

Vorwort zur Musterlösung:

Unsere Musterlösung soll nur zeigen, wie es auf jeden Fall richtig gewesen wäre. Natürlich haben wir auch abweichende Lösungen gelten lassen, sofern diese richtig waren bzw. begründet wurden.

Wir können auf keinen Fall korrigierte Protokolle zurücksenden oder sonst irgendwie näher auf die Einsendungen eingehen.

DECHEMAX-Schülerwettbewerb 2007/2008

„Verpackung? – Aber natürlich!“

Jeder kennt sie – die Plastiktüte! Ob beim Einkaufen oder im Haushalt, Tüten und Folien aus Kunststoffen sind aus unserem Leben nicht wegzudenken. Auch sonst begegnen uns Kunststoffe in vielen Formen als Verpackungsmaterialien. Der Grundstoff der herkömmlichen Kunststoffe ist Erdöl und damit ein fossiler Rohstoff, der bei unserem jährlich steigenden Verbrauch irgendwann zur Neige gehen wird. Dies ist mit ein Grund, weshalb man nach alternativen Rohstoffen für die Kunststoffherstellung sucht. Dies sollten nach Möglichkeit sogenannte nachwachsende Rohstoffe sein. Laut Definition versteht man darunter „land- oder forstwirtschaftlich erzeugte Produkte, die einer Verwendung im Nichtnahrungsbereich zugeführt werden. Sie können stofflich und energetisch genutzt werden.“

In den folgenden Versuchen sollt ihr nun selbst Folien aus natürlichen Rohstoffen herstellen. Lest euch zunächst die ganze Versuchsanleitung genau durch. Notiert während der Versuche alle eure Beobachtungen und beantwortet auch die Fragen zu den Versuchen. Kleine Stückchen (ca. 3 cm²) eurer Folien müsst ihr eurem Protokoll beilegen.

Teil 1: Folie aus Kartoffeln

was ihr braucht:

- Kartoffeln (300g)
- Jodlösung (gibt es in der Apotheke), funktioniert auch mit Jodsalbe
- 2 große Gläser (z. B. Einmachgläser)
- Messer
- Kartoffelreibe
- Leinentuch (z.B. ein Geschirrtuch)

Arbeitsanweisung

Die Kartoffeln werden geschält und zu einem Brei zerrieben, der im Einmachglas mit 150 ml Leitungswasser unter Rühren aufgeschlämmt wird. Die Masse wird durch ein Leinentuch gepresst und der Presssaft in einem zweiten Glas gesammelt. Der Rückstand im

Tuch wird zur Erhöhung der Ausbeute noch zweimal in je 100 ml Leitungswasser aufgeschlämmt und wie eben beschrieben behandelt. Danach kann er weggeworfen werden. Nach einigen Minuten bildet sich im Glas ein Bodensatz. Durch vorsichtiges Abgießen des Kartoffelpresssaftes (dekantieren) kann man den Bodensatz von der Flüssigkeit trennen. Nehmt eine Messerspitze des noch feuchten Bodensatzes und gebt sie in ein Schnaps-glas mit Wasser. Rührt um und gebt zu der Mischung einige Tropfen der Jodlösung. Was beobachtet ihr?

Der restliche Bodensatz wird noch einmal mit etwa 100 ml Wasser gewaschen. Es wird wieder einige Minuten gewartet und das Wasser dann wieder dekantiert. Der Bodensatz kann auf einem Küchenpapier etwas getrocknet werden.

Herstellung einer Folie

was ihr braucht:

- Bodensatz aus Kartoffelwasser
- Glycerinlösung (w = 50 %, Glycerin gibt es in der Apotheke. Beachtet, dass das Glycerin in anderen Konzentrationen vorliegen kann. Fragt am besten euren Apotheker.)
- Wasser
- evtl. Lebensmittelfarbe
- Glas mit passender Abdeckung
- Wasserbad (Topf)
- Kunststoffunterlage (z.B. Klarsichthülle oder eine umgedrehte Plastikschüssel)

Arbeitsanweisung:

a)

Etwa 4 g (ca. 1 Teelöffel) des feuchten Bodensatzes werden in einem Glas mit ca. 20 ml (4 Esslöffel) Wasser verrührt. Zur Färbung der Folie kann man auch noch 1-2 ml Lebensmittelfarbe zugeben.

