

Waschmittel

0. Historisches

Als „erstes Waschmittel“ verwendeten die Menschen das Wasser selbst. Da das Wasser aber an der Oberfläche vieler Stoffe (z. B. Haut, Textilien) abperlt und zudem nur polare Stoffe, wie z. B. Salze, jedoch keine unpolaren Stoffe, wie z. B. Fette, löst, stellte sich schnell heraus, dass Wasser alleine zur Reinigung nicht genügt.

Das erste überlieferte Seifenrezept lässt sich auf die Zeit um 2500 v. Chr. zurückführen. Es enthielt folgende Portionsangaben:

„1 Liter Öl und die fünfeinhalbfache Portion Pottasche“ (Quelle [1])

(veraltete Bezeichnung für Kaliumcarbonat K_2CO_3 . Das Einbringen der Verbindung in Wasser führt zu einer Lösung, die alkalisch reagiert.)

Hierbei wurde das erste Mal über eine gezielt durchgeführte chemische Reaktion berichtet. Auch in Ägypten findet man Dokumente über die Seife. 600 v. Chr. wurden hier tierische Fette oder pflanzliche Öle mit Soda vermischt und gekocht. Die eigentliche Waschkraft der Seifen wurde aber erst später erkannt. Zu dieser Zeit wurde die Seife lediglich als Haarpomade bzw. Medizin zur Behandlung von Hautkrankheiten benutzt. Diese Hautkrankheiten entstanden durch den Mangel an Körperpflege und die Seife wirkte durch die Reinigungswirkung wie eine Art Medizin.

Die Römer und Griechen reinigten über Jahrhunderte ihre Wäsche mit Aschenlauge und salbten ihren Körper mit Öl. Sie kamen jedoch nicht auf die Idee, Öl und Asche zu vermischen und zu verkochen.

Erst ein in Rom lebender griechischer Arzt weist im 2. Jahrhundert wieder auf die reinigende Wirkung von Seife hin. Als ausgesprochenes Reinigungsmittel konnte sich die Seife jedoch nicht durchsetzen. Bei der Seifenherstellung stieß man auf erhebliche Schwierigkeiten. Zunächst gab es nur kaliumhaltige und nur schwach alkalisch reagierende Salze. Feste Seife gewann man durch die Entdeckung der Soda, welche noch heute im Carbonatverfahren verwendet wird.

Die Kunst des Seifensiedens kam durch die Araber über Spanien nach Europa. Die Araber stellten durch „Kaustifizieren“ (Alkalisch machen) von Soda oder Pottasche die erste feste Seife her. Spanien, Italien und später auch Frankreich besaßen die erforderlichen Rohstoffe wie Oliven (Öllieferant) und die Aschen von Meerespflanzen (Soda). Seifen waren jedoch bis ins 18. Jahrhundert ein Luxusgegenstand, den sich nicht jeder leisten konnte. Außerdem war der Wunsch, sich und seine Kleidung regelmäßig zu waschen, noch nicht so ausgeprägt.

Erst zu Beginn des 19. Jahrhundert setzte eine größere Nachfrage nach Seife ein: Waschen wurde modern. Mit der Einfuhr von billigen Fettrohstoffen und der Entwicklung eines preisgünstigen Verfahrens zur Herstellung von Soda konnte die industrielle Herstellung von Seife beginnen.

1907 kam dann das erste Vollwaschmittel (Persil) auf den Markt. Es enthielt neben Seifenpulver Natriumperborat als Bleichmittel und Natriumsilicat als Stabilisator. (Quelle [1])

1. Tenside

Tenside sind *waschaktive Substanzen* im Waschmittel. In allen Waschmitteln sind sie die wichtigsten Wirkungsbestandteile.

1.1 Seifen

Die ältesten vom Menschen benutzten Tenside sind die Seifen. Es handelt sich hierbei um *unverzweigte Natrium- und Kaliumsalze der Fettsäuren*.

Natriumseifen: *Kernseifen* (fest)

Kaliumseifen: *Schmierseifen* (weich)

a) Herstellung von Seifen

Ausgangsstoffe für die Seifenherstellung sind vor allem pflanzliche oder in geringem Maß auch tierische Fette. Als Rohstoffe dienen deshalb hauptsächlich Rindertalg, Schweinefett, Kokosfett und verschiedene meist minderwertige Ölsorten.

