

Geräte	Bechergläser; Pinzette; Glasstab; Scheidetrichter
Chemikalien	Sebacinsäuredichlorid; 1,6-Hexandiamin; Natriumhydroxid; Heptan; dest. Wasser; Phenolphthalein
Sicherheitsvorschriften	Sebacinsäuredichlorid: <b>C</b> (ätzend); R34, R37; S1/2, S26, S36/37/39; S45 1,6-Hexandiamin: <b>C</b> (ätzend); R21/22 - 34 - 37; S1/2 - 22 - 26 - 36/37/39 - 45 Heptan: <b>F</b> (brennbar); R11; S9 - 16 - 23 - 29 - 33; F, Xn, N; R11 - 38 - 50/53 - 65 - 67; S 2 - 9 - 16 - 29 - 33 - 60 - 61 - 62 Natriumhydroxid: <b>C</b> (ätzend); R35; S1/2 - 26 - 37/39 - 45
Versuchsdauer	20 Minuten
Durchführung	Man löst 2,17 g 1,6-Hexandiamin (Hexamethyldiamin) und 0,8 g Natriumhydroxid in 50 ml Wasser, gibt zwei Tropfen Phenolphthalein-Lösung dazu und überschichtet diese Lösung mit einer Lösung aus 2 ml Sebacinsäuredichlorid (Decansäuredichlorid) in 50 ml Heptan. Die dünne Haut, die sich an der Phasengrenze bildet, wird mit einer Pinzette heraus-

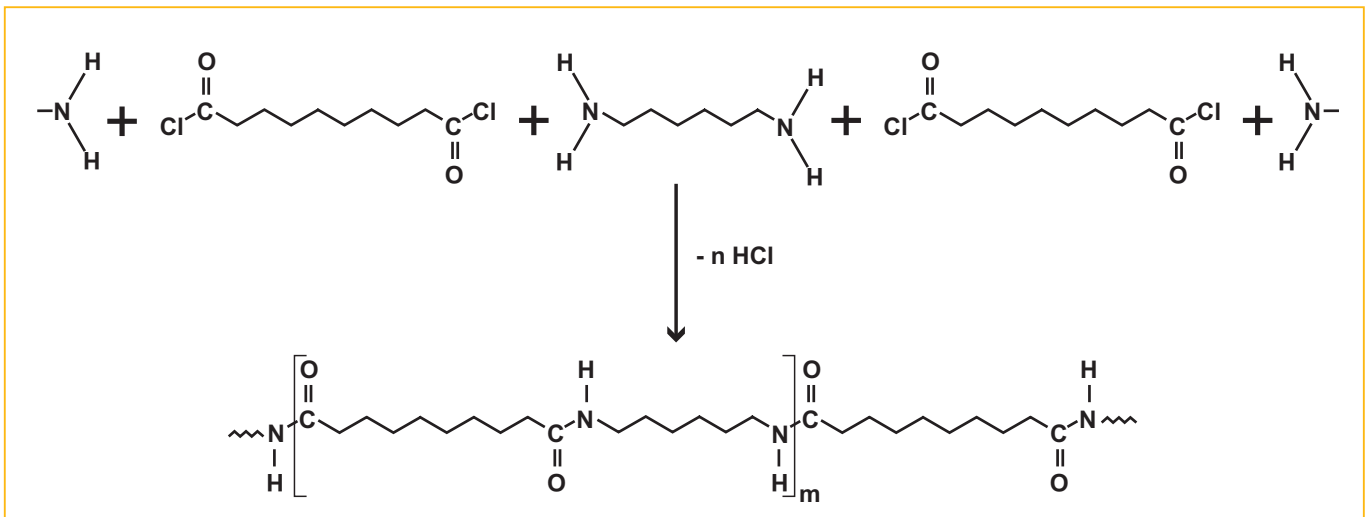


gezogen und an einem Glasstab befestigt. Durch Drehen kann ein langes „Nylonseil“ (vgl. auch Auswertung) auf den Glasstab gewickelt werden.

Beobachtung	Die untere, wässrige Phase ist wegen ihres alkalischen Charakters und durch das Phenolphthalein rosa bis violett gefärbt, die obere Schicht ist farblos. An der Phasengrenze bildet sich ein dünnes, farbloses Häutchen. Es kann als Faden mit der Pinzette herausgezogen und auf einen Glasstab aufgewickelt werden. Man erhält auf diese Weise einen sehr langen Faden aus Polyamid.
-------------	--

Auswertung

Aus dem 1,6-Hexandiamin und dem Säurechlorid der Dicarbonsäure Sebacinsäure wird durch Polykondensation unter Abspaltung von Chlorwasserstoff ein Polyamid synthetisiert. Es handelt sich dabei zwar weder um Nylon 6.6 noch um Nylon 6, aber der Versuch ist dennoch in Schul- und Experimentierbüchern als „Nylonseiltrick“ bekannt. Eine weiterführende Auswertung dieses Versuchs kann mit Hilfe des Arbeitsblatts 9 durchgeführt werden



Entsorgung

Die beiden Phasen werden im Scheidetrichter getrennt, die organische Phase wird in den Behälter für halogenierte organische Abfälle entsorgt, die wässrige Phase mit viel Wasser in den Aususs gespült.

Weitere Versuche mit Polyreaktionen (Polykondensation, Polyaddition und Polymerisation) sind in allen gängigen Schulbüchern für die Sekundarstufe II zu finden, beispielsweise in: C.C.Buchner, Chemie 2000+, Bamberg (2005), Band 3, S. 116, 118, und Band 2, S. 144.

Geräte und Material	Petrischalen, UV-Handlampe ( $\lambda = 366 \text{ nm}$ sowie $\lambda = 254 \text{ nm}$ ), Baumwollstoff (Reste aus weißem Baumwollgewebe)
Chemikalien	Vollwaschmittel, Feinwaschmittel, Farbaufheller Blankophor® (falls verfügbar)
Sicherheitsvorschriften	Die UV-Strahlen sind hautschädigend, deshalb sollte man weder die Hände unter die Lampe halten noch in diese hineinschauen. Allerdings ist die Leistung der Labor-UV-Handlampe so gering, dass davon keine besondere Gefährdung ausgeht.
Versuchsdauer	10 Minuten
Durchführung	Es werden wässrige Lösungen aus Vollwaschmittel und Feinwaschmittel hergestellt, gegebenenfalls auch eine Blankophor®-Lösung. Diese Lösungen werden unter dem UV-Licht bei beiden Wellenlängen der UV-Handlampe betrachtet. Danach wird je ein Baumwollgewebe in jede der Lösungen getaucht und unter dem UV-Licht betrachtet. Anschließend werden die Baumwollproben mit Wasser ausgewaschen und erneut im UV-Licht betrachtet.
Beobachtung	Alle Proben zeigen im UV-Licht eine bläuliche Fluoreszenz. Je nach untersuchten Waschmitteln sind Unterschiede in der Farbe und der Intensität der Fluoreszenz bei beiden angegebenen Wellenlängen der UV-Lampe möglich. Bei Tageslicht ist keine Fluoreszenz zu erkennen. Die Fluoreszenz ist auch bei den mit Wasser ausgewaschenen Baumwolltüchern noch zu beobachten.
Auswertung	Die optischen Aufheller (auch Weißtöner genannt) sind in geringen Mengen im Waschmittel enthalten. Sie haben weder eine bleichende noch eine reinigende Wirkung. Es handelt sich dabei um funktionelle Farbstoffe, die zur Erhöhung des Weißendrucks bei Textilien dienen. Bei den Weißtönern in Waschmitteln handelt es sich oft um Derivate des Stilbens (Diphenylethylens). Sie absorbieren unsichtbare UV-Strahlen des Tageslichts und emittieren bläuliches Fluoreszenzlicht. Dadurch erscheint auch ältere Wäsche, die bereits einen Gelbstich hat, strahlend weiß. Optische Aufheller (Weißtöner) bleiben selbst nach dem Waschen noch an den Textilfasern haften.
Entsorgung	Die Restlösungen können im Ausguss entsorgt werden.