Die mit einem Uhrglas (oder Untertasse) abgedeckte Mischung wird in einem fast kochenden Wasserbad mindestens 15 min lang erhitzt und dabei ab und zu gerührt (Vorsicht! Nicht am heißen Wasserdampf verbrühen). Danach sollte das heiße Gel noch so flüssig sein, dass es aus dem Becherglas fließt. Ansonsten könnt ihr noch etwas Wasser zugeben. Dann müsst ihr die Mischung aber noch einmal stark erhitzen.

Anschließend wird das heiße Gel gleichmäßig auf einer Kunststoffunterlage verteilt und zum Trocknen über Nacht bei Raumtemperatur gelagert. Die Folie kann dann von der Unterlage abgezogen werden.

b)

Wiederholt den Versuch mit frischem Bodensatz und gebt dieses Mal zu der Mischung mit

Wasser noch 2 ml (ca. 1 Teelöffel) Glycerinlösung (50 %ig) hinzu. Anschließend wird wie in Versuch a) weiter verfahren.

Fragen zum Versuch:

- i. Worum handelt es sich bei dem Bodensatz?

Bei dem Bodensatz handelt es sich um Stärke. Stärke ist ein von Pflanzen synthetisiertes Polymer, das enzymatisch aus D-Glucose-Molekülen aufgebaut wird. Die Stärke liegt in der Pflanze in Form von Körnern vor. Die Größe der Körner richtet sich nach der Herkunft der Stärke und liegt zwischen 1-2µm bei Amaranth- und Reisstärke und etwa 100 µm bei Kartoffelstärke. Stärke ist in seiner nativen Form wasserunlöslich.

- ii. Erklärt Eure Beobachtung nach Zugabe der Jodlösung.



Bildquelle: Team Chemiecräx (9. Klasse)

Nach Zugabe der Jodlösung färbt sich die Lösung mit dem Bodensatz blau. Jod gilt in der Chemie als Nachweisreagenz für Stärke. Der Stärkenachweis beruht auf einer charakteristischen und empfindlichen Farbreaktion. Bei dieser lagern sich Iod-Ionen in das Stärke Molekül ein. Man spricht hier auch vom Iod-Stärke-Komplex.

- iii. Beschreibt die Eigenschaften eurer Folien.

Folie ohne Glycerin:

Die Folie ist transparent und nur bis zu einem bestimmten Grad biegsam. Sie bricht sehr leicht (was wir leider auch an euren Einsendungen des öfteren beobachtet haben). Bei uns wies die Folie kleine Luftbläschen auf, die durch das Rühren zustande gekommen sind.

Folie mit Glycerin:

Die Folie ist bis zu einem gewissen Grad dehnbar, danach reißt sie. Weitere Versuche mit höheren Glycerinkonzentrationen zeigte, dass die Dehnbarkeit auf der Menge des verwendeten Glycerins beruht. Dazu ist die Folie etwas klebrig, sie fühlt sich wie ein Gelkissen an.

Eine bemerkenswerte Eigenschaft der Kartoffelstärkefolien zeigt sich, wenn man versucht, die Folie gleichmäßig auseinanderzureißen (dazu haben wir die Folien gleichmäßig mit Gewichten belastet). Dabei überrascht die leicht brüchige Kartoffelfolie ohne Glycerin. Diese hat eine deutlich höhere Zugfestigkeit, als die flexiblere Glycerinkartoffelfolie.

- iv. Was sind – chemisch gesehen – Kunststoffe und was macht euer Kartoffelprodukt zu einem solchen?

Chemisch gesehen werden alle Kunststoffe durch das wiederholte Zusammenfügen des gleichen Molekülbausteins (Monomer) zu langen Ketten (Polymer) hergestellt. Synthetische Kunststoffe werden aus Rohstoffen wie Erdöl hergestellt. Biokunststoffe werden auf der Basis von nachwachsenden Rohstoffen erzeugt. Als Ausgangsstoffe dienen dabei vor allem Stärke und Cellulose als Biopolymere von Zuckern.

Biochemisch gesehen ist Stärke ein Mehrfachzucker und ist wie Kunststoffe aus Makromolekülen aufgebaut. Daher werden Stärkefolien (Kartoffelstärkefolien) als Kunststoff eingestuft.

- v. Welche Funktion hat das Glycerin bei der Folienherstellung?