Die Verarbeitung der Fette zu Seifen wird *Verseifung* genannt. Hierbei handelt es sich um eine *hydrolytische Spaltung* von Fetten.

Die Fette werden unter Zugabe von Natron- oder Kalilauge je nach Menge oft stundenlang gekocht. Dabei reagieren die Fette mit der Natron- oder Kalilauge zu Glycerin (Propantriol) und Seifen.

Diesen Vorgang nennt man auch *Seifensieden*.

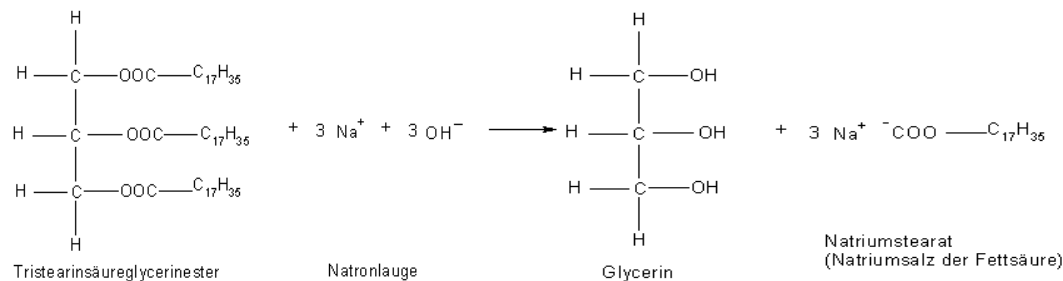


Abb. 1: Verseifung (Quelle [2])

b) Bau und Wirkungsweise von Seifen / Tensiden

- Aufbau

Die negativen Fettsäureanionen liegen in wässrigen Lösungen frei vor, so dass die Seife als anionisches Tensid bezeichnet wird.

Tenside sind *amphiphil*, das heißt, sie sind aus einem *hydrophilen* (wasserlöslich, polar) und *hydrophoben* (wasserunlöslich, unpolar) Molekülteil aufgebaut. (Quelle [9])



Abb. 2: anionisches Tensid (Quelle [3])

• Wirkungsweise

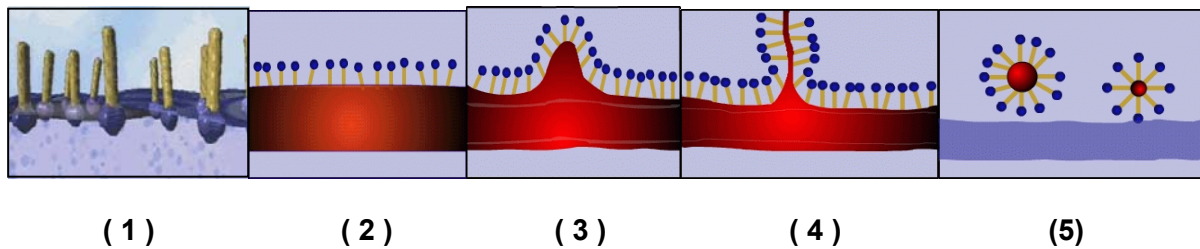


Abb. 3: Wirkungsweise waschaktiver Substanzen (Quelle [4])

Beim Waschvorgang wirkt das Wasser wie ein Medium für die Seifen. Es nimmt die Seifen auf, befördert sie zum Schmutz und transportiert diesen mit Hilfe der Seife ab.

Das Wasser hat jedoch eine hohe Oberflächenspannung, die das Eindringen in das Gewebe verhindert. Wird Seife zum Wasser gegeben, ordnen sich die Moleküle aufgrund ihres Baus an der Wasseroberfläche so an, dass jedes Seifenmolekül mit seinem hydrophilen Ende ins Wasser eintaucht und mit seinem hydrophoben Rest aus dem Wasser heraus ragt. **(1)**

Dadurch wird die regelmäßige Ausbildung der Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Wassermolekülen gestört. Als Folge davon nimmt die Oberflächenspannung ab und das Benetzungsvermögen des Wassers steigt an. Das bedeutet, dass das Wasser und somit auch die Tenside nun schneller zwischen die Fasern eindringen und das Gewebe somit besser benetzen können.

