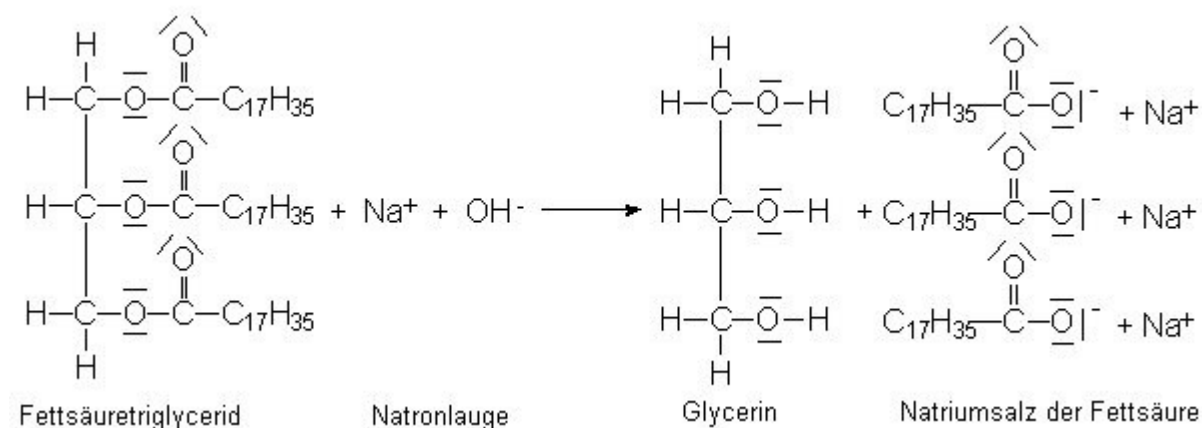


Gruppe 08:

Verseifung von Butter

Reaktion:



Chemikalien:

Eingesetzte Stoffe	Gefahrensymbole	R- und S- Sätze	Einsatz in der Schule
Wasser	-	-	unbegrenzt
KOH-Plätzchen	C	R 22-35 S 1/2-26-36/37/39-45	Sekundarstufe I
Butter (ca. 5 g)	-	-	unbegrenzt

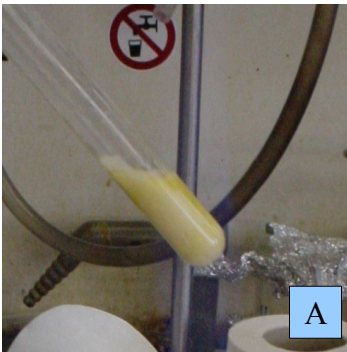
Materialien:

Bunsenbrenner, Reagenzglas, Reagenzglasklammer

Durchführung:

Man gibt 5 g Butter und zwei KOH-Plätzchen in das Reagenzglas. Anschließend wird das Gemisch über dem Bunsenbrenner einige Minuten erhitzt. Nach dem Abkühlen gibt man zum einem Teil des Reaktionsgemisches etwas Wasser und Schüttelt leicht.

Beobachtung:



Die zunächst hellgelbe Butter (siehe Foto A) verflüssigte sich beim Erhitzen über dem Bunsenbrenner (siehe Foto B), auch die KOH-Plätzchen schmelzen. Das so entstandene Gemisch verfärbt sich bei weiterem Erhitzen leicht braun (siehe Foto C).



Gibt man nun etwas von der entstandenen Lösung in ein anderes Reagenzglas und gibt etwas Wasser hinzu, und schüttelt das Reagenzglas ein wenig, so bildet sich eine Schaumhaube auf der Lösung (siehe Foto D).



Entsorgung:

Entsorgung mit viel Wasser im Abguss.

Fachliche Analyse:

Allgemeines über Fette:

Fette sind Ester des trifunktionellen Alkohols Glycerin (Propan-1,2,3-triol) und verschiedener, überwiegend geradzahliger und unverzweigter aliphatischer Monocarbonsäuren (= Fettsäuren). Der von der IUPAC empfohlene Name für diese Verbindungsklasse ist *Triacylglycerine* (siehe auch Triglycerid). Reine Triacylglycerine von Fettsäuren werden auch als *Neutralfette* bezeichnet. Chemisch werden Fette den Lipiden zugeordnet.

