

Hinweis

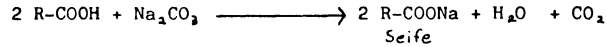
Bei dieser Datei handelt es sich um ein Protokoll, das einen Vortrag im Rahmen des Chemielehramtsstudiums an der Uni Marburg referiert. Zur besseren Durchsuchbarkeit wurde zudem eine Texterkennung durchgeführt und hinter das eingescannte Bild gelegt, so dass Copy & Paste möglich ist – aber Vorsicht, die Texterkennung wurde nicht korrigiert und ist gerade bei schlecht leserlichen Dateien mit Fehlern behaftet.

Alle mehr als 700 Protokolle (Anfang 2007) können auf der Seite http://www.chids.de/veranstaltungen/uebungen_experimentalvortrag.html eingesehen und heruntergeladen werden.

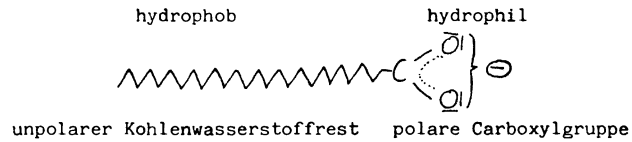
Zudem stehen auf der Seite www.chids.de weitere Versuche, Lernzirkel und Staatsexamensarbeiten bereit.

Dr. Ph. Reiß, im Juli 2007

geführt werden kann und eine fast vollständige Abtrennung des Glycerols möglich ist.
 Katalysatoren: z.B. ZnO, MgO, CaO
 Die entstandene Fettsäure kann nun im Carbonatverfahren, durch Zugabe von Soda zur Seife reagieren.



3) Die Struktur des Seifenanions



Auf Grund ihres polaren Baus ordnen sich Seifenmoleküle bevorzugt an Grenzflächen zwischen 2 Medien an, wobei der hydrophobe Rest in die unpolare Phase und der hydrophile Rest in die polare Phase ragt.
 Es handelt sich bei Seife um einen anionenaktiven Grenzflächenaktiven Stoff.

a) Herabsetzung der Oberflächenspannung:

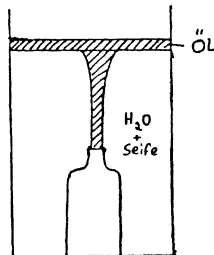
Betrachtet man nun die Grenzfläche Wasser/Luft so ordnen sich die Seifenmoleküle folgendermaßen an:



Die in die Wasseroberfläche eingetauchten Carboxylgruppen beeinträchtigen die Wechselwirkungen zwischen den Oberflächenmolekülen des Wassers und führen somit zu einer Herabsetzung der Oberflächenspannung.

Versuch 2:

Ich gebe in ein kleines Glasfläschen sudanrot-gefärbtes Öl und stelle dies in ein Becherglas mit Wasser. Auf Grund seiner geringeren Dichte als Wasser müßte das Öl nach oben steigen. Dies tut es nicht, da es die Grenzflächenspannung Wasser/Öl nicht zu überwinden vermag. Gibt man nun etwas Schmierseifenlösung zu so beginnt das Öl sofort nach oben zu steigen. Die Grenzflächenspannung wurde durch die Seifenmoleküle herabgesetzt.



Geräte: 1000ml Becherglas
 100ml Enghalsflasche
 Chemikalien: sudanrotgefärbtes Öl
 dest. H₂O
 Schmierseifenlösung

b) Micellbildung:

In einer Seifenlösung lagern sich die Seifenanionen zu sogenannten Seifenmicellen zusammen. Die Tendenz zur Micellbildung ist durch die hydrophoben Wechselwirkungen der Alkylketten verursacht, was bedeutet, daß diese größer sind als die Abstoßungskräfte zwischen den negativen Carboxylgruppen.



