

# Cyclodextrine – molekulare Zuckertüten

## Hinweis:

Hintergrundinformationen zum Thema Cyclodextrine sind im Internet erhältlich. Die Homepage der Didaktik der Chemie (<http://www.uni-giessen.de/~ge1016>) bietet unter dem Link „Praktikumsskripte“ einen Reader zu dem Thema an. Für den Studiengang L1 ist der Reader mit vereinfachten chemischen Inhalten erhältlich.

## Analyse von Cyclodextrinen

### Thermische Zersetzung von $\beta$ -Cyclodextrin

Geräte: Reagenzglas, Stativmaterial, Spatellöffel, Spatel, Brenner

Chemikalien:  $\beta$ -Cyclodextrin, wasserfreies Kupfersulfat [Xn]

#### Durchführung:

- Einen Spatellöffel  $\beta$ -Cyclodextrin in das Reagenzglas füllen und waagrecht in das Stativ einspannen. In die Mitte des Reagenzglases eine Spatelspitze wasserfreies Kupfersulfat platzieren.
- Das  $\beta$ -Cyclodextrin kräftig mit dem Brenner erhitzen und die auftretenden Veränderungen beobachten.

Entsorgung: Kupfersulfat mit Wasser lösen und in den Behälter für Schwermetallsalze geben. Reste verwerfen.

Quelle: [17]

### Hydrolyse von $\beta$ -Cyclodextrin

Geräte: Magnetrührer mit Rührfisch, Becherglas (100 ml), Becherglas (20 ml), Löffelspatel, Messzylinder (10 ml), 3 Reagenzgläser, Reagenzglashalter, Brenner

Chemikalien:  $\beta$ -Cyclodextrin, Glucose, Natriumcarbonat [Xi], Fehlingsche Lösung I und II [C], [Xn], Universalindikatorpapier, konz. Salzsäure [C]

#### Durchführung:

**Vorsicht, Spritzgefahr! Mit Siedeverzug rechnen!** Schutzbrille tragen!

- In einem 100 ml Becherglas einen gut gehäuften Löffelspatel  $\beta$ -Cyclodextrin in ca. 40 ml Wasser aufschlämmen und unter Erhitzen und Rühren lösen.
- Die FEHLINGSche Probe durchführen. Dazu in einem Reagenzglas gleiche Volumenanteile Fehling I und II mischen. Diesen Ansatz mit  $\beta$ -Cyclodextrin-Lösung versetzen und leicht erwärmen. **Achtung! Siedeverzug!**

- 5 ml konz. Salzsäure zur restlichen  $\beta$ -Cyclodextrin-Lösung im Becherglas geben und mindestens 15 Minuten unter Rühren kräftig erhitzen.
- Nach dem Abkühlen die Lösung mit Natriumcarbonat neutral bis alkalisch machen.  
**Vorsicht, heftiges Aufschäumen!**
- Einen Teil dieser Lösung in ein weiteres Reagenzglas geben und damit die FEHLINGsche Probe erneut durchführen.
- Im dritten Reagenzglas eine Glucoselösung herstellen und ebenfalls mit FEHLINGscher Lösung umsetzen. Vergleichend beobachten und erklären.

Entsorgung: Lösungen in den Behälter für „organische Lösungsmittel mit Wasser mischbar“ geben.

Quelle: [17]

## Cyclodextrine in kommerziellen Produkten

### **Gewinnung von Cyclodextrinen aus „Febrèze“**

Geräte: Magnetrührer mit Rührfisch, Becherglas (100 ml), Messzylinder (50 ml), Pipette, Becherglas (400 ml) für Eisbad

Chemikalien: Febrèze, 2 Stücke Baumwollstoff, Ethanol [F], alkalische Phenolphthaleinlösung [C] (aus 20 ml dest. Wasser, 3 ml Natronlauge (5 M) [C] und 4 ml Phenolphthaleinlösung (0,1%) [F]), Eis

Durchführung:

- Becherglas mit 40 ml Febrèze befüllen und die Flüssigkeit unter Rühren fast bis zur Trockene eindampfen (Heizrührer Stufe 10).
- Den Ansatz nach kurzem Abkühlen mit 20 ml Ethanol versetzen und erneut fast bis zur Trockene eindampfen (Heizrührer Stufe 6).
- Den Ansatz nun abkühlen lassen und für einige Minuten in ein Eisbad stellen.
- Ein Stück Baumwollstoff mit dem entstandenen gelartigen Niederschlag bestreichen.
- Auf beide Stoffstücke mit der Pipette einige Tropfen der alkalischen Phenolphthaleinlösung geben. Vergleichend beobachten und erklären.

