

Fette und Öle: Grundlagenwissen und praktische Verwendung

Bertrand Matthäus, Detmold

Fette und Öle sind Bestandteile unserer Nahrung und werden bei der Zubereitung von Lebensmitteln in vielfältiger Form eingesetzt. Der Beitrag informiert über Herstellung, Zusammensetzung und ernährungsphysiologische Eigenschaften von Fetten und Ölen sowie zu beachtende Aspekte bei ihrer Verwendung in der küchentechnischen Zubereitung.

Wichtiger Bestandteil der menschlichen Ernährung neben Eiweiß und Kohlenhydraten sind Fette. Sie sind mit 38,9 kJ/g (9,3 kcal/g) der energiereichste Nährstoff. In der Geschichte der Menschheit waren Fette wichtig, um den hohen Energieverbrauch bei den körperlich schwer arbeitenden Menschen sicherstellen zu können. In der heutigen Zeit, in der sich die Menschen zunehmend weniger bewegen und daher auch weniger Energie verbrauchen, treten andere Eigenschaften in den Vordergrund, v. a. ernährungsphysiologische Aspekte, die Fettqualität und die Verwendung von Fetten und Ölen als Geschmacksträger in einer genussvollen Ernährung.

Fette und Öle enthalten essenzielle Fettsäuren wie Linol- und α -Linolensäure, die vom menschlichen Körper nicht produziert werden können und mit der Nahrung zugeführt werden müssen. Außerdem sind Fette und Öle notwendig, um den Körper mit fettlöslichen Vitaminen zu versorgen. Geschmacks- und Aromastoffe,

die während der Lebensmittelzubereitung gebildet werden, werden von Fetten und Ölen sehr gut gelöst und festgehalten, sodass sie beim Verzehr eines Lebensmittels stark zum Geschmackserlebnis beitragen. Hinzu kommt, dass sie das Gefühl von zubereiteten Speisen im Mund deutlich verbessern.

Was sind Fette und Öle?

Aufbau der Triglyzeride

Speisefette und -öle bestehen zum größten Teil aus Triglyzeriden. Hierbei sind drei Fettsäuren an die drei Bindungsmöglichkeiten eines dreiwertigen Alkohols (Glyzerin) gebunden (♦ Abbildung 1). Bei der Gewinnung von pflanzlichen Ölen gehen zusätzlich Nebenbestandteile wie Phytosterole, Tocopherole, Phospholipide, Wachse, Farbstoffe, Aromastoffe oder auch freie Fettsäuren in das Öl über. Diese Nebenbestandteile haben z. T. auch eine wichtige ernährungsphysiologische Bedeutung, wie Tocopherole (Vitamin E) oder auch Phytosterole.

Triglyzeride, die in Speisefetten und -ölen vorkommen, sind – unabhängig von tierischer oder pflanzlicher Herkunft – nach dem gleichen Prinzip aufgebaut. Die am Glyzerinmolekül jeweils über ein Sauerstoffatom (Esterbindung) gebundenen Fettsäuremoleküle können vom Aufbau gleich sein, i. d. R. handelt es sich aber um unterschiedliche Fettsäuren (♦ Abbildung 1).

Die Fettsäuren bestehen aus Ketten mit üblicherweise zwischen 12 und 20 Kohlenstoffatomen. Insbesondere in Fischölen kommen auch Fettsäuren mit bis zu 26 Kohlenstoffatomen vor. In pflanzlichen Speisefetten und

-ölen vorkommende Fettsäuren sind unverzweigt und haben eine gerade Anzahl von Kohlenstoffatomen im Molekül, bei Fetten und Ölen tierischer Herkunft können auch ungeradzahlige Kohlenstoffketten vorkommen.

An die Kohlenstoffkette der Fettsäuren sind Wasserstoffatome angelagert. Sind alle Bindungsmöglichkeiten des Kohlenstoffs mit Wasserstoffatomen besetzt, so handelt es sich um eine gesättigte Fettsäure. In diesem Fall sind die Kohlenstoffatome jeweils nur über eine Einfachbindung verknüpft. Beispiele hierfür sind Palmitinsäure und Stearinsäure, mit 16 bzw. 18 Kohlenstoffatomen in der Kette. In Speisefetten und -ölen kommen aber häufig auch Fettsäuren vor, bei denen wenigstens zwei benachbarte Kohlenstoffatome über eine Doppelbindung verknüpft sind. Diese Fettsäuren werden als ungesättigte Fettsäuren bezeichnet, da die an der Doppelbindung beteiligten Kohlenstoffatome nicht vollständig mit Wasserstoffatomen abgesättigt sind. Diese Doppelbindungen sind um ein Vielfaches reaktiver als die Einfachbindungen, sodass ungesättigte Fettsäuren deutlich oxidationsanfälliger sind als die entsprechenden gesättigten Fettsäuren.