Der hydrophobe Molekülteil des Tensids lagert sich nun an Fett und andere Schmutzteilchen an, die ebenfalls hydrophob sind. **(2)**

Durch die gegenseitigen Abstoßungskräfte der hydrophilen Köpfe wird der Schmutz von der Faser gelöst **(3), (4)**

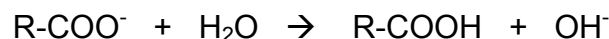
An der Oberfläche der Schmutzteilchen befinden sich die negativ geladenen Carboxylatgruppen der Tenside; somit können sich die Schmutzteilchen infolge gleichnamiger Ladungen nicht miteinander vereinigen, fein *emulgiert* und mit der Waschlauge abtransportiert werden. **(5)**

c) Nachteile der Seifen

Seifen zeigen als Natrium- bzw. Kaliumsalze höhermolekularer Fettsäuren jedoch einige negative Eigenschaften.

• Basische Reaktion

Ein Teil der Seifenanionen reagiert mit Wasser zu Hydroxid-Ionen und wasserunlöslichen Fettsäuren.



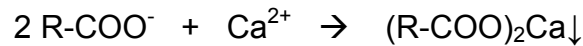
Die entstandene alkalisch reagierende Lösung kann beim Händewaschen den Säureschutzmantel der Haut (pH 5,5) zerstören und empfindliche Gewebe (z. B. Wolle) angreifen.

Versuch: Es werden einige Tropfen Phenolphthalein zur Seifenlösung gegeben.

Beobachtung: Rosafärbung → alkalische Reaktion

- Härteempfindlichkeit / Kalkseifenbildung

Seifen sind härteempfindlich. Die Wasserhärte wird durch gelöste Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen bedingt. Die Seifen reagieren mit diesen Ionen zu unlöslichen Kalk- bzw. Magnesiumseifen.



Daraus ergeben sich erhebliche Seifenverluste. Kalk- bzw. Magnesiumseifen setzen sich im Gewebe ab und machen die Wäsche hart und grau.

Versuch: Seifenlösung mit CaCl_2 versetzen und kräftig schütteln

Beobachtung: Ausfallen eines weißen Niederschlages

1.2 Synthetische Tenside

Die oben aufgeführten Nachteile haben in der Industrie zur Entwicklung synthetischer Tenside geführt, die nicht die genannten Nachteile zeigen.

Synthetische Tenside sind ebenfalls waschaktive Substanzen, die einen amphiphilen Bau besitzen, also sowohl ein hydrophobes wie ein hydrophiles Molekülteil haben.

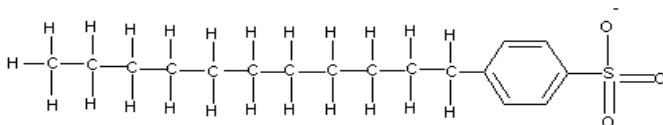


Abb. 4: synthetisches Tensid: Alkylbenzolsulfonat (ABS) (Quelle [5])

(Alkylbenzolanteil = hydrophob, Sulfonsäureanion ($-\text{SO}_3^-$ -Gruppe) = hydrophil)

Synthetische Tenside sind aber wegen ihrer oft verzweigten Struktur zumeist schlechter biologisch abbaubar als diese und deshalb stark umweltbelastend.

(→ Schaumbildung auf Flüssen, Fischsterben)

2. Waschmittel

Bestandteile eines modernen Waschmittels:

Tab. 1: Bestandteile des modernen Waschmittels (Quelle [6])

10-20%	Tenside	als waschaktive Substanzen
20-30%	Enthärter	früher: Polyphosphate, heute: Zeolith (Silikat), binden Ca-Ionen der Wasserhärte
10-20%	Bleichmittel	Perborate: geben atomaren Sauerstoff ab (wie H ₂ O ₂), der Obstflecken etc. bleicht; sind nicht in Color-Waschmitteln enthalten (aus Rücksicht auf die Farben)
5-20%	Alkalien	hauptsächlich Na ₂ CO ₃ , nicht in Feinwaschmitteln (Wolle schrumpft in Laugen)
0,1-0,3%	Enzyme	Proteasen (Enzyme, die Proteine = Eiweiß spalten)
0,1-0,2%	Aufheller	wandeln UV-Licht in sichtbares Licht um (deshalb wird UV-Licht in Discos eingesetzt)
0,5-1%	diverse Stoffe	Korrosionsinhibitoren, Vergrauungsinhibitoren, Schaumregulatoren, Duftstoffe, etc.
	Füllstoffe	erhalten das Gemisch rieselfähig