Hinweis:

Der Versuch sollte zu Beginn der Veranstaltung angesetzt werden, da das Eindampfen des Wassers ca. eine halbe Stunde und das Eindampfen des Alkohols etwa eine viertel Stunde dauert. Vorsicht vor Siedeverzügen!

In den Wartezeiten können andere Versuche durchgeführt werden.

Entsorgung: Reste verwerfen.

Quelle: [17]

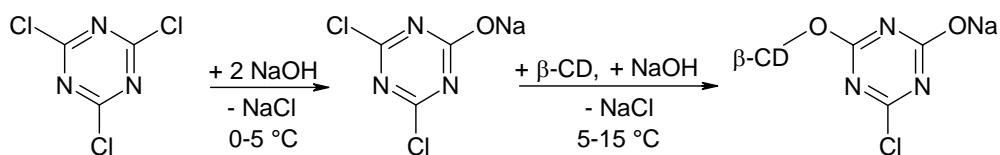
## Textilveredlung mit einem Cyclodextrin



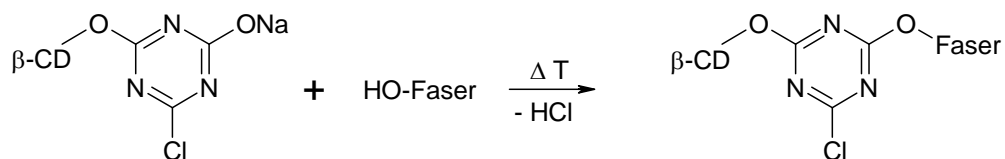
### Wissenswertes zur Textilveredlung mit Cyclodextrinen:

Möchte man Cyclodextrine dauerhaft auf Kleidungsstücke aufbringen, müssen sie chemisch an die Fasern der Stoffe gebunden werden. Da die Cyclodextrine selbst nicht mit Fasermaterialien reagieren, sind reaktive Derivate erforderlich. In Analogie zu Färbeprozessen wird z. B. eine reaktive Monochlortriazinylgruppe an das Cyclodextrin gehängt. Man erhält so Monochlortriazinyl- $\beta$ -CD (MCT- $\beta$ -CD). Diese Substanz wurde 1996 als erstes reaktives Cyclodextrin-Reagens in industriellem Maßstab für die Textilveredlung eingesetzt.

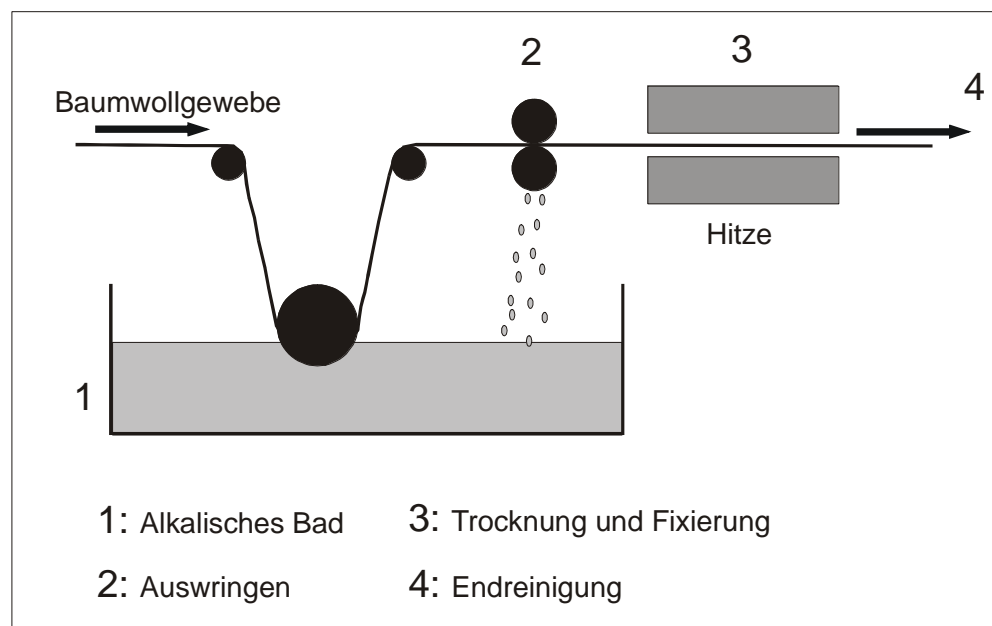
Zur Herstellung von MCT- $\beta$ -CD wird zunächst Cyanurchlorid mit Natronlauge zum wasserlöslichen Dichlortriazin-Natriumsalz umgesetzt. Mit  $\beta$ -CD reagiert dieses zu einer Lösung von MCT- $\beta$ -CD.



