

## 4.1. Fette und Seifen

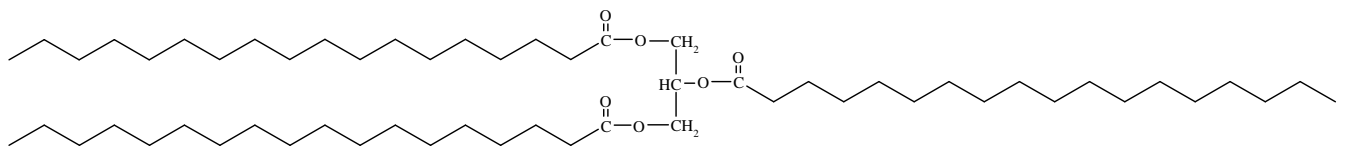
### 4.1.1. Aufbau und physikalische Eigenschaften der Fette

*Pflanzliche und tierische Fette und Öle vergleichen*

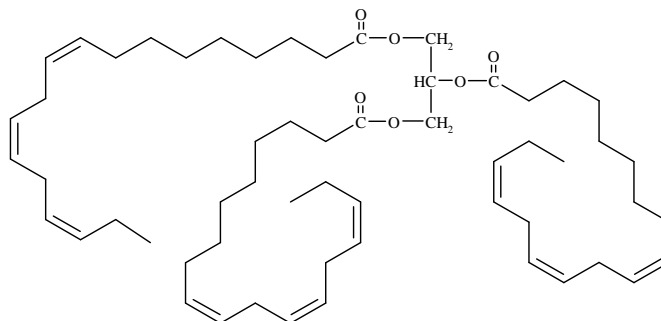
**Fette** sind Ester langkettiger Carbonsäuren (**Fettsäuren**) mit Propantriol (**Glycerin**). Das **Depotfett** der **warmblütigen Säugetiere** enthält hauptsächlich **langkettige gesättigte** Fettsäuren, während **wechselwarme Fische** und **Echsen** sowie die **Pflanzen** vor allem **kurzkettigere** und **ungesättigte** Fettsäuren enthalten:

Zusammensetzung verschiedener Fette in Massenprozent	Butter -fett	Schweine -fett	Kokos -fett	Oliven -öl	Sonnenblumen -öl	Leinsamen -öl
<b>Buttersäure</b> C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH Butansäure	3	0	0	0	0	0
<b>Laurinsäure</b> C <sub>11</sub> H <sub>23</sub> COOH Dodekansäure	3	0	48	0	0	0
<b>Myristinsäure</b> C <sub>13</sub> H <sub>27</sub> COOH Tetradekansäure	9	2	15	2	0	0
<b>Palmtinsäure</b> C <sub>15</sub> H <sub>33</sub> COOH Hexadekansäure	24	27	9	15	5	7
<b>Stearinsäure</b> C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH Octadekansäure	13	14	3	2	2	3
<b>Ölsäure</b> C <sub>17</sub> H <sub>33</sub> COOH cis-9-Octadecensäure	30	45	6	71	27	18
<b>Linolsäure</b> C <sub>17</sub> H <sub>31</sub> COOH cis, cis-9,12-Octadecadiensäure	2	8	2	8	65	14
<b>Linolensäure</b> C <sub>17</sub> H <sub>29</sub> COOH all-cis-9,12,15-Octadecatriensäure	1	0	0	0	0	58
<b>Arachidonsäure</b> C <sub>19</sub> H <sub>29</sub> COOH all-cis-5,8,11,14-Eicosatetraensäure	0	0	0	0	0	0
<b>Iodzahl (g Iod / 100 g Fett)</b>	35	65	7	80	130	180
<b>Schmelzbereich (°C)</b>	31 bis 36	36 bis 42	23 bis 28	-3 bis 0	-18 bis -11	-20 bis -16

#### Beispiele



Tristearinsäure-glycerin-ester



Tri-Linolensäure-Glycerin-Ester

### Physikalische Eigenschaften:

Die **starr**en **cis-Doppelbindungen** der ungesättigten Fettsäuren behindern den Kontakt der langen Alkylreste und schwächen dadurch die **Van-der-Waals-Kräfte**. Fette mit ungesättigten Fettsäuren haben infolgedessen **geringere Schmelzpunkte** als solche mit gesättigten Fettsäuren. Fette, die bei Raumtemperatur flüssig sind, werden auch **Öle** genannt. Aufgrund der starken Van-der-Waals-Kräfte zwischen den langen Ketten sind Fette bei Normaldruck **nicht unzerstört verdampfbar**.

