

# Textilerfrischer eliminiert Geruch

Wie ein Industrieprodukt im Chemieunterricht erschlossen werden kann

von Bernd Lutz

Mittlerweile haben wir uns längst daran gewöhnt, im Alltag Produkte der chemischen Industrie zu verwenden, von deren Aufbau und Zusammensetzung die wenigsten von uns etwas wissen. Wir schrecken nur auf, wenn Berichte im Wissenschaftsteil von Tageszeitungen oder populärwissenschaftlichen Zeitschriften auf Gesundheitsgefahren hinweisen, die z. B. von Kleiderimprägnierungen oder Zinnverbindungen in Sportkleidung ausgehen sollen.

Selbst Chemiekundige trennen zwischen den im Alltag als „black boxes“ benutzten Artikeln und ihrem Fachwissen. Gleiches gilt für das im Chemieunterricht von Schülern erworbene Wissen. Dem widersprechen aktuelle Forderungen an modernen Chemieunterricht wie Praxisorientierung [1], kumulatives Wissen und intelligentes Üben. In der Folge wird an einem Beispiel gezeigt, wie diese Kluft im Chemieunterricht überbrückt werden kann.



Abb. 1: Schematische Darstellung von Stationen der Untersuchung des Industrieproduktes

## Versuche

## Verschwinden Gerüche?

V<sub>1</sub>

**Durchführung:** Beträufeln Sie Stoffrest 1 (ca. 10x10 cm), 2 und 3 mit je 3 Tropfen der „duftenden“ Flüssigkeit. Riechen Sie vorsichtig an den drei Proben und bezeichnen Sie die Duftintensität jeweils mit einer Ziffer zwischen 0 und 10: Probe 1 \_\_\_\_ Probe 2 \_\_\_\_ Probe 3 \_\_\_\_  
Besprühen Sie Probe 2 mit „Fébrèze“ und die Probe 3 mit einer wässrigen Tensid-Lösung (z. B. 1 Tropfen Pril auf 10 mL Wasser), bzw. mit Wasser allein. Trocknen Sie die Stofflappen mit dem Fön!

Riechen Sie wieder vorsichtig daran und beschreiben Sie Art und Intensität (Skala 0–10) des Duftes bei den Proben: Probe 2 \_\_\_\_ Probe 3 \_\_\_\_  
**Ergebnis:** Wie unterscheiden sich die Proben 1 bis 3?

Nachdem der Stoff besprüht und getrocknet wurde, kann man zwar noch Reste des sehr intensiv duftenden Öls wahrnehmen, aber insgesamt riecht es weniger stark als vor dem Einsprühen des Stoffes.

V<sub>2</sub>

### Was ist drin in Fébrèze?

**Durchführung:** Sprühen Sie etwas von der Fébrèze-Lösung auf eine dunkle Glasplatte und trocknen die Sprühschicht mit dem Fön vorsichtig ein.

**Beobachtung:** \_\_\_\_\_  
Sprühen Sie etwas von der Fébrèze-Lösung in ein Regenzglas. Liegt eine klare Lösung vor? \_\_\_\_\_  
Untersuchen Sie Fébrèze mit ausgewählten Nachweisen, die wir bisher schon kennengelernt haben.

### Ergebnis:

Die Fébrèze-Sprühlösung ist klar, beim Einsprühen in ein RG wird sie weißlich trüb (Luftbläschen durch das Sprühen). Die Sprühlösung schäumt – das lässt auf Tenside schließen. Tensidhaltige wässrige Lösung allein erzielt den Geruchslöschungseffekt nicht so stark.

## Fébrèze – Textilerfrischer beseitigt laut Werbung Gerüche. Stimmt das wirklich?

Es ist ziemlich unwahrscheinlich, was die Fernsehwerbung verspricht: „Man kann unangenehme Gerüche loswerden, wenn man einen Textilerfrischer auf Textilien sprüht.“

Andererseits ist es ein Angebot, das man leicht überprüfen kann. Nehmen wir doch einfach ein Stück Stoff, und zu unserer Schonung als Testsubstanz Orangenöl an Stelle der unangenehmen Substanz Buttersäure, die für viele schlechte Gerüche verantwortlich ist.

Wir überprüfen diese Behauptung der Werbung mit einem Versuch(V<sub>1</sub>)!

### Was ist drin in Fébrèze?

Zunächst sollen die Schülerinnen und Schüler mit V<sub>2</sub> klären, was in Fébrèze enthalten ist. Es gibt eine Fülle von Möglichkeiten, schlechte Gerüche mit Hilfe der Chemie zu bekämpfen. Einige davon sind:

- Chemische Reaktionen, um neue Produkte zu erhalten (z. B. wohlriechende Ester)
- Hinzufügen eines viel stärker duftenden Stoffes, um den ersten Geruch zu übertönen
- Verkapselung (Einschluss des Geruch auslösenden Stoffes) [2]
- Zerstörung des Geruch auslösenden Stoffes mit Hilfe von Enzymen.

