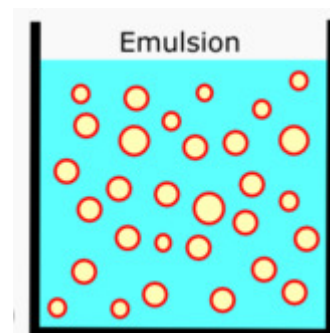


## Versuchsprotokoll

### Untersuchung der Waschwirkung

Gruppe 8, Typ: Assiversuch

#### 1. Reaktionsübersicht



#### 2. Zeitbedarf

	Teil 1	Teil 2
Vorbereitung	5 min	2 min
Durchführung	5 min	2 min
Nachbearbeitung	2 min	2 min

#### 3. Chemikalien

Name	Summenformel	Gefahrensymbol	R-Sätze	S-Sätze	Einsatz in der Schule
Wasser	H <sub>2</sub> O	-	-	-	S I
Olivenöl		-	-	-	S I
Ölivenölseife		-	-	-	S I
Bärlappsporen		-	-	-	S I

#### 4. Materialien/Geräte

2 Reagenzgläser mit Stopfen, Spatel, Petrischale

## 5. Versuchsaufbau



Abb. 1: Reagenzgläser mit Wasser und Olivenöl, rechts zusätzlich mit Olivenölseife



Abb. 2: Petrischale mit Wasser und Bärlappsporen nach Zugabe eines Tropfens Seifenlösung

## 6. Versuchsdurchführung

Man gibt in beide Reagenzgläser 1 cm hoch Wasser und 3 Tropfen Olivenöl. In eines gibt man zusätzlich Olivenölseife. Die Reagenzgläser werden geschüttelt.

Man gibt in eine Petrischale Wasser und einige Bärlappsporen. Anschließend tropft man Seifenlösung hinzu.

## 7. Beobachtung

Die Lösung im Reagenzglas mit der Seife schäumt und mischt die beiden Lösungen leicht miteinander. Die Lösung wird leicht trüb.

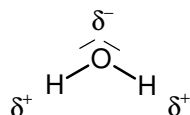
Gibt man die Seifenlösung in die Petrischale drängen sich die Bärlappsporen an den Rand der Petrischale.

## 8. Entsorgung

Die Lösungen werden in den Abguss gegeben.

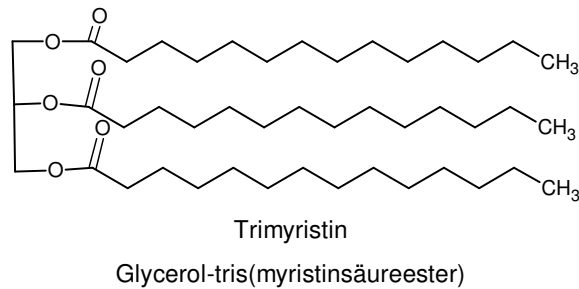
## 9. Fachliche Analyse

Betrachtet man ein Wassermolekül, so fällt auf, dass dieses polar ist. Das Sauerstoffatom zieht aufgrund seiner höheren Elektronegativität die Elektronen aus beiden Bindungen stärker an, als es die Wasserstoffatome tun, was durch die beiden positiven Partialladungen an den Wasserstoffatomen bzw. der negativen Partialladung am Sauerstoffatom gekennzeichnet wird.



Bei Ölen handelt es sich um Gemische von Fetten, die bei Raumtemperatur flüssig sind. Fette sind Fettsäuren, die den dreiwertigen Alkohol Glycerin beinhalten und werden somit als auch Triglyceride bezeichnet. Darin ist jede der drei OH-Gruppen des Glycerins mit einer Fettsäure verestert. Im Gegensatz zu den Wassermolekülen sind Fettmoleküle unpolar. Hier ist als Beispiel Trimyristin

dargestellt. Dabei handelt es sich um das Triglycerid der Myristinsäure. Myristinsäure ist eine Fettsäure.



Die Wechselwirkungen zwischen den polaren Wassermolekülen bzw. den unpolaren Öl-Molekülen sind jedoch weitaus größer, als Wasser-Öl-Wechselwirkungen, weswegen die beiden Substanzen erst gar keine Wechselwirkungen eingehen. Die Wassermoleküle bilden untereinander die sehr starken Wasserstoffbrückenbindungen, wodurch die Öl-Moleküle keine Chance haben einzugreifen. Die Öl-Moleküle hingegen bilden untereinander Van-der-Waals-Kräfte aus. Diese sind jedoch schwächer, als die Wasserstoffbrückenbindungen des Wassers. Die Unlöslichkeit von Öl in Wasser beruht also vorrangig auf den Eigenschaften der Wassermoleküle.

