

I.G.27

Chemie bestimmt unser Leben

Seife – die wahrscheinlich älteste Chemikalie der Welt

Ein Beitrag von Simon Kremp

Illustrationen von Wolfgang Zettlmeier



© RAABE 2019

© hayatikayhan/istock/Getty Images Plus

Schon vor der Entdeckung von Seife benutzte man vermutlich einfache Holzasche, die man auf seine angefeuchteten Hände streute und verrieb, um mit dem fettigen Schmutz der Hände eine einfache „Seife“ zu bilden. So verwundert es nicht, dass die älteste chemische Rezeptur ein 4000 Jahre altes Seifenrezept ist und beschreibt, wie man aus tierischem Fett und Pflanzenasche eine Seife gewinnt. In dieser Einheit werden die Chemie hinter der Seifenherstellung sowie die chemisch-physikalischen Vorgänge der Reinigung ermittelt. Darüber hinaus wird die Kernseife auf ihre Nachteile hin untersucht.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: 10

Dauer: 2 Unterrichtsstunden

Kompetenzen:

1. Naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren und Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen; 2. Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern

Thematische Bereiche:

Fette, Fettsäuren, Seife und Waschwirkung

Medien:

Texte, Grafiken, Schaubilder, Folie

Hintergrundinformationen

Bereits im 2. Jahrtausend v. Chr. wussten die Menschen, wie man Seife herstellt. Die älteste Anleitung zur Herstellung von Seife wurde auf einer 4000 Jahre alten Keilschrift-Tafel der Sumerer im Gebiet des heutigen Irak entdeckt. Für die Herstellung von Seife benutzten sie Fett von Tieren oder Pflanzen sowie mit Wasser vermischte Holzasche.

Unsere Vorfahren, die Germanen, waren auch sehr bekannte Seifenhersteller. Ihre Seifen waren bei den Römern sehr begehrt, vermutlich weil diese sich lediglich mit Olivenöl abgerieben hatten, was bisweilen ineffektiv gewesen sein dürfte. Die Seifen der Germanen wurden mit Farbstoffen vermischt und dann zum Beispiel als Haarfärbemittel benutzt. Später entdeckte man, dass man mit Seifen auch Körper und Kleidung gut reinigen kann. Bis noch vor einigen Hundert Jahren war die Seifenherstellung eine geheime Kunst und wurde nur in den Familien der Seifensieder weitergegeben. Die Seifensiederei, also die Seifenherstellung, war damals ein angesehenes Handwerk, welches der Familie ein gutes Auskommen sicherte, denn gut riechende Seifen konnte sich nur die Oberschicht leisten. Als Rohstoffe verwendete man oft Rindertalg oder Olivenöl und Holzasche. Weniger gute Seifen wurden aus ranzigem Tierfett von Schlachtabfällen gewonnen und wiesen einen unangenehmen Geruch auf.

Bald wurden dann die Seifensiedereien durch die Seifenfabriken verdrängt, welche heutzutage anstelle des Rindertalgs preiswerte Pflanzenfette und Öle verwenden. Für die Holzasche, die früher benutzt wurde, nimmt man heute Natron- oder Soda-Asche.

Früher wurde die Wäsche mit Regenwasser oder einem anderen weichen Wasser gewaschen, denn damit reinigte die Seife die Wäsche am besten. Da den Hausfrauen in den Städten kein Regenwasser zur Verfügung stand, waren sie auf das meist harte Leitungswasser angewiesen. Dieses hinterließ aber beim Waschen mit Seife Kalkablagerungen auf der Wäsche, welche die Wäsche vergilben ließen und nach einiger Zeit einen unangenehmen Geruch verursachten.

Um das zu verhindern, wurden Enthärtungsmittel erfunden. Diese machten aus dem harten Leitungswasser wieder weiches Wasser. Aber dies war umständlich und verursachte zusätzliche Kosten. Vor etwa 90 Jahren erfanden Chemiker dann ein neues Waschmittel, mit den Vorteilen der Seife, aber ohne deren Nachteile. Daher besteht ungefähr 40 Jahren in den meisten Wäschewaschmitteln keine klassische Seife mehr enthalten.

