

Praktikum zur Organischen Chemie für Studierende des Lehramts

WS 2010/11

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent(in): Sarah Henkel

Name: Johannes Hergt

Datum: 17.12.2010

Gruppe 8: Ester, Fette, Seifen und Tenside

Versuch (selbst): Methyleneblau - Indikator für anionische Tenside

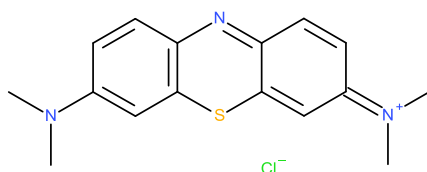
Zeitbedarf

Vorbereitung: 5 Minuten

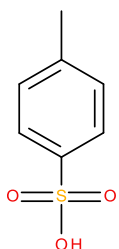
Durchführung: 15 Minuten

Nachbereitung: 10 Minuten

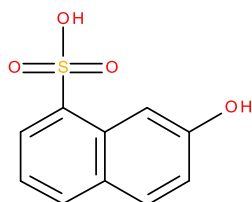
Beteiligte Moleküle



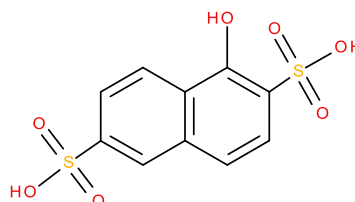
Methyleneblau



Toluol-4-Sulfonsäure



2-Naphthol-8-sulfonsäure



1-Naphthol-2,6-disulfonsäure

Abb. 2: Beteiligte Moleküle.

Chemikalien ^[1,2]

Tab. 1: Verwendete Chemikalien.

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schul-einsatz
Methyleneblau	$C_{16}H_{18}ClN_3S$	5 Tropfen	22		Xn	S1
Dichlormethan	$CH_2Cl_{3(l)}$	3 Pipetten pro Ansatz	40	23-24/25-36/37	Xn	S1
Wasser	H_2O	3 Pipetten pro Ansatz			Xn	S1
Toluol-4-Sulfonsäure	$C_7H_8O_3S_{(s)}$	1 Spatelspitze	36/37/38	(2)-26-37	Xi	S1
2-Naphthol-8-sulfonsäure	$C_{10}H_8O_4S_{(s)}$	1 Spatelspitze				S1
1-Naphthol-2,6-disulfonsäure	$C_{10}H_8O_7S_{2(s)}$	1 Spatelspitze				S1

Geräte

- 4 Reagenzgläser
- Reagenzglasständer
- Spatel

Aufbau

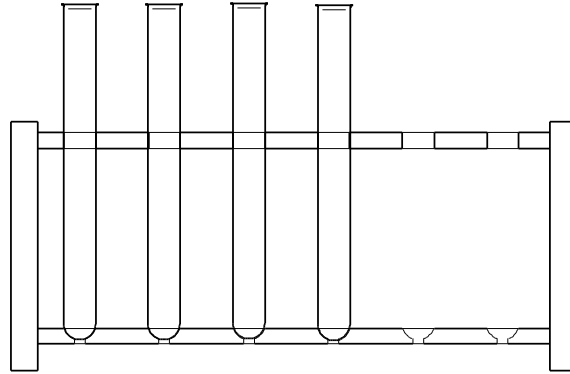


Abb. 2: Versuchsaufbau.

Durchführung

In vier Reagenzgläser werden je drei Pipetten entmineralisiertes Wasser gegeben und einmal Toluol-4-Sulfonsäure, einmal 2-Naphthol-8-sulfonsäure und einmal 1-Naphthol-2,6-disulfonsäure zugeführt (jeweils eine Spatelspitze). In ein Reagenzglas wird keine Säure gegeben (Blindprobe). Die Säuren werden unter Schwenken des jeweiligen Reagenzglases gelöst und anschließend 5 Tropfen Methylenblau dazugegeben. Nun werden jeweils drei Pipetten Dichlormethan dazu getropft und anschließend geschüttelt.

Beobachtung

Wird keine Säure zugeführt, bilden sich zwei Phasen aus. Die obere, wässrige Phase ist blau gefärbt, die untere, organische ist farblos (siehe Abb. 3).



Abb. 3: Blindprobe.

