

Die Stoffklasse der Fette

Was sind Fette?

Welche Struktur haben Fett-Moleküle?

Was kann man daraus machen?









Worum geht's in dieser LernBOX?

Das wissen Sie schon:

- ✓ Alkanole und ihre funktionelle Gruppe
- ✓ Alkansäuren und ihre funktionelle Gruppe
- ✓ Ester und ihre funktionelle Gruppe

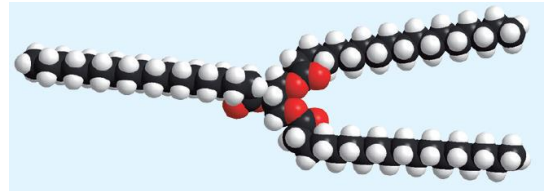
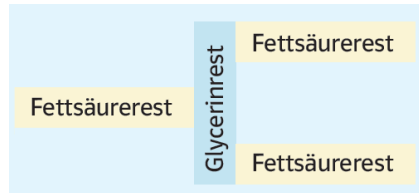
Mit dieser LernBOX können Sie lernen, ...

TB 1	... aus welchen Bausteinen ein Fett-Molekül besteht. ... worin sich gesättigte und ungesättigte Fettsäuren unterscheiden. ... wie die wichtigsten Fettsäuren benannt werden.	erledigt? 
TB 2	... welche Eigenschaften Fette besitzen. ... wie man Fette nachweist. ... welchen Einfluss Doppelbindungen auf die Eigenschaften von Fetten besitzen.	erledigt? 
TB 3	... wie man ungesättigte Fettsäuren nachweist. ... wie man altes Frittenfett entlarvt.	erledigt? 
TB 4	... warum „fett sein“ gar nicht so doof ist. ... dass man mit Fetten auch Autofahren kann.	erledigt? 
TB 5	... wie man aus preiswertem und leicht verfügbarem Pflanzenöl Margarine herstellt.	erledigt? 
TB 6	... wie man aus Fetten Seife macht, die Fett von den Händen wäscht.	erledigt? 

TB 1 – Aufbau der Fett-Moleküle

Worum geht's?

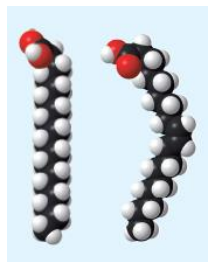
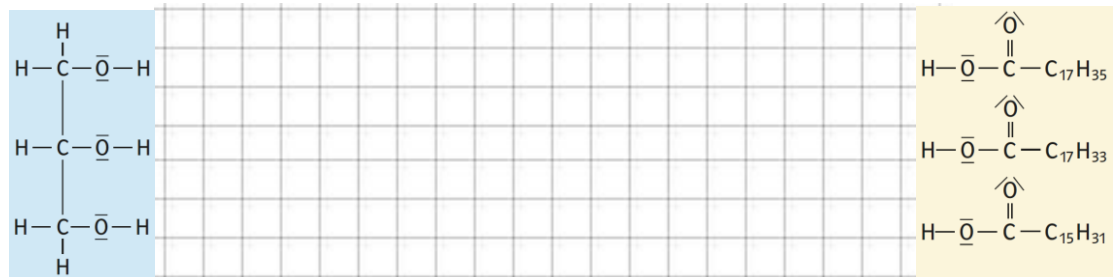
Fette sind Ester aus Glycerin (Propantriol) und Carbonsäuren. Bei 97 % der natürlich vorkommenden Fett-Moleküle sind alle drei Hydroxy-Gruppen des Glycerin-Moleküls mit meist langkettigen Carbonsäure-Molekülen verestert. Solche Fette werden als Triacylglycerine oder Triglyceride bezeichnet.



Übrigens ...

Die Kettenlänge der veresterten Carbonsäure-Moleküle variiert von C_4 bis C_{24} . Die Anzahl der Kohlenstoff-Atome ist aber fast immer geradzahlig.

