

Gruppenunterricht

Seifen und Waschmittel

Fach	Chemie
Schultyp	Gymnasium
Schulstufe	Letztes Jahr Chemieunterricht
Vorkenntnisse	Elektronenpaarbindung, ionische Bindung, Säure/Base-Reaktionen, Polarität, Carbonsäuren
Bearbeitungsdauer	3 Lektionen
Autorinnen	Ruth Baumann Monika Blättler
Betreuerin	Dr. Rita Oberholzer
2. Fassung	12. August 1994
Schülerprobung	Lehramtsklasse KS Im Lee, Winterthur August 1993

Einführung

Waschmittel werden in jedem Haushalt kiloweise verbraucht. Sie sind aus dem heutigen Alltag kaum mehr wegzudenken. Unser Sauberkeitsbedürfnis stellt an die Waschmittel hohe Anforderungen. Es ist deshalb nicht erstaunlich, dass Waschmittel aus einer Vielzahl verschiedener Bestandteile mit unterschiedlichen Funktionen bestehen.

In den nächsten Stunden werden Sie erfahren, warum man heute nicht mehr mit Seife wäscht. Sie werden die einzelnen Bestandteile eines Waschmittels und deren Funktionen kennenlernen.

Der ganze Stoff ist in vier Themen unterteilt. Jedes Thema wird von einer Gruppe so erarbeitet, dass jedes Gruppenmitglied nachher ein "Experte" auf diesem Gebiet ist. Jeder "Experte" wird dann einer neuen Gruppe zugeteilt. Dort unterrichtet er die andern Gruppenmitglieder auf seinem Spezialgebiet.

Die vier Gruppenthemen und deren Inhalte

Gruppe 1: **Seifen**

Die Seifenherstellung hat sich im Laufe der Jahrhunderte stark verändert. In heutigen Waschmitteln spielt die Seife nur noch eine nebensächliche Rolle.

Gruppe 2: **Tenside (waschaktive Substanzen)**

Fett und Wasser lassen sich nicht mischen, sie stossen sich ab. Dank ihrer besonderen Struktur können waschaktive Substanzen aber zwischen Fett und Wasser vermitteln. Sie sind imstande, Fettflecken von Textilien zu lösen.

Gruppe 3: **Enthärter**

In weichem Wasser lässt sich Wäsche besser waschen als in hartem Wasser. Sogenannte Enthärter machen aus hartem weiches Wasser. In der heutigen Zeit wird sehr stark auf die Umweltverträglichkeit der Enthärter geschaut.

Gruppe 4: **Bestandteile eines modernen Waschmittels**

Moderne Waschmittel bestehen aus verschiedenen Bestandteilen. Jeder Bestandteil hat eine ganz bestimmte Funktion.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Titelseite	1
Einführung	3
Inhaltsverzeichnis	4
Arbeitsanleitung	5
Mini-Didaktik	6
Anleitungen für die Gruppen	
1 Seifen	7
2 Tenside (Waschaktive Substanzen)	15
3 Enthärter	23
4 Inhaltsstoffe eines modernen Waschmittels	31
Anhang 1: Antworten zu den Schüler/innen-Tests	39
Anhang 2: Lehrerkontrolle / Test	43
Anhang 3: Zusatzmaterialien	52
Anhang 4: Verwendete Quellen	53
Anhang 5: Von den Autorinnen verwendete Quellen	53

Arbeitsanleitung

Die vier Themen über Waschmittel werden in der sogenannten "Puzzle-Methode" erarbeitet. Jeder Schüler durchläuft folgende drei Stufen:

- 1. Wissenserwerb:* Sie bekommen die Unterlagen zu einem der vier Waschmittelthemen. Diese arbeiten Sie in der ersten Lektion durch (45 Min.).
Am Anfang der zweiten Stunde überprüfen Sie Ihr Wissen (15 Min.).
- 2. Expertenrunde:* Sie treffen sich mit den anderen Mitschülerinnen und Mitschülern, die das gleiche Thema erarbeitet haben wie Sie, in der Expertenrunde. Gemeinsam besprechen Sie als zukünftige "Lehrer", wie Sie Ihr Thema den andern Schülern unterrichten wollen (30 Min.).
- 3. Unterrichtsrunde:* Sie ordnen sich zu neuen Gruppen. In jeder Gruppe befindet sich nun ein Mitglied jeder Expertengruppe. Jeder Experte unterrichtet die anderen Mitschülerinnen und Mitschülern in seinem Thema (10 Min. pro Thema).

Mini-Didaktik

Sie haben zehn Minuten Zeit für Ihren Unterricht.

Auf diesem Blatt finden Sie fünf Tips für die Unterrichtsrunde.

1. Überblick in drei Sätzen

Geben Sie den anderen Schülern in drei Sätzen einen Überblick über das, was Sie zu Ihrem Stoffgebiet gelernt haben. Sagen Sie Ihnen nur, was für Sie das Wichtigste war.

2. Was wissen oder können die Zuhörer nachher

Sagen Sie Ihren Mitschülerinnen und Mitschülern, was sie nach der Unterrichtsrunde von Ihrem Stoffgebiet wissen und was sie nachher können müssen. Orientieren Sie sich dafür an Ihren Lernzielen.

3. Unterrichtsblock

Jetzt wird es ernst! Sie tragen nun den anderen vor, was Sie gelernt haben. Vielleicht hilft Ihnen da eine kleine Geschichte, oder Sie machen eine Zeichnung. Wichtig ist, dass sich Ihre Zuhörer etwas vorstellen können.

Überlegen Sie sich, ob Sie Ihren Zuhörerinnen und Zuhörern Kopien verteilen. Sollen sie sich Notizen machen oder ein Arbeitsblatt ausfüllen?

4. Zusammenfassung

Am Schluss fassen Sie das Wichtigste nochmals kurz zusammen. Zwei, drei Sätze reichen!

5. Keine Fremdwörter

Sprechen Sie einfach! Verwenden Sie keine Fremd- oder Fachwörter, sonst werden die Schülerinnen und Schüler verunsichert und schalten ab. Erklären Sie die Themen so einfach, dass Ihre Zuhörer nachher zufrieden "Aha" sagen können.

Planen Sie auch etwas Zeit für Fragen Ihrer Zuhörerinnen und Zuhörer ein!

Anleitung für Gruppe 1

Seifen

Übersicht

Zitat von *Justus von Liebig* (1803-1873):

"Die Seife ist ein Massstab für den Wohlstand und die Kultur der Staaten. Es ist gewiss, dass man bei der Vergleichung zweier Staaten bei gleicher Einwohnerzahl denjenigen für den reicheren, wohlhabenderen und kultivierteren erklären kann, welcher am meisten Seife verbraucht!"

Seife gehört heute selbstverständlich zu unserem Alltag. Das war nicht immer so. Erst seit dem letzten Jahrhundert wird Seife industriell hergestellt. Heute hat die Waschmittelindustrie den doch beachtlichen Anteil von 2% an der gesamten chemischen Industrie.

Die geschichtliche Entwicklung der Seifenherstellung ist sehr interessant. Es soll hier gezeigt werden, was Seife ist und warum sie heute nur noch wenig gebraucht wird.

Vorgehen

1. Stunde: Lesen Sie die Texte über Seifen durch, und machen Sie sich Notizen. Behalten Sie dabei die Lernziele immer im Auge. (30 Min.)
Führen Sie die Versuche nach Anleitung durch. (15 Min.)
2. Stunde: Lösen Sie die Aufgaben der Schüler-Lernkontrolle. (15 Min.)
Diskutieren Sie in der Expertenrunde, was Sie Ihren Mitschülern weitervermitteln wollen. Klären Sie hier zusammen etwaige Fragen. Achten Sie darauf, dass Sie auch in Ihrem Unterricht die Lernziele erreichen. Befolgen Sie die Ratschläge in der Mini-Didaktik, dann fällt Ihnen das Unterrichten leichter. (30 Min.)
3. Stunde: Sie ordnen sich zu neuen Gruppen und unterrichten sich gegenseitig. Sie kommen zuerst dran. Es stehen Ihnen 10 Minuten zur Verfügung.

Lernziele

1. Sie wissen, wie sich die Seifenherstellung im Laufe der Jahrhunderte verändert hat.
2. Sie können sagen, wo heutzutage der Einsatz von Seife noch sinnvoll ist.
3. Sie kennen alle Nachteile von Seifen.

Die geschichtliche Entwicklung der Seifenherstellung

Bei den alten Griechen wurde nur mit Wasser und Muskelkraft gewaschen. Sie kannten noch kein Waschmittel. Die Wäsche wurde am Strand durch Reiben und Schlagen gewaschen. Gebleicht wurde durch Auslegen der Wäsche an der Sonne.

Etwas Ähnliches wie ein Waschmittel gab es erst im Römischen Reich: Es wurde Urin gesammelt. Den Urin liess man vergären und wusch damit die Wäsche.

Das erste Rezept für die Seifen-Herstellung stammt von ca. 2500 v.Chr. Es wurde von den Sumerern in Keilschrift aufgeschrieben. Darin steht, in welchem Verhältnis Oel und Holzasche verkocht werden müssen, um Seife zu erhalten. Dieses Rezept ist zugleich auch die älteste Überlieferung einer chemischen Reaktion!

Aegypter, Gallier und Germanen haben die Seife gekannt. Sie benutzten sie jedoch weniger zum Waschen, sondern als Kosmetikum und Heilmittel. Erst ein Jahrhundert nach Christus machte ein in Rom lebender griechischer Arzt auf die reinigende Wirkung der Seife aufmerksam.

Seife blieb aber noch sehr lange ein Luxusartikel. Erst im 19. Jahrhundert begann die gezielte industrielle Seifen-Produktion.

Heute können wir uns das Leben ohne Seife und waschaktive Substanzen kaum mehr vorstellen. Ausser in Seifen und Waschmitteln sind sie auch in vielen Putzmitteln und in Körperpflegeartikeln enthalten.