Für weitere Untersuchungen muss man erst einmal die be-

reits bekannten Verfahren zusammentragen, die sich zur Untersuchung unbekannter Substanzen eignen könnten. Der positive oder negative Verlauf der Proben hilft, Stoffgruppen nachzuweisen oder auszuschließen:

Messung des pH-Wertes, Leitfähigkeit, Dichte, Polarität (MOED-Farbstoff) [3], Oxidationswirkung, Reduktionswirkung, Chlorid-Nachweis (AgNO<sub>3</sub>-Lösung), Ninhydrin-Probe, Biuret-Probe, Ammoniakzugabe.

Der analytische „Rundumschlag“, also die Anwendung bereits erarbeiteter und in der Schule bekannter Analyseverfahren ergab folgende Ergebnisse (s. Tab. 1).

Die Fülle von Einzelbefunden erlaubte nicht, die Eingangsfrage zu beantworten.

### Welche Quellen könnten zusätzlich erschlossen werden, um Informationen über Wirkung und Inhaltsstoffe des Produkts zu erhalten?

Im Zeitalter moderner Medien ermöglicht das Internet weltweite Recherchen zu allen Fragestellungen und die Wahrscheinlichkeit ist groß, neue Informationen zu erhalten. Auf dem Arbeitsblatt (unten) sind viele Informationen aus dem Internet zusammengetragen, die die Schüler bearbeiten können.

Weitere Informationen zu „Fébrèze“ von Procter & Gamble aus dem Internet:

[http://www.febreze.de/produkt\\_info/index.htm](http://www.febreze.de/produkt_info/index.htm)

<http://www.procterundgamble.de/>

<http://www.verbrauchernews.de/>

„Was ist drin in Fébrèze?“

Die Fébrèze-Formel arbeitet auf Wasser-Basis.

Fébrèze enthält viele geruchsaflösende Wirkstoffe aus natürli-

## Arbeitsblatt

## Internetrecherche

Foto: Claudia Below



### Die Eingabe von <http://Febreze.com> brachte folgende ausgewählte Ergebnisse:

„But what are the ingredients in Fébrèze?“

Fébrèze is a water based product whose primary active ingredient is a modified starch derived from corn, specially designed to eliminate a wide range of odours. The product also contains minute amounts of perfume“.

Und auf einer anderen Seite heißt es

„... a new formula speeds up drying time and was even better at removing odours, but gets rid of zinc chloride...“

Aber es gibt auch deutsche Quellen:

„Wie unterscheidet sich Fébrèze von Lufterfrischern?“

Fébrèze ist anders als die meisten Lufterfrischer, denn es beseitigt Gerüche dauerhaft und überdeckt sie nicht nur. Fébrèze ist nicht für die Luft, aber für eine Vielzahl von Textilien sicher anwendbar – wie Polstermöbel, Teppiche, Autositze, Kleider und Stoffschuhe.

Kann ich dank Fébrèze auf Waschen oder chemisches Reinigen verzichten?

Nein. Fébrèze ist nicht entwickelt worden, um Textilien zu reinigen, sondern von Gerüchen zu befreien. Schmutzige Textilien müssen wie bisher gereinigt werden. Wenn sie allerdings nur schlecht riechen, aber ansonsten sauber sind, ist Fébrèze genau richtig. Denn es befreit den Stoff schnell und zuverlässig von Zigarettenrauch, Küchendunst, Hundegeruch o. ä. So schonen Sie

Textilien, die Sie nur waschen würden, weil sie schlecht riechen.“

„Was ist drin in Fébrèze?“ [[http://www.febreze.de/produkt\\_info/index.htm](http://www.febreze.de/produkt_info/index.htm)]

„Die Fébrèze-Formel arbeitet auf Wasser-Basis. Fébrèze enthält viele geruchsaflösende Wirkstoffe aus natürlichen Rohstoffen wie Glukosebausteine aus Maisstärke. Um einen leichten und angenehmen Eigengeruch zu erzeugen, ist außerdem etwas Parfüm enthalten. Es zeigt an, dass das Produkt wirkt. Für die Geruchsentfernung spielt es keine Rolle.“

„Was ist das Besondere an Fébrèze Antibac?“

„Das neue Fébrèze Antibac befreit wie das bekannte Fébrèze Ihre Textilien von unangenehmen Düften. Außerdem wirkt es zuverlässig gegen geruchsbildende Bakterien. Ihre Textilien werden somit wieder hygienisch rein und riechen wie frisch gewaschen.“

