

Das Geheimnis der weißen Weste

Ein Lernzirkel – rund ums Waschen



Projektarbeit der Klasse 13 CT

Elisabeth-Knippling-Schule, Kassel 2006



Das Geheimnis der weißen Weste

Gliederung

Thematische Einführung und Lehrerhinweise	3
Lernzirkel	
Laufzettel: Station – Thema	6
Was an den Stationen zu beachten ist	7
Station 1: Die wichtigsten Helfer beim Waschen	8
Station 2: Wie wird die Weste weiß?	13
Station 3: Wer frisst Draculablut?	19
Station 4: Am Anfang war die Seife	22
Station 5: Das süße Geheimnis der Zuckertenside	27
Station 6: Und was sagt die Umwelt dazu?	29
Lösungen und Ergänzungen	33
Materiallisten	42
Literatur	45



Das Geheimnis der weißen Weste

Thematische Einführung und Lehrerhinweise

Dem Themenkreis Waschmittel kommt aus vielerlei Hinsicht bei der Vermittlung von naturwissenschaftlichen Inhalten eine wichtige Rolle zu. Daran kann

- chemisches Grundwissen anwendungs- und handlungsorientiert vermittelt werden.
- selbstständiges Lernen der Kinder ermöglicht und gefördert werden.
- Fachwissen aus dem Unterricht im Alltag anwendbar werden.
- zur Verantwortung für die Umwelt erzogen werden.

Der Lernzirkel als offene Methode bietet Voraussetzungen für eine kindgerechte und attraktive Stoffvermittlung. Er kann dazu beitragen

- die selbstständige Aneignung von Lerninhalten zu unterstützen und zu fördern.
- auf die unterschiedlichen Persönlichkeiten und die damit verbundenen individuellen Lernvoraussetzungen einzugehen.
- Lernen an komplexen Themen zu ermöglichen und Erfahrungen damit zu sammeln.
- die Arbeit zu zweit oder in kleineren Gruppen auch als soziales Lernen zu begreifen.

Das Besondere an diesem Lernzirkel ist die Themenvielfalt mit fachübergreifenden Aspekten.

Station	Thema
1 Die wichtigsten Helfer beim Waschen	Tenside und Grenzflächenaktivität
2 Wie wird die Weste weiß?	Vorgänge beim Waschen
3 Wer frisst Draculablut?	Enzyme am Beispiel von Proteasen – Biokatalysatoren für saubere Wäsche
4 Am Anfang war die Seife	Geschichte der Waschmittel, Waschen im Alltag
5 Das süße Geheimnis der Zuckertenside	Aufspüren von Niotensiden am Beispiel der Zuckertenside in Waschmitteln
6 Und was sagt die Umwelt dazu?	Wie verhalten sich Tenside beim Abbau? Ökologie und Umwelt

Der Lernzirkel umfasst sechs Stationen. Die Fragestellungen geben einen Einblick ins Thema Waschmittel. Die ersten zwei Stationen beschäftigen sich mit Tensiden als wichtigsten Waschmittelinhaltsstoffen und den Vorgängen beim Waschen. Die anderen Stationen behandeln weitere Inhaltsstoffe der Waschmittel, wie Enzyme am Beispiel der Proteasen, historische Fragestellungen sowie die Umweltverträglichkeit der Waschmittel. Natürlich gibt es noch weitere Inhaltsstoffe, die untersucht werden können (siehe dazu die Literaturhinweise). Der Bezug zur Nachhaltigkeit wird besonders in den Stationen 3 - 6 deutlich.

Station 3 beinhaltet die Thematik der Enzyme. Sie haben in Waschmitteln entscheidend zur Reduzierung der Tensidmengen in Rezepturen beigetragen. Sie wirken bei niedrigen Temperaturen und setzen die Waschttemperaturen in der Waschmaschine herab. So tragen sie zur Schonung der Textilien und der Umwelt bei.

Station 4 zeigt das Waschen im Wandel der Zeit. Der Zeitaufwand, der früher für das Wäsche Waschen benötigt wurde, ist ebenso dargestellt, wie die Schaumberge, die in den 60er Jahren die Flüsse belasteten. Veränderungen in den Waschmittelrezepturen zum Schutz der Umwelt werden dargestellt.



Das Geheimnis der weißen Weste

Thematische Einführung und Lehrerhinweise

Ein besonders hautfreundliches und umweltverträgliches Tensid wird aus Zucker und Fetten hergestellt. Damit trägt es insbesondere zur Nachhaltigkeit der Waschmittel bei. Denn sowohl Zucker als auch Fette zählen zu den nachwachsenden Rohstoffen mit ausgeglichener CO₂-Bilanz.

Die Abbaubarkeit von Tensiden ist ein entscheidender Faktor zur Umweltverträglichkeit von Waschmitteln. Die Versuche und Arbeitsblätter der Station 6 beleuchten diese Zusammenhänge. Im Arbeitsblatt wird auf die Ökobilanz des Waschens eingegangen. Es geht auch um die Fragen, was jeder tun kann, um die Abwasser- und Abfallbelastung durch das Waschen zu verringern.

Der Lernzirkel wurde von Schülerinnen und Schülern des Leistungskurses Chemietechnik an einem beruflichen Gymnasium für die Jahrgangsstufen 7 – 10 entwickelt. Ursprungsidee ist die Konzeption eines Experimentalkurses für Schülerinnen und Schüler dieser Altersgruppe der Kinder- und Jugendakademie Kassel als Beitrag für ein Mitmachmuseum.

Hinweise zur Didaktik und Methodik

Jede Station ist für zwei Personen konzipiert und kann in ca. einer Stunde durchgeführt werden. Eine Station umfasst Theorieanteile (grünes Papier) und Praxisanteile (blaues Papier). Zuerst soll der praktische Teil durchgeführt werden und dann der theoretische. Die Versuchsanleitungen und Texte müssen gründlich gelesen und anschließend bearbeitet werden. Die Lösungsblätter dienen zur Überprüfung der Arbeitsergebnisse und zur Vertiefung des Stoffs.

Die Experimente zum Selbermachen orientieren sich an Phänomenen rund ums Waschen. Sie sind altergemäß ausgewählt, einfach durchzuführen und bergen ein geringes Gefährdungspotential. Sie sollen Spaß machen und Lust auf Naturwissenschaften sowie naturwissenschaftliches Arbeiten fördern. Die Experimente verschaffen einen Einblick in analytische Methoden (Blind- und Vergleichsproben) und Ansätze in die Methode der Dünnschichtchromatographie, wenn auch ohne Fließmittel. Das Experiment zum biologischen Abbau der Tenside muss ein paar Tage vorher angesetzt werden oder kann nicht sofort am ersten Tag ausgewertet werden, da die Tenside einige Tage zum Abbau brauchen. Nach einem Tag ist schon ein deutlicher Unterschied zum vorherigen Tag zu sehen.

Die Lernenden arbeiten selbstverantwortlich und die Betreuungsperson steht beratend und begleitend im Hintergrund. Während der Theoriephase können die einzelnen Lerngruppen dem Leistungsstand entsprechend betreut und offene Fragen individuell geklärt werden.

Es ist auch möglich den Lernzirkel im Unterricht der Sekundarstufe I oder die Stationen als Unterrichtseinheiten nacheinander in Einzelstunden durchzuführen.

Der Lernzirkel wurde im November 2005 im Rahmen eines Hauswirtschaftstages an der Elisabeth-Knipping-Schule mit Erfolg erprobt.

Allgemeine Hinweise

Als nützlich erwiesen hat sich, die den Lernzirkel umfassenden bearbeiteten Materialien von den Lernenden in einem Ordner abheften zu lassen und am Ende einzusammeln. So erhält man einen Überblick über den Erfolg der Arbeit.

Ein Laufzettel zur Durchführung des Lernzirkels für die Lernenden liegt bei und kann am Beginn der Arbeit ausgeteilt werden.



Das Geheimnis der weißen Weste

Thematische Einführung und Lehrerhinweise

Organisatorisch hat sich bewährt die Arbeitsblätter und Versuchsvorschriften laminiert an den Stationen auszulegen sowie die Chemikalien und Geräte für die Experimente in Materialkisten (Stapelkisten aus dem Baumarkt) bereitzustellen und dauerhaft darin aufzubewahren.

Folgende Lösungen müssen vor Beginn der Arbeit am Lernzirkel hergestellt werden:

Herstellung von Iod-Kaliumiodid-Lösung (Station 6, Versuch 2)

1 g Iod und 2 g Kaliumiodid werden in 100 mL destilliertem Wasser gelöst.

Herstellung einer Schwefelsäure-Lösung, $c = 0,1 \text{ mol/L}$ (Station 1, Versuch 1)

Herstellung des Tensidindikators (Station 1, Versuch 1)

In zwei Bechergläsern werden jeweils 50 mg Methylorange und 50 mg Methylenblau in je 30 mL dest. Wasser gelöst. Man mischt beide Lösungen, gibt 5 mL Schwefelsäure ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) hinzu und füllt auf 100 mL mit dest. Wasser auf.

Herstellung des Thymol – Reagenz (Station 5, Versuch)

ABZUG! SCHUTZBRILLE! HANDSCHUHE!

0,5 g Thymol werden in 100 mL Ethanol gelöst und vorsichtig mit 5 mL Schwefelsäure, $w=96\%$, versetzt. Das Reagenz ist 2 Tage haltbar.

Herstellung der Wasch- und Reinigungsmittelproben (Station 5, Versuch)

1 mL der flüssigen Wasch- und Reinigungsmittel oder 1 g der festen Wasch- und Reinigungsmittel werden mit 9 mL Ethanol intensiv gemischt. Zur vollständigen Durchmischung kann es nötig sein, die Lösung im Wasserbad einige Minuten auf ca. 60°C zu erwärmen und nochmals gut zu schütteln.

Folgende Wasch- und Reinigungsmittel sollten vorrätig sein:

Vollwaschmittel (z. B. Persil)

Colorwaschmittel (z. B. Ariel color)

Feinwaschmittel (z.B. Fewa)

Wollwaschmittel (z. B. Perwoll)

Weichspüler (z.B. Lenor)

Handspülmittel (z. B. Pril)

Außerdem benötigt man Waschlauge aus der Waschmaschine (möglichst keine Waschlauge mit Vollwaschmittel, da in diesen Bleichmittel enthalten sind, die den Farbkomplex beim Nachweis der nichtionischen Tenside zerstören. Um hier zu befriedigenden Ergebnissen zu kommen, muss die Zugabe an Iod-Kaliumiodid-Lösung erhöht werden.) Falls keine Waschlauge zur Verfügung steht, kann auch die Waschlauge von Station 4 benutzt werden.

Der Versuch 1 in Station 1 und der Versuch 2 in Station 6 bedürfen der Unterstützung seitens der Betreuungsperson, falls die Ausführenden in der Durchführung von qualitativen Nachweisen ungeübt sind.



Das Geheimnis der weißen Weste

Lernzirkel

Laufzettel

Station	Thema	Inhalt	Bearbeiter/Bearbeiterin
1	Die wichtigsten Helfer beim Waschen	Tenside – Aufbau (T); Nachweis von Tensiden (E)	
2	Wie wird die Weste weiß?	Waschwirkung von Tensiden (T); Benetzen, Emulgieren, Suspendieren (E)	
3	Wer frisst Dracula-blut?	Weitere Inhaltsstoffe: Enzyme (T)+(E)	
4	Am Anfang war die Seife	Waschen im Wandel der Zeit (T); Waschversuche (E)	
5	Das süße Geheimnis der Zuckertenside	Süße Waschmittel (T); Nachweis von Zuckertensiden (E)	
6	Und was sagt die Umwelt dazu?	Biologische Abbaubarkeit (T); Versuche zur Abbaubarkeit (E)	

(T) – Theorie, grünes Papier,
(E) – Experiment, blaues Papier



Das Geheimnis der weißen Weste

Lernzirkel

Beachte folgende Punkte!

Allgemeines

1. Teilt euch in gleich große Gruppen auf, entsprechend der Anzahl der Stationen.
2. Sucht mit eurer Gruppe eine freie Station aus. Die Stationen können in beliebiger Reihenfolge bearbeitet werden.
3. Für jede Station steht die Bearbeitungszeit von einer Schulstunde (45 Minuten) zur Verfügung. Danach müssen die Stationen gewechselt werden.
4. Falls für die Bearbeitung der Arbeitsblätter mehr Zeit benötigt wird, werden die restlichen Aufgaben zu Hause erledigt.

