vorbereiteten Backförmchen etwas von der Lösung hinein.
- Die restliche Lösung teilst du in so viele kleine Portionen auf, wie Destillate zur Verfügung stehen.
- Gib in einen Teil ca. 15 mL vom Kirschwasser, in einen zweiten Teil ca. 15 mL Chantré –Weinbrand und in den letzten Teil ca. 10 mL Stroh-Rum. Wenn z.B. nur zwei 40% - Destillate zur Verfügung stehen, so gib jeweils 25 mL des Destillats zu der Zuckerlösung. Je hochprozentiger ein Destillat ist, desto weniger davon muss der Zuckerlösung zugefügt werden.
- Lasse die Zuckerrohlinge ca. 6 Stunden bei Zimmertemperatur erstarren. Du kannst diesen Prozess etwas beschleunigen, indem du die Rohlinge in den Kühlschrank stellst. Dann sind diese schon nach ca. zwei Stunden fest.
- Eine Schokoladenglasur wird bei ca. 50°C im Wasserbad verflüssigt. Tauche die Zuckerrohlinge darin ein und lege sie dann wieder in die Backförmchen. Nach etwa 10 Minuten Abkühlungszeit im Kühlschrank kannst du die fertigen Krustenpralinen genießen.

---

## Seite für Lehrende

### **Beobachtung**

Die Zuckerlösung wird sehr heiß, deshalb ist darauf zu achten, dass die Lösung nicht mit der Haut in Berührung kommt.

**Zeitdauer** 30 min + 2 h Ruhezeit + 10 min

### **Hinweis**

Dieses Experiment ist am besten in der Schulküche durchzuführen oder im sauberen Klassenraum. Für die Zubereitung sollten nur Geräte verwendet werden, die auch sonst nur mit Lebensmitteln in Berührung kommen.

Nach Zugabe von Destillaten in die Zuckerlösung wird diese wieder flüssig. Es ist daher darauf zu achten, dass nicht zuviel von den Destillaten zugegeben wird, da der Zucker sonst nicht kristallisiert.

### **Erläuterungen**

Im Unterschied zur Bonbonherstellung ist die Kristallisation zur Bildung der Kruste erwünscht. Deshalb wird bei der Herstellung von Krustenpralinen Saccharose eingesetzt.

### **Literatur**

M. REISCHMANN, D. GRÄF: Herstellung von Krustenpralinen mit Likörfüllung. NiU-Chemie, **5** (1994) Heft 23 40 – 41

## Wir stellen essbares Einweggeschirr her.

### Informationen

Als nachwachsender Rohstoff hat Stärke in den letzten Jahren neue Anwendungsgebiete gefunden, z. B. als Füllstoff für partiell abbaubare Kunststoffe, Bindemittel für Dämmstoffe und Granulate (z. B. Düngemittel), Substrat für Fermentationsprozesse sowie als Rohstoff u. a. zur Herstellung von »kalorienarmen« Lebensmitteln und Wirkstoffen für Wasch- und Reinigungsmittel.

Aus Stärke gefertigte essbare Verpackungen sind in vielen Bereichen eine Alternative zur Einwegverpackung oder zum Kunststoffeinweggeschirr: Esspapier statt Kunststoffeinlagen für Süßwaren und Gebäck, beschichtete Getränkebecher aus Stärke statt Polystyrolbecher, gebackene Schalen aus Stärke statt Kunststoff- oder Pappschalen für Fastfood.

Bei der Produktion von Geschirr aus Stärke können ähnliche Verfahren eingesetzt werden, wie sie sich bei der Produktion von herkömmlichen Kunststoffprodukten etabliert haben. Ihre mechanischen und physikalischen Eigenschaften lassen sich im Wesentlichen mit denen konventioneller Kunststoffe vergleichen. Sie lassen sich auf unterschiedliche Weise entsorgen: Verbrennung, Kompostierung, Biovergasung und in Zukunft gegebenenfalls Weiterverwendung als Tierfutter.