„Wie wirkt Fébrèze Antibac?“ „Fébrèze Antibac basiert auf Wasser und natürlicher Maisstärke. Als weiteren Zusatz enthält es einen bewährten antibakteriellen Wirkstoff auf Ammoniumchlorid-Basis. Dieser dringt nach dem Sprühen tief in das Gewebe ein und vernichtet geruchsbildende Bakterien. So können Sie jeden Tag antibakterielle Frische versprühen“. [[http://www.febreze.de/produkt\\_info/index.htm](http://www.febreze.de/produkt_info/index.htm)]

**Werten Sie den Internet-Text zusammen mit den vorher gemachten Beobachtungen aus!**

pH-Messung	4,5
Leitfähigkeit	172,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Dichte (Masse von 100 mL (größer oder kleiner als 1))	$\sim 1 \text{ g}/\text{cm}^3$
Polarität (MOED-Farbstoff)	Goldorange Färbung des MOED-Farbstoffs [3] deutet auf die Anwesenheit von Wasser und eventuell von zusätzlichen Lösungsvermittlern (z. B. Alkohole) hin
Chlorid-Nachweis ( $\text{AgNO}_3$ -Zugabe)	-
Fehlingsche Probe	-
Silberspiegelprobe	-
Schiffsche Probe	-
Ninhydrin-Probe	Der Ninhydrin-Nachweis verläuft sehr schwach positiv (Aminosäuren bzw. Enzymanteile?). (+) leichte Färbung
Ammoniakzugabe	-
Zinknachweis mit $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	-

Tab. 1: Nachgewiesene Stoffe/Stoffgruppen bei der Fébrèze-Analyse

chen Rohstoffen wie Glucosebausteine aus Maisstärke. Um einen leichten und angenehmen Eigengeruch zu erzeugen, ist außerdem etwas Parfüm enthalten. Es zeigt an, dass das Produkt wirkt. Für die Geruchsentfernung spielt es keine Rolle.“

Zusammenfassend hat die Internet-Recherche folgendes ergeben: Der Internet-Text nennt Glucosebausteine aus Maisstärke als Bestandteile. Zitat eines anderen Herstellers aus dem Internet: „Most of the deodorizers available to the public either destroy the odor molecule with enzymes or encapsulate it“.

### Was können wir mit den Informationen aus dem Internet anfangen?

Außer der kontroversen Diskussion im Netz über Zinkchlorid und Haustiere bleiben eigentlich nur wenig chemische Informationen übrig:

- Wasserbasis  $\rightarrow$  Versuch des Wassernachweises mit wasserfreiem  $\text{CuSO}_4$
- Glucosebausteine aus Maisstärke  $\rightarrow$  Glucosenachweis
- Nachwachsende Rohstoffe

Im Internet werden einmal Maisstärke, einmal Glucosebausteine genannt. Stärke ist ja aus Glucosebausteinen aufgebaut.

Aus der Biologie kennen wir den Iod-Stärke-Nachweis, der darauf beruht, dass Iodmoleküle in die Stärkespirale eingeschlossen werden.

Kann Maisstärkelösung oder Glucoselösung Gerüche löschen? Wie soll das funktionieren? Vielleicht schließt die Stärke ja Geruchsmoleküle ein wie das Iod. Probieren wir es aus ( $V_3$ ,  $V_4$ ,  $V_5$ ).

#### Wie können wir weitere Informationen gewinnen?

Industrieprodukte werden meist durch Patente abgesichert, um unliebsame Konkurrenten von Nachahmung abzuhalten. Bei der Suche in der Datenbank des Europäischen Patentamtes finden wir ein Patent mit dem Titel „Improved uncomplexed cyclodextrin compositions for

## Versuche

### $V_3$ Kann Stärkelösung oder Glucoselösung Geruchsstoffe „einkapseln“?

Geben Sie mit der Pipette zu einer wässrigen Stärkelösung (ca. 1%) einen Tropfen einer Iod-Kaliumiodid-Lösung. Die Blaufärbung zeigt an, dass das Iod eingeschlossen wird. Es liegt also eine Änderung der Stoffstruktur vor.

### $V_4$

Beträufeln Sie Stoffrest 1 und 2 mit je 3 Tropfen der duftenden Flüssigkeit.

Riechen Sie vorsichtig an den zwei Proben und bezeichnen Sie die Duftintensität jeweils mit einer Ziffer zwischen 0 und 10:

Probe 1 \_\_\_\_\_ Probe 2 \_\_\_\_\_

Besprühen Sie Probe 2 mit einer wässrigen Stärkelösung (ca. 1%).

