

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Fette im Kontext - biologische Bedeutung und chemische Grundlagen*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



10 Mensch und Gesundheit • Beitrag 4 Fette (Klassen 9/10) • M 13

### Die Kondensationsreaktion – aus Alkoholen und Säuren entstehen Fette

Fette sind Triglyceride. Das bedeutet, dass sie aus einem Glycerinmolekül bestehen, an das drei Fettsäuremoleküle gebunden sind. Die Reaktion, in der Glycerin mit dreiwertigen Alkoholen (mit Fettsäuren verbunden) sind, ist die Kondensationsreaktion. Bei dieser verbindet sich jeweils ein Wasserstoffatom (H) mit einem Sauerstoffatom (O) zu einem Wassermolekül (H<sub>2</sub>O).

**12211** Erkläre dir diese Arbeit, indem du einen Molekülbaukasten nutzt, um die an der Reaktion beteiligten Moleküle nachzubauen!

a. Eine mögliche Schreibweise eines Estermoleküls

→ die Reste R<sup>1</sup>-R<sup>3</sup> können zum Beispiel folgende sein:

$R^1 = \text{---CH}_2\text{---}$   
 $R^2 = \text{---(CH}_2\text{)}_6\text{---}$   
 $R^3 = \text{---(CH}_2\text{)}_7\text{---CH}_3$

b. Bildung einer Triglyceridstruktur

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} + \text{HOOC}-\text{R}_1 \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} + \text{HOOC}-\text{R}_2 \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} + \text{HOOC}-\text{R}_3 \end{array} \xrightarrow{-3\text{H}_2\text{O}} \begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{R}_1 \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{R}_2 \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{R}_3 \end{array}$$

Glycerin + Fettsäuren Triglycerid (Fett)

**Aufgaben**

- Zeichne die oben dargestellte Triglycerid (a) vollständig mit den zugehörigen Fettsäureresten als Strukturformel.
- Erkläre, wie die Kondensationsreaktion (b) abläuft und begründe kurz, woher die drei Moleküle H<sub>2</sub>O (Wasser) stammen.
- Die Umkehrreaktion der Kondensation ist die **Hydrolyse** (Hydratisch hydro = Wasser; lyse = Lösung). Kennst du anhand der Reaktion (b) oben, warum die Reaktion dieses Namens bekommen hat?

© GABRIELE NEUMANN-SCHUBERT NOVEMBER 2013

## Fette im Kontext – biologische Bedeutung und chemische Grundlagen

Mathias Ebel, Hergenrath

„Zu viel Fett macht dick und ist ungesund!“ Diese Vorstellung verbinden Jugendliche meist spontan mit dem Thema „Fette“. Ihnen ist oft nicht bewusst, dass diese biomolekularen Bausteine außerordentlich wichtige Aufgaben in unserem Körper und in der Natur übernehmen. Gerade in der Biologie sind die Fette von großer Bedeutung. Fette sind beispielsweise nicht nur Energieträger, sondern auch Baustoffe der Zellmembranen.

Die vielfältigen biologischen und alltäglichen Anknüpfungspunkte erleichtern es Ihren Schülern, sich die chemischen Grundlagen mithilfe der Selbstlernmaterialien anzueignen und Brücken zu ihrem alltäglichen Leben zu schlagen.



Foto: Thinkstockphotos

Fast Food ist bekannt dafür, besonders viel Fett zu enthalten.

Mit spannenden  
Schülerversuchen den  
Fetten auf der Spur!

