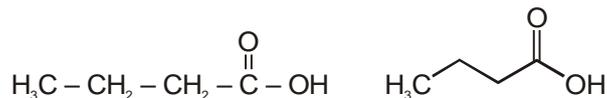


Fette und fettähnliche Substanzen

Fette und fettähnliche Substanzen (letztere wurden früher als Lipide bezeichnet) bilden die Gruppe der Lipide. Sie sind unlöslich in Wasser, aber gut löslich in organischen Lösungsmitteln. Bei den Fetten im engeren Sinn handelt es sich um Ester¹ aus Propantriol (Glycerin) und Fettsäuren (Monocarbonsäuren R-COOH).²

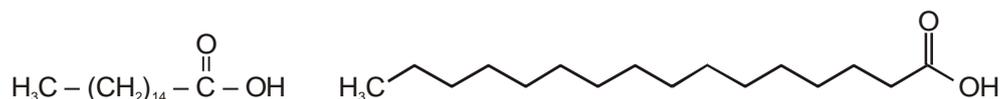
Einige wichtige Fettsäuren

Die einfachste, niedermolekulare Fettsäure ist die *Buttersäure* (*Butansäure*). Sie kommt u. a. im menschlichen Dickdarm vor und ist von unangenehmem Geruch.

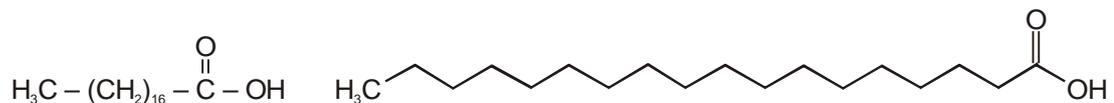


Zwei Schreibweisen der Buttersäure

Höhere Fettsäuren sind z. B. die *Palmitin-* oder die *Stearinsäure* mit 16 bzw. 18 C-Atomen.



Zwei Schreibweisen der Palmitinsäure (16 C-Atome)

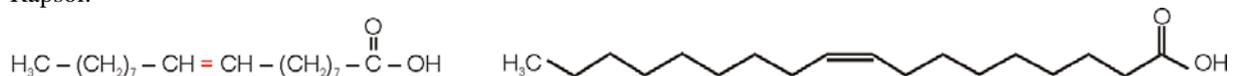


Zwei Schreibweisen der Stearinsäure (18 C-Atome)

Palmitinsäure (Hexadecansäure) kommt in pflanzlichen und tierischen Fetten vor. Sie bzw. ihre Salze und Ester sind Rohstoffe für die Produktion von Kerzen, Schaummitteln und Seifen. Stearinsäure (Octadecansäure) ist ebenfalls Bestandteil vieler pflanzlicher oder tierischer Fetten. Man benutzt sie u. a. zur Herstellung von Stearinkerzen (die auch Palmitinsäure enthalten), Rasierschaum und Salben.

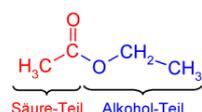
Die ebenfalls 18 C-Atome enthaltende *Ölsäure* ist eine ungesättigte Fettsäure: sie enthält zwischen dem C9- und dem C10-Atom eine Doppelbindung.

Auch die Ölsäure ist Bestandteil fast aller pflanzlicher und tierischer Fette und Öle, z. B. in Oliven-, Erdnuß- und Rapsöl.



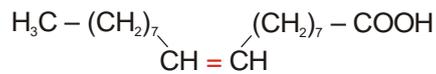
Ölsäure

¹ Ester sind Reaktionsprodukte aus Alkohol und Säure.

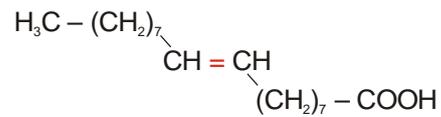


² Eine völlig andere Substanzklasse sind Schmieröle und Schmierfette: es sind keine Ester, sondern Alkane (also gesättigte Kohlenwasserstoffe) mit 12 bis 20 C-Atomen. Schmierfette sind mit Hilfsstoffen eingedickte Schmieröle.