Trocknen Sie die Stofflappen mit dem Fön!

Riechen Sie wieder vorsichtig daran und beschreiben Sie Art und Intensität (Skala 0–10) des Duftes bei den Proben:

Probe 1 \_\_\_\_\_ Probe 2 \_\_\_\_\_

**Ergebnis:** Wie unterscheiden sich die Proben 1 und 2?

### $V_5$

Einsprühen eines mit verdünnter Limonenöl-Lösung behandelten Stoffstückes mit Glucoselösung

Beträufeln Sie Stoffrest 1 und 2 mit je 3 Tropfen der „duftenden“ Flüssigkeit.

Riechen Sie vorsichtig an den zwei Proben und bezeichnen Sie die Duftintensität jeweils mit einer Ziffer zwischen 0 und 10:

Probe 1 \_\_\_\_\_ Probe 2 \_\_\_\_\_

Besprühen Sie Probe 2 mit einer wässrigen Glucoselösung (ca. 1%).

Trocknen Sie die Stofflappen mit dem Fön!

Riechen Sie wieder vorsichtig daran und beschreiben Sie Art und Intensität (Skala 0–10) des Duftes bei den Proben:

Probe 1 \_\_\_\_\_ Probe 2 \_\_\_\_\_

**Ergebnis:** Wie unterscheiden sich die Proben 1 und 2?

**Ergebnis:** Keine Wirkung. Glucose oder Stärke kann mit den Bausteinen aus Maisstärke nicht gemeint sein.

odor control“ [Patent mit der Veröffentlichungsnummer WO9856429], aus dem hervorgeht, dass in diesem Fall die geruchsmildernden Stoffe Cyclodextrine (CD) sind. Bestehen CD aus GLUCOSEBAUSTEINEN und gewinnt man sie aus MAISSTÄRKE?

Eine Internetrecherche nach CD führt uns auf die Homepage der Fa. Wacker, wo wir weitere Informationen über CD finden ([http://www.wacker.com/vip/produktion/wacker/website/biochem/service/02/index\\_en.html](http://www.wacker.com/vip/produktion/wacker/website/biochem/service/02/index_en.html))

#### Cyclodextrine

Cyclodextrine (CD) werden durch enzymatischen Abbau von (Mais)STÄRKE gewonnen. Sie sind aus sechs bis acht GLUCOSEBAUSTEINEN aufgebaut. Die Glucose-Bausteine konnten wir offenbar deshalb nicht nachweisen, weil sie im CD gebunden sind.

Erhitzen von Fébrèze mit Säure (Hydrolyse) sollte den Molekülverband aus Glucose-Bausteinen auftrennen können. Nach der Neutralisation vorhandene freie Glucose-Bausteine könnten unspezifisch durch die Fehling'sche Probe (reduzierende Wirkung) oder spezifisch durch Glucose Teststäbchen nachgewiesen werden.

Beide Nachweisreaktionen setzen voraus, dass die reduzierende Gruppe der Glucose nicht durch z. B. Schutzgruppen blockiert ist. Dies geht aus den Internet-Informationen nicht hervor. Das CD müsste in seine Bausteine, Glucose, zerlegt werden. Die könnten wir dann mit be-

## Versuch 6

Drei Milliliter einer 1%igen  $\alpha$ -Cyclodextrin-Lösung werden zu gleichen Teilen mit Fehling-Lösung I und Fehling-Lösung II versetzt und für 10 Minuten im Wasserbad erhitzt.

**Beobachtung:** Keine Ausfällung von rotem Kupferoxid. Der gleiche Versuch wird mit  $\beta$ - und  $\gamma$ -Cyclodextrin durchgeführt. Das Ergebnis ist jeweils identisch. Dies stimmt mit den Voruntersuchungen mit Fébrèze überein (s. o!).

### Wie verhalten sich die CD nach Hydrolyse?

Drei Milliliter einer 1%igen  $\alpha$ -Cyclodextrin-Lösung werden mit drei Millilitern konzentrierter Salzsäure (Lehrerversuch!) versetzt und 10 Minuten lang im Wasserbad erwärmt.

Anschließend wird die Lösung mit festem Natriumcarbonat auf pH = 7 neutralisiert.

**Glucoseteststäbchen:** Keine Verfärbung von gelb nach grün.

Der Glucosenachweis ist negativ.

**Reaktion mit Fehlingscher Lösung:** Positiv.

Die Versuche mit  $\beta$ - und  $\gamma$ -Cyclodextrin verlaufen gleich.

Wenn unsere Hypothese stimmt, dass Fébrèze u. a. auch CD enthält, sollten die Reaktionen mit Fébrèze ähnlich ablaufen.

