

Versuchsprotokoll

Nachweis von Tensiden in Kernseife, Spülmittel und Waschmittel

Gruppe 8, Typ: Eigenversuch

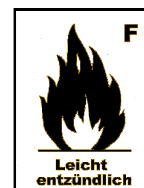
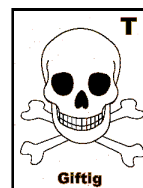
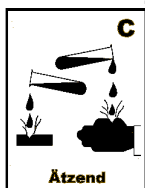
1. Zeitbedarf

	Teil 1
Vorbereitung	10 min
Durchführung	20 min
Nachbearbeitung	2 min

2. Chemikalien

Name	Summenformel	Gefahrensymbol	R-Sätze	S-Sätze	Einsatz in der Schule
Methylenblau	$C_{16}H_{18}ClN_3S$	Xn	22	22, 24/25	S I
Methylorange	$C_{14}H_{14}N_3Na_3O_3S$	T	25	37, 45	S I
Wasser	H_2O	-	-	-	S I
Schwefelsäure c = 0,1 mol/L	H_2SO_4	C	35	26, 30, 45	S I
Essigsäureethylester	$CH_3COOC_2H_5$	F, Xi	11, 36, 66, 67	16, 26, 33	S I

Gefahrensymbole



3. Materialien/Geräte

Spatel, Becherglas, Messzylinder, 5 Pipette, 6 Reagenzgläser

4. Versuchsaufbau

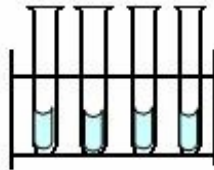


Abb. 1: Versuchsaufbau^[2]

5. Versuchsdurchführung

0,5 g Methylenblau und 0,5 g Methylorange werden je in 30 mL demineralisiertem Wasser gelöst. Die beiden Lösungen werden zusammen gegeben und mit 5 mL Schwefelsäure angesäuert. Die Lösung wird mit Wasser auf 100 mL aufgefüllt und gut durchmischt.

Eine kleine Menge des jeweiligen Tensids (Kernseife, Spülmittel, Waschmittel) wird in 1 mL demineralisiertem Wasser gelöst und mit 3 Tropfen Schwefelsäure angesäuert.

In die 3 Reagenzgläser wird je 1 mL des Indikatorgemisches gegeben und je 1 mL einer der drei Tensidlösungen. Anschließend wird jede Lösung mit 1 mL Essigsäureethylester überschichtet und geschüttelt.

6. Beobachtung

Das Mischen und Lösen der beiden Indikatoren ergibt eine dunkelblaue Lösung. Das Lösen der Kernseife hingegen ergibt eine weiße trübe Flüssigkeit, die Lösung mit dem Spülmittel ist gelb und klar und die mit dem Waschmittel ist leicht rosa. Alle drei Lösungen haben eine stabile Schaumkrone. Nach Zugabe der Indikator-Lösung färben sich alle drei Lösungen rot. Durch das Ausschütteln mit dem Essigsäureethylester entstehen in jedem Reagenzglas 2 Phasen. Die untere bleibt jeweils unverändert, die obere hingegen ist bei der Kernseife klar, beim Spülmittel bläulich-trüb und beim Waschmittel leicht bläulich-trüb (Abb. 2).

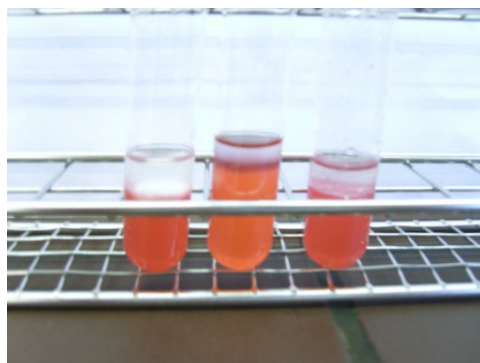


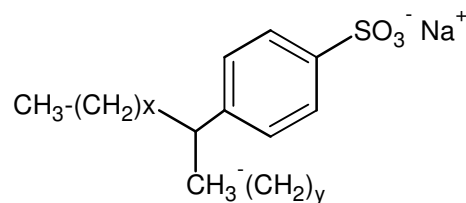
Abb. 2: Kernseife, Spülmittel und Waschmittel mit Indikatorlösung
(Foto entstand nach ca. 30 min, die Schaumkrone hat sich in der Zeit aufgelöst)

7. Entsorgung

Die Lösungen kommen neutral in den Behälter für organische Lösungsmittel.

8. Fachliche Analyse

Die Indikatorfarbstoffe Metylenblau und Methylorange lösen sich nicht in lipophilen Substanzen. Dies ist daran zu erkennen, dass sich eine organische Phase bildet, die im Vergleich zur wässrigen Lösung keine rote Farbe annimmt. Anionische Tenside bilden mit dem Metylenblau einen Komplex. Dieser ist blau und sowohl in Wasser, als auch in organischen Lösungsmitteln löslich. Dies liegt daran, dass der „Schwanz“ des Moleküls unpolare ist und somit in organischen Lösungsmitteln löslich und der Kopf der Moleküls, die Sulfongruppe, polar ist und dafür sorgt, dass die Substanz in Wasser löslich ist.



