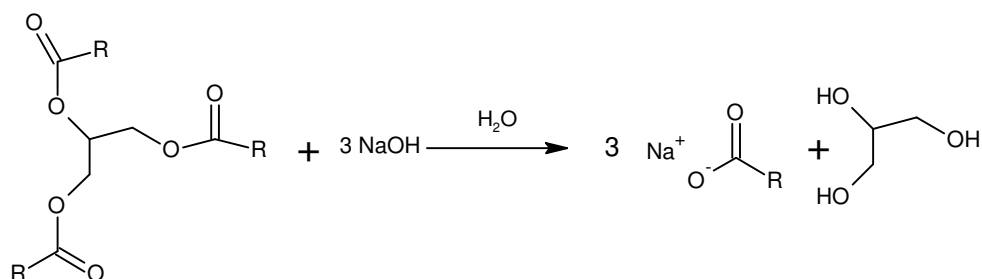


Versuchsprotokoll

Herstellung von Seife

Gruppe 8, Typ: Pflichtversuch

1. Reaktionsgleichung



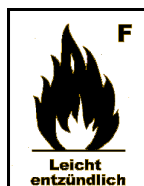
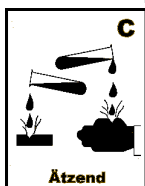
2. Zeitbedarf

	Teil 1
Vorbereitung	5 min
Durchführung	40 min
Nachbearbeitung	5 min

3. Chemikalien

Name	Summenformel	Gefahrensymbol	R-Sätze	S-Sätze	Einsatz in der Schule
Rapsöl	-	-	-	-	S I
Wasser	H ₂ O	-	-	-	S I
Natronlauge (w = 25 %)	NaOH	C	35	26, 37/39, 45	S I
Ethanol	C ₂ H ₅ OH	F	11	7,16	S I
Natriumchlorid	NaCl	-	-	-	S I

Gefahrensymbole



4. Materialien/Geräte

Erlenmeyerkolben (200 mL), Becherglas (200 mL), Messzylinder, Glasstab, Pipette, Waage, 2 Reagenzgläser, Spatel

5. Versuchsaufbau

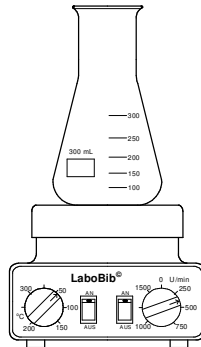


Abb. 1: Versuchsaufbau

6. Versuchsdurchführung

Man gibt in den Erlenmeyerkolben 10 g Fett (hier Rapsöl) und 5 mL Wasser. (Wenn das Fett in fester Form vorliegt, z.B. Butter, so wird dieses an dieser Stelle über dem Bunsenbrenner vorsichtig zur Schmelze gebracht.) Unter Umrühren werden nun 10 mL 25 %ige Natronlauge und 5 mL Ethanol hinzugefügt. Man lässt das Gemisch 30 min lang sieden und füllt das verdampfende Wasser hin und wieder etwas nach (Abb. 1). Mit dem Glasstab wird etwas von dem Gemisch aus dem Erlenmeyerkolben aufgenommen und in ein Reagenzglas mit Wasser gehalten. Wenn keine Fetttropfchen im Wasser zu beobachten sind ist das Sieden beendet. Ansonsten muss das Sieden fortgesetzt werden. Wenn das Sieden abgeschlossen ist, wird das Gemisch aus dem Erlenmeyerkolben in ein halb mit gesättigter Natriumchlorid-Lösung gefülltes Becherglas gegeben. Nach einigen Minuten wird etwas von dem oben schwimmenden Gemisch abgenommen und in einem mit warmem Wasser gefüllten Reagenzglas geschüttelt.

7. Beobachtung

Nach Zugabe von Natronlauge und Wasser sind in dem gelben Gemisch zwei Phasen zu beobachten, die eine ist gelb, die andere, kleinere Phase klar. Nach ca. 20 min Sieden wird das Gemisch zäh und es bildet sich ein zusammenhängender marzipanfarbener Pfropfen. Dieses Gemisch bildet in Wasser keine Fetttropfchen. Gibt man es in eine Natriumchloridlösung, so schwimmt es oben. Durch Schütteln in warmem Wasser löst sich ein Teil des Gemisches auf und es erfolgt starke und haltbare Schaumbildung.