A1: Entwickeln Sie die Strukturformel des Fett-Moleküls aus den Bausteinen.



Molekülmodelle einer gesättigten und einer ungesättigten Fettsäure

Carbonsäuren, deren Moleküle als Bausteine in Fett-Molekülen vorkommen, werden als Fettsäuren bezeichnet. Neben Buttersäure sind dies oft langkettige Carbonsäuren. Neben den gesättigten Fettsäuren unterscheidet man die ungesättigten Fettsäuren. Ihre Moleküle besitzen mindestens eine Doppelbindung zwischen den C-Atomen der Kette. Diese ungesättigten Fettsäuren besitzen einen Knick in ihrer Molekülkette.

Die meisten in der Natur vorkommenden Fettsäuren sind cis-Fettsäuren bzw. (Z)-Fettsäuren. Damit lässt sich auch der Knick im Molekül-Modell der ungesättigten Fettsäure verstehen: Um die Doppelbindung herrscht keine freie Drehbarkeit, dadurch ist die Kohlenstoff-Atomkette hier in Z-Stellung fixiert.

Gut zu wissen...

Zur Benennung der räumlichen Isomere der Fettsäuren wird häufig noch die cis-trans-Nomenklatur verwendet. Da sie nicht immer eindeutig war, wurde sie durch die E – Z Nomenklatur ersetzt. Die meisten in der Natur vorkommenden Fettsäuren sind cis-Fettsäuren bzw. (Z)-Fettsäuren.

A2: Recherchieren Sie die systematischen Namen und die Halbstrukturformeln der folgenden Fettsäuren. Kennzeichnen Sie ungesättigte Fettsäuren.

Trivialname/Name	Molekülformel	Halbstrukturformel
Buttersäure	C_3H_7COOH	
Laurinsäure	$C_{11}H_{23}COOH$	
Palmitinsäure	$C_{15}H_{31}COOH$	
Ölsäure	$C_{17}H_{33}COOH$	
Stearinsäure	$C_{17}H_{35}COOH$	
Linolsäure	$C_{17}H_{31}COOH$	

Alle Abbildungen auf dieser Seite aus Elemente Chemie Oberstufe, Klett-Verlag 2019, S. 338 B1, B2, B3

-3-

TB 3 – gesättigte und ungesättigte Fettsäuren

Worum geht's?

Fett-Moleküle können aus gesättigten oder auch aus ungesättigten Fettsäuren aufgebaut sein. Ungesättigte Fettsäuren werden häufig im Zusammenhang mit Fetten auch als gesunde oder gute Fettsäuren deklariert. Fette, die aus ungesättigten Fettsäuren aufgebaut sind, sollen verstärkt auf dem Speiseplan stehen.

➤ *Wie lässt sich experimentell herausfinden, ob das Fett aus ungesättigten Fettsäuren aufgebaut ist bzw. wie hoch der Anteil an ungesättigten Fettsäuren ist?*

Info: Palmin® ist eine Markenbezeichnung für ein **Kokosfett**. Dieses Produkt ist seit 1894 in Deutschland auf dem Markt!

Recherchieren Sie zu den Bestandteilen von Kokosfett und der Namensherkunft von Palmin®.

TIPP:
Das Rollrandglas mit Palmin in ein Wasserbad mit aufgekochtem Wasser stellen, bis sich das Fett verflüssigt hat.

Anmerkung:



Versuchsideen:



Versuch: gesättigte oder ungesättigte Fettsäuren?