Geräte und Material	<p>                     Filtriergestell; 2 Schnelllauftrichter; 2 runde Baumwollgewebe (d = 15 cm);                      2 Rundfilter (d = 15 cm); Reagenzgläser; Bechergläser; Pasteurpipette mit                      Gummihütchen                 </p>
Chemikalien	<p>                     Kupfersulfat; n-Heptan; Dichlordimethylsilan                 </p>
Sicherheitsvorschriften	<p>                     Kupfersulfat: <b>XN</b> (gesundheitsschädlich); R:22 - 36/38 - 50/53;                      S2 - 22 - 60 - 61                      n-Heptan: <b>F</b> (brennbar); R:11; S:9-16-23-29-33                      Dichlordimethylsilan: <b>Xi</b> (reizend); R:11-36/37/38; S:25-44                 </p>
Versuchsdauer	<p>                     Siliconisieren: 10 Minuten                      Versuchsdurchführung: 5 Minuten                 </p>
Durchführung	<p>                     Unter dem Abzug werden mit Hilfe der Pipette ein Baumwollgewebe und                      ein Rundfilter mit Dichlordimethylsilan imprägniert. Nachdem die Proben                      getrocknet sind, werden sie in je einen Trichter gelegt. In weitere Trichter                      wird zum Vergleich jeweils die unbehandelte Baumwollprobe bzw. der                      unbehandelte Rundfilter gelegt. Kupfersulfat wird in Wasser gelöst. Mit                      dieser Lösung werden zwei Reagenzgläser 2 cm hoch gefüllt. In zwei weite-                      re gleichartige Reagenzgläser wird die gleiche Menge n-Heptan gegeben.                      Diese Gemische werden durch die Baumwollproben gefiltert. Die Filtrate                      laufen in Reagenzgläser (vgl. Foto). Hinweise: a) Bei Zeitknappheit emp-                      fiehlt es sich, den Versuch nur mit Filterpapier oder nur mit Baumwolle                      durchzuführen. b) Statt n-Heptan kann als unpolares organisches Lösemittel                      auch Tetrachlorethen (Perchlorethylen PER) eingesetzt werden. Es hat den                      Vorteil, eine größere Dichte als Wasser zu haben. In diesem Fall kann bei                      der siliconisierten Probe erst gezeigt werden, dass sie perfekt undurchläs-                      sig für die blaue Kupfersulfat-Lösung ist und anschließend beim Zugeben                      von farblosem PER zu der wässrigen Lösung im Filter, diese durchlässt.                 </p>
Beobachtung	<p>                     Durch das unbehandelte Baumwollstück und durch das unbehandelte                      Filterpapier fließt jeweils die blaue wässrige Kupfersulfat-Lösung durch. Bei                      den mit Dichlordimethylsilan behandelten Proben bleibt die blaue wässrige                      Phase im Filter. Die farblose organische Phase läuft durch.                 </p>



**Auswertung**

Die Baumwolle und das Filterpapier bestehen aus Cellulose. Diese ist hydrophil, weil es zwischen den Hydroxy-Gruppen der Cellulose-Makromoleküle und den Wasser-Molekülen zu Wasserstoffbrückenbindungen und zu Dipol-Dipol-Wechselwirkungen kommt. Dadurch kann das Wasser durch die hydrophile Cellulose dringen. Bei der siliconisierten Cellulose wird durch eine Kondensationsreaktion, bei der Chlorwasserstoff abgespalten wird, ein Teil der Hydroxy-Gruppen durch Methylsilyl-Reste ersetzt. Die Cellulose wird aufgrund der unpolaren Methyl-Reste hydrophob und lipophil. Die Folge dieser Änderung auf molekularer Ebene ist, dass Wasser durch siliconisierte Cellulose (Baumwolle oder Filterpapier, die mit Dichlordimethylsilan behandelt wurden) nicht hindurchfließt, was aber bei n-Heptan oder anderen unpolaren organischen Lösemitteln der Fall ist. Eine vertiefende Auswertung ist mit Hilfe des Arbeitsblattes Nr. 11 möglich

**Entsorgung**

n-Heptan wird in den Entsorgungsbehälter für halogenfreie Lösungsmittel gegeben, PER in den Behälter für halogenierte Lösungsmittel. Kupfersulfat-Lösung in den Behälter für Lösungen mit Schwermetall-Ionen.

**Vereinfachte  
Versuchsvariante**

*Ein Baumwollstück wird mit Dichlordimethylsilan imprägniert, das andere nicht. Auf die Proben werden mit einer Pipette Tropfen einer Kupfersulfat-Lösung gegeben. Die Tropfen bleiben bei der imprägnierten Baumwolle sichtbar; bei der nicht imprägnierten dringen sie in die Faser. Weiterhin wird noch zwischen gewaschener Baumwolle und Baumwoll-Neuware unterschieden. Bei gewaschener Baumwolle ist die Benetzung besser, da in der Siliconbeschichtung Löcher entstehen.*