### 4.1.2. Verhalten der Fette beim Erhitzen

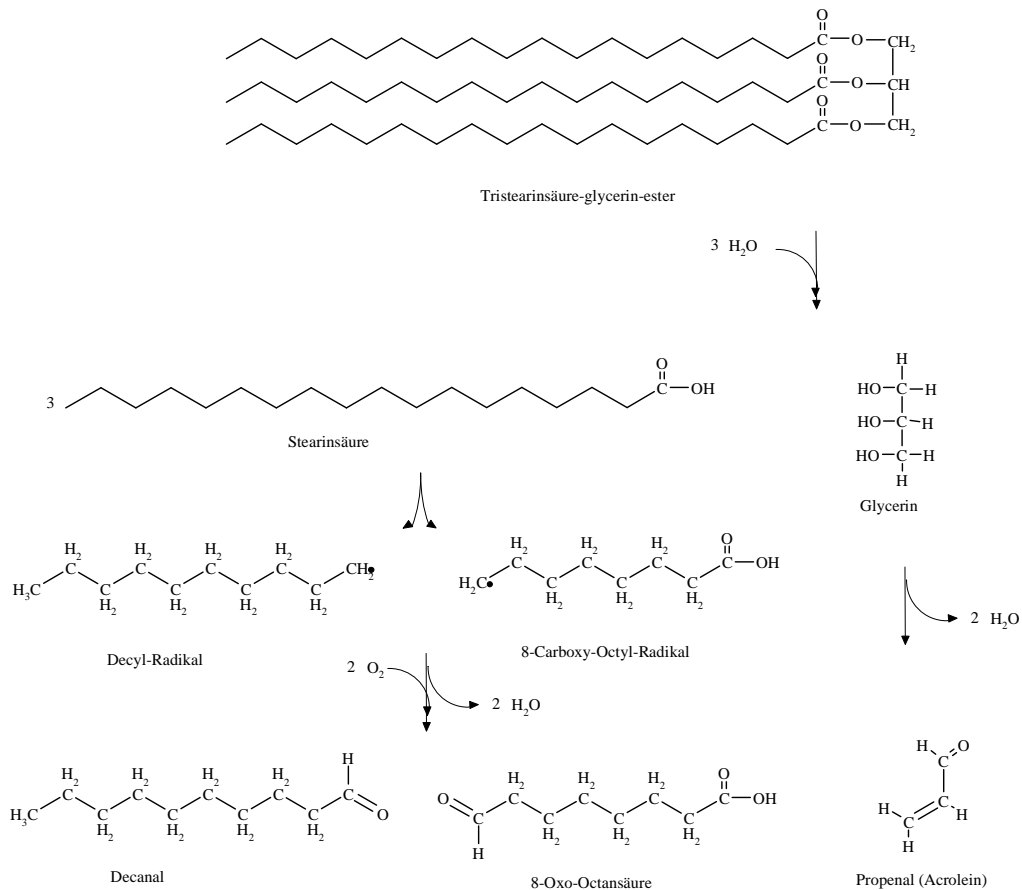
1. *Bildung von Acrolein: Olivenöl mit etwas  $KHSO_4$  im RG erhitzen und die entstehenden Gase durch fuchsinschweflige Säure leiten.*
2. *Fettexplosion mit Wachs und Teelichten*

#### Zersetzung:

Zunächst werden die Esterbindungen durch den aus dem Fleisch austretenden Wasserdampf **hydrolysiert**. Nachdem das Wasser verdampft ist, eliminiert das **Glycerin** zwei weitere Wassermoleküle, wobei das krebserregende **Propenal (Acrolein)** entsteht und verdampft. Die langen Ketten der Fettsäuren werden **radikalisch gespalten** und oxidieren zu ebenfalls krebserregenden **Aldehyden**. (s.u.)

#### Fettexplosion mit Wasser

Die kurzkettigen Zersetzungsprodukte verdampfen und können sich leicht entzünden. Beim Löschversuch mit Wasser kommt es zur Explosion, da die Wassertropfen auf den heißen Gefäßboden sinken und dort schlagartig verdampfen. Dadurch werden Fetttropfchen emporgeschleudert, die sich infolge ihres großen Verteilungsgrades ebenfalls entzünden.