Durch die Doppelbindung kann die Säure in cis- oder trans-Form auftreten. Die cis-Form ist die Ölsäure, die trans-Form heißt *Elaidinsäure*.



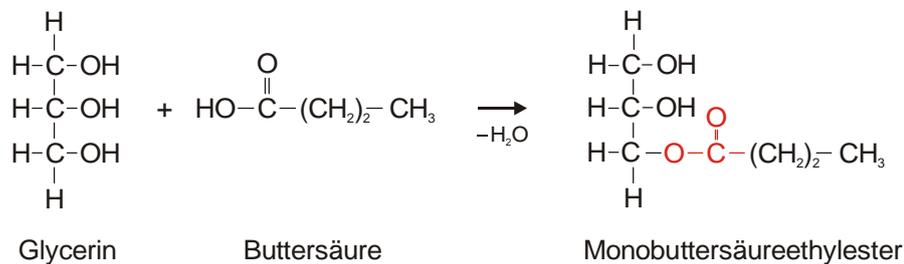
cis-9-Octadecensäure: Ölsäure



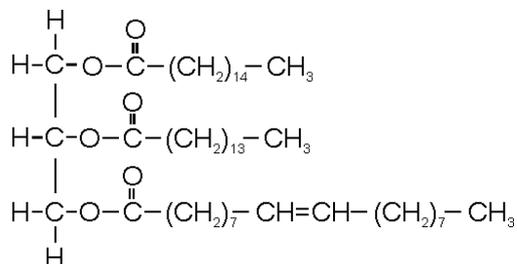
trans-9-Octadecensäure: Elaidinsäure

Fette (Glyceride)

Glyceride sind Ester des Glycerins. Je nachdem, wie viele der drei OH-Gruppen des Glycerins mit einer Säure verestert sind, erhält man Mono-, Di- oder Triglyceride (Glycerinmonoester, -diester, triester).



Glycerinmono- und Glycerindiester werden als Emulgatoren und Stabilisatoren in der Lebensmittelherstellung verwendet. Triglyceride (früher als *Neutralfette* bezeichnet) sind Speisefette, wobei die Veresterung mit unterschiedlichen höheren Fettsäuren geschehen kann.

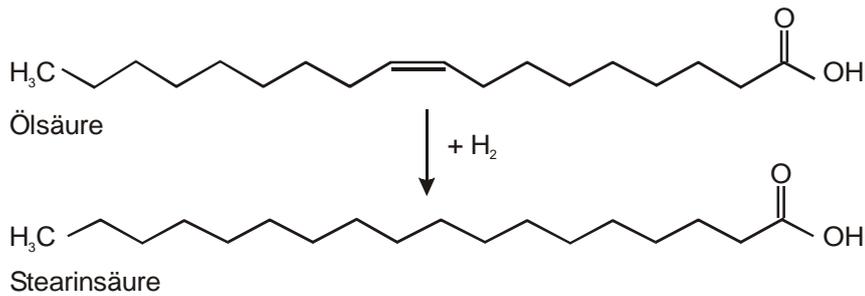


In diesem Beispiel sind Palmitin-, Stearin- und Ölsäure mit dem Glycerin verestert.