Baumwolle ohne Siliconbeschichtung

Baumwolle gewaschen mit Siliconbeschichtung

Baumwolle (Neuware) mit Siliconbeschichtung

Geräte und Material	Magnetrührer; Rührfisch; Becherglas (1 x 100 ml, 1 x 250 ml, 1 x 400 ml); Spatel; Messzylinder; Thermometer; Trichter; Filtergestell; Filter; Alufolie; Waage; Baumwollstoff; Pipette; Handschuhe; Bügeleisen
Chemikalien	$\beta$ -Cyclodextrin; Cyanurchlorid; Natronlauge (5m); Eis; Kochsalz; alkalische Phenolphthalein-Lösung (pH = 8 - 8,5); Febrèze
Sicherheitsvorschriften	$\beta$ -Cyclodextrin: keine Cyanurchlorid (2,4,6-Trichlorid-1,3,5-triazin): <b>Xi</b> (reizend); R:36/37/38; S:2-28 Natronlauge, c = 5 mol/l: <b>C</b> (ätzend), R:35; S:26-36/37/39-45 Febrèze (handelsübliches Deodorantspray für Textilien) Ethanol: <b>F</b> (leicht entzündlich); R:11; S:2 - 7 - 16
Versuchsdauer	30 Minuten (oder mehr, je nachdem, wie viele Varianten und Tests durchgeführt werden)
Durchführung	<p><b>Variante a:</b> Gib in ein Becherglas unter magnetischer Rührung 25 ml Wasser und 1,48 g Cyanurchlorid (2,4,6-Trichlor-1,3,5-triazin). Kühle die Suspension mit Eiskältemischung auf 5 °C, und tropfe unter weiterer Kühlung und Rührung 4 ml Natronlauge, c = 5 mol/l, dazu. Entferne dann das Kühlbad, und tropfe weitere 2 ml Natronlauge, c = 5 mol/l, hinzu. Versetze diese Lösung portionsweise mit 4,54 g <math>\beta</math>-Cyclodextrin, und rühre noch einige Minuten. Filtriere die Lösung in ein anderes Becherglas, und tränke damit mehrere Stücke aus Baumwolltuch. Presse die behandelten Stücke mit der Hand aus (Gummihandschuhe sind zwingend erforderlich!), lege sie zwischen zwei Aluminiumfolien, und bügle von beiden Seiten. Statt des Bügeleisens kannst Du auch eine elektrische Heizplatte verwenden und zum Anpressen ein Holzstück. Wasche schließlich die behandelten Baumwollstücke mit kaltem Wasser aus, und lasse sie trocknen. Führe damit die Tests T1 bis T3 durch.</p> <p><b>Variante b:</b> Falls käufliches Monochlortriazinyl-<math>\beta</math>-Cyclodextrin MCT-<math>\beta</math>-CD verfügbar ist, löse 4 g davon in 20 ml Wasser, tränke damit Baumwollstücke und verfare wie in Variante a. Führe diesen Versuch auch mit <math>\beta</math>-Cyclodextrin durch. Mit den erhaltenen Proben führe die Tests T1 bis T3 durch.</p> <p><b>Variante c:</b> Dampf 40 ml eines handelsüblichen Textilerfrischers (z. B. Febrèze) auf der Heizplatte mit Magnetrührer bis zur Trockne ein. Nimm den Rückstand in 20 ml Ethanol auf und dampfe erneut so lange ein, bis eine gelartige Masse vorliegt. Tränke damit Baumwolltücher und führe damit die Tests T1 bis T3 durch.</p> <p>Tests: Führe jeweils mit imprägnierten Baumwollgeweben, die nach den oben beschriebenen Varianten hergestellt wurden - und vergleichsweise auch mit unbehandelten Baumwolltüchern folgenden Test durch.</p>

**T1:** Tropfe auf die zu vergleichenden Textilstücke alkalische Phenolphthalein-Lösung (pH = 8 – 8,5), und beobachte die Farbe.

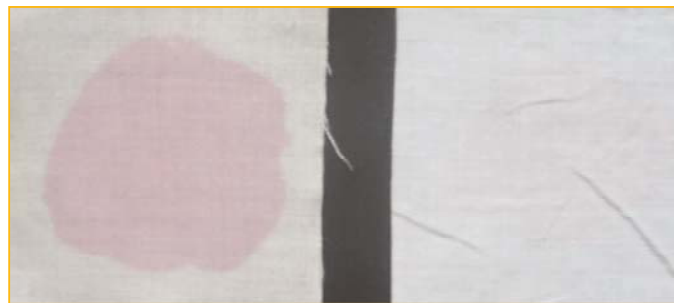
**T2:** Hänge unbehandelte, CD-impregnierte und mit Phenolphthalein behandelte CD-impregnierte Baumwollstücke aus Test T1 für einige Minuten in eine mit Zigarettenrauch gefüllte und abgedeckte Glaswanne, und prüfe anschließend den Geruch.

**T3:** Führe den Test T2 auch mit anderen Geruchs- und Aromastoffen durch.

#### Beobachtung

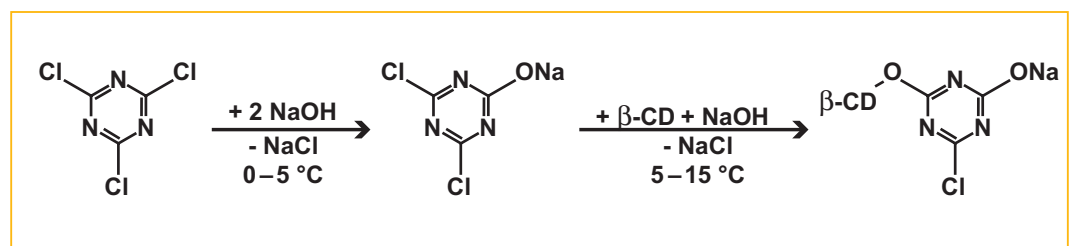
Zu den Varianten a) bis c): Wenn die Suspension aus Variante a) zu kalt ist, gefriert sie. Sie ist milchig trüb. Durch weiteres Versetzen mit Natronlauge erhält man nach dem Abfiltrieren eine farblose klare Flüssigkeit. Der Baumwollstoff verändert sein Aussehen durch das aufgetragene Reagenz praktisch nicht.

Zu den Tests T1 bis T3: Während sich unbehandelte Baumwolltücher bei Zugabe von Phenolphthalein-Lösung, rosa färben, verschwindet die Farbe der alkalischen Phenolphthalein-Lösung wenn diese auf CD-impregnierte Baumwolltücher gelangt (vgl. Foto).

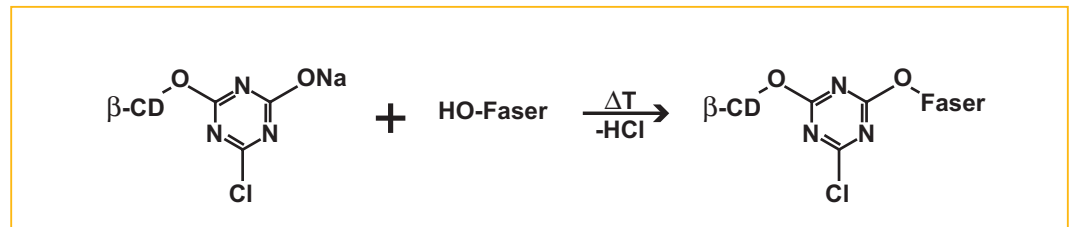


#### Auswertung zu a) bis c):

Um dauerhaft Cyclodextrine in Baumwollfasern einzubauen, muss das Cyclodextrin-Molekül durch eine chemische Bindung an das Cellulose-Molekül der Faser gebunden werden. Eine solche Bindung kann nur durch vorherige Aktivierung des Cyclodextrins erreicht werden. Dazu wird in Variante a) als Anker-Gruppe eine Monochlortriazinylgruppe an das Cyclodextrin-Molekül angehängt.



Das entstehende reaktive Reagenz Monochlortriazinyl- $\beta$ -Cyclodextrin (MCT- $\beta$ -CD) kann dann in einem zweiten Schritt an die Faser gebunden werden. Dabei wird durch nucleophile Substitution ein Teil der Hydroxy-Gruppen aus den Cellulose-Molekülen der Faser an den Chlortriazin-Ring gebunden, an dem wiederum der  $\beta$ -Cyclodextrin-Rest hängt.



Bei dem anschließenden Waschvorgang wird das vorher nicht funktionalisierte Cyclodextrin entfernt.

In der Industrie werden die Vorgänge direkt hintereinander ausgeführt. Das Baumwollgewebe wird dazu über Walzen zuerst in ein Bad mit Cyclodextrin-Reagenz eingetaucht. Danach wird es abgequetscht, durch Hitze fixiert und gereinigt.

MCT- $\beta$ -Cyclodextrin kann auch als fertiges Produkt im Handel erworben werden. Bei der Versuchsvariante b) wird ein solches Produkt eingesetzt, daher erübrigt sich der erste Schritt aus der Variante a) (die Funktionalisierung von Cyclodextrin).

Auch einige handelsübliche Deodorantsprays für Textilien, beispielsweise Febrèze, enthalten Cyclodextrine in einer Form, aus der sie leicht aufgebracht werden können – vgl. Variante c).