Cis- und trans-Konfiguration ungesättigter Fettsäuren

Gesättigte Fettsäuren bestehen aus einer geraden Kette von Kohlenstoffatomen, während ungesättigte Fettsäuren in der Kohlenstoffkette an der Position der Doppelbindung eine Krümmung von etwa 40 °C aufweisen, was dazu führt, dass Wechselwirkungen mit anderen Fettsäuremo-

lekülen abgeschwächt werden. Doppelbindungen im Molekül können entweder *cis*- oder *trans*-konfiguriert sein, was bedeutet, dass die Wasserstoffatome an den durch die Doppelbindung verknüpften Kohlenstoffatomen entweder auf der gleichen Seite stehen oder aber diagonal gegenüber liegen (♦Abbildung 2). Die Krümmung in der Kohlenstoffkette von *trans*-konfigurierten Fettsäuren ist geringer als bei *cis*-Fettsäuren. Je mehr Doppelbindungen im Fettsäuremolekül enthalten sind, desto stärker ist die Krümmung der Fettsäure und desto weniger können sich die Moleküle zusammenlagern.

Diese Unterschiede in der Konfiguration führen dazu, dass unterschiedliche Fettsäuren unterschiedliche physikalische Eigenschaften haben: So nehmen Schmelzpunkt und Oxidationsstabilität mit steigender Zahl der Doppelbindungen im Molekül ab. Die Zunahme der Kettenlänge führt zu höheren Schmelzpunkten. Der Schmelzpunkt von *trans*-Fettsäuren liegt bei gleicher Kettenlänge und gleicher Anzahl der Doppelbindungen höher (Elaidinsäure, 51 °C) als bei den vergleichbaren *cis*-Fettsäuren (Ölsäure, 13 °C). Auch weisen *trans*-Fettsäuren eine höhere Oxidationsstabilität auf als die entsprechenden *cis*-Fettsäuren. Diese beiden Eigenschaften führen dazu, dass *trans*-Fettsäuren trotz ihrer ernährungsphysiologischen Nachteile bei der Herstellung mancher Lebensmittel, z. B. Croissants, Berliner oder Plunderteilchen, immer noch eingesetzt werden.

Herstellung von Fetten und Ölen

In der Lebensmittelproduktion werden heute v. a. pflanzliche Fette und Öle eingesetzt, während die Verwendung tierischer Fette stark zurückgegangen ist. Daher steht im Folgenden die Herstellung pflanzlicher Öle im Vordergrund. Pflanzliche Fette und Öle unterscheiden sich nach der Pflanzenart, aus deren Samen oder Früchten das Fett oder Öl gewonnen wurde. Entsprechend variiert die chemische Zusammensetzung.

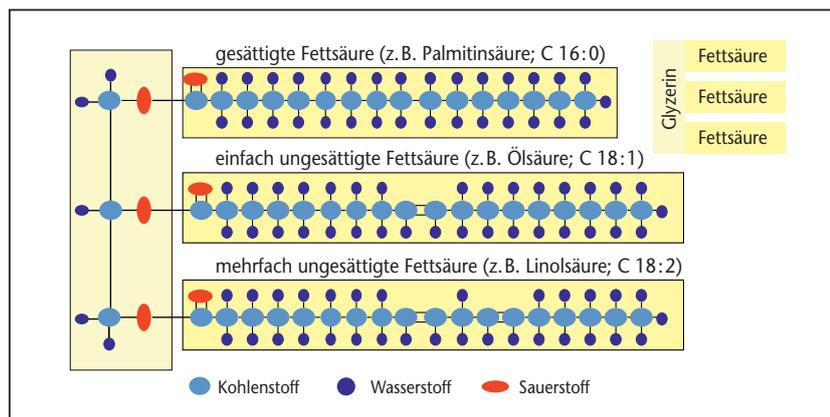


Abb. 1: Aufbau von Fetten und Fettsäuren

So enthalten Kokosfett, Palmkernfett und Palmöl hohe Anteile an gesättigten Fettsäuren, während der überwiegende Teil der in der menschlichen Ernährung üblicherweise verwendeten pflanzlichen Fette und Öle einen hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren aufweisen und somit bei 20 °C in flüssiger Form vorliegen (Oliven-, Raps-, Sonnenblumen-, Weizenkeim-, Walnuss-, Sojaöl usw.).

