

Schmelzbereich und Beschaffenheit von Fetten / Ungesättigte Fettsäuren

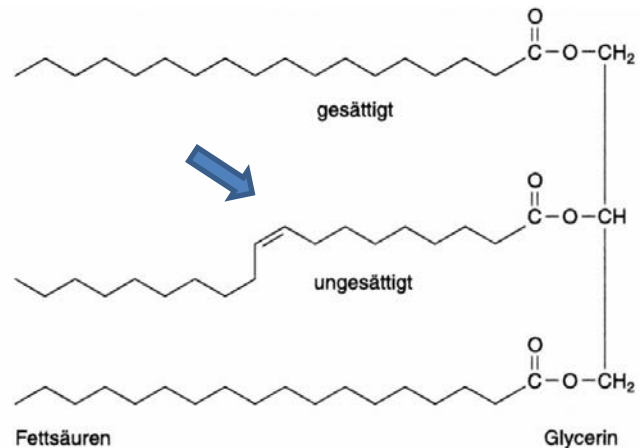
Quellen:

- Grundfragen der Ernährung. C. Schlieper. Verlag Handwerk & Technik; S. 74ff.
- Kreatin Ernährung entdecken. R. Richter. Europa Verlag; S. 88f
- Die Molekül-Küche. T. Vilgis. Hirzel Verlag. S. 48ff.

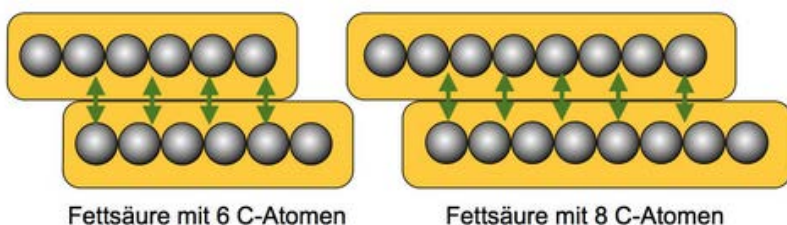
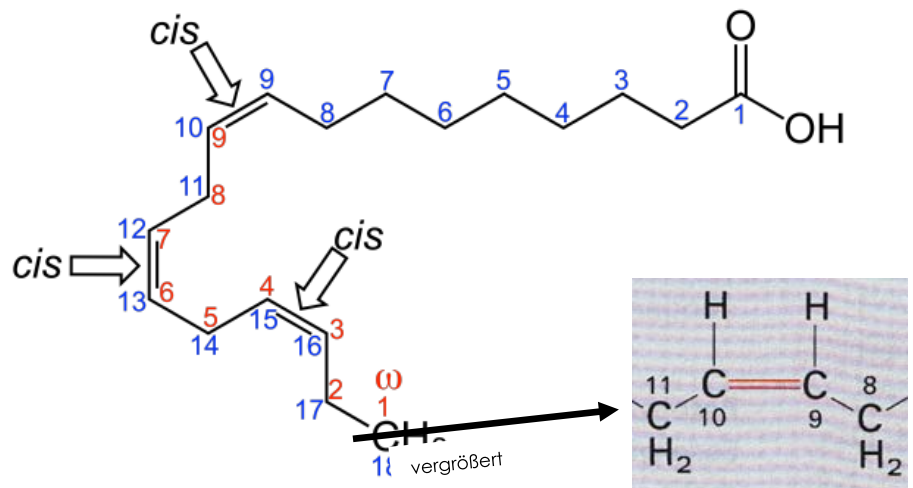
Im Unterricht haben Sie bisher die Neutralfette (Triglyceride) als Vertreter der einfachen Lipide und die Phospholipide – genauer das Lecithin, das als Emulgator wirken kann – als Vertreter der sog. komplexen Fette kennengelernt. Dabei wurden bisher nur Triglyceride mit sog. **gesättigten** Fettsäuren vorgestellt.

Für die Fettchemie und vor allem für die physikalischen Eigenschaften der Fette ist entscheidend, wie lang die Schwänze bzw. Kohlenstoffketten sind und welche Form sie haben. Wie bereits bekannt, bestehen die Fettsäuren aus einer Kohlenstoffkette und einer Carboxylgruppe. Man unterscheidet bei den Fettsäuren zwischen den oben bereits erwähnten gesättigten Fettsäuren und den sog. ungesättigten Fettsäuren. Dabei sind **gesättigte Fettsäuren gerade**, während **ungesättigte Fettsäuren** Knicke in ihrer Kohlenstoffkette aufweisen (siehe Abb.). Chemisch betrachtet liegt dies an den Doppelbindungen im Molekül (siehe Markierung mit Pfeil). Die Anzahl der Knicke gibt dann den sog. Sättigungsgrad an. **Einfach ungesättigte Fettsäuren** haben **einen Knick**, also eine **Doppelbindung**, **mehrfach ungesättigte** dann entsprechend **mehrere Doppelbindungen** und somit auch **Knicke** (siehe Abb. → Linolensäure). Die Doppelbindungen liegen dabei in der sog. cis-Konfiguration (Dies wird zu einem späteren Zeitpunkt im Unterrichtsverlauf noch wichtig werden!).