Glycerin ist bei Raumtemperatur eine farb- und geruchlose, viskose Flüssigkeit. Aus der Kartoffelstärke lassen sich leicht Folien herstellen, leider sind diese aber zu spröde. Um diesen Umstand etwas entgegenzuwirken kann Glycerin hinzugegeben werden, es dient als Weichmacher.

Das Glycerin verhindert, dass sich brüchige Stärkekristalle bilden. Dabei setzen sich die Glycerinmoleküle zwischen die Stärkemoleküle und stabilisieren sie unter Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen.

- vi. Welche anderen Pflanzen könnte man verwenden, um den Rohstoff für eine solche Folie zu gewinnen?

Für die Synthese von Stärkefolien können alle stärkehaltigen Pflanzen verwendet werden. Wir haben noch eine Folie aus Maisstärke hergestellt, die ähnliche Eigenschaften aufweist, wie die Folie aus Kartoffelstärke. Allerdings verwendeten wir gekaufte Maisstärke. Es gibt jedoch nicht nur die Möglichkeit, Biokunststoffe aus Stärke herzustellen. Für Biokunststoffe können auch Celluloseacetat, Rizinusöl, Chitin oder Casein (wie im zweiten Folienversuch) eingesetzt werden.

Teil 2: Folie aus Milch

was ihr braucht:

- frische Milch (Fettarm!, keine H-Milch und keine Frischmilch, die extra mit einem Vermerk wie „länger frisch“ ausgezeichnet ist, ca. 200 ml),
- Haushaltsessig
- Trinkglas (ca. 200 ml)
- Leinentuch (z.B. ein Geschirrtuch) oder Kaffeefilter

Arbeitsanweisung:

Gebt zwei Esslöffel Essig in 1 Glas warme Milch und rührt um. Wartet eine Weile und beobachtet was passiert.

Gießt den Inhalt des Glases durch ein Geschirrtuch oder einen Kaffeefilter ab und presst aus dem weißen Rückstand auch noch den Rest der vorhandenen Flüssigkeit vorsichtig mit einem Löffel (oder bei dem Geschirrtuch mit der Hand) aus.

Herstellung einer Folie

was ihr braucht:

- fester Milchrückstand
- Backpulver
- Glycerinlösung (w = 50 %)
- 2 Gläser
- Wasserbad
- Kunststoffunterlage (z.B. Klarsichthülle oder eine umgedrehte Plastikschüssel)

Arbeitsanweisung:

a) Ein gestrichener Teelöffel Backpulver wird in zwei Esslöffeln Wasser aufgelöst. Dazu gebt ihr einen gehäuften Teelöffel eures weißen Rückstandes (ca. 4 g) und rührt einige Minuten, so dass sich eine gleichmäßige Mischung ergibt.

Anschließend wird die Mischung im Wasserbad bei 50 °C etwa 20 Minuten erhitzt und dabei immer wieder gerührt. Wenn die heiße Lösung homogen ist, d. h. keine Klumpen mehr in der Lösung sind, kann sie auf die Kunststoffunterlage ausgegossen werden.

Die Folie wird 1-2 Tage bei Raumtemperatur getrocknet.

b) Wiederholt den Versuch und gebt vor dem Erhitzen der Mischung noch einen Teelöffel Glycerinlösung (w = 50 %) hinzu.

Fragen zum Versuch:

- i. Worum handelt es sich bei dem weißen Milchrückstand, der hier zur Folienherstellung dient?



Bildquelle: Team KITeCa (11. Klasse)

Beim Ansäuern der Milch mit Essig fallen die Caseine aus, die im Glas verbleibende Flüssigkeit ist Molke. Diesen Vorgang bezeichnet man als Denaturierung. Auch in unserer Umwelt stoßen wir oft auf Denaturierungen. Durch eine solche Denaturierung entsteht zum Beispiel die ungeliebte Kakaohaut, denn auch durch Hitze verändert sich die Proteinstruktur. Auch unsere Körpertemperatur sollte nie über 42 Grad Celsius steigen, da sonst das Eiweiß im Körper gerinnt.

- ii. Vergleicht die Eigenschaften der beiden Folien, die ihr aus diesem Rückstand hergestellt habt, mit den Folien aus Versuch 1.

Die Folien sind weißlich und nicht klar. Dazu sind sie dicker, da es nicht zu so starken Schrumpfungen, wie bei den Stärkefolien kommt. Bei zusätzlichem Stärkeanteil ist die Folie noch etwas fester (reißt nicht so schnell).