Unterschiedliche Ergebnisse für die Inhaltsstoffe bringen auch die verschiedenen Herstellungsverfahren (Raffination, Kaltpressung), die in den Leitsätzen für Speisefette und Speiseöle des Deutschen Lebensmittelbuches [1] als Verkehrsauffassung definiert sind. Die Leitsätze basieren auf § 15 des Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuches (LFGB) [2] und bringen die Auffassung aller am Verkehr mit Lebensmitteln beteiligten Kreise wie Produzenten, Verbraucher, Überwachung und Wissenschaft zum Ausdruck. Die Leitsätze sind keine allgemein verbindlichen Rechtsnormen wie ein Gesetz

oder eine Verordnung, stellen aber ein wichtiges Kriterium zur Feststellung der Verkehrsauffassung dar.

Die Leitsätze unterscheiden je nach Herstellungsverfahren raffinierte und kaltgepresste Öle (♦Abbildung 3). Aus den unterschiedlichen Herstellungsverfahren ergeben sich wiederum Unterschiede bei verschiedenen Qualitätsparametern.

Kaltpressung

Kaltgepresste Öle werden nur durch Pressen der Rohware gewonnen und mittels Filtration, Sedimentation oder Zentrifugation gereinigt. Typische Raffinationsschritte wie Entsäuern, Bleichen oder Desodorieren sind verboten. Vor- bzw. Nachbehandlungsverfahren wie Rösten oder Schälen der Rohware und Waschen oder Dämpfen des Öls sind möglich, müssen aber durch entsprechende Hinweise kenntlich gemacht werden, z. B. „kaltgepresstes Rapsöl aus gerösteter Saat“. Werden kaltgepresste Öle zusätzlich als „nativ“

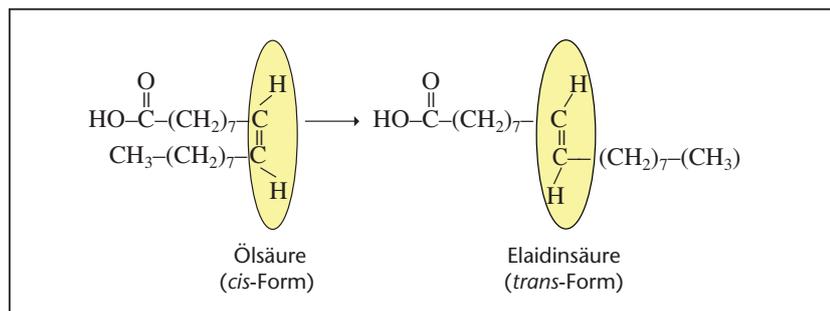


Abb. 2: Konfiguration der *cis*- und *trans*-Konfiguration (Ölsäure, Elaidinsäure)

bezeichnet, so erfolgt eine Vorbehandlung der Saat ausschließlich durch mechanische Verfahren und als Nachbehandlung sind lediglich Dekantieren, Filtrieren oder Zentrifugieren erlaubt.

Bei der Herstellung nativer, kaltgepresster Speiseöle hat der Hersteller nach der Ölgewinnung keine Möglichkeit mehr, die Qualität des Öles zu verbessern oder Fehler, die während der Lagerung der Saat bis zur Verarbeitung gemacht worden sind, zu korrigieren. Da Öl sehr gut Aromastoffe löst und somit „festhält“, fungiert der hohe Ölanteil vieler Ölsaaten als „sensorisches Gedächtnis“. Das heißt, alle Einflüsse, denen die Ölsaaten vor der Verarbeitung ausgesetzt wurde, z. B. zu feuchte Lagerung der Rohware oder Lagerung der Rohware neben einem Güllehaufen, finden sich später als Geruch oder Geschmack im Öl wieder. Daher beschränkt sich die Kunst der Herstellung von guten nativen, kaltgepressten Ölen nicht nur auf das Pressen, sondern liegt v. a. in der Auswahl geeigneter Rohware.