Da Öl eine geringere Dichte hat als Wasser, schwimmen die Öl-Moleküle über dem Wasser. Die Grenze, die die beiden Flüssigkeiten voneinander trennt, wird Grenzfläche genannt. An dieser Stelle herrscht eine Grenzflächenspannung, die man sich so vorstellen kann, dass die tetraedrischen Wassermoleküle eine „Kante“ bilden müssen, um mit anderen Wassermolekülen weiterhin Wasserstoffbrückenbindungen ausbilden zu können. Die beiden Phasen erhalten beide eine Kraft, die ins jeweils Flüssigkeitsinnere gerichtet ist. Somit ist die Grenzflächenspannung dafür verantwortlich, dass die beiden Phasen gut voneinander getrennt sind, weil sie beide anstreben, eine möglichst geringe Grenzfläche zu erzeugen, um keine überschüssige Kraft in Flüssigkeitsinnere zu richten, sondern mit anderen gleichartigen Molekülen Wechselwirkungen einzugehen.

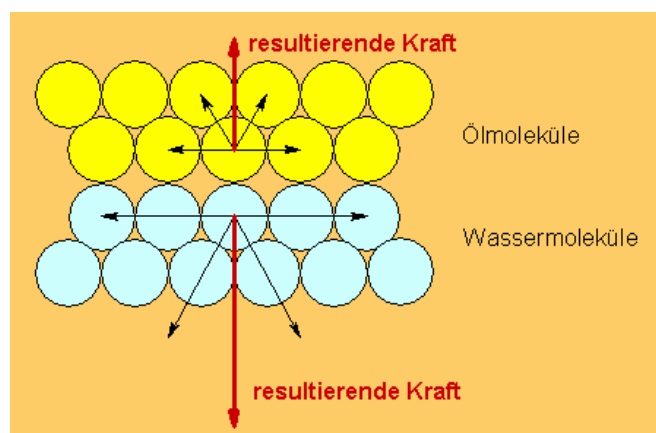


Abb. 3: Grenzflächenspannung<sup>[4]</sup>

Wird nun das Öl-Wasser-Gemisch geschüttelt und die Wasser- und Öl-Moleküle so vermischt, trennen sich die beiden verschiedenen Phasen wieder rasch voneinander (Abb. 4a).

Gibt man jedoch Seife zu der Öl-Wasser-Emulsion, so wird diese stabilisiert, wodurch die beiden verschiedenen Flüssigkeiten kein Bestreben mehr zeigen sich voneinander zu trennen (Abb. 4b). Die Öl-Moleküle bilden kleine Tröpfchen und werden als „innere Phase“ bezeichnet. Das Wasser hingegen wird „äußere Phase“ genannt. Für diese Ausbildung der Tröpfchen in der äußeren Phase sind die Tenside in der Seife verantwortlich, die auch als „grenzflächenaktive Substanzen“ bezeichnet werden. Diese senken die Grenzflächenspannung stark ab, weil sie ein polares und ein unpolares Ende besitzen, wodurch es ihnen möglich ist, sowohl mit dem Wasser, als auch mit dem Öl Wechselwirkungen einzugehen (Abb. 5) und so als Bindeglied fungieren. Hier sind um jedes einzelne Tröpfchen die Grenzflächen beobachtbar, die auch dafür sorgen, dass sich zwei dieser Tröpfchen nicht zusammenschließen, sondern abstoßen, da sie mit ihren negativen Enden aufeinander stoßen.