Stärke ist ein Polysaccharid. Sie ist ein aus  $\alpha$ -Glucoseeinheiten aufgebautes Makromolekül und besteht zu 20% aus Amylose und zu 80% aus Amylopektin.

### Arbeitsaufträge

1. Beachte die **Hygiene**-Vorschriften und verwende **keine** Stoffe und Geräte aus der Chemiesammlung!
2. Informiere dich über die Strukturen von Amylose und Amylopektin im Lehrbuch und mache dir den unterschiedlichen Aufbau klar.
3. Führe den Versuch durch, und notiere deine Beobachtungen.

### Versuchsanleitung

| Geräte                                                                               | Chemikalien / <i>Gefahrensymbole</i>                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Rührschüssel 400 ml,<br>Spatel, Pinsel;<br>Messzylinder 50 ml;<br>Waage; Waffeleisen | Kartoffelstärke<br>Natriumhydrogencarbonat<br>Guarkernmehl<br>Trinkwasser |

### Durchführung

- Vermische in einer Rührschüssel 45 g Kartoffelstärke, 1,8 g Natriumhydrogencarbonat und 0,15 g Guarkernmehl gründlich miteinander.
- Füge unter ständigem Rühren 50 mL Wasser hinzu.
- Die entstandene zähe weiße Mischung gib auf ein Waffeleisen und backe sie ca. 4 Minuten. (Beim Auftragen musst du eventuell einen Pinsel verwenden.)

### Beobachtung

## Seite für Lehrende

### **Beobachtung**

In der zähen weißen Mischung entstehen kleine Bläschen.

Durch das Backen erhält man eine weiße bis hellgelbe Waffel (je nach Backzeit), die direkt nach dem Backen noch leicht verformbar ist.

Nach dem Abkühlen behält sie ihre Form.

**Zeitdauer** 15 Minuten

### **Hinweis**

Dieses Experiment ist am besten in der Schulküche durchzuführen oder im saubereren Klassenraum. Für die Zubereitung sollten nur Geräte verwendet werden, die auch sonst nur mit Lebensmitteln in Berührung kommen. Die Waffel kann als Einweggeschirr genutzt werden.

Durch größere Wasserzugabe und geringere Backtemperatur kann man die Elastizität erhöhen.

### **Erläuterungen**

Das Polysaccharid Stärke ist das Reservekohlenhydrat der Pflanzen und besteht aus Glucoseeinheiten, die  $\alpha$ -glycosidisch verknüpft sind. Das Polysaccharid des Guarkernmehls wird Guar an genannt und gehört zur Gruppe der Galaktomannane.

Galactomannane sind hochmolekulare Polysaccharide, die aus D-Galactose und D-Mannose aufgebaut sind. Die reinen Polysaccharide besitzen eine lange, nur aus Mannoseeinheiten bestehende,  $\beta$ -1,4-glycosidisch verknüpfte Hauptkette. Diese trägt Verzweigungen, die aus jeweils nur einer Galactoseeinheit bestehen, welche  $\alpha$ -glycosidisch mit der Mannankette verknüpft sind. Für die Molekulargewichte werden Werte von 200 000 bis zu einigen Millionen angegeben.

Diese Polysaccharide verfügen pro Glucose-, Galaktose- und Mannose-Baustein über je 3 bzw. 2 freie Hydroxylgruppen.

Durch siedendes Wasser (Backtemperatur 170 °C) quillt die Stärke auf und bildet eine kolloidale Lösung, die zu einem Gel erstarrt. Bereits 1,5-%ige Lösungen von Guarkernmehl sind kaum mehr fließfähig und erstarren ebenfalls zu einem Gel. Beide Stoffe nehmen Wasser über ihre polaren Gruppen auf; dabei bilden sich beim Abkühlen sowohl intramolekulare, wie intermolekulare Wasserstoffbrücken aus.

Das zugesetzte Backpulver sorgt durch die Abgabe von Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf während des Backvorgangs für das Aufblähen des Gemisches. Die entstandenen Gasblasen bleiben nach dem Abkühlen im festen Schaumstoff erhalten.