Bitte vergesst nicht, kleine Stückchen eurer Folien dem Protokoll beizulegen.

3. Vergleich mit Verpackungen von Haushaltsartikeln

Testet einige Verpackungen aus dem Haushalt.

- Umhüllung von Toilettensteinen (Vorsicht! Den Toilettenstein nicht mit den bloßen Fingern anfassen, da er die Haut reizen kann.)
- Gummibärchentüte
- Apfelverpackung
- weitere Verpackungen, die euch einfallen

Versucht dazu, kleine Stücke von Folien in Wasser zu lösen. Testet mit der Jodlösung, ob sich eine ähnliche Reaktion ergibt, wie bei eurem Versuch mit dem Kartoffelextrakt. Notiert eure Beobachtungen und Schlussfolgerungen. Vergleicht dazu auch eure eigene Folie aus Versuch 1 (Kartoffelfolie).

Beim Lösen verschiedener Haushaltsverpackungen konnte man feststellen, dass die Umhüllung von einigen Toilettensteinen und Spülmaschinentabs wirklich aus stärkehaltigem Biokunststoff besteht. Beim Auflösen der Folie und anschließenden Iod-Stärke-Test färbte sich die Lösung blau. Das gleiche konnten wir auch feststellen, als wir unsere eigene Stärkefolie in Wasser gegeben haben..

Die Gummibärchentüte hingegen erzeugte keine Blaufärbung bei Iodzugabe. Diese besteht wie viele andere Kunststoffe, die wir im Haushalt benutzen, aus Polyethylen oder Polypropen. Polyethylen gehört zu der Kunststoffgruppe der Thermoplaste. Charakteristisch für Thermoplaste ist, dass sie formbar sind, da die einzelnen Molekülketten nicht durch chemische Bindungen, sondern nur durch zwischenmolekulare Kräfte miteinander verbunden sind. Durch ihre Unpolarität sind sie hydrophob und lösen sich nicht in Wasser auf.

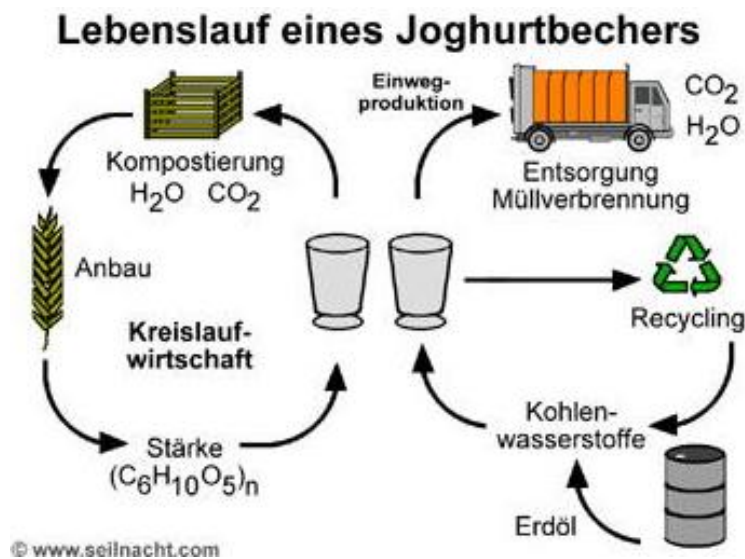
Bemerkung: Ein negativer Jod-Stärke Test kann keine Auskunft darüber geben, ob wir es nicht vielleicht doch mit einem Biokunststoff zu tun haben. Es gibt z.B Biokunststoffe auf Polymilchsäurebasis, die keine Stärke enthalten.

Welche Vorteile haben die Verpackungen aus natürlichen Rohstoffen gegenüber den herkömmlichen Kunststoffen?

Biokunststoffe haben den Vorteil, dass sie sich in den Stoffkreislauf der Natur eingliedern. Sie werden aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt. Damit umgeht man das Problem der Rohstoffknappheit. Allerdings zeigt der derzeitige Anstieg der Lebensmittelpreise weltweit, dass auch hier Grenzen gesetzt sind. Denn die Lebensmittel werden teurer, da viele Anbauflächen für nachwachsende Rohstoffe z.B. für die Verwendung von Biosprit belegt sind.