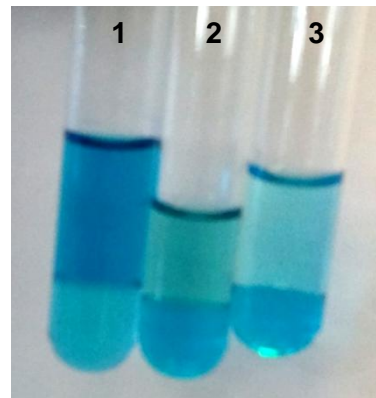


Abb. 4: 1-Naphthol-2,6-disulfonsäure **1**
2-Naphthol-8-sulfonsäure **2**
Toluol-4-Sulfonsäure **3**

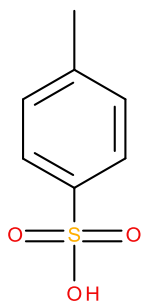
Durch Zugabe der Salze liegt die klare farbliche Trennung zwischen organischer und wässriger Phase nicht mehr vor. Hier ist auch die organische Phase blau gefärbt. Der Grad der Färbung ist jedoch unterschiedlich. Im Fall der 1-Naphthol-2,6-disulfonsäure (1 Abb. 4) ist die organische Phase hellblau und die wässrige Phase tiefblau gefärbt. Für 2-Naphthol-8-sulfonsäure (2 Abb. 4) ist die untere Phase mittelblau und die obere dunkel-türkis. Für Toluol-4-Sulfonsäure (3 Abb. 4) ist die untere Phase ebenfalls mittelblau, die obere Phase ist jedoch heller als die für 2-Naphthol-9-sulfonsäure.

Entsorgung

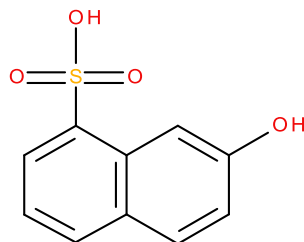
Die Abfälle werden neutral im Sammelbehälter für organische Lösungsmittelabfälle entsorgt.

Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse ^[4-5]

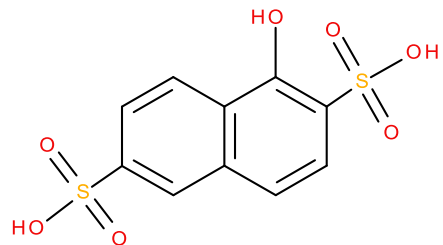
Fette, Öle und andere organische, unpolare Substanzen sind in Wasser aufgrund seiner stark polaren Eigenschaften kaum löslich, weshalb sich Phasen ausbilden. Diese Grenzfläche ist in der Blindprobe (Abb. 3) des Versuchs deutlich zu sehen. Auch beim alltäglichen Spülen im Spülbecken ist deutlich zu beobachten, wie Fett bzw. Öltröpfen an der Oberfläche des Wassers schwimmen. Alle aktiven Verbindungen (neben Farb- und Duftstoffen) eines Waschmittels sind nun dadurch gekennzeichnet, dass sie diese „Grenzflächenspannung“ herabsetzen können. Grenzflächenaktive Verbindungen werden auch Detergenzien oder Tenside genannt. Tenside zeichnen sich durch ihre Amphiphilie (*altgriechisch*: „beides liebend“) aus. Das heißt sie besitzen sowohl einen polaren bzw. hydrophilen als auch einen unpolaren bzw. hydrophoben Molekülteil. Letzterer kann aus einem langkettigen (>10 Kohlenstoffatome) aliphatischen Alkylrest oder einem Alkylbenzol-Rest bestehen. Die hydrophile Gruppe kann z.B. eine Carboxylgruppe oder, wie im Versuch, eine -SO₃H Gruppe sein.



Toluol-4-Sulfonsäure



2-Naphthol-8-sulfonsäure



1-Naphthol-2,6-disulfonsäure

Abb. 5: Eingesetzte grenzflächenaktive Verbindungen im Versuch.

Im Fall von Toluol-4-Sulfonsäure, 2-Naphthol-8-sulfonsäure und 1-Naphthol-2,6-disulfonsäure spricht man auch von anionischen Tensiden, da diese in Wasser durch Abspaltung eines Protons (also die Salze) als Anionen vorliegen.