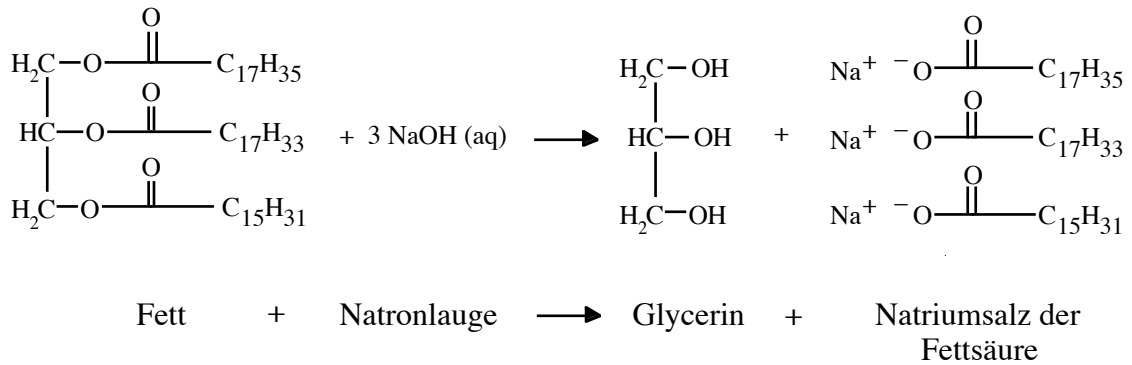
Wie wird Seife hergestellt?

Im historischen Verfahren werden tierische oder pflanzliche Fette wie Schweinefett, Olivenöl, Palmöl mit Natronlauge längere Zeit erhitzt.

Zu der Zeit, als noch keine Natronlauge verfügbar war, wurde Holzasche verwendet. Holzasche enthält unter anderem auch Hydroxide.

Beim Erhitzen mit Natronlauge wird das Fett in Glycerin und die Anionen der Fettsäuren gespalten:

Beispiel:



Die Natriumsalze der Fettsäuren flocken bei Zugabe von gesättigter Kochsalzlösung (Natriumchlorid-Lösung) aus. Sie können dann von überschüssiger Lauge, Glycerin und Wasser abgetrennt werden.

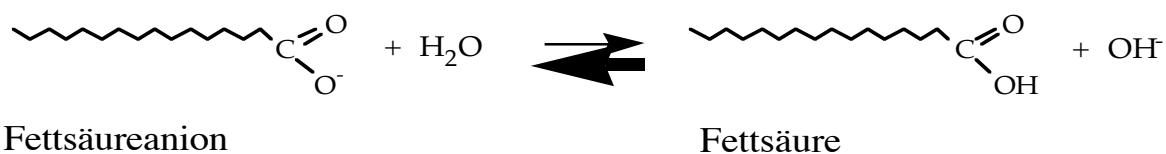
Heute werden Fette vorwiegend durch überhitzten Wasserdampf in Glycerin und Fettsäuren gespalten.

Merke: Seifen sind Natriumsalze von Fettsäuren, das heisst von unverzweigten Carbonsäuren mit etwas mehr als 10 Kohlenstoffatomen.
 Sie entstehen durch Spaltung von Fetten.

Nachteile der Seife

Reine Seife wird heute kaum noch verwendet. Manche Handseifen bestehen noch aus reiner Seife. Seife hat zu viele Nachteile. Den Waschmitteln wird Seife nur noch zur Schaumregulierung zugegeben.

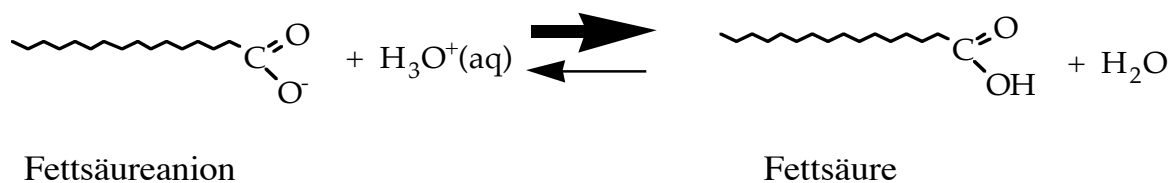
- Wässrige Seifenlösung ist alkalisch. Fettsäureanionen (auch Seifenanionen genannt) reagieren mit Wasser in folgender Säure-Base-Reaktion:



Die Zick-Zack-Linie steht für die unverzweigte Kohlenwasserstoffkette.

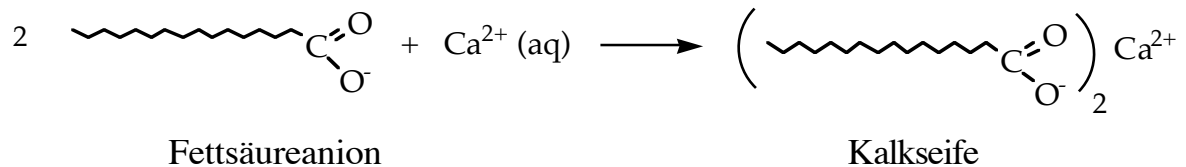
Wässrige Seifenlösungen können leicht einen pH-Wert von über 9 annehmen. Basische Lösungen greifen jedoch viele Textilien und vor allem die Haut an. Zusätzlich wird durch häufiges Händewaschen mit Seife das Fett aus der Haut gelöst, sie trocknet aus.

- In saurer Lösung bilden sich unlösliche Fettsäuren:

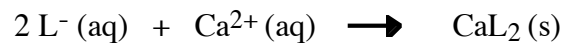


Mit Seife darf nie in saurem Wasser gewaschen werden.

- In Leitungswasser sind immer Calciumionen enthalten, in sogenannt hartem Wasser besonders viele. Beim Waschen in hartem Wasser verbinden sich die Calciumionen mit den Seifenanionen (Fettsäureanionen) zu einem schwerlöslichen Salz, der sogenannten Kalkseife.



Wird für das Fettsäureanion die allgemeine Bezeichnung L^- verwendet, lautet die Reaktionsgleichung:



Kalkseife lagert sich auf den Gewebefasern ab. Die Kristalle der Kalkseife zerschneiden die Textilfasern. Das Gewebe vergraut, verfilzt und wird brüchig.

Versuche

Arbeiten Sie zu zweit!

1. Der pH-Wert von Seifenlösung

Materialien: Becherglas 400ml, pH-Messgerät, Kernseife, entmineralisiertes Wasser

Durchführung:

Waschen Sie sich mit der Seife die Hände. Spülen Sie den Seifenschaum mit der Spritzflasche ins Becherglas. Achten Sie darauf, dass Sie mindestens 100 ml Seifenlösung erhalten. Messen Sie nun den pH-Wert dieser Seifenlösung. Schreiben Sie diesen auf.

2. Bildung von Kalkseife

Materialien: 3 Bechergläser 100 ml; verdünnte, klare Seifenlösung; Calciumchlorid-Lösung $c(\text{CaCl}_2) = 0.1 \text{ mol/l}$

Durchführung:

Füllen Sie in die drei Bechergläser je ca. 30 ml Seifenlösung. Giessen Sie etwa gleich viel in beide Bechergläser. Geben Sie ins erste Becherglas langsam Calciumchlorid-Lösung, bis Sie eine Veränderung sehen. Dem zweiten Becherglas fügen Sie Leitungswasser, dem dritten entmineralisiertes Wasser zu.

Halten Sie Ihre Beobachtungen schriftlich fest. Diskutieren Sie die Resultate.

3. Ausfällen von Fettsäure

Materialien: Becherglas 100 ml, verdünnte, klare Seifenlösung; Essigsäure $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.1 \text{ mol/l}$

Durchführung:

Geben Sie ca. 30 ml Seifenlösung ins Becherglas und fügen Sie langsam Essigsäure zu, bis Sie eine Veränderung sehen.

Halten Sie Ihre Beobachtungen schriftlich fest. Diskutieren Sie das Resultat.

Schüler-Lernkontrolle

Versuchen Sie die folgenden Aufgaben selbständig und schriftlich zu lösen. Schauen Sie dabei nicht in den Unterlagen nach! Hier können Sie feststellen, wie gut Sie das Thema über Seifen verstanden haben. Dieser Test zeigt Ihnen, ob Sie sich als angehender Experte sicher genug fühlen und fachlich korrekt erzählen können.

Bei der Lehrerin bzw. beim Lehrer finden Sie die Lösungen zu den hier gestellten Fragen. Vergleichen Sie Ihre Antworten mit den Lösungen. Sie können dabei selber feststellen, wo Sie noch Lücken haben. Lesen Sie bitte die Abschnitte nochmals durch, wo Sie Schwierigkeiten bei den Fragen hatten. Bei jeder Aufgabenlösung ist angegeben, welcher Theorieteil dazugehört. Diskutieren Sie Ihre Probleme in der Expertenrunde. Scheuen Sie sich nicht auch einmal Ihre Lehrerin oder Ihren Lehrer zu fragen, wenn Sie jetzt immer noch Probleme haben.

Aufgaben

1. Erst vor etwa 100 Jahren wurde mit der industriellen Seifen-Produktion angefangen.

Wie wurde in der Zeit vor etwa 1000 Jahren Seife hergestellt?

Ihre Antwort ist gut, wenn Sie in ein bis zwei Sätzen das Herstellungsverfahren beschreiben können.

2. Seife in ihrer ursprünglichen Form hat einige Nachteile. Deswegen wurde sie weitgehend von synthetischen waschaktiven Substanzen abgelöst.

Welches sind die Nachteile der Seife?

Beschreiben Sie zwei Gründe, weswegen Seife heute kaum mehr verwendet wird.

3. Es gibt immer noch ein paar Anwendungsgebiete für Seife.

Nennen Sie ein Gebiet, wo Seife heute noch eingesetzt wird.

Anleitung für Gruppe 2

Tenside (Waschaktive Substanzen)

Übersicht

Als Tenside werden synthetische waschaktive Substanzen bezeichnet. Erst in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden die ersten synthetischen Tenside entwickelt. Tenside sind heute der wichtigste Inhaltsstoff von Waschmitteln. Darüberhinaus findet man sie auch in Abwaschmitteln, Duschmitteln und Shampoos. Synthetische Tenside haben die traditionelle Seife weitgehend verdrängt. Die Gründe dafür erarbeitet die Gruppe 1.

In diesem Kapitel soll der Zusammenhang zwischen chemischer Struktur und Waschwirkung der Tenside und der Seife betrachtet werden.