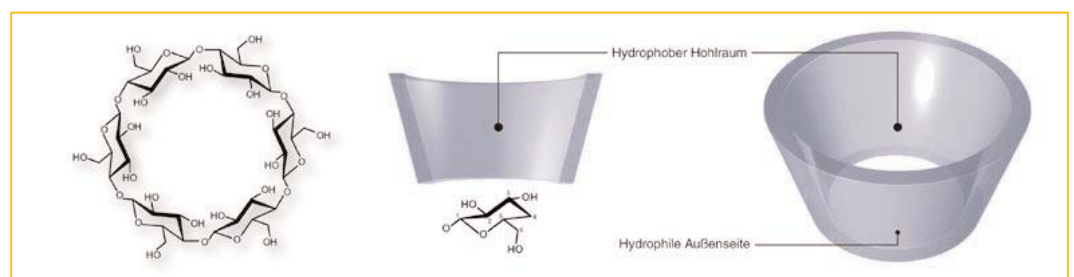
Auswertung zu T1 bis T3

Cyclodextrin-Moleküle sind cyclische Oligosaccharide mit einem hydrophoben Hohlraum in der Mitte und einer hydrophilen Außenwand.

Phenolphthalein entfärbt sich auf der mit Cyclodextrin imprägnierten Faser, weil es in den hydrophoben Hohlräumen der Cyclodextrin-Reste als farbloses Lakton (und nicht als rot-violettes Dianion) eingelagert wird. (Vgl. die Formeln des Säure-Basen-Indikators Phenolphthalein und weitere Auswertung auf dem Arbeitsblatt Nr. 10).

Entsorgung

Die wässrigen Lösungen werden mit viel Wasser weggespült.



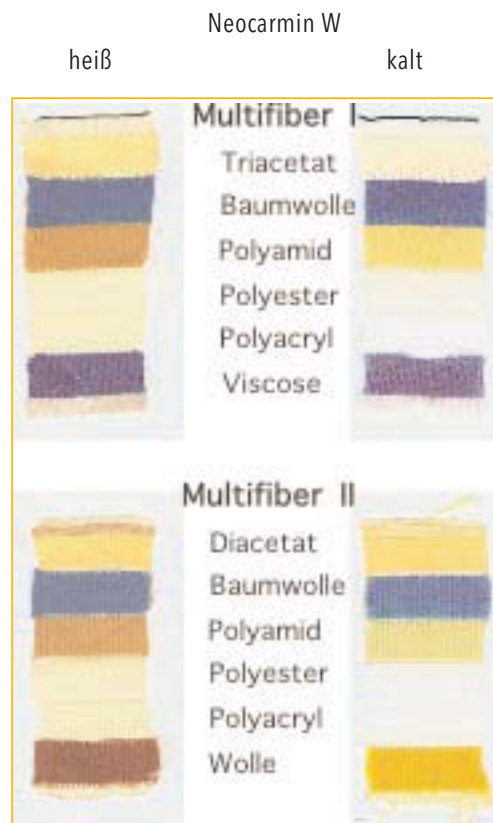


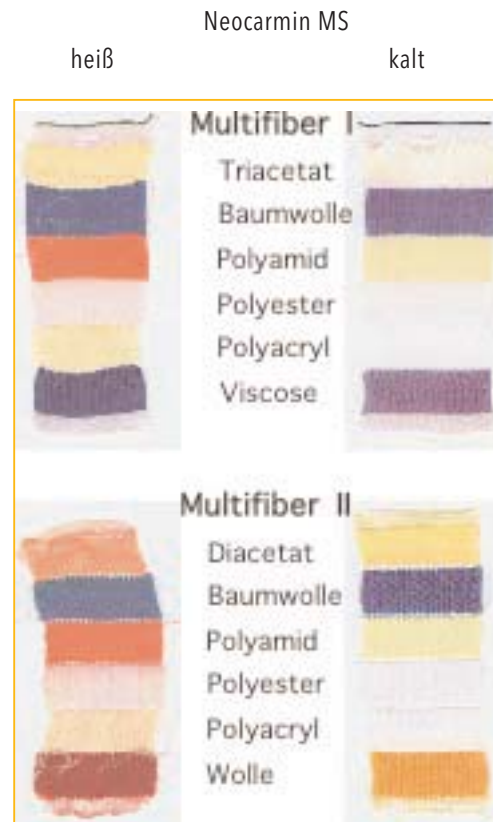
Bezugsquelle für die in den folgenden Versuchen – Nr. 5 bis Nr. 8 –  
eingesetzten Multifibergewebe:  
wfk-Testgewebe GmbH, Christenfeld 10, 41379 Brüggen,  
www.testgewebe.de, Tel. 0 21 57-87 19 77

*Hinweise*

1. *Nähere Informationen über die verschiedenen Arten von Multifibergeweben sind über die o. g. Internetadresse oder telefonisch einzuholen.*
2. *Da die kleinste lieferbare Packung 1000 Stück Multifibergewebe enthält, empfiehlt es sich, für mehrere benachbarte Schulen eine Packung zu kaufen und zu verteilen.*
3. *Gegebenenfalls kann bei der oben angegebenen Firma nach Musterproben (10 Stück) gefragt werden.*

Geräte und Material	Multifibergewebe (oder einzelne Gewebemuster, die am besten ungefärbt sind); Stoppuhr; Bechergläser; Kunststoffpinzette; Glasstab; Siedesteinchen
Chemikalien	Neocarmin W (Merck Nr. 6732) , Neocarmin MS (Merck Nr. 6731)
Sicherheitsvorschriften	Keine
Versuchsdauer	15 Minuten
Durchführung	Das Multifiber-Gewebe wird mit Aceton gewaschen (Abzug!), um eventuelle Fettanhaftungen zu entfernen.
a) Kaltes Verfahren	Das Gewebemuster wird 5 Minuten in der Neocarmin-Lösung belassen. Danach wird es eine Minute unter fließendem Wasser ausgewaschen, bis das Spülwasser farblos ist. Die Probe wird getrocknet und direkt mit der Farbtafel der standardisierten Versuche verglichen.
b) Kochverfahren	Das Gewebemuster wird 30 Sekunden (bei Neocarmin W) bzw. 5 Minuten (bei Neocarmin MS) in eine kochendheiße Neocarmin-Lösung getaucht. Anschließend wird es, wie unter a), ausgespült und getrocknet. Um einen Siedeverzug zu verhindern, sind Siedesteinchen zu verwenden.
Beobachtung	Die verwendeten Multifiber-Gewebe färben sich unterschiedlich an und können anhand der Farbtafel identifiziert werden. Es werden zwei verschiedene Multifibergewebe verwendet. Die folgenden Fotos zeigen die Ergebnisse der Kalt- und der Heißfärbung mit zwei verschiedenen Neocarmin-Farbstoff-Typen, Neocarmin W und Neocarmin MS.





**Auswertung**

Anhand der Neocarmin-Färbung kann ein unbekanntes Gewebe mit Hilfe einer Farbskala identifiziert werden, weil die Intensität und die Art der Färbung auf die chemische Beschaffenheit des Gewebes schließen lassen. Dies ist möglich, da jede Faser sich aus dem Färbebad den „passenden“ Farbstoff „sucht“, und dieser dann einen ganz speziellen Farbton hinterlässt. Die genaue Zusammensetzung der Neocarmin-Lösungen ist patentrechtlich geschützt und wird nicht bekanntgegeben. Die fertigen Lösungen können bestellt werden. Für die synthetischen Fasern aus einem einheitlichen Material, z. B. Polyester, Polyamid oder Polyacryl, liefert die Neocarmin-MS-Lösung zuverlässige Ergebnisse. Etwas schwieriger zu identifizieren sind die heute häufig verwendeten Mischungen verschiedener Faserarten.