Materialien:

Schnappdeckelglas, Pipetten, Spatel

Sonnenblumenöl, Palmin® und weitere Fette bzw. fetthaltige Lebensmittel

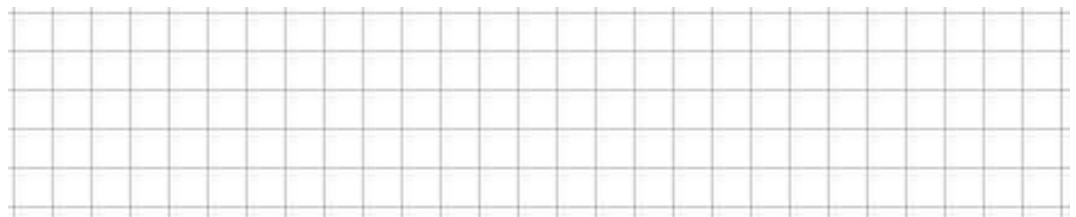
Betasisodona® (Iod-Lösung), Stärke-Lösung, Essigessenz



Durchführung:

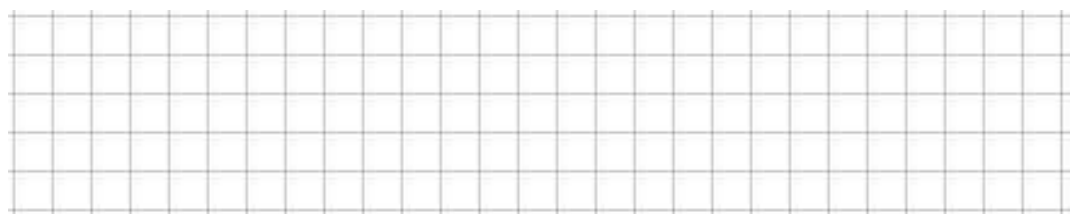
1. Im Rollrandglas eine Verdünnung von 1 (Betasisodona®) : 5 (Wasser) Tropfen Iod-Lösung mit Wasser herstellen (ca. 1 cm hoch).
2. 3 Tropfen Essigessenz zugeben.
3. Stärke-Lösung tropfenweise zugeben bis die Lösung dunkelblau ist.
4. In zwei weitere Rollrandgläser gleiche Mengen an Sonnenblumenöl und geschmolzenem Palmin geben.
5. Nun zu beiden Fettproben tropfenweise verdünnte Iod/Stärke-Lösung zugegeben. Nach jeder Zugabe werden die Rollrandgläser verschlossen und kräftig geschüttelt.

Beobachtungen:



Fette sind meist geruchs- und geschmacklos. Der bei altem, ranzigem Fett auftretende intensive Geruch stammt von kurzkettigen, freigesetzten Fettsäuren wie z.B. Buttersäure. Sind Fette alt bzw. ranzig, dann riechen sie nicht nur, sie werden tatsächlich auch sauer!

A1: Überlegen Sie in Partnerarbeit einen Versuch, mit dem Sie altes bzw. ranziges Fett identifizieren können. Besprechen Sie Ihre Idee mit der Lehrkraft.



TB4 – Wozu sind Fette gut?

„Du bist aber fett!“ ist sicherlich keine nette Aussage. Doch würden wir Menschen unsere Energiereserven in Form von Kohlenhydraten speichern, so wären wir deutlich schwerer! Fett ist „energiereich“ und damit als Speicherstoff wesentlich besser geeignet als Kohlenhydrate oder Proteine. Außerdem dienen unsere Fettdepots unter der Haut auch als Stoßdämpfer.

Doch was ist dran an der Empfehlung, möglichst fettarme Speisen zu sich zu nehmen? Als Energielieferant kann Fett ganz durch Kohlenhydrate ersetzt werden. 2,27 g Kohlenhydrate entsprechen im Brennwert einem Gramm Fett. Ein völlig fettfreies Essen würde allerdings zu einem Mangel an essenziellen Fettsäuren und fettlöslichen Vitaminen führen, zudem ist Fett auch Geschmacksträger.