Da es sich bei den Seifenmicellen um Teilchen handelt die größer als 1 nm sind, handelt es sich bei einer Seifenlösung um eine kolloidale Lösung. Echte Lösungen enthalten nur Teilchen deren Größe 1nm nicht überschreitet. Kolloidale Lösungen sind auf die Dauer relativ instabil, da es zu einem Zusammenfließen der Teilchen zu immer größeren Teilchen kommt, so daß der gelöste Stoff schließlich aus der Lösung ausflockt. Bei einer Seifenlösung handelt es sich um eine sehr stabile kolloidale Lösung, da die negative Ladung der Micellen und somit deren Abstoßung untereinander einem Zusammenfließen entgegenwirken. Durch Zugabe von Kationen kann man jedoch auch Seifenlösungen destabilisieren. Es kommt hierbei zu einer Entladung der Micellen so daß diese nun zusammenfließen und ausflocken können. Diesen Vorgang macht man sich bei der Seifenherstellung zu Nutze, in dem man Kochsalz zugibt, um die Seife aus dem Seifenleim auszufällen.

Kolloidale Lösungen sind auf Grund ihrer Teilchengröße in der Lage einfallendes Licht zu streuen. Diesen Streu-Effekt bezeichnet man als Tyndall-Effekt.

Versuch 3:

Geräte: 2 Küvetten
 1 Diaprojektor
 1 Spaltblende
 Chemikalien: Kochsalzlösung
 Seifenlösung

Schickt man den Lichtstrahl durch eine echte Lösung (Kochsalzlösung) so ist er nicht zu verfolgen, da keine Streuung stattfindet. Schickt man ihn dagegen durch eine kolloidale Lösung (Seifenlösung) so ist er auf Grund des Tyndall-Effektes gut zu verfolgen.

c) Benetzungs- u. Emulgiervermögen (Waschvermögen)

Durch die Herabsetzung der Oberflächenspannung ist eine vollkommene Benetzung der Schmutzteilchen möglich.

Benetzungs- u. Ablösevorgang:



Der Schmutzablöseprozess wird dadurch gefördert, daß Faser und Seifenmoleküle negative Ladung tragen. Das Seifenmolekül in Form der Carboxylgruppe und Die Faser auf Grund der OH-Gruppen der Cellulosebestandteile. Die gegenseitig Abstoßung erleichtert das Ablösen des Schmutzes.

Zerbrechung der Schmutzpartikel:



Das Zerbrechen des Schmutzes wird durch die Abstoßung der Carboxylgruppen untereinander gefördert. Wir erhalten schließlich eine feine Emulsion von kleinsten Schmutzteilen.

Versuch 4:

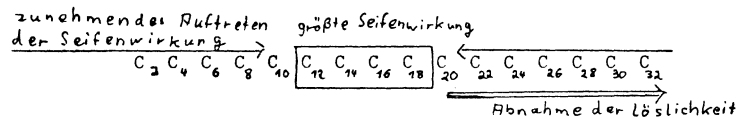
- Geräte: Bunsenbrenner
 Dreifuß + Asbestdrahtnetz
 großes Becherglas
 2 große Reagenzgläser + Stopfen
- Chemikalien: dest. H₂O
 Schmierseifenlösung
 2 rußbeschmutzte Lämpchen

Man gibt in ein großes Reagenzglas mit dest. Wasser und in eines mit Seifenlösung je ein mit Ruß beschmutztes Lämpchen. Beide Reagenzgläser befinden sich in einem warmen Wasserbad. Der Reinigungsprozess soll durch Schütteln der Reagenzgläser (mechanische Bearbeitung) gefördert werden. Ergebnis: nur das mit Seifenlösung behandelte Lämpchen ist sauber geworden.

4) Die Eigenschaften der Seife werden von ihrer Zusammensetzung bestimmt:

EINFLUSS NEHMEN:

a) Die Anzahl der C-Atome des Alkylrestes



- C₁₂H₂₃COOH Laurinsäure
 C₁₄H₂₇COOH Myristinsäure
 C₁₆H₃₁COOH Palmitinsäure
 C₁₇H₃₅COOH Stearinsäure

b) Anzahl und Lage der Doppelbindungen

Seifen mit hohem Anteil an ungesättigten Fettsäuren weisen eine bessere Kaltlöslichkeit und einen niedrigeren Schmelzpunkt als gesättigte auf.

c) Kettenverzweigungen

Kettenverzweigungen erhöhen die Oberflächenaktivität

d) das Kation

unterschiedliche Konstitution der Na- und K-Salze gleicher Fettsäuren:
 Na-Salz (Kernseife) = fest
 K-Salz (Schmierseife) = flüssig

Für die Körperreinigung wird auch heute noch vorwiegend Seife verwendet. Bei der Textilreinigung hingegen wurde sie vollständig von den modernen Waschmitteln verdrängt.