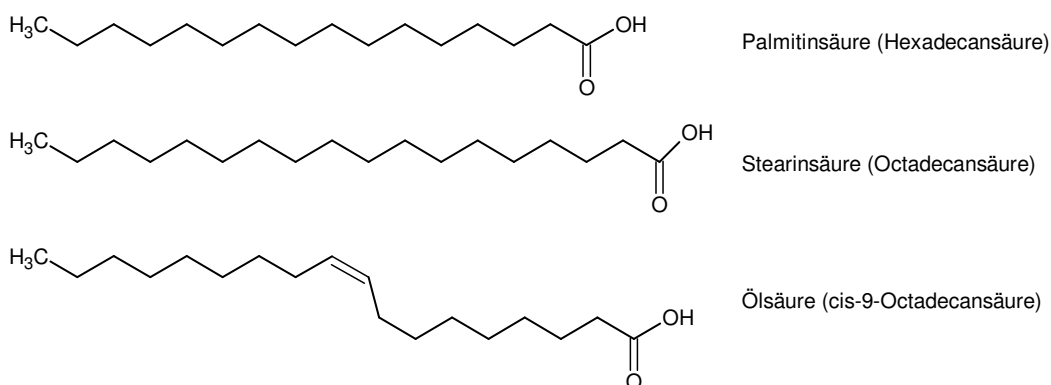
Abb. 2: Rückstand des Siedens in Natriumchloridlösung

8. Entsorgung

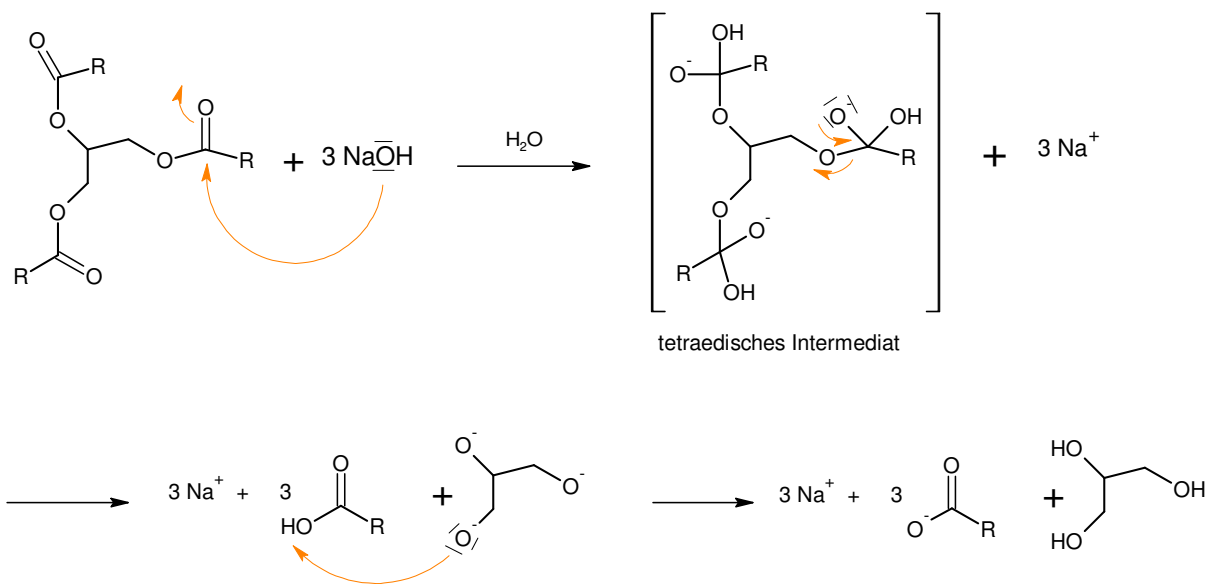
Die Lösungen werden in den Ausguss gegeben. Die Seife wird trocken im Behälter für Feststoffe entsorgt.

9. Fachliche Analyse

Seifen werden aus Fetten hergestellt. Fette sind Ester des dreiwertigen Alkohols Glycerin mit einer Carbonsäure. Tierische Fette enthalten hauptsächlich folgende drei Fettsäuren:



Pflanzliche Fette enthalten neben diesen drei Fettsäuren noch verschiedene ungesättigte Fettsäuren. Da die genaue Strukturformel des Fettes in Rapsöl nicht bekannt ist, wird im Folgenden von einem unbestimmten Fett ausgegangen. Die alkalische Esterspaltung oder auch Esterhydrolyse wird als Verseifung bezeichnet. Zuerst greift das freie Elektronenpaar des Sauerstoffatoms der Hydroxid-Gruppe der Natronlauge das Kohlenstoffatom der Estergruppe nucleophil an. Dadurch entsteht ein tetraedrisches Zwischenprodukt, das sofort zerfällt. Das negativ geladene Sauerstoffatom baut zum Kohlenstoffatom eine Doppelbindung auf. Dieses Kohlenstoffatom bricht daraufhin die Bindung zu dem Sauerstoffatom des ursprünglichen Esters. Nun folgt der irreversible Schritt der Verseifung. Das Carbonsäuremolekül überträgt sein Proton auf das Alkoholat-Ion, weil dieses eine höhere Basizität hat, und es entsteht Glycerin. Das Carboxylat liegt nun als Natriumsalz vor. Das zugegebene Ethanol nimmt nicht an der Reaktion teil. Es hilft die beiden Phasen Natronlauge und Fett zu homogenisieren, damit die Reaktion schnell abläuft.