Vorgehen

1. Stunde: Lesen Sie die Texte über die Tenside aufmerksam durch. Machen Sie sich Notizen. Halten Sie sich dabei immer die Lernziele vor Augen. (30 Min.)
Führen Sie die Experimente nach Anleitung durch. (15 Min.)
2. Stunde: Lösen Sie die Aufgaben der Schüler-Lernkontrolle. (15 Min.)
Diskutieren Sie in der Expertenrunde, was Sie Ihren Mitschülern weitervermitteln wollen. Klären Sie hier zusammen etwaige Fragen. Achten Sie darauf, dass Sie in Ihrem Unterricht alle Lernziele erreichen.
Befolgen Sie die Ratschläge in der Mini-Didaktik, dann fällt Ihnen das Unterrichten leichter. (30 Min.)
3. Stunde: Sie ordnen sich zu neuen Gruppen und unterrichten sich gegenseitig. Sie kommen als zweite oder zweiter dran. Es stehen Ihnen 10 Minuten zur Verfügung.

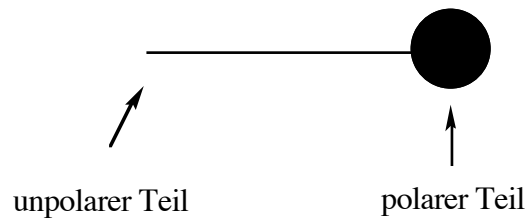
Lernziele

1. Sie kennen die allgemeine Struktur von Tensiden.
2. Sie können erklären, wie Tenside Schmutz von Textilien ablösen.
3. Sie kennen den Unterschied zwischen anionischen und nichtionischen Tensiden.

Wie sind Tenside aufgebaut?

Alle Tenside - wie auch das Seifenanion - sind nach demselben Strukturprinzip aufgebaut. Sie besitzen sowohl einen polaren wie auch einen unpolaren Teil.

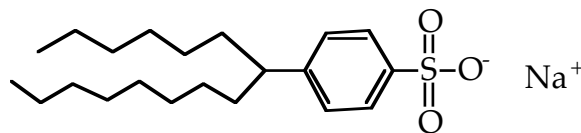
Im weiteren werden wir ein Tensid-Teilchen wie folgt darstellen:



Die gerade Linie steht für die Kohlenwasserstoffkette. Der Kreis steht für die polare Kopfgruppe.

Anionische Tenside haben einen negativ geladenen Kopf, an dem eine lange unpolare Kohlenstoffkette hängt.

In Wasch- und Reinigungsmitteln dominiert das folgende anionische Tensid:

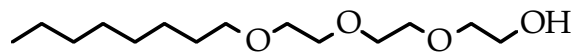


Die Zick-Zack-Linie steht für die Kohlenwasserstoffkette.



Die anionischen Tenside haben das Seifenanion: $\text{H}_3\text{C}(-\text{CH}_2)_n\text{COO}^-$ ($n = 10$ bis 20) verdrängt.

Daneben gibt es auch *nichtionische Tenside*. Auch sie sind polar, weil ihre lange Kohlenstoffkette immer wieder von Sauerstoffatomen unterbrochen wird. Eine OH-Gruppe alleine ist nicht genügend polar! Nichtionische Tenside werden in Geschirrspülmitteln und in neuester Zeit auch in Flüssigwaschmitteln eingesetzt.



nichtionisches Tensid

schematisch:



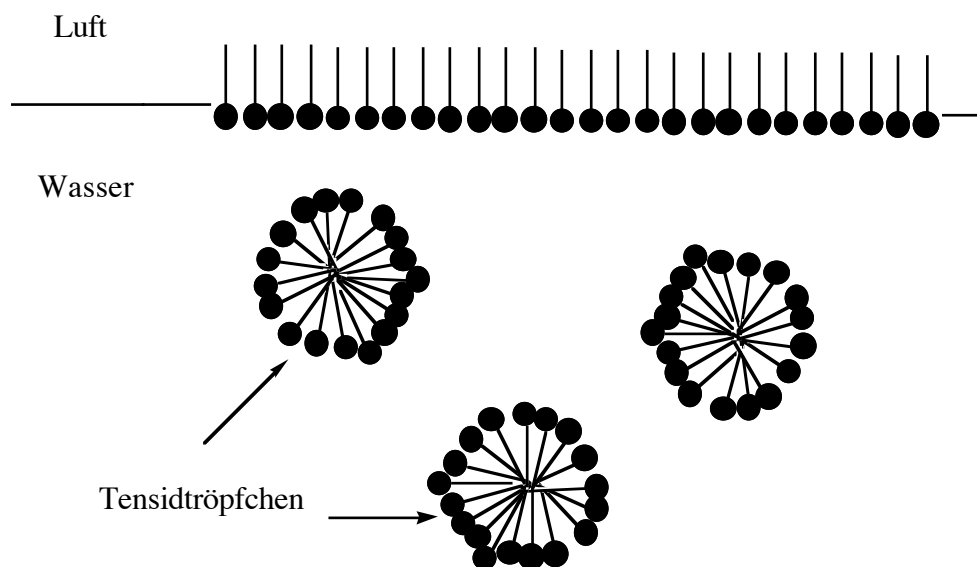
Merke: Ein Tensid besteht aus einem unpolaren und einem polaren Teil. Der unpolare Teil besteht aus einer langen Kohlenwasserstoffkette. Der polare Teil besteht

- aus einer negativ geladenen Gruppe (anionische Tenside) oder
- aus einer Gruppe von Sauerstoffatomen, die durch zwei Kohlenstoffatome getrennt sind und einer OH-Gruppe (nichtionische Tenside).

Wie lösen sich Tenside im Wasser?

Werden Tenside in Wasser gelöst, so schwimmen sie nicht einfach wild durcheinander. Ein Tensidmolekül hat zwei sich widersprechende Eigenschaften. Einerseits besitzt es eine polare Gruppe. Diese Gruppe "fühlt sich im Wasser sehr wohl". Sie ist für die gute Wasserlöslichkeit der Tenside verantwortlich. Andererseits besitzt das Tensidmolekül eine lange apolare Kohlenstoffkette. Diese Kohlenstoffkette ist eher "wasserscheu". Sie möchte sich lieber unter ihresgleichen oder an der Luft aufhalten.

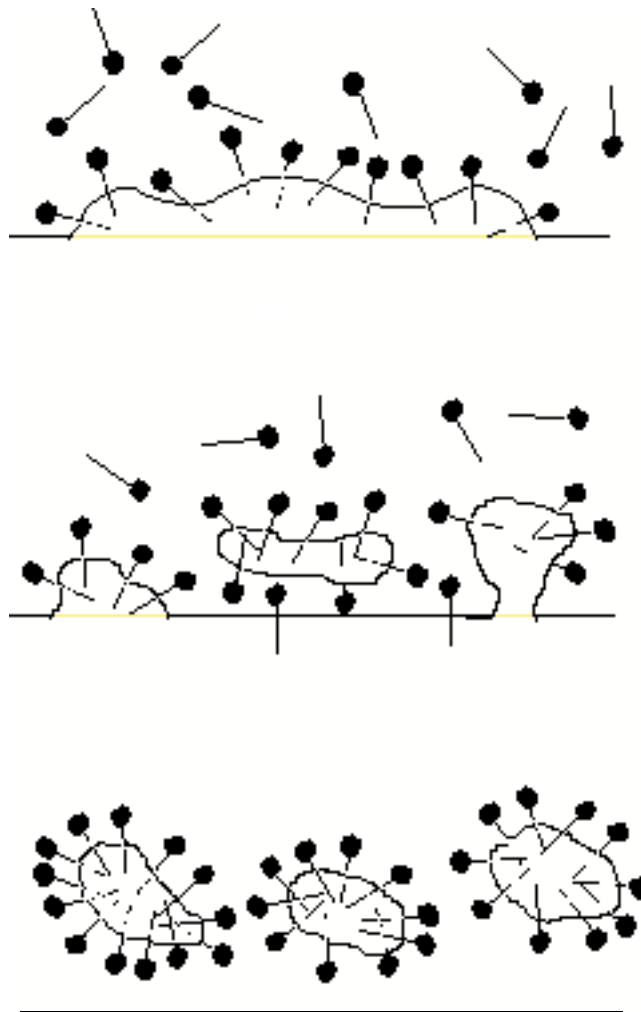
Diese Eigenschaften führen dazu, dass sich Tenside an der Oberfläche des Wassers anreichern. Ist an der Oberfläche kein Platz mehr übrig, dann bilden sich im Wasser kleine Tensidtröpfchen:



Waschwirkung von Tensiden

Der lange apolare Teil der Tenside kann sich gut an Fett- und anderen Schmutzteilchen anlagern und diese umhüllen. Die polare Gruppe der Tenside sorgt dafür, dass das Schmutzteilchen eine polare, also wasserliebende Oberfläche erhält. Damit ist es im Wasser löslich.

Folgende Zeichnungen zeigen die Phasen der Schmutzablösung beim Waschen:



Tenside wirken auf dieselbe Weise, wenn sie mit Öl oder Fett in Berührung kommen. Öl mischt sich nicht mit Wasser. Tenside können Öl in Wasser emulgieren. Das heisst, Öl und Wasser vermischen sich in Gegenwart von Tensiden.

Versuche

Arbeiten Sie zu zweit!

1. Verhalten von Tensiden in Wasser

Materialien: Kristallisierschale, Leitungswasser, fein gemahlener Pfeffer, Abwaschmittel

Durchführung:

Füllen Sie die Schale mit Wasser. Streuen Sie Pfeffer gleichmässig auf die Wasseroberfläche. Geben Sie einen Tropfen Abwaschmittel auf die Wasseroberfläche. Schreiben Sie Ihre Beobachtungen auf. Was passiert mit dem im Abwaschmittel enthaltenen Tensid? Machen Sie sich eine Skizze.

2. Emulgieren von Fett

Materialien: 2 Reagenzgläser, Reagenzglasgestell, 2 Gummistopfen, Leitungswasser, Oel, Abwaschmittel

Durchführung:

Geben Sie in beide Reagenzgläser etwa einen cm Oel. Nun geben Sie bei beiden Wasser dazu, bis das Reagenzglas etwa halb voll ist. Bei einem Reagenzglas geben Sie noch ca. einen cm Abwaschmittel zu. Verschiessen Sie das Reagenzglas mit dem Daumen oder einem Gummistopfen und schütteln Sie beide Reagenzgläser kräftig. Schreiben Sie Ihre Beobachtungen auf. Diskutieren Sie die Resultate.