Studien belegen außerdem, dass der Verzicht auf Fett von manchen Menschen mit einer „Kohlenhydratmast“ kompensiert wird. Diese führt aber ebenfalls zu Übergewicht, da der Organismus überschüssige Kohlenhydrate in Fette umwandelt, und begünstigt außerdem die Entstehung von Diabetes.

Wenn wir Menschen aus Fett so viel Energie gewinnen können, müssten Fette doch auch als Treibstoff gut geeignet sein!

Pflanzenöle sind tatsächlich eine Alternative zu Dieselkraftstoff, der aus Erdöl hergestellt wird. Die Rapspflanze scheint als Energielieferant dabei besonders geeignet. Da Rapsöl einen höheren Siedetemperaturbereich, eine höhere Viskosität und eine höhere Entzündungstemperatur als Diesel hat, kann chemisch unbehandeltes Pflanzenöl, nicht einfach für moderne Dieselmotoren als Treibstoff verwendet werden. Für den Einsatz von Rapsöl als Diesel-Ersatz wird aus Rapsöl durch Umesterung Rapsölmethylester (RME) hergestellt. Dabei werden aus Triacylglyceriden (s. TB1) durch Umesterung mit Methanol Fettsäuremethylester.

A1: Ölsäure und Linolsäure sind die hauptsächlichen Fettsäuren in Rapsöl. Geben Sie die Halbstrukturformeln für Ölsäure- und Linolsäuremethylester an.



A2: Diskutieren Sie den Anbau von Raps zur Herstellung von Rapsölmethylester als Diesel-Ersatz.



Merke dir...

Aus einem Gramm Fett lässt sich etwa doppelt so viel Energie gewinnen wie aus einem Gramm Kohlenhydrate oder Proteine.

Essentielle Fettsäuren:

Mehrfach ungesättigte Fettsäuren kann der Körper nicht selbst herstellen, man bezeichnet sie deshalb als essenziell.



Rapsfeld:

<https://pixabay.com/de/photos/rapsfeld-raps-bl%C3%BCtenmeer-gelb-474558/>

Übrigens:

Diesel enthält derzeit 7% Bio-Diesel und wird als B7-Diesel bezeichnet.

Info:
Gehärtete (hydrierte)
Pflanzenfette gelten als
Mitverursacher für Herz-
Kreislaufferkrankungen

Bei der Fetthärtung werden Öle und Fette durch Hydrieren verfestigt. Die Umsetzung mit Wasserstoff geschieht industriell dabei unter hohem Druck und hoher Temperatur. Dabei werden die Mehrfachbindungen zwischen den Kohlenstoff-Atomen der Fettsäure-Molekülkette durch Reaktion mit Wasserstoff gesättigt. Es entstehen dadurch Einfachbindungen zwischen den Kohlenstoff-Atomen. Dadurch wird das Öl oder Fett fester. Ein Öl kann damit in ein bei Raumtemperatur festes Fett umgewandelt werden.

In der Lebensmittelherstellung erreicht man damit neben der Verfestigung noch eine bessere Lagerfähigkeit und eine erhöhte Rauchtemperatur. Somit kann aus relativ günstigem Pflanzenöl ein Produkt gewonnen werden, welches bessere technische Eigenschaften als die natürlich vorkommenden oder gewonnenen festen Fette, wie etwa Butter oder Schmalz, aufweist, und noch dazu billiger ist.

A1: Geben Sie eine Reaktionsgleichung für die Hydrierung von But-2-en an.

A large grid of graph paper with 20 columns and 10 rows. The grid is composed of small squares, with a slightly larger square at the top left corner, likely for a title or header. The grid is used for drawing or writing.

A2: Vor der Hydrierung enthielt das Fett-Molekül einen Linolsäure-Rest und zwei Ölsäure-Reste. Geben Sie die Formel des Fett-Moleküls, das nach einer vollständigen Hydrierung vorliegt. Verwenden Sie dazu Halbstrukturformeln.

[illegible]

Geben Sie die Namen der dabei entstehenden Fettsäure-Reste an.