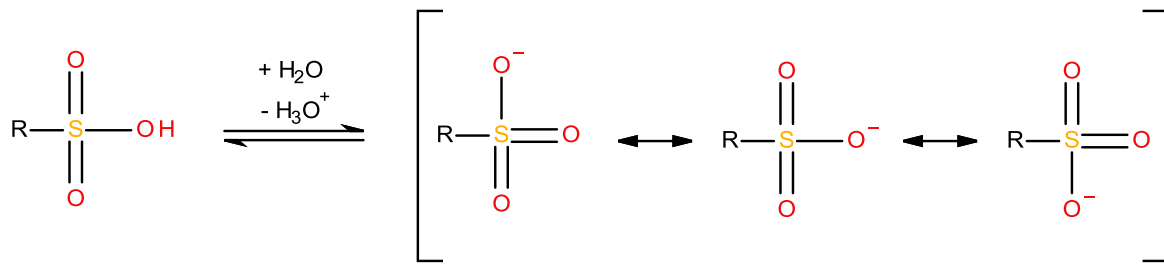


Abb. 6: Abspaltung eines Protons - mesomeriestabilisiertes Produkt.

Wie die Tenside besitzt auch Methyleneblau einen ionischen Charakter. Im Gegensatz zu den Salzen der Sulfonsäuren liegt es jedoch nicht als Anion, sondern als Kation vor (siehe Abb. 7).

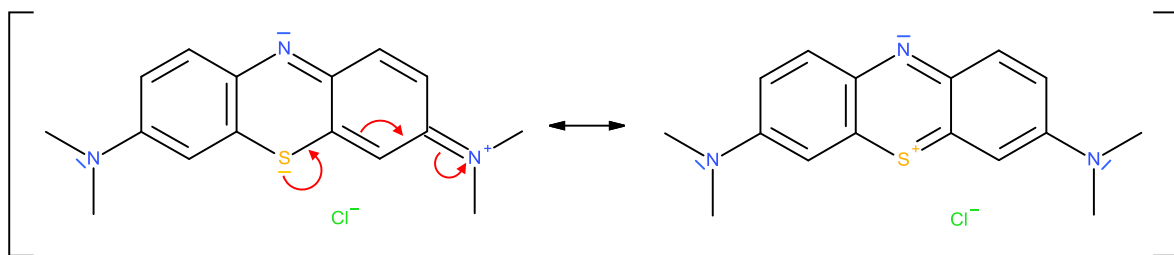


Abb. 7: Mesomere Grenzstrukturen von Methyleneblau.

Aufgrund der mesomeren Grenzstrukturen ist die positive Ladung im Methyleneblau über das gesamte Molekül verteilt. Dies erklärt die gute Löslichkeit in polaren Lösungsmitteln (Wasser) und die schlechte Löslichkeit in unpolaren Lösungsmitteln (Dichlormethan). Im Gegensatz dazu sind die anionischen Tenside nur über den Substituenten, nicht aber über das gesamte aromatische System mesomeriestabilisiert. Diese Struktureigenschaft ist für die Amphiphilie von Toluol-4-Sulfonsäure, 2-Naphthol-8-sulfonsäure und 1-Naphthol-2,6-disulfonsäure verantwortlich. Strukturbedingt ergeben sich zwischen den drei Verbindungen jedoch auch Unterschiede in der Ausprägung ihrer Grenzflächenaktivität.

Bevor diese Unterschiede gedeutet werden, sollte jedoch zunächst der Mechanismus des Phasentransfers des Methyleneblaus erklärt werden: Das Methyleneblaukation (Mb^+) ist in der Lage, ein Assoziat mit den Salzen der Sulfonsäuren zu bilden.

Das Sulfonsäuresalz-Methyleneblau-Paar kann aufgrund des lipophilen/hydrophoben Molekülteils der Sulfonsäure in die organische, unpolare Phase transferieren. Aus diesem Grund tritt bei Anwesenheit von Toluol-4-Sulfonsäure, 2-Naphthol-8-sulfonsäure oder 1-Naphthol-2,6-disulfonsäure im Zweiphasensystem (nach dem Schütteln) auch eine Blaufärbung der unteren Phase auf (Abb. 4).