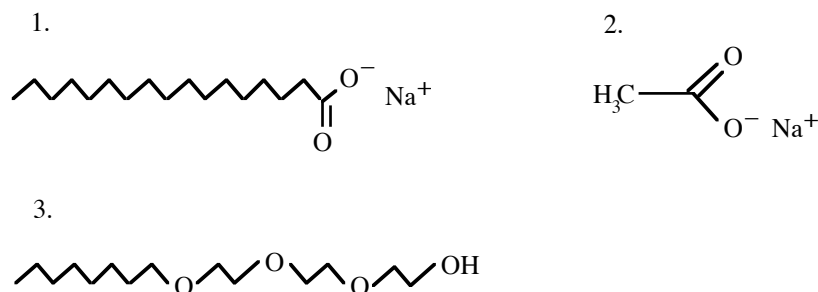
Schüler-Lernkontrolle

Versuchen Sie die folgenden Aufgaben selbständig und schriftlich zu lösen. Schauen Sie dabei nicht in den Unterlagen nach! Hier können Sie feststellen, wie gut Sie das Thema über Tenside verstanden haben. Dieser Test zeigt Ihnen, ob Sie sich als angehende Expertin oder als angehender Experte sicher genug fühlen und fachlich korrekt erzählen können.

Bei der Lehrerin bzw. beim Lehrer finden Sie die Lösungen zu den hier gestellten Fragen. Vergleichen Sie Ihre Antworten mit den gegebenen Lösungen. Sie können dabei selber feststellen, wo Sie noch Lücken haben. Lesen Sie bitte die Abschnitte nochmals durch, wo Sie Schwierigkeiten bei den Fragen hatten. Bei jeder Aufgabenlösung ist angegeben, welcher Theorieteil dazugehört. Diskutieren Sie Ihre Probleme in der Expertenrunde. Scheuen Sie sich nicht, auch einmal Ihre Lehrerin oder Ihren Lehrer zu fragen, wenn Sie jetzt immer noch Probleme haben.

Aufgaben

1. Welche der folgenden Moleküle zeigen in wässriger Lösung eine Waschwirkung?



Begründen Sie Ihre Wahl mit je einem Satz.

2. Beim Waschen werden die Schmutzteilchen von den Textilien abgelöst und in Lösung gehalten.

Erklären Sie, warum sich die Schmutzteilchen nicht wieder auf den Textilien ablagern können.

3. Es gibt zwei Klassen von Tensiden.

Erklären Sie den Unterschied zwischen anionischen und nichtionischen Tensiden. Wo werden nichtionische Tenside eingesetzt?

Anleitung für Gruppe 3

Enthärter

Übersicht

Auf jeder Waschmittelpackung wird die Waschmitteldosierung für verschiedene Wasserhärten angegeben. Mit der Waschmittelmenge wird auch die Enthärtermenge dosiert. Enthärter sind ein wichtiger Waschmittelbestandteil. Im folgenden wird Ihnen der Zweck der Enthärter erklärt. Sie erfahren mehr über die ganze Phosphatproblematik und die umweltfreundlicheren Phosphatersatzstoffe.

Vorgehen

1. Stunde: - Lesen Sie die Texte über die Enthärter durch und machen Sie sich Notizen. Behalten Sie dabei die Lernziele immer im Auge. Führen Sie die Versuche zur Funktionsweise von Ionentauschern durch (45 Min.).
2. Stunde: - Lösen Sie die Aufgaben in der Schüler-Lernkontrolle(15 Min.).
 - Überlegen Sie sich in der Expertenrunde, was Sie Ihren Mitschülern weitervermitteln wollen. Achten Sie darauf, dass Sie bei Ihrem Unterricht die unten beschriebenen Lernziele erreichen.Befolgen Sie die Ratschläge in der Mini-Didaktik, dann fällt Ihnen das Unterrichten leichter. (30 Min.).
3. Stunde: -Sie ordnen sich zu neuen Gruppen und unterrichten sich gegenseitig (45 Min.). Sie kommen als Dritte oder Dritter an die Reihe. Es stehen Ihnen 10 Minuten zur Verfügung.

Lernziele

1. Sie können einem Laien mit einfachen Worten erklären, warum Waschwasser enthärtet werden muss.
2. Sie kennen drei gebräuchliche Enthärter und deren Funktionsprinzip.
3. Sie wissen, warum Phosphate heute nicht mehr als Enthärter eingesetzt werden.

Die "Wasserhärte"

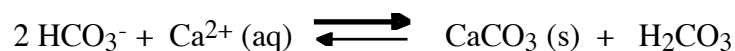
Die "Wasserhärte" hängt vom Gehalt des Wassers an Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen ab. Je mehr Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen, desto härter ist das Wasser. Die Wasserhärte variiert in der Schweiz von Region zu Region stark. Regenwasser ist sehr weich. Durch Versickern im Boden nimmt es Salze auf. Es wird zunehmend härter. Der Härtegrad hängt stark von der Bodenbeschaffenheit ab. Bei kalk- (CaCO_3) und gipshaltigen ($\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) Böden wird das Wasser sehr hart.

In der Schweiz misst man die "Wasserhärte" im allgemeinen in *französischen Härtegraden* ($^\circ\text{fH}$). 10 mg CaCO_3 pro Liter entsprechen 1°fH . Weiches Wasser darf bis zu 15°fH aufweisen. Hartes Wasser weist über 25°fH auf.

Warum enthalten Waschmittel Enthärter?

Hartes Wasser führt beim Waschen zu Ablagerungen schwerlöslicher Salze auf den Heizstäben der Waschmaschine und auf den Gewebefasern.

Die Ablagerungen auf den Heizstäben sind auf die Bildung von *schwerlöslichen Metallcarbonaten* (Kesselstein) zurückzuführen. In hartem Wasser sind stets Hydrogencarbonatanionen enthalten. Beim Erhitzen des Wassers bilden diese zusammen mit Ca^{2+} - bzw. Mg^{2+} -Ionen ein schwerlösliches Salz, das sich als weisse Kruste auf den Heizstäben und teilweise auch auf der Wäsche ablagert.



Die Kohlensäure zerfällt in Kohlendioxid und Wasser:



Die Mg^{2+} - und Ca^{2+} -Ionen können auch mit der in Waschmitteln enthaltenen Seife und zum Teil mit den synthetischen waschaktiven Substanzen *schwerlösliche Kalkseife* bilden. Diese hat keine Waschwirkung mehr. Sie lagert sich auf den Gewebefasern ab und führt mit der Zeit zur Vergrauung und Verfilzung des Gewebes.

Moderne Waschmittel enthalten sogenannte Enthärter. *Enthärter binden die Mg^{2+} - und Ca^{2+} -Ionen und halten sie während des Waschvorgangs in Lösung.*

Die Erdalkali-Ionen können nicht mehr als schwerlösliche Salze ausfallen.

Beispiele für Enthärter

- NTA:

Auszug aus ETH-Bulletin (April 1986):

"Waschpulver: Bringt Phosphat-Ersatz neue Gefahren?"

Phosphate sind als Waschmittel-Komponenten in Misskredit geraten, weil sie dazu beitragen, unsere Seen durch Überdüngung in Kloaken zu verwandeln. Als teilweiser Ersatz wird inskünftig eine Substanz mit der Bezeichnung NTA verwendet. Doch wie wird sich der Einsatz grosser Mengen von NTA auf die Gesundheit unserer Gewässer, auf die Qualität des Trinkwassers und damit auf unser Wohlbefinden auswirken?*

Wissenschaftler der EAWAG (Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz) führen eine Langzeitstudie durch, um mögliche Schadwirkungen abzuklären.

102 tausend Tonnen Wasch- und Waschlifsmittel! Diese verblüffende Menge wird in der Schweiz jährlich verbraucht. Diese Flut von Chemikalien, die ins Abwasser und damit zum Teil in unsere Gewässer gerät, hat sich wie zu erwarten war, auch auf unsere Umwelt ausgewirkt. So ist es denn nicht "Schaumschlägerei", wenn bei der Diskussion über Umweltfragen die Waschmittel immer wieder Gesprächsstoff liefern. Hauptgrund dazu waren seit längerer Zeit vor allem die berühmte, berüchtigten Phosphate, die eben nicht nur "Saubermacher", sondern auch Düngemittel und deshalb eine der Ursachen dafür sind, dass unsere Seen zu grünlichen Kloaken werden.

Aus diesem Grund wird die Verwendung von Phosphaten in Textilwaschmitteln ab Juli 1986 verboten.

* Durch die Überdüngung haben sich die Algen im Übermass vermehrt. Der Abbau dieser riesigen Algenmenge führte zu einem akuten Sauerstoffmangel in den Gewässern.

Vom Phosphat zum NTA

Wegen des Phosphatverbotes mussten sich die Waschmittelfabrikanten nach anderen Substanzen umsehen, die einerseits umweltfreundlich sind, andererseits aber doch das kleine Wunder vollbringen, den im Wasser enthaltenen Kalk zu binden und die schmutzlösende Wirkung der Detergentien zu verstärken.

Um das Wasser "weich" zu machen, stehen verschiedene biologisch harmlose Substanzen (z.B. Citrate, Zeolithe) zur Verfügung, die aber zum Teil bei hohen Temperaturen ("Kochwäsche") oder bei sehr hartem Wasser an Wirksamkeit verlieren. Als entsprechende Ergänzung des Chemikalien-Cocktails in den Waschmitteln kann eine Substanz gute Dienste leisten, die schon seit geraumer Zeit bekannt ist und von der auch in der Schweiz bereits rund tausend Tonnen jährlich verwendet werden: das *Nitrilo-Tri-Acetat* oder kurz *NTA*.*. Diese synthetische Verbindung ist billig und in ihrer chemischen Zusammensetzung mit gewissen natürlichen organischen Stoffen verwandt; doch steht zurzeit noch nicht eindeutig fest, ob NTA unter Umständen allenfalls ökologisch unerwünschte Auswirkungen haben könnte.

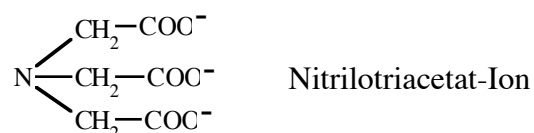
Da nun sehr wahrscheinlich ab diesem Sommer beträchtliche Mengen NTA aus phosphatfreien Textilwaschmitteln in die Abwässer fließen werden, führte eine Gruppe von Chemikern der EAWAG in Dübendorf eine umfassende Untersuchung durch um zu ermitteln, ob und wie eine vermehrte Verwendung von NTA die Qualität unserer Gewässer beeinträchtigen könnte.