**Entsorgung**

Die Lösungen werden mit Wasser in den Ausguss gegossen.

Geräte und Material	1-l-Becherglas, 1-l-Erlenmeyerkolben, Filterpapier mit Trichter, Thermometer, Heizplatte, Wolle natur (ca. 10 g), Baumwolle natur (ca. 10 g), Polyamid-Stoffprobe, Heidelbeeren
Chemikalien	Kaliumalaun ( $KAl(SO_4)_2 \times 12H_2O$ )
Sicherheitsvorschriften	Kaliumalaun
Versuchsdauer	90 Minuten
Durchführung	Zuerst wird die benötigte Beize aus 10 g Alaun in 1l Wasser hergestellt. Für den Färbesud werden 40 g Heidelbeeren zerdrückt und in 500 ml Wasser gegeben. Der Sud wird kurz aufgekocht, dann lässt man ihn bei 80 °C ziehen. Die Beize und der Färbesud werden in dem Becherglas zusammengegeben, und die Gewebeprouben werden hineingelegt. Zur Färbung verweilt diese Probe 20 bis 30 Minuten bei 80 °C im Färbebad. Dann wird das Färbegut mit Handschuhen entnommen, unter Wasser ausgespült und zum Trocknen aufgehängt.
Beobachtung	Das Gewebe aus Wolle färbt sich mit diesem Färbesud violettblau. Die Baumwolle ist hellblau geworden. Polyamid hat eine rötlich-braune Farbe.



Auswertung	Der Heidelbeersaft enthält unterschiedliche Anthocyane. (Zu den Formeln vgl. z. B.: CC Buchner, Chemie 2000+, Bd. 3, S. 73). Dazu gehören unter anderem die Glycoside des Cyanidins, Delphinidins und Malvidins. Nach einer Beize, bei diesem Versuch mit Alaun, entstehen unterschiedliche Farbtöne, die auf zwischen dem Anthocyanidin-Gerüst und den $Al^{3+}$ -Ionen aus der Alaun-Beize gebildete Chelatkomplexe zurückzuführen sind. Gleichzeitig kann der Anthocyanidin-Rest durch Kondensationsreaktionen an einige Fasertypen, beispielsweise an Baumwollfasern, gebunden werden.
Entsorgung	Mit viel Wasser in den Ausguss gießen.

## Weitere Färbeversuche

Versuche zum Thema „Färben von Textilien“ sind in allen gängigen Schulbüchern für die Sekundarstufe II zu finden. Hier werden die folgenden Versuche aus C.C.Buchner, Chemie 2000+, Band 3, Bamberg (2005), S. 36 f. empfohlen.

- Direktfärbung von Baumwolle, Wolle, Polyester und Polyamid mit einem Azofarbstoff (Siriusblau)
- Färben von Baumwolle, Wolle, Polyester, Polyamid und Polyacrylnitril mit einem ionischen Farbstoff (Supracen Blau®)
- Färben von Baumwolle mit dem Küpenfarbstoff Indigo
- Färben von Baumwolle mit verschiedenen Entwicklungsfarbstoffen (Naphthol AS-D und Echtgelbsalz GC sowie Phthalogenbrillantblau IFGM)
- Färben von Baumwolle mit einem Reaktivfarbstoff (Reaktivrot, Levafixbrillantrot)

Geräte und Material	Verschieden gefärbte Proben aus verschiedenen Textilfasern (10 cm x 4 cm); Baumwollstücke (10 cm x 4 cm) oder Multifiber-Gewebe; Waschtrommel mit Prüfbehältern (bei der vereinfachten Alternative nicht nötig)
Chemikalien	Waschmittel ohne optischen Aufheller (für die Alternative: Kernseife, wasserfreie Soda), Wasser
Sicherheitsvorschriften	Keine
Versuchsdauer	30 Minuten
Durchführung	Die gefärbte bzw. bedruckte Stoffprobe wird an das weiße Begleit-Multifiber-Gewebe geheftet. Bei der Verwendung von gefärbten Garnen wird die Hälfte des Gewichts des Begleitgewebes genommen. Das Multifibergewebe wird um das Garn gewickelt und vernäht. Es wird eine Lösung aus 4 g Waschmittel in einem Liter dest. Wasser bei 60 °C hergestellt. Eine pH-Wert-Einstellung ist nicht erforderlich. In die Prüfbehälter werden die Stoffproben und 150 ml Waschflotte gegeben. Die Behälter werden verschlossen und in die Waschtrommel gehängt. Bei einer Temperatur von 50 °C werden die Proben 30 Minuten gewaschen. Im Anschluss werden sie mit kaltem dest. Wasser gespült. Dann wird noch einmal unter fließendem Wasser gespült.
Beobachtung	Der blaue Farbstoff beim direkt gefärbten Baumwollgewebe blutet aus.

Gefärbte Stoffprobe



- Diacetat
- Baumwolle
- Polyamid
- Polyester
- Polyacryl
- Wolle

Bei dem braun gefärbten Polyestergewebe ist keine Verfärbung zu erkennen.

Gefärbte Stoffprobe



- Diacetat
- Baumwolle
- Polyamid
- Polyester
- Polyacryl
- Wolle

Auswertung	<p>Gefärbte bzw. bedruckte Textilware wird als waschecht bezeichnet, wenn sich ihr Farbton bei einer Waschbehandlung weder verändert noch an Haltbarkeit verliert.</p> <p>Am Ausbluten sind mangelhafte Färbungen bzw. Drucke zu erkennen.</p>
Entsorgung	<p>Reste verwerfen.</p>
Alternative	<p>Es werden gefärbte und ungefärbte Stoffe ein und desselben Gewebes in ein Becherglas gegeben. Die 50-fache Menge Wasser, 1,5 g Kernseife und 2 g wasserfreie Soda werden zugegeben. Die Proben werden erhitzt, bis sie kochen. (Bei Baumwolle 30 Minuten lang, bei Wolle/Seide 10 Minuten lang.) Nach dem Erkalten werden die Stoffe durchgeknetet, gespült und getrocknet.</p>

Geräte und Material	Prüfgerät mit einem Belastungsgewicht von 5 kg; Glas- oder Kunststoffplatten (11,5 cm x 6 cm); gefärbte Stoffproben (10 cm x 4 cm), Trockenschrank; Multifibergewebe-Streifen
Chemikalien	Dest. Wasser
Sicherheitsvorschriften	Keine
Versuchsdauer	1,5 Stunden
Durchführung	Die Stoffproben werden jeweils an einem Multifibergewebe-Streifen befestigt. Dann wird der Prüfling vollständig mit dest. Wasser benetzt und zwischen zwei Glasplatten gelegt. Mehrere Proben können – durch Glasplatten getrennt – übereinandergelegt werden. Diese Platten werden in das Prüfgerät gelegt und mit dem Gewichtsstück einem Druck von 12,5 kPa ausgesetzt. Die Apparatur wird eine Stunde bei 18 bis 22 °C stehen gelassen. Danach werden die Proben entnommen und bei einer Temperatur von max. 60 °C getrocknet.
Beobachtung	Die Farben der Stoffproben ändern sich. Bei einigen Proben findet teilweise ein Ausbluten der Multifibergewebe statt, bei anderen nicht (vgl. Fotos unten).