Alkylbenzolsulfonat
(anionisches Tensid)

Da die organische Phase beim Waschmittel und beim Spülmittel nur leicht blau gefärbt ist, lässt sich darauf schließen, dass in beidem Substanzen nur wenig anionische Tenside vorhanden sind. In der Abbildung ist Alkylbenzolsulfonat zusehen. Dieses Tensid dient hier als Beispiel für die Gruppe der anionischen Tenside.

Methylorange würde sich in Anwesenheit eines kationischen Tensids in der organischen Phase lösen. Da jedoch keine gelbe organische Phase aufgetreten ist, kann die Anwesenheit von kationischen Tensiden in den drei Proben ausgeschlossen werden.

Die farblose organische Phase bei der Kernseife lässt auf Anwesenheit von nichtionischen Tensiden schließen. Diese dissoziieren nicht in Wasser und können so weder Metylenblau noch Methylorange in die organische Phase transportieren.

Alle Tenside bestehen aus einem polaren und einem unpolaren „Ende“. Diese Eigenschaft macht es möglich, dass sich diese Substanzen nicht nur selber in polaren und unpolaren Lösungsmitteln lösen, sondern sogar noch dazu verhelfen, dass sich polare Substanzen in gewissem Maße in unpolaren Lösungsmitteln lösen können und umgekehrt.

Seifen und Tenside behindern die Wasserstoffbrückenbindung von Wasser und setzen so die Grenzflächenspannung herunter. Dieses Phänomen kann man beobachten, wenn man ein Glas randvoll mit Wasser füllt. Das Wasser steht dabei etwas höher als der Rand des Glases. Die hier wirkenden Kräfte, die verhindern, dass das „zu hoch stehende Wasser“ nicht abfließt, sind die Wasserstoffbrücken. Wiederholt man den Versuch jedoch mit einer Seifenlösung, so steht das Wasser nicht höher als der Rand des Glases. Dies liegt daran, dass die Seifenteilchen sich überall im Wasser verteilen und sich so zwischen die einzelnen Wassermoleküle setzen. Dadurch ist die Bildung von Wasserstoffbrücken unmöglich und die Grenzflächenspannung sinkt.

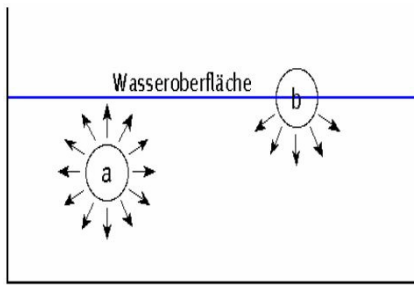


Abb. 3: *Oberflächenspannung von Wasser*^[4]

Zwischen den einzelnen Wassermolekülen wirken Kräfte von allen Seiten, die sich insgesamt zu Null addieren. An der Wasseroberfläche wirken jedoch keine Kräfte von oben, wodurch eine Kraft ins Innere der Flüssigkeit und eine Wölbung des Wasserpegels resultiert.

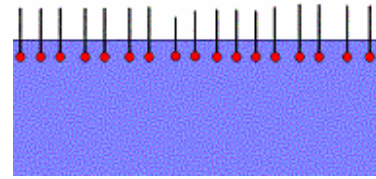


Abb. 4: *Seifenmoleküle in Wasser*^[5]

Die Seifenteilchen setzen sich zwischen die einzelnen Wassermoleküle, wodurch keine Wasserstoffbrücken mehr ausgebildet werden können. Der lipophile Teil der Seife ragt aus dem Wasser heraus, der hydrophile ins Wasser hinein. Hier werden nur Seifenteilchen gezeigt, die sich an der Wasseroberfläche befinden. Für Seifenteilchen mitten in der Flüssigkeit siehe Abb. 5.

Seifen und Tenside verursachen beim Schütteln starke Schaumbildung. Dies liegt daran, dass beim Schütteln Luft in die Lösung eindringt. Die Luft wird von einer dünnen Wasserschicht umhüllt. Diese Wasserschicht ist wiederum an beiden Seiten von Seifenmolekülen umgeben, die mit ihrem hydrophilen Enden in die Wasserschicht ragen. Bei der Schaumbildung in unpolaren Lösungsmitteln ragen die lipophilen Enden der Seife in das Lösungsmittel, wodurch ebenfalls eine dünne Schicht entsteht, die Luft einhüllt.