An den einzelnen Stationen

5. Bei jeder Station sind zuerst die Versuche (blaues Papier) durchzuführen und auszuwerten. Dann werden die Arbeitsblätter (grünes Papier) bearbeitet.
6. Lest gemeinsam die Aufgabenstellung auf den Arbeitsblättern durch und bearbeitet sie dann gründlich und sorgfältig. Die Lösungen zu den Aufgaben werden, falls Platz vorhanden ist, in die Arbeitsblätter eingetragen und ansonsten durch zusätzliche Blätter ergänzt.
7. Informiert euch, bevor ihr einen Versuch beginnt, über die Gefährlichkeit der verwendeten Chemikalien (Warnsymbole) und andere mögliche Gefahren (z.B. Herausspritzen beim Erhitzen, Verbrennungsgefahr)!
8. Haltet die Sicherheitsmaßnahmen ein! Tragt bei Experimenten immer eine Schutzbrille!
9. Achtet auf eine sachgerechte Entsorgung!
10. Nach dem Versuch achtet bitte auf Sauberkeit der Geräte und auf Vollständigkeit der Materialkiste. Das ist wichtig für die nächste Gruppe!
11. Geht mit dem Material sorgfältig um! Ausliegende Materialien müssen an der Station verbleiben. Falls etwas fehlt, informiert die Lehrkraft!
12. Hake auf deinem Laufzettel die bearbeiteten Stationen nach Beendigung ab!
13. Zu jeder Station werden die Aufgaben oder Versuchsergebnisse gesammelt und gut sortiert in einer Mappe abgeheftet.

Hilfen und Hinweise zur Auswertung

14. Wenn du nicht weiterkommst, diskutiere zuerst in deiner Arbeitsgruppe. Erst wenn die Gruppe keine Lösung findet, wende dich an die Lehrkraft.
15. Führt eure Gespräche und Diskussionen so, dass die Mitschüler nicht gestört werden.



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 1

Die wichtigsten Helfer beim Waschen – Aufbau der Tenside

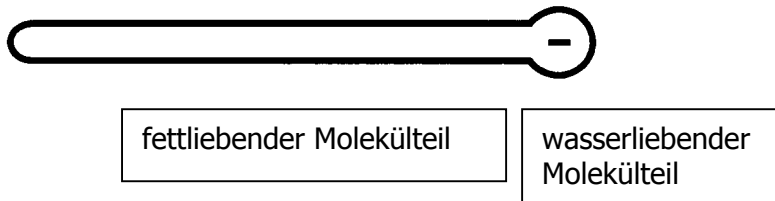
Aufbau von Tensiden

Tenside sind Stoffe, die auf die Oberfläche von Flüssigkeiten wirken können. Dazu bestehen Tenside aus zwei Teilen. Ein Teil ist wasserliebend, hydrophil, und der andere Teil ist fettliebend, lipophil. Des Weiteren müssen beide Teile zusammen an den entgegengesetzten Seiten eines Moleküls hängen.

Arbeitsauftrag 1

Überlegt euch zuerst Stoffe, die sich in Fett lösen, also lipophil sind, und andere Stoffe, die sich in Wasser lösen, also hydrophil sind (maximal 5 Stoffe pro Gruppe).

Seife ist ein einfaches Tensid. Es besteht in der Regel aus einem negativ geladenen Teilchen (in der Zeichnung als Kopf zu sehen) und einem langen ungeladenen Rest (in der Zeichnung als Schwanz zu sehen), der fettliebend ist. Das Tensid gilt als anionisches Tensid, da negative Ionen „Anionen“ genannt werden. Hier das Molekül einer vereinfacht dargestellten Seife:



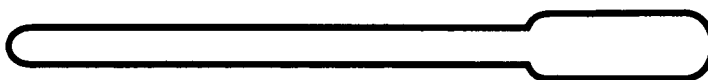
Der längliche Teil ist ähnlich aufgebaut wie Fette. Der geladene (-) Teil ähnelt einem Salz. Wir wissen ja, dass sich Kochsalz gut in Wasser löst, und so ist es auch mit diesem Teil des Moleküls.

Es ist nicht weiter wichtig, ob der geladene Teil positiv oder negativ geladen ist. Es gibt auch Tenside, die dort positiv geladen sind. Sie heißen Kationtenside, weil positiv geladene Ionen „Kationen“ heißen. Hier eine vereinfachte Darstellung eines Kationtensid:



Kationtenside besitzen keine Waschwirkung. Sie werden beim Waschen als Weichspüler eingesetzt, da sie sich an die Oberfläche der Faser anlagern.

Eine weitere wichtige Tensidklasse sind die nichtionischen Tenside. Sie enthalten keine Ladung, aber aufgrund ihres chemischen Aufbaus trotzdem einen wasserliebenden und einen fettliebenden Anteil.



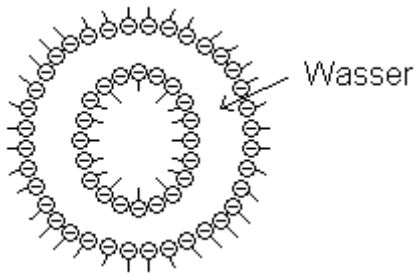


Das Geheimnis der weißen Weste

Station 1

Die wichtigsten Helfer beim Waschen – Aufbau der Tenside

In einer Seifenblase würden sich die Tensidmoleküle folgendermaßen anordnen:



Die Kügelchen mit dem θ drin und dem Stift dran sind die vereinfachten Tenside. Zwischen den beiden Tensidschichten ist etwas Wasser.

Arbeitsauftrag 2

Wie würden sich die Tensidmoleküle um einen fettigen, lipophilen Dreckklumpen anordnen?



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 1

Die wichtigsten Helfer beim Waschen – Nachweis von Tensiden

Versuch 1: Nachweis von anionischen und kationischen Tensiden in Waschmitteln und Weichspüler

Geräte

4 Erlenmeyerkolben (200 mL)
7 Bechergläser (50 mL)
7 Reagenzgläser
Reagenzglasständer
Tropfpipetten

Chemikalien

lineares Alkylbenzolsulfonat (LAS) (Xi) und Esterquat (Xi)
Waschmittel (Feinwaschmittel, Vollwaschmittel, Colorwaschmittel, Weichspüler)
Tensidindikator
Schwefelsäure, $c = 0,1 \text{ mol/L}$
Ethylacetat (Essigsäureethylester) (F), (Xi)
Dest. Wasser

Durchführung

Herstellung der Untersuchungslösungen

- Waschmittellösungen: Löse eine Spatelspitze oder einen Tropfen Waschmittel in einem Erlenmeyerkolben mit 100 mL dest. Wasser.
- Weichspülerlösung: 1 Tropfen (ca. 1 g) Weichspüler auf 100 mL dest. Wasser lösen.
- Waschmittel- und Weichspüler-Untersuchungslösungen: Je 10 mL der Probelösungen werden mit 1 mL Schwefelsäure ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) angesäuert.
- Vergleichslösung für anionische Tenside: 2 Tropfen LAS werden in 10 mL dest. Wasser gelöst.
- Vergleichslösung für kationische Tenside: 1 Tropfen (ca. 100 mg) Esterquat werden durch intensives Schütteln in 10 mL dest. Wasser gelöst.
- Blindprobe: 10 mL dest. Wasser.

Nachweisreaktion

In einem Reagenzglas werden je 1 mL Tensidindikator mit je 1-2 Tropfen Lösung (Waschmittel-Probelösungen, Vergleichslösungen) gegeben, mit 2 mL Ethylacetat überschichtet und vorsichtig geschüttelt. In gleicher Weise stellt man eine Blindprobe her, indem man in einem Reagenzglas 1 mL Tensidindikator und 1 mL dest. Wasser mischt, mit 2 mL Ethylacetat überschichtet und vorsichtig schüttelt.

Beobachtung

Es bilden sich zwei Phasen, wobei die obere Phase, die organische Phase, die spezielle Färbung annimmt.

Blau: anionisches Tensid

Gelb: kationisches Tensid

Mischfarbe grün: Manche Waschmittel enthalten anionische und kationische Tenside. Enthält nun ein Waschmittel beide Tenside, hat die organische Phase eine blaue und eine gelbe Färbung wodurch dann eine grüne Färbung entsteht.



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 1

Die wichtigsten Helfer beim Waschen – Nachweis von Tensiden

Aufgabe

1. Notiere deine Beobachtungen in die unten stehende Tabelle.

Probe	Beobachtung	Angabe auf der Waschmittelverpackung
Dest. Wasser (Blindprobe)		
LAS (Vergleichsprobe)		
Esterquat (Vergleichsprobe)		
Feinwaschmittel		
Vollwaschmittel		
Colorwaschmittel		
Weichspüler		

2. Gib an, welches Feinwaschmittel, Vollwaschmittel, Colorwaschmittel, Weichspüler verwendet wurde.



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 1

Die wichtigsten Helfer beim Waschen – Nachweis von Tensiden

Versuch 2: Wirkung einer Tensidlösung auf die Grenzflächen zwischen Wasser und Öl

Geräte

Großes Becherglas
Kleine Flasche

Chemikalien

Öl (das sich mit seiner Farbe deutlich vom Wasser abhebt, z.B. Sonnenblumenöl)
Wasser
Tensidlösung (z.B. Handspülmittel)

Durchführung

Bei der Durchführung sollte darauf geachtet werden, dass die kleine Flasche in das Becherglas passt.

Das Becherglas wird mit Wasser befüllt, aber nicht ganz voll, denn die kleine Flasche muss darin noch Platz finden. Die kleine Flasche wird komplett mit Öl befüllt und anschließend im Becherglas versenkt. Dabei muss die Flasche geöffnet bleiben. Die Flasche muss gut mit Wasser bedeckt sein.

Nach ca. 1 min gibt man einige Tropfen Tensidlösung auf die Wasseroberfläche.

Aufgabe

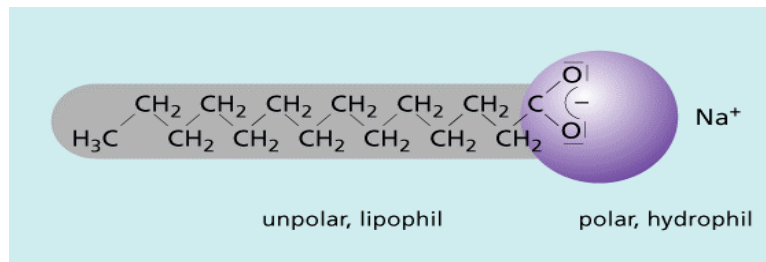
1. Notiere deine Beobachtung.
2. Deute deine Beobachtung und stelle eine Vermutung zum Aufbau des Tensids auf.



Wie wird die Weste weiß? – Waschwirkung von Tensiden

Waschwirkung von Tensiden

Alle Tenside haben eine charakteristische Molekülstruktur, auf die sich ihre Waschkraft zurückführen lässt. Tenside bestehen aus einem unpolaren, hydrophoben (wasserabweisenden) Kohlenwasserstoffrest und einem polaren, hydrophilen (wasserliebenden) in Wasser löslichen Molekülteil; man sagt, sie sind amphiphil. Aufgrund der Amphiphilie haben Tenside die Eigenschaft reinigend zu wirken.



Kommen sie mit Wasser in Berührung, richten sich die einzelnen Tensidmoleküle so aus, dass der wasserabweisende Teil entweder in die Luft ragt oder sich mit anderen Tensidmolekülen zu kugelförmigen Gebilden, so genannten Micellen, zusammenlagert. Der wasserlösliche Rest wird durch Anlagerung von Wassermolekülen gelöst.

Tenside bewirken, dass zwei nicht miteinander mischbare Flüssigkeiten (z. B. Öl in Wasser) sich zu einer Emulsion vermischen. Aufgrund ihres amphiphilen Charakters dringen sie mit ihrem fettlöslichen Teil in die Öltröpfchen ein. Durch den wasserlöslichen Teil kann das Öltröpfchen in der wässrigen Umgebung in Lösung gehalten werden.

Aus der Struktur der Tenside resultiert die Eigenschaft, sich bevorzugt an Grenzflächen (z. B. zwischen Wasser und Schmutz) anzureichern. Dabei ragen der hydrophile Teil immer ins Wasser und der hydrophobe Teil an Schmutzpartikel der unterschiedlichsten Art.

Tenside sind Substanzen, die die Oberflächenspannung des Wassers vermindern, weil sie sich an der Grenzfläche zwischen zwei nicht mischbaren Phasen anordnen. Diese Grenzflächenaktivität unterscheidet die Tenside von anderen Stoffgruppen.

Der Name Tensid leitet sich vom lateinischen *tensus* (von *tendere* - spannen, straff anziehen) ab.

Aus den charakteristischen Eigenschaften der Tenside lässt sich ihre Reinigungswirkung erklären:

- Herabsetzung der Oberflächenspannung des Wassers, weil Tenside sich bevorzugt an Grenzflächen anreichern
- Bildung von Micellen
- Schaumbildung
- Benetzung wasserabweisender, hydrophober Flächen
- Tenside besitzen ein Schmutzablösevermögen – **Primärwaschvermögen**
- Tenside besitzen ein Schmutztragevermögen – **Sekundärwaschvermögen**.