Das Wichtigste auf einen Blick	
<p><b>Klassen:</b> 9/10</p> <p><b>Dauer:</b> 11–13 Stunden</p> <p><b>Kompetenzen:</b> Die Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen die Stoffklasse der Fette näher kennen, benennen wichtige Vertreter dieser Klasse und erkennen deren biologische Bedeutung.</li> <li>• können den typischen chemischen Aufbau eines Fettmoleküls beschreiben.</li> <li>• können Versuche zur Gewinnung von Fetten selbstständig planen, durchführen und auswerten.</li> <li>• können den Unterschied zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren erläutern.</li> </ul>	<p><b>Aus dem Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Bedeutung haben die Fette für den Organismus?</li> <li>• Welche Fette gibt es und wie kann man sie gewinnen?</li> <li>• Wie unterscheidet sich die chemische Struktur der Fette?</li> <li>• Wie werden Fettmoleküle gebildet?</li> <li>• Wie kann man Fettsäuren chemisch nachweisen und wie funktionieren die Nachweisreaktionen?</li> </ul>
<p><b>Beteiligte Fächer:</b> Chemie ■ Biologie ■</p>	<p>Anteil <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: black; vertical-align: middle;"></span> hoch  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: gray; vertical-align: middle;"></span> mittel  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: white; vertical-align: middle;"></span> gering</p>

## Rund um die Reihe

### Warum wir das Thema behandeln

Für die Schüler treten die **Fette** wohl meist in Form von fettigem Essen und den so ungeliebten „Fettröllchen“ in Erscheinung und sind dementsprechend eher negativ konnotiert. Aus dem Supermarkt kennen die Jugendlichen „fettreduzierte“ Lebensmittel und Schlagzeilen zu ungesundem – da fettigem – Fastfood tragen zu dem negativen Image des Fettes in Nahrungsmitteln bei.

Doch welche Fette sind „gut“ und welche „schlecht“? Was sind die Unterschiede zwischen Butter, Margarine, Schmalz oder Öl? Und können wir vielleicht sogar ganz auf Fette verzichten? Die Antwort ist „nein“, denn Fette **erfüllen** in der Natur viele außerordentlich **wichtige** und meist essenzielle **Aufgaben**.

Neben den Kohlenhydraten, den Proteinen und der **DNS** (= Desoxyribonucleinsäure; englisch: **DNA** für *deoxyribonucleic acid*; Träger des Erbguts) zählen die Fette oder Lipide zu den **biologisch zentralen Bausteinen**. Im Organismus dienen sie vor allem als **Energieträger**, **Energiespeicher** und **Baustoffe der Zellmembranen**. Auch wichtige Signalstoffe und Hormone bestehen aus fettähnlichen Substanzen (Lipoide). Nahrungsfette (tierische und pflanzliche) beliefern unseren Körper neben der Energie auch mit fettlöslichen Vitaminen und essenziellen Fettsäuren. Das angereicherte **Fett im Körper** (Körperfett) dient zudem als **Stütze** und **Polsterung** für die inneren Organe und Knochen. Weiterhin **schützen** die Fette den Körper durch ihre schwache Wärmeleitfähigkeit **vor Wärmeverlust**.

Weiterhin spielen Fette natürlich auch in der **Technik** (Schmiermittel) oder der **Kosmetikindustrie** (Badezusätze, Cremes, Make-up, Seifen, etc.) eine wichtige Rolle. Insbesondere der starke **Alltagsbezug** und die vielfältigen und einfach durchzuführenden Versuche stellen für die Schüler so einen Zugang zu den oft komplex erscheinenden **chemischen Hintergründen** dar.

Diese Unterrichtseinheit kann Ihren Schülern zusätzlich als **Vorbereitung auf die Sekundarstufe II** dienen, in der die einzelnen Nährstoffgruppen (Proteine, Kohlenhydrate, Fette) erneut behandelt werden. Insbesondere in den Themenfeldern „Zellbiologie“ (Zellmembran, Zellwand, Organellen) und „Genetik“ (Bau der DNA, Proteinbiosynthese) werden diese Fachinhalte vorausgesetzt.

### Was Sie zum Thema wissen müssen

Das Material ist weitgehend selbsterklärend gestaltet. Sie können die Informationen größtenteils aus den Informationskarten zu den Schülermaterialien beziehen, einige grundlegende Informationen werden im Folgenden gegeben. Für weiterführende und tiefer gehende Informationen finden Sie einige Anregungen in den Medientipps.