- Diacetat
- Baumwolle
- Polyamid
- Polyester
- Polyacryl
- Wolle



- Diacetat
- Baumwolle
- Polyamid
- Polyester
- Polyacryl
- Wolle



Auswertung	<p>Mit diesem Verfahren wird die Widerstandsfähigkeit der Farbe von Textilien gegen die Einwirkung von Wasser ermittelt. Beim Kochen (siehe Alternative) sollten gefärbte Gewebe keinen Farbstoff abgeben.</p> <p>Wasserecht ist eine Färbung, wenn sich der Farbstoff nach einer gewissen Zeit nicht mehr von der Faser löst.</p>
Entsorgung	<p>Reste verwerfen.</p>
Alternative	<p>Ein gefärbtes und ein ungefärbtes Stück Stoff eines Gewebes werden in ein Becherglas gegeben. Dann wird Wasser zugegeben und aufgekocht. 24 Stunden nach dem Abkühlen werden die Proben entnommen. Der ungefärbte Stoff sollte keine Farbe angezogen haben, und das Wasser keinen Farbschimmer haben.</p>



Bei den folgenden Versuchen – Nr. 9 bis Nr. 14 – handelt es sich teilweise um standardisierte Verfahren, die in der Textilbranche angewendet werden. Sie wurden von der Lehramtsstudentin Nicole Koenen (Universität Duisburg-Essen) unter Leitung von Prof. Dr. M. Tausch (Universität Wuppertal) und unter Mithilfe von Dr. Peter Hardt und Evelyn Lempa von der Bozzetto GmbH, Krefeld, durchgeführt. Als Schulversuche und als Versuche für Facharbeiten können sie in dieser oder in abgewandelter Form dienen.

Für die Versuche eignen sich statt der weiter unten genannten in der Industrie üblichen Textilhilfsmittel auch handelsübliche Haushaltswaschmittel, bevorzugt flüssige Marken, in denen die betreffenden Substanzen in der Regel ebenfalls enthalten sind.

Geräte und Material	Baumwoll-Rohware (2 cm x 2 cm); 500-ml-Bechergläser; Glasnutschen ohne Filter; Stoppuhr
Chemikalien	Weiches Wasser; Textilhilfsmittel-Proben (Sultafon D; Sultafon UNS-neu; Kappawet)
Sicherheitsvorschriften	Keine
Versuchsdauer	3 Minuten
Durchführung	Es wird jeweils eine Lösung aus 0,5 g des Textilhilfsmittels und 500 ml weichem Wasser hergestellt. Das 2 x 2 cm große Baumwollstück wird auf die Wasseroberfläche gelegt und mit der Glasnutsche unter Wasser getaucht. Gleichzeitig wird die Uhr gestartet. Die Uhr wird angehalten, wenn die Baumwolle sinkt.
Beobachtung	Das Baumwollstück benetzt sich langsam mit dem Wasser. Wenn es vollständig benetzt ist, sinkt es zu Boden. Dies dauert bei den mit verschiedenen Textilhilfsmitteln präparierten Proben unterschiedlich lange.
Auswertung	Bei diesem Versuch wird die Netzfähigkeit des Textilhilfsmittels untersucht. Sie ist wichtig für die spätere Behandlung der Textilien. Je schneller die Textilien mit Wasser benetzt werden, desto weniger Waschmittel wird beim Waschen benötigt. Die Glasnutsche verhindert die Einwirkung von eventuell vorhandenen Nebenprodukten (wie Alkohol) auf die Netzwirkung. Um die Benetzung wahrnehmen zu können, wird Baumwoll-Rohware verwendet, da vorbehandelte Baumwolle sehr schnell zu Boden sinkt. Wenn die Konzentration der Lösung erhöht wird, sinkt die Baumwolle ebenfalls schneller zu Boden.
Entsorgung	Ausguss

Geräte	1-l-Standzylinder; Schaumschläger; Stoppuhr; Bechergläser (600 ml)																
Chemikalien	Weiches Wasser; Textilhilfsmittel-Proben (Sultafon D, Sultafon UNS-neu; Sultafon PF); Antispumin DNF																
Sicherheitsvorschriften	Keine																
Versuchsdauer	6 Minuten																
Durchführung	Jeweils 0,5 g des Textilhilfsmittels werden in 500 ml (weichem) Wasser gelöst. Es werden 200 ml der Lösung entnommen und in den Standzylinder gegeben. Dann wird mit dem Metall-Schaumschläger die Lösung innerhalb von 20 Sekunden zwanzigmal geschlagen. (Dabei wird der Standzylinder mit der Hand abgedeckt. Der Schläger wird immer bis zum oberen Rand des Zylinders gezogen.) Dann wird der Startwert für das Volumen des Schaumes abgelesen. Dafür wird von der abgelesenen Milliliterzahl der Anfangsbestand 200 ml abgezogen. Der Versuch wird unter Zugabe von Antispumin DNF nach der Schaumbildung wiederholt.																
Beobachtung	In der folgenden Tabelle bezeichnen die ml Angaben das Volumen des aufgetretenen Schaums.																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Zeit</i></th> <th><i>Sultafon D</i></th> <th><i>Sultafon UNS</i></th> <th><i>Sultafon PF</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 s</td> <td>60 ml</td> <td>120 ml</td> <td>350 ml</td> </tr> <tr> <td>30 s</td> <td>30 ml</td> <td>10 ml</td> <td>348 ml</td> </tr> <tr> <td>60 s</td> <td>20 ml</td> <td>0 ml</td> <td>345 ml</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Zeit</i>	<i>Sultafon D</i>	<i>Sultafon UNS</i>	<i>Sultafon PF</i>	0 s	60 ml	120 ml	350 ml	30 s	30 ml	10 ml	348 ml	60 s	20 ml	0 ml	345 ml
<i>Zeit</i>	<i>Sultafon D</i>	<i>Sultafon UNS</i>	<i>Sultafon PF</i>														
0 s	60 ml	120 ml	350 ml														
30 s	30 ml	10 ml	348 ml														
60 s	20 ml	0 ml	345 ml														
Auswertung	Mit dem Schlagen durch den Metallschläger soll das Verhalten des Textilhilfsmittels im Waschvorgang untersucht werden. Textilhilfsmittel sollen keine große Schaumbildung bewirken, da sonst die Waschmaschine überläuft. Wenn viel Schaum entstanden ist und sich dieser nur langsam auflöst, kann die Wirkungsweise eines Entschäumers gezeigt werden. Dafür wird eine 10%ige Antispumin-DNF-Lösung hergestellt. Davon werden zwei Tropfen in den Standzylinder gegeben. Die Schaumbildung nimmt dann rapide ab.																
Entsorgung	Ausguss																