[...]

Diese Ganzjahres-Studie hat ergeben, dass eine "normal" belastete Abwasserreinigungsanlage mehr als 90% der in den Abwässern enthaltenen NTA-Fracht abbaut. Die restlichen 10 oder weniger Prozent NTA, die aus der Kläranlage in den Fluss gelangen, werden von den dort lebenden Mikroorganismen verzehrt. Mit einer starken Umweltbelastung durch NTA ist also nicht zu rechnen."

[...]

* NTA:



Wie der ETH-Bericht zeigt, ist NTA biologisch gut abbaubar. Es gibt jedoch Vermutungen, dass es auch Schwermetallionen wie Cadmium oder Quecksilber aus dem Bodenschlamm von Gewässern zu lösen vermag. Die Schwermetallionen könnten so in gelöster Form ungehindert ins Trinkwasser gelangen.

NTA ist als Enthärter in Waschmitteln erlaubt. Es wird aber wegen seiner möglichen negativen Eigenschaften in geringen Mengen eingesetzt.

- Citrate:

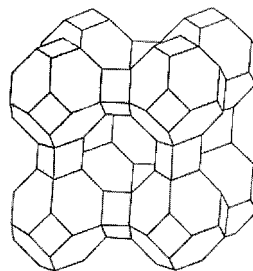
Für Waschmittel im Niedertemperaturbereich wird heute oft Citrat als Enthärter eingesetzt. Beim Citrat handelt es sich um das Natriumsalz der Citronensäure. Wie das NTA bildet auch das Citrat mit Metallionen wasserlösliche Komplexe. Es ist völlig ungiftig und bindet Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen bei niederen Waschttemperaturen recht gut. Bei hohen Temperaturen nimmt jedoch seine Bindungsfähigkeit stark ab. Citrate haben auch im Gegensatz zu Phosphaten und NTA keine schmutzlösende Wirkung.

- Zeolithe:

Ein weiterer Phosphatersatz sind sogenannte Zeolithe (Natrium-Aluminium-Silikate). Sie werden aus natürlich vorkommendem Gestein gewonnen. Da sie wasserunlöslich sind, werden sie in Waschmitteln als feines Pulver eingesetzt, welches mit dem Waschwasser wieder ausgespült wird.

Zeolithe wirken als Ionenaustauscher. Sie enthalten im Innern Na^+ -Ionen. In hartem Wasser werden seine Na^+ -Ionen durch Ca^{2+} -Ionen ausgetauscht. Die freiwerdenden Na^+ -Ionen haben keinen Einfluss auf die Wasserhärte.

Zeolithe haben wie die Citrate keine schmutzlösende Wirkung. In vielen Waschmitteln wird daher eine Kombination aus NTA und Zeolithen verwendet.



Das Zeolith-A-Gerüst

Versuche: Funktionsweise von Ionenaustauschern

Arbeiten Sie zu zweit!

1. Reaktion mit Eisen-Ionen

Materialien: RG mit passendem Gummistopfen, Polylöffel, Eisen(III)chlorid-Lösung, $c(\text{Fe}^{3+}) = 0.05 \text{ mol/l}$, Kaliumrhodanid-Lösung, $c(\text{KNCS}) = 0.1 \text{ mol/l}$, Sasil (Zeolith 4A)

Durchführung:

Mischen Sie im Reagenzglas ca. 1 ml Fe(III)-Lösung mit ca. 2 ml KNCS-Lösung und verdünnen Sie diese Lösung mit entmineralisiertem Wasser auf die doppelte Menge. Notieren Sie die Farbe. Fügen Sie 1-2 Polylöffel Sasil-Pulver zu, verschliessen Sie das RG mit dem Gummistopfen und mischen Sie die Suspension gut durch. Notieren Sie die Veränderung.

Überlegen Sie sich, welche Ionen ausgetauscht wurden.

Hinweis: Eine Trübung der Lösung wird durch das wasserunlösliche Sasil hervorgerufen.

2. Reaktion mit hartem Wasser

Materialien: 3 Erlenmeyerkolben 100 ml, Gummistopfen, Trichter, Faltenfilter, ev. Heizplatte, Polylöffel, verdünnte klare Seifenlösung, Sasil (Zeolith 4A)

Durchführung:

Füllen Sie in zwei Erlenmeyerkolben je ca. 50 ml Leitungswasser. Zum einen Kolben wird zusätzlich ein Polylöffel Sasil gegeben. Rühren Sie einige Minuten gut um und filtrieren Sie die Suspension mit Hilfe des Faltenfilters. Zu den Lösungen geben Sie je ca. 2 ml klare Seifenlösung. Verschliessen Sie die Kolben mit einem Gummistopfen und schütteln Sie kräftig. Ist kein eindeutiges Resultat ersichtlich, erwärmen Sie die Lösungen auf 40-50°C.

Notieren Sie alle Veränderungen sorgfältig. Versuchen Sie, Ihre Beobachtungen mit Hilfe der Theorie zu erklären.

Schüler-Lernkontrolle

Versuchen Sie die folgenden Aufgaben selbständig und schriftlich zu lösen. Hier können Sie feststellen, wie gut Sie das Thema über Enthärter verstanden haben. Dieser Test zeigt Ihnen, ob Sie sich als angehender Lehrer sicher genug fühlen und fachlich korrekt unterrichten können.

Bei der Lehrerin bzw. beim Lehrer erhalten Sie die Lösungen zu den hier gestellten Fragen. Vergleichen Sie Ihre Antworten mit den Lösungen. Sie können dabei selber feststellen, wo Sie noch Lücken haben. Lesen Sie bitte die Abschnitte nochmals durch, wo Sie Schwierigkeiten bei den Fragen hatten. Bei jeder Aufgabenlösung ist angegeben, welcher Theorieteil dazugehört. Diskutieren Sie Ihre Probleme in der Expertenrunde.

Sollten Sie immer noch Schwierigkeiten beim Verstehen des Theorieteils haben, so scheuen Sie sich nicht, ihre Lehrerin oder ihren Lehrer zu fragen!

Aufgaben

1. Auf jeder Waschmittelpackung wird die Waschmitteldosierung für verschiedene Wasserhärten angegeben.

Erklären Sie einem Laien den Begriff "Wasserhärte".

Die Antwort ist gut, wenn Sie in zwei Sätzen beschreiben, worin der Unterschied zwischen hartem und weichem Wasser liegt.

2. Enthärter sind heute ein wichtiger Waschmittelbestandteil.

Erklären Sie, warum heute in jedem Waschmittel Enthärter enthalten sind.

In Ihrer Antwort sollte in 1-2 Sätzen die Wirkungsweise von Enthärtern erklärt sein. Beschreiben Sie in 1-2 Sätzen, was ohne Enthärter passieren würde (zwei negative Auswirkungen).

3. Phosphat, NTA, Citrate und Zeolithe sind Beispiele für Enthärter.

Welche von den vier genannten Enthärtern würden Sie einem Kochwaschmittel begeben?

Begründen Sie Ihre Auswahl stichwortartig. Erklären Sie mit je einem Satz, warum Sie die übrigen Enthärter nicht verwenden würden.

Anleitung für Gruppe 4:

Inhaltsstoffe eines modernen Waschmittels

Übersicht

Moderne Waschmittel sind aus einer Vielzahl verschiedener Inhaltsstoffe zusammengesetzt. Es gibt heute ganz verschiedene Waschmittelsorten. Für jede Textilart steht ein anders Waschmittel zur Verfügung.

In dieser Gruppe werden Sie mehr über die einzelnen Waschmittelbestandteile erfahren.

Vorgehen

1. Stunde: - Suchen Sie auf den bereitgestellten Waschmittelpackungen die Angaben über deren Zusammensetzung. Füllen Sie die Tabelle zu den Inhaltsstoffen aus. Vergleichen Sie die Waschmittelsorten miteinander. (10 Min.)
 - Lesen Sie die Texte über die Inhaltsstoffe eines Waschmittels durch, und machen Sie sich Notizen. Behalten Sie dabei die Lernziele immer im Auge. (25 Min.)
 - Führen Sie die beiden Versuche durch, und notieren Sie Ihre Beobachtungen. (10 Min.)
2. Stunde: - Lösen Sie die Aufgaben in der Schüler-Lernkontrolle (15 Min.).
 - Überlegen Sie sich in der Expertenrunde, was Sie Ihren Mitschülern weitervermitteln wollen. Achten Sie darauf, dass Sie in Ihrem Unterricht die unten beschriebenen Lernziele erreichen.
Befolgen Sie die Ratschläge in der Mini-Didaktik, dann fällt Ihnen das Unterrichten leichter (30 Min.).
3. Stunde: - Sie ordnen sich zu neuen Gruppen und unterrichten sich gegenseitig (45 Min.). Sie kommen als Vierte oder Vierter an die Reihe. Es stehen Ihnen 10 Minuten zur Verfügung.

Lernziele

1. Sie lesen zu Hause die Inhaltsangabe Ihres Waschmittels und können den Zweck der einzelnen Bestandteile erklären.
2. Sie kennen die Unterschiede zwischen einem Vollwaschmittel, Buntwaschmittel und einem Waschmittelkonzentrat.
3. Sie wissen, welche Inhaltsstoffe wann sinnvoll und wann überflüssig sind.

Inhaltsangaben von verschiedenen Waschmittelsorten

Aufgabe: Kreuzen Sie bei jedem Waschmittel an, welche Inhaltsstoffe es enthält.

	Vollwaschmittel 30° - 95°C	Buntwasch- mittel 30°-60°C	Feinwaschmittel bis 40°C	Vollwaschmit- telkonzentrat
anionische und nichtionische waschaktive Substanzen				
Seife				
Wasserenthärter				
Bleichmittel				
Waschalkalien				
Neutralsalze				
Enzyme				
optische Auf- heller				
Schmutzträger				
Parfum				

Bestandteile eines modernen Waschmittels

An moderne Waschmittel werden heute hohe Anforderungen gestellt. Sie bestehen deshalb aus einer grossen Zahl von Inhaltsstoffen. Diese haben ganz verschiedene Aufgaben zu erfüllen: Sie sollen Schmutz entfernen, das Gewebe und die Waschmaschine schonen, das Wasser enthärten, weisse Wäsche wieder in strahlendem Weiss erscheinen lassen und noch vieles mehr.