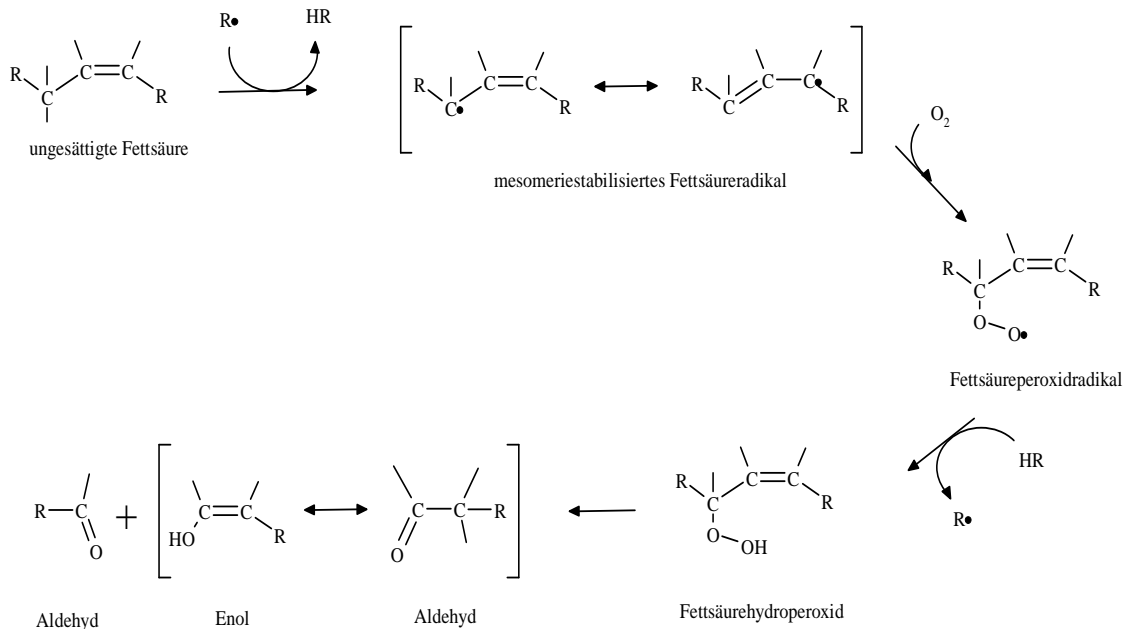


Übungen: Aufgaben zu Fetten und Seifen Aufgaben 1 und 2

### 4.1.3. Verhalten der Fette beim Stehen lassen

*Altes Fritierfett mit fuchsinschwefliger Säure schütteln*

Beim Stehen lassen werden Fette durch die **Luftfeuchtigkeit** allmählich **hydrolysiert**, wobei u.A. **Buttersäure** freigesetzt wird. Die Doppelbindungen der **ungesättigten Fettsäuren** bilden leicht **mesomeriestabilisierte Radikale**, die durch Luftsauerstoff zu **Hydroperoxiden** oxidiert werden. Durch Spaltung können wie beim Erhitzen übelriechend und gesundheitsschädliche Aldehyde entstehen.



### 4.1.4. Biologische Bedeutung der Fette

#### Fette als Energiespeicher

Fette dienen dem Körper als **Energiespeicher und Wärmeisolierung** für **längere Hungerzeiten**. Fette mit langen gesättigten Fettsäuren sind bei Raumtemperatur fest und können daher nur durch **Warmblüter** genutzt werden. Da der Transport der wasserunlöslichen Fette im Blut durch speziell herzustellende **Transportlipoproteine** für den Körper sehr aufwendig ist, werden die Fettvorräte aber erst angegriffen, wenn die **Glykogenvorräte** in der Leber und die **Aminosäurevorräte** in den Zellen und Muskeln zur Neige gehen. Je nach Konstitution und Versorgung kann es bis zu **zwei Wochen** dauern, bis der Fettabbau in Gang kommt!

**Pflanzliche Fette** in Früchten dienen als **Energiespeicher und Oxidationsschutz** für den Samen. Sie sind aufgrund ihrer geringeren Schmelzpunkte auch bei Boden- bzw. Wassertemperaturen von 5 - 10 °C durch die Pflanzen abbaubar. Die Doppelbindungen der ungesättigten Fettsäuren fangen den Luftsauerstoff ab und dienen daher als **Oxidationsschutz** für den empfindlichen Samen (**Autoxidation**):

#### Fette als Nahrungsmittel

Tierische Fette müssen im Verdauungstrakt unter beträchtlichem Energieaufwand zunächst **geschmolzen** werden, um dann verdaut und abgebaut werden zu können. Pflanzliche Fette sind aufgrund ihrer geringeren Schmelzpunkte **leichter verdaulich** als tierische Fette und enthalten **mehrfach ungesättigte Fettsäuren**, die vom Körper (u.a. zur Synthese der **Prostaglandin-Hormone**) benötigt, aber nicht selbst hergestellt werden können. Diese Fettsäuren haben **Vitamincharakter** und heißen auch **essentielle Fettsäuren**. Sie können im menschlichen Körper nicht nur Sauerstoff, sondern auch andere potentiell krebserregende **Radikale abfangen**.

*Übungen: Aufgaben zu Fetten und Seifen Aufgabe 3*

*Margarineherstellung: In ein Becherglas gibt man 15 g Kokosfett und bringt das Fett über kleiner Flamme zum Schmelzen. Man nimmt das Becherglas von der Flamme und fügt unter kräftigem Rühren einen Eßlöffel Olivenöl zu. Man stellt das Becherglas in eine Schüssel mit Eiswasser und fügt unter ständigem Rühren je einen Teelöffel gut gekühlte fettarme Milch und Eigelb sowie eine Prise Salz zu. Man rührt kräftig, bis die Masse steif ist.*

## Margarine und Fetthärtung

**Pflanzliche Öle** sind gesünder als tierische Fette und außerdem durch **Auspressen** oder **Extrahieren** der Pflanzensamen leichter und billiger zu gewinnen. Sie sind daher seit Ende des 20. Jahrhunderts auch in nördlichen Ländern als Nahrungsbestandteil beliebt geworden. Um ein butterähnliches und streichfähiges Produkt (**Margarine**) herzustellen, werden die Doppelbindungen teilweise **katalytisch hydriert (Fetthärtung)**, wodurch allerdings auch der physiologische Wert der entsprechenden Fettsäuren gemindert wird. Wie bei der Butterherstellung gibt man außerdem etwas Wasser und einen **Emulgator** (s.u.) hinzu, um durch **Emulsionsbildung** eine weitere Verfestigung zu erreichen.

Übungen: Aufgaben zu Fetten und Seifen Aufgabe 4

### 4.1.5. Untersuchung von Fetten

Bromlösung in Olivenöl geben

#### Iodzahl

Die **Iodzahl** gibt an, wieviel g Iod maximal an 100 g Fett addiert werden kann und ist ein Maß für die **durchschnittliche Zahl der Doppelbindungen** pro Molekül. Die Iodzahl läßt sich schnell und einfach bestimmen und wird in der **Lebensmittelchemie** häufig verwendet, da die Zahl der Doppelbindungen für den **physiologischen Wert** eines Fettes entscheidend ist.

#### Verseifungszahl

Die **Verseifungszahl** gibt an, wieviel mg KOH für die Verseifung von 1 g Fett verbraucht werden. Sie ist ein Maß für die **Zahl der Esterbindungen bzw. Fettsäuren pro g Fett**. Hohe Verseifungszahlen bedeuten also viele kurzkettige Fettsäuren, niedrige Verseifungszahlen dagegen wenige langkettige Fettsäuren pro g Fett. Da kurzkettige Fettsäuren **leichter verdaulich** sind, ist die Verseifungszahl ebenfalls eine wichtige Kennzahl in der Lebensmittelchemie.