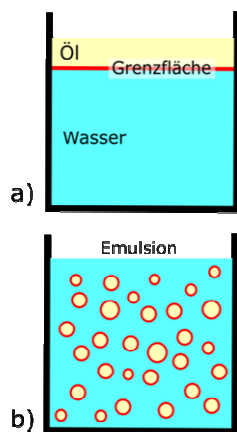


Abb. 4: a) Grenzfläche, b) Emulsion<sup>[6]</sup>

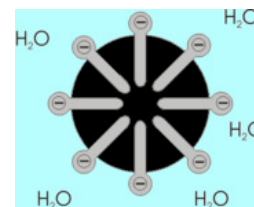


Abb. 5: Seifenteilchen gehen sowohl Wechselwirkungen mit den Öl-Moleküle, als auch mit den Wassermolekülen ein<sup>[6]</sup>

In der Regel sind solche Emulsionen trübe Flüssigkeiten. Sobald die Grenzflächen mit den Seifenteilchen belegt sind, wandern die restlichen Seifenteilchen durch die Lösung und schließen sich kugelig zusammen. Die hydrophoben Kohlenwasserstoffketten zeigen dabei ins Innere der Kugel, die hydrophile Gruppe bildet mit den Wassermolekülen Wasserstoffbrückenbindungen. Diese Kugeln aus Seifen-Anionen werden Micellen genannt.

Der anschließende Versuch zeigt, dass die unpolaren Enden der Seifenteilchen aus dem Wasser herausragen, da sie ja mit den polaren Wassermolekülen keine Wechselwirkungen eingehen können, ganz im Gegensatz zu ihren polaren Enden. Die aus dem Wasser ragenden Enden drücken die auf dem Wasser schwimmenden Bärlappsporen an den Rand der Petrischale.

Beim Waschen müssen sowohl feste als auch flüssige Verschmutzungen mit polaren und unpolaren Molekülen abgelöst werden. Problematisch sind bekannter weise fetthaltige Flecken. Auch hier fungieren die Tenside wie oben beschrieben. Zuerst einmal senken sie die Grenzflächenspannung des Wassers herab, wodurch dieses leichter in die Fasern der Kleidung eindringen kann. Die hydrophoben Kohlenstoffketten dringen in den Schmutz ein, wodurch dieser aufgrund der Carboxylat-Gruppe negativ geladen wird, während die hydrophilen Gruppen im Wasser verbleiben. Fasern mit polaren Gruppen hingegen binden Hydroxid-Gruppen, wodurch erklärt wird, warum man meist in alkalischer Lösung wäscht, über Wasserstoffbrückenbindungen, wodurch sie negativ geladen werden.

Die negative Faser trennt sich so leichter von den ebenfalls negativ geladenen Schmutzteilchen. Die Bewegung der Waschtrommel und die hohe Temperatur des Wassers begünstigen diesen Lösevorgang. Die Schmutzpartikel sind nun in Micellen eingeschlossen. Die fettigen flüssigen Substanzen werden emulgiert, die festen dispergiert.

Das Problem bei der Nutzung der Tenside ist, dass diese bei jedem Waschvorgang ins Abwasser gelangen und damit die Umwelt belasten. Die Inhaltsstoffe werden bei einem Waschvorgang nicht vollständig aufgebraucht und haben so einen negativen Einfluss auf Pflanzen, Tiere und auch den Menschen. Aus diesem Grund wurden verschiedene Gesetze und Verordnungen erlassen, welche Inhaltsstoffe in den Waschmitteln vorhanden sein dürfen und welche nicht. Seit ca. 20 Jahren ist so z.B. so gut wie kein phosphathaltiges Waschmittel mehr in Deutschland zu kaufen, weil den Phosphationen eine Eutrophierung der Gewässer, also eine Anreicherung von Phosphationen, die wiederum eine Anreicherung bestimmter Gewächse (Algen) mit sich führte, zugeschrieben wurde. Aber auch die heutigen Inhaltsstoffe bewirken immer noch verschiedene Gefahren. Sie setzen die Oberflächenspannung des Wassers herab, wodurch z.B. Wasserläufer und andere Insekten ertrinken, sobald sie auf der Wasseroberfläche laufen wollen. Außerdem sind z.B. nichtionische Tenside giftig für Fische. Das größte Problem ist auch heute noch dabei, dass viele Tenside biologisch nicht abbaubar sind und deswegen für sehr lange Zeit im Wasser verbleiben. Da Tenside Schwermetallionen binden reichern auch diese sich mit der Zeit an.

Im Laufe der Zeit wurden jedoch immer neue und für die Umwelt besser verträgliche Tenside bzw. Waschmittel entwickelt. So sind heute keine großen Schaumbildungen auf Flüssen und Seen mehr beobachtbar, weil die Tenside zu einem großen Teil biologisch abbaubar sind.