Im nächsten Schritt erfolgt die nucleophile Substitution des Chlortriazinrings an den Hydroxylgruppen der Cellulosefasern:



Das erhaltene MCT- $\beta$ -CD wird in einem Tauchbad chemisch an die Stofffaser gebunden. Nicht gebundenes Cyclodextrin wird einfach ausgewaschen. Als Fasern eignen sich sowohl Baumwolle als auch synthetische Polyurethan- und Polyamid-Fasern.



Verfahren zur Fixierung von Cyclodextrinen an Baumwollstoffen

Geräte: Magnetrührer mit Rührfisch, Becherglas (100 ml), Becherglas (250 ml), Becherglas (400 ml) für Eisbad, Spatel, Messzylinder (50 ml), Messzylinder (10 ml), Thermometer, Trichter mit Filterpapier und Filtriergestell, Bügeleisen, Alufolie, Stoffunterlage, Waage

Chemikalien:  $\beta$ -Cyclodextrin, Cyanurchlorid [Xi], Natronlauge (5 M) [C], Eis, Baumwollstoff, Kochsalz

Durchführung:

- 25 ml Wasser in ein Becherglas (100 ml) geben und in einem mit Kochsalz versetzten Eisbad auf mindestens 5 °C abkühlen.
- 1,48 g Cyanurchlorid zugeben und rühren.
- In die entstandene Suspension 5 ml Natronlauge geben und warten, bis das Cyanurchlorid weitmöglichst gelöst ist.
- Den Ansatz aus dem Eisbad nehmen und unter Rühren weitere 2 ml Natronlauge und anschließend 4,54 g  $\beta$ -Cyclodextrin zugeben.
- Einige Minuten rühren. Lösung filtrieren, um evtl. nicht gelöste Bestandteile abzutrennen.
- Die Stoffstücke jeweils in die Lösung tauchen und mit der Hand auspressen (Handschuhe!).
- Stoffstücke zwischen zwei Lagen Alufolie legen und von beiden Seiten bügeln. Vorsicht, Stoff nicht verkohlen lassen!
- Kalt auswaschen und trocknen lassen.
- Das Ergebnis des Versuchs mit Hilfe des Versuchs „Identifikation von cyclodextrinimprägniertem Gewebe“ überprüfen.

Hinweis:

Um den Versuch abzukürzen, kann auch fertiges MCT- $\beta$ -Cyclodextrin verwendet werden. Dazu werden 4 g MCT- $\beta$ -Cyclodextrin in 20 ml Wasser gelöst und der Stoff wie oben beschrieben behandelt.

Entsorgung: Lösungen in den Behälter für „organische Lösungsmittel mit Wasser mischbar“ geben. Die imprägnierten Stoffstücke aufbewahren.