#### Fette, Lipide und Fettsäuren

Fette (Lipide) sind Moleküle, die aus **Glycerin** (einem dreiwertigen Alkohol) und drei **Fettsäuren** aufgebaut sind. Diese Fettsäuren können entweder alle gleich oder auch verschieden sein. Je nachdem, welche Fettsäure durch Veresterung an das Glycerin bindet, verändern sich die Eigenschaften der Fette. Der **Nährwert**, aber auch die **Konsistenz** (fest bzw. flüssig) ändert sich. Fettsäuren unterscheiden sich weiterhin in ihrem chemischen Aufbau. Fettsäuren, die in ihrem Kohlenwasserstoffgerüst eine oder mehrere Doppelbindungen besitzen, nennt man **ungesättigte Fettsäuren**. Fettsäuren ohne Doppelbindungen werden als „gesättigt“ bezeichnet.

Ungesättigte Fettsäuren finden sich vor allem in tierischen Lebensmitteln und gehärteten Pflanzenfetten. Einige dieser Fettsäuren stehen im Verdacht, den Cholesterinspiegel im Blut zu erhöhen. Ein- bzw. mehrfach ungesättigte Fettsäuren hingegen haben eine neutrale oder cholesterinsenkende Wirkung. Sie finden sich vor allem in verschiedenen Pflanzenölen (Distel- und Sonnenblumenöl) und Fischölen (Lachsöl, Lebertran).

## Fette in den Organismen

Hier erfüllen die Fette mehrere wichtige Aufgaben. Sie werden als **Energiespeicher**, als Bestandteil von **Zellmembranen**, Hormonen und Vitaminen, als **wärmeisolierende Schicht** unter der Haut und als **schützendes Fettgewebe** (Viszeralfett), welches die inneren Organe umhüllt, genutzt. Der menschliche Körper kann jedoch nicht alle von ihm benötigten Fettsäuren selbst synthetisieren. Er muss diese **essenziellen Fettsäuren** über die Nahrung aufnehmen. Wichtige Vertreter hierbei sind die **Linolsäure**, eine Omega-6-Fettsäure, und die **Linolensäure**, eine Omega-3-Fettsäure.

## Chemische Eigenschaften und Reaktionen

**Fette** sind generell **schlecht wasserlöslich**. Fettsäuren mit einer Länge von 4 bis 6 C-Atomen heißen kurzkettig, mit 8 bis 12 C-Atomen mittelkettig, und mit 14 bis 24 C-Atomen langkettig. Die Länge der Kohlenwasserstoffkette bestimmt die Löslichkeit der Fettsäuren in Wasser. Allgemein gilt: Je länger die Kette, desto schlechter die Wasserlöslichkeit.

Fette sind feste oder halbfeste, Öle dagegen flüssige Stoffe mit Erstarrungsbereichen zwischen etwa  $-20\text{ °C}$  und  $+40\text{ °C}$ . Die Fette und fetten Öle sind aufgrund ihrer **Dichte** von etwa  $0,9\text{ g pro cm}^3$  **leichter als Wasser**. In feiner Verteilung mit Wasser bilden sie **Emulsionen** (z.B. in der Milch), die durch grenzflächenaktive Verbindungen stabilisiert werden können (Einsatz bei Cremes oder Kosmetika). In organischen unpolaren Lösungsmitteln sind die Fette hingegen leicht löslich.

Beim Kochen mit Laugen tritt **Verseifung** ein. Hierbei entstehen Glycerin und die Alkalisalze der Fettsäuren.

## Vorschläge für Ihre Unterrichtsgestaltung

### Voraussetzungen der Lerngruppe

Um diese stark chemisch orientierte Unterrichtseinheit erfolgreich zu bearbeiten, sollten einige **allgemeinchemische Grundlagen** mit den Schülern schon im Vorhinein erarbeitet worden sein. Dazu gehören beispielsweise das Elektronenpaarabstoßungsmodell zum **Grundbauplan von Molekülen**, die Edelgasregel, die Bildung von Kationen und Anionen sowie die Grundlagen zu Säuren und Basen.

Im Speziellen ist es hilfreich, wenn Ihre Schüler bereits die ersten Schritte in der **organischen Chemie** absolviert haben. Das hieße zunächst ein grundlegendes Verständnis der **Kohlenstoffchemie** (z.B. Besprechung der **Stoffklassen** wie Alkane, Alkene, Alkohole und Carbonsäuren und deren Eigenschaften sowie Informationen zu **Einfach-, Doppel- und Dreifachbindungen**). Ebenso hilfreich ist es, wenn Ihre Schüler sich schon mit den Themen **Emulsionen** und Tensiden beschäftigt haben.