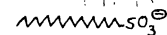
5) Waschmittel und seine Bestandteile

Tenside	10-30%
Seife	0-10%
Pentanatriumtriphosphat	10-70%
Natriumperoxoborat	0-25%
Wasserglas	3-10%
Carboxymethylcellulose	1-3%
optische Aufheller	0,1-0,5%
Magnesiumsilikat	0-3%
Neutralsalze	5-20%
Enzyme	0,2-0,8%
Duft- u. Farbstoffe	0-3%
Schaumregulatoren	

a) Tenside:

Tenside weisen wie Seifenanionen einen polaren Aufbau auf:
hydrophober Teil: langkettiger Alkylrest oder Alkylkette mit Arylsubstituenten
hydrophiler Teil: ionogen oder polar
 Nach den hydrophilen Gruppen werden verschiedene Tenside unterschieden:

1. Anionentenside
 Alkylsulfonate



Alkylsulfate



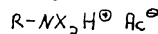
Alkylbenzolsulfonate



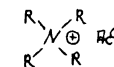
Anionentenside sind die eigentlichen Seifenersatzstoffe und sind in allen Waschmitteln enthalten.

2. Kationentenside

Alkylammoniumsalze



quartäre Ammoniumsalze



Alkylpyridiniumsalze



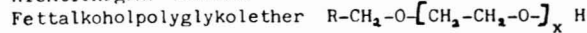
Die polare Gruppe des Tensidmoleküls wird hier von einem Kation gebildet. Aus diesem Grunde ist bei Kationentensiden keine Waschwirkung zu beobachten, da diese von der negativ geladenen Faser angezogen werden und auf ihr einen Schutzfilm bilden. Die Kationentenside werden aus diesem Grunde auch als Invertseifen bezeichnet und hauptsächlich als Imprägnierungsmittel verwendet. Ihre Bedeutung als Desinfektionsmittel ist in ihrer toxischen Wirkung auf Bakterien verursacht.

3. ampholytische Tenside

Alkylbetaine - Sulfobetaine Aminocarbonsäuren

ampholytische Tenside besitzen als ionogene Gruppe ein Kation und ein Anion, so daß das Molekül nach außen hin neutral ist. Sie finden vor allem in Feinwaschmitteln für empfindliche Fasern Verwendung.

4. nichtionogene Tenside

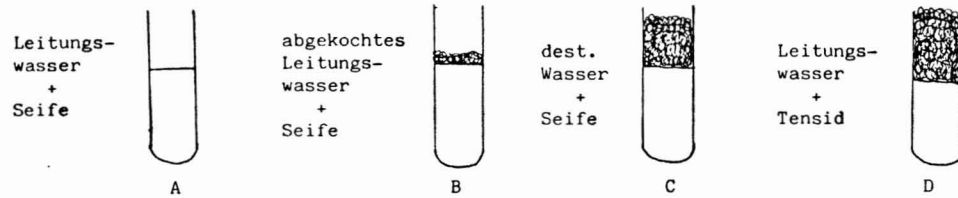


Hier wird die polare Gruppe von einer Polyethergruppe gebildet. Sie finden ebenfalls in milden Waschmitteln Verwendung.

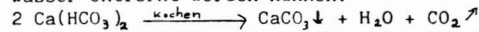
Um zu zeigen aus welchen Gründen die Tenside die Seife so stark zurückgedrängt haben kann man folgende Versuchsreihe durchführen:

Versuch 5: Gegenüberstellung Seife/Tensid

a) Reaktion beider grenzflächenaktiver Stoffe in hartem Wasser:



Theorie: Ca- und Mg-Salze vor allem Hydrogencarbonate und Sulfate bilden die Wasserhärte. Man unterscheidet zwischen temporärer und permanenter Härte. Diese Unterteilung rührt daher, daß die temporäre Härte, die Hydrogencarbonate durch Kochen aus dem Wasser entfernt werden können:

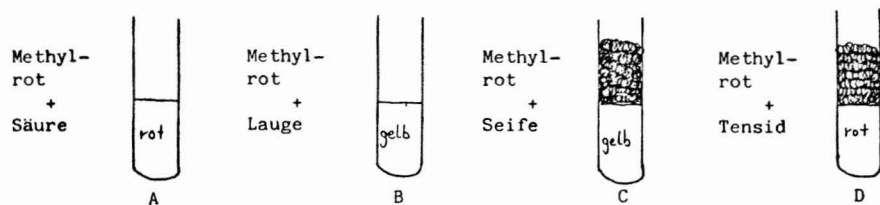


Durch die Ausfällung des unlöslichen Kalziumkarbonat kommt es also zu einer Teilenthärtung des Wassers.

Auswertung:

- A Es ist keine Schaumbildung zu beobachten, die Seifenanionen haben mit den Ca²⁺-Ionen schwerlösliche Kalkseife gebildet. $Ca^{2+} + 2^{OOC-R} \rightarrow Ca(OOC-R)_2 \downarrow$
- B Auch hier wird Kalkseife gebildet. Es ist jedoch noch eine geringe Schaumbildung zu beobachten, da durch das Abkochen des Wassers weniger Ca²⁺-Ionen vorliegen als in reinem Leitungswasser.
- C In destilliertem Wasser (entionisiert) ist eine sehr gute Schaumbildung zu beobachten. Die Lösung ist klar.
- D Als Tensid wurde Dodecylsulfat verwendet, welches in vielen Waschmitteln eingesetzt wird. Es tritt eine starke Schaumbildung auf, d.h. Tenside sind gegen Härtebildner beständig.

b) Einfluß von Seife und Tensid auf pH-Wert des Wassers:



Auswertung:

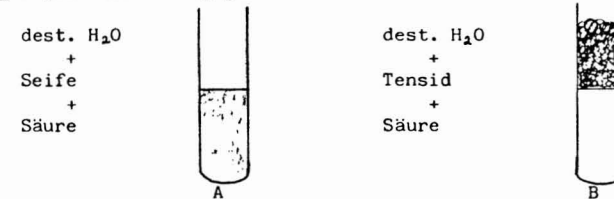
A+B Der Indikator Methylrot ist im sauren Milieu rot und im alkalischen gelb gefärbt

C es tritt eine Gelbfärbung ein, d.h. Seife reagiert beim Lösen in Wasser alkalisch:



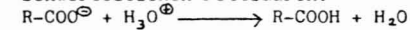
D Methylrot ist in dest. Wasser rot, da dieses einen pH von 5-6 besitzt. Gibt man das Tensid zu, so tritt keine deutliche Farbänderung ein. Das Tensid reagiert also neutral bis schwach sauer

c) Empfindlichkeit gegenüber Säuren:



Auswertung:

A säuert man Seifenlösungen an so kommt es zur Bildung der schwerlöslichen Fettsäuren:



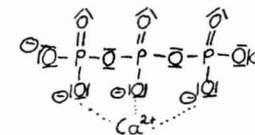
Der Schaum verschwindet und die Lösung trübt sich.

B Bei der Tensidlösung ist keine Veränderung zu beobachten, immer noch gute Schaumbildung und keine Trübung.

Zusammenfassung:

Die Ausfällung schwerlöslicher Kalkseife in hartem Wasser führt zu einem hohen Seifenverlust, außerdem zur Vergilbung und Inkrustierung der Wäsche. Die alkalische Reaktion im Wasser kann Textilschäden hervorrufen und kann zu Hautschäden führen, da der normale pH-Wert der Haut bei 5-6 liegt. Die Bildung von schwerlöslichen Fettsäuren im sauren Milieu führt ebenfalls zu einem hohen Seifenverlust. Positiv anzusehen ist, die Seife allein fast alle Fähigkeiten aufweist, die für den Waschvorgang notwendig sind (Reinigungswirkung, stabiles Kolloid, Schmutztragevermögen, Dispergiervermögen, usw.), während bei einem modernen Waschmittel für die jeweiligen Funktionen unterschiedliche Stoffe eingesetzt werden müssen. Die Unempfindlichkeit gegen Härtebildner, die neutrale Reaktion und die Säurebeständigkeit der Tenside führten dazu, daß Waschmittel die Seife als Textilreinigungsmittel verdrängten.

b) Pentanatriumtriphosphat $Na_5P_3O_{10}$



Das Pentanatriumtriphosphatanion ist auf Grund seiner 5 negativen Ladungen in der Lage Erdalkalimetallionen zu komplexieren und wird aus diesem Grunde in Waschmitteln als Wasserenthärter eingesetzt.