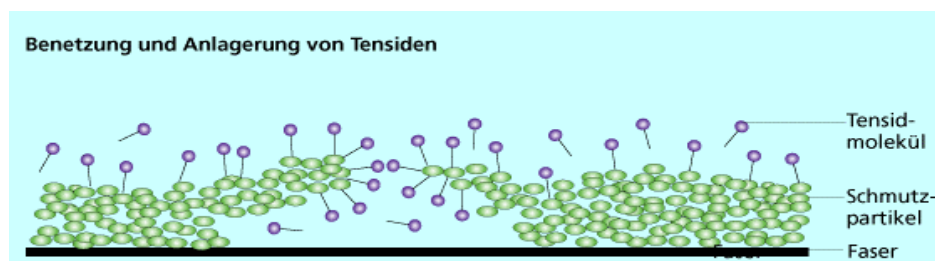
Wie wird die Weste weiß? – Waschwirkung von Tensiden

Die Waschwirkung wird im Allgemeinen in 4 Schritte aufgeteilt:

- Benetzung der Faser
- Verminderung der Schmutzhaftung
- Ablösen des Schmutzes von der Faser
- Halten des Schmutzes in der Lösung

Benetzen

Die Tenside vermindern die Oberflächenspannung. Hierdurch wird eine vollständige Benetzung der verschmutzten Fasern möglich, da die Tenside sich bevorzugt an den Grenzflächen Wasser-Faser und Wasser-Öl anlagern. Die Fasern, wie auch die Schmutzpartikel, werden von einer monomolekularen Tensidschicht umgeben. Hierbei ragt der hydrophile (wasserliebende) Teil in Richtung wässriger Lösung.

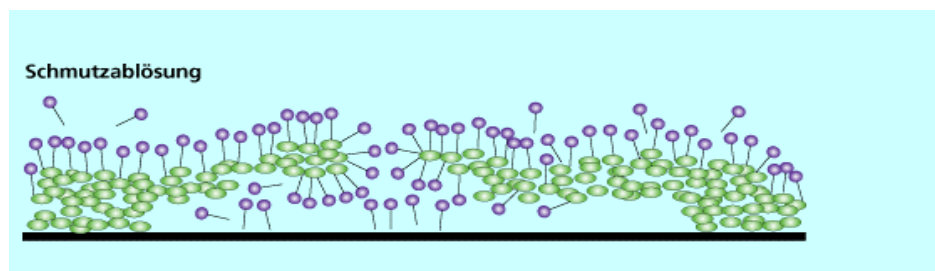


Vermindern der Schmutzhaftung

An der Grenze zwischen Faser und Schmutzteilchen bildet sich durch die Anordnung der Tensidmoleküle eine gleichmäßig geladene hydrophile Schicht aus. Diese Schicht führt dazu, dass sich Schmutz und Faser gegenseitig abstoßen. Die so genannte „Schmutzhaftung“ wird vermindert und das Schmutzpartikelchen wird von der Faser verdrängt. Die hydrophobe „fettliebende“ Phase wurde durch die wässrige Phase ersetzt. Bei dieser so genannten Umnetzung tritt das Benetzungsvermögen des Öltröpfchens in Konkurrenz zu dem der Tensidlösung. Je geringer also die Oberflächenspannung der Tensidlösung ist, desto effektiver wird die Umnetzung ablaufen.

Ablösen des Schmutzes von der Faser

Die vollständige Umnetzung läuft im Allgemeinen nicht spontan ab, sondern bedarf bei einer vollständigen Entfernung aller Schmutzpartikel, mechanischer Bewegung. Je wirkungsvoller die Bewegung während des Waschvorgangs ist, desto erfolgreicher ist auch das Ergebnis.





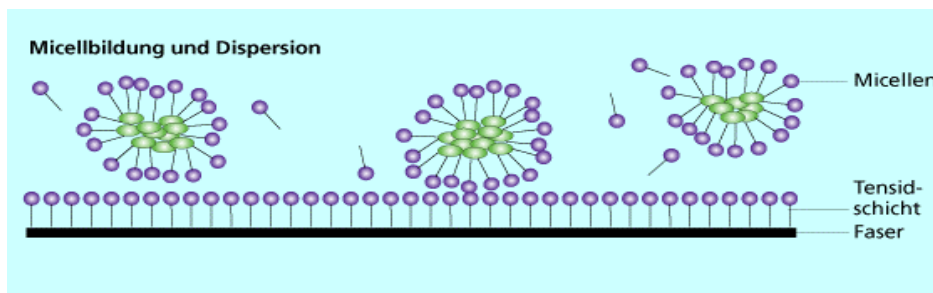
Das Geheimnis der weißen Weste

Station 2

Wie wird die Weste weiß? – Waschwirkung von Tensiden

Halten des Schmutzes in der Lösung

Damit der Waschvorgang auch erfolgreich ist, ist es notwendig, dass die soeben entfernten Schmutzpartikel sich nicht wieder an die Fasern anlagern. Daher bilden die Tensidmoleküle, welche bereits die Schmutzpartikel umschlossen haben, eine hydrophile Schicht rund um sich herum, sie bilden Micellen.



Arbeitsauftrag

1. Zeichne ein Tensidmolekül im Wasser, im Öl und zwischen Wasser und Öl auf.
2. Nimm Streichhölzer, Knete und ein Stück Gummiband zur Hand. Stelle aus diesen Einzelteilen den kompletten Schmutzablösungsvorgang dar.



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 2

Wie wird die Weste weiß? – Benetzen, Emulgieren, Suspendieren

Versuch 1: Oberflächenspannung

Geräte

Glaswanne
Pipette mit Stopfen
Becherglas
Reißzwecken aus Metall

Chemikalien

Handspülmittel
Salatkräuter
Wasser

Durchführung

1. Fülle die Glaswanne mit Wasser und streue eine dünne Schicht Salatkräuter auf die Wasseroberfläche, so dass die Oberfläche bedeckt ist. Lasse nun ein paar Tropfen Spülmittel ins Wasser tropfen.
2. Nimm ein Becherglas, fülle es mit Wasser und lege 1–2 Reißzwecken auf die Wasseroberfläche. Gib jetzt ein paar Tropfen Spülmittel hinzu.

Aufgabe

Schreibe deine Beobachtungen zu diesem Versuch auf und begründe schriftlich.



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 2

Wie wird die Weste weiß? – Benetzen, Emulgieren, Suspendieren

Versuch 2: Emulgiervermögen

Geräte

3 Reagenzgläser
Reagenzglasständer
3 Stopfen
Messzylinder

Chemikalien

Spülmittel
Kernseife, geschuppt
Pflanzenöl
Dest. Wasser

Durchführung

Fülle drei Reagenzgläser mit jeweils 10 mL dest. Wasser und gib in jedes 1 mL Pflanzenöl hinzu (siehe Abb. unten). Gib in das erste Reagenzglas zwei Tropfen Spülmittel und in das zweite eine Schuppe Seife. Das dritte Reagenzglas bleibt unverändert. Setze jetzt jeweils einen Stopfen auf die Gläser und schüttele alle drei kräftig durch.

Aufgabe

1. Zeichne in die Abb. 2 deine Beobachtungen nach dem Schütteln ein.
2. Erkläre deine Beobachtungen schriftlich. Diskutiere in deiner Gruppe darüber.

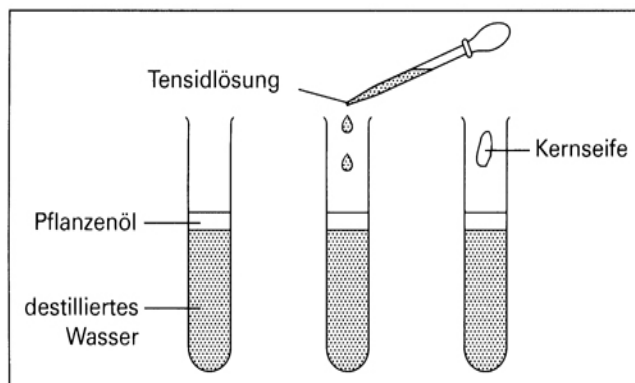


Abbildung 1

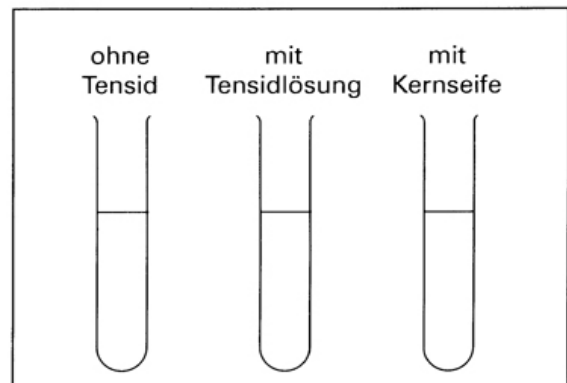


Abbildung 2



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 2

Wie wird die Weste weiß? – Benetzen, Emulgieren, Suspendieren

Versuch 3: Untersuchung Suspendier- und Schmutztragevermögen

Geräte

5 Reagenzgläser
Reagenzglasständer
2 Trichter
Filterpapier
2 Stopfen

Chemikalien

Kernseife, geschuppt
Gepulverte Aktivkohle
Dest. Wasser

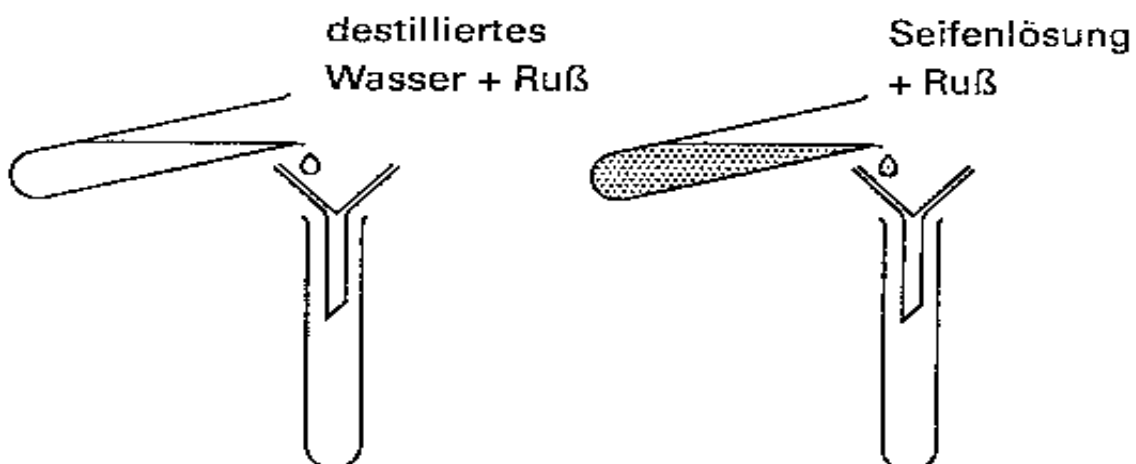
Durchführung

Herstellung der Seifenlösung: Löse zwei Schuppen Kernseife in 10 mL dest. Wasser.

Fülle nun ein Reagenzglas zur Hälfte mit dest. Wasser und ein anderes zur Hälfte mit Seifenlösung. Gib nun in jedes Reagenzglas eine Spatelspitze Aktivkohlepulver hinzu. Verschließe die Gläser mit einem Stopfen und schüttle sie kräftig! Zum Schluss filtriere beide Lösungen.

Aufgabe

1. Zeichne deine Beobachtung in folgende Abbildung ein.



2. Erkläre deine Beobachtung mit Hilfe des Textes über das Schmutztragevermögen.



Wer frisst Draculablut? - Enzyme

Enzyme in Waschmitteln

Enzyme sind biologische Katalysatoren. Jedes Enzym wirkt spezifisch für einen bestimmten organischen Stoff, welchen es immer in gleicher Art und Weise abbaut.

Deswegen sind mehrere unterschiedliche Enzyme in Wasch- und Reinigungsmitteln enthalten:

Proteasen bauen Eiweißverschmutzungen ab.

Amylasen bauen Stärkeverbindungen ab.

Lipasen bauen Fettverschmutzungen ab.

Etwa 80% aller Waschmittel enthalten Enzyme. Proteasen werden am häufigsten in Waschmitteln eingesetzt. Viele organische Verschmutzungen sind nach ihrer Trocknung, ohne diese Enzyme, kaum noch zu entfernen, da z. B. Eiweißsubstanzen fest an Textilien haften und schwer wasserlöslich sind.

Enzyme vom Typ der Proteasen sind in der Lage, Eiweißverbindungen (Proteine) zu spalten und in kleinere wasserlösliche Bruchstücke (Aminosäuren und Peptide) zu zerlegen (siehe Abb.). Diese lassen sich dann leicht aus dem Gewebe auswaschen.