Drei Milliliter Fébrèze-Lösung werden mit drei Millilitern konzentrierter Salzsäure (Lehrerversuch!) versetzt und 10 Minuten lang im Wasserbad erwärmt.

Anschließend wird die Lösung mit festem Natriumcarbonat auf pH = 7 neutralisiert.

**Glucoseteststäbchen:** Keine Verfärbung von gelb nach grün (negativer Glucosenachweis).

Nun wird die Lösung zu gleichen Teilen mit Fehling-Lösung I und Fehling-Lösung II versetzt und für 10 Minuten im Wasserbad erhitzt.

**Beobachtung:** Geringer Niederschlag von rotem Kupferoxid.

**Auswertung der Versuchsreihe:** Die positiv verlaufende Fehling-Reaktion in beiden Fällen zeigt im Rahmen schulischer Möglichkeiten, dass unsere Hypothese richtig war. Der Textilerfrischer enthält CD. Dies bestätigen auch unsere Patentrecherchen.

Leider ist der Abbau zu Glucosebausteinen nicht gelungen.

Während die Fehlingsche Probe sehr unspezifisch auf reduzierende Agentien anspricht ist der Glucotest mit Glucoseoxidase ein sehr spezifischer Test.

Folgerung: Entweder sind die CD nicht weit genug gespalten oder schon zu weit, Glucosemoleküle sind bereits abgebaut.

Auch die Siberspiegelprobe verläuft in den positiv beschriebenen Fehling-Nachweisen positiv.

kannten Methoden nachweisen. Der positive Nachweis von (geringen) Glucosemengen im Säurehydrolysat von Fébrèze würde auf Verbindungen hinweisen, die aus Glucosebausteinen aufgebaut sind. Falls Inhaltsstoffe in geringer Konzentration vorliegen, könnte deren Konzentration durch schonendes Eindunsten der Lösung, eventuell unter Wasserstrahlpumpenvakuum, erhöht werden ( $V_6$ ).

### Wie sind Cyclodextrine aus Glucosebausteinen aufgebaut?

Je nach Zahl der Glucosebausteine unterscheidet man  $\alpha$ -(6),  $\beta$ -(7),  $\gamma$ -Cyclodextrine (8 Glucosebausteine) (Abb. 2).

**Ergebnis:** Alle drei Modelldarstellungen veranschaulichen den von den Glucose-Bausteinen gebildeten Hohlraum.

Es liegt natürlich die Vermutung nahe, dass in diese Hohlräume Stoffe eingeschlossen werden können, sozusagen wie ein Gast bei einem Wirt übernachten kann. Daher kommt auch der Name für solche Einschlussverbindungen: Wirts-Gast-Komplexe. Damit man sich das besser vorstellen kann, bauen wir uns Moleküle.

### Aufgabe 1:

Man kann das  $\alpha$ -Cyclodextrin auch selbst bauen (Anordnung der Glucosemoleküle in der Darstellung als Konformationsformel)

1.1 Kopieren Sie ein Glucosemolekül (Konformationsformel) sechs mal und legen Sie sechs Glucosebausteine so aneinander, dass jeweils der Kohlenstoff mit der Nummer 1 mit dem Kohlenstoff der Nummer 4 über Sauerstoff verbunden ist.

1.2 Bauen Sie in jeder der sechs Gruppen ein Glucosemolekül aus Kugel – Stab-Modellen.

1.3 Die sechs Gruppen bauen ihre Glucosebausteine zu einem  $\alpha$ -Cyclodextrinmolekül nach der Abbildung zusammen.

1.4 Bau eines einfachen Modells (Stark vereinfachte Variante: Grenze der Richtigkeit!)

Wir zeichnen auf Papier Sechsringe mit einem Sauerstoffmolekül im Ring und schneiden sie aus. Legen Sie nun sechs dieser Sechsecke so mit den Ecken aneinander, dass jeweils ein Kohlenstoffatom in 1-Position an einem Kohlenstoffatom in 4-Position anliegt.

1.5 Versuchen Sie, mit den Sechseckbausteinen einen ringförmigen Hohlraum zu bilden.

Die Sechsecke stellen ein fast schon unzulässig stark vereinfachtes Modell des Glucosemoleküls dar. Verwendet man einzelne Glucosemoleküle in der Konformationsformel, so entspricht diese Darstellung sehr viel besser der Wirklichkeit.

Der Vorstellung vom Ablauf des Einschlusses tut allerdings auch die vereinfachte Darstellung keinen Abbruch.

Nachdem wir mit den einfachen Sechsecken geübt haben, können wir nun genauso einen Hohlraum bauen, der von den Glucosemolekülen gebildet wird ( $V_7$ ).