2.1 Tenside

Heute setzt man zum Waschen nur noch synthetische Tenside ein. Ein bekanntes synthetisches Tensid ist z. B.: "Natriumlaurylsulfat":

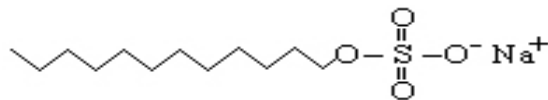


Abb. 5: Natriumdodecylsulfat (Quelle: [6])

2.2 Wasserenthärtungsmittel

Wie unter *Härteempfindlichkeit* behandelt, ist die Wasserhärte sehr von Nachteil für das Gewebe und auch für die Waschmaschine.

Heute verwendet man als Enthärter Zeolithe. Zeolith A besteht aus einer Alumo-Silikat-Gerüststruktur. In den Hohlräumen des Netzwerkes können z. B. Ca²⁺ Ionen gebunden werden (siehe Abb. 6). Zeolithe kommen zwar in der Natur vor, jedoch wird das Zeolith A synthetisch hergestellt. Im Gegensatz zu den früher verwendeten Polyphosphaten verhält es sich umweltneutral.

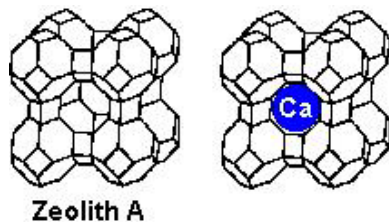


Abb. 6: Ausschnitt aus der Struktur des Zeolith A (Quelle [6])

2.3 Bleichmittel

Verschmutzungen, wie z. B. Farbstoffflecken (Rotwein, Kaffee, Früchte, Kosmetika), kann man alleine durch Waschen mit Tensiden aus den Textilien nicht entfernen. Deshalb enthalten Waschmittel Bleichmittel. Unter dem Bleichen versteht man die oxidative Zerstörung von Farbstoffrückständen. Das wichtigste Bleichmittel ist Natriumperborat, das in Wasser Wasserstoffperoxid freisetzt.

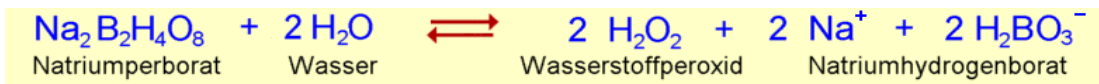
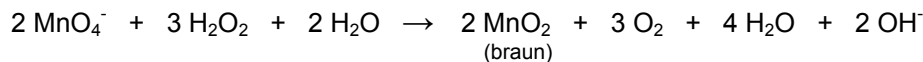


Abb. 7: Bleichvorgang (Quelle [7])

Der beim Zerfall des Wasserstoffperoxids frei werdende Sauerstoff zerstört die Farbstoffreste oxidativ. Bleichmittel wird nur in Vollwaschmitteln eingesetzt.

Versuch:	Zu einer KMnO_4 – Lösung wird ein Vollwaschmittel hinzu gegeben. (anschließend Versuch mit Color-Waschmittel)
Beobachtung:	die Lösung entfärbt sich, ein brauner Niederschlag bildet sich, Gasentwicklung (Schaum) ist zu sehen => Bleichmittel vorhanden. (Mit einem Color-Waschmittel bleibt diese Reaktion aus.)

