

Gruppe 08:

Tenside verringern Grenzflächenspannung

Reaktion:

Man stellt ein kleines mit Öl gefülltes Gefäß in ein größeres mit Wasser gefülltes Gefäß, das Öl läuft wegen seiner Oberflächenspannung nicht ins Wasser. Gibt man Spülmittel hinzu, so zerstört man diese Oberflächenspannung, das Öl tritt heraus.

Ursache für die Ausbildung von Grenzflächen zwischen Wasser und Öl sind die unterschiedlichen Oberflächenspannung der beiden Flüssigkeiten. Je größer die Differenz ist, desto größer ist die Grenzflächenspannung. Ist die Oberflächenspannung der beiden Phasen genau gleich groß, ist die Grenzflächenspannung gleich Null, die Grenzfläche verschwindet.

Chemikalien:

<i>Eingesetzte Stoffe</i>	Gefahrensymbole	R- und S- Sätze	Einsatz in der Schule
Wasser	-	-	unbegrenzt
Paprika-Pulver	-	-	unbegrenzt
Speiseöl	-	-	unbegrenzt
Spülmittel	-	-	unbegrenzt

Materialien:

Waage, Spatel, 2 Bechergläser (500 mL) (oder zum Beispiel eine Flasche), Glasstab, Trichter, Glaswolle, Messzylinder (250 mL), Reagenzglas, evtl. Federn

Durchführung:

Vorbereitung: Herstellen des Paprikaöls

1 Päckchen Gewürzpaprika (ca. 25 g) in einen Erlenmeyerkolben oder eine Flasche mit 250 mL Salatöl geben gut und lange durchschütteln bzw. rühren mindestens 30 Minuten, möglichst aber über Nacht stehen lassen die rote Lösung über Glaswolle oder einem Faltenfilter vom ungelösten Gewürz abfiltrieren.

Eigentlicher Versuch: Grenzflächenspannung

Der Meßzylinder wird nun mit 250 mL Leitungswasser gefüllt.

Das Reagenzglas wird randvoll mit Paprikaöl gefüllt und vorsichtig in den Messzylinder abgesenkt (eventuell z.B.: mit Federn als Absenkhilfe). (Keine Angst, die Grenzflächenspannung zwischen den beiden Lösungen ist so groß, dass Vermischung nicht eintritt.)

Einige Tropfen Spülmittel werden so auf die Wasseroberfläche gegeben, dass das herabsinkende Spülmittel direkt auf das Paprikaöl auftrifft.

Beobachtung:

Herstellen des Paprikaöls:

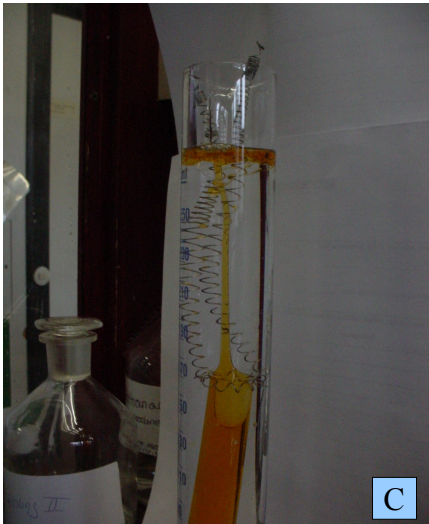
Das gelbe Speiseöl färbt sich nach Zugabe des Paprikapulvers leicht rot, durch Schütteln wird die Farbe noch intensiver, richtig Rot ist die Farbe des Paprikaöls jedoch erst am nächsten Tag (Foto A). Das Abfiltrieren des Restpulvers durch einen Faltenfilter dauert etwas länger. Nach dem Abfiltrieren ist das Paprikaöl kräftig orangerot, es handelt sich um eine klare Lösung. Die man vom Wasser gut unterscheiden kann.



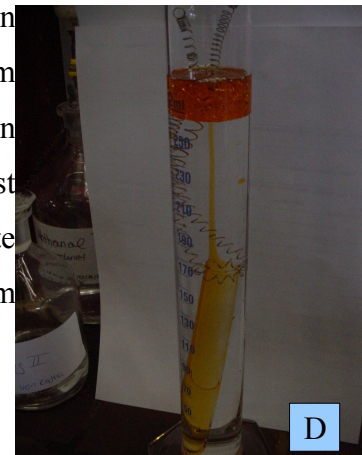
Grenzflächenspannung:



Gibt man das mit Paprikaöl gefüllte Reagenzglas mit Hilfe zweier Federn langsam in den Meßzylinder, so bleibt das Öl im Reagenzglas (Foto B).