Raffination

Bei der Gewinnung raffinierter Öle wird die Rohware in Abhängigkeit vom Ölgehalt zumeist erst mit einer Schneckenpresse entölt, anschließend wird das bei der Pressung im Presskuchen verbliebene Öl zusätzlich mit einem Lösungsmittel (i. d. R. Hexan) extrahiert. Damit gelingt es, den Restölgehalt des Presskuchens auf 1–2 % zu reduzieren (nach dem Prozess der Kaltpressung verbleiben deutlich höhere Restölgehalte im Presskuchen). Aufgrund dieses umfangreicheren Extraktionsprozesses, bei dem mehr Öl gewonnen wird, aber auch unerwünschte Stoffe ins Öl gelangen, muss an die Ölgewinnung ein Reinigungsprozess angeschlossen werden, die Raffination.

Durch die Reinigung bei der Raffination werden die Öle genusstauglich und lagerstabil gemacht. Gleichzeitig werden allerdings auch ernährungsphysiologisch wertvolle Verbindungen wie Tocopherole oder Pflanzensterole z. T. abgetrennt.

Der mehrstufige Raffinationsprozess wird entweder als physikalische oder als chemische Raffination durchgeführt. Der entscheidende Unterschied zwischen beiden Raffinationsmethoden ist die Art, wie die freien Fettsäuren (s. u.) aus dem Rohöl entfernt werden. Bei der chemischen Raffination wird der größte Teil der freien Fettsäuren unter Verwendung von Natronlauge neutralisiert und abgetrennt, sodass bei der anschließenden Desodorierung dann eine niedrigere Temperatur verwendet werden kann, um Reste an freien Fettsäuren zu entfernen. Bei der physikalischen Raffination werden die freien Fettsäuren nur im Rahmen der Desodorierung mithilfe einer Wasserdampfdestillation abgetrennt, sodass hier eine höhere Temperatur eingesetzt werden muss. Der physikalische Prozess hat wiederum den Vorteil, dass weniger Abwasser anfällt als bei der chemischen Raffination.

Beide Verfahren enthalten die Schritte Entschleimung, Bleichung und Desodorierung, bei der chemischen Raffination kommt noch die Neutralisation (= Entsäuerung) hinzu.

Entschleimung

Bei der Entschleimung werden durch Zugabe von Wasser oder Säure Phospholipide abgetrennt. Phospholipide sind aufgrund ihrer Struktur mit einer polaren und einer unpolaren Gruppe sowohl in wässrigen als auch in ölhaltigen Medien löslich. Sie stören den weiteren Prozess der Raffination und können auch während der Lagerung der Öle durch im Öl gelöstes Wasser als weißlicher Niederschlag ausfallen und sichtbar werden. Dies ist nicht gesundheitsschädlich (Phospholipide haben durchaus positive Eigenschaften und sind z. B. Bestandteil von Zellmembranen), wird aber vom Verbraucher abgelehnt.

Das bei der Entschleimung von Soja- bzw. Rapsöl abgetrennte Produkt Lecithin ist ein begehrter Emulgator, der in verschiedensten Lebensmitteln, aber auch in der pharmazeutischen Industrie Einsatz findet.