Quelle: [17]

## Funktion der Cyclodextrine

### Identifikation von cyclodextrinimprägniertem Gewebe

#### a) Komplexierung von Phenolphthalein

Geräte: Pipette, weiße Unterlage

Chemikalien: CD-imprägnierter Baumwollstoff, unbehandelter Baumwollstoff, alkalische Phenolphthaleinlösung (aus 20 ml dest. Wasser, 3 ml Natronlauge (5 M) [C] und 4 ml Phenolphthaleinlösung) (0,1%ig) [F]

Durchführung:

- Auf beide Stoffstücke jeweils wenige Tropfen der alkalischen Phenolphthaleinlösung geben.
- Vor einem weißen Hintergrund vergleichend beobachten und erklären.

Entsorgung: Reste verwerfen.

Quelle: [17]

#### b) Komplexierung von „Maggi-Geruch“

Geräte: Pipette, weiße Unterlage

Chemikalien: CD-imprägnierter Baumwollstoff, unbehandelter Baumwollstoff, „Maggi-Speisewürze (flüssig)“

Durchführung:

- Auf beide Stoffstücke einen kleinen Tropfen „Maggi-Speisewürze“ geben.
- Nach einem kurzen Moment die Gerüche der beiden Stoffstücke vergleichen.

Entsorgung: Reste verwerfen.

Quelle: keine

#### c) Komplexierung von Zigarettenrauch

Geräte: Kolbenprober, Erlenmeyerkolben (250 ml) mit passendem Stopfen, Kurzschlauchstück, Trichter, Porzellanschale, Pipette, Pinzette

Chemikalien: CD-imprägnierter Baumwollstoff, unbehandelter Baumwollstoff, Zigarette

Durchführung:

- Beide Stoffstücke nebeneinander in den Erlenmeyerkolben legen.
- An einen Kolbenprober einen Trichter über ein Kurzschlauchstück montieren.
- In den Trichter eine Zigarette ohne Filter einpassen.

- Eine Porzellanschale als Aschenbecher bereithalten.
- Die Zigarette über den Kolbenprober abrauchen. Den im Kolbenprober gesammelten Zigarettenrauch in den Erlenmeyerkolben drücken und den Kolben sofort verschließen.
- Nach etwa einer Minute die Stoffstücke aus dem Erlenmeyerkolben nehmen und leicht anfeuchten.
- Nach einer kurzen Wartezeit den Geruch der beiden Stoffstücke vergleichend prüfen.

Entsorgung: Reste verwerfen.

Quelle: keine

## Komplexierung von Salicylsäure

Geräte: Magnetheizrührer mit Rührfisch, Löffelspatel, Messzylinder (50 ml), Bechergläser (100 ml), Becherglas (200 ml) für Eisbad, Becherglas (20 ml), Trichter mit Filterpapier und Filtriergestell, 3 Reagenzgläser, Brenner, Thermometer, Trockenschrank

Chemikalien:  $\beta$ -Cyclodextrin, Salicylsäure [Xn], Ethanol [F], Eisen(III)-chloridlösung (5 %ig), Eis

Durchführung:

- Einen gut gehäuften Löffelspatel  $\beta$ -Cyclodextrin in ca. 7 ml Ethanol und 15 ml Wasser geben. Unter Erhitzen bei ca. 55 °C lösen (Heizrührer Stufe 2-3).
- Langsam und unter starkem Rühren 0,1 g in wenig Ethanol gelöste Salicylsäure zutropfen.
- Noch 10 Minuten bei ca. 55 °C rühren, Lösung abkühlen lassen und ins Eisbad stellen.
- Den entstandenen Niederschlag abfiltrieren und mit wenig Ethanol waschen.
- Anschließend bei 30 °C im Trockenschrank mind. 24 Stunden trocknen lassen.
- Als Blindprobe einen Spatel Salicylsäure in ein Reagenzglas geben und vorsichtig mit dem Brenner das Sublimationsverhalten prüfen. Anschließend die Salicylsäure mit etwas Eisen(III)-chloridlösung versetzen.
- Den getrockneten Feststoff auf 2 Reagenzgläser verteilen. Mit einem Ansatz vorsichtig die Sublimationseigenschaften prüfen, dabei das **Cyclodextrin nicht verkohlen lassen!** In das andere Reagenzglas Eisen(III)-chloridlösung geben.
- Vergleichend beobachten und erklären.