Manche Biokunststoffe lassen sich in einem Zeitraum von 8 bis 12 Wochen vollständig biologisch abbauen. Mikroorganismen sind dafür verantwortlich, dass nur noch Wasser, Kohlendioxid und Biomasse übrig bleiben, die von der Natur weiter verwendet werden

können. So kann ein geschlossener Stoffkreislauf realisiert werden. Nachfolgend wurde dieses Szenario anhand eines Joghurtbechers aufgezeigt.



Ökobilanzen belegen weiterhin, dass durch Biokunststoffe CO_2 -Einsparungen von 20 bis 60 % im Vergleich zu konventionellen Kunststoffen möglich sind. Im Gegensatz zu fossilen Rohstoffen sind sie im weitesten Sinne CO_2 -neutral, da sie einen das CO_2 , welches bei der Kompostierung entsteht, schon beim Pflanzenwachstum der Atmosphäre entnommen haben.

Welche Biokunststoffe gibt es bereits auf dem Markt und welche herkömmlichen Kunststoffe auf Erdölbasis könnten sie ersetzen?

Jährlich werden in Deutschland knapp 1,8 Mio. Tonnen Kunststoff für einmal gebräuchliche Kunststoffverpackungen wie Folien, Beutel, Tragetaschen, Säcke oder Einwegbesteck produziert. Diese Produkte werden aus Kostengründen noch aus Polyethylen hergestellt. In absehbarer Zeit könnten diese Produkte auch problemlos aus Stärkekunststoffen und Polylactiden (Polymilchsäure) gefertigt werden.

Seit einigen Jahren arbeitet die Forschung daran, neue Biokunststoffe herzustellen. Diese lassen sich aus sehr vielen pflanzlichen Rohstoffen herstellen, manche sind aber auch tierischen oder mikroorganischen Ursprungs

Die häufigsten Arten von Biokunststoffen: Stärke, Polymilchsäure (PLA), Polyhydroxybuttersäure (PHB) und Cellulose.

DECHEMAX-Schülerwettbewerb 2007/2008

Waschmittel – Immer schön sauber bleiben!

Schön sauber bleiben wollen wir alle. Schon die Gallier und die Germanen wussten, wie man Kern- bzw. Schmierseife herstellt. In der jüngeren Geschichte haben wir z.B. unsere Waschmittel immer mehr perfektioniert, so dass sie allen Schmutz möglichst einfach und vollständig aus unserer Kleidung entfernen. Leider mussten wir irgendwann feststellen, dass auch unsere Umwelt schön sauber bleiben muss, aber unsere Kläranlagen waren überfordert und die Schaumkrönchen auf den Flüssen passten nicht wirklich in das idyllische Landschaftsbild. Seither wird viel und immer weiter an der Zusammensetzung der Waschmittel gearbeitet, damit sie umweltverträglicher werden und sie bei geringeren Waschttemperaturen eingesetzt werden können, ohne dass ihre Waschkraft darunter leidet. Dies wollen wir euch anhand von zwei Beispielen in diesem Versuch demonstrieren:

Teil 1: Enzyme

Enzyme dienen in Waschmitteln zur Entfernung eiweiß-, fett- oder stärkehaltiger Flecken. Sie wirken bei niedrigen und mittleren Waschttemperaturen (Energieeinsparung) und werden bei hohen Temperaturen zerstört (denaturiert). Amylasen spalten Stärke, Lipasen spalten Fette, Proteasen spalten Eiweiße. Cellulasen spalten Zellulose, um die Rauigkeit von Baumwolltextilien zu vermindern. Die Enzyme werden mehrheitlich gentechnisch hergestellt und stammen ursprünglich aus Organismen, wo sie die Verdauung von Nahrungsbestandteilen bewerkstelligen.

was ihr braucht:

- Speisegelatine gemahlen
- Vollwaschmittel
- Wollwaschmittel
- 3 Teegläser (hitzestabile Gläser)
- evtl. Lebensmittelfarbe

Arbeitsanweisung:

Zwei Esslöffel voll Speisegelatine werden in einem kleinen Topf in etwa 400 ml nicht mehr kochendem, heißem Wasser gelöst und nach etwa 10 Minuten Abkühlen auf drei Teegläser verteilt (bitte keine Senfgläser o.ä. verwenden, da sie platzen könnten!!!).

Glas 1 lässt man ohne Zusatz stehen,
zu Glas 2 wird eine reichliche Teelöffelspitze Vollwaschmittel und
zu Glas 3 eine reichliche Teelöffelspitze Wollwaschmittel hinzugefügt.