### **Literatur**

J. BRÜCKMANN ET AL.: Experimente zu Makromolekülen. Skriptum des Arbeitskreises im *Kölner Modell* am Institut für Anorganische Chemie der Universität zu Köln. 2001

## Wir stellen Brausepulver her.

### Informationen

Brausepulver ist eine pulverige Mischung aus Zucker, Fruchtsäure und Natriumhydrogencarbonat (mit Aromen und Farbstoffen). Das Verhältnis ist so zusammengestellt, dass nach erfolgter Reaktion im Wasser am Ende ein Säureüberschuss verbleibt. Dadurch wird das Auftreten von laugigem Carbonatgeschmack vermieden.

### Arbeitsaufträge

1. Beachte die **Hygiene**-Vorschriften, und verwende **keine** Stoffe und Geräte aus der Chemiesammlung!
2. Führe den Versuch durch, und notiere deine Beobachtungen.
3. Vergleiche das selbst hergestellte Brausepulver mit gekauftem Brausepulver.

### Versuchsanleitung

| Geräte                                             | Chemikalien / <i>Gefahrensymbole</i>                                                                                                       |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| weite Tasse<br>Teelöffel<br>Trinkglas oder -becher | Zitronensäure<br>Haushaltszucker<br>Aromazucker Orange oder Zitrone<br>Natron bzw. Natriumhydrogencarbonat (z.B. Dr. Oetker „Haus Natron“) |

### Durchführung

- Gib einen Teelöffel „Natron“ und sechs Teelöffel Zucker in eine weite Tasse.
- Vermische mit einem Löffel das Natron und den Zucker gut miteinander.
- Anschließend gibst du zwei Teelöffel Zitronensäure und etwas von dem Aromazucker hinzu. Verrühre nochmals alles gut miteinander.
- Gib nun zwei bis drei Teelöffel des Brausepulvers in einen Trinkbecher und fülle mit Leitungswasser auf. Jetzt kannst du deine Brause trinken!

### Beobachtung

## Seite für Lehrende

### Beobachtung

Man erhält ein weißes Pulver. Beim Vermischen mit Wasser löst sich das Pulver unter heftigem Aufschäumen auf.

**Zeitdauer** ca. 5 Minuten

### Hinweis

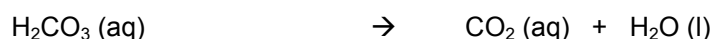
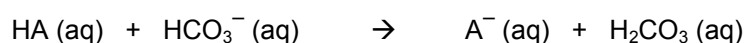
Dieses Experiment ist am besten in der Schulküche durchzuführen oder im sauberen Klassenraum. Für die Zubereitung sollten nur Geräte verwendet werden, die auch sonst nur mit Lebensmitteln in Berührung kommen.

Die Trennung des Gemisches wird unter anderem unter folgender URL beschrieben:

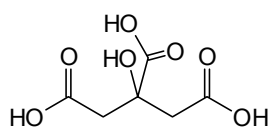
[http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/s\\_lebensmittel/brausetrennung.htm](http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/s_lebensmittel/brausetrennung.htm)

### Erläuterungen

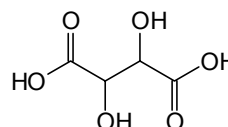
Brausepulver enthalten stets eine für Nahrungsmittel zugelassene, bei Raumtemperatur feste organische Säure HA sowie Natriumhydrogencarbonat, dessen Anion bei der gleichzeitigen Berührung mit Wasser in einer Säure/Base-Reaktion mit der organischen Säure zuerst zu Kohlensäure reagiert. Diese zerfällt dann in einem zweiten Schritt zu Kohlendioxid und Wasser:



Als Säuren HA werden häufig *Citronensäure* oder *Weinsäure* verwendet:



*Citronensäure*



*Weinsäure*

Weil mehr Kohlenstoffdioxid gebildet wird als in Wasser löslich ist, entweicht es als Gas und wirbelt dabei die eigentlich zu lösenden Feststoffe durch das Lösemittel, so dass der Auflösevorgang beschleunigt wird.