Hinweise zur Didaktik und Methodik

In dieser Einheit arbeiten die Schülerinnen und Schüler ausgehend von den Carbonsäuren zunächst die Fettsäuren und Fette, die Verseifung sowie die Waschwirkung und schließlich die Nachwirkung der klassischen Seife. Die Einheit kann wahlweise am Ende der 10. Klasse (gegen Schuljahresende) oder zu Beginn der Jahrgangsstufe 1 gehalten werden. Die Materialien bieten dabei einen Blick auf die Stoff- wie auch die Teilchenebene.

Da die Einheit für die 10. Klasse konzipiert wurde, verzichtet sie auf einen Einstieg in die Tensid-Thematik samt Unterscheidung in anionische, kationische und nicht ionische Tenside. Sollte diese Einheit zu Beginn der Jahrgangsstufe 1 eingesetzt werden, so sollte diese Thematik noch ergänzt werden.

Knackpunkt der Einheit ist die Übertragung vorhandenen Wissens (Carbonsäuren, Veresterung und Esterspaltung, Salze organischer Säuren) auf eine komplexere Ebene mit größeren, komplizierteren Molekülen. Knappe Wiederholungen sollten daher je nach Vorwissen der Klasse im Unterrichtsgespräch vorgenommen werden.

Da dieses Thema eine große Alltagsrelevanz aufweist (v. a. dann, wenn der Fokus auf der Stoffebene liegt), eignet sich die Einheit auch besonders gut für leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler.

Durchführung

1. Stunde

Steigen Sie mit einer Wiederholung wichtiger Carbonsäuren ein (**M 1**). Erarbeiten Sie so die Unterschiede zwischen kurzkettigen, langkettigen, gesättigten und ungesättigten Carbonsäuren und führen Sie so den Begriff der „Fettsäuren“ ein. Erarbeiten Sie mit dem **M 2** die Fettsäureglycerinester („Fette“).

2. Stunde

Steigen Sie mit **M 3** ein und erarbeiten Sie so die Grundlage der Seifenherstellung. Seifen sind die (Natrium- oder Kalium-)Salze der Fettsäuren. Vertiefen Sie mit dem Praktikum **M 4**.

3./4. Stunde

Beginnen Sie die Stunden mit der Fragestellung, warum ein Stück Seife im Gegensatz zu einem Stück Fett Schmutz entfernen kann und das Fett nicht. Wiederholen Sie dazu zunächst den molekularen Aufbau eines Seifenmoleküls, um so später eine Verknüpfung zu den Eigenschaften der Seifen herstellen zu können. Erarbeiten Sie die Eigenschaften der Seifen (**M 5**). Zur detaillierten Erarbeitung des Waschvorgangs nutzen Sie **M 6**.

5. Stunde

Steigen Sie mit **M 7** ein und erarbeiten Sie das „Kernseifen“-Konzept. Leiten Sie so über zu den Nachteilen der klassischen Kern- und Schmierseifen. Ein alternativer Einstieg kann auch das Zeigen und Analysieren der angegebenen Inhaltsstoffe auf verschiedenen handelsüblichen Handseifen sein. **M 7** dient dann nur als Beispiel. Erarbeiten Sie die Nachteile der Kernseife anschließend mit **M 8**.

Mögliche Weiterführung der Einheit:

Im Anschluss an die 5. Stunde ist ein weiterführender Einstieg in die Tensid-Thematik sinnvoll. Mit Natriumlauryl ether sulfat begegnet den Schülerinnen und Schülern schon ein Vertreter der anionischen Tenside (weitere Beispiele sind CAPB als amphoterer Tensid). Daher kann **M 7** mehrfach eingesetzt werden. Einerseits als Einstieg in die Nachteile der Kernseife in Klasse 10 ohne Vertiefung in die Tenside oder als Einstieg in eben jene und Wiederholung der Kernseifen-Thematik aus Klasse 10. Sollte in Klasse 10 keine Zeit mehr sein, so kann die Einheit auch zu Beginn der Jahrgangsstufe 1 stattfinden.

Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt Sv = Schülerversuch Fo = Folie



1. Stunde

Thema: Fette und Fettsäuren
M 1 (Fo) Öl, Säure, Fett?
M 2 (Ab) Wir erarbeiten uns Fette

2. Stunde

Thema: Die Verseifung
M 3 (Ab) Die mysteriöse Tontafel
M 4 (Sv) Herstellung einer Seife aus Pflanzenfett und Natronlauge

Verseifung

Dauer: Vorbereitung: 5 min Durchführung: 30 min

Chemikalien:

- pflanzliches Fett (100 g)
- Wasser
- Ethanol
- Natronlauge (20%ig; 30 ml)
- gesättigte Kochsalzlösung (100 ml)

Geräte:

- Schutzbrille
- Erlenmeyerkolben (200 ml)
- Magnetrührer

3./4. Stunde

Thema: Warum wäscht die Seife so gut?

M 5 (Sv) Die Seifenwirkung

Wechselwirkung einer Seifenlösung mit Wasser

Dauer: Vorbereitung: 2 min Durchführung: 1 min

Chemikalien:

- Wasser
- Seifenlösung

Geräte:

- Schutzbrille
- Becherglas (150 ml)
- Pipette
- Nadel




Die GBUs finden Sie auf der CD 68.



Der nasse Nylonstrumpf**Dauer:** Vorbereitung: 2 min Durchführung: 1 min**Chemikalien:** Wasser
 Seifenlösung**Geräte:** Schutzbrille
 Nylonstrumpf
 Pipette**M 6** (Sv) Der Waschvorgang**Wie wäscht die Seife?****Dauer:** Vorbereitung: 5 min Durchführung: 15 min**Chemikalien:** Wasser
 Speiseöl
 Holzkohlepulver
 Seifenlösung**Geräte:** Schutzbrille
 4 Reagenzgläser, Reagenzglasstände
 Trichter
 Filterpapier
 2 Bechergläser**5. Stunde****Thema:** Nachteile der Kernseife**M 7** (Ab) Nachteile der Kernseife**M 8** (Sv) Nachteile der Kernseife (Praktikum)**Seifenlösung und hartes Wasser****Dauer:** Vorbereitung: 1 min Durchführung: 5 min**Chemikalien:** Calciumchlorid
 Seifenlösung (Kernseife)**Geräte:** Schutzbrille
 2 Reagenzgläser, Reagenzglasstände
 Spatula


Die GBUs finden Sie auf der CD 68.

Seifenlösung in sauren Milieu**Dauer:** Vorbereitung: 3 min Durchführung: 5 min**Chemikalien:** verdünnte Essigsäure 
 Wasser
 Seifenlösung (Kernseife)**Geräte:** Schutzbrille
 2 Reagenzgläser, Reagenzglasstände
 Pipetten
 pH-Papier

Die GBUs finden Sie auf der CD 68.

M 1

Öl, Säure, Fett?

| | |
|---|---|
|  <p>© amphotora/E+/Getty Images Plus</p> | <p>Ölsäure $C_{17}H_{33}COOH$</p>  <p>Vorkommen: Oliven</p> |
|  <p>© Heike Rau/Stock/Getty Images Plus</p> | <p>Laurinsäure $C_{11}H_{23}COOH$</p>  <p>Vorkommen: Kokosfett</p> |
|  <p>Wikipedia/CC-BY-SA 3.0/Rainer Zenz</p> | <p>Essigsäure CH_3COOH</p>  <p>Vorkommen: Essig</p> |

Aufgaben

- Vergleiche** die abgebildeten Carbonsäuren miteinander. **Gehe** dabei besonders auf die Aspekte Kettenlänge und Aggregatzustand **ein**.
- Erläutere**, warum Ölsäure flüssig ist, obwohl ihre Kette aus mehr Kohlenstoffatomen besteht als die der Laurinsäure.