Falls Ihre Schüler noch wenig zu diesen Themen im Unterricht besprochen haben, sollten Sie sich auf **kurze** thematische Einführungen beziehungsweise **Wiederholungen** zu Beginn der einzelnen Unterrichtsstunden einstellen. Nutzen Sie hierfür doch die **Informationskärtchen** der jeweiligen Materialien. Auf ihnen finden Sie die wichtigsten relevanten Informationen in Kurzform.

### Aufbau der Reihe

Den Einstieg bilden die **Farbfolie M 1** oder alternativ die **Materialien auf CD für den Beamer**, die bei Ihren Schülern Redebedarf hervorrufen werden. Die Abbildungen regen zur Mitarbeit an und aktivieren das Vorwissen Ihrer Schüler. Im **Gruppenpuzzle M 2–M 5** erarbeiten sich Ihre Schüler in Kleingruppen wichtige Informationen rund ums Thema „Fette“ und trainieren gleichzeitig ihre **sozialen Kompetenzen**.

In **M 6** hingegen sollen Ihre Schüler nun ihre handwerklichen und planerischen Fähigkeiten verbessern, indem sie geeignete Wege suchen, um möglichst viel Kokosfett aus dem Fleisch der Kokosnuss durch Ausprobieren zu gewinnen. Sie führen den **Schülerversuch** so selbstständig wie möglich durch.

Die **Lernagenda** zur Unterrichtseinheit (**M 7**) bietet Ihnen und Ihren Schülern eine gute Übersicht zum Unterrichtsstoff und den durchzuführenden Versuchen und kann auch zwischen- durch immer wieder aufgelegt werden.

In den Materialien **M 8–M 12** werden dann die molekularen **Grundlagen** der **Lipidchemie** erarbeitet, von der Löslichkeit im Schülerversuch bis hin zum molekularen Aufbau der Fette und Öle. Das Material **M 11** enthält **Infokarten** mit den chemischen Grundlagen, die es auch Schülern mit Defiziten in Chemie erlauben, sich den Stoff selbst anzueignen.

In **M 13** erarbeiten sich Ihre Schüler die Hintergründe zur Entstehung von Fetten, der Kondensationsreaktion (hier: Veresterung) von einem dreiwertigen Alkohol (dem Glycerin) und den Fettsäuren. Der **Schülerversuch M 14** erweitert dann noch einmal den chemischen Blick auf die ungesättigten und gesättigten Fettsäuren. Auch hier erarbeiten sich Ihre Schüler den Stoff (falls noch nicht bekannt) mithilfe der zugehörigen Infokärtchen selbst.

Abschließend bietet Ihnen das Material **M 15** eine **Lernerfolgskontrolle**, die gleichzeitig auch eine Übertragung des bisher Erlernten auf ein Praxisbeispiel (Rapsölgewinnung) darstellt. Auf der **CD** befindet sich ein **Zusatzmaterial** für einen **Schülerversuch zur quantitativen Bestimmung des Fettgehalts**. Dieser eher aufwendige Versuch eignet sich für besonders leistungsstarke Schüler oder für den Einsatz im Rahmen einer Chemie-AG.

### Hinweise und Tipps zum fächerübergreifenden Unterricht

Wenn es um Fette geht, finden sich die wichtigsten Anknüpfungspunkte in der **Gesundheitsbildung** Ihrer Schüler. Im Zuge dessen kann im **Biologieunterricht** auch die Fettverdauung im Darm, die Funktion von Leber und Gallenblase und die anderen Aufgaben der Körperfette besprochen werden. Im Fach **Kunst** spielen die **Ölfarben** eine besonders herausragende Rolle und können thematisiert werden. Was sich generell bei Unterrichtseinheiten mit **Versuchen** anbietet, ist die Kooperation mit dem Fach **Deutsch**, indem das Schreiben von Rezepten, Bedienungsanleitungen oder anderen **Vorgangsbeschreibungen** geübt wird.