Die Waschmittel in Glas 2 und 3 werden durch gründliches Umrühren weitestgehend aufgelöst.

Wenn die drei Gläser etwa handwarm sind, stellt man sie in den Kühlschrank und wartet, bis sich der Inhalt des ersten Glases verfestigt hat.

Hinweis: Der Zustand der Gelatine lässt sich bei Zusatz von Lebensmittelfarbe besser beobachten. Sie ist aber nicht unbedingt nötig.

Fragen zum Versuch:

- i. Was habt Ihr beobachtet?



Bildquelle: Team KITeCa (11. Klasse)

Die Proben unterscheiden sich am Ende grundlegend in ihrer Konsistenz. Während die Probe mit reinem Leitungswasser absolut fest geworden ist, besitzen die beiden anderen nach der gleichen Zeit im Kühlschrank noch eine wesentlich geringere Viskosität. Nach längerem Warten zeigt sich aber, dass auch die Probe mit dem Wollwaschmittel erstarrt. Nur die Probe mit dem Vollwaschmittel ist noch vergleichsweise flüssig, wenn auch etwas dickflüssiger.

- ii. Woraus wird Gelatine hergestellt?

Gelatine wird aus tierischem Gewebe durch Extraktion mit heißem Wasser gewonnen. Käufliches Gelatinepulver besteht zum überwiegenden Anteil aus reinem Kollagenen Eiweiß und enthält noch etwa 1 bis 2 % Mineralsalze.

- b) Was passiert, wenn man sie in Wasser einrührt?

Die Gelatine verteilt sich im Wasser, löst sich aber nicht auf. In der Wärme ist Gelatine in Wasser löslich und bildet viskose Flüssigkeit. Diese geht beim Abkühlen langsam in den Gelzustand über und erstarrt schließlich zu einer festen Gallerte. Daher kommt auch der Name Gelatine. Zur Gelbildung sind vor allem stark solvatisierte, hochmolekulare, fadenförmige Makromoleküle befähigt.

c) Nennt 3 Lebensmittel, in denen Gelatine vorkommt.

Gelatine kommt zum Beispiel in Fruchtgummis, Joghurt, Tortenguss und Wackelpudding vor. Auch Aspik besteht zumeist aus Gelatine, genauso wie die etwas aus der Mode gekommene Sülze.

iii. Wie erklärt Ihr die Beobachtungen mit den Waschmitteln bzw. was ist für den Effekt verantwortlich (allg. Bezeichnung reicht)?

Proteasenspaltung

iv. Warum und worin unterscheiden sich Voll- und Wollwaschmittel (kl. Tipp: Was ist Wolle chemisch gesehen)?

Vollwaschmittel enthalten u. a. eiweißspaltende Enzyme, sogenannte Proteasen. Gelatine selbst ist ein Hydroxyprolinreiches Protein (Eiweißstoff), welches von diesen Proteasen gespalten wird. Es entstehen dabei kürzerkettige Eiweißartige Peptide, die nicht mehr die Fähigkeit zur Gelausbildung haben.

Wolle ist nichts anderes als eine Proteinfaser. Deshalb werden in Wollwaschmitteln keine Proteasen verwendet, da diese sonst die Wolle zerstören würden.

Teil 2: Enthärter

Enthärter werden im Waschmittel vor allem aus zwei Gründen eingesetzt. Zum einen sollen sie verhindern, dass die Waschmaschine allzu schnell verkalkt, den zweiten Grund sollt ihr anhand der Versuche selbst herausfinden.

Lange verwendete man als Enthärter das äußerst gut funktionierende EDTA (auf schlaue: **E**thylendi**a**mintetra**a**ccetat). Leider musste man mit der Zeit feststellen, dass EDTA auch erhebliche Nachteile hatte. Es wurde in der Kläranlage nicht abgebaut, gelangte in die Umwelt und löste dort ebenso funktionstüchtig Schwermetalle aus Sedimenten, die so in die Umwelt gelangten. Man suchte nach neuen Enthärtern und hat auch eine zufrieden-

stellende Lösung gefunden.