Auf jeder Waschmittelpackung ist die Zusammensetzung des Waschmittels angegeben. Die wichtigsten Substanzen werden im folgenden näher erklärt.

Anionische und nichtionische waschaktive Substanzen

Wie der Name schon vermuten lässt, sind waschaktive Substanzen für die reinigende Wirkung verantwortlich. *Sie helfen fettigen Schmutz zu entfernen.* Wasser allein kann Fett nicht lösen, da sich Wasser und Fett bekanntlich abstossen. Die waschaktiven Substanzen sind sozusagen die Vermittler zwischen Wasser und Fett und lösen das Fett vom Gewebe ab. Die waschaktiven Substanzen werden in der Fachsprache als *synthetische Tenside* bezeichnet. Die in Waschmitteln verwendeten Tenside sind entweder negativ geladen (anionisch) oder neutral (nichtionisch).

Enthärter

Waschmittel enthalten neben den modernen synthetischen Tensiden auch noch herkömmliche Seife. Beide verlieren in hartem Wasser an Waschkraft. Gerade die Seife ist sehr anfällig auf hartes Wasser. Sie flockt aus. Diese Flocken sind wasserunlöslich und haben keine Waschwirkung mehr.

Modernen Waschmitteln werden darum sogenannte Enthärter zugegeben. *Diese machen das Wasser weich und verhindern das Ausflocken der Seife.* Ein unnötiger Waschmittelverbrauch kann somit vermieden werden.

Die gebräuchlichsten Enthärter sind NTA, Zeolithe und Citrate. Ihre Wirkungsweise wird von der 3. Gruppe genauer erarbeitet.

Enzyme

Gegen Blut-, Eiweiss- und Kakaoflecken sind Tenside machtlos. Waschmittel enthalten deshalb neben fettlösenden Tensiden auch *Enzyme für eiweiss- und stärkehaltige Flecken*. Eiweiss und Stärke sind sehr grosse Moleküle. *Sie werden durch die Enzyme in kleinere, wasserlösliche Bausteine gespalten*. Enzyme sind vor allem zwischen 30° und 60°C wirksam. Man verwendet sie deshalb vor allem in Vorwaschmitteln und Waschmitteln bis 60°C.

Bleichmittel

Zum Entfernen von farbigen Verschmutzungen wie Obst-, Tee- und Rotweinflecken enthalten Waschmittel Bleichmittel. Die Flecken werden gebleicht und somit unsichtbar. Chemisch ausgedrückt bedeutet dies, dass sie durch oxidative Zersetzung in farblose Stoffe umgewandelt werden.

Früher wurde die weisse Wäsche an der Sonne gebleicht. Heute wird den Waschmitteln Natriumperborat beigesetzt. Natriumperborat reagiert im Wasser zu Wasserstoffperoxid (H_2O_2) und Natriumdihydrogenborat. *Die bleichende Wirkung im Waschwasser wird erst durch das Wasserstoffperoxid hervorgerufen*. Wasserstoffperoxid wird zum Beispiel auch zum Haarebleichen eingesetzt.

Das Natriumperborat zersetzt sich erst über 60°C zu Wasserstoffperoxid. Die Bleichung setzt somit erst ab 60°C ein. Bleichmittel werden deshalb vorwiegend in Vollwaschmitteln eingesetzt.

Optische Aufheller

Weisse Wäsche bekommt durch häufiges Waschen einen gelblichen Stich. Die Abbauprodukte von farbigen Verunreinigungen absorbieren blaues Licht. Das reflektierte Licht nimmt der Mensch in der Komplementärfarbe Gelb wahr. Um diesen Gelbstich auszugleichen, werden Waschmitteln optische Aufheller zugesetzt. Diese bleiben nach dem Waschen auf dem Gewebe haften. *Sie absorbieren UV-Licht und senden blaues Licht aus*. Die Wäsche erscheint deshalb in strahlendem Weiss.

Seife

Trotz der negativen Eigenschaften der Seife in hartem Wasser, konnte sie nicht vollständig durch synthetische Tenside ersetzt werden. *Sie wird heute den Waschmitteln als Schaumregulator beigesetzt.* Ohne Seife würde das Waschwasser in den modernen Trommelwaschmaschinen überschäumen. Es hat sich gezeigt, dass ausgerechnet die sich in hartem Wasser bildende Kalkseife die Schaumbildung dämmt.

Weitere Zusätze

- Einen relativ hohen Gewichtsanteil nehmen die *Neutralsalze* in Waschmitteln ein, obwohl sie keine Waschwirkung haben. Sie sorgen dafür, dass das Waschpulver rieselfähig bleibt und nicht zusammenbackt. Als Neutralsalz wird meistens Na_2SO_4 verwendet. In Kompaktwaschmitteln wurde der Anteil der Neutralsalze stark verringert und so unnötiges Füllmittel eliminiert.
- Vom Gewebe abgelöster Schmutz kann sich auf dem Gewebe wieder ablagern, wenn das Waschmittel keine *Schmutzträger* enthält. Die Schmutzträger ziehen Schmutz aus der Waschlösung auf und halten ihn in der Schwebe. Dadurch wird eine Vergrauung der Kleidungsstücke verhindert.
- *Waschalkalien* erhöhen den pH-Wert des Waschmittels, da Bleichmittel und Enzyme im alkalischen Bereich besser waschen.
- *Korrosionsinhibitoren* schützen die Waschmaschinenteile vor Korrosion.
- *Parfüme* geben den Wäschestücken einen angenehmen Duft.

Versuche

Arbeiten Sie zu zweit!

1. Qualitative Enzymprüfung

Materialien Heizplatte, 9 Bechergläser 50 ml, 1 Becherglas 150 ml, Messzylinder 10 ml, Polylöffel, Gelatine, zwei enzymhaltige Waschmittel, (ev. Enzymprills), zwei enzymfreie Waschmittel, entmineralisiertes Wasser

Durchführung:

Gelatinelösung: Im 150 ml BG lösen Sie 3 g Gelatine in 75 ml heissem Wasser. Von den Waschmitteln werden je 100 mg in jeweils 10 ml Wasser gelöst.

Verteilen Sie anschliessend die heisse Gelatinelösung gleichmässig auf 5 Bechergläser. In ein Becherglas werden 10 ml entmineralisiertes Wasser gegeben, in die anderen BG füllen Sie die Waschmittellösungen. Beschriften Sie die Bechergläser, und stellen Sie die fünf Lösungen in den Kühlschrank, damit die Gelatine möglichst rasch erstarren kann.

Bemerkung:

Gelatine dient hier als Beispiel eines typischen Proteins. Es geht also um die Frage, ob die Waschmittel Proteasen (eiweissabbauende Enzyme) enthalten.

Auswertung:

Überlegen Sie sich, welche Lösunge im Kühlschrank fest werden sollen und überprüfen Sie die Lösungen.

2. Nachweis des optischen Aufhellers

Materialien: 2 Bechergläser 500 ml, 1 Polylöffel, UV-Lampe, Vollwaschmittel, Buntwaschmittel, Heizplatte, ungebleichten Baumwollstoff

Durchführung:

Kochen Sie je ein Stück nicht gebleichten Baumwollstoff kurz in einer Voll- bzw. Buntwaschmittellösung auf. Waschen Sie die Baumwolle in kaltem Wasser aus und betrachten Sie sie unter dem UV-Licht. Sie können auch die Waschmittellösungen betrachten.

Welches Waschmittel enthält optische Aufheller?

Wenn Sie ein weisses Kleidungsstück (z.B. weisses T-Shirt, weisse Socken) tragen, betrachten Sie auch dieses im UV.

Schüler-Lernkontrolle

Versuchen Sie die folgenden Aufgaben selbständig und schriftlich zu lösen. Hier können Sie feststellen, wie gut Sie das Thema über Waschmittel-Bestandteile verstanden haben. Dieser Test zeigt Ihnen, ob Sie sich als angehender Lehrer sicher genug fühlen und fachlich korrekt unterrichten können.

Bei der Lehrerin bzw. beim Lehrer erhalten Sie die Lösungen zu den hier gestellten Fragen. Vergleichen Sie Ihre Antworten mit den Lösungen. Sie können dabei selber feststellen, wo Sie noch Lücken haben. Lesen Sie bitte die Abschnitte nochmals durch, wo Sie Schwierigkeiten bei den Fragen hatten. Bei jeder Aufgabenlösung ist angegeben, welcher Theorieteil dazugehört.

Diskutieren Sie Ihre Probleme in der Expertenrunde. Sollten Sie immer noch Schwierigkeiten beim Verstehen des Theorieteils haben, so scheuen Sie sich nicht, den Lehrer zu fragen!

Aufgaben

1. Auf einem Vollwaschmittel ist folgende Zusammensetzung angegeben:

- | | |
|--|-----------------------|
| - nichtionische und anionische waschaktive Substanzen: | |
| - Seife: | - Schmutzträger: |
| - Zeolithe und NTA: | - Enzyme: |
| - Waschalkalien: | - optische Aufheller: |
| - Neutralsalze: | - Parfüm: |
| - Bleichmittel: | |

Schreiben Sie stichwortartig die Funktion der einzelnen Bestandteile auf!

2. Vollwaschmittel werden in der Werbung als Universalwaschmittel für alle Temperaturen angepriesen.

Ist es wirklich sinnvoll, nur ein Waschmittel für alle Temperaturen und unabhängig von weisser bzw. bunter Wäsche zu verwenden?

Schauen Sie sich die Liste in Aufgabe 1 an. Überlegen Sie sich, ob alle Bestandteile bei allen Temperaturen aktiv sind und, ob alle Bestandteile für alle Textilarten gebraucht werden.

Anhang 1: Antworten zu den Schüler/innen-Tests

Antworten zu Kapitel 1: Seifen

1. Vor 1000 Jahren wurde Seifensiederei betrieben. Dabei wurden Öl oder vor allem tierische Fette zusammen mit Holzasche verkocht.

Die Theorie befindet sich im Abschnitt: "Die geschichtliche Entwicklung der Seifenherstellung"

2. Seife hat drei herausragende Nachteile:

1. Eine Seifenlösung ist basisch und greift Textilien und die Haut an.
2. Die Seifenanionen nehmen ein Proton auf, es entstehen Fettsäuren. Fettsäuren lösen sich nicht in Wasser und haben somit keine Waschwirkung mehr.
3. In hartem Wasser bildet Seife mit Calciumionen Kalkseife. Die Kalkseife lagert sich auf dem Gewebe ab und macht es grau und brüchig.