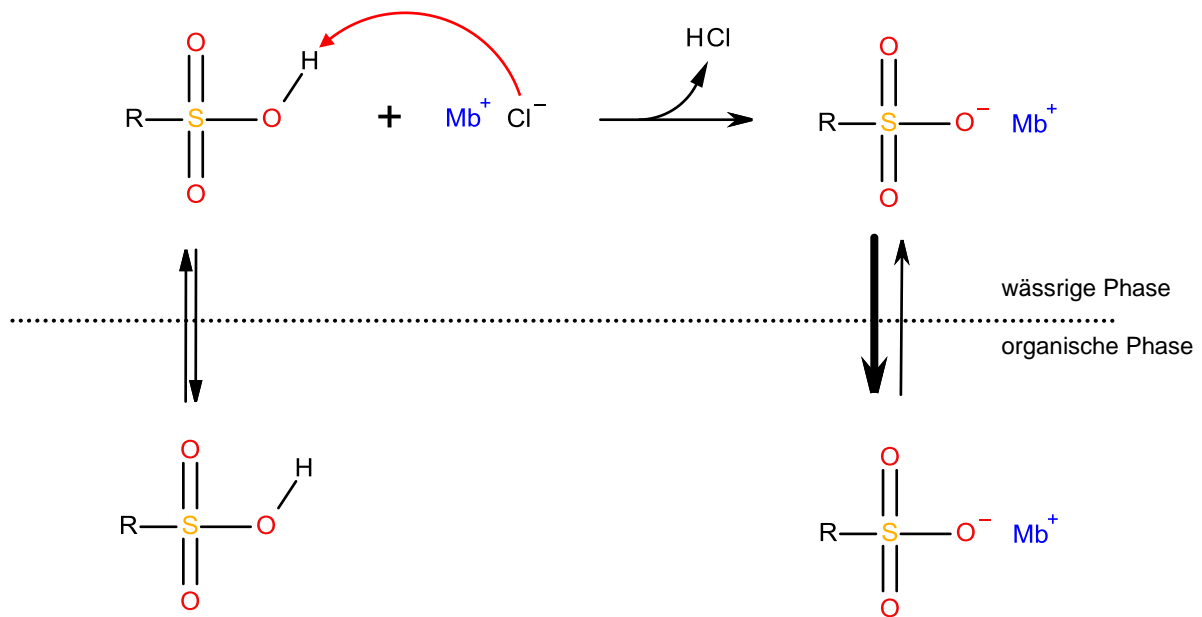


Abb. 8: Phasentransfer von Methyleneblau mit organischen Sulfonsäuren.^[1]

Die beobachtete Blaufärbung der organischen Phase war je nach Sulfonsäure unterschiedlich stark ausgeprägt. Je besser die Grenzflächenaktivität (je intensiver die Blaufärbung der organischen Phase), desto besser ist eine Verbindung als Tensid geeignet. Im Bezug auf den Versuch wird so deutlich, welches Sulfonsäuresalz sich besser als Tensid nutzen lässt und welches weniger.

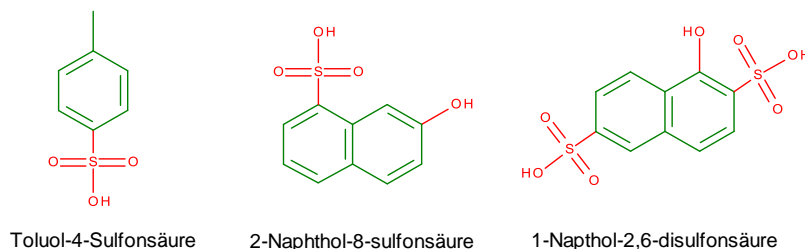


Abb. 9: Hydrophile (rot) und hydrophobe Molekülteile der Sulfonsäuren.