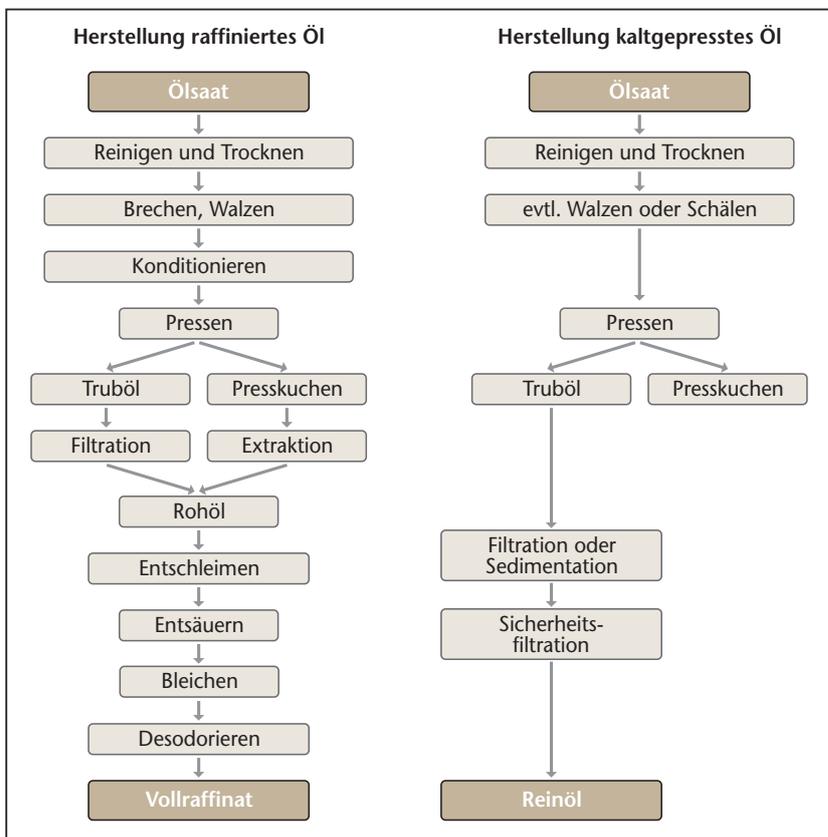


Abb. 3: Herstellungsprozess raffinierter und kaltgepresster pflanzlicher Öle

Neutralisation

Da das Öl nur in intakten Saaten oder Früchten vor Oxidations- und Hydrolyseprozessen geschützt ist, kommt es bei Früchten bereits direkt nach der Reife bzw. bei Saaten während der Lagerung zu Abbaureaktionen. Dabei werden freie Fettsäuren entweder chemisch oder auch enzymatisch aus dem Triglyzeridmolekül abgespalten. Die entstehenden freien Fettsäuren sind oxidationsanfälliger als die im Triglyzerid gebundenen Fettsäuren, somit verringert sich mit steigendem Gehalt an freien Fettsäuren die Lagerstabilität der Öle. Um die Lagerstabilität der durch Pressen und Extraktion gewonnen Rohöle zu verbessern, ist es sinnvoll, die freien Fettsäuren zu entfernen.

Dies geschieht bei der chemischen Raffination durch die Zugabe von Natronlauge. Durch diese wird der größte Teil der freien Fettsäuren als Seifen abgetrennt, sodass in raffinierten Speiseölen nach der sich anschließenden Desodorierung weniger als 0,1 % freie Fettsäuren enthalten sind. In nativen, kaltgepressten Ölen liegen die Gehalte abhängig von der Qualität der Rohware deutlich höher, entsprechend ist ihre Lagerstabilität geringer und die Öle sollten schneller verbraucht werden. Die Leitsätze für Speisefette und -öle erlauben in kaltgepressten Ölen Gehalte bis zu 2 %, während in raffinierten Ölen max. 0,3 % zulässig sind.

Bei der physikalischen Raffination wird auf den Schritt der Neutralisation verzichtet und die freien Fettsäuren werden im Rahmen der Desodorierung vollständig entfernt.

Bleichung

Während des Extraktionsprozesses gehen aus den Pflanzensamen oder der Frucht unerwünschte Verunreinigungen wie Pflanzenschutzmittel, Peroxide, Oxidationsprodukte, Metallionen, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe oder Kohlenwasserstoffe in das Öl über, aber auch Farbstoffe wie Chlorophyll oder Carotinoide. Dabei sind die Gehalte im Öl

umso höher, je intensiver die Saat durch Pressen oder Lösemittel extrahiert wurde. Wichtigstes Ziel einer Bleichung ist es, die Verunreinigungen weitestgehend aus dem Öl zu entfernen, wobei aber auch erwünschte Verbindungen abgetrennt werden.

Chlorophyll ist ein ubiquitär vorkommendes Pflanzenpigment, das bei Anwesenheit von Licht zur Bildung von Radikalen führt, die eine rasche Oxidation des Speiseöls nach sich ziehen. Dieser Aspekt ist v. a. bei Ölen wichtig, die in Klarglasflaschen dem Licht ausgesetzt sind.