Die Theorie befindet sich im Abschnitt: "Nachteile der Seife"

3. Seife wird trotz der negativen Eigenschaften teilweise immer noch verwendet.

Waschmitteln wird sie beigegeben, damit beim Waschen nicht zuviel Schaum entsteht.

Manche Handseifen enthalten noch reine Seife.

Die Theorie befindet sich im Abschnitt: "Nachteile der Seife"

Antworten zu Kapitel 2: Tenside

1. Nr. 1 ist ein Seifen-Molekül und zeigt Waschwirkung.

Nr. 2 zeigt keine Waschwirkung. Diesem Molekül fehlt die lange apolare Kohlenstoffkette.

Nr. 3 ist ein nichtionisches Tensid. Lange Kohlenstoffkette und polare Kopfgruppe sind vorhanden. Das Molekül hat somit Waschwirkung.

Die Theorie befindet sich im Abschnitt: "Wie sehen Tenside aus?"

2. Die Tenside lagern sich mit ihren apolaren Gruppen an die Schmutzteilchen an. Die polaren Gruppen der Tenside sorgen dafür, dass das Schmutzteilchen eine polare Oberfläche erhält. Damit ist es im Wasser löslich und kann sich nicht mehr ablagern.

Die Theorie befindet sich im Abschnitt: "Waschwirkung von Tensiden"

3. Anionische Tenside haben eine negativ geladene Kopfgruppe. Das kann eine Carboxylgruppe oder eine Sulfatgruppe sein. Nichtionische Tenside sind nicht geladen. Ihre polare Kopfgruppe wird gebildet durch einige Sauerstoffatome, die je durch zwei Kohlenstoffatome getrennt sind.

Nichtionische Tenside werden in Geschirrspülmitteln und Flüssigwaschmitteln eingesetzt.

Die Theorie befindet sich im Abschnitt: "Wie sehen Tenside aus?"

Antworten zu Kapitel 3: Enthärter

1. Die Wasserhärte hängt vom Gehalt des Wassers an Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen ab. Je mehr dieser Ionen das Wasser enthält, umso härter ist es.

Die Theorie befindet sich im Abschnitt: "Die Wasserhärte"

2. Enthärter binden Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen und halten sie in Lösung. Sie verhindern die Bildung von schwerlöslichen Salzen (Kalkseife, Kesselstein).

Die Theorie befindet sich im Abschnitt: "Warum enthalten Waschmittel Enthärter?"

3. Auswahl: Kombination von NTA und Zeolith

Zeolith: - ungiftig
 - keinen positiven Einfluss auf die Waschwirkung

NTA: - biologisch abbaubar
 - hat positiven Einfluss auf Waschwirkung
 - bindet möglicherweise Schwermetalle; sollte deshalb nur in
 kleinen Mengen verwendet werden.

Nachteile der anderen Enthärter:

Phosphat: ist verboten, weil es in den Gewässern zu Überdüngung
 führt

Citrat: unwirksam bei hohen Temperaturen

Die Theorie zu dieser Frage finden Sie in: "Beispiele für Enthärter"

Antworten zu Kapitel 4: Inhaltsstoffe

1. - nichtionische und anionische waschaktive Substanzen: entfernen Fett-Schmutz
 - Seife: wirkt als Schaumregulator
 - Zeolithe und NTA: enthärten das Wasser
 - Waschalkalien: erhöhen den pH-Wert
 - Neutralsalze: Füllstoff; Waschmittel bleibt rieselfähig
 - Bleichmittel: farbige Verschmutzungen werden durch oxidative Zersetzung in farblose Stoffe umgewandelt
 - Schmutzträger: halten den Schmutz in Lösung
 - Enzyme: entfernen eiweiss- und stärkehaltige Flecken
 - optische Aufheller: absorbieren UV-Licht und senden blaues Licht aus
 - Parfüm: Duftstoff

2. Es ist nicht sinnvoll ein Waschmittel für alle Temperaturen zu verwenden. Die Bestandteile eines Vollwaschmittels werden nur bei 95°-Wäsche alle gebraucht. Bleichmittel werden erst oberhalb 60°C aktiv. Die Bleichmittel eines Vollwaschmittels gelangen bei 30-60°-Wäsche ungenutzt ins Abwasser. Optische Aufheller sind nur bei weisser Wäsche sinnvoll, um den Gelbstich zu vermeiden. Bei Buntwäsche sind sie sinnlos.

Anhang 2: Lehrerkontrolle/Test

Fragen Serie A

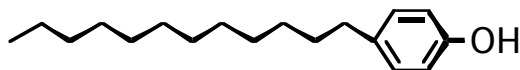
Lehrertest Puzzle-Teil 1:

1. Stellen Sie sich vor, Sie würden plötzlich ins Mittelalter zurückversetzt. Seife gibt es nirgends zu kaufen. **Wie haben Sie die Möglichkeit, Seife selber herzustellen?(K2)**
Schreiben Sie in wenigen Sätzen, wie Sie vorgehen würden.
2. In Umweltschutzkreisen wird heute wieder das Waschen mit reiner Seife propagiert. Der Grund ist klar: Seife ist gut umweltverträglich. Trotzdem wäscht die Mehrheit der Bevölkerung mit synthetischen waschaktiven Substanzen. **Geben Sie zwei Gründe an, wieso sich Seife beim Waschen nicht mehr durchsetzen wird. (K2)**

Lehrertest Puzzle-Teil 2:

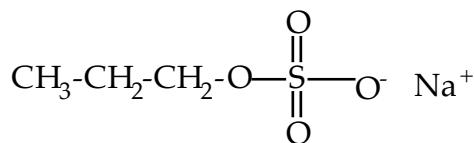
3. Folgende Stoffe sind nicht waschaktiv. **Begründen Sie jeweils mit zwei Sätzen, warum diese Stoffe nicht waschaktiv sind. (K3)**

a)



b) Na_2CO_3

c)



4. Ein Kleidungsstück hat einen Fettfleck und einen Blutfleck. Wird dieses Kleidungsstück in einer reinen Tensidlösung gewaschen, so geht nur der Fettfleck weg, der Blutfleck nicht. **Warum geht nur der Fettfleck weg? Beschreiben Sie die Wirkungsweise der Tenside. (K2)**

Sie können dazu auch eine Zeichnung machen.

Lehrertest Puzzle-Teil 3:

5. Auf jeder Waschmittelpackung stehen Dosierungsempfehlungen für die unterschiedlichen Wasserhärten.

Wieso muss bei hartem Wasser mehr Waschpulver verwendet werden, um die gleiche Waschwirkung wie bei weichem Wasser zu erzielen? (K3)

Antworten Sie in 4-6 Sätzen. Erklären Sie zuerst den Unterschied zwischen hartem und weichem Wasser und wie hartes Wasser enthärtet wird. Nennen Sie dann zwei Gründe für den erhöhten Waschmittelverbrauch in hartem Wasser.

6. NTA ist ein gebräuchlicher Enthärter. Meistens wird er jedoch in geringer Menge und in Kombination mit anderen Enthärtern eingesetzt.

Nennen Sie den Grund, warum NTA trotz seiner guten biologischen Abbaubarkeit nur in geringen Mengen eingesetzt wird.

Lehrertest Puzzle-Teil 4:

7. Waschmittel enthalten zwei verschiedene Inhaltsstoffe zur Entfernung von fett- und eiweisshaltigen Flecken.

Durch welche beiden Substanzen werden Fett- bzw. Eiweissflecken gelöst? (K1)

8. Im Gegensatz zu Kochwaschmitteln enthalten Buntwaschmittel (bis 60°C) keine Bleichmittel.

Warum werden in Buntwaschmitteln keine Bleichmittel eingesetzt? (K2).

Erklären Sie den Grund in 2-3 Sätzen und nennen Sie die Substanz, die die Bleichwirkung hervorruft.

Antworten Serie A

Lehrertest Puzzle-Teil 1:

1. Fette waren auch im Mittelalter erhältlich. Es ist ganz egal, welches Fett genommen wird (1P).
Holzasche kann man selber herstellen (1P).
Das Fett und die Holzasche werden zusammen gekocht. Dann wird Kochsalzlösung zugegeben, um die Seife auszufällen (1P).

Total: 3 Punkte

2. Seife hat beim Waschen folgende Nachteile:
Seifenlösung ist basisch. Sie greift die Textilien an (1P).
Seife bildet mit Calciumionen Kalkseife. Kalkseife lagert sich im Gewebe ab und macht es stumpf und brüchig (1P).
Wird die Seifenlösung angesäuert, bildet sich Fettsäure, die in Wasser unlöslich ist (1P).

Total: 2 Punkte

Lehrertest Puzzle-Teil 2:

3.
 - a) Dieses Molekül ist nicht waschaktiv, weil die Kopfgruppe zu wenig polar ist. Die apolare Gruppe wäre vorhanden (1P).
 - b) Dies ist ein Salz. Es gibt hier keine apolare Gruppe (1P).
 - c) Bei diesem Molekül gibt es zwar einen polaren und einen apolaren Teil, aber der apolare Schwanz ist zu kurz (1P).

Total: 3 Punkte

4. Tenside können nur Fett lösen (1P).
Die apolaren Kohlenstoffketten lagern sich am Fett an. Die polaren Kopfgruppen helfen, das Tensid-Fett-Tröpfchen in Lösung zu bringen (2P).

Total: 3 Punkte

Lehrertest Puzzle-Teil 3:

5. Hartes Wasser enthält mehr Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen als weiches Wasser (1P).
Diese Ionen werden durch die im Waschmittel enthaltenen Enthärter gebunden und in Lösung gehalten (1P).
Da hartes Wasser mehr härtebildende Ionen enthält, braucht es mehr Enthärter als in weichem Wasser (1P).
Die härtebildenden Ionen bilden mit den waschaktiven Substanzen und vor allem mit Seife schwerlösliche Kalkseife, welche keine Waschwirkung mehr hat. In hartem Wasser wird deshalb mehr Waschpulver gebraucht (1P).

Total: 4 Punkte

6. NTA kann möglicherweise Schwermetalle aus dem Bodenschlamm von Gewässern zurücklösen (1P). Die Schwermetallionen könnten in gelöster Form ungehindert ins Trinkwasser gelangen (1P).