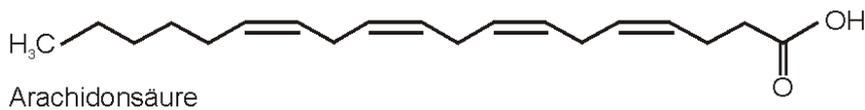
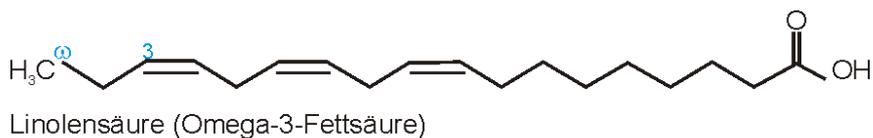
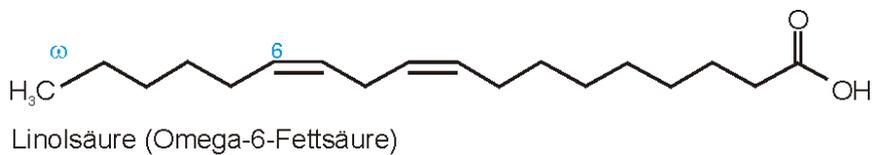
Je mehr Ölsäure das Fettmolekül enthält, desto flüssiger ist das Fett bei Zimmertemperatur.

Ungesättigte Fettsäuren

Durch Addition von Wasserstoff an eine Doppelbindung (Hydrierung) geht die ungesättigte Bindung in eine Einfachbindung über. Dadurch werden aus Ölen feste Fette; deren Herstellung durch Hydrierung wird auch als *Fetthärtung* bezeichnet. Ein Beispiel ist die Herstellung von Margarine, die aus verschiedenen Pflanzenölen hergestellt wird; in der Kennzeichnung der Inhaltsstoffe ist dann z. B. „pflanzliche Öle und Fette, z. T. gehärtet“ angegeben.

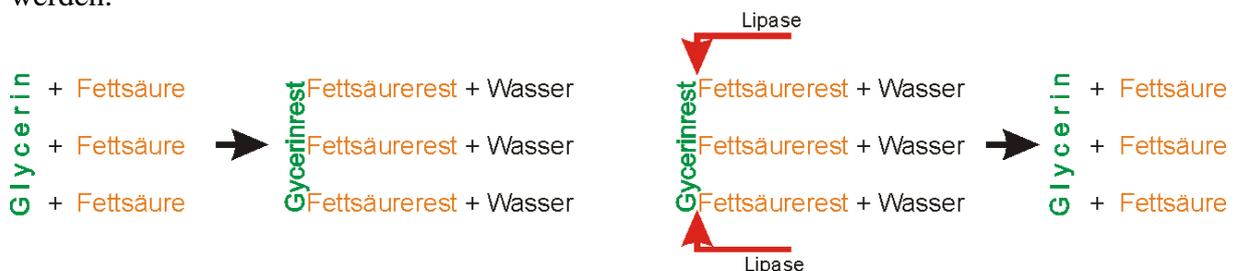


Auch mehrfach ungesättigte Fettsäuren sind Bestandteil natürlicher Öle. Es handelt sich dabei um *essentielle Fettsäuren*, die nicht vom menschlichen Organismus hergestellt werden können. Früher wurden sie unter dem Begriff *Vitamin F* zusammengefaßt. Typische Vertreter mit je 18 C-Atomen sind die *Linolsäure* mit zwei und die *Linolensäure* mit drei Doppelbindungen. Die *Arachidonsäure* verfügt über 20 C-Atome und vier Doppelbindungen. Sie dient u. a. dem Aufbau der Prostaglandine, die als Gewebshormone vielfältige Einflüsse ausüben und ist auch Bestandteil von Phospholipiden (s. u.).