Lamellenbildung bei einer Seifenblase

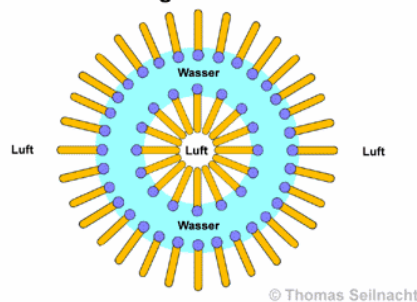


Abb. 5: *Seifenblase*^[6]

Tenside werden unterteilt in anionische, nichtionische und kationische Tenside. Sie alle haben, wie oben beschrieben, ein lipophiles und ein hydrophiles Ende. Die anionischen Tenside haben eine negativ geladene Gruppe, wie z.B. beim Alkylbenzolsulfonat die Sulfonatgruppe. Nichtionische Tenside besitzen mehrere Ethergruppen und eine endständige Hydroxylgruppe. Zwischen 30 und 60 °C ist ihr Waschkraft am größten. Da sie nur relativ wenig Schaum bilden, werden sie in Wasch- und Spülmaschinen eingesetzt. Der Nachteil der nichtionischen Tenside liegt in ihrer pulverförmigen Herstellung, die problematisch und dadurch auch sehr teuer ist. Die kationischen Tenside besitzen eine positive quartäre Ammoniumgruppe. Sie werden jedoch nicht als Waschmittel eingesetzt, da die Fasern, an denen Schmutzpartikel hängen meist negativ geladen sind und die kationischen Tensiden es nicht schaffen den eingelagerten Schmutz von der Faser los zu bekommen. Lagert sich der positive Rest, der sich an der hydrophilen Seite des Moleküls befindet, an die Faser an, so steht der lipophile

Rest nach außen, wodurch die Fasern nicht verkleben, sondern weich bleiben. Aus diesem Grund werden kationische Tenside als Weichmacher eingesetzt. Ebenso werden sie Haarshampoos zugesetzt, denn sie neutralisieren positive Aufladungen der Haare. Die Struktur wird so wieder geglättet und das Haar lässt sich leichter kämmen.

Waschmittel enthalten jedoch auch noch viele andere Stoffe. Ein wichtiger Bestandteil sind die Gerüststoffe (zum größten Teil Phosphate), die das Wasser enthärten und somit die Wirkung der Tenside verstärken. Je nach Bedarf sind außerdem unterschiedlich starke Bleichmittel und optische Aufheller darin wieder zu finden. Enzyme fungieren des Weiteren als Fleckenentferner. Wie oben beschrieben schäumen auch Waschmittel stark auf. Deshalb wird Waschmitteln so genannte Schaumregulatoren zugesetzt, damit eben nicht so etwas passiert wie z.B. im Film „Kevin allein zu Haus“, in dem der ganze Keller nach einem Waschvorgang eingeschäumt wird. Damit das Wasser der Waschmaschine und ihren Wasserleitungen nicht allzu sehr zusetzt, werden Waschmitteln außerdem Korrosionshemmer zugesetzt. Und damit die frisch gewaschene Wäsche gut riecht, sind natürlich auch Duftstoffe in Waschmitteln wieder zu finden.

9. Didaktische Analyse

Dieser Versuch ist geeignet für einen GK und einen LK in Jahrgangstufe 13 unter dem Wahlthema „Angewandte Chemie“. Dabei geht es die Herstellung, die Struktur und die Eigenschaften von Seifen und Tensiden, aber auch um die Belastung der Gewässer durch diese. Die Nachweisreaktionen sind weder zeit- noch materialaufwändig und eignen sich deshalb gut als Schülerversuche. Man kann jeder Gruppe dann andere Tenside geben, so dass auch wirklich alle drei Farben der organischen Phase zu beobachten sind. Die Schüler sollten vor dem Versuch Wasserstoffbrücken und die Grenzflächenspannung von Wasser kennen. Der Versuch mit dem Glas Wasser kann gut als chemische Hausaufgabe zur Einführung des neuen Themas benutzt werden.

10. Literatur

Versuchsquelle: [1] Chemie heute, Sekundarstufe I, Lehrermaterialien, Nachweis unterschiedlicher Tenside, Schroedel-Verlag, Hannover, 2002

Fachquellen: [2] Landesbildungsserver Baden-Württemberg, <http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/nwt/unterrichtseinheiten/einheiten/aspirin/pro9.html>, (letzter Zugriff: 13.12..08, 15:09 Uhr)

[3] *Lehrplan Chemie für die Jahrgangsstufen G7 bis G12* des hessischen Kultusministeriums, 2005 (http://www.kultusministerium.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2)

[4] Menzel, P., Phänomen Wasser, <http://www.chemie-macht-spss.de/2003-phaenomen-wasser-01.html>, (letzter Zugriff: 13.12..08, 15:09 Uhr)

[5] Rings, D., Stoffgruppe: Tenside, <http://www.mondschein.kilu.de/inhaltsstoffe/tenside.html>, (letzter Zugriff: 13.12..08, 15:09 Uhr)

[6] Seilnacht, T. Naturwissenschaftliches Arbeiten, <http://www.seilnacht.com/fohlen/f12.html>, (letzter Zugriff: 13.12..08, 15:09 Uhr)

[7] Unfallkasse Hesse (UKH), Hessisches Kultusministerium, *Hessisches GefahrstoffInformations System Schule (HessGISS)*, Version 11.0, 2006/2007

[8] Wikimedia Foundation Inc., <http://de.wikipedia.org> (letzter Zugriff: 13.12.08, 15:09 Uhr)