Es besitzt jedoch nicht nur komplexierende Wirkung sondern wirkt auch fördernd auf den Waschprozeß: So bricht es durch Herauslösen von Kationen aus dem Schmutz diesen auf und macht ihn so zugänglicher und leichter ablösbar für die Tensidmoleküle.

Außerdem besitzt es eine adsorptionsverdrängende Wirkung, das heißt durch Anlagerung der Triphosphatanionen an Schmutz und Faser kommt es

zu einer Negativierung beider; also zur Erhöhung der Abstoßung und somit zur Erleichterung des Ablösevorganges.

Versuch 6:

Um das Pentanatriumtriphosphat im Waschmittel nachzuweisen muß man das Polyphosphat durch Kochen in verd. HCl zu Orthophosphat aufschließen und folgenden orthophosphatspezifischen Nachweis durchführen:

Geräte: Reagenzglas

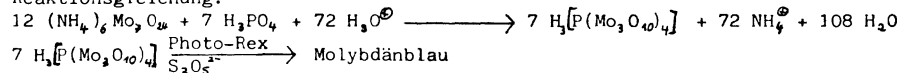
Chemikalien: aufgeschlossene Waschmittellösung

Lösung I : H₂SO₄, H₂O, Ammoniumheptamolybdat

Lösung II: Zitronensäure, H₂O, Natriumdisulfit, p-Methylaminophenol-sulfat (Photo-Rex)

Man gibt zu der aufgeschlossenen Waschmittellösung etwas von Lösung I und II und es tritt nach einigen Minuten eine deutliche Blaufärbung auf.

Reaktionsgleichung:



Das Molybdänblau ist ein Gemisch aus 4- und 6- wertigem Molybdän

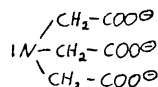
allg. Formel MoO_{3-x}(OH)_x

Umweltaspekt:

Das Pentanatriumtriphosphat ist toxikologisch völlig unbedenklich, trotzdem hat es auf unsere Umwelt einen sehr negativen Einfluß. Das Phosphat stellt ein Nährelement für pflanzliche und tierische Organismen dar und ein erhöhter Phosphatgehalt führt somit zur Überdüngung der Gewässer (Eutrophierung). Es kommt nun zu einem vermehrten Algenwachstum, bis die wachstumslimitierenden Faktoren wie z.B. Licht und CO₂-Gehalt dem Wachstum ein Ende setzen. Nun kommt es zum Absterben der Algen und bei den Abbauprozessen zu einem erhöhten Sauerstoffverbrauch. Ist der Sauerstoff verbraucht so kommt es zur Bildung von Faulschlamm, NH₃ und H₂S. Der stark erniedrigte Sauerstoffgehalt der Gewässer führt vermehrt zu Tier- vor allem Fischsterben. Diese katastrophalen Folgen des Phosphats auf das Wasser und seine Lebewesen haben dazu geführt, daß sehr intensiv über Phosphatersatzstoffe geforscht wird.

Als die drei am ehesten in Frage kommenden sind folgende zu nennen:

1) Nitrilotriacetat (NTA)

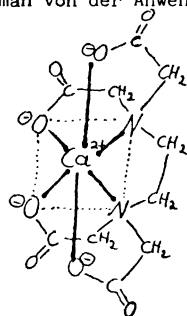
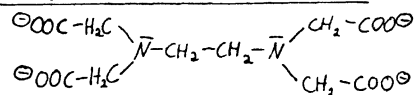


Vorteile: Waschwirkung gut; gut entfernbar aus Abwasser

Nachteile: komplexiert bevorzugt Schwermetallionen (Erhöhung des Schwermetallgehaltes der Gewässer); empfindlich gegen Oxidationsmittel; besitzt eventuell mutagene Eigenschaften