Erinnern wir uns an den Textilerfrischer. Dort wurde behauptet, man könne schlechte Gerüche verschwinden lassen. Vielleicht werden sie ähnlich eingeschlossen wie das Iod ( $V_8$ ).

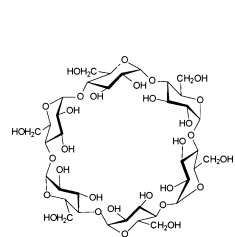
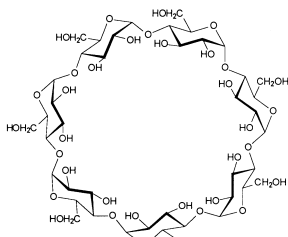
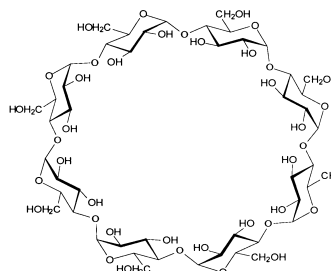


Abb. 2:  $\alpha$ -Cyclodextrin



$\beta$ -Cyclodextrin



$\gamma$ -Cyclodextrin

Wie können Wirt und Gast chemisch miteinander wechselwirken?

**Aufgabe 2:** Bau eines „Wirtes“ und eines „Gastes“ aus Kugel-Stab-Modellen

2.1 Der Wirt Cyclodextrin

2.2 Der Gast (z. B. Limonen oder Allicin (Allyl-2-propenthiosulfat, Abb 3), ein Molekül, das für den Knoblauchgeruch verantwortlich ist.

## Versuche

### V<sub>7</sub> Modellversuch zum Einschluss

#### Austreiben eines Stoffes aus einer Festsubstanz durch Erhitzen [5, S. 12]

Ein kleiner Rundkolben mit Aktivkohleaufsatz enthält wenige Teilchen einer braunen Cyclodextrin-Iod-Verbindung (Iodeinschluss in  $\beta$ -Cyclodextrin; Herstellung siehe [5]).

Erhitzen Sie den Rundkolben an der Unterseite mit dem Heißluft-Fön (etwa 300 °C) so lange, bis Sie im Rundkolben eine Veränderung beobachten können (Vorsicht, nicht in den Luftstrom greifen, sehr heiß!).

**Ergebnis:** Beim Erhitzen der braunen Cyclodextrin-Iod-Verbindung füllt sich der Kolben nach einiger Zeit mit einem violetten Stoff (Iod).

Es war in der braunen Verbindung eingeschlossen und wurde durch Erwärmen ausgetrieben.

### V<sub>8</sub> Farbveränderung des Indikators Acilanbrillantblau nach Zugabe von Cyclodextrin [5]

In vier Reagenzgläser füllen wir gleiche Mengen der wässrigen Lösung des Indikators Acilanbrillantblau ein.

In die Reagenzgläser 3 und 4 geben wir einige Tropfen einer verdünnten Salzsäure-Lösung, bis eine Farbänderung zu beobachten ist.

Farbe Rg 1: \_\_\_\_\_ Rg 2 \_\_\_\_\_ Rg 3 \_\_\_\_\_ Rg 4 \_\_\_\_\_

Wie verändert sich die Farbe, wenn wir zu den Reagenzgläsern 2 und 4 einige Spatelspitzen  $\gamma$ -Cyclodextrin zugeben?

Farbe Rg 2 \_\_\_\_\_ Farbe Rg 4 \_\_\_\_\_

**Ergebnis:** Nach Zugabe von Cyclodextrin verschieben sich die Farben nach Blau.

Das Farbstoffmolekül muss also mit dem Cyclodextrinmolekül in eine chemische Wechselwirkung getreten sein

(Diese Farbänderung ist auf die Delokalisation des  $\pi$ -Elektronensystems zurückzuführen, die durch die hohe Elektronendichte im Innern des Cyclodextrins zustande kommt. CD als „Wirt“ schließt den Indikator als „Gast“ ein).

2.2 Nun versuchen wir den Gast in den Hohlraum des Wirtes einzuführen.

Die Glucosebausteine könnten also zu Cyclodextrinen zusammengesetzt Geruch löschen, indem sie die Geruch auslösenden Moleküle als „Gäste“ in den Hohlraum des „Wirtes Cyclodextrin“ einsperren.

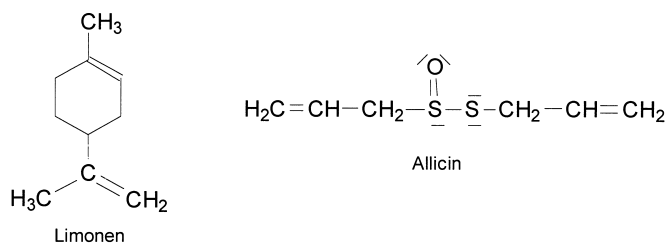


Abb. 3: Formelardarstellung von Limonen und Allicin

Eine sehr vereinfachte Vorstellung wäre, dass die Moleküle des „Gastes“ z. B. über Wasserstoffbrücken mit dem „Wirt“ in Wechselwirkung treten (Darstellung am Kugel-Stab-Modell).

