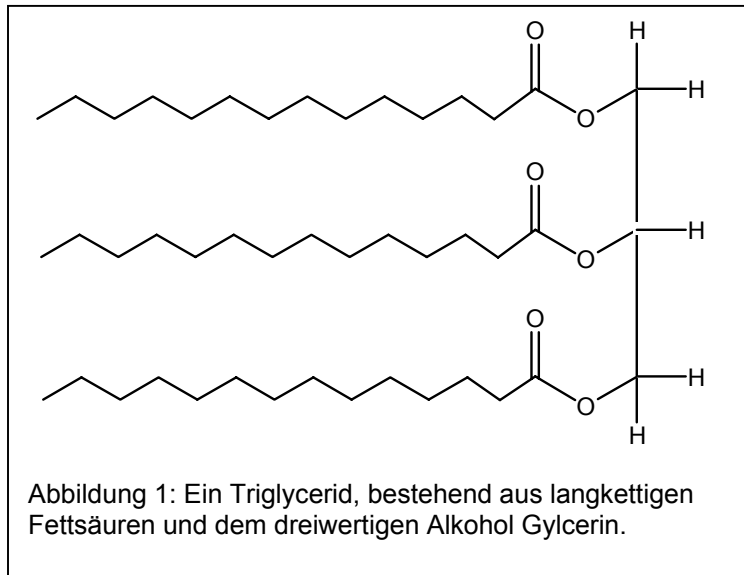


Fette und Seifen

1. Zur Einführung

Fette und Öle sind Stoffe, die aus einem oder mehreren Triglyceriden bestehen. Triglyceride sind Verbindungen (Ester) aus langkettigen Carbonsäuren und Glycerin, ein Alkohol mit drei OH-Gruppen (**Abbildung 1**).



Die Fettsäuren können gesättigt (ohne Doppelbindungen) oder ungesättigt (eine oder mehrere Doppelbindungen) sein, meist sind die Positionen 1-3 am Glycerin unterschiedlich substituiert, d.h. mit verschiedenen Fettsäuren verbunden (verestert).

Fette sind bei Raumtemperatur fest, während die Öle flüssig sind. Im ersten Fall können sich die Fettmoleküle gut zusammenlagern, was bei

Fetten mit ungesättigten Fettsäuren nur noch eingeschränkt möglich ist. Durch die Doppelbindungen verändert sich die Geometrie des Moleküls so, dass sich die zwischenmolekularen Kräfte verringern.

Zur Gewinnung von Fetten kann man die Speckschicht von Tieren „auslassen“, Samen von Pflanzen pressen, oder sich die unpolare Natur der Fette zunutze machen und sie mit einem unpolaren Lösungsmittel extrahieren. Dieses Verfahren, das in **Versuch 2.1** mit einem Soxhlet-Extraktor durchgeführt wird (**Abbildung 2**), hat große Bedeutung für die Nahrungsmittelanalytik. Automatisierte Soxhlet-Extraktoren werden dort routinemäßig benutzt.

Pflanzliche Fette und Öle enthalten häufig besonders viele ungesättigte Fettsäuren, wie die Ölsäure, Linol- und Linolensäure. In **Versuch 2.1.1** werden die Doppelbindungen im gewonnenen Erdnuss-Öl nachgewiesen.

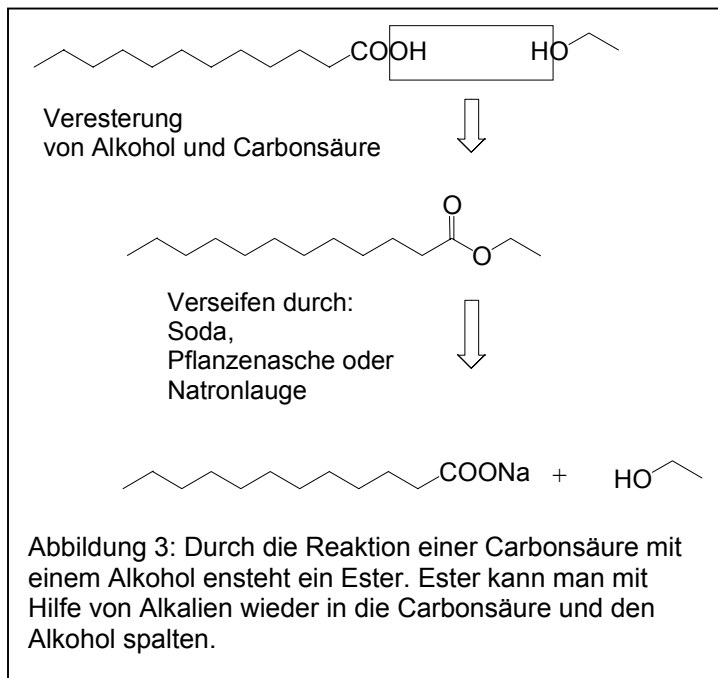
Abbildung 2: Mit einer Soxhlet-Apparatur kann man Fette aus Nüssen extrahieren. Das Lösungsmittel wird im Kolben verdampft und über der Extraktionshülse mit dem Material kondensiert. Ist im Extraktor ein bestimmter Flüssigkeitsstand erreicht, so entleert sich die Flüssigkeit mit dem Fett in den Kolben. Das Fett bleibt zurück, das Lösungsmittel verdampft erneut, und der Vorgang wiederholt sich.