Geräte	150-ml-Bechergläser (hohe Form); Magnetrührer, Stoppuhr; Uhrgläser; Glasflasche; Filtriergestell; Holzbrett; Pipette; Schwarzbandrundfilter; Rührfisch
Chemikalien	Natronlauge; Indanthren Blau BC; Weichwasser; Natriumdithionit; Calciumchlorid, Solopol ZB conc., Permulsin DNMS fl., Lavoral S 313, Trilon TB, Sequion M 500
Sicherheitsvorschriften	Natronlauge (w > 10 %): <b>C (ätzend)</b> ; R:35; S:2-26-37/39-45 Calciumchlorid: <b>Xi (reizend)</b> ; R:36, S: 24 Natriumdithionit: <b>Xn (gesundheitsschädlich)</b> ; R:7-22-31, S:7/8-26-43
Versuchsdauer	25 Minuten pro Probe
Durchführung	Zuerst wird die Farbstofflösung hergestellt, indem 10 g Indanthren Blau in weichem Wasser dispergiert werden, sodass 1 000 g Lösungen entstehen. Unter dem Abzug wird in einem 150-ml-Becherglas (hohe Form) eine Lösung aus 0,5 g NaOH, 49,5 g Farblösung und Dispergator hergestellt. Die Lösung wird mit einem Uhrglas abgedeckt und unter Rühren auf 50 °C bis 60 °C erhitzt. Dann werden 1,5 g Natriumdithionit hinzugegeben und alles wird bis zum Sieden erhitzt. Anschließend wird die Lösung 10 Minuten auf Holzbrettchen gestellt. Unter Rühren werden mit einer Pipette 10 ml der Lösung entnommen und mit 40 ml kaltem Wasser verdünnt. Von dieser Lösung werden dann 0,5 ml mit einer Pipette entnommen und in die Mitte eines Filterpapiers getropft. Eine Beurteilung kann erst vorgenommen werden, wenn das Papier trocken ist.

#### Versuchsserie:

1. Weichwasser
2. Weichwasser mit 5 g/l Permulsin DNMS fl.

#### Weichwasser mit Zusatz von:

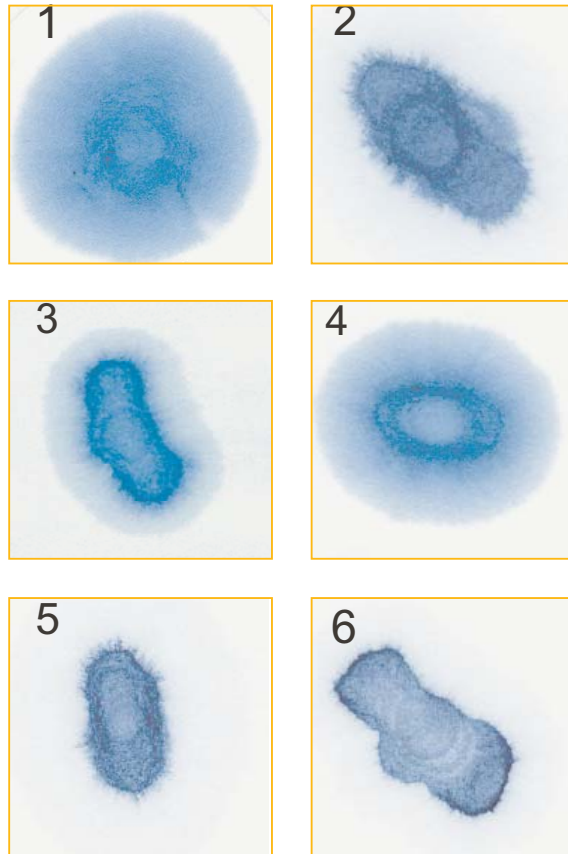
3. 1,6 g/l  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
4. 1,6 g/l  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mit 4,0 g/l Solopol ZB conc.
5. 1,6 g/l  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mit 5,0 g/l Permulsin DNMS fl.
6. 1,6 g/l  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mit 6,7 g/l Lavoral S 313
7. 1,6 g/l  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mit 2,0 g/l Trilon TB (EDTA)
8. 1,6 g/l  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mit 4,5 g/l Sequion M 500

#### Weichwasser mit Zusatz von:

9. 0,8 g/l  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mit 2 g/l Trilon TB
10. 0,8 g/l  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mit 2 g/l Trilon TB und 4 g/l Solopol ZB conc.
11. 0,8 g/l  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mit 2 g/l Trilon TB und 5 g/l Permulsin DNMS fl.
12. 0,8 g/l  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mit 4,5 g/l Sequion M 500
13. 0,8 g/l  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mit 4,5 g/l Sequion M 500 und 4 g/l Solopol ZB conc.
14. 0,8 g/l  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mit 4,5 g/l Sequion M 500 und 5 g/l Permulsin DNMS fl.

Beobachtung

Die folgenden Bilder zeigen eine Auswahl der Versuchsergebnisse. An ihnen ist die Wirkung von Textilhilfsmitteln zu erkennen.



Auswertung

Je größer der Fleck ist, desto feiner ist der Farbstoff verteilt. Dies spricht für einen guten Dispergiereffekt. Mit hartem Wasser sind die Ergebnisse schlechter als mit weichem Wasser. Trilon B ist ein Enthärter. Er bildet Komplexe mit  $\text{Ca}^{2+}$ - und  $\text{Mg}^{2+}$ -Ionen, das Wasser wird weicher, sodass der Farbstoff sich feiner verteilt. Das Textilhilfsmittel Solopol enthält einen Zucker, der ebenfalls die Dispersionseigenschaft verbessert. In Gegenwart von Calciumchlorid sind die Ergebnisse wegen der höheren  $\text{Ca}^{2+}$ -Ionenkonzentration schlechter.

Indanthren-Farbstoffe sind wasserunlöslich. Durch die Zugabe von Natrium-dithionit und Natronlauge werden sie reduziert und gehen in Lösung. Nur reduzierte Indanthren-Farbstoffe haben eine Affinität zur Cellulosefaser. Die Farbstoffe werden dann durch Oxidation wieder in ihren ursprünglichen Zustand versetzt und so auf der Faser fixiert.

Entsorgung

Ausguss

Geräte und Material	Plastiktrichter; Tropfpipette; Spannvorrichtung; Stoppuhr; Baumwollware (Rohware sowie verarbeitete Ware), normal trocken
Chemikalien	Amido-Blau 0,2% (2 g in 1l kochendes Wasser geben; Lösung frisch herstellen); dest. Wasser
Sicherheitsvorschriften	Keine
Versuchsdauer	10 Minuten
Durchführung	<p>Die Baumwollware wird über die Spannvorrichtung gelegt und faltenfrei eingespannt. Die Rückseite des Gewebes darf nicht die Unterlage berühren.</p> <p>Die Tropfpipette wird mit Amido-Blau-Lösung gefüllt und auf den umgestülpten Trichter gesteckt. Um genaue Messergebnisse zu erhalten, muss der Trichter so eingestellt werden, dass die Tropfen ein Volumen von 0,05 ml haben und die Tropfhöhe 40 mm beträgt. Dann wird ein Tropfen der Test-Lösung auf das Gewebe getropft. Mit der Stoppuhr wird die Einsinkzeit bestimmt, die am Verschwinden des Glanzes zu erkennen ist. Der Trichter wird abgenommen, und die Ausbreitungsradien werden gemessen.</p>
Beobachtung	<p>Bei der gestrickten Baumwollrohware sinkt der Tropfen nicht ein. Die gewebte Baumwollrohware nimmt den Tropfen nach 5 Minuten auf. Bei behandelter Baumwolle ist die Einsinkzeit geringer. Bei der Strickware entsteht nach 51 Sekunden ein Fleck, der in Kettrichtung ausgefranst ist. Ein kreisrunder Fleck bildet sich in ungefähr 5 Sekunden bei gewebter und bei gebleichter Baumwolle.</p>