Hinweis:

Dieser Versuch erstreckt sich, bedingt durch die lange Trockenzeit, auf zwei Veranstaltungen.

Entsorgung: Lösungen in den Behälter für „organische Lösungsmittel mit Wasser mischbar“ geben.

Quelle: [17]

## Stabilisierung einer Öl/Wasser-Emulsion

Geräte: 2 Reagenzgläser (30 mm) mit Stopfen, Becherglas (600 ml), Spatel

Chemikalien: Paprikaöl,  $\beta$ -Cyclodextrin

Durchführung:

- Beide Reagenzgläser etwa 3 cm hoch mit Wasser befüllen. Mit ebensoviel Öl überschichten (am Rand einlaufen lassen.).
- In ein Reagenzglas zusätzlich einen Spatel  $\beta$ -Cyclodextrin geben. Beide Reagenzgläser verschließen und ca. 2 Minuten kräftig schütteln.
- Direkt nach dem Schütteln und erneut nach mindestens 20 Minuten beobachten.

Entsorgung: Reste verwerfen.

Quelle: [17]

## Quellenverzeichnis

- [1] Chemische Schulexperimente. Aufbaupraktikum CSE 2. Realschule (S I). Internes Arbeitsmaterial. Pädagogische Hochschule Halle-Köthen, Lehrbereich Chemiedidaktik, Februar 1992
- [2] Raaf, H.: Was enthält was? Erkennen und Bestimmen von Inhaltsstoffen. Weltbild Verlag, Augsburg 1995
- [3] Praktikum Chemische Schulexperimente. Aufbaupraktikum. Internes Ausbildungsmaterial. Martin-Luther-Universität. Halle, Abt. Didaktik der Chemie, 1993
- [4] Experimente aus dem Alltag. Internes Anleitungsmaterial zur Lehrerfortbildung. Martin-Luther-Universität. Halle, Abt. Didaktik der Chemie, Mai 1994
- [5] Chemische Schulexperimente, Band 4: Organische Chemie. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1997
- [6] Baer, H.-W.: Biologische Schulexperimente, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1983
- [7] Fichtner, Erle; Liening, Bernhard; Thomas, Wolfgang: Lehrbuch der Chemie S I. Verlag Moritz Diesterweg, Frankfurt/Main 1994
- [8] Übersicht über Experimente zum Praktikum für Gesundheits- und Umwelterzieher. Internes Arbeitsmaterial. Pädagogische Hochschule, Halle-Köthen, Abt. Didaktik der Chemie, April 1991
- [9] Fach-Praktikum Organische Chemie II: Naturstoffe. Internes Ausbildungsmaterial. Pädagogische Hochschule Halle/Kröllwitz, Halle 1990.
- [10] Praktikum chemische Schulexperimente. Thematik Haushalt: Nahrungs-, Genuß- und Arzneimittel. Internes Ausbildungsmaterial. Martin-Luther-Universität, Halle 1994.
- [11] Alltagschemie im Chemieunterricht. Teil 1: Nahrungs- und Genußmittel; Pharmaka. Martin-Luther-Universität, Halle April 1995.
- [12] Alltagschemie im Chemieunterricht. Teil 2: Waschmittel - Körperpflege - Kosmetika. Martin-Luther-Universität, Halle Juni 1995.
- [13] Chemie und Umwelt im Chemieunterricht. Martin-Luther-Universität, Halle November 1995.
- [14] Chemische Schulexperimente, Band 3. Verlag Harri Deutsch, Frankfurt/Main 1988.
- [15] Rund um die Waschmittel. Zeitschrift „Naturwissenschaften im Unterricht“ 12(2001)63.



- [16] Wagner, G.: Experimente mit funktionalen Polymeren. Universität Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Biologie/Chemie, Didaktik der Chemie. Kassel Februar 2001.
- [17] Gröger, M., Kretzer, E. K., Woyke, A.: Cyclodextrine: Reader mit Hintergrundinformationen. Science Forum der Universität Siegen, Didaktik der