Fette sind elementarer Bestandteil unserer



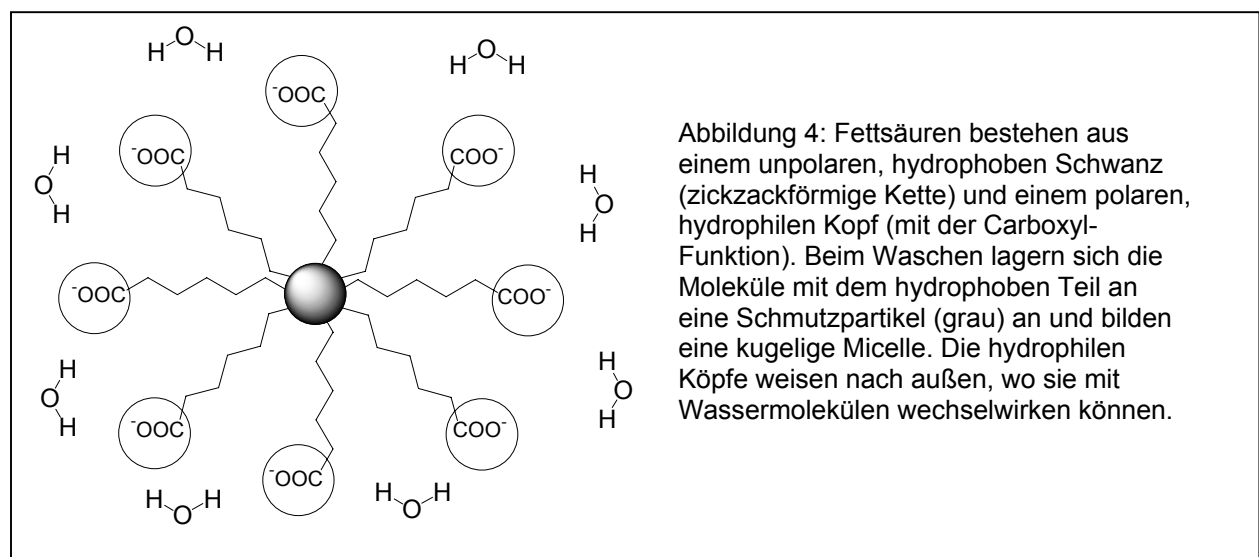
Nahrung, und es gibt wie bei den Aminosäuren essentielle Fettsäuren, die der menschliche Körper nicht selbst synthetisieren kann. Neben ihrer Ernährungsfunktion haben die Fette eine jahrtausendealte Geschichte als Ausgangsstoffe zur Seifenherstellung. Das Verfahren dürfte bei den Sumerern und Babyloniern um 3500 v. Chr. entdeckt worden sein: Pflanzenasche (oder Soda) gibt beim Kochen mit Fett eine schäumende, reinigende Substanz.

Die Verseifung durch Pflanzenaschen beruht auf deren alkalischer Reaktion mit Wasser. Die dabei entstehenden Hydroxid-Ionen können den Vorgang der Fettbildung (die Veresterung) umkehren und spalten die Fettmoleküle in das Salz der Fettsäure und Glycerin (**Abbildung 3**). In **Versuch 2.1.2** wird so Seife hergestellt.