Total: 2 Punkte

Lehrertest Puzzle-Teil 4:

7. - Fett: waschaktive Substanzen (Tenside) (1P).
- Eiweiss: Enzyme (1P).

Total: 2 Punkte

8. Bleichmittel werden erst oberhalb 60°C aktiv, da erst oberhalb dieser Temperatur das bleichend wirkende H_2O_2 entsteht. Ein Bleichmittel würde hier gar nicht aktiviert werden (2P).

Total: 2 Punkte

Fragen Serie B

Lehrertest Puzzle-Teil 1:

1. Vor 100 Jahren waren Waschmittel, wie wir sie heute haben, noch nicht verfügbar. Die Wäsche wurde noch mit reiner Seife gewaschen. **Wie hat sich das auf die Wäsche ausgewirkt? (K2)**

Geben Sie zwei wichtige Auswirkungen an!

2. Glycerin ist in allen Seifen in kleinen Mengen vorhanden. **Erklären Sie, wie das Glycerin in die Seife kommt. (K1)**

Als Lösung sollten Sie die chemische Reaktionsgleichung in ein bis zwei Sätzen beschreiben.

Lehrertest Puzzle-Teil 2:

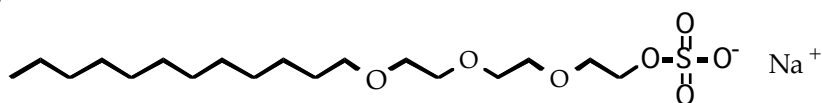
3. **Welche der folgenden Stoffe sind waschaktiv und welche nicht? (K3)**

Begründen Sie mit jeweils zwei Sätzen Ihren Entscheid.

a) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$

b) NaOH

c)



4. Skizzieren Sie ein anionisches und ein nichtionisches Tensid. **Wodurch zeichnet sich die Waschaktivität dieser Tenside aus? (K1)**

Einige wenige Sätze genügen. Zeichnen Sie ein Tensid, wie es aussehen könnte, es muss kein konkretes sein.

Lehrertest Puzzle-Teil 3:

5. Weiches Wasser erfordert kleinere Waschmittelmengen als hartes Wasser.
Was würde passieren, wenn Sie irrtümlicherweise bei hartem Wasser das Waschpulver wie für weiches Wasser dosieren würden? (K3)
Nennen Sie zwei negative Auswirkungen und begründen Sie diese.
6. Phosphat ist seit 1986 als Enthärter in Waschmitteln verboten. Seither werden verschiedene Phosphatersatzstoffe verwendet.
Beschreiben Sie einen Phosphatersatzstoff (K1).
Nennen Sie seinen Namen und beschreiben Sie in zwei Sätzen einen Vor- und einen Nachteil.

Lehrertest Puzzle-Teil 4:

7. Seife bildet in hartem Wasser Kalkseife. Diese lagert sich auf dem Gewebe ab und führt zur Vergrauung der Textilien. Dennoch enthalten moderne Waschmittel 1-5 Gewichtsprozent Seife.
Warum wird heutigen Waschmitteln immer noch Seife zugesetzt? (K1)
Nennen Sie in 2-3 Sätzen die positive Funktion und die Wirkungsweise von Seife.
8. Sie sollen ein Dutzend roter T-Shirts waschen. Sie gehen in den nächsten Laden und kaufen sich ein geeignetes Waschmittel.
Worauf achten Sie beim Kauf eines Waschmittels für rote T-Shirts? (K4)
Überlegen Sie sich, welche Bestandteile für das Waschen von roten T-Shirts unnötig sind. Schreiben Sie auch auf warum.

Antworten Serie B*Lehrertest Puzzle-Teil 1:*

1. Beim Waschen mit Seife vergraute die Wäsche rasch. Die Vergrauung stammte von der sich ablagernden Kalkseife (1P).

Die Kleider hielten nicht so lange. Durch das Waschen in der basischen Seifenlauge wurde das Gewebe angegriffen (1P).

Total: 2 Punkte

2. Fett wird durch Kochen mit Natronlauge in Fettsäureanionen und Glycerin gespalten. (2P). Beim Aussalzen der Seife mit konzentrierter Kochsalzlösung wird das Glycerin zum grössten Teil entfernt. Reste von Glycerin verbleiben jedoch immer in der Seife (2P).

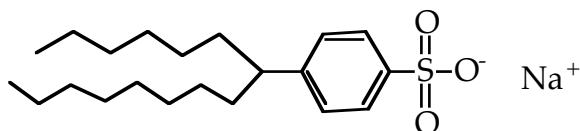
Total: 4 Punkte

Lehrertest Puzzle-Teil 2:

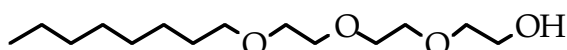
3. a) Dieser Stoff wirkt nicht wie ein Tensid. Diesem Molekül fehlt beides, die polare Kopfgruppe und die apolare Schwanzgruppe (1P).
b) Natriumhydroxid alleine ist nicht waschaktiv (1P).
Zusammen mit Seife verstärkt es deren Waschkraft (1P).
c) Dieses Molekül ist waschaktiv. Es hat eine polare Kopfgruppe und eine lange apolare Kohlenstoffkette (1P).

Total: 4 Punkte

4. Anionisches Tensid: (1P)



Nichtionisches Tensid: (1P)



Die apolare Schwanzgruppe des Tensids lagert sich an den apolaren Schmutz an. Die polare Kopfgruppe sorgt dafür, dass sich das Tensid-Schmutzteilchen im Wasser löst. (2P)

Total: 4 Punkte

Lehrertest Puzzle-Teil 3:

5. Bei einer zu niedrigen Waschmitteldosierung würde die zugegebene Enthärtermenge nicht ausreichen, die härtebildenden Ionen zu binden (1P).
Die härtebildenden Ionen bilden mit den in heissem Wasser entstehenden Carbonationen ein schwerlösliches Salz, welches sich auf Heizstäben als weisse Kruste ablagert (1P).
Sie bilden auch mit Seife und den waschaktiven Substanzen schwerlösliche Kalkseife. Diese lagert sich auf dem Gewebe ab und führt zu Vergrauung und Verfilzung der Textilien (1P).

Total: 3 Punkte

6. NTA (1P): Vorteil: - gute biologische Abbaubarkeit (1P).
Nachteil: - löst möglicherweise Schwermetalle aus Bodenschlamm zurück und führt sie so ins Trinkwasser (1P).
oder
Citrat (1P):Vorteil: - ungiftig (1P).
Nachteil: - nur bei niedrigen Temperaturen wirksam
- kein Schmutztragevermögen (1P).
oder
Zeolith (1P):Vorteil: - gefährdet Umwelt nicht (1P).
Nachteil: - kein Schmutztragevermögen (1P).

Total: 3 Punkte

Lehrertest Puzzle-Teil 4:

7. Seife dient als Schaumregulator. Ohne Seife würde das Wasser in der Waschmaschine überschäumen (1P).
Die Schaumbildung wird durch die Kalkseife gedämmt (1P).

Total: 2 Punkte

8. Für das Waschen von roten T-Shirts sind Bleichmittel und optische Aufheller unnütz (2P).
Bleichmittel und optische Aufheller sind nur bei weisser Wäsche sinnvoll, da sie die Wäschen bleichen und den Gelbstich übertönen (2P).

Total: 4 Punkte

Anhang 3: Zusatzmaterialien (pro Zweiergruppe)

- Gruppe 1:** 1 Becherglas 400 ml, 4 Bechergläser 100 ml, pH-Messgerät, Kernseife, klare Seifenlösung, entmineralisiertes Wasser, Leitungswasser, Calciumchlorid-Lösung $c(\text{CaCl}_2) = 0.1 \text{ mol/l}$, Essigsäure $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.1 \text{ mol/l}$
- Gruppe 2:** Kristallisierschale, 2 Reagenzgläser, 2 passende Gummistopfen, Reagenzglasgestell, fein gemahlener Pfeffer, Abwaschmittel, Salatöl
- Gruppe 3:** 1 Reagenzglas, Reagenzglasgestell, 3 Erlenmeyerkolben 100 ml, passende Gummistopfen, Trichter, Faltenfilter, ev. Heizplatte, Polylöffel, Eisen(III)-chlorid-Lösung $c(\text{Fe}^{3+}) = 0.05 \text{ mol/l}$, Kaliumrhodanid-Lösung $c(\text{KNCS}) = 0.1 \text{ mol/l}$, Sasil (Zeolith 4A), klare Seifenlösung
- Gruppe 4:** 1 Becherglas 150 ml, 9 Bechergläser 50 ml, Messzylinder 10 ml, Gelatine, zwei enzymfreie und zwei enzymhaltige Waschmittel, ev. Enzymprills, Polylöffel, entmineralisiertes Wasser
2 Bechergläser 100 ml, 2 Bechergläser 500 ml, Trichter, Filterpapier, Polylöffel, UV-Lampe, Heizplatte, Vollwaschmittel, Buntwaschmittel (ohne optische Aufheller), ungebleichten Baumwollstoff, entmineralisiertes Wasser

Anhang 4: Verwendete Quellen

- Magnin P-A.: Waschpulver: Bringt Phosphat-Ersatz neue Gefahren? April 1986, (ETH-Bulletin Nr.199)

Anhang 5: Von den Autorinnen benutzte Quellen

- Stache H., Grossmann H.: Waschmittel. Berlin 1992, 2. Auflage (Springer-Verlag)
- Hauthal H.G.: Moderne Waschmittel. In: Chemie in unserer Zeit. 26. Jahrg. 1992. Nr.6, S.293-303
- Amann W. et al.: Elemente Chemie II. Unterrichtswerk für die Sekundarstufe II. Stuttgart 1989, S.239-252 (Klett-Verlag)
- Jäckel M. et al.: Chemie heute, Sekundarbereich II, Hannover 1988, S.330-340 (Schroedel-Verlag)
- Christen H.R.: Struktur, Stoff, Reaktion. Aarau 1987, Ausgabe E, S.313-319 (Sauerländer-Verlag)
- Magnin P-A.: Waschpulver: Bringt Phosphat-Ersatz neue Gefahren? April 1986, (ETH-Bulletin Nr.199)
- Eilers B.: Schad- und Fremdstoffe in Haushalt und Umwelt, Experimente für den Unterricht. Hannover 1988, S.64-73 (Schroedel-Verlag)