Die Schmelztemperaturen der Lipide liegen in der Regel zwischen - 20 °C und + 40 °C (s. Tab. 1). Die Dichte der meisten Lipide beträgt ca. 0,9 g/cm³. Sie ist geringer als die Dichte von Wasser, weshalb Fette auf der Wasseroberfläche schwimmen. Aus alltäglichen Erfahrungen mit Fetten wissen wir, daß diese nicht in Wasser löslich sind (z. B. Fettaugen auf Suppen). Dagegen lösen sich die Lipide gut in sogenannten *lipophilen* (fettfreundlichen) Lösungsmitteln (z. B. Reinigungsbenzin).

Die Zusammensetzung der Butter ist die folgende:

- 83% Milchfett (Träger der fettlöslichen Vitamine A, D, E und K).
 - 16% Wasser
 - 1% fettfreie Trockenmasse
- fettlösliche Vitamine A, D, E
Carotin

Das Milchfett hingegen setzt sich zusammen aus Triglyceriden, also dem Ester des dreiwertigen Alkohols Glycerol und Fettsäuren zusammen. Milchfett hat einen relativ hohen Gehalt an kurzen Fettsäuren (Buttersäure) und einen relativ geringen Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (Linolsäure, Linolensäure). Es kann gesagt werden, je fester ein Fett ist, umso weniger essenzielle Fettsäuren enthält es, und je mehr niedere Fettsäuren im Fett sind umso leichter kann es verdaut werden. Fettsäuren mit 4 bis 16 Kohlenstoff-Atomen werden von der Kuh synthetisiert, dagegen werden Fettsäuren mit 16 bis 18 Kohlenstoff-Atomen nicht von der Kuh synthetisiert, sondern stammen vom Grünlandfutter.

Im Milchfett kommen folgende Säuren vor:

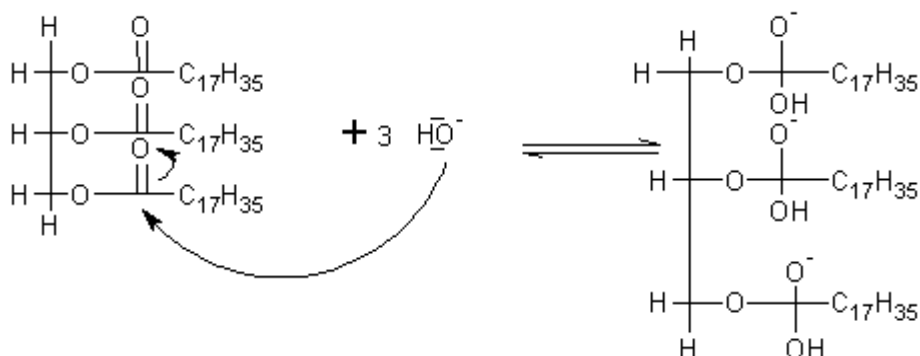
Fettsäure	C-Atome	ungesättigt
Buttersäure	4	
Capronsäure	6	
Caprylsäure	8	
Caprinsäure	10	
Laurinsäure	12	
Myristinsäure	14	
Myristoleinsäure	14	einfach
Pentadecansäure	15	
Palmitinsäure	16	
Palmitoleinsäure	16	einfach
Magerinsäure	17	
Stearinsäure	18	
Ölsäure	18	einfach
Elaidinsäure	18	einfach
Linolsäure	18	zweifach
Linoleinsäure	18	dreifach

Bei der Verseifung von Butter können also all diese Triglyceride verseift werden.

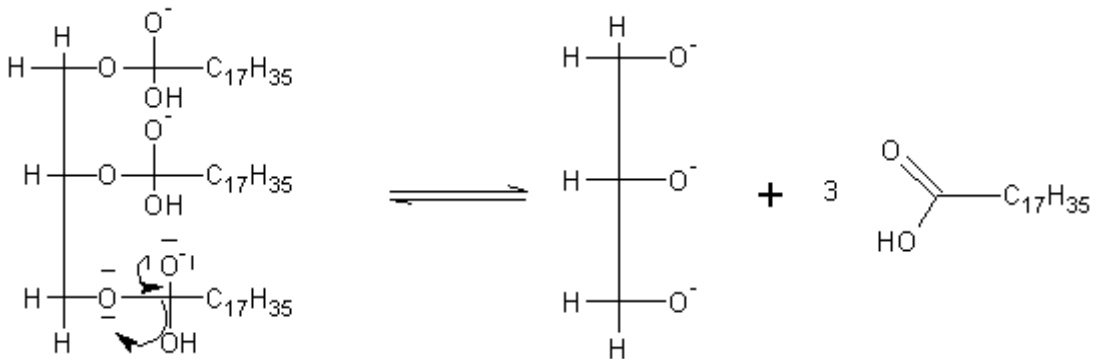
Am Beispiel des Fettes der Stearinsäure (C18 gesättigte Fettsäure):