## Zusammenfassung

Die Analyse eines Textilerfrischers gibt uns die Möglichkeit, z. B. Situationen für Schüler mit Schülern zu generieren, in denen sie chemisches Wissen mit dem Gebrauch des Internet, der Anwendung ihrer Englischkenntnisse und strukturellen Vorstellungen verbinden können, um das Problem der Geruchslöschung zu untersuchen.

Produkte des täglichen Lebens sind oft sehr komplex zusammengesetzt. Durch Anwendung einfacher chemischer Analysetechniken können trotzdem an geeigneten Produkten chemische Einzelerkenntnisse gewonnen werden. In Kombination mit Informationen aus dem Internet führen sie zu größeren Zusammenhängen und können zur Lösung von Problemen der Lebenswelt dienen.

Bei dieser Untersuchung wurde die „Stoff – Struktur – Eigenschaftsbeziehung“ als fachliche Leitlinie in den Vordergrund gestellt. Ausgehend von einem Problem des Alltags (z. B. verschwitzte Sportkleidung, die schnell wieder benutzt werden soll) kann der Zusammenhang zwischen der Struktur eines Stoffes und seinen Eigenschaften exemplarisch am Beispiel der Cyclodextrine aus Stärke bearbeitet werden. Neben fachübergreifenden Aspekten wie Textinterpretation in einer Fremdsprache, der Einbeziehung biologischer Kenntnisse, dem sachgerechten Umgang mit Multimediaquellen und Computer sowie die Verknüpfung mit Chemie (Wie wirkt Antibac?) spielt der fachliche Kernbestand, der Ausschnitt aus dem chemischen Grundwissen anhand weniger spezieller Inhalte, die als Basis für praxisorientierten Chemieunterricht dienen ebenfalls eine wichtige Rolle. Er ist unverzichtbar für die Anwendung des chemischen Wissens auf Probleme des Alltags. Erfahrung, die aus dem täglichen Umgang mit Produkten und Stoffen erwächst, muss kombiniert werden mit dem fachlichen Kernbestand. Unser Ziel ist strukturell verankertes Wissen. Einer dieser Anker ist eben die Stoff-Struktur-Eigenschaftsbeziehung. In der Schule können wir natürlich nur Teilaspekte der Zusammensetzung entschlüsseln. Eine „Vollanalyse“ ist auch nicht unser Ziel. Dazu bedarf es weiterer Untersuchungstechniken wie Dünnschichtchromatografie, aber auch analytischer Hilfsmittel, die Möglichkeiten einer Schule bei weitem übersteigen. Die Freude

am Entschlüsseln einiger Inhaltsstoffe eines im Fernsehen angepriesenen Produkts, nicht zuletzt aber die vereinfachte Synthese eines solchen Produkts als Nagelprobe für den Erfolg, bei dem alle für den Zweck der Geruchslöschung unwichtigen Inhaltsstoffe wegfallen, ist Motivation genug, chemisches Denken und Methoden auf ähnliche Probleme zu übertragen.

Der Wert der Chemie als Naturwissenschaft wird dann einsichtiger für Schülerinnen und Schüler, wenn sie erkennen, dass das Fach nicht nur tote Stoffinhalte vermittelt, sondern Grundlagen zum Verständnis des Alltags, die unmittelbar im täglichen Leben nutzbringend umgesetzt werden können.

So gesehen also an der Praxis orientierter Chemieunterricht in Reinkultur.

## Ausblick

Dieser auf die Untersuchung des Textilerfrischers „Fébrèze“ eingeeengte Ausschnitt aus der Vielfalt der CD kann natürlich noch weiter geführt werden.

Die bereits erwähnten Internetseiten der Fa. Wacker in Burghausen bieten vor allem unter der Überschrift „Host – Guest – Chemistry“ eine Fülle von Anregungen zur weiteren schulischen Erschließung von Alltagsthemen mit CD wie Pharmazeutika, Kosmetika, Lebensmittel, Verpackungen, Konservierung, Verdickungsmittel, Textilien. Hier schließt sich der Kreis zum Einstieg über das verschwitzte Sportheim oder die „qualmende Socke“, die dank am Ge-

### V<sub>9</sub> Maskierung des Geruchs von Knoblauch durch Cyclodextrin [7]

Stellen Sie in zwei Bechergläsern Lösungen aus je 0,25 g Glucose und je 20 mL Wasser her, und geben Sie in jede der beiden Lösungen eine in feine Scheiben geschnittene Knoblauchzehe.