Auf Grund seiner schwerwiegenden Nachteile sollte man von der Anwendung dieses Stoffes absehen

2) Ethylendiamintetraacetat (EDTA)



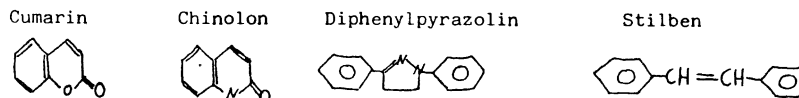
Waschwirkung weniger gut; schwer aus Abwasser zu entfernen komplexiert Schwermetallionen;

3) Natriumaluminumsilikat (Zeolith A)

- Kristallwasserhaltiges Gerüstsilikat mit charakteristischer Poren- und Hohlraumstruktur; wird häufig als Ionenaustauscher verwendet.
- mäßige Komplexbildung und Waschwirkung
- hohe Alkalität
- sehr billig
- gut aus Abwasser entfernbar
- toxikologisch völlig unbedenklich

c) optische Aufheller (Weißtöner)

Optische Aufheller sind Stoffe, die auf der Faser aufziehen und die Fähigkeit besitzen aus dem Tageslicht UV-Licht zu absorbieren und sichtbares (blaues) Licht zu emittieren. Das blaue Licht kompensiert die Gelbstichigkeit der Wäsche, da gelb und blau als Komplementärfarben in additiver Farbmischung weißes Licht ergeben. Dem menschlichen Auge erscheint blaustichige Wäsche als wäre sie weißer als weiß. Verschiedene als Aufheller verwendete Molekülgerüste:



Durch Anhangsgruppen (z.B. -SO₃H oder -CH₃) kann die Polarität der Aufhellermoleküle beeinflusst werden und daher für verschiedene Fasern die jeweils spezifischen Aufheller verwendet werden.

Versuch 7:

Geräte: 2 Bechergläser

2 beige Baumwolläppchen

1 UV-Lampe

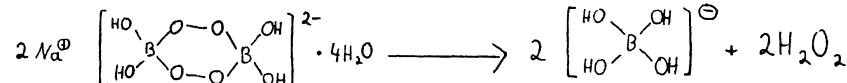
Chemikalien: Waschmittellösung ohne optische Aufheller

Waschmittellösung mit optischen Aufhellern

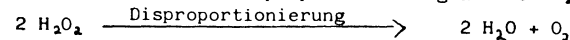
man weicht eines der Baumwolläppchen in der Waschmittellösung mit (A) optischen Aufhellern ein und das andere in der Lösung ohne Aufheller (B). Nach dem Trocknen legt man beide unter die UV-Lampe. Ergebnis: A Es kommt zu einer Farbveränderung zu weiß hin B die beige Farbe bleibt unverändert

d) Bleichmittel

Früher wurde die Wäsche bei der Rasenbleiche gebleicht. Die Wäsche wurde feucht in die Sonne gelegt, es kam unter Einwirkung des UV-Lichtes zu H₂O₂-Bildung welches Flecken oxidativ zerstören kann. Heute verwendet man in Waschmitteln Natriumperoxoborat welches H₂O₂ freisetzen kann:



Das eigentliche Oxidationsmittel welches die Bleichung durchführt ist der reaktive Sauerstoff der durch Disproportionierung aus dem H₂O₂ freierwird:



Versuch 8:

Nachweis des Natriumperoxoborats im Waschmittel

Geräte: 1 Porzellanschale

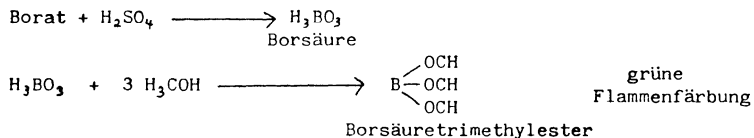
1 Glasstab

Chemikalien: H_2SO_4 konz.

Methanol

Waschmittel

Man gibt etwas Waschmittel in eine Porzellanschale, dazu einige Tropfen konzentrierte Schwefelsäure und etwas Methanol und verrührt alles mit einem Glasstab zu einem Brei. Entzündet man dies Gemisch, so brennt es mit grüner Flamme.