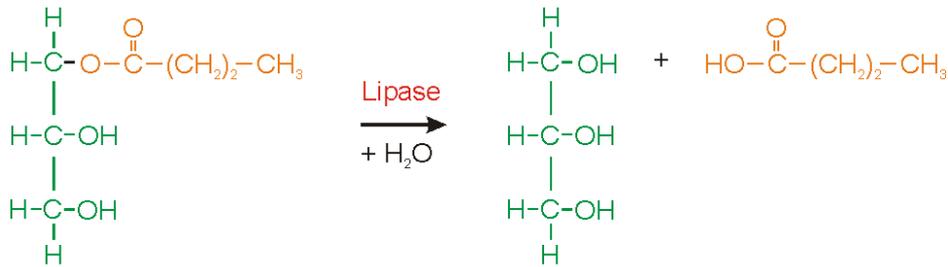


Enzymatische Spaltung der Fette

Während die Fette durch Veresterung von Glycerin und Fettsäuren unter Abgabe von Wasser gebildet werden, verläuft der Verdauungsprozeß umgekehrt: die Lipasen (aus der Enzymgruppe der Hydrolasen) bewirken unter Wasseranlagerung eine hydrolytische Spaltung der Fette in Glycerin und Fettsäuren. In diesem Prozeß werden zunächst aus den Triglyceriden Diglyceride gebildet, die dann weiter über Monoglyceride in Glycerin und Fettsäuren zerlegt werden.



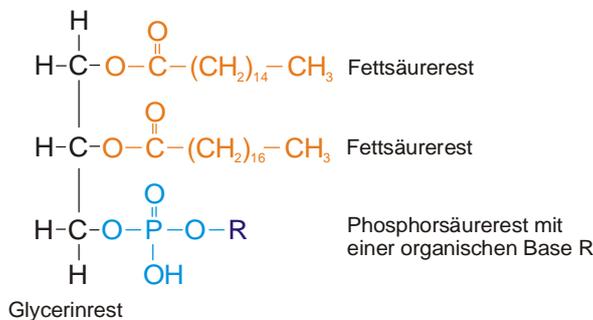
Synthese und Verdauung von Fetten



Beispiel: Zerlegung eines Monobuttersäure-Glycerids

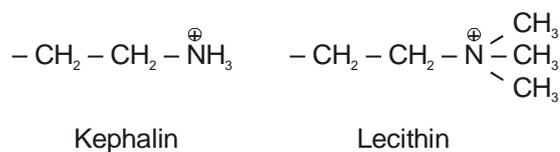
Phospholipide

Phospholipide sind wichtige Naturstoffe, man findet sie als Bestandteile der Zellmembran, im Nervengewebe, im Hirn und Rückenmark, im Herz und in der Leber. In der Regel handelt es sich um Triglyceride, die außer Fettsäuren auch Phosphorsäurereste enthalten. Überdies kann am Phosphorsäurerest auch noch eine organische Base gebunden sein.



Ein wichtiger Vertreter der Phospholipide ist das besonders häufig in Nervengeweben und in der Hirnsubstanz vorkommende *Kephalin*. Der organische Rest R enthält eine NH_3 -Gruppe. Eine dem Kephalin ähnliche Substanz ist das Lecithin. Anstelle der drei H-Atome am Stickstoff enthält es drei Methylgruppen.

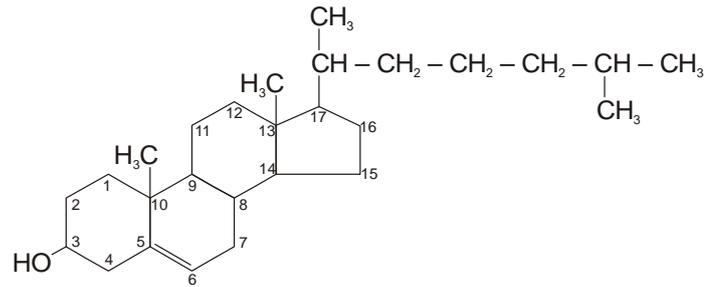
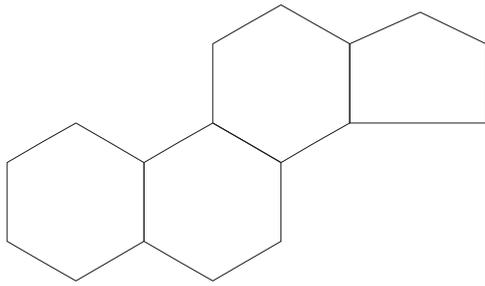
Lecithin kommt vor allem in biologischen Membranen vor und ist somit wichtiger Bestandteil aller Zellen. Man findet es auch im Nervengewebe, in Eidotter und in den Samen der Hülsenfrüchte.