Die Tenside werden auf ganz verschiedenen Wegen abgebaut. Mikroorganismen bauen sie z.B. sowohl auf aeroben, als auch auf anaeroben Weg ab. So werden die Tenside schon auf dem Weg zu Kläranlage durch physikalische, chemische und biologische Vorgänge zersetzt. UV-Licht z.B. spaltet die Tenside in ihre polaren und unpolaren Bestandteile. Bakterien hingegen nehmen die Tenside über die Haut auf und scheiden nach dem Stoffwechsel veränderte Reste wieder aus. Die in Gewässern natürlichen vorkommenden Kationen binden Tenside und bilden Salze.

## 10. Didaktische Analyse

Diese Versuche werden laut Lehrplan (G9) in die Jahrgangsstufe 13 unter der Wahlthema „Angewandte Chemie“ eingeordnet. Es jedoch fraglich, ob sie die Schüler in dem Alter noch zum Staunen bringen. Ich schlage deshalb vor diese Versuche als Einführung in die Chemie in Klasse 8 vorzuführen. Es geht zu Anfang um das Thema „Stoffe und ihre Eigenschaften“. In Klasse 7 wurde im Fach Physik bereits das Thema Mechanik besprochen, bei dem es auch um „Kräfte und ihre Wirkungen“ geht. Die Schüler wissen also, dass jeder Gegenstand eine bestimmte Kraft ausübt. Deshalb sollte es ihnen leichter fallen die ins flüssigkeitsinnere resultierende Kraft verstehen zu können. Die Schüler lernen mit diesem Versuch gleich zu Anfang zwei wichtige chemische Eigenschaften kennen, die Funktionen von polaren und unpolaren Gruppen. Man könnte nach diesen Versuchen mit Streichhölzer und Knete Seifenmodelle bauen lassen, was das Vergessen seitens der

Schüler umso schwerer macht. Daraus lässt sich auch das wichtige Thema des Löseverhaltens behandeln, wodurch die Schüler die Aussage „similis, similibus, solvuntur“ kennen lernen.

Die Versuche dauern nicht lange und nehmen auch nicht viel Material in Anspruch. Theoretisch können sie von den Schülern selber durchgeführt werden. Es ist jedoch fraglich, ob das bei der Kürze der Versuche sinnvoll ist. Den Chemie-Neulingen kann mit diesen Versuchen gut veranschaulicht werden, dass die Chemie nicht nur giftig ist, stinkt oder laut explodiert, sondern dass der Mensch im Alltag immer wieder mit der Chemie in Berührung kommt. Zwar steckt hinter den Versuchen eher Physik als Chemie, aber es kann damit gut z.B. auf das Löslichkeitsverhalten von Alkoholen in Wasser übergegangen werden.

Entscheidet man sich jedoch dafür diesen Versuch in Jahrgangstufe 13 durchzuführen, so kann man anschließend auf die Waschwirkung der Seife eingehen. In dem Atemzug kann auch besprochen werden welche Zusatzstoffe in Waschmitteln vorhanden sind und wozu sie dienen. Außerdem sollte unbedingt auf das Thema der Umweltverschmutzung eingegangen werden, das gerade in Zusammenhang mit Tensiden eine große Rolle spielt.

## 11. Literatur

Versuchsquelle:

[1] Hülsmann, J., Klocke, B., *Olivenöl – Mal so und mal so*, Praxis der Naturwissenschaften 6/55, 2006, S. 26

Fachquellen:

[2] Bresien, J., *Umweltbelastung, Belastung der Umwelt durch Waschmittel*, [http://dbl.de/gl/?c=wm\\_umwelt](http://dbl.de/gl/?c=wm_umwelt), (letzter Zugriff: 22.12.08, 15:09 Uhr)

[3] Großmann, H., Tenside und Umwelt, [http://www.friedrichonline.de/pdf\\_preview/d510021\\_1018.pdf](http://www.friedrichonline.de/pdf_preview/d510021_1018.pdf), (letzter Zugriff: 22.12.08, 15:09 Uhr)

[4] Jagemann, K.-U., *Angewandte Chemie*, <http://www.jagemann-net.de/index.php?section=angch13lk>, (letzter Zugriff: 22.12.08, 15:09 Uhr)

[5] *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](http://www.kultusministerium.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2))

[6] Wikimedia Foundation Inc., <http://de.wikipedia.org> (letzter Zugriff: 22.12.08, 15:09 Uhr)