**Versuch 9:** H_2O_2 -Nachweis

Geräte: 1 Bürette

1 Magnetrührer

1 Rührfisch

2 Erlenmeyer-Kolben

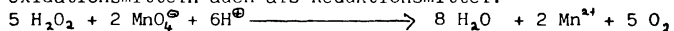
1 Laborständer

2 Klammern

Chemikalien: verdünnte KMnO_4 -Lösungdest. H_2O

Waschmittellösung

Man läßt KMnO_4 -Lösung zu einer definierten Menge dest. Wasser laufen bis eine deutliche Violettfärbung zu erkennen ist. Zur gleichen Menge Waschmittellösung gibt man nun die gleiche Menge KMnO_4 -Lösung wie zum dest. Wasser. Hier bleibt jedoch die Violettfärbung aus. Auch nach weiterer Zugabe von KMnO_4 -Lösung tritt keine Violettfärbung auf. Das KMnO_4 ist von dem H_2O_2 reduziert worden. H_2O_2 reagiert in Gegenwart von starken Oxidationsmitteln auch als Reduktionsmittel:

**e) Enzyme**

Sie zerstören Eiweißflecken durch enzymatischen Abbau. Sie werden nur in Fein- und Buntwaschmitteln eingesetzt, da sie bei höheren Temperaturen Denaturieren.

Versuch 10:

Enzym-Nachweis

Geräte: 2 Schraubdeckelflaschen (1000ml)

Chemikalien: Waschmittel mit Enzyme

Waschmittel ohne Enzyme

belichteter und entwickelter Diafilm

Man gibt in beide Schraubdeckelflaschen 60°C warme Waschmittellösungen (1 × enzymhaltige und 1 × enzymfreie). Zu beiden gibt man einige Abschnitte des Filmes. Nach ca. 1 Stunde ist eine dunkle Trübung der enzymhaltigen Lösung zu beobachten. Das Enzym hat die Gelatine-Schutzschicht abgebaut und das Silber des Filmes ist kolloidal in Lösung gegangen. Bei der enzymfreien Waschmittellösung ist keine Veränderung eingetreten.

f) sonstige Waschmittelinhaltsstoffe

Die übrigen Waschmittelinhaltsstoffe und ihre Funktionen möchte ich nur erwähnen.

- SEIFE: Sie wird meist überhaupt nicht oder nur in geringen Mengen in Waschmitteln verwendet. Sie wird dann nicht zum Wäschereinigen, sondern als Schaumregulator eingesetzt. Es handelt sich meist um Seifenanionen mit sehr langem Alkylrest, da diese auf Grund ihrer Schwerlöslichkeit als Schaumbremse wirken können.
- WASSERGLAS: es dient als Korrosionsschutz für die Metallteile der Waschmaschine
- CARBOXYMETHYLCELLULOSE: Sie dient als Vergrauungsinhibitor, d.h. sie verhindert das Wiederaufziehen des Schmutzes auf der Faser.
- MAGNESIUMSILIKAT: a) Kolloidstabilisator
b) Maskierung von Schwermetallionen
- die Maskierung der Schwermetallionen ist von großer Bedeutung, da diese katalytisch auf die H_2O_2 -Freisetzung wirken, denn eine starke H_2O_2 -Entwicklung schädigt die Faser.
- NEUTRALSALZE: Sie dienen hauptsächlich als Füllstoffe und werden häufig in relativ großen Mengen den Waschmitteln zugesetzt, z.B. Na

Literatur

- | | |
|---|--|
| Lindner Kurt | "Tenside, Textilhilfsmittel, Waschröhstoffe" 1954 Band I und II |
| Schallies | "Kunststoffe, Farbstoffe, Waschmittel" Chemie für Gymnasien |
| Gust, Bettina/ Herdorn, Fritz | "Seife Gestern und Heute" |
| Consum-Critik | "Waschmittel" 2/83
Hrsgb. Gruppe Consum-Critik und BBU |
| Lehmann Hans-Jürgen | "Moderne Waschmittel"
Chemie in unserer Zeit/7. Jahrg. 3/73 |
| Wingert, Helga | "Waschmittel"
Zeitschrift NATUR von Horst Stern, Nr. 4 (April 8 |
| Praktikumsvorschrift (Anorganisches Praktikum für Lehramtler 1984/85) | |