Viele biologisch bedeutsame Eigenschaften der Phospholipide sind darauf zurückzuführen, daß ihre Moleküle sowohl hydrophile (d. h. lipophobe, wasserlösliche) Teile (positive Ladung des Stickstoffs) als auch hydrophobe (d. h. lipophile, wasserunlösliche) Teile (Fettsäurerest) enthalten.

Fettähnliche Substanzen

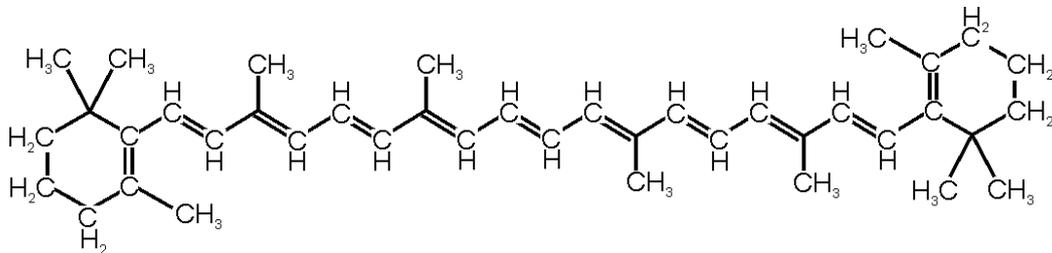
Es gibt fettähnliche Substanzen, die zwar von der chemischen Struktur her keine Ähnlichkeit mit den Fetten haben, von denen aber viele in engem Zusammenhang mit dem Fettstoffwechsel stehen. Dies sind v. a. die Steroide, die drei Sechsringe und einen Fünfring in charakteristischer Anordnung enthalten.



Grundstruktur der Steroide, Beispiel Cholesterin

Zu den Steroiden gehören u. a. Cholesterin (im Organfett, Nervensystem und Blutserum), Gallensteine, Gallensäure, Provitamin D und auch Sexualhormone.

Auch das im tierische Organismus im Fett, im Blutserum und der Milch auftretende Carotin gehört zu den fettähnlichen Substanzen.



In Blättern, Blüten und Früchten kommt Carotin in großen Mengen vor und ist dabei auch für die charakteristischen Färbungen verantwortlich: je mehr konjugierte Doppelbindungen das Molekül enthält, desto mehr verschiebt sich die Färbung von gelb nach rot. Das β -Carotin-Molekül wird im Organismus hydrolytisch in zwei Moleküle Vitamin A (Retinol) gespalten. Es bildet somit dessen Vorstufe und wird daher auch als Provitamin A bezeichnet.

Übersicht: Fettsäuren

Gesättigte Fettsäuren			
Summenformel	Name		Häufigstes Vorkommen
$C_{11}H_{23}COOH$	Laurinsäure		Lorbeeröl, Kokosöl
$C_{13}H_{25}COOH$	Myristinsäure		Kokosfett, Palmöl, Butterfett, Muskatnußbutter, Tran
$C_{15}H_{31}COOH$	Palmitinsäure		Palmöl, Butterfett, Schweineschmalz, Kakao-butter
$C_{17}H_{35}COOH$	Stearinsäure		In fast allen pflanzlichen und tierischen Fetten

Ungesättigte Fettsäuren			
Summenformel	Name	Doppelbindungen	Häufigstes Vorkommen
$C_{17}H_{33}COOH$	Ölsäure	C9	Sonnenblumenöl, Olivenöl, Avocadoöl, Gänse-fett, Schweineschmalz
$C_{17}H_{31}COOH$	Linolsäure	C9, C12	Sonnenblumenöl, Sojaöl, Maiskeimöl
$C_{17}H_{29}COOH$	Linolensäure	C9, C12, C15	Chiaöl, Leinöl, Walnußöl
$C_{17}H_{31}COOH$	Arachidonsäure	C5, C8, C11, C14	Schweineschmalz, Thunfisch, Sardinenöl