### Literatur

<http://www.educeth.ch/chemie/labor/brause/docs/brause.doc>

[http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/citrone/c\\_v23.htm](http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/citrone/c_v23.htm)

## Wir stellen Gummibären her.

### Arbeitsaufträge

1. Beachte die **Hygiene**-Vorschriften, und verwende **keine** Stoffe und Geräte aus der Chemiesammlung!
2. Führe den Versuch durch, und notiere deine Beobachtungen.

### Versuchsanleitung

| Geräte                               | Chemikalien / Gefahrensymbole           |
|--------------------------------------|-----------------------------------------|
| Backofen, Heizplatte                 | 60 g Blattgelatine; 1 kg Zucker         |
| Backblech                            | 5 g Weinsäure oder Citronensäure        |
| Backpapier                           | Frucht-Getränkessirup oder Fruchtpulver |
| 2 Kochtöpfe mit 1 L Fassungsvermögen | Lebensmittelfarbstoffe                  |
| Kochtopf als Wasserbad               | Maisstärke (z. B. Mondamin)             |
| Messbecher                           | Gummibärchen oder andere Figuren        |
| 5-6 Teelöffel, 5-6 Tassen            | Aromastoffe (z. B. Zitronenaroma)       |
| Esstöffel                            |                                         |
| Zahnstocher                          |                                         |

### Durchführung

#### I. Schritt (Herstellung der Invertzuckerlösung)

- Berechne in dem großen Kochtopf ein Wasserbad und wärme es auf 80 °C auf. Löse in einem kleinen Kochtopf 1 kg Haushaltszucker (Saccharose) in 430 mL heißem Wasser. Gib zu dieser Lösung etwa einen Teelöffel (5 g) Citronensäure oder Weinsäure.
- Halte diese Lösung 90 Minuten im Wasserbad (Kochtopf) auf 80 °C.

#### II. Schritt (Vorbereitung des Stärkebettes)

- Verteile eine Packung (500 g) Maisstärke (Mondamin) gleichmäßig auf ein Backblech, welches mit Backpapier ausgelegt ist.
- Erwärme diese Stärke im Backofen auf 100 °C und halte diese Temperatur ca. 60 Minuten.
- Nimm das Backblech aus dem Backofen und lasse es auf Raumtemperatur abkühlen.
- Käuflich erworbene Gummibärchen oder auch andere Formen werden von der Rückseite mit einem Zahnstocher so durchbohrt, dass sie am Zahnstocher hängen bleiben. Nun presse vorsichtig mit diesen Figuren Abdrücke in das Stärkebett. (Negativformen)

### III. Schritt (Herstellung der Fruchtgummimasse)

- Gib 60 g Blattgelatine in einen kleinen Kochtopf, füge 130 mL Leitungswasser hinzu und lasse diese Mischung 10 Minuten bei Raumtemperatur quellen.
- Stelle diese Mischung anschließend in ein 80 °C warmes Wasserbad und rühre häufig um.
- Gib in einen zweiten Kochtopf 200 mL der zubereiteten Invertzuckerlösung, 150 g Haushaltszucker und füge 20 mL Fruchtsirup hinzu. Stelle diese Mischung wieder in das Wasserbad und löse in der Wärme den Zucker.
- Diese Zuckerlösung rührst du in die Gelatine, wenn sich die Gelatine völlig aufgelöst hat.
- Nun kannst du die fertige Masse probieren und je nach Geschmack noch mit 1–2 g Citronensäure und Aromastoffen verfeinern.
- Die Masse teilst du jetzt am besten in die Anzahl von Portionen, wie du Lebensmittelfarbstoffe zur Verfügung hast. In diese Portionen gibst du direkt wenig von den Farbstoffen und rührst sie unter.
- Abschließend gibst du nun mit einem Teelöffel die Fruchtgummimasse in die dafür vorbereiteten Abdrücke und lässt die Figuren ca. 1 Stunde fest werden.