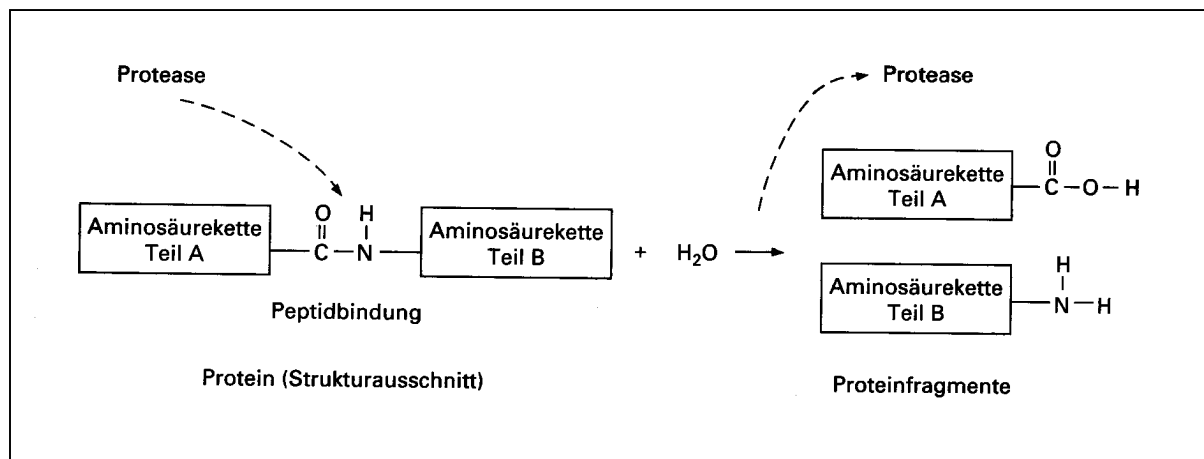


Abb.: Schema einer enzymkatalysierten Proteinspaltung (Stelle dir Gelatine als Beispiel für ein Protein vor.)

Da Enzyme als Katalysatoren arbeiten, werden sie bei der Reaktion nicht verbraucht und das ist ein entscheidender Vorteil, da dadurch die Enzyme in kleinen Mengen sehr wirkungsvoll eingesetzt werden können. Bei ausreichend langer Einwirkungszeit kann theoretisch eine sehr kleine Menge Protease eine unbegrenzte Menge Eiweiß abbauen.



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 3

Wer frisst Draculablut? - Enzyme

Enzyme sind aber keine Wundermittel gegen organische Anschmutzungen. Bei ihrer Verwendung sind bestimmte Einschränkungen zu beachten:

Die Wirkung der Enzyme ist stark von der Temperatur abhängig. Sie sind grundsätzlich nur in einem begrenzten Temperaturbereich wirksam, der meist zwischen 20 °C und 65 °C liegt. Eine Protease, deren Wirkungsoptimum bei etwa 60 °C liegt, hat bei 30 °C nur noch 5 bis 10 % ihrer Wirkung. Umgekehrt kann das Enzym bei 95 °C schon nach einigen Minuten völlig unwirksam sein. Enzyme müssen also temperaturabhängig verwendet werden. Sie werden auch industriell aus dementsprechend angepassten Mikroorganismen hergestellt.

Die Verwendung von Enzymen ist unter dem Gesichtspunkt der Waschmittelwirksamkeit und des Umweltschutzes zu befürworten. Enzyme sind bereits in kleinsten Mengen hoch wirksam, so dass eine größere Menge anderer waschaktiver Substanzen eingespart werden kann. Außerdem sind Enzyme biologisch vollständig abbaubar und ungiftig.

Ein Nachteil der Proteasen liegt jedoch in der Handhabung. So kann auch die Haut durch Proteasen angegriffen werden, wenn mit ungeschützten Händen in der Waschlauge gearbeitet wird. Auch die Schleimhäute können beim Einatmen von enzymhaltigem Waschmittelstaub angegriffen werden. Ein großes Risiko bei der Handhabung stellt die allergene Potenz von Proteasen dar, die als organische Makromoleküle im Körper sehr leicht und zum Teil sehr heftige Immunreaktionen auslösen. Jedoch ist das trockene Pulver des Waschmittels ungefährlich, da die Enzyme in umhüllten Mikrokapseln vorliegen. Außerdem sind heutige Waschmittel kaum staubig, so dass die Enzyme nur bei unsachgemäßer Handhabung eingeatmet werden könnten.

Arbeitsaufträge

1. Wie hat der Einsatz von Enzymen in Waschmitteln das Waschen nachhaltig verändert?
2. Worauf sollte bei der Handhabung von enzymhaltigem Waschmittel geachtet werden?
3. Erkläre, was die Überschrift „Wer frisst Draculablut?“ mit der Verwendung von Enzymen in Waschmitteln zu tun hat? (Tipp: Blut ist eine Eiweißverbindung.)
4. Welche Enzyme sind im Vollwaschmittel Persil-Megaperls enthalten?
5. Nenne Verschmutzungen, bei denen die oben genannten Enzyme gut wirken können.
6. Warum weisen viele Waschmittelpackungen den Warnhinweis „Nicht für Wolle und Seide verwenden“ auf? (Tipp: Wolle und Seide sind Eiweißverbindungen.)



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 3

Wer frisst Draculablut? - Enzyme

Versuch: Wirkungsweise von Proteasen

Geräte

Becherglas (250 mL)
5 Bechergläser (50 mL)
2 Messzylinder (mind. 20 mL)
Heizplatte
Waage
Spatel
Stift

Chemikalien

Gelatine
Protease
Waschmittel (Vollwaschmittel, Feinwaschmittel, Wollwaschmittel)
Dest. Wasser

Durchführung

Eine 5%ige Gelatinelösung wird durch das Lösen von 5 g Gelatine mit 100 mL heißem Wasser in einem Becherglas hergestellt.

Es werden jeweils 500 mg der vier vorhandenen Waschmittelproben in 10 mL destilliertem Wasser gelöst.

Als Vergleichsprobe wird 100 mg Protease in 10 mL destilliertem Wasser gelöst.

Als Blindprobe dient 10 mL destilliertes Wasser.

Nun wird in jedes der Bechergläser 20 mL der Gelatinelösung gegeben und in den Kühlschrank gestellt, damit die Lösung erstarren kann.

Aufgabe

1. Notiere deine Beobachtungen. Erkunde, ob laut Verpackungsangabe in den Waschmitteln Protease enthalten ist.

Probe	Beobachtung	Ist laut Verpackungsangaben in den Waschmitteln Protease enthalten?
Blindprobe		nein
Vergleichsprobe		ja
Waschmittel 1		
Waschmittel 2		
Waschmittel 3		

2. Deute deine Beobachtungen mithilfe des Textes (Was ist wieso passiert?)



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 4

Am Anfang war die Seife – Waschen im Wandel der Zeit

Die Geschichte des Waschens

In den Regalen der Supermärkte findet sich eine Vielzahl verschiedener Waschmittel. Eines der bekanntesten und ältesten ist Persil. Fritz Henkel brachte das Waschmittel 1907 auf den Markt. Der Name setzt sich aus den Inhaltsstoffen, „Per“ von Perborat und „Sil“ von Silikat, zusammen. Schon vor Christi Geburt haben Menschen gewaschen, sagen wir auf außergewöhnliche Art. 4500 v. Chr. wurde im Orient Pottasche und Soda zur Reinigung benutzt.

Die Seifenherstellung wurde erstmalig auf einer Tontafel aus der Zeit um 2500 v. Chr. festgehalten. Seife wurde zum Waschen von Wolle und als salbenartige Medizin benutzt. Sie ist eines der ältesten Chemieprodukte und wurde aus Öl und Pottasche gewonnen.

Jahrhunderte lang verwendete man auch Sand, Soda, Borax, Wurzelaufguss von Seifenkraut oder Rosskastanienextrakte zur Reinigung. Erwähnen sollte man auch, dass nicht nur gut riechende Materialien, sondern auch übel riechende Substanzen wie gegorener Urin, Rindergalle, Schafs- und Schweinekot zur Reinigung eingesetzt wurden.



Werbeplakat 1911



Seifensiederei um 1600

Im 7. Jh. brachten Araber (Mauren) die Kunst der Seifenherstellung nach Spanien, wo erste Seifenzentren u.a. in Sevilla, Cartagena und Alicante entstanden. Seit dem 14. Jh. wurde die Seifenherstellung in Mitteleuropa als handwerklicher Beruf angesehen. Durch die Weitergabe von Herstellungsrezepten von Generation zu Generation wurde die Seifenherstellung immer bekannter und alltäglicher. Hochwertige parfümierte Seifen wurden zu Luxusartikeln. Dafür waren Zentren in Europa wie Marseille und ab dem 15. und 16. Jh. Städte wie Savona, Venedig und Genua bekannt.

Im 18. Jh. stieg die Nachfrage nach Seife durch den Aufschwung der Textilindustrie. Man verstärkte die wissenschaftlichen Bemühungen zur künstlichen Herstellung von Soda. Dies gelang 1789 Leblanc, indem er Soda aus Glaubersalz (Natriumsulfat) gewann. Genau 74 Jahre später wurde das Solvay-Verfahren erfunden. Dieses Verfahren dient der Herstellung von Soda aus Natriumchlorid, Ammoniak und Kohlenstoffdioxid. Der Beginn der industriellen Produktion von Seife begann Ende des 19. Jh.



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 4

Am Anfang war die Seife – Waschen im Wandel der Zeit

Das erste Waschmittel kam 1878 in Pulverform auf den Markt. Seine Hauptbestandteile waren Seifenpulver, dazu Soda und Wasserglas. Zug um Zug wurde das Waschmittel immer weiter verbessert. 1932 kam das erstes **Feinwaschmittel Fewa** auf den Markt, ab 1945 wurden elektrische Waschmaschinen entwickelt, 5 Jahre später wurden Waschmittel mit wasserhärteunempfindlichen synthetischen Tensiden auf Erdölbasis hergestellt.



Schaumberge auf deutschen Gewässern 1959

Ab 1959 gab es ein Tief für die Waschmittelindustrie, da sich auf deutschen Gewässern Schaumberge von schwer abbaubaren Tensidrückständen bildeten und dies der Umwelt schadete. Das wurde 2 Jahre später durch den Ersatz von biologisch leicht abbaubaren Tensiden beseitigt. 1966-80 wurde Waschmittel mit Enzymen und Bleichaktivatoren (TAED) wichtig. Wegen der Überdüngung der Gewässer gab es 1980 eine Verordnung, in der gesetzlich festgehalten wurde, wie hoch der Phosphatgehalt in Waschmitteln sein darf.

Die Reaktion der Industrie kam 6 Jahre später mit der Einführung des ersten phosphatfreien Markenwaschmittels. Zeolith A (Sasil) dient als Phosphatersatz. In den letzten 20 Jahren gab es immer wieder Verbesserungen. So wurde das Kompaktwaschmittel, das Superkompaktwaschmittel und weil es immer kleiner und praktischer werden sollte, letztendlich die Tabs entwickelt.

Arbeitsaufträge

1. Zeichne einen Zeitstrahl, trage die wichtigsten Entwicklungsschritte ein und benenne sie.
2. Auf welchem Namensursprung basiert der Handelsname Persil?
3. Was war 1863?
4. Was waren negative Auswirkungen des Waschmittelverbrauchs und was wurde dagegen unternommen?



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 4

Am Anfang war die Seife – Waschen im Wandel der Zeit

Zusatzblätter, wenn noch Zeit ist



















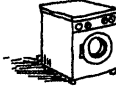


1930	 Kochen	 Stampfen	 Spülen/Wringen	 Aufhängen	 Stärken/Einsprengen	 Durchziehen	 Bügeln	 Wegräumen
1960	 Waschen/Spülen	 Schleudern (autom.)	 Aufhängen	 Stärken/Einsprengen	 Durchziehen	 Bügeln	 Wegräumen	
1970	 Waschen/Spülen/Schleudern (autom.)		 Feucht aufhängen und hängend trocknen			 in den Schrank hängen		
1980	 Waschen/Spülen/Schleudern (autom.)		 Trocknen		 in den Schrank hängen			

Abb.: Waschen im Wandel der Zeit

Arbeitsauftrag 5

Das Waschen hat sich im Laufe des 20. Jahrhunderts sehr vereinfacht. Schaut euch die Abbildung an und gebt wieder, was sich speziell verändert hat.



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 4

Am Anfang war die Seife – Waschen im Wandel der Zeit

Arbeitsauftrag 6 (wenn noch Zeit ist)

Anbei findet ihr eine Vorlage für ein Waschmittelpaket von 1939. Schneidet dieses aus, knickt es und klebt es an den Klebelaschen zusammen.

Normalpaket

WASCHANLEITUNG:

Einweichen: Kalt bis höchstens lauwarm mit Soda, Bleichsoda oder einem anderen guten Einweichmittel.