Anmerkungen:

Falls ihr zu Hause sehr weiches Wasser habt, werdet ihr in Versuch A wahrscheinlich keine großen AHA-Effekte erleben, dafür sollte Versuch B um so schöner funktionieren.

a)

was ihr braucht:

- Waschpulver (aus Teil 1)
- Glas
- Wasserhärte-Teststäbchen (bekommt ihr von uns mit der Urkunde für die erste Runde zugesendet)

Arbeitsanweisung:

Füllt ein Glas etwa zur Hälfte mit Wasser und messt mit einem Teststäbchen die Wasserhärte. Nehmt ein wenig Waschpulver und rührt es in das Wasser ein, so dass es sich auflöst. Messt nun mit einem weiteren Stäbchen noch einmal die Wasserhärte.

Fragen zum Versuch:

- i. Was habt ihr beobachtet?

Das Wasser ohne Waschpulver besitzt einen höheren Wasserhärtegrad als das Wasser, bei dem etwas Waschpulver hinzugegeben wurde. Das Waschmittel hat die Wasserhärte verringert.

b)

was ihr braucht:

- Flüssigwaschmittel oder Spüli
- 2 Gläser
- Strohhalm
- Calciumchlorid (aus der Apotheke, 10g kosten etwa 2,- €, mehr braucht ihr nicht)

Arbeitsanweisung:

Füllt in beide Gläser ca. 100 ml Wasser und gebt in eines davon ca. 2 g Calciumchlorid hinzu. Tropft in beide Gläser je einen Tropfen Flüssigwaschmittel / Spüli. Taucht den Strohhalm ein und bläst Luft in die Lösungen.

Fragen zum Versuch

- i. Welche Lösung schäumt stärker?



Bildquelle: Team Ghettochemies (9. Klasse)

Das Glas mit dem reinen Leitungswasser schäumt stärker (links). Der Schaum war hier stabiler, als bei dem Glas mit Calciumchlorid. Im Glas mit dem Calciumchlorid (rechts) kann man eine deutliche Trübung erkennen.

- ii. Wie erklärt ihr euch das?

Durch die Zugabe von Calciumchlorid wurde das „weiche“ Leitungswasser (je nach Wohnort verschieden) zu hartem Wasser. Bei hartem Wasser braucht man deutlich mehr Waschmittel oder Spülmittel, als bei weichem Wasser. Mit steigender Härte des Leitungswassers verringert sich die Wirkung der Tenside in Waschmitteln.

- iii. Was macht Wasser hart?

Calcium- und Magnesiumsalze bestimmen die Härte des Wassers. Man unterscheidet hier auch eine temporäre und eine permanente Härte des Wassers. Erstere wird durch Calcium- und Magnesiumhydrogencarbonate hervorgerufen. Diese lässt sich durch Erhitzen beseitigen. Die permanente Härte, bewirkt durch Calcium und Magnesiumsulfat, kann wie die temporäre Härte durch Zugabe von Soda bzw. Natriumcarbonat behoben werden, wodurch die bei der Schaumbildung störenden Erdalkaliionen in schwer lösliche Carbonate übergehen.

- iv. Wozu braucht man nun also den Enthärter im Waschmittel?

Hartes Wasser führt beim Waschen zu Ablagerungen auf den Heizstäben der Waschmaschine und auf den Gewebefasern. Diese Ablagerungen sind auf die Bildung von schwerlöslichen Metallcarbonaten (Kesselstein) zurückzuführen. Dazu können die Calcium- und Magnesiumionen auch mit der in Waschmitteln enthaltenden Seife schwerlösliche Kalkseife bilden. So wird ein Teil der Seife wirkungslos verbraucht, da Kalkseife keine Waschwirkung mehr hat.

v. Woraus bestehen Enthärter im Waschmittel heutzutage hauptsächlich?

Heutige Enthärter im Waschmitteln setzen auf Nitrilo-Tri-Acetat, Citrate oder Zeolithe. Da Zeolithe die größte Verbreitung im Waschmittel haben, schauen wir uns diese kurz genauer an. Zeolithe sind wasserunlöslich und werden dem Waschmittel als feines Pulver zugesetzt, welches mit dem Waschwasser wieder ausgespült wird. Das Funktionsprinzip eines Zeoliths beruht auf einem Ionenaustausch. In dem Zeolithmolekül sind Natriumionen eingelagert. In hartem Wasser kommt es so zu einem Austausch der Natriumionen gegen die Erdalkalitionen. Die freiwerdenden Natriumionen haben keinen Einfluss auf die Wasserhärte, so dass das Wasser an Härte verliert.