### Tipps zur Differenzierung

Der Schwerpunkt der Unterrichtsreihe liegt vor allem auch im eigenverantwortlichen Arbeiten. So sollen die Schüler beispielsweise selbstständig einen **Versuch** mit dem Ziel der Fettextraktion aus Kokosnüssen planen und durchführen. Das betreffende Material **M 7** enthält **Tippkarten**, um die Schüler differenziert dabei zu unterstützen.

## Diese Kompetenzen trainieren Ihre Schüler

### Die Schüler ...

- können die wichtigsten Aufgaben der Nahrungs- und Körperfette benennen und erkennen, dass Fette in unserem Alltag unverzichtbar sind.
- führen Versuche nach Anleitung durch und protokollieren ihre Ergebnisse und Beobachtungen.
- beherrschen wesentliche Grundlagen der organischen Chemie: Sie können den Aufbau von Kohlenwasserstoffverbindungen mit zentralen funktionellen Gruppen erläutern und in verschiedenen Formeldarstellungen zeichnen.
- können den chemischen Aufbau der Neutralfette und gesättigter und ungesättigter Fettsäuren erläutern.

## Ihr Unterrichtsassistent – Formeln, Fakten, Fachbegriffe



### Fachbegriffe:

**Carbonylgruppe:** Funktionelle Gruppe der Ketone (R-CO-R) oder Aldehyde (R-HCO). Der Sauerstoff ist mit einer Doppelbindung an den Kohlenstoff gebunden.

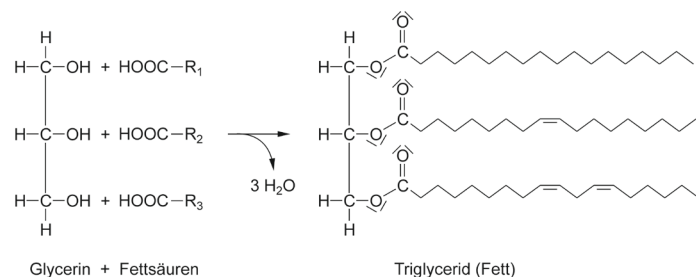
**Carboxylgruppe:** Funktionelle Gruppe der Carbonsäuren aus einer Hydroxyl- und einer Carbonylgruppe: R-COOH.

**Fettsäure:** Synonym für Carbonsäure mit der charakteristischen Carboxylgruppe.

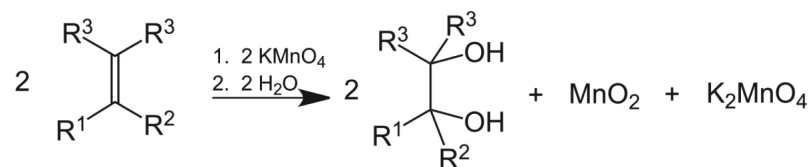
**Hydroxylgruppe:** Funktionelle Gruppe der Alkohole: R-OH.

**Triglycerid:** Dreifachester des Glycerins (ein dreiwertiger Alkohol) mit drei Fettsäuren. Je kurzkettiger und ungesättigter die Fettsäurereste sind, desto flüssiger und flüchtiger die Fette.

### Bildung eines Fettmoleküls (Veresterung):



### Nachweis von Doppelbindungen mit Kaliumpermanganat:



### Sicherheitshinweise:

Stoff	Sicherheitshinweise	Gefahrstoffpiktogramme
Kaliumpermanganat <b>KMnO<sub>4</sub></b>	umweltgefährdend, gesundheitsschädlich beim Verschlucken, brandfördernd Schutzbrille tragen! Bei Kontakt mit Haut und Augen diese sofort mit viel Wasser ausspülen. Abfall separat entsorgen.	
Pentan <b>C<sub>5</sub>H<sub>12</sub></b>	leichtentzündlich, giftig beim Verschlucken und Einatmen Schutzbrille tragen! In gut belüfteten Räumen arbeiten.	
Natriumcarbonat <b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>	verursacht schwere Augenreizungen Schutzbrille tragen! Bei Kontakt mit Haut und Augen diese sofort mit viel Wasser ausspülen	