Toluol-4-Sulfonsäure besitzt eine Sulfonsäuregruppe als hydrophile Gruppe, der restliche Großteil des Moleküls ist unpolar und somit hydrophob. Diese klare Trennung des wasserliebenden vom wasserabweisenden Molekülteil erklärt die sehr gute Grenzflächenaktivität (starke Blaufärbung der org. Phase). 1-Naphthol-2,6-disulfonsäure auf der anderen Seite besitzt keine klare innermolekulare Trennung zwischen hydrophilem und hydrophobem Molekülteil. Aufgrund der zwei polaren Sulfonsäuregruppen und der polaren Hydroxygruppe ist es nach außen insgesamt eher hydrophil und besitzt aus diesem Grund eine geringe Grenzflächenaktivität. Die 2-Naphthol-8-sulfonsäure ist mit einer Sulfonsäuregruppe und einer Hydroxygruppe besser als Tensid geeignet, jedoch immer noch weniger effektiv als Toluol-4-Sulfonsäure.

Insgesamt kann deshalb gesagt werden, dass sich Verbindungen, die eine klare Trennung zwischen polarem und unpolarem Molekülteil besitzen, am besten als grenzflächenaktive Stoffe bzw. Tenside eignen. Die Größe des hydrophilen bzw. hydrophoben Molekülteils spielt eine untergeordnete Rolle.

Methodisch-Didaktische Analyse

1 Einordnung^[6]

Im hessischen Lehrplan werden die Strukturen und Eigenschaften von Tensiden unter dem Gesamtthema „Grenzflächenaktive Substanzen“ explizit erwähnt. Sie sind im zweiten Halbjahr der zwölften Klasse (Qualifikationsphase 4) zu behandeln. Der Versuch kann deshalb gut als Demonstration der Grenzflächenaktivität von Tensiden im Rahmen des Lehrplans durchgeführt werden.

Der Versuch ist nicht nur als Einstieg in das Gesamtthema sinnvoll, sondern auch zur Festigung bereits erworbenen Wissens zum Thema polare und unpolare Lösungsmittel bzw. Verbindungen geeignet. Da in einem Haushalt für gewöhnlich Reinigungsmittel zur Verfügung stehen und alltäglich gebraucht werden, besitzt der Versuch zudem einen sehr guten Alltagsbezug.

2 Aufwand

Der Versuch ist in Vorbereitung und Durchführung mit keinem großen Aufwand verbunden. Es müssen lediglich die Chemikalien, sowie Reagenzgläser und Reagenzglasständer bereitgestellt werden. Die verwendeten Chemikalien sind zudem nicht sehr kostspielig, sodass der Versuch auch gut als Schülerversuch durchgeführt werden kann.

Auch die Entsorgung ist nicht aufwändig, da die Chemikalien lediglich in den Sammelbehälter für organische Lösungsmittelabfälle gegeben werden müssen.

3 Durchführung

Der Versuch kann im Falle Zeitmangels als Lehrerversuch durchgeführt werden, bietet sich jedoch aufgrund seiner visuellen Effekte und der ungiftigen Chemikalien besonders als Schülerversuch an.

Der Lehrer sollte die Schüler dazu auffordern, ihre Beobachtungen zu notieren und Schüler, die den Versuch bereits abgeschlossen haben, bitten, Erklärungsansätze des Beobachteten aufzustellen. Im Plenum könnte im Anschluss an den Versuch die Theorie besprochen werden.

4 Fazit

Der Versuch ist aufgrund der guten Einordnung in den Lehrplan, ungiftiger Chemikalien und eindrucksvoller visueller Effekte gut als Schülerversuch geeignet.

Quellenverzeichnis

- [1] Versuchsquelle: Bohne, Ulrich: *Methylenblau - ein Indikator für anionische Tenside*, **CHEMKON**, 2001/Nr.1, S. 25 ff.
- [2] GESTIS - Stoffdatenbank:
<http://biade.itrust.de/biade/lpext.dll?f=templates&fn=main-hit-h.htm&2.0>
(Zugriff am 18. Dezember 2010)
- [3] HessGISS - GUV-Regel Umgang mit Gefahrenstoffen im Unterricht
Ausgabe Januar 1998 (Aktualisierte Fassung Juni 2004)
- [4] Vollhardt, K. Peter C. und Neil E. Schore: *Organische Chemie*. Vierte Auflage. Wiley-VCH Verlag. Weinheim **2005**. S. 112 ff.
- [5] Beyer, Walter: *Lehrbuch der Organischen Chemie*. 24. Auflage. S. Hirzel Verlag. Stuttgart **2009**. S. 262
- [6] Hessischer Lehrplan: Chemie. **2010**
http://www.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2
(Zugriff am 18. Dezember 2010)