Gut gewaschen! ist halb gewaschen!
Wasser weidmachen (entharlen): Weiches Wasser spart Seife und sichert volle Auswirkung des Waschpulvers. Die Enthärtung soll 30 Min. vor Bereitung der Waschlösung erfolgen. Bei mäßig hartem Wasser verrühre 1–2 Handvoll Bleichsoda, Soda oder ein anderes Enthärtungsmittel in dem mit 50 Liter Wasser gefüllten Kessel. Erst 30 Minuten nach Zugabe des Enthärtungsmittels und mehrmaligem Umrühren wird das Waschpulver zugeseigt.

Walla- und Grobwascher

Einweichen: Am besten über Nacht.
Waschen: Die erforderliche Menge des Waschpulvers in etwas entharnten Wasser auflösen und oben in den — mit entharnten Wasser gefüllten — Kessel geben. Zu starkes Köchen, Reiben, Bürsten, Wringen, Schrödel der Wäsche, Längeres Köchen als 15 Min. ist nutzlos und unzweckmäßig. Kessel nicht zu voll packen. Spülzeit: Gründlich spülen — warm, lauwarm, kalt — bis Wasser klar bleibt.

Buntwascher

Einweichen: Kurz und niemals heiß (etwa 2–3 Stunden).
Waschen: Die erforderliche Menge des Waschpulvers in das mit entharnten Wasser gefüllte Waschgefäß geben. Zu starkes Reiben, Bürsten, Wringen schadet der Wäsche. Nicht kochen, sondern in (vorher entharnter) heißer Waschlösung durchwischen. Je mehr Waschlösung, desto besser; die Wäsche soll schwimmen. Spülen: Bunte Wäsche sofort gründlich spülen — warm, lauwarm, kalt — bis das Wasser klar bleibt. Bunte Wäsche niemals in nassem Zustand aufeinander liegen lassen, sondern sofort trocknen. Rlf. 0477

Deutsche Frau, Wäsche ist wertvolles Volksgut! Richtiges Waschen hilft sie erhalten
5. Alle Einweich-, Enthärtungs- und Waschmittel genau gründlich — evtl. zweimal — einweichen
nach Gebrauchsanweisung verwenden. Diese Mittel müssen gut aufgelegt und verfrüht werden. Einweichwasser 7. Übermäßiges Reiben, Bürsten, Wringen aus der Wäsche entfernen.

Verteilt nur gegen Rückgabe
siner leeren Packung!

Waschpulver

für

Weiß-, Grob-, Buntwäpfche

Inhalt reicht für 2½–3 Eimer
= 25–30 Liter **Wascher**

Waschanleitungen
beachten!

Gründliches Einweichen und
losgelöstes **Waschpulver**
(**Entharlen**) des **Waschers** ist
besonders wichtig; genaue
Anweisung siehe Rückseite!

Waschpulver

Deutsche Frau, Wäsche ist wertvolles Volksgut! Richtiges Waschen hilft sie erhalten!
Wascher und Kessel
1. Trenne weisse und farbige Wäsche beim
Einweichen und Waschen!
4. Die Enthärtung vermehrt die Schaumbildung und erhöht
2. Stärkewäsche besonders gut einweichen!
die Waschwirkung des Pulvers.



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 4

Am Anfang war die Seife - Waschversuche

Versuch: Waschen mit verschiedenen Waschmitteln

Geräte

5 Bechergläser (600mL)
5 Magnetrührer mit Heizfunktion
5 Thermometer und 5 Rührstäbchen

Chemikalien

Ölverschmierter Lappen
Vollwaschmittel (z. B.: Persil)
Feinwaschmittel (z. B.: Fewa)
Wollwaschmittel (z. B.: Perwoll)
Seifenspäne, Wasser

Durchführung

Zuerst wird der ölverschmierte Lappen in fünf gleichgroße Stücke geschnitten. 250 mL Wasser werden jeweils in die Bechergläser gegeben. Nun werden jeweils 2 g der verschiedenen Waschmittel dazugegeben und die Becher beschriftet. Die Bechergläser werden unter Beobachtung mit den Thermometern bis zur ihrer vorgesehenen Temperatur erhitzt. Die fünf Lappen werden vorsichtig dazu gegeben und unter Rühren gewaschen, jeweils 30 Minuten lang. Danach werden die Lappen gespült und getrocknet.

Waschmittel	Wollwaschmittel	Feinwaschmittel	Vollwaschmittel	Seifenspäne	Leitungswasser
Temperatur	30°C	60°C	60°C	60°C	60°C

Aufgabe

1. Fasst eure Beobachtungen in einem kurzen Text zusammen.
2. Deute den Versuch, indem du den Lückentext ergänzt. (Zu verwendende Wörter: reine Seife, Tensidgehalt, 90° C, Enzyme, Temperatur der Waschlauge, Fein, hoher, Tenside, Vollwaschmittel, 60° C, Bleichmittel, geringer, Waschergebnis)

Von allen verwendeten Waschmitteln hat das die höchste Leistungsfähigkeit. Unter anderem ist hier das gut sichtbar. Deutlich ist die Reinigungswirkung von Woll- undwaschmittel. Fast keine Reinigungswirkung, trotz Temperatur, lässt sich mit reinem Wasser erzielen. Ein gutes Ergebnis weist auf. Da Seifenwaschmittel einen hohen haben, können sie Fette besser lösen. Ursachen für die gute Leistungsfähigkeit der Waschmittel sind:, und Eine wichtige Rolle beim Waschen spielt nicht nur der Waschmitteltyp, sondern auch die Früher musste man noch mit waschen. Heute reicht eine Temperatur von aus, um gute Waschergebnisse zu erreichen.



Das süße Geheimnis der Zuckertenside – Süße Waschmittel

Zuckertenside in Waschmitteln

In modernen Waschmitteln befinden sich häufig Zuckertenside, z. B. Alkylpolyglucoside (APG).

APG besteht wie jedes Tensid aus einem wasserliebenden und einem fettliebenden Teil. Der fettliebende (hydrophobe) Teil ist gekennzeichnet durch eine Kohlenwasserstoffkette, die man auch Alkylrest nennt. Der wasserliebende (hydrophile) Teil, welcher es ermöglicht, dass das Zuckertensid sich in Wasser auflöst, sind Glucosemoleküle (Traubenzuckermoleküle). Alkylpolyglucoside gehören zu den nichtionischen Tensiden, auch Niotenside genannt. Die Strukturformel ist in der Abb. zu sehen. Eine Besonderheit von nichtionischen Tensiden ist der voluminöse wasserliebenden Anteil der Verbindung.

Vorteil von APG:

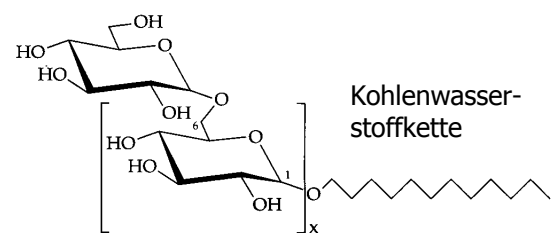
- sehr gute biologische Abbaubarkeit
- geringes Wassergefährdungspotenzial
- sehr gute Hautverträglichkeit
- breite Anwendungsmöglichkeit
- starkes Schaumvermögen
- Herstellung auf Basis nachwachsender Rohstoffe

Der Einsatz von Zuckertensiden in Waschmitteln ist eine relativ neue Entwicklung. Dies liegt unter anderem daran, dass erst seit kürzerer Zeit preiswerte, effektive Verfahren entwickelt wurden, mit denen man ausreichende Mengen von Zuckertensiden herstellen kann. Deshalb fanden sie bis dahin auch lediglich in den Bereichen Lebensmitteltechnologie, Kosmetik und Pharmazie eine Verwendung. Als Rohstoffe zur Herstellung von Alkylpolyglucosiden dienen Kartoffeln und Mais, die Stärke enthalten. Aus der Stärke lässt sich mit Hilfe einer Hydrolyse Glucose (Traubenzucker) gewinnen. Ein anderer Weg um an Glucose zu kommen, ist der über Zuckerrohr bzw. Zuckerrüben. Aus diesen Rohstoffen kann man Saccharose gewinnen. Saccharose lässt sich in Glucose und Fructose überführen, wobei die Fructose mittels spezieller Enzyme in Glucose umgewandelt wird. Des weiteren benötigt man die Kokosnüsse der Kokospalme für das Kokosfett, welches zum Fettalkohol abgebaut wird. Alkylpolyglucoside lassen sich unter Einfluss geeigneter Katalysatoren durch direkte Reaktion von Glucose mit Fettalkohol erhalten.

Arbeitsaufträge

1. Kennzeichne in der Grafik, welcher Teil des Zuckertensids den Schmutz bindet.
2. Wieso befinden sich Zuckertenside in Waschmitteln?
3. Fertige eine Skizze zur Herstellung von APG an.

Strukturformel vom Alkylpolyglucosid (APG)



wasserliebender Teil

fettliebender Teil

($x+1$ = Anzahl der Glucoseeinheiten, im Durchschnitt: $x=1,4$)



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 5

Das süße Geheimnis der Zuckertenside – Nachweis von Zuckertensiden

Versuch: Schnelltest zum Nachweis von Zuckertensiden in Wasch- und Reinigungsmitteln

Geräte

Reagenzgläser mit Ständer
Glasstab
Tropfpipetten oder Kapillaren
DC Alufolien (Kieselgel 60)
Erlenmeyerkolben 200mL
Messzylinder 100mL, 10 mL
Trockenschrank
Analysenwaage
Schere

Chemikalien

Waschmittelproben (z.B. Vollwaschmittel, Feinwaschmittel, Wollwaschmittel, Handspülmittel)
APG (Glucopon 600)
Ethanol
Thymol-Reagenz
Dest. Wasser

Durchführung

Herstellung der Vergleichsprobe

1 Tropfen APG wird mit 9 mL Ethanol intensiv gemischt.

Herstellung der Blindprobe

1 mL dest. Wasser wird mit 9 mL Ethanol vermischt.

Durchführung

Je 1 mL der Probenlösungen (Wasch- und Reinigungsmittelproben, Vergleichs- und Blindprobe) werden im Reagenzglas mit 1 mL Thymolreagenz versetzt und gemischt. Anschließend wird ein möglichst kleiner Tropfen der jeweiligen Lösung mit Hilfe einer Tropfpipette oder Kapillare auf eine DC-Alufolie (Kieselgel 60 oder Kieselgel 60 F₂₅₄) aufgetragen. Notiere die Reihenfolge der Auftragung. Die DC-Alufolie wird danach für 7 - 10 Minuten im Trockenschrank bei 105 °C erhitzt.

Aufgabe

1. Zeichne die DC – Platte in dein Heft ab.
2. Beschreibe deine Beobachtung und formuliere ein Ergebnis.



Und was sagt die Umwelt dazu? – Biologische Abbaubarkeit

Biologische Abbaubarkeit von Tensiden

2003 wurden in der Bundesrepublik Deutschland 460 kt Tenside eingesetzt. Etwas weniger als die Hälfte davon zum Waschen und Reinigen, darüber hinaus finden Tenside in vielen Bereichen von Industrie und Technik Verwendung (z. B. als Entfettungsmittel, Emulgatoren, in der Kosmetik- und- Pharmaindustrie). Beim Waschen werden die Tenside nicht verbraucht, sondern mit der Waschlauge unverändert in die Umwelt abgegeben. Daher haben sie eine große ökologische Bedeutung und die Abbaubarkeit von Tensiden ist für die Umweltverträglichkeit sehr wichtig.

Tenside, die aus der Waschlauge beim Waschen kommen, haben in höheren Konzentrationen eine giftige Wirkung auf Gewässerorganismen, z.B. Fische, Wasserflöhe, Algen. Die in Waschmitteln gebräuchlichen Tenside zeigen im Durchschnitt ab einer Konzentration größer 1-5 mg/L eine erhöhte Sterblichkeit der Gewässerorganismen.

Die Abbaubarkeit der Tenside ist von der Struktur und nicht von der Ladung abhängig. Im heißen Sommer 1959 bildeten sich auf den Flüssen in Deutschland schmutzige, gelbe Schaumberge. Eine hohe Tensidkonzentration und ein ungenügender Sauerstoffaustausch führten an vielen Orten zu einem Fischsterben. Verursacher war das Tensid Tetrapropylbenzolsulfonat (TPS), welches in Waschmitteln häufig eingesetzt wurde, weil es kostengünstig in der Herstellung und von guter Waschkraft war. Es zeigte sich, dass es aufgrund seiner mehrfach verzweigten Molekülstruktur schwer abbaubar war. Die heute verwendeten linearen Tenside sind dagegen viel schneller abbaubar.

Bei der biologischen Abbaubarkeit unterscheidet man den Totalabbau und den Primärabbau. Beim Primärabbau bleibt die Struktur der Tenside noch teilweise erhalten. Charakteristisch für den Primärabbau ist der Verlust der Tensidfunktion, zum Beispiel erkennbar am Verlust der Schaumbildung. Eine 90%ige Abbaurrate ist gesetzlich vorgeschrieben.