Gestrickte Baumwollrohware



Gewebte Baumwollrohware



Gestrickte und gebleichte Baumwolle



Gewebte und gebleichte Baumwolle

Auswertung	<p>Mit dieser Methode wird die Saugfähigkeit textiler Flächengebilde bestimmt. Bei einer gut verarbeiteten Ware ist ein rundes bzw. ovales Fleckenbild zu erkennen. Ein Farbfleck, der am Rand zackig ist, zeigt an, dass sich noch Schlichte und/oder Fett auf der Gewebeoberfläche befinden, unregelmäßig verteilt. Deshalb ist diese Ware nicht für Färbungen verwendbar, denn es kommt zu einer geringen Farbtiefe und zu ungleichen Färbeausfällen. Ist der Fleck in einer Richtung ausgefranst, sind Kette und Schuss nicht von gleicher Qualität oder Saugfähigkeit. Dies kann zum Beispiel daran liegen, dass beim Weben unterschiedliche Garne verwendet wurden.</p> <p>Eine Einsinkzeit von über 2 Sekunden lässt auf eine unzureichende Vorbehandlung (z. B. durch einen zu niedrigen Tensidgehalt) schließen. Dieser Nachteil kann in der Regel durch Waschen des Gewebes behoben werden.</p> <p>Für die Textilindustrie ist dieses Verfahren wichtig, da die Kontaktzeit zwischen Textil und Farbstoff möglichst gering sein soll (&lt; 5 Sekunden).</p>
Entsorgung	Reste verwerfen.



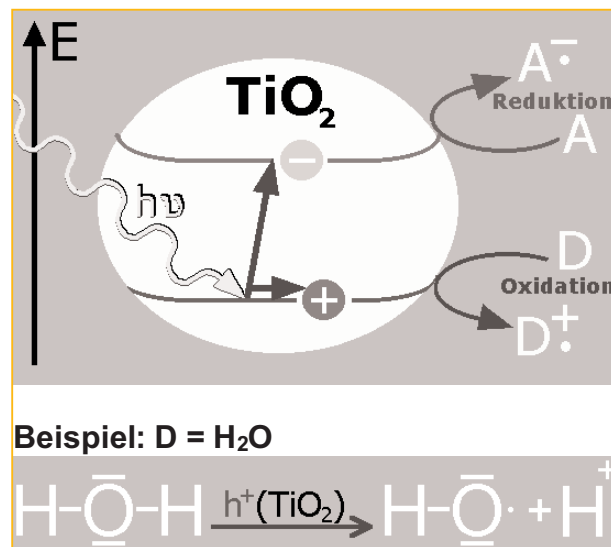
Geräte und Material	Baumwollstücke; Ultravitalux-Lampe (250 W), Halogenlampe (200 W), Himbeersaft, Rotwein, Becherglas (250 ml), Aluminiumfolie
Chemikalien	Titandioxid (Anatas); dest. Wasser
Sicherheitsvorschriften	Keine
Versuchsdauer	15 Minuten bis mehrere Stunden (je nach Lichtquelle)
Durchführung	Auf weißen Baumwollstücken werden Flecken aus Himbeersaft, Rotwein und anderen Gemischen, die Naturfarbstoffe enthalten, erzeugt. Die Flecken werden mit einer Suspension aus ca. 0,5 g Titandioxid (Anatas) in ca. 50 ml Wasser beträufelt. Anschließend werden die Baumwollstücke mit verschieden intensivem Licht aus verschiedenen Lichtquellen bestrahlt. Beispielsweise: a) mit Sonnenlicht (ca. 1 Stunde), b) mit einer Ultravitalux-Lampe (Abstand: 10 cm bis 15 cm, Dauer: 15 min) und c) mit einer Halogenlampe (Abstand 10 cm bis 15 cm, Dauer: 15 min). Ein Teil der mit $\text{TiO}_2$ präparierten Flecken wird durch Abdecken mit Aluminiumfolie vor dem Licht geschützt. Ein Flechtuch ohne $\text{TiO}_2$ wird ebenfalls im Dunklen aufbewahrt und als Vergleich bereitgehalten. Nach der Bestrahlung werden alle Proben mit Wasser gespült, und die Farbunterschiede werden festgestellt.
Beobachtung	Die durch den Himbeersaft bzw. den Rotwein rosa-rot gefärbten Baumwollstücke werden mit Titandioxid violett-blau. Der mit Titandioxid präparierte und mit der Ultravitalux-Lampe bestrahlte Fleck ist verschwunden, der mit Titandioxid behandelte und mit Aluminiumfolie abgedeckte bleibt violett-blau. Bei der Bestrahlung mit der Halogenlampe sind die Flecken noch deutlich zu erkennen, aber sie sind etwas verblasst. Bei der Bestrahlung der mit Titandioxid behandelten Flecken im starken Sonnenlicht verschwinden die Flecken nach längerer Zeit. Die beiden nicht mit Titandioxid behandelten und im Dunklen gehaltenen Flecken bleiben rosa (vgl. Bild unten).

Hier war ein Rotweinfleck.



Auswertung

Die Entfernung von Flecken mit Hilfe von Titandioxid und Licht wird bewirkt durch den oxidativen Abbau der Anthocyanfarbstoffe aus den Beeren und aus dem Rotwein. Durch das UV-Licht werden im Titandioxid-Korn zunächst Elektronen angeregt. In weiteren Schritten finden in der unten skizzierten Weise Elektronenübergänge statt. Dabei bilden sich u. a. Hydroxyl-Radikale aus, die besonders in Gegenwart von Luftsauerstoff die Oxidation der Anthocyane bewirken. Sobald in einem Anthocyan-Molekül der Chromophor zerstört ist, verschwindet seine Farbe irreversibel (vgl. dazu auch Arbeitsblatt Nr. 20).



Entsorgung

Reste verwerfen.

Geräte	Bügeleisen; Baumwolle (4 cm x 10 cm); gefärbte Stoffe (4 cm x 10 cm)
Chemikalien	Dest. Wasser
Sicherheitsvorschriften	Keine
Versuchsdauer	5 Minuten
Durchführung	Das zu untersuchende Gewebe wird mit Wasser benetzt. Es wird ein trockenes weißes Baumwollstück auf die eine Seite gelegt, und ein nasses weißes Baumwollstück auf die andere Seite. Beide werden befestigt, das Ganze wird dann auf eine Unterlage gelegt und mit einer Temperatur von 180 °C 15 Sekunden lang gebügelt.
Beobachtung	Das Experiment wurde mit Baumwolle, direkt bzw. reaktiv gefärbt, durchgeführt. Bei der direkt gefärbten Baumwolle sind Verfärbungen sowohl der nassen als auch der trockenen (vorher weißen) Baumwolle zu erkennen. Die reaktiv gefärbte Baumwolle färbt nur die Baumwolle im nassen Zustand leicht an.



Auswertung

Mit diesem Verfahren wird die Qualität einer Färbung gegen Bügeln bestimmt.

Das Ausbluten zeigt an, wie widerstandsfähig die Farbe in den Textilien gegenüber dem Bügeln ist, und es lässt so auf die Art und die Festigkeit der Bindung zwischen Farbstoffmolekül und Textilfaser schließen. Die direkt gefärbte Baumwolle hat eine schlechtere Echtheit als die reaktiv gefärbte Baumwolle.

Entsorgung

Ausguss