Die Fettsäuren sind die „waschaktiven“ Substanzen. Sie bestehen aus einem langen Kohlenstoffgerüst, das weitgehend unpolar ist, und der Carboxyl-Funktion, die stark polar ist. Man spricht auch von einem hydrophoben (wasser-abweisenden) Schwanz und einem hydrophilen („wasserfreundlich“) Kopf des Moleküls. Mit den hydrophoben Schwanzstücken können sich die Fettsäuren an unpolare Schmutzpartikel (z. B. ein Fett!) anlagern und dabei kugelige Micellen bilden, in denen die Kopfstücke nach außen

weisen. Dadurch sind die Micellen insgesamt wasserlöslich und gehen in die Waschlauge über (**Abbildung 4**).



Die Wascheigenschaften von Seife werden in **2.2** untersucht. In den Experimenten **2.3** wird deutlich, dass aus Fett gewonnene Seife einige Nachteile hat, die auf das chemische Verhalten der Fettsäuren zurückzuführen sind. Man hat daher – erfolgreich – versucht, sie durch künstliche hergestellte Substanzen zu ersetzen. Diese Tenside oder Detergentien sind keine einheitliche Klasse von Verbindungen, sondern werden vielmehr nach ihren physikalisch-chemischen Eigenschaften, wie beispielsweise der Herabsetzung der Oberflächenspannung von Wasser und der Micellenbildung eingeteilt.

Wichtige Vertreter dieser Stoffe sind die Alkylsulfonate und die Alkylsulfate. Letztere entstehen durch die Reaktion eines langkettigen Alkohols mit Schwefelsäure (Schwefelsäure-Ester). Die Sulfonsäure- bzw. Sulfatgruppe ist als hydrophiler Kopf wirksamer als die Carboxyl-Funktion der Fettsäuren. Die Salze dieser Substanzen sind viel besser wasserlöslich als die Carboxylate. Die Darstellung eines solchen Tensids wird in **Versuch 2.4** durchgeführt.

2. Die Experimente- von Jan Ebinger



2.1 Extraktion von Fett aus Erdnüssen

Prinzip: Das in Erdnüssen enthaltene Fett wird mit Petrolether herausgelöst. Anschließend wird der Petrolether durch Destillation vom gelösten Fett getrennt.

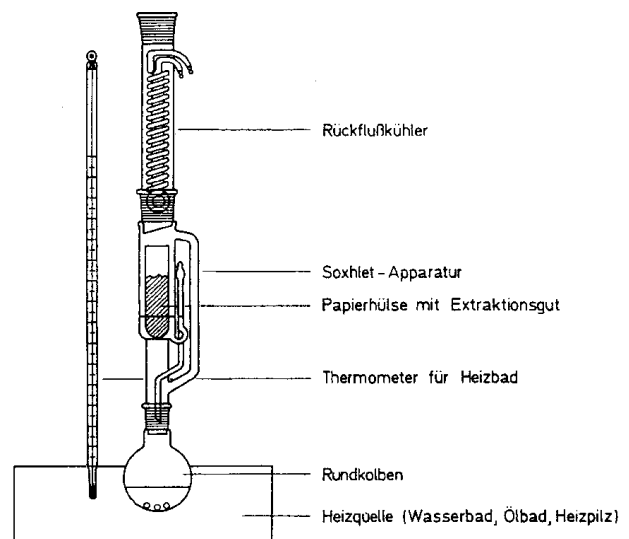
Geräte: Halteklammern, Stativ, Kreuzmuffen, Soxhlet-Extraktor mit Hülse
Rückflusskühler, Rundkolben, Siedesteinchen, Heizpilz
Mörser und Pistill, Rotationsverdampfer

Chemikalien:

| Menge | Chemikalie | Gefahren / Hinweise |
|--------|--|---|
| ca. 20 | Erdnüsse | - |
| | Petrolether (niedrigsiedend) | leicht entzündlich Entsorgung: halogenfreie Lösungsmittel |

Durchführung:

- Erdnüsse schälen, im Mörser zerreiben und in Extraktor-Hülse füllen.
- Siedesteinchen und Petrolether in Rundkolben füllen.
- Extraktor-Apparatur an Stativ aufbauen: Hülse in Extraktor, Extraktor auf Kolben, Kolben in Heizpilz, Rückflusskühler auf Kolben (siehe Skizze)
- Apparatur in Betrieb nehmen (Kühler aufdrehen, Heizpilz anschalten) und Extraktionsvorgang ca. 45 min laufen lassen.
- Danach abkühlen lassen und Lösungsmittel im Rotationsverdampfer abziehen.
- Das Produkt wird für spätere Versuche aufbewahrt.