#### Säurezahl

Die **Säurezahl** gibt an, wieviel mg KOH für die Neutralisation der freien Fettsäuren in 1 g Fett verbraucht werden. Da die Zahl der freien Fettsäuren mit zunehmendem Alter des Fettes ansteigt, ist sie ein Maß für den **Frischegrad** des Fettes

Übungen: Aufgaben zu Fetten und Seifen Aufgaben 5 - 9

Gaschromatograph auseinander bauen

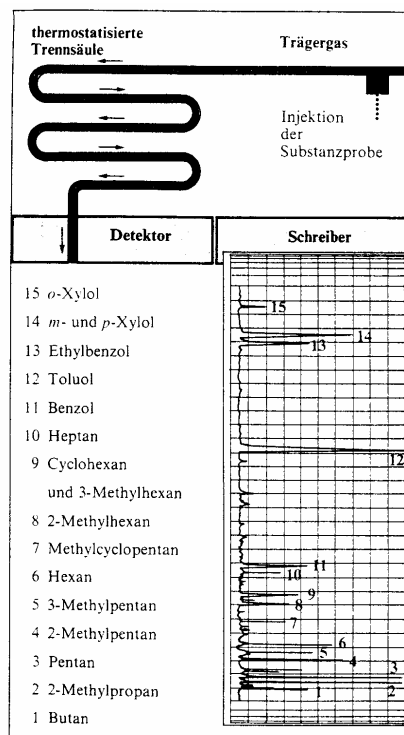
#### Gaschromatographie

Für genauere Untersuchungen verwendet man die **Gaschromatographie**. Ein Gaschromatograph besteht aus einer langen Metallröhre (**Trennsäule**), die innen mit einem porösen Material beschichtet ist, welches mit einer mehr oder weniger polaren Flüssigkeit wie z.B. Wasser oder Glycerin (**stationäre Phase**) getränkt ist. Durch die Trennsäule wird ein inertes **Trägergas** wie Wasserstoff oder Helium (**mobile Phase**) gepumpt.

Am Kopf der Säule wird das zu trennende Gemisch injiziert und vom Trägergas in die Säule eingebracht. Je nach **Polarität und Molmasse** werden die zu trennenden Stoff unterschiedlich stark von der stationären Phase zurückgehalten und treten daher nach unterschiedlicher Retentionszeit am Säulenende wieder aus. Sie werden dort durch einen **Detektor** nachgewiesen, der ihre **Wärmeleitfähigkeit** misst.

Die Temperatur in der Trennsäule kann bis zu 400 °C betragen, so dass auch weniger flüchtige Stoffe untersucht werden können. Da sich Fette nicht unzerstört verdampfen lassen, werden sie zunächst **hydrolysiert** und die Fettsäuren dann mit Methanol verestert, um die **Siedepunkte herabzusetzen**. Die **Fettsäuremethanolester** können dann in den Gaschromatograph eingespritzt und mit Hilfe von **Vergleichssubstanzen** identifiziert werden.

Übungen: Aufgaben zu Fetten und Seifen Aufgabe 10



36.3 Schema eines Gaschromatographen. Gaschromatogramm von Benzin.

## 4.1.6. Dispersionen

*Tyndall-Effekt mit Seifenlösung*

### Dispersionen

Dispersionen sind Verteilungen von kleinen Teilchen in einem Dispersionsmittel. Je nach Durchmesser  $d$  der dispergierten Teilchen unterscheidet man

1. **molekulardispers** (echte) Lösungen mit  $d < 1$  nm. Da der Teilchendurchmesser deutlich kleiner ist als die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes, findet keine Reflektion statt. Die Teilchen sind unsichtbar und die Lösung ist klar.
2. **kolloiddispers** (kolloidale) Lösung mit  $1 < d < 1000$  nm. Da der Teilchendurchmesser im Bereich der Wellenlänge des sichtbaren Lichtes liegt, findet Reflektion statt, aber der Umriss der Teilchen ist nicht auflösbar. Die Lösungen sind klar und zeigen den Tyndall-Effekt (Streuung von durchscheinendem Licht)
3. **grobdispers** Lösungen mit  $d > 1000$  nm, in denen die Umrisse der Teilchen erkennbar sind und zu einer trüben Lösung führen.

**Beispiele:**

Aggregatzustände	Bezeichnung	Beispiel
fest in fest	feste Suspension	Rubinglas
fest in flüssig	flüssige Suspension	Kaffee
fest in gasförmig	festes Aerosol	Rauch
flüssig in fest	feste Emulsion	Butter
flüssig in flüssig	flüssige Emulsion	Milch
flüssig in gasförmig	flüssiges Aerosol	Nebel
gasförmig in fest	fester Schaum	Bimsstein
gasförmig in flüssig	flüssiger Schaum	Schlagsahne

## 4.1.7. Tenside und Emulgatoren

**Tenside** bzw. **Emulgatoren** sind Moleküle, die aus einem längeren **unpolaren Schwanz** (Alkylrest) und einem **polaren Kopf** (meist eine Hydroxyl-, Carboxylat oder Sulfonat-Gruppe) bestehen. Dadurch sind sie in der Lage, unpolare und polare Stoffe kolloidal ineinander zu lösen. Die Bildung einer Dispersion erfolgt in mehreren Schritten.