#### Beobachtung

## Seite für Lehrende

### **Beobachtung**

Die Menge der zubereiteten Invertzuckerlösung reicht für etwa fünf Ansätze der Fruchtgummimasse. Statt Blattgelatine kann man auch gepulverte Gelatine nehmen. Dabei entspricht eine Packung Gelatinepulver sechs Gelatineblättern. Die fertige Fruchtgummimasse erkaltet sehr schnell. Deshalb müssen die Formen vorbereitet sein. Man kann die fertigen Gummibärchen direkt mit der darauf haftenden Stärke genießen, da diese geschmacksneutral ist. Die Stärke kann aber auch mit etwas Speiseöl entfernt werden.

### **Zeitdauer**

Herstellung der Invertzuckerlösung: 90 min, Herstellung d. Fruchtgummimasse 1 Std., Abkühlzeit 1 Std.

### **Hinweise**

Dieses Experiment ist am besten in der Schulküche durchzuführen oder im sauberen Klassenraum. Für die Zubereitung sollten nur Geräte verwendet werden, die auch sonst nur mit Lebensmitteln in Berührung kommen.

Die Invertzuckerlösung kann vorher von den Schülern zuhause vorbereitet werden. Die Stärke kann ebenfalls am Nachmittag vorher zuhause getrocknet werden.

Haushaltszucker (Saccharose) kann in hoher Konzentration in Süßwaren zum Auskristallisieren neigen und wird deshalb bei der Herstellung von Gummibärchen meist durch ein Fructose/Glucose-Gemisch (Invertzucker) ersetzt, das nicht auskristallisiert und zudem eine etwas höhere Süßkraft als eine reine Saccharoselösung gleicher Konzentration besitzt. Eine Invertzucker-Lösung kann leicht hergestellt werden, indem man die Spaltung der Saccharose in Fruchtzucker (Fructose) und Traubenzucker (Glucose) mit Hilfe von gering konzentrierten Fruchtsäuren (Weinsäure oder Citronensäure) bei ca. 80 °C durchführt. Da der Gummibärchenmasse sowieso Wein- oder Citronensäure zugesetzt wird, muss die hergestellte Invertzuckerlösung nicht neutralisiert werden.

Fruchtgummifiguren werden üblicherweise in Stärkebetten gegossen. Empfohlen wird Maisstärke (Mondamin). Diese Stärke führt bei einem fest eingestellten Wassergehalt von 5 % zu den besten Ergebnissen. Frisch gekaufte Stärke hat aber einen höheren Wassergehalt. Günstig ist das mehrmalige Erhitzen der Stärke im Backblech auf 140 °C für 30 Minuten im Backofen. Da die Stärke immer wieder verwendet werden kann, ist die Trocknung als Vorbereitung zuhause möglich.

### **Erläuterungen**

Die Lebensmittelfarbstoffe liegen in 2%-iger (E 132, Indigotin in 1%-iger) Lösung vor. Einige Tropfen färben bereits einen ganzen Ansatz kräftig ein. In einem Tropfen Farbstofflösung (das entspricht 0,05 mL) sind höchstens 1 mg Farbstoff enthalten. Die ADI-Werte (*acceptable daily intake*) für die verwendeten Farbstoffe liegen zwischen 4 mg pro kg Körpergewicht pro Tag (Cochenillerot) bis 15 mg pro kg Körpergewicht pro Tag bei Indigotin.

### **Literatur**

H. WENNICKE - R. WENNICKE: persönliche Mitteilung 2002

CD RÖMPP: Chemie Lexikon – Version 1.0. - Stuttgart: Thieme 1995

JEAN PÜTZ UND CHRISTINE NIKLAS: Süßigkeiten mit und ohne Zucker. Köln: vgs (1989)

MICHAEL KRATZ: Cola verdaut Fleisch. Lichtenau: AOL Verlag 2000