Nach Zugabe einiger Tropfen Spülmittel beginnt das Öl aus dem Reagenzglas nach oben zu steigen (Foto C) bis das Reagenzglas fast vollständig leer ist. Das orange rote Paprikaöl schwimmt nun oben auf dem Wasser (Foto D).



Entsorgung:

Lösungen in den Abfluss geben.

Fachliche Analyse:

Vorversuch:

Der rote Farbstoff des Paprika-Gewürzes dient hier als lipophiler Farbstoff, der sich nur in der öligen, nicht jedoch in der wässrigen Phase löst.

Eigentliche Versuch:

Allgemeines zu Tensiden:

Tenside sind der wichtigste Bestandteil aller Waschmittel. Sie verringern die Oberflächenspannung (Grenzflächenspannung) des Wassers, und erlauben damit Schmutz von den Wäschestücken abzulösen.

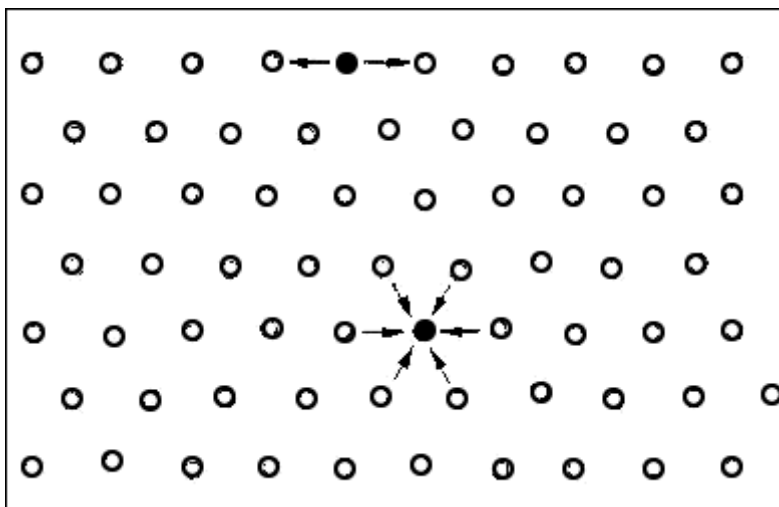
Das wohl bekannteste Tensid ist die Seife, die aus tierischen oder pflanzlichen Rohstoffen hergestellt wird. Seifen haben allerdings den Nachteil, dass sich ihre Waschwirkung bei hartem Wasser stark verringert, und sie in hartem Wasser Kalkseife bilden, die sich auf Wäschestücken ablagert und sie grau und steif macht. Daher werden Seifen in modernen Waschmitteln nicht mehr verwendet. Ein weiterer Nachteil von Seifen ist, dass sie stark alkalisch wirken, was empfindlicher Fasern (z.B. Wolle) schädigen kann.

In Waschmitteln werden heute ausschließlich synthetische Tenside hergestellt, die nicht alkalisch wirken und weniger empfindlich auf kalkhaltiges Wasser reagieren - sie bilden auch keine Kalkseifen.

In Waschmitteln finden sich vor allem folgende Tensidtypen:

Tensidtyp	Funktion	Wo
Anionische Tenside	Ablösung von Schmutz	Im Waschmittel
Kationische Tenside	Keine gute Reinigungswirkung, haften aber an der Wäsche, verhindern elektrostatische Aufladung	v.a. in Weichspülern und Wollwaschmitteln
Nichtionische Tenside	Ablösung von Schmutz; besonders gut wasserlöslich	In Waschmitteln, aber auch in Geschirrspülmitteln etc

Zwischen den polaren Wassermolekülen wirken anziehende Kräfte, vor allem die Wasserstoffbrückenbindungen. Die anziehenden Kräfte zwischen den Wassermolekülen bewirken, dass sich im Gleichgewichtszustand an der Wasseroberfläche eine gespannte, elastische „Wasserhaut“ bildet. In diesem Zusammenhang spricht man von der Oberflächenspannung des Wassers (= Anziehung der Wassermoleküle untereinander, siehe). Diese Oberflächenspannung nutzt z.B.: ein Wasserläufer aus, um nicht einzusinken.



Im Gleichgewichtszustand heben sich bei den Teilchen in der Oberflächenschicht die nach unten ziehenden Anziehungskräfte und die dadurch entstehende nach oben gerichtete Druckkraft auf – es bleibt nur die in der Oberfläche wirkende Oberflächenspannung übrig.