Versuchsaufbau zur Fettextraktion

2.1.1 Nachweis von Doppelbindungen im isolierten Öl

Prinzip: Brommoleküle werden an Doppelbindungen addiert. Die Entfärbung von Bromwasser zeigt somit das Vorhandensein von Doppelbindungen an.

Geräte: Reagenzgläser Pasteurpipetten

Chemikalien:

| Menge | Chemikalie | Gefahren / Hinweise |
|-----------|-------------------------|---|
| 1 Tropfen | Brom | sehr giftig stark ätzend umweltgefährdend Entsorgung: halogenhaltige Lösungsmittel |
| | Fett aus V ₁ | |

Durchführung:

- Reagenzglas zur Hälfte mit Wasser füllen.
- 1 Tropfen Brom zufügen und schütteln (Abzug!)
- Einige Tropfen Fett zum Bromwasser geben.
- Gut schütteln.

2.1.2 Herstellung von Seife aus Fett

Prinzip: Durch Kochen mit Lauge werden die Esterbindungen der Fett-Moleküle gespalten, und es werden Fettsäure-Anionen freigesetzt. Diese werden mit geeigneten Kationen (Na⁺) ausgefällt.

Geräte: 2 300 mL Bechergläser Spatel
Magnetrührer + Rührfisch 50 mL Becherglas

Chemikalien:

| Menge | Chemikalie | Gefahren / Hinweise |
|-------|-------------|---------------------------------|
| 20 g | Fett | - |
| 6,6 g | NaOH | ätzend Hautkontakt vermeiden |
| 30 g | NaCl | - |

Durchführung:

- NaOH in 20 mL Wasser lösen und somit 25% ige Natronlauge herstellen
- NaCl in 140 mL Wasser lösen (u.U. leicht Erhitzen) und bereitstellen
- Fett mit 10 mL Wasser in Becherglas erhitzen
- Nach und nach Natronlauge hinzugeben ! *Achtung! Kann spritzen! Gut umrühren!*
- Gemisch bei mittlerer Temperatur unter ständigem Rühren 20 min kochen. Verdampftes Wasser zwischendurch ersetzen.
- Nach 20 min Inhalt des Becherglases in NaCl-Lsg. gießen.

Durchführung:

- Spatelspitze $\text{Ca}(\text{OH})_2$ in Reagenzglas in warmem Wasser lösen (Lösung sollte klar sein; ggf. verdünnen!).
- Kleine Portion Seife in Reagenzglas in Wasser lösen.
- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – Lösung zur Seifenlösung geben.

2.3.2 Seife in saurem Milieu

Prinzip: Wenn angesäuert wird, fallen die Seifenanionen als Fettsäuren aus.

Geräte: 2 Reagenzgläser

Pipette mit Peleusball

Chemikalien:

| Menge | Chemikalie | Hinweise |
|-------|---------------------|--------------|
| | Seife | - |
| | verdünnte Salzsäure | stark ätzend |

Durchführung:

- Kleine Portion Seife in Reagenzglas in Wasser lösen (Lösung sollte relativ klar sein; ggf. verdünnen!).
- Einige Tropfen HCl hinzufügen.

2.4 Herstellung eines Fettalkoholsulfates (FAS) aus Fettalkohol

Prinzip: $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{15} - \text{OH}$ wird mit Schwefelsäure zu $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{15} - \text{O} - \text{SO}_2 - \text{O}^-$ umgesetzt.

Geräte:

Reagenzgläser

Reagenzglas-Halter

Brenner
pH-Papier

Pipette mit Peleusball

Pasteurpipette

Chemikalien:

| Menge | Chemikalie | Hinweise |
|-----------|---------------------|--------------|
| | Cetylalkohol | - |
| 2 Tropfen | konz. Schwefelsäure | stark ätzend |
| | NaOH | stark ätzend |

Durchführung:

- Herstellen einer verdünnten Natronlauge: wenige NaOH -Plätzchen in 50 mL Wasser lösen.
- Reagenzglas ca. 3 cm hoch mit Cetylalkohol füllen.
- Inhalt zum Schmelzen bringen.
- Brennerflamme entfernen und langsam Schwefelsäure zutropfen bis zur Gelbfärbung. Braunfärbung zeigt bereits Zersetzung an (Sehr wenige Tropfen (2) Schwefelsäure reichen aus!).
- Reaktionsprodukt mit Natronlauge neutralisieren (Natronlauge Schrittweise zugeben, nach jeder Zugabe mit pH-Papier prüfen).