1. **Benetzung der unpolaren Teilchen durch Herabsetzung der Oberflächenspannung des Wassers.**

*Petrischale randvoll mit Wasser füllen, Baumwolle oder Büroklammer auflegen und Spülmittel dazugeben.*

*Petrischale mit Wasser auf OHP, Schwefel oder Aktivkohle aufstreuen, 1 Tropfen Spülmittel dazugeben.*

Die Tensidmoleküle ordnen sich wegen der mangelnden Löslichkeit ihrer unpolaren Schwänze an der Wasseroberfläche an. Sie schwächen dort die starken Dipol-Dipol-Kräfte zwischen den Wassermolekülen und bewirken so das Zerfließen der Wassertropfen. Das Wasser kann in Gewebe und kleine Zwischenräume vordringen und die Fetteilchen umhüllen.

2. **Ablösewirkung**

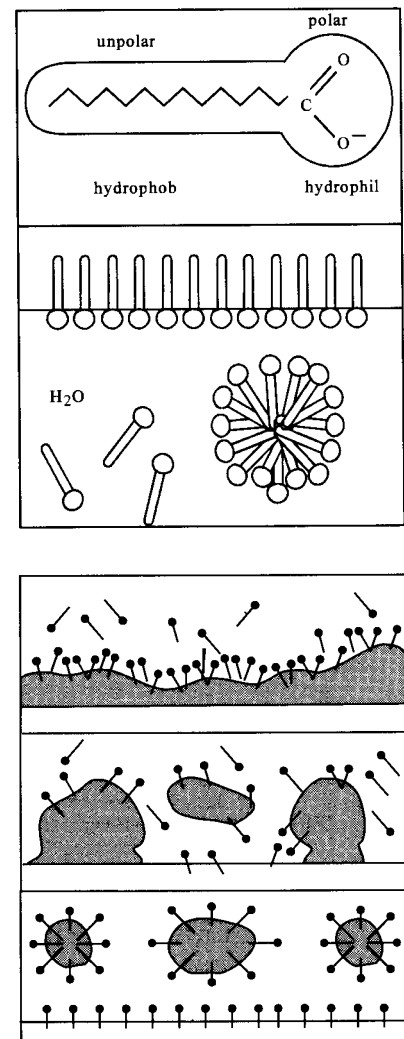
Die unpolaren Schwänze der Tenside werden durch van-der-Waals-Kräfte von unpolaren Fasern und Fetteilchen angezogen. Die nach außen stehenden negativ geladenen polaren Köpfe stoßen sich gegenseitig ab und bewirken die Ablösung und Aufspaltung der Fetteilchen.

3. **Emulgier- bzw. Dispergierwirkung**

*Je 1 Teelöffel Aktivkohle in 100 ml Wasser und 100 ml Tensidlösung geben und filtrieren.*

*In 2 RG jeweils 2 ml mit Sudanrot gefärbtes Olivenöl geben und Wasser bzw. Tensidlösung hnzufügen.*

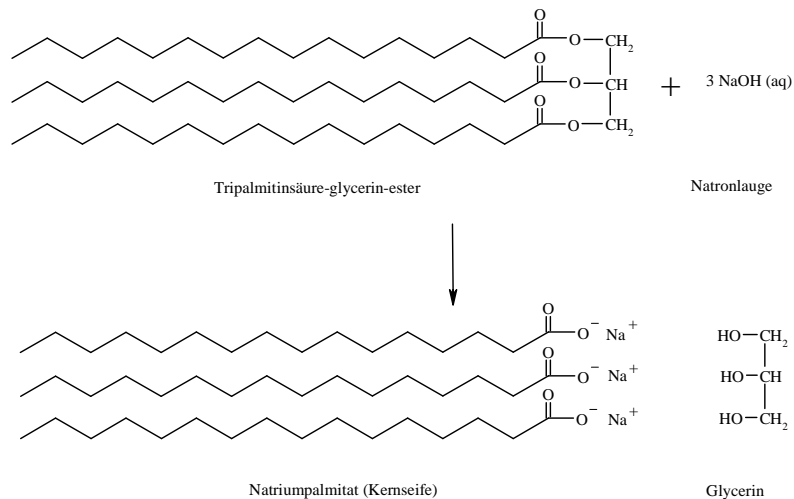
Die Fetteilchen werden von den Tensidmolekülen umhüllt, wobei die unpolaren Schwänze in die Fetteilchen eindringen und die polaren Köpfe dem Wasser zugewandt sind. Die so gebildeten **Micellen** haben nach außen hin polaren Charakter und bilden eine Dispersion



### 4.1.8. Seifen

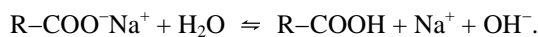
Olivenöl und Wasser in RG geben, festes NaOH hinzufügen, erwärmen (Schutzbrille!) und Schaumbildung beobachten

Die einfachsten und ältesten Tenside erhält man durch Kochen von tierischen oder pflanzlichen Fetten mit konzentrierten Alkalilauge (Seifensieden). Dabei werden die Fette zu Glycerin und Alkalisalzen der Fettsäuren (Seifen) hydrolysiert. Mit **Natronlauge** erhält man feste **Kernseifen**, mit **Kalilauge** flüssige **Schmierseifen**:

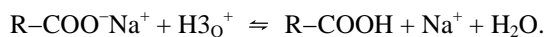


#### Nachteile der Seifen:

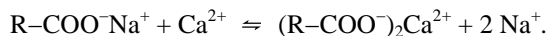
1. Seifen reagieren als Salze schwacher Säuren stark **basisch**, wodurch Textilien und auch die menschliche Haut angegriffen werden:



2. Starke Säuren **neutralisieren** die Seifen zu **wasserunlöslichen Fettsäuren**. Aus diesem Grund können Seifen für stark saure Verschmutzungen, wie sie zum Beispiel häufig in der Industrie auftreten, nicht verwendet werden:



3. Die Härtebildner des Wassers, hauptsächlich  $\text{Ca}^{2+}$ - und  $\text{Mg}^{2+}$ -Ionen, bilden mit Seifen schwerlösliche Salze, die **Kalkseifen**. In hartem Wasser wird dadurch unnötig mehr Seife verbraucht. Außerdem lagert sich die Kalkseife auf Textilien ab, wodurch diese grau und spröde werden:



Übungen: Versuche zu Seifen und Tensiden

### 4.1.9. Hartes Wasser und Waschwirkung

Natürliches Quellwasser enthält im Gegensatz zu Regenwasser je nach Herkunft unterschiedliche Mengen an  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  und  $\text{SO}_4^{2-}$ -Ionen. Diese Ionen sind einerseits für den Eigengeschmack verantwortlich, vermindern aber andererseits die Waschwirkung der meisten **Seifen  $\text{R-COO}^- \text{Na}^+$**  und **anionischen Tenside  $\text{R-O-SO}_3^- \text{Na}^+$** , mit denen sie **schwerlösliche Salze** wie z.B. „Kalkseifen“  $\text{Ca}(\text{R-COO})_2$  bilden. Diese schwerlösliche Salze setzen sich beim Waschvorgang am Boden des Waschgefäßes ab, wodurch sowohl die Härtebildner  $\text{Ca}^{2+}$  und  $\text{Mg}^{2+}$  als auch die Seifen  $\text{RCOO}^-$  und  $\text{ROSO}_3^-$  aus der Waschlauge entfernt werden.  $\text{Ca}^{2+}$  und  $\text{Mg}^{2+}$  führen also zu einem Mehrverbrauch an (teurer und umweltbelastender) Seife und sollten daher **vor** dem Waschvorgang entfernt werden.

Früher entfernte man einen Teil des  $\text{Ca}^{2+}$  und  $\text{Mg}^{2+}$  durch **Erhitzen** oder **Zugabe von Lauge**. Dabei werden die  $\text{HCO}_3^-$ -Ionen zu  $\text{CO}_3^{2-}$  deprotoniert:

Beim **Erhitzen** wird  $\text{CO}_2$  aus der Waschlauge ausgetrieben, wodurch sich das Gleichgewicht  $2 \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  stark nach rechts verschiebt. (Prinzip vom kleinsten Zwang)

**Zugabe von Lauge:**  $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ .

Die  $\text{CO}_3^{2-}$ -Ionen bilden mit  $\text{Ca}^{2+}$  und (in geringerem Maße)  $\text{Mg}^{2+}$  schwerlösliche Salze, die sich als „Kesselstein“  $\text{CaCO}_3$  und  $\text{MgCO}_3$  auf dem Boden absetzen. Dadurch kann jedes ursprünglich enthaltene  $\text{HCO}_3^-$  ein  $\text{Ca}^{2+}$  bzw.  $\text{Mg}^{2+}$  aus der Lauge entfernen. Der Gehalt an  $\text{HCO}_3^-$  wird daher **temporäre Härte** genannt, während der Gehalt an  $\text{SO}_4^{2-}$  **permanente Härte** heißt.

Heute werden  $\text{Ca}^{2+}$  und  $\text{Mg}^{2+}$  beim Waschvorgang durch **Komplexbildner** wie  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{11}$  oder  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}$  entfernt bzw. durch  $\text{Na}^+$  ersetzt.

Nach dem Gesetz über Einheiten im Messwesen vom 2.7.1969 darf von den vielen früher gebräuchlichen Einheiten eigentlich nur noch die Einheit mmol/l verwendet werden. Auf den Waschmittelpackungen wird neben dem Härtebereich aber oft noch der **Deutsche Härtegrad** angegeben. Ein Deutscher Grad (1 °d) entspricht 10 mg **Calciumoxid** pro Liter oder 0,18 mmol/l Erdalkali-Ionen. Dabei muss beachtet werden, dass in wässriger Lösung kein Calciumoxid vorliegt, aber **alle** Härtebildner (auch die Anionen  $\text{HCO}_3^-$  und  $\text{SO}_4^{2-}$ !) **auf Calciumoxid umgerechnet** werden.

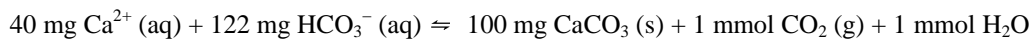
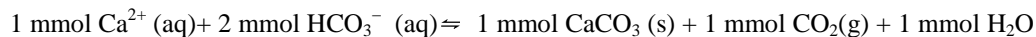
#### Beispiel: Berechnung der temporären und permanenten Wasserhärte

1 l einer Wasserprobe enthält 467 mg  $\text{Ca}^{2+}$ -Ionen und 228 mg  $\text{HCO}_3^-$ -Ionen.