Reaktionsgleichung:



2.4 Enzyme

Eiweiß- und stärkehaltige Flecken (Blut, Kakao) sind schwer abwaschbar. Deshalb enthalten Waschmittel Enzyme (Proteasen, Amylasen, Lipasen, Cellulasen). Diese Flecken werden durch Enzyme in kleinere, wasserlösliche Bausteine gespalten und können somit von der Faser abgewaschen werden. Da Enzyme hitzeempfindlich sind, werden sie hauptsächlich in Waschmitteln bis 60 °C verwendet. Enzyme können allergische Reaktionen hervorrufen. Deshalb werden sie verprillt, d. h. sie werden mit einer Art Schutzhülle umgeben, die sich erst in der Waschlauge auflöst. (Quelle [8])

2.5 Optische Aufheller (Weißtöner)

Vielfach gewaschene weiße Wäsche erhält mit der Zeit einen mehr oder weniger starken Gelbstich, da von den Fasern bevorzugt blaues Licht absorbiert wird. Der Blauanteil des reflektierten Lichts wird erniedrigt und der Mensch nimmt dies als gelben Farbton wahr. Dem Waschmittel setzt man deshalb optische Aufheller zu. Diese wandeln (nicht sichtbares) UV-Licht in sichtbares, blaues Licht um. Dieser abgestrahlte Blauanteil überdeckt die Gelbtöne der Faser und die Wäsche erscheint für den Betrachter strahlend weiß. (Quelle [8])

3. Umwelt

Bei allen Vorteilen und Leistungen moderner Waschmittel darf nicht außer Acht gelassen werden, dass Waschmittel nach dem Gebrauch zusammen mit dem abgelösten Schmutz ins Abwasser gelangen. Der Gesetzgeber schreibt vor, dass 80 % der Tenside durch Mikroorganismen abbaubar sein müssen. Eine zu hohe Tensidkonzentration im Wasser ist insbesondere für Fische gefährlich, da ihre Kiemen geschädigt werden können.

Besonders problematisch sind für die Gewässer Phosphate, die bis 1981 Hauptbestandteile der Wasserenthärter waren. Diese Phosphate führen zu einer „Überdüngung“ der Gewässer, was eine vermehrte Algenbildung zur Folge hat. Beim Zersetzen der abgestorbenen Algen durch Bakterien wird so viel Sauerstoff verbraucht, dass er für die übrigen tierischen Gewässerbewohner nicht mehr ausreicht.

Folge: Das Gewässer stirbt!!!!


	<p><u>Denke beim Wäschewaschen an den Umweltschutz!</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Fassungsvermögen der Waschmaschine voll ausnutzen• Waschmittel mit dem zugehörigen Messbecher genau dosieren. Dabei auf<ul style="list-style-type: none">• Wasserhärte und• Verschmutzungsgrad achten.• Normal oder leicht verschmutzte Kleidung ohne Vorwaschgang waschen.• Möglichst mit 30 °C bis 60 °C waschen. 90 °C-Wäsche benötigt 40 % mehr Energie <p>Wenn wir alle insgesamt nur 1% weniger Waschmittel verbrauchen würden, könnten die Kläranlagen pro Jahr um 7000 t Chemikalien entlastet werden!</p>
--	--

Abb. 8: Umweltschutz beim Wäschewaschen (Quelle [4])

Literatur:

- [1] <http://www.uni-essen.de/chemiedidaktik/S+WM/Geschichte/Geschichte1.htm> (Seite aktuell am: 11.11.2005)
- [2] <http://ac16.uni-paderborn.de/studienarbeiten/aulig/themen/verseifungsreaktion.html> (Seite aktuell am: 11.11.2005)
- [3] <http://www.uni-essen.de/chemiedidaktik/S+WM/Gewinnung/Seifenanion.htm> (Seite aktuell am: 11.11.2005)
- [4] <http://www.uni-essen.de/chemiedidaktik/S+WM/Wirkung/Index.htm> (Seite aktuell am: 11.11.2005)
- [5] <http://ac16.uni-paderborn.de/studienarbeiten/aulig/chemie.html> (Seite aktuell am 11.11.2005)
- [6] <http://www.chemienet.info/4-ten.html> (Seite aktuell am: 11.11.2005)
- [7] <http://www.uni-essen.de/chemiedidaktik/S+WM/Waschmittel/Waschmittel10.htm> (Seite aktuell am: 11.11.2005)
- [8] M. Hünten: "Abitur Training, Chemie 2", 1996, Freising, Stark Verlag, S.69-80
- [9] Demonstrationsvortrag in Anorganischer Chemie: S. Pletzer; Waschmittel; Wintersemester 2002/03, Regensburg.