Das Wasser bildet aber nicht nur eine Haut zur Luft hin aus, sondern an jeder Grenzfläche eines wasserabweisenden Stoffes (z. B. Fette). Man spricht deshalb allgemein von Grenzflächenspannung (hier zwischen einer Fettfläche und einer Wasserfläche). Diese Grenzflächenspannung verhindert, dass Wasser z.B. in eine fettverschmutzte Faser eindringt. Ursache für die Ausbildung von Grenzflächen zwischen Wasser und Öl sind die unterschiedlichen Oberflächenspannungen der

beiden Flüssigkeiten. Je größer die Differenz ist, desto größer ist die Grenzflächenspannung. Ist die Oberflächenspannung der beiden Phasen genau gleich groß, ist die Grenzflächenspannung gleich Null, die Grenzfläche verschwindet.

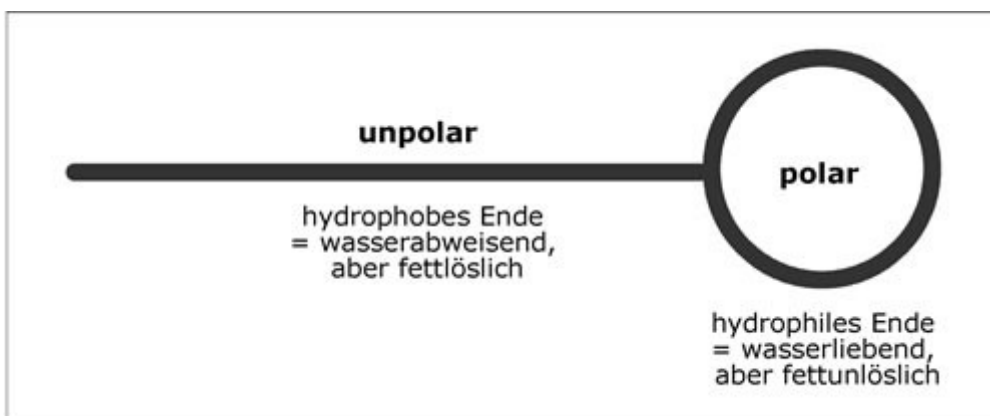
Zwischen Wasser und Öl besteht offensichtlich eine große Grenzflächenspannung. Die Ursache dafür sind die starken Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Wassermolekülen.

Erniedrigung der Oberflächenspannung durch Seife:

Seife bewirkt eine Erniedrigung der Oberflächenspannung des Wassers, dadurch wird die Differenz zur Oberflächenspannung des Öls stark verringert, also die Grenzflächenspannung erheblich vermindert.

Wird durch Zugabe einer Seifenlösung die Grenzflächenspannung der wässrigen Phase verringert, steigt das Öl spontan zur Oberfläche. Stoffe, die die Grenzflächenspannung verringern, nennt man Tenside. Seife ist also ein Tensid.

Seifenmoleküle bestehen aus einer langen hydrophoben (= wasserabweisenden, aber fettlöslichen), unpolaren (=nicht geladenen) Kohlenstoffkette und einem hydrophilen (= wasserliebenden, aber fettunlöslichen), polaren (= elektrisch geladenen) Ende (einer COO-Gruppe).

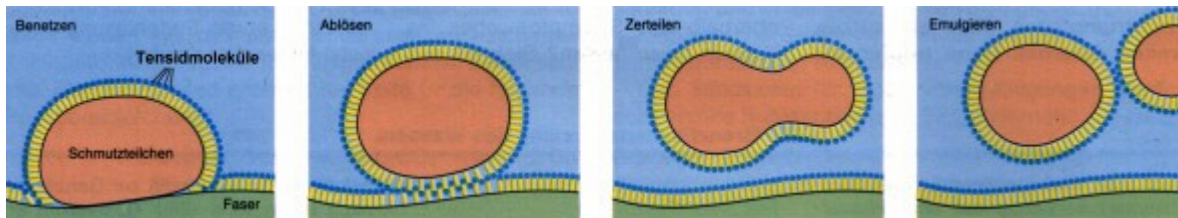


Schematischer Aufbau eines Seifenmoleküls

Waschwirkung der Tenside:

Kommt nun eine Seifenlösung mit Fett in Berührung, bohrt sich die hydrophobe Kohlenstoffkette der Seifenteilchen in das Fett, die hydrophilen Enden ragen ins Wasser. Da

also das wasserabweisende Ende der Seifenmoleküle gleichzeitig fettliebend ist, bilden diese Moleküle eine Brücke zwischen Wasser und Fett. Die Grenzflächenspannung zwischen Wasser und Fett wird verringert, und der fettige Schmutzstoff wird von der Seifenlösung benetzt.