Der Totalabbau ist gekennzeichnet durch den vollständigen Abbau der chemischen Struktur. Der Totalabbau wird von Mikroorganismen durchgeführt, indem sie das Tensid als Nahrungsquelle nutzen. Tenside können zu Kohlendioxid (CO_2), Wasser (H_2O) und Mineralstoffen abgebaut werden.

Tensid



Primärabbau



Totalabbau



Arbeitsaufträge

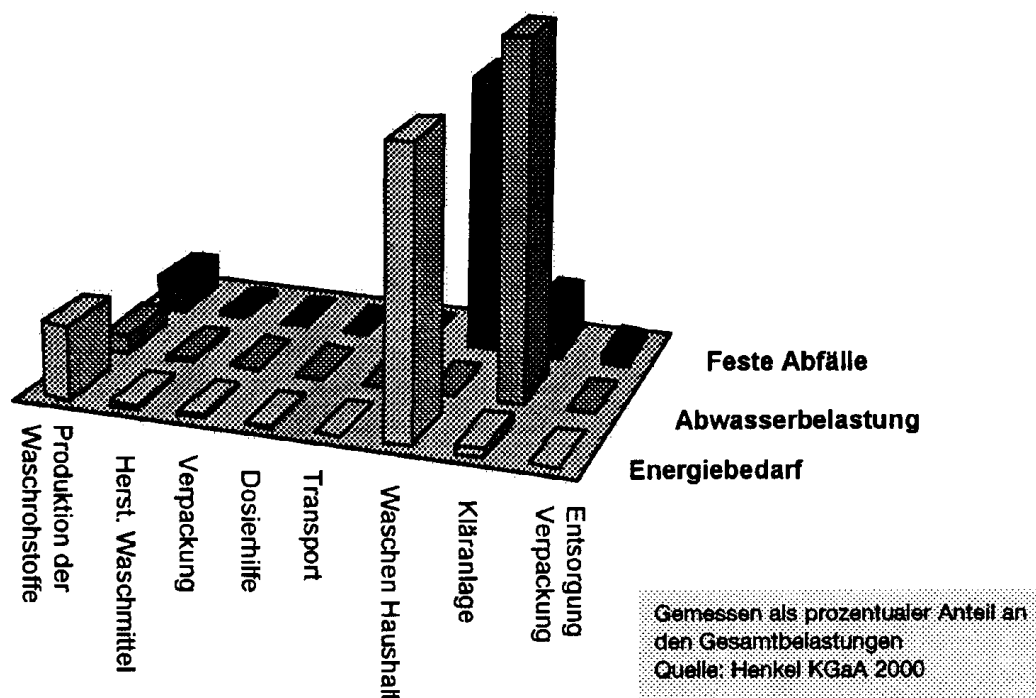
1. Wie viele kg sind 460 kt Tenside?
2. Von wem werden die Tenside abgebaut?
3. Wovon hängt die Abbaubarkeit der Tenside ab?
4. Welche zwei Abbaustufen gibt es?
5. Worin unterscheiden sich die zwei Abbaustufen?



Und was sagt die Umwelt dazu? – Biologische Abbaubarkeit

Ökobilanz des Waschens

Als Ergebnis einer Ökobilanz veranschaulicht die Abbildung die Umweltauswirkungen durch das Wäschewaschen im Haushalt (Energiebedarf, Abwasserbelastung, Abfälle) bezogen auf den gesamten Lebensweg des Waschmittels: Entnahme der Rohstoffe aus der Natur und Produktion der Waschrohstoffe, Herstellung des Waschmittels durch Mischen und Verarbeiten der Rohstoffe, Herstellung der Verpackung und der Dosierhilfe, Waschen im Haushalt und Entsorgung des Waschmittels und der Abfälle.



Die **Abwasserbelastungen** werden zu über 90% durch die Waschmittelinhaltsstoffe im häuslichen Abwasser verursacht. Demgegenüber sind die Abwasserbelastungen bei der Produktion der Waschrohstoffe und der Herstellung des Waschmittels gering. Wie viel davon in die **Umwelt** gelangt, hängt von der Qualität der Kläranlagen ab.

Bei den **festen Abfällen** fällt der größte Teil (über 70%) durch das Waschen im Haushalt an. Bei der Produktion der Waschrohstoffe sind es Schlacken und Filterstäube, die im Kraftwerk anfallen. Weitere Abfälle werden bei der Klärschlamm Entsorgung gebildet. Demgegenüber fällt der Abfall im Haushalt durch die leere Waschmittelpackung mit wenigen % kaum ins Gewicht.

Arbeitsaufträge

6. An welchen Stellen des Lebensweges eines Waschmittels (Herstellung, Gebrauch, Entsorgung) treten die Hauptbelastungen für die Umwelt auf?
7. Was können die Verbraucher tun, um die Abwasserbelastungen und Abfälle durch das Wäschewaschen zu verringern?



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 6

Und was sagt die Umwelt dazu? – Versuche zur Abbaubarkeit

Versuch 1: Wie verhalten sich Tenside beim Abbau?

Bestimmung der biologischen Abbaubarkeit von Tensiden anhand der Schaumbildung

Geräte

3 Bechergläser (1000mL)
Aquariumpumpe mit passenden Schläuchen
und Schlauchverbindungen

Chemikalien

Waschmittel (z.B. Colorwaschmittel)
Fluss- oder Teichwasser
dest. Wasser

Durchführung

Herstellung der Waschmittellösung

Stelle 1 L einer Waschmittellösung her, die der gewöhnlichen Waschmittelkonzentration in der Waschmaschine entspricht.

Dabei wird von der empfohlenen Dosierung (75g) ein fünfzehntel verwendet. (Eine Waschmaschine arbeitet i. a. mit 15 L Wasser.)

Das bedeutet, $75\text{g}/15 = 5\text{g}$ Waschmittel werden in 1 L Wasser gelöst.

Nachweisreaktion

Man gibt 50 mL der hergestellten Waschmittellösung in 500 mL Fluss- oder Teichwasser. Als Vergleichsprobe dient reines Fluss- oder Teichwasser.

Diese beiden Proben, werden mit einer Aquariumpumpe mehrere Tage belüftet.

Zusätzlich wird der Wasserstand täglich kontrolliert und gegebenenfalls wird verdunstetes Wasser durch destilliertes Wasser aufgefüllt.

Aufgabe

1. Notiere deine Beobachtungen:

	Schaumbildung nach 1 Tag	Schaumbildung nach 2 Tagen	Schaumbildung nach 3 Tagen
Fluss- oder Teichwasser + Waschmittellösung			
Fluss- oder Teichwasser			

2. Deute deine Beobachtungen.



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 6

Und was sagt die Umwelt dazu? – Versuche zur Abbaubarkeit

Versuch 2: Nachweis nichtionischer Tenside in der Waschlauge

Geräte

2 Erlenmeyerkolben (250mL)
4 Reagenzgläser
Reagenzglasständer

Chemikalien

Fettalkoholethoxylat (FAEO) (Xi)
Iod – Kaliumiodidlösung (Xn), (N)
Waschlauge aus der Waschmaschine
Waschmittel (möglichst entsprechend der Waschlauge)
Dest. Wasser

Entsorgung

Iodhaltige Abfälle werden in eine verdünnte Natriumthiosulfatlösung gegeben, bis eine vollständige Entfärbung auftritt. Nun kann man die Abfälle mit viel Wasser in den Ausguss entsorgen.

Durchführung

Die **Herstellung der Waschmittellösung** geschieht wie in Versuch 1, Station 6.

Herstellung der Vergleichsprobe

Man löst in einem Erlenmeyerkolben 100 mg (ca. 10 Tropfen) des Fettalkoholethoxylat in 100 mL destilliertem Wasser.

Nachweisreaktion

Man verdünnt die Waschmittellösung, indem man zu 2 mL Waschmittellösung 2 mL dest. Wasser in ein Reagenzglas gibt. In ein weiteres Reagenzglas gibt man 4 mL (etwa 2 Finger breit) der Vergleichsprobe. Man gibt nun 3-5 Tropfen der Iod – Kaliumiodidlösung in jedes Reagenzglas hinzu und beobachtet die Schlierenbildung. Dann wird das RG geschüttelt und man beobachtet die Färbung.

Der Nachweis für die Tenside ist positiv, wenn man eine deutliche dunkelorange Färbung erkennt (auch schon als Schlieren erkennbar). Eine Gelbfärbung tritt immer auf, so dass man auf den Unterschied zwischen gelb und dunkelorange achten muss.

Aufgabe

Notiere und deute deine Beobachtungen.

	Farbe	Enthält die Probe nichtionisches Tensid?
Waschlauge + Iod – Kaliumiodidlösung		
Waschmittellösung + Iod – Kaliumiodidlösung		
Blindprobe + Iod – Kaliumiodidlösung		
Vergleichsprobe + Iod – Kaliumiodidlösung		



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 1

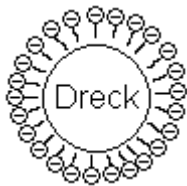
Die wichtigsten Helfer beim Waschen – Lösungsblatt

Arbeitsauftrag 1

Beispiele

Hydrophile Verbindungen	Lipophile Verbindungen
Wasser	Fette
Kochsalz (NaCl) und andere Chloride	Duftöle
Essig (CH ₃ COOH) u. a. org. Säuren	Geschmacksaromen (deswegen Butter und Öl ans Essen)
Salzsäure (HCl) u. a. anorg. Säuren	Farbstoffe (z.B. Curcuma aus Curry)
Kaliumnitrat (KNO ₃) u. a. Nitrate	Benzin und anderer Kraftstoff

Arbeitsauftrag 2



Wasser

Der Dreck oder Fettfleck ist lipophil und daher lagert sich der lipophile Teil in Richtung des Schmutzes. Da der Dreck nun eine Hülle aus wasserlöslichen Teilen des Tensids hat, löst er sich nun im Wasser und der Schmutz lässt sich wegwaschen.

Versuch 1

	Färbung der org. Phase	Ergebnis	Waschmittelverpackung
Destilliertes Wasser (Blindprobe)	farblos	Kein Tensid enthalten	
LAS (Vergleichsprobe)	blau	Aniontensid	
Esterquat (Vergleichsprobe)	gelb	Kationtensid	
Feinwaschmittel (z.B. Fewa)	blau	Aniontensid enthalten	Aniontensid
Vollwaschmittel (z.B. Persil)	blau	Aniontensid enthalten	Aniontensid
Colorwaschmittel (z.B. Ariel color)	blau	Aniontensid enthalten	Aniontensid
Weichspüler (z.B. Lenor)	gelb	Kationtensid enthalten	Kationtensid



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 1

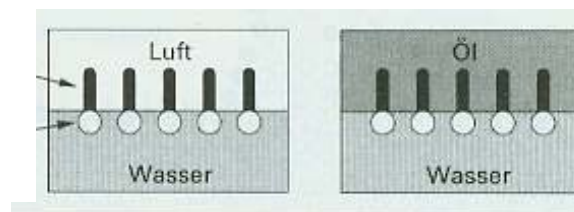
Die wichtigsten Helfer beim Waschen – Lösungsblatt

Versuch 2

1. Im ersten Moment schwimmt das Öl im Erlenmeyerkolben und steigt nicht auf. Kurz nach der Zugabe von Tensidlösung steigt das Öl auf und schwimmt an der Wasseroberfläche.
2. Der Versuch lässt einen Rückschluss über den Aufbau des Tensids mit einem hydrophilen (wasserliebenden) und einem lipophilen (fettliebenden) Teil zu. Das Wasser ist an der Oberfläche wie von einer Haut begrenzt. Das Tensidmolekül lagert sich mit seiner wasserliebenden Seite so an der Oberfläche an, dass die Haut „durchlöchert“ wird. Das versteht man unter „Herabsetzung der Oberflächenspannung“.

lipophiler Anteil
der Tenside

hydrophiler Anteil
der Tenside



An der Grenzfläche Wasser/Öl lagern sich die Tensidmoleküle so an, dass der wasserliebende Teil zum Wasser und der fettliebende Teil zum Öl zeigt. Die Grenzfläche zwischen Wasser und Öl wird durchlöchert. Das Öl wird nicht mehr in der Flasche gehalten und kann heraus fließen.

Schüttelt man anschließend die Lösung, so „umschließt“ die Tensidlösung das Fett. Das Fett bzw. Öl schwebt sozusagen im Wasser.

Anmerkung zum Versuch: Um das Öl besser sichtbar zu machen, kann man es mit einer Spatelspitze Sudanrot anfärben.