Durch Zugabe von Kochsalz wird die Seife ausgesalzt, d.h. in der unteren Lösung schwimmt überschüssige Lauge, Wasser, Glycerin und Kochsalz. Die obere feste Phase ist Kernseife.

Durch Natronlauge erhält man die Kernseife (Natriumsalz der Fettsäure). Wird jedoch Kalilauge eingesetzt, so entsteht Schmierseife (Kaliumsalz der Fettsäure). Diese trennt sich jedoch nicht von der unteren Phase. Gibt man jedoch Natriumchlorid hinzu, so bildet sich aus der Schmierseife Kernseife, welche ausflockt. Kernseife wird heute für Fein- und Toilettenseife, sowie Zahnpaste verwendet, Schmierseife dient zu Herstellung von Rasierseifen, Scheuermitteln, sowie Spezialseifen.

Die Seife sorgt dafür, dass von Händen oder Textilien der Schmutz abgelöst, im Waschwasser gehalten und mit diesem weggespült wird. Die wasserlöslichen Schmutzpartikel, wie z.B. Schweiß, Salz oder Zucker sind für Seifen kein Problem. Sind die Schmutzpartikel jedoch wasserunlöslich, wie z.B. Farben, Fette, Obst-, Rotwein- oder Kaffeeflecken, so stößt die Seife an ihre Grenzen. Allgemein beruht die Wirkung der Seife darauf, dass sie unpolare Moleküle und polare, wie das Wassermolekül, binden kann und somit als „Vermittler“ zwischen den beiden wirkt.

Der Nachteil von Seife ist, dass Seifenlösungen alkalisch sind ($\text{pH} \approx 9$) und die Haut austrocknen. Die Haut besitzt einen natürlichen Säureschutzmantel mit einem pH-Wert von 5,6 bei Frauen und 4,9 bei Männern. Um diesen Schutzmantel wieder herzustellen benötigt die Haut etwas zwei bis drei Stunden. In dieser Zeit steigt die Infektionsgefahr aufgrund des fehlenden Schutzes. Durch zu häufiges Waschen mit Seife wird Fett aus der Haut herausgelöst und die Haut trocknet aus. Ebenso wie die Haut greift Seife auch Textilien an. Durch häufiges Waschen verfilzt so z.B. Wolle. Ist das Waschwasser sehr hart, sind also vermehrt Calcium- und Magnesiumionen im Wasser vorhanden, so bildet Seife mit diesen Ionen schwer lösliche Salze, die Kalkseifen. Diese lagern sich auf Gewebefasern ab und sind somit für das optische „Ausbleichen“ und die Brüchigkeit des Textils verantwortlich. Jedoch bleicht Kalkseife Textilien nicht aus, sondern die Kalkseife lagert sich als harte graue Kruste ab, die den Eindruck des Ausbleichens vermittelt. Diese Ablagerungen zerschneiden die Fasern und sorgen somit dafür, dass das Gewebe brüchig wird. Zersetzen sich diese Ablagerungen gibt die Wäsche einen ranzigen Geruch von sich. Aus diesen Gründen wurden die synthetischen Tenside entwickelt, die die Seife bezüglich des Waschens vollends abgelöst haben.

Die Seife hat eine lange Geschichte. Schon früh erkannte man, dass heißes Wasser eine bessere Reinigungswirkung hat, als kaltes Wasser. Bald gab man Asche hinzu, weil man entdeckte, dass diese Lösung eine noch bessere Reinigungswirkung erzielte. Die Ägypter, Römer und Griechen nutzten ein tierisches Reinigungsmittel, gefaulten Urin. Die Ägypter entwickelten kurze Zeit später jedoch Rezept für die Herstellung von Seifen. Die ersten stammen aus den Jahren um 2500 v. Chr.. Aus der Zeit um 2200 v. Chr. sind Schrifttafeln bekannt, die Seife als Heilmittel darstellen. In dem Rezept wird Pflanzenmilch, Zimt, Salz und Bier benutzt um eine wirksame Salbe herzustellen. Die Römer lernten in Gallien und Germanien die Seife kennen. Jedoch nutzen sie diese erst ab 167 n. Chr. zum Waschen. Vorher wurde die Seife von den Römern zum Erstellen modischer Haarrollen benutzt. Die Entwicklung der Kernseife, wie wir sie heute kennen wird den Arabern im siebten Jahrhundert n. Chr. zugeschrieben. Vor allem durch den Zusatz von Duftstoffen verbreitete sich die Seife über Süd- und Mitteleuropa in die ganze Welt. Vor allem in Paris entwickelte man Seifen mit verschiedenen Düften. Erst Mitte des Zwanzigsten Jahrhunderts verlor die Kernseife ihre dominierende Rolle für die Reinigung von Wäsche. An dieser Stelle wurden neue Waschmittel entwickelt, die für ihre jeweiligen Anwendungsbereiche speziell zugeschnitten wurden. Unumstritten ist die Kernseife jedoch noch immer bezüglich der Körperpflege.