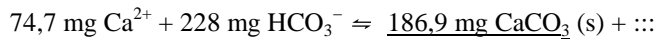
- Wie viel g Kesselstein  $\text{CaCO}_3$  können beim Erhitzen dieser Wasserprobe maximal entstehen?
- Berechnen Sie die temporäre und die permanente Härte in deutschen Härtegraden.
- Die permanente Härte wurde früher auch durch Zugabe von  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  oder  $\text{NaHCO}_3$  und nachfolgenden Erhitzen entfernt. Erklären Sie diese beiden Methoden mit Hilfe je einer Reaktionsgleichung.

#### Lösung:

- a) Man rechnet die Reaktionsgleichung zunächst auf mg um:



Am Massenverhältnis sieht man jetzt schon, dass die 228 mg  $\text{HCO}_3^-$  **vollständig** reagieren können, wobei aber nur ein Teil der 467 mg  $\text{Ca}^{2+}$  verbraucht werden. Daher rechnet man auf 228 mg  $\text{HCO}_3^-$  um :



- b) Die in a) verbrauchten 74,4 mg  $\text{Ca}^{2+} = 1,86 \text{ mmol } \text{Ca}^{2+} \triangleq \underline{10,3 \text{ °d}}$  bilden die **temporäre Härte**, die übrig gebliebenen  $467 - 74,4 = 392,6 \text{ mg } \text{Ca}^{2+} = 9,8 \text{ mmol } \text{Ca}^{2+} \triangleq \underline{54,5 \text{ °d}}$  bilden die **permanente Härte**.
- c) In beiden Fällen wird der Gehalt an  $\text{CO}_3^{2-}$  erhöht, wodurch die restliche  $\text{Ca}^{2+}$  und  $\text{Mg}^{2+}$  ausgefällt werden.

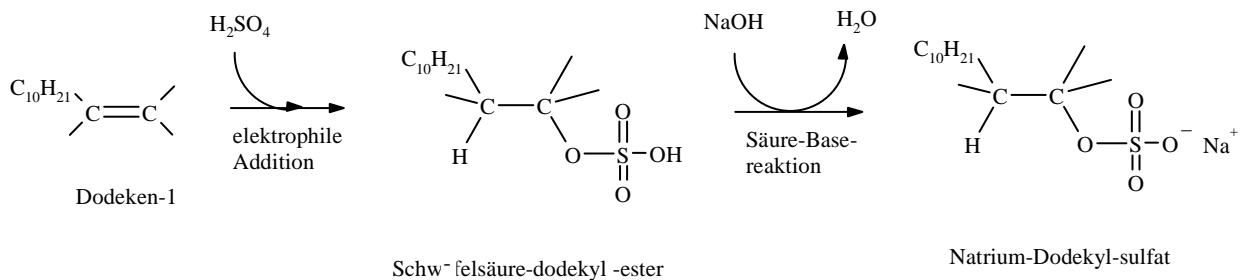
Übungen: Aufgaben zu Fetten und Seifen Aufgabe 12  
Versuche zur Wasserhärte

### 4.1.10. Anionische und nichtionische Tenside

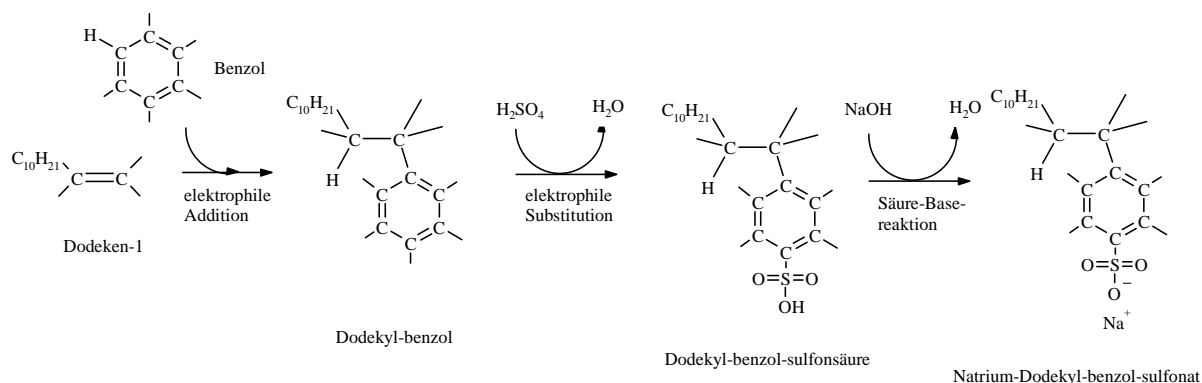
#### Anionische Tenside.

Zu den wichtigsten Vertretern dieses Typs gehören die in **Waschmitteln** verwendeten Natriumsalze von Schwefelsäuremonoalkylester, die man auch als „**Alkylsulfate**“ bezeichnet und die **Alkylbenzolsulfonate**.

**Alkylsulfate** erhält man durch Addition von Schwefelsäure an höhere 1-Alkene aus dem Crackprozeß und Neutralisation der entstehenden Schwefelsäuremonoalkylester:



Bei der Herstellung von **Alkylbenzolsulfonaten** wird zunächst Benzol an höhere 1-Alkene addiert. Durch Sulfonierung der entstehenden Alkylbenzole mit Schwefelsäure erhält man Alkylbenzolsulfonsäuren, deren Neutralisation mit Natronlauge Alkylbenzolsulfonate ergibt:

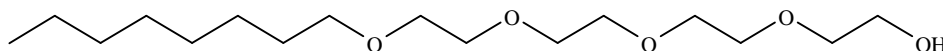


Da die teilweise veresterte Schwefelsäuren aufgrund des +I-Effektes der Alkylreste schwächere Säuren als unveresterte Schwefelsäuren sind und mit  $Ca^{2+}$  ebenfalls schwerlösliche Salze bilden, treten die oben genannten Nachteile in abgeschwächter Form bei diesen Tensiden leider ebenfalls auf.