Carotinoide haben als antioxidativ wirksame Substanzen dagegen eine positive Wirkung, sowohl auf die Stabilisierung der Pflanzenöle als auch im Hinblick auf eine gesunde Ernährung.

Ein wichtiger Effekt der Bleichung ist die Entfernung von Hydroperoxiden, die als primäre Produkte der Fettoxidation gebildet werden. Im weiteren Verlauf der Oxidation werden daraus sekundäre Abbauprodukte, die als flüchtige und nicht flüchtige Verbindungen z. T. sehr aromaaktiv sind und sensorisch wahrgenommen werden können. Um eine lange Lagerstabilität der Öle gewährleisten zu können, ist es notwendig, dass der Gehalt an Hydroperoxiden möglichst niedrig ist. Je höher er ist, desto schneller findet der oxidative Abbau statt, da die Reaktion im Rahmen einer Kettenreaktion autokatalytisch beschleunigt wird.

Metallionen begünstigen ebenfalls den Oxidationsprozess und verringern somit die Haltbarkeit der Öle. In kaltgepressten Speiseölen findet man Gehalte zwischen 1 und 5 mg/kg, wohingegen Metallionen durch die Bleichung fast vollständig aus den raffinierten Ölen entfernt werden können.

Für die Bleichung werden sog. Bleicherden verwendet, die eine sehr große Oberfläche haben und damit in der Lage sind, die entsprechenden Stoffe zu binden. Als Ergebnis der Bleichung sind die Öle nahezu farblos bis schwach gefärbt und klar. Sie sehen

deutlich heller aus als die entsprechenden kaltgepressten Öle, die eine intensive Färbung aufweisen.

Wird die Bleichung unter Verwendung von Aktivkohle durchgeführt, so werden damit auch Kontaminanten wie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs), die z. B. bei der Trocknung von Saaten mit Rauchgasen in das Öl gelangen können, oder Pflanzenschutzmittel aus dem Öl abgetrennt.

Desodorierung

Bei der Desodorierung werden weitere unerwünschte (dabei allerdings wiederum auch erwünschte) Verbindungen aus den Ölen entfernt. Dies geschieht mit heißem Wasserdampf bei Temperaturen um 250 °C und einem niedrigen Druck über einen Zeitraum von 0,5 bis 6 Stunden.

Entfernt werden so u. a. Aromastoffe, was dazu führt, dass die Öle nach der Desodorierung weitestgehend neutral in Geschmack und Geruch sind und die Ölsorte sensorisch nur noch schwer zu erkennen ist. Bei der physikalischen Raffination wird hier auch der gesamte Anteil der freien Fettsäuren abgetrennt (während bei der chemischen Raffination nur noch die Reste abgetrennt werden, die nach der Neutralisation übrig geblieben sind, s. o.). Ein weiterer großer Vorteil der Desodorierung ist die sichere Entfernung von Rückständen wie Pestiziden, Insektiziden und weiteren unerwünschten Verbindungen wie z. B. Polychlorierten Biphenylen (PCBs).

Neben den unerwünschten Verbindungen werden aber auch eine Reihe von erwünschten und ernährungsphysiologisch interessanten Verbindungen entfernt, wie Tocopherole, Phytosterole, Carotinoide und phenolische Verbindungen. Außerdem kommt es aufgrund der hohen Temperaturen während der Desodorierung zur Umlagerung der ungesättigten Fettsäuren in bis zu 1 % *trans*-Fettsäuren, wobei dies nach heutigen Erkenntnissen aus ernährungsphysiologischer Sicht noch als tolerabel angesehen wird. ▶

Ernährungsempfehlungen für Fette und Öle

Fettaufnahme

Nach den Referenzwerten der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) sollten – in Abhängigkeit von der körperlichen Aktivität – nicht mehr als 30 % (bei hoher körperlicher Aktivität nicht mehr als 35 %) der mit der Nahrung aufgenommenen Energie aus Fett bestehen [5]. Bei dem aufgenommenen Fett spielt außerdem die Zusammensetzung der Fettsäuren eine entscheidende Rolle (♦ Übersicht 1).