Riechen Sie vorsichtig an den beiden Proben und bezeichnen Sie die Geruchsintensität jeweils mit einer Ziffer zwischen 0 und 10:

Probe 1 \_\_\_\_\_ Probe 2 \_\_\_\_\_

Geben Sie zu Probe 2 ein Gemisch aus jeweils 0,2 g  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Cyclodextrin

Riechen Sie wieder vorsichtig daran und beschreiben Sie Art und Intensität (Skala 0–10) des Geruchs bei den Proben:

Probe 1 \_\_\_\_\_ Probe 2 \_\_\_\_\_

**Ergebnis:** Die Lösung aus Glucose und Wasser riecht stark nach Knoblauch, während die Lösung, die das Cyclodextrin-gemisch enthält, keinen Knoblauchgeruch mehr aufweist. Die unangenehm riechende Komponente des Knoblauchs wird anscheinend in Cyclodextrin eingeschlossen und so der Geruch maskiert.

### V<sub>10</sub> Unterschiedliche Fluoreszenz einer Fluoresceinlösung

Man gibt in ein Reagenzglas etwas von einer wässrigen Fluoresceinlösung (Probe 1). In einem zweiten löst man eine kleine Menge eines Fluorescein-Cyclodextrin-Komplexes (Probe 2).

Nun hält man abwechselnd beide Proben unter eine UV-Lampe und vergleicht die Intensität der Fluoreszenz der beiden Lösungen.

**Ergebnis:** Probe 1 zeigt eine deutlich stärkere Fluoreszenz als Probe 2. Das ist auf den Einschluß des Fluoresceins in das Cyclodextrin zurückzuführen.

### V<sub>11</sub> Stabilisierung einer Wasser-Öl-Emulsion

Einen Standzylinder füllt man mit einer unpolaren Flüssigkeit und färbt diese an.

Anschließend gibt man dieselbe Flüssigkeitsmenge an Wasser dazu und schüttelt das Gemisch gut. Nach einiger Zeit haben sich die beiden Phasen wieder voneinander getrennt.

Nun gibt man zu einer zweiten entsprechend hergestellten Emulsion einige Spatelspitzen Cyclodextrin und schüttelt wieder.

**Ergebnis:** Nach der Zugabe von Cyclodextrin ist eine Vermischung der beiden Phasen zu beobachten. Die unpolaren Moleküle sind im hydrophoben Hohlraum des Cyclodextrins eingeschlossen. Das Äußere des Komplexes ist hydrophil und kann sich gut mit Wasser mischen.

webe fixierter CD-Derivate (Beta-W7-MCT) weit weniger „odorieren“, weil sie schlechte Gerüche oder deren Vorstufen wie Schweiß aufnehmen und bei der nächsten Wäsche wieder abgeben, am Gewebe fixiert und bereit zu neuem Einschluss zum Wohle der Umgebung.

Ein schier unerschöpflicher Themenkreis.

#### Literatur

- [1] Lutz, B., Pfeifer, P., Sommer, K.: Praxisorientierter Chemieunterricht – Konzept und Beispiele. PdN – Ch 50 (2001), Heft 1, S. 29–36
- [2] Kraheberger, U., Lutz, B.: Geruchshemmer in Deos und Tenside in Shampos. NiU-PC 7 (1986), Heft 17, S. 19–27
- [3] Lutz, B., Schulze, E.: Lösungsmittel in Haushaltsreinigern. PdN – Ch 36 (1987), Heft 2, S. 2–6
- [4] Schmidkunz, H.: Das Glucose – Molekül in didaktischen Reduk-

tionstufen. NiU – Chemie 7 (1996), Heft 34, S. 31–33

[5] Lutz, B., Müller, V.: Cyclodextrine – Molekulare Kapseln mit nützlichen Hohlräumen. PdN – Ch 39 (1990), Heft 3, S. 10–17

[6] Vögtle, F.: Supramolekulare Chemie. Teubner Studienbücher Chemie, Stuttgart 1989, S. 167 u. f.

[7] Lunkenbein, S.: Cyclodextrine – molekulare Zuckertüten mit besonderen Eigenschaften. Schriftliche Hausarbeit zur Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen 2000

Dr. Bernd Lutz, geb. 1944,  
seit 1980 Leiter der Abteilung Didaktik der Chemie der Fakultät für Chemie und Pharmazie an der Universität Würzburg.

Adresse: Zentralgebäude Chemie, Universität Würzburg,  
Am Hubland, 97074 Würzburg.