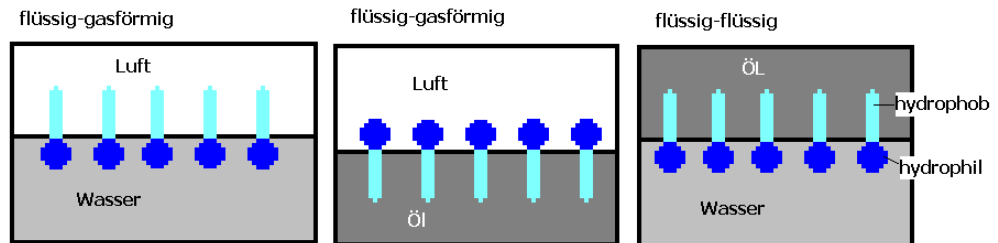


Das Geheimnis der weißen Weste

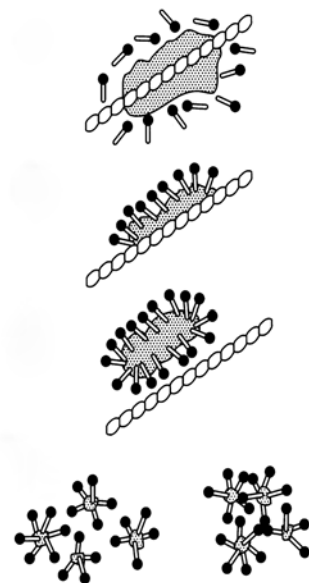
Station 2

Wie wird die Weste weiß? – Lösungsblatt

Arbeitsauftrag 1



Arbeitsauftrag 2



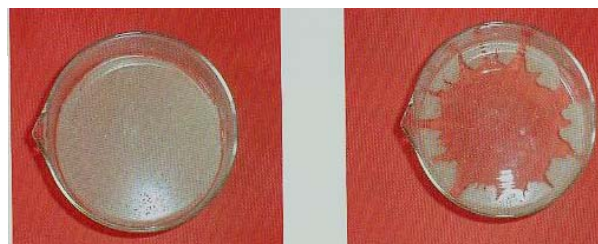
1. Benetzung
2. Vermindern der Schmutzhaftung
3. Ablösen des Schmutzes von der Faser
4. Halten des Schmutzes in der Lösung

Versuch 1

Die Salatkräuter und die Reißzwecke bleiben beim Aufgeben auf das Wasser auf der Oberfläche liegen. Gibt man Spülmittel dazu, so sinken sie auf den Grund der Glaswanne.

Das Spülmittel senkt die Oberflächenspannung des Wassers, weil sich die Tensidmoleküle bevorzugt an der Wasseroberfläche anlagern. Es bildet sich eine monomolekulare Tensidschicht aus. Der hydrophobe Teil des Tensids ragt dabei aus dem Wasser und die Grenzfläche zwischen Wasser und Luft besteht aus Kohlenwasserstoffresten. Dadurch werden die Wasserstoffbrückenbindungen auseinander gezogen und der Zusammenhalt der Wassermoleküle ist geschwächt. Die Spannung fällt weg und die Salatkräuter können nicht mehr auf der Wasseroberfläche gehalten werden.

Verteilung der Salatkräuter auf der Wasseroberfläche vor Tensidzugabe



Verteilung der Salatkräuter auf der Wasseroberfläche nach Tensidzugabe

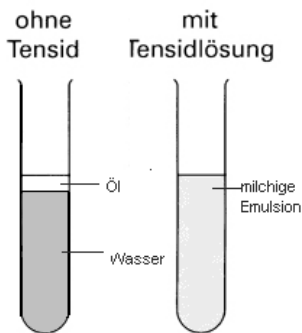


Das Geheimnis der weißen Weste

Station 2

Wie wird die Weste weiß? – Lösungsblatt

Versuch 2



Im ersten Reagenzglas bilden sich beim Schütteln kleine Öltröpfchen und setzen sich nach kurzer Zeit als Ölschicht wieder auf dem Wasser ab.

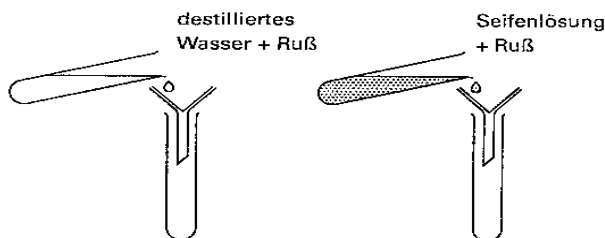
Im zweiten und dritten Reagenzglas entsteht eine milchige Emulsion.

Tenside besitzen ein gutes Emulgiervermögen. Beim Schütteln werden kleine Öltröpfchen erzeugt, die sofort von einer Tensidschicht umgeben werden und dadurch in der Wasserphase bleiben. Eine Emulsion ist ein instabiler Zustand, deshalb kommt es nach einiger Zeit auch in Anwesenheit der Tenside zur Phasentrennung. Je kleiner die Öltröpfchen sind, desto länger bleibt die Emulsion bestehen.

Im ersten Reagenz sind keine Tenside vorhanden, daher kann auch keine Emulsion entstehen.

Sollte nicht genügend Tensid zugefügt worden sein, so werden nicht alle Öltröpfchen von einer Tensidschicht umgeben und setzen sich als ein Ölfilm auf der Oberfläche ab.

Versuch 3



Filtrat ist klar.
Die Aktivkohle bleibt im Filter hängen.

Filtrat ist trüb.
Die Aktivkohle geht durch den Filter durch.

Aktivkohle besteht aus extrem kleinen Aktivkohlekristallen. In wässrigen Lösungen lagern sich diese Mikrokristalle zu größeren Teilchen zusammen. Die Aktivkohleteilchen bleiben auf dem Filter.

Tenside umlagern die Oberfläche der Aktivkohle. Der hydrophile Anteil der Tenside richtet sich dabei in Richtung der wässrigen Lösung. Die Aktivkohlekristalle können jetzt die Filterporen durchdringen. Durch die hydrophile Tensidhülle werden die Aktivkohlekristalle in der Schwebe gehalten.

Die Aktivkohleteilchen flocken nicht aus und setzen sich auch nicht aus der wässrigen Lösung ab.



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 3

Wer frisst Draculablut? - Lösungsblatt

Arbeitsauftrag 1

Die Enzyme haben selbst in kleinen Mengen eine sehr große Wirkung, da sie wie Katalysatoren funktionieren und bei der Reaktion nicht verbraucht werden. Die Enzyme sind dazu noch biologisch abbaubar und daher nicht umweltbelastend. Durch den Einsatz von Enzymen in Waschmitteln konnten die Waschttemperaturen gesenkt und die Mengen an Waschmittel pro Waschgang reduziert werden.

Arbeitsauftrag 2

Die Enzyme arbeiten nur bei bestimmten Temperaturen effektiv, daher sollte eine passende Temperatur beim Waschvorgang gewählt werden. Proteasen reagieren auch auf der Haut und an der Schleimhaut, daher sollte auf die Handhabung geachtet werden.

Arbeitsauftrag 3

Beim Waschprozess frisst nicht Dracula das Blut, sondern die Proteasen erleichtern das Ablösen bluthaltiger Verschmutzungen von der Faser.

Arbeitsauftrag 4

Proteasen, Amylasen, Lipasen, Cellulasen

Arbeitsauftrag 5

Proteasen – eiweißhaltige Verschmutzungen, z.B. Eigelb, Kakao, Milch, Blut

Amylasen – stärkehaltige Verschmutzungen, z.B. Soßen, Kartoffelbrei, Mehl

Lipasen – fetthaltige Verschmutzungen, z.B. Fettflecken

Cellulasen – wirken nicht auf Verschmutzungen, sondern glätten die Baumwollfasern

Arbeitsauftrag 6

Wolle und Seide sind Proteine, die durch längeres Einwirken der Proteasen angegriffen werden können.

Versuch

Alle enzymhaltigen Waschmittel sind flüssig geblieben, alle enzymfreien Waschmittel (z. B. Wollwaschmittel) und die Blindprobe sind zu festem Wackelpudding geworden.

Gelatine ist ein Protein. Protease und proteasehaltige Waschmittel spalten die Gelatine, so dass sie nicht fest werden kann.



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 4

Am Anfang war die Seife – Lösungsblatt

Arbeitsauftrag 1

- 4500 v. Christi: Pottasche und Soda werden zur Reinigung benutzt, aber auch gegorener Urin und Schweinekot.
- 7. Jh.: Seifenzentren entstanden in Spanien u. a. Sevilla; Cartagena und Alicante.
- 14. Jh.: Hochwertige parfümierte Seifen galten als Luxusartikel. Der Beruf des Seifensieders (Seifenhersteller) wurde anerkannt.
- 15. und 16. Jh.: Seifenzentren in Mitteleuropa bilden sich u. a. Savona; Venedig und Genua
- 18. Jh.: Nachfrage nach Seife stieg. Wissenschaftliche Bemühungen wurden betrieben um Soda künstlich herzustellen. Soda wurde zunächst aus Glaubersalz (Natriumsulfat) und später aus Natriumchlorid, Ammoniak und Kohlenstoffdioxid (Solvay-Verfahren) gewonnen.
- Ende 19. Jh.: Das erste Waschmittel kam in Pulverform auf den Markt. Inhaltstoffe waren Seifenpulver, dazu Soda und Wasserglas.
- 1907: Persil wurde von Fritz Henkel auf dem Markt eingeführt.
- Anfang 20. Jh.: Erstes Feinwaschmittel
- Mitte 20. Jh.: Waschmittel mit härteunempfindlichen synthetischen Tensiden, Aufheller und Duftstoffen wurden erfunden und hergestellt.
- 1959: Tensidrückstände verunreinigten Umwelt, Schaumberge bildeten sich auf den Gewässern in Deutschland.
- 1961: Tenside wurden biologisch abbaubar.
- 1986: Phosphatfreie Waschmittel kamen auf den Markt.
- Ende 20. Jh.: Kompaktwaschmittel und Superkompaktwaschmittel und nicht zu vergessen Tabs wurden entwickelt.

Arbeitsauftrag 2

„Per“ von Perborat und „Sil“ von Silikat

Arbeitsauftrag 3

1863 wurde das Solvay-Verfahren erfunden, welches die Herstellung von Soda aus Natriumchlorid, Ammoniak und Kohlenstoffdioxid ist.

Arbeitsauftrag 4

1959 bildeten sich auf deutschen Gewässern Schaumberge. Sie wurden durch schwer abbaubare Tensidrückstände verursacht. Sie belasteten die Umwelt sehr, deshalb wurden zwei Jahre später diese Tenside durch biologisch abbaubaren Tenside ersetzt. 1980 wurde Phosphat als Pflanzennährstoff ein Problem. Es überdüngte die Gewässer. Darum wurde es durch den Phosphatersatzstoff Sasil (Zeolith A) ersetzt.



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 4

Am Anfang war die Seife – Lösungsblatt

Arbeitsauftrag 5

In den 30er Jahren, war das Waschen noch sehr mühsam. Erst wurde die Wäsche gekocht, dann gestampft und gespült. Dies wurde alles per Hand gemacht. Anschließend wurde die Wäsche aufgehängt. Nachdem die Wäsche in der Sonne getrocknet war, wurde sie gestärkt und in ihre richtige Form gezogen. Nun konnte sie gebügelt und in den Schrank gehangen werden.

Ab 1960 wurde einiges leichter. Das Waschen und Spülen übernahm nun eine Waschmaschine und auch das Schleudern wurde von einem Gerät übernommen. Die weiteren Arbeitsschritte hatten sich seit 1930 nicht verändert.

Seit den 70er Jahren gibt es Maschinen, die das Waschen, Spülen und Schleudern in einem Waschgang ausführen. Die Wäsche wurde aber weiterhin auf der Leine getrocknet.

Ab 1980 kam ein Gerät auf dem Markt, das das Trocknen revolutionierte. Nun brauchte man nicht mehr mühselig die Wäsche im Freien aufzuhängen, sondern man gab sie einfach in den Trockner.

Auswertung der Waschversuche

Zu 1.: Das Wollwaschmittel hat bei 30° C und das Feinwaschmittel bei 60° C schlecht gereinigt. Sehr gut gereinigt hat das Vollwaschmittel bei 60° C. Die Seifenspäne bei 60° C haben gut gereinigt. Dagegen sieht man beim Leitungswasser (60° C) fast keine Veränderung gegenüber dem ursprünglichen dreckigen Lappen.

Zu 2.: Von allen verwendeten Waschmitteln hat das Vollwaschmittel die höchste Leistungsfähigkeit. Unter anderem ist hier das Waschergebnis gut sichtbar. Deutlich geringer ist die Reinigungswirkung von Woll- und Feinwaschmittel. Fast keine Reinigungswirkung, trotz hoher Temperatur, lässt sich mit reinem Wasser erzielen. Ein gutes Ergebnis weist reine Seife auf. Da Seifenwaschmittel einen hohen Tensidgehalt haben, können sie Fette besser lösen. Ursachen für die gute Leistungsfähigkeit der Waschmittel sind: Bleichmittel, Tenside und Enzyme. Eine wichtige Rolle beim Waschen spielt nicht nur der Waschmitteltyp, sondern auch die Temperatur der Waschlauge. Früher musste man noch mit 90° C waschen. Heute reicht eine Temperatur von 60° C aus, um gute Waschergebnisse zu erreichen.