Gesättigte Fettsäuren

Der Anteil an gesättigten Fettsäuren, der zurzeit ca. 45 % der Gesamtfettaufnahme der deutschen Bevölkerung ausmacht [6], sollte möglichst reduziert werden. Gesättigte Fettsäuren wie Stearinsäure (C₁₇H₃₅COOH)

und Palmitinsäure (C₁₅H₃₁COOH) kommen v. a. in tierischen Fetten, aber auch in Kokos- und Palmkernfett sowie Palmöl vor. Ein zu hoher Anteil an gesättigten Fettsäuren in der Nahrung erhöht das Risiko für eine Fettstoffwechselstörung mit Erhöhung des LDL-Cholesterols im Blut sowie für Herz-Kreislauf-Erkrankungen (♦ Tabelle 1).

Ungesättigte Fettsäuren

Der Anteil ungesättigter Fettsäuren in der Nahrung sollte erhöht werden. Vorteilhaft ist ein hoher Gehalt der einfach ungesättigten Ölsäure (C₁₇H₃₃COOH). Sie kommt v. a. in Raps- und Olivenöl mit Gehalten von etwa 60 % oder höher vor. Der Vorteil der Ölsäure ist, dass sie wie die zweifach ungesättigte Linolsäure bevorzugt in LDL-Partikel eingebaut wird, aber deutlich weniger oxidationsanfällig ist und somit zu einer geringeren Plaquebildung in den Arterien führt. Sonnenblumen- oder Distelöl werden heute aufgrund ihres hohen Gehalts an Linolsäure daher

als weniger günstig eingeschätzt. Andererseits sind gerade für diese beiden Öltypen inzwischen Öle aus neuen Züchtungen auf dem Markt, bei denen die Fettsäurezusammensetzung in Richtung Ölsäure zuungunsten der ursprünglich vorhandenen Linolsäure verschoben wurde.

Ein anderer wichtiger Aspekt ist das Verhältnis zwischen n6- und n3-Fettsäuren. Die zweifach ungesättigte Linolsäure (n6) konkurriert mit der dreifach ungesättigten α-Linolensäure (n3) um das gleiche Enzymsystem, mit dem sie im Körper zu längerkettigen, hormonähnlichen Substanzen, den Eicosanoiden, aufgebaut werden. Die aus α-Linolensäure gebildeten Substanzen wirken entzündungs- und gerinnungshemmend, während die Wirkung der Eicosanoide aus Linolsäure eher entzündungsfördernd ist.¹ Nur maximal 10 % der aufgenommenen α-Linolensäure werden allerdings in längerkettige Fettsäuren umgewandelt, bei Anwesenheit von Linolsäure weniger. Daher ist auch eine Auf-

¹Eine nähere Beschreibung hierzu findet sich z. B. in [7], diskutiert wird die entzündungsfördernde Wirkung von Linolsäure in [8].

Erhöhung von	Adipositas	Diabetes mellitus	Dyslipoproteinämie	Hyper-tonie	KHK	Schlag-anfall	Krebs-erkrankungen
Gesamtfett	↑↑	○○	↑↑↑ ^{1,2}	◇	○○	○	○○
SFA	-	○○	↑↑↑ ¹	○○○	↑	○	○○ ↑ ⁶
MUFA	◇	○○	↓↓↓	◇	○	○○	○○ ↓ ⁶
PUFA/n6-FA	◇	↓	↓↓↓ ¹	◇	↓	○○	○○
langkettigen n3-PUFA	-	◇	↓↓↓ ³	↓↓↓	↓↓↓	○○ ⁴ ↓ ⁵	↓ ⁷
Trans-FA	-	◇	↑↑↑	-	↑↑↑	○	◇

Evidenz	Risiko erhöhend	Risiko senkend	kein Zusammenhang	Evidenz	Risiko erhöhend	Risiko senkend	kein Zusammenhang
überzeugend	↑↑↑	↓↓↓	○○○	unzureichend	◇	◇	
wahrscheinlich	↑↑	↓↓	○○	keine Studie identifiziert	-		
möglich	↑	↓	○				

Tab. 1: Zusammenfassende Bewertung der Evidenz zur Assoziation zwischen Fettkonsum und der primären Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Krankheiten bei der Betrachtung von Gesamtfett und einzelnen Fettsäuregruppen bzw. Fettsäuren. (Die Zahl der Pfeile sagt nur etwas über die Beweiskraft der Daten und nichts über das Ausmaß des Risikos aus.) [4]