Bei der Verseifung eines Fetts mit Alkalilauge entstehen Glycerin und Seife (=Alkalisalze langkettiger Fettsäuren).

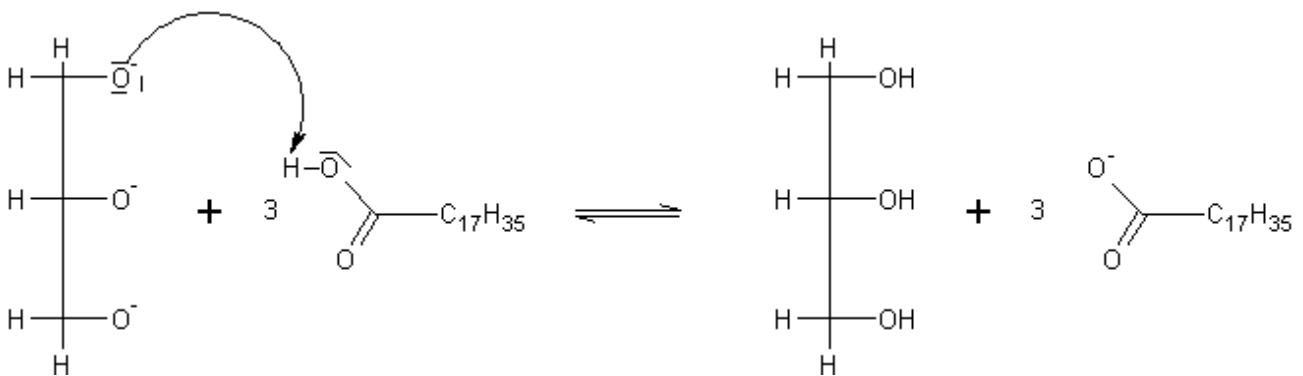
Zunächst kommt es zum nukleophilen Angriff des Hydroxid-Ions



Dann zur Abspaltung des Alkoholat-Ions und Bildung der Carbonsäure:



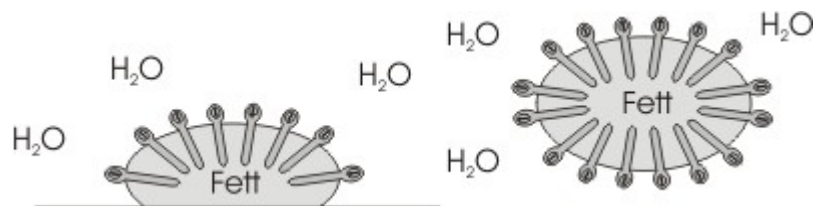
Schließlich kommt es zum Protonenübergang vom Carbonsäuremolekül auf das Alkoholat-Ion (irreversibler Schritt der Verseifung):



Das so entstandene Alkoholat liegt also als Natriumsalz vor.

Die Schaumbildung bei der Zugabe von Wasser liegt als an der Bildung dieser Seife.

Es kommt also zu einer Mizellenbildung der Seife um das restliche nicht zersetzte Fett der Butter.



Tip: Das entstehende Glycerin kann man mit Cerammoniumnitrat-Reagenz nachweisen (Rotfärbung der Lösung).

Charakteristisch für eine Seifenlösung ist die Schaumbildung beim Schütteln in Gegenwart von Luft. Die Seifenmoleküle lagern sich dabei mit ihren hydrophilen Enden aneinander, wobei sie einen hauchdünnen Wasserfilm umschließen.

Die Schaumbildung hat allerdings für den Waschvorgang keine große Bedeutung. Viel wichtiger

ist hierbei das Dispergiervermögen der Seifen.