Das Geheimnis der weißen Weste

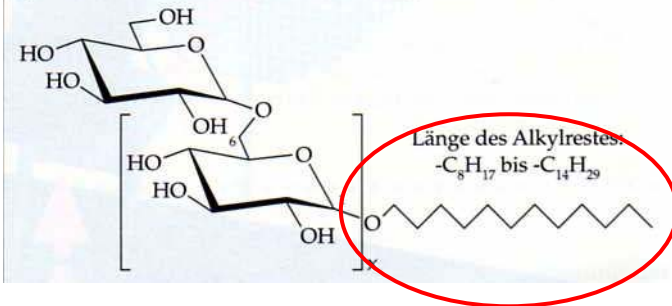
Station 5

Das süße Geheimnis der Zuckertenside – Lösungsblatt

Arbeitsauftrag 1

Strukturformel vom APG

($x + 1 =$ Anzahl der Glucoseeinheiten)



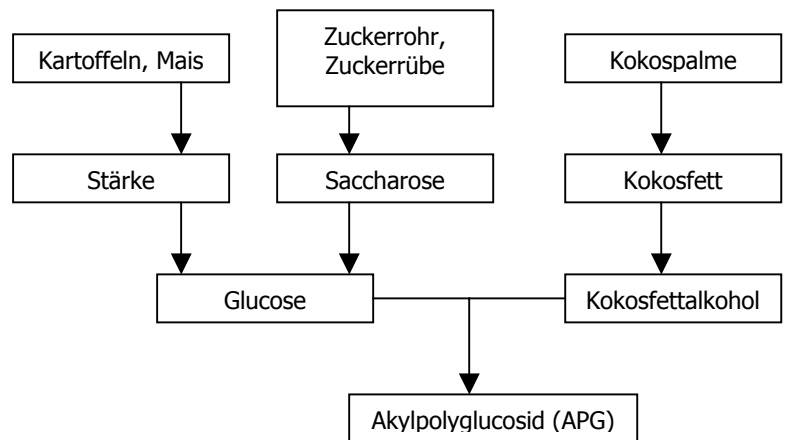
Der fettliebende (hydrophobe) Alkylrest bindet den Schmutz im Zuckertensid.

Arbeitsauftrag 2

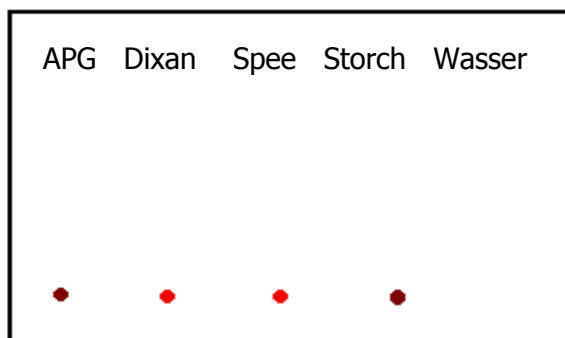
Zuckertenside besitzen eine sehr gute biologische Abbaubarkeit, ein geringes Wassergefährdungspotenzial, eine sehr gute Hautverträglichkeit und ein starkes Schaumvermögen. Sie sind einfach und billig aus nachwachsenden Rohstoffen herzustellen und haben breite Anwendungsmöglichkeiten im Bereich Wasch- und Reinigungsmittel, Körperpflegemittel, Zahncreme, Kosmetika und in der Textilindustrie.

Arbeitsauftrag 3

Syntheschema zur Herstellung von Alkylpolyglucosiden



Versuch



Da reines APG auf der DC – Platte einen roten Punkt hervorruft, beinhalten alle Waschmittel, die ebenfalls einen roten Punkt verursacht haben, auch Alkylpolyglucoside. Da Wasser keinen roten Punkt hat ist hier auch kein APG zu finden.



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 6

Und was sagt die Umwelt dazu? – Lösungsblatt

Arbeitsauftrag 1: 460.000.000 kg

Arbeitsauftrag 2: Der Totalabbau wird von den Mikroorganismen durchgeführt, indem sie das Tensid als Nahrungsquelle nutzen.

Arbeitsauftrag 3: Die Abbaubarkeit hängt von der Molekülstruktur ab. Verzweigte Moleküle lassen sich schlechter abbauen als lineare, unverzweigte Moleküle.

Arbeitsauftrag 4: Die zwei Abbaustufen heißen Primärabbau und Totalabbau.

Arbeitsauftrag 5

Beim Primärabbau bleibt die Struktur der Tenside noch teilweise erhalten. Charakteristisch für den Primärabbau ist der Verlust der Tensidfunktion, z. B. erkennbar am Verlust der Schaumbildung.

Der Totalabbau ist gekennzeichnet durch den vollständigen Abbau der chemischen Struktur.

Arbeitsauftrag 6

Die Hauptumweltbelastungen durch das Waschen treten im Haushalt auf (Energiebedarf und feste Abfälle beim Waschen und die daraus resultierende Abwasserbelastung in der Kläranlage). Der Verbraucher hat somit eine zentrale Verantwortung. Er kann durch seine Waschgewohnheiten die Höhe der Umweltbelastungen durch das Waschen maßgeblich beeinflussen.

Daneben treten größere Abwasser- und Abfallmengen bei der Produktion der Waschrohstoffe auf. In den anderen Bereichen sind die auftretenden Umweltbelastungen demgegenüber gering.

Arbeitsauftrag 7

Waschmittel nicht überdosieren! Niedrige Waschttemperaturen wählen. Auf Kochwaschgang und Vorwäsche grundsätzlich verzichten! Die Waschmaschine voll befüllen! Die Wäsche nach Verschmutzungsgrad sortieren. Stark verschmutzte Wäsche vorbehandeln!

Versuch 1

Zu Aufgabe 1: Beim Durchströmen der Waschlauge mit Luft (realisiert durch die Aquariumpumpe) ist eine sehr große Schaumbildung festzustellen, bei der Vergleichsprobe dagegen ist keine zu erkennen. Schon nach einem Tag ist die Schaumbildung bei der Waschlauge deutlich zurückgegangen.

Zu Aufgabe 2: Der Rückgang der Schaumbildung ist darauf zurückzuführen, dass die Tenside biologisch abgebaut werden.

Versuch 2

Die Färbung (bernsteinfarbig) sagt aus, dass in der Waschlauge, in der Waschmittellösung und in der Vergleichsprobe nichtionische Tenside vorhanden sind.

Beim Waschprozess werden die Tenside nicht verbraucht.



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 1

Die wichtigsten Helfer beim Waschen – Geräte und Chemikalien

Geräte	Chemikalien
4 Erlenmeyerkolben (200 mL) 7 Bechergläser (50 mL) 7 Reagenzgläser Reagenzglasständer 5 Tropfpipette Großes, hohes Becherglas (in das die kleine Flasche vollständig hineinpasst) Kleine Flasche	Alkylbenzolsulfonat (LAS) Esterquat Waschmittel (z.B. Feinwaschmittel, Colorwaschmittel, Vollwaschmittel, Wollwaschmittel) Weichspüler Handspülmittel (z.B. Pril) Tensidindikator Schwefelsäure ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) Ethylacetat (Essigsäureethylester) Öl (z.B. Sonnenblumenöl)



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 2

Wie wird die Weste weiß? – Geräte und Chemikalien

Geräte	Chemikalien
Glaswanne Becherglas Reißzwecken aus Metall 8 Reagenzgläser Reagenzglasständer 5 Stopfen 2 Trichter Filterpapier	Spülmittel Salatkräuter Seife, geschuppt Pflanzenöl gepulverte Aktivkohle dest. Wasser



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 3

Wer frisst Draculablut? – Geräte und Chemikalien

Geräte	Chemikalien
Becherglas (250 mL) 5 Bechergläser (50 mL) [wenn man 3 Waschmittel hat, also 1 Glas für jedes Waschmittel + 1 Glas für die Blindprobe + 1 Glas für die Vergleichsprobe] 2 Messzylinder (mind. 20 mL) Heizplatte Waage Spatel Stift	Gelatine Protease Waschmittel (z.B. Vollwaschmittel, Feinwaschmittel, Wollwaschmittel) dest. Wasser



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 4

Am Anfang war die Seife – Geräte und Chemikalien

Geräte	Chemikalien
5 Bechergläser (600mL) 5 Magnetrührer mit Heizfunktion 5 Thermometer und 5 Rührstäbchen Schere, Kleber	Ölverschmierter Lappen Vollwaschmittel (z. B.: Persil) Feinwaschmittel (z. B.: Fewa) Wollwaschmittel (z. B.: Perwoll) Seifenspäne Wasser



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 5

Das süße Geheimnis der Zuckertenside - Geräte und Chemikalien

Geräte	Chemikalien
Reagenzgläser mit Ständer Glasstab Tropfpipetten oder Kapillaren DC Alufolien Kieselgel 60 Erlenmeyerkolben 200 mL Messzylinder 100 mL, 10 mL Analysewaage Trockenschrank Schere	Ethanol Thymol-Reagenz APG (Glucopon 600) Dest. Wasser Waschmittelproben (z.B. Vollwaschmittel, Feinwaschmittel, Wollwaschmittel, Handspülmittel)



Das Geheimnis der weißen Weste

Station 6

Und was sagt die Umwelt dazu? – Geräte und Chemikalien

Geräte	Chemikalien
3 Bechergläser (1000 mL) Aquariumpumpe mit passenden Schläuchen und Schlauchverbindungen 2 Erlenmeyerkolben (250mL) Reagenzgläser Reagenzglasständer	Waschmittel (z.B. Colorwaschmittel) Fluss- oder Teichwasser dest. Wasser Fettalkoholethoxylat (FAEO) Iod – Kaliumiodidlösung



Das Geheimnis der weißen Weste

Literaturliste

- Büttner, M.; Wagner, G.: Rund ums Waschen: Teil 1: Tenside – Geschichte – Waschgewohnheiten, RAAbits Chemie II/H, Beitrag 5; Teil 2: Enthärter – Enzyme – Synthesen, RAAbits Chemie II/H, Beitrag 7; Teil 3: Abbaubarkeit – Ökobilanzen – Werbung, RAAbits Chemie 9. Ergänzungslieferung (CD), Dr. Josef Raabe Verlag, Stuttgart 2004
- Büttner, M.; Wagner, G.: Sauberkeit um jeden Preis? – Der Themenkreis Waschmittel als Rollenspiel im Chemieunterricht der Sekundarstufe II. Praxis der Naturwissenschaften-Chemie 46 (1997), Heft 8, S. 37-41
- Büttner, M.; Wagner, G.: Zuckertenside – ein faszinierendes Thema für den Chemieunterricht. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 8 (1997), Heft 39, S. 46-50
- Dietrich, V.: Vom Waschen. Volk und Wissen, Berlin 2000
- Fonds der Chemischen Industrie (Hrsg.): Informationsserie Wasch- und Reinigungsmittel, Frankfurt 2002 (CD)
- Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e.V. (IKW): Waschen & Geschirrspülen – Tipps und Informationen für Nachhaltigkeit im Alltag, Frankfurt 2002
- Lutz, B.; Plaß, C.: (Hrsg.): Themenheft: Seifen und Waschmittel, Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 5 (1994), Heft 21
- Stäudel, L. (Hrsg.): Themenheft: Lernen an Stationen, Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 11 (2000), Heft 58/59
- Vaclavicek, J.: Arbeitsblätter Seifen und Waschmittel – Sekundarstufe I, Klett, Stuttgart 1992
- Wagner, G. (Hrsg.): Themenheft: Rund um die Waschmittel, Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 12 (2001), Heft 63
- Wagner, G. (Hrsg.): Themenheft: Rund um die Waschmittel, Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 12 (2001), Heft 63
- Wagner, G.: Arbeitsblätter Seifen und Waschmittel – Sekundarstufe II, Klett, Stuttgart 1993
- Wagner, G.: Experimentierset – Seifen und Waschmittel. Aug. Hedinger GmbH & Co. KG, Stuttgart 2003
- Wagner, G.: Waschmittel – Chemie, Umwelt, Nachhaltigkeit. Wiley-VCH, Weinheim 2005
- Wagner, G.; Münzinger, W. (Hrsg.): Themenheft: Nachwachsende Rohstoffe, Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 9 (1998), Heft 45
- Wambach, H. (Hrsg.): Materialienhandbuch Kursunterricht Chemie, Band 6 – Farbstoffe, Waschmittel. Aulis, Köln 1999