Versuch: (Handschuhe, Schutzkittel und Abzug!)

In ein Reagenzglas gibt man etwa 0,5 ml dest. Wasser, dazu werden langsam 1,5 ml konzentrierter Schwefelsäure zugegeben. Dabei erwärmt sich die Lösung stark! Die saure Lösung wird zügig mit 1,5 ml Olivenöl überschichtet. Anschließend wird eine Spatelspitze Zinkpulver ins Reagenzglas gegeben und geschüttelt. Nach dem Ende der Wasserstoffentwicklung kühlt man das Reagenzglas mit kaltem Wasser und beobachtet dabei die obere Schicht.

Beobachtungen:

[illegible]

Der Versuch dauert ca. 30 min.
bis das Ergebnis beobachtbar
ist.

Tipp: Evtl. bis zur nächsten Stunde stehen lassen und erst dann auswerten.

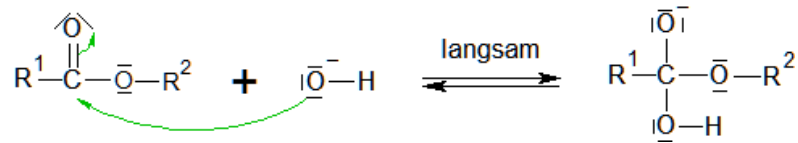
Vertiefung – Reaktionsmechanismus der Verseifungsreaktion

Bei der Verseifungsreaktion handelt es sich um eine alkalische Esterhydrolyse. Die Reaktion läuft dabei in drei Schritten ab:

Info:

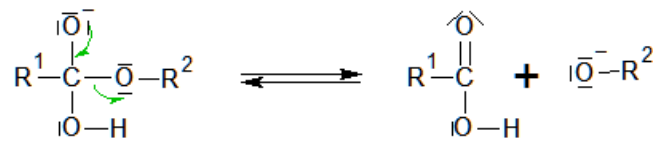
nucleophil = kernliebend
An dieser Stelle besitzt das Molekül oft eine positive Teilladung.

1. Nucleophiler Angriff des Hydroxid-Ions:



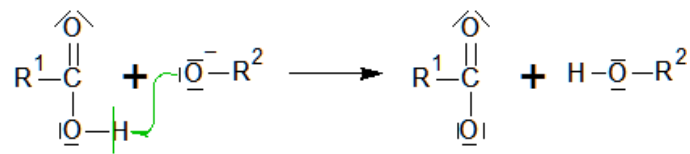
Ein Hydroxid-Ion aus der alkalischen Lösung greift das positiv polarisierte Kohlenstoff-Atom des Ester-Moleküls nucleophil an.

2. Abspaltung des Alkoholat-Ions:



Ein Alkoholat-Ion wird abgespalten und es entsteht ein Carbonsäure-Molekül.

3. Protonenübergang vom Carbonsäure-Molekül auf das Alkoholat-Ion:



Das Alkoholat-Ion wirkt als starke Base. Das Proton des Carbonsäure-Moleküls geht über, dadurch entsteht ein Alkohol-Molekül.

Info: Das entstandene Carboxylat-Ion ist mesomeriestabilisiert und dadurch besonders beständig.

Da der dritte Schritt nicht umkehrbar, also irreversibel ist, können alle Ester-Moleküle in alkalischer Lösung gespalten werden. In alkalischer Lösung erhält man dabei die Anionen der jeweiligen Carbonsäure-Moleküle.

Durch Eindampfen des Wassers und des Alkohols kann schließlich das Salz der Carbonsäure gewonnen werden.

Natrium- und Kalium-Salze langkettiger Monocarbonsäuren sind Seifen. Man bezeichnet daher die alkalische Esterspaltung auch als Esterverseifung.

A3: Formulieren Sie den Mechanismus für die Spaltung von Ethansäureethylester.