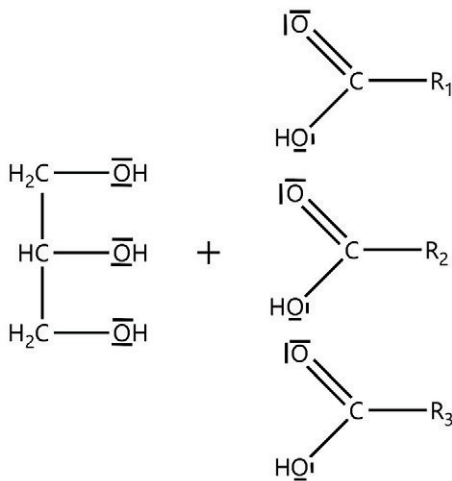
Wir erarbeiten uns Fette

M 2

Zur Bildung eines Fettes werden drei Fettsäuren (langkettige Carbonsäuren) mit dem dreiwertigen Alkohol Glycerin verestert.

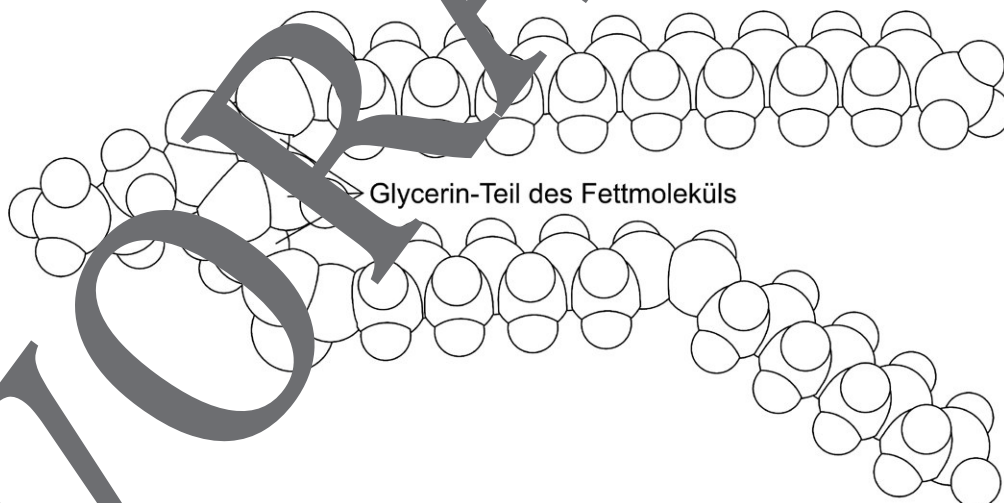
Aufgaben

1. **Vervollständige** die schematische Reaktionsgleichung der Fettsäureveresterung.



2. **Nenne** den Reaktionstyp, um den es sich bei dieser Veresterung handelt.

3. **Gestalte** das Bild des folgenden Fettsäureglycerinesters farblich (Kohlenstoff grau, Sauerstoff rot)



© Wolfgang Zettlmeier

4. **Ermittle** die Namen der veresterten Fettsäuren aus Aufgabe 3 mithilfe der folgenden Tabelle.

| Name | Summenformel | Vereinfachte Strukturformel | Schmelztemperatur |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|
| Buttersäure (Buttersäure) | $C_4H_8O_2$ | | -4,3 °C |
| Decansäure (Laurinsäure) | $C_{12}H_{24}O_2$ | | 44 °C |
| Hexadecansäure (Palmitinsäure) | $C_{16}H_{32}O_2$ | | 63 °C |
| Octadecansäure (Stearinsäure) | $C_{18}H_{36}O_2$ | | 71,5 °C |
| Octadecensäure (Ölsäure) | $C_{18}H_{34}O_2$ | | 16 °C |
| Octadecadiensäure (Linolsäure) | $C_{18}H_{32}O_2$ | | -5 °C |
| Octadecatriensäure (Linolensäure) | $C_{18}H_{30}O_2$ | | -11 °C |