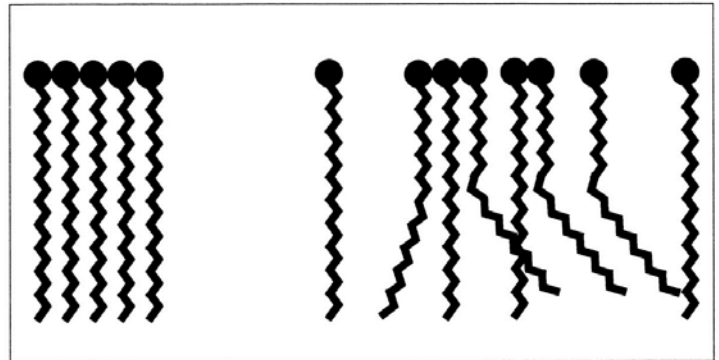
Gesättigte Fettsäuren ordnen sich leicht und bilden **feste Kristalle** bzw. Molekül-gitter. Stabilisiert wird das Molekülgerüst durch die hydrophoben Wechselwirkungen der unpolaren Reste der Fettsäuren (siehe Abb. unten). Diese Wechselwirkungen bezeichnet man als van-der-Waals-Kräfte. Je länger die Kohlenstoffkette, desto stärker sind die Wechselwirkungen. Langkettige gesättigte Fettsäuren bzw. Fette, die diese in hohen Maßen enthalten, sind dementsprechend fest und haben **hohe Schmelzpunkte**. Palmfett (bis zu 57% Palmitin → 16 C-Atome) z. B. bleibt selbst in sehr heißen Küchen noch fest. Alle C-Atome sind mit Wasserstoffatomen abgesättigt. Diese Fettsäuren sind **relativ reaktionsträge** bzw. besitzen eine geringe Reaktionsfähigkeit. Es muss viel Energie, das heißt eine hohe Temperatur, zugeführt werden, um das stabile Gitter zu lösen und um die Wechselwirkungen zu überwinden.



Schematischer Aufbau von Fetten. An den Sauerstoffatomen des Glycerins hängen die Fettsäuren. Ungesättigte Fettsäuren haben eine Doppelbindung in der Kette, also einen Knick; gesättigte Fettsäuren sind linear.



Geknickte Moleküle hingegen können sich nicht so leicht in regelmäßige Formen packen (siehe Abb. rechts). Auch ist die „Kontaktfläche“ für potenzielle Wechselwirkungen geringer. Ungesättigte Fettsäuren, also eben solche mit einem oder mehreren Knicken, bleiben somit noch bei Raumtemperatur flüssig. Neben Einfachbindungen haben sie eine oder mehrere Doppelbindungen ($-C=C-$) in der Kohlenstoffkette. Pro Doppelbindung können an den Kohlenstoffatomen zwei Wasserstoffatome weniger gebunden werden. Die Kohlenstoffatome sind also nicht mit Wasserstoff abgesättigt und daher sind diese Fettsäuren relativ **reaktionsfreudig**. Es muss also weniger Energie zugeführt werden, um die Fettsäuren zu schmelzen. Der Schmelzbereich liegt daher niedriger.



Gesättigte Fettsäuren (links) sind leichter zu ordnen als ungesättigte mit Knicken (rechts). Deshalb werden gesättigte Fettsäuren schneller fest und sind streichbar.

Der Schmelzpunkt einer Fettsäure sinkt mit

- abnehmender Kettenlänge.
- zunehmender Anzahl der Doppelbindungen.

Bei Raumtemperatur sind Fette mit

- gesättigten Fettsäuren fest.
- ungesättigten Fettsäuren flüssig.

MERKE

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über den Schmelzpunkt verschiedener Fettsäuren. Bei **Fettsäuren** kann man von **Schmelzpunkten** sprechen.

Bei Triglyceriden bzw. anderen komplexen Molekülen (auch: Emulsionen) redet man häufig vom **Schmelzbereich**. Dies ist insofern sinnvoll, als das in einem Triglycerid mehrere Fettsäuren gebunden sind. Je nach Länge und Anzahl der Doppelbindungen verändert sich die Zusammensetzung der Triglyceride in einem Fett. Bei natürlichen Fetten handelt es sich Gemische verschiedener Fettsäuren und Moleküle (auch Triglyceride). Daher kann eben – wie oben angedeutet – beim Schmelzvorgang eines Fettes kein exakter Schmelzpunkt, sondern eben nur eine Schmelzbereich festgelegt werden.

Tab. 1: Schmelzbereiche von Fetten in Abhängigkeit von der Fettsäurezusammensetzung

	Fettsäuren	Anzahl der C-Atome	Anzahl der Doppelbindungen	Schmelzpunkt °C	tierische Fette			pflanzliche Fette/Öle									
					Milch/Butterfett	Rindertalg	Schweineschmalz	Kokosfett	Palmkernfett	Olivenöl	Erdnussöl	Maiskeimöl	Leinöl	Sonnenblumenöl	Sojaöl	Rapsöl	
Gesättigte Fettsäuren	Buttersäure	4		- 8,0	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Capronsäure	6		- 3,9	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Caprylsäure	8		+ 16,3	2	-	-	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	Caprinsäure	10		+ 31,3	3	-	-	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	Laurinsäure	12		+ 43,2	3	-	-	47	47	-	-	-	-	-	-	-	-
	Myristinsäure	14		+ 54,4	9	4	2	18	16	-	-	-	-	-	-	-	-
	Palmitinsäure	16		+ 62,8	24	31	31	9	9	13	10	11	7	7	10	5	
	Stearinsäure	18		+ 69,6	13	20	14	2	3	2	3	3	3	5	4	2	
Ungesättigte Fettsäuren	Ölsäure	18	1	+ 13	23	40	43	7	14	69	54	26	18	19	19	53	
	Linolsäure	18	2	- 5	2	5	9	2	2	8	22	55	14	63	53	22	
	Linolensäure	18	3	- 11	1	-	1	-	-	1	-	1	58	1	9	9	

AUFGABE:

A1 **Beschriften Sie** die Abbildung rechts, indem Sie alle Ihnen bisher Fachbegriffe zum Thema nutzen (Aufbau, funktionelle Gruppe, Eigenschaften, etc.).

Benennen Sie zudem die dargestellte Fettsäure und erklären Sie das Zustandekommen