Allgemeines zum Thema Seife:

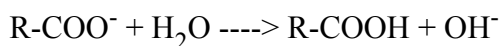
Seifen sind Natrium- oder Kaliumsalze höherer Fettsäuren, die hauptsächlich zur Körper-, weniger zur Oberflächenreinigung verwendet werden. Als allgemeines Reinigungsmittel, besonders als Waschmittel von Textilien haben Seifen ihre Bedeutung verloren, da sich unlösliche Kalkseifen bilden.

Reaktionsgleichung dazu:



Es entsteht also ein weißer Niederschlag.

Weitere Nachteile sind das Seife nicht nur den vorhandenen Schmutz, sondern auch einen Teil des natürlichen Fettfilmes der Haut, dies kann, besonders bei zu häufigem Waschen, zu rissiger, rauher Haut führen. Ausserdem reagiert Seife in Wasser alkalisch was den Stoff beschädigen kann:



Vorteile von Seife gegenüber synthetischen Tenside ist die gute biologische Abbaubarkeit.

Methodisch- Didaktische Analyse:

Der zeitliche Aufwand für diesen Versuch ist sehr gering: Vorbereitung 3 Minuten, Durchführung 5 Minuten und Nachbereitung ebenfalls 3 Minuten (wenn vom Lehrer selbst durchgeführt), sollte man dieses Versuch als Schülerversuch planen so ist der zeitliche Aufwand sicherlich etwas höher, aber durchaus noch machbar.

Der apparative Aufwand ist selbst wenn man ihn als Schülerversuch in Gruppen oder einzeln durchführt recht gering, da man nur Reagenzgläser, Reagenzglasklammern und Bunsenbrenner braucht. Diese ganzen Geräte sollte eine Schule in mehrerer Ausführung haben, wenn nicht ist eine Anschaffung lohnenswert.

Der finanzielle Aufwand hält sich nicht nur wegen der Wiederverwendbarkeit der Geräte in Grenzen, sondern auch wegen des geringen Verbrauchs an Chemikalien (ein Päckchen Butter sollte auf jedenfall für zwei Klassen reichen).

Der Versuch zeigt die Seifenbildung durch Schaumbildung bei der Zugabe von Wasser sehr gut, man könnte die entstehenden Produkte durch Zugabe des Cerammoniumnitrat-Reagenz (gefunden in anderer Versuchsbeschreibung) noch verdeutlichen (=> Nachweis des Glycerins). Aber auch so sind die erwünschten Effekte gut zu sehen und haben daher einen hohen methodischen Wert.

Didaktisch will man mit diesem Versuch zeigen aus welchen einfachen (alltäglichen Dingen wie der Butter) man eine Seife herstellen kann. Der Versuch schafft einen leichten alltäglichen Zugang zum doch recht anspruchsvollen Thema Verseifung und deren Umkehrung der Veresterung. Um diesen Versuch noch alltagsbezogener zu gestalten könnte man auch nach der Versuchsvorschrift Seife aus Butter und „Rohrfrei“ vorgehen (Chemkon 2003, Heft 3) hier nutzt man die alkalischen Eigenschaften des „Rohrfrei“ aus.

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 viele Dinge erklären; Verseifung (und deren Umkehrung die Veresterung), Fette und ihre Eigenschaften sowie ihre Verwendung, Seifen und Kalkseifen sowie die Mizellenbildung der Seife. Die Mizellenbildung und auch die Fette sind ein wichtiges Thema für die Biologie und könnten hier im Fächerübergreifenden Unterricht bearbeitet werden.

Aufgrund der Ungefährlichkeit der Chemikalien (Soester-Liste) kann man diesen Versuch bedenkenlos als Schülerversuch ab der Sekundarstufe I einsetzen.

Fazit: Eine Verseifung mit diesen einfachen Mitteln ist sehr anschaulich und wird sicher auch den Schülern Spaß machen.

Literatur:

- Reaktionsmechanismen; 2. Auflage; Reinhard Brückner; Spektrum akademischer Verlag; Heidelberg, Berlin
- Chemie heute, Sekundarstufe II; M.Jäckel; Schroedel Schulbuchverlag; 1992
- <http://de.wikipedia.org>
- <http://www.tgs-chemie.de>
- <http://dc2.uni-bielefeld.de>
- <http://www.uni-tuebingen.de/AK-Meyer/pdf/mi9.pdf>