### Nichtionische Tenside.

Diese Art von Tensiden erhält im hydrophilen Molekülteil mehrere, zur Hydratisierung befähigte Ethergruppen und eine endständige polare Hydroxylgruppe. Die Herstellung erfolgt häufig durch Addition von Fettsäuren oder höheren primären Alkoholen an Ethylenoxid. Nichtionische Tenside neigen bei ausgezeichneter Reinigungswirkung weniger zur Schaumbildung als Anion-Tenside und werden in **Geschirrspülmitteln** verwendet.

**Beispiel:** Oktyl-tetraglykol-ether

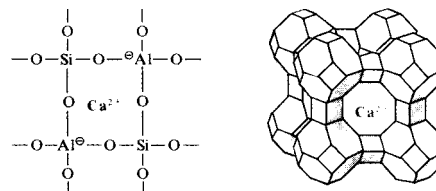
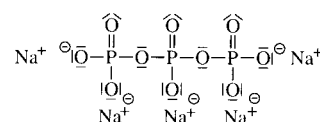


Übungen: Versuche zu Seifen und Tensiden

## 4.1.11. Waschmittel

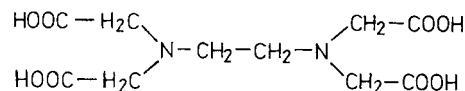
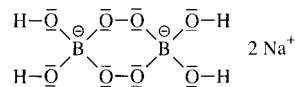
Versuche zu Waschmitteln

**Enthärter** entfernen die Härtebildner  $Ca^{2+}$ - und  $Mg^{2+}$  aus der Waschlösung. Sie verhindern dadurch die Bildung von **Kalkseifen** und die **Verkalkung** der Waschmaschine. **Pentanatriumtriphosphat**  $Na_5P_3O_{10}$  bildet mit den Härtebildnern lösliche Komplexe, führt aber zu einer Eutrophierung (Überdüngung  $\Rightarrow$  übermäßiges Algenwachstum  $\Rightarrow$  Sauerstoffmangel) der Gewässer und wird daher kaum noch verwendet. Das Natriumaluminiumsilicat **Zeolith A**  $Na_{12}[Al_{12}Si_{12}O_{28}] \cdot 27 H_2O$  (zeon = kochen und lithos = Stein, da das Mineral beim Erhitzen durch Wasserabgabe zu kochen scheint) ist ein Ionentauscher, der die in seinen Hohlräumen lose gebundenen  $Na^+$ - und  $K^+$ - Ionen gegen  $Ca^{2+}$ - und  $Mg^{2+}$  austauschen kann.

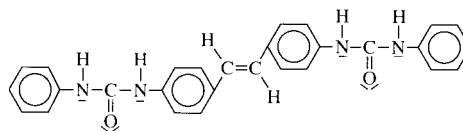




**Bleichmittel** wie z.B. **Natriumperborat**  $\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_8\text{H}_4$  oder **Natriumpercarbonat**  $2 \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}_2$  hydrolysieren in Wasser unter Bildung von  $\text{H}_2\text{O}_2$ , welches die Farbstoffe in Obst- und Rotweinflecken durch Oxidation zerstört. Die Farbstoffe von maschinenwaschbaren Textilien müssen gegenüber Luftsauerstoff beständig sein und werden nicht angegriffen. **Schwermetallionen** katalysieren den Zerfall des Perborates, was zu **Faserschädigungen** durch überhöhte  $\text{H}_2\text{O}_2$ -Konzentrationen führen kann. Man setzt daher Komplexbildner wie **EDTA** (Ethyldiamintetraacetat) hinzu, die die Schwermetallionen aus der Waschlösung entfernen. Das ähnlich aufgebaute **TAED** (Tetraacetythylenediamin) ist im Gegensatz zu EDTA ein Ethansäureamid, welches mit  $\text{H}_2\text{O}_2$  sehr leicht zu Peressigsäure „hydrolysiert“ und die Freisetzung von  $\text{H}_2\text{O}_2$  **kontrolliert beschleunigt**, so dass die **Waschtemperatur** ohne Verzicht auf Bleichwirkung herabgesetzt werden kann.



**Weißtöner.** Wiederholt gewaschene Wäsche erhält mit der Zeit einen **Gelbstich**. Gelbliches Weiß wird jedoch als Schmutz empfunden. **Weißtöner**, wie das rechts abgebildete **Blankophor** sind **Fluoreszenzfarbstoffe**, die die UV-Strahlung, die zu etwa 4 % im Tageslicht enthalten ist, absorbieren und als „sichtbares“ blaues Licht wieder abstrahlen. Das emittierte, blaue Licht kompensiert den Gelbstich der Wäsche zu weiß



**Enzyme (Proteasen)** dienen zur Auflösung eiweißhaltiger Flecken aus Kakao, Blut oder Milch.

**Stellmittel** wie Natriumsulfat  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  oder Natriumsilikat  $\text{Na}_4\text{SiO}_4$  dienen als Trockenmittel, um die Rieselfähigkeit und Dosierbarkeit des Waschpulvers zu verbessern.

**Soda**  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sorgt für einen leicht basischen pH der Waschlauge, um die Protonierung der anionischen Tenside zu verhindern.

*Übungen: Aufgaben zu Fetten und Seifen Aufgabe 13*