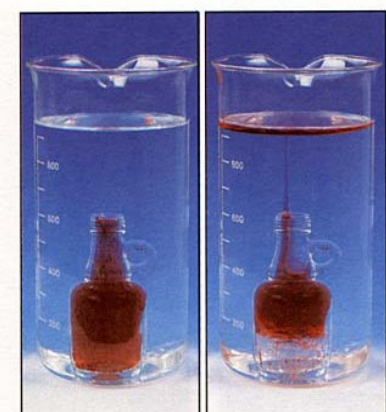


Schematische Darstellung der Stufen des Waschvorgangs

Seife reinigt, weil ihre langen Molekülkettenenden hydrophob sind: sie „hassen“ Wasser. Um dem Wasser zu entkommen, vergraben sie sich in Fett- und Schmutzpartikel und lösen diese ab.

Methodisch- Didaktische Analyse:

Der zeitliche Aufwand für diesen Versuch ist relativ gering, man muss nur bedenken, dass man das Speiseöl frühzeitig anfärben muss um die optimale Färbung zu erhalten. Auch sollte man bedenken das man gegebenenfalls noch einkaufen gehen muss um Parikapulver und Speiseöl für die Schule zu besorgen. Führt man den Versuch als Lehrerversuch durch, so dauert die Vorbereitung ansonsten 3 Minuten, die Durchführung 5-10 und die Nachbereitung wegen der sehr leichten Entsorgung der Chemikalien und Reinigung der Gefäße nur 3 Minuten. Der apparative Aufwand ist sehr gering und an jeder Schule auch in mehrerer Ausführung vorhanden (sollten es nicht so viele Meßzylinder geben, kann man auch andere Gefäße verwenden. Dies kann sogar recht schön aussehen, siehe Bild unten).



Der finanzielle Aufwand für diesen Versuch ist sehr gering, da es sich lediglich um Chemikalien

aus dem Alltag handelt. Aber gerade diese Tatsache erhöht den didaktischen Wert enorm, da man aus ganz alltäglichen Sachen, die jeder Schüler schon einmal in der Hand hatte einen sehr eindrucksvollen Versuch „zaubert“. Der Effekt des Aufsteigens des Öls nach der Zugabe der Seife ist durch das vorherige Anfärben des Öls sehr gut zu erkennen. Der Versuch verdeutlicht also sehr gut das die Grenzflächenspannung durch Seifenzugabe erniedrigt wird.

Diesen Versuch könnte man nach dem hessischen Lehrplan entweder zum Thema Fette in der Klasse 11 (Überthema technisch und biologisch wichtige Kohlenstoffverbindungen) oder besser in der 12 Klasse zum Wahlthema Angewandte Chemie, Unterthema Grenzflächenaktive Substanzen (z.B.: Seifen) behandeln. Vorkenntnisse hierfür werden nach Lehrplan in der 10 Klasse bei den Themen Carbonylverbindungen und Alkansäuren und ihren Derivaten gesammelt und können anhand diesen Versuchs noch einmal gefestigt werden.

An diesem Versuch kann man sowohl die Oberflächenspannung sowie die Grenzflächenspannung zwischen zwei flüssigen Phasen, den Aufbau einer Seife bzw. eines Tensids, die Micellenbildung der Seifenteilchen und den Waschvorgang erklären. Er dient als Fundament um neuartige Waschmittel kennen zu lernen und den Tyndall- Effekt einzuführen.

Man kann ihn gut in auch in einem Fächerübergreifenden Unterricht mit dem Fach Biologie verwenden zum Thema Seifen und die biologischen folgen.

Er Verknüpft sehr gut chemische und physikalische Effekte mit einem alltäglichen Zugang.

Er eignet sich sehr gut als Schülerversuch (laut Soester-Liste uneingeschränkt) und ist als dieser auch sehr empfehlenswert (ich weiß das ich ihn damals in der Schule beim Stationen lernen durchgeführt habe und fasziniert war mit welch einfachen mitteln man diesen Effekt ersichtlich machen kann).

Literatur:

- Wissensspeicher Chemie; Sommer/Wünsch/Zettler; Volk und Wissenverlag GmbH; 1. Auflage, Berlin 1996
- Chemie heute, Sekundarstufe II; M.Jäckel; Schroedel Schulbuchverlag; 1992
- <http://www.nat-working.uni-jena.de>
- <http://www.waesche-waschen.de>
- <http://dc2.uni-bielefeld.de/>
- http://www.edu.lmu.de/supra/wasser/sachinfos_lehrkraft.htm
- <http://de.wikipedia.org>