10. Didaktische Analyse

Dieser Versuch ist in Jahrgangstufe 13 unter das Wahlthema „Angewandte Chemie“ sowohl für einen LK, als auch für einen GK einzuordnen. Die Schüler sollten vorher wissen, was polar bzw. unpolar heißt und dass das sich Gleiche in Gleichem löst. Der zeitliche Aufwand hält sich in Grenzen. Zwar muss die Lösung 30 min sieden, da jedoch nichts weiter gemacht werden muss, als ein oder zwei Mal etwas Wasser nachzugeben, kann währenddessen über Seife und die Verseifung gesprochen werden. Es werden keine ungewöhnlichen Geräte benutzt und vor allem der Einsatz von Speiseöl als „Chemikalie“ weckt das Interesse der Schüler. Führt man diesen Versuch in einem neuen Erlenmeyerkolben durch, kann man die Seife zusätzlich mit Parfüm und/oder Farbstoffen versetzen und sie anschließend wirklich benutzen. Für die Schüler ist die Chemie immer interessanter, wenn sie einen direkten Alltagsbezug sehen und nicht nur Chemikalien verwenden, die es auf den ersten Blick nur im Chemikalienschrank gibt.

Dieser Versuch schließt sich gut an das Thema der Veresterung an. Werden dort Ester hergestellt, so werden diese in der Verseifung gespalten. Natürlich sollte neben der Verseifung auch die säurekatalysierte Esterspaltung besprochen werden. Das Thema der Tenside kann im gleichen Zusammenhang behandelt werden. Dann sollte es sowohl um die Waschwirkung der beiden Substanzen gehen, als auch um die Belastung der Gewässer, um die Schüler für das große Thema Umweltverschmutzung zu sensibilisieren. Da das Thema Wasser schon in Klasse 8 besprochen wurde, kann auch nochmals kurz auf die Grenzflächenspannung eingegangen werden. Anhand des Versuches mit der Büroklammer, die auf die Wasseroberfläche gelegt wird und anschließend das Wasser mit einem Tropfen Seife versetzt wird, kann diese verdeutlicht werden. Dies kann jedoch auch

den Schülern als Hausaufgabe zur Wiederholung aufgetragen werden, denn dieser Versuch kann gut zu Hause durchgeführt werden.

Aufgrund der einfachen und ungefährlichen Versuchsdurchführung würde sich dieser Versuch sehr gut als Schülerversuch anbieten. Da jedoch das Sieden schon allein 30 min in Anspruch nimmt, ist es eher zu empfehlen diesen Versuch gemeinsam durchzuführen, damit die 30 min für Theorie genutzt werden können. Man könnte jedoch zwei Schüler nach vorn bitten, die die Durchführung übernehmen.

11. Versuchsquelle

[1] Asselborn, W., *Chemie heute SI*, Schroedel, Hannover, 2007

Fachquellen:

[2] Elemente Chemie II, Organische Chemie, 1. Auflage, Klett-Verlag, Stuttgart, 2005

[3] Mortimer, Charles E., *Chemie*, 7., korrigierte Auflage, Thieme, Stuttgart, 2001

[4] *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)

[5] Sang, S., *Protokoll zum Experimentalvortrag „Seifen, Tenside, Waschmittel“*, Philipps-Universität Marburg, Fachbereich Chemie, 1996, http://www.chids.de/dachs/expvotr/543Tenside_Sang_Scan.pdf (letzter Zugriff: 9.12.08, 15:09 Uhr)

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

[7] Wich, P., *Herstellung von Seife*, <http://www.experimentalchemie.de/versuch-024.htm>, (letzter Zugriff: 9.12.08, 15:09 Uhr)

[8] Wikimedia Foundation Inc., <http://de.wikipedia.org> (letzter Zugriff: 9.12.08, 15:09 Uhr)

[9] Wuthier, U., *Herstellung von Seife*, Eidgenössische Hochschule Zürich, http://www.educ.ethz.ch/lehrpersonen/chemie/unterrichtsmaterialien_che/besonderheiten_orgchemie/seife/seifeherst.pdf, (letzter Zugriff: 9.12.08, 15:09 Uhr)