¹erhöhtes LDL-Cholesterol, ²durch gesättigte Fettsäuren, ³Hypertriglyzeridämie, ⁴ischämischer Schlaganfall, ⁵hämorrhagischer Schlaganfall, ⁶Brustkrebs, ⁷Darmkrebs
FA = Fettsäuren; KHK = Koronare Herzkrankheit; MUFA = einfach ungesättigte Fettsäuren; PUFA = mehrfach ungesättigte Fettsäuren; SFA = gesättigte Fettsäuren

- Fett in % der Nahrungsenergie: 30 %*
- Fettsäuren (FS) in % der Nahrungsenergie:
 - ≤ 10 % gesättigte FS
 - ≥ 13 % einfach ungesättigte FS
 - ≈ 7 % (bis max. 10 %**) mehrfach ungesättigte FS
- Verhältnis gesättigte zu ungesättigten Fettsäuren ≤ 1 : 2
- Verhältnis n6- zu n3-Fettsäuren 5 : 1
- Essenzielle Fettsäuren
 - n6: 2,5 % der Nahrungsenergie
 - n3: 0,5 % der Nahrungsenergie
- Richtwert für die Cholesterolfuhr: 300 mg/Tag
- *trans*-Fettsäuren: < 1 % der Nahrungsenergie

Übs. 1: Auszug aus den Referenzwerten für Fett und Fettsäuren (FS) der Deutschen Gesellschaft für Ernährung [5]

*bei Personen mit erhöhter körperlicher Aktivität (PAL 1,7) bis 35 %

**wenn die Zufuhr von gesättigten Fettsäuren 10 % der Gesamtenergie überschreitet

nahme der längerkettigen, in fettem Seefisch vorkommenden Fettsäuren Eicospentaensäure und Docosahexaensäure empfehlenswert.

Zurzeit liegt das Verhältnis der mit der Nahrung aufgenommenen n6- zu n3-Fettsäuren in der deutschen Bevölkerung bei 10 : 1 bis 15 : 1, anzustreben ist ein Verhältnis von maximal 5 : 1 (♦Übersicht 1).

Öle mit empfehlenswerter Fettsäurezusammensetzung

Von den in Deutschland auf dem Lebensmittelmarkt angebotenen Pflanzenölen weist nur Leinöl einen sehr hohen Gehalt an α -Linolensäure und damit mit 1 : 4 ein Fettsäureverhältnis zugunsten der α -Linolensäure auf (♦Abbildung 4). Aufgrund des hohen Gehalts der sehr oxidationsempfindlichen α -Linolensäure ist Leinöl aber nicht universell in der Küche einsetzbar und die oftmals sehr bitteren kaltgepressten Leinöle werden auch nicht von allen Verbrauchern geschätzt. Zwar weisen frisch kaltgepresste Leinöle nur eine sehr schwach ausgeprägte Bitterkeit auf, aber ein solches Öl kann nur direkt von der Ölmühle bezogen werden. Nach einer Woche hat die Bitterkeit bereits deutlich zugenommen.

Bei Walnussöl liegt das Verhältnis n6- zu n3-Fettsäuren bei 4,3 : 1, allerdings weist es einen relativ hohen Gehalt an

Linolsäure und nur einen niedrigen Gehalt an Ölsäure auf.

Ideal für den alltäglichen Einsatz ist Rapsöl, mit einem Verhältnis n6-Fettsäuren zu n3-Fettsäuren von 2 : 1 und gleichzeitig einem hohen Gehalt an Ölsäure und einem niedrigen Gehalt an gesättigten Fettsäuren (♦Abbildung 4).

Raffinierte vs. kaltgepresste Öle

Obwohl kaltgepresste Pflanzenöle beim Verbraucher das Image der „gesünderen“ Öle haben, sind raffinierte und kaltgepresste Öle hinsichtlich ihrer ernährungsphysiologischen Eigenschaften gleich zu bewerten:

Trotz der unterschiedlichen Herstellungsverfahren weisen kaltgepresste

und raffinierte Öle ein nahezu identisches Fettsäuremuster auf. Der Anteil an *trans*-Fettsäuren ist mit etwa 1 % der Gesamtfettsäuren bei raffinierten Ölen zwar höher, bleibt aber im tolerablen Bereich.

Unterschiede zwischen den Ölen gibt es bei den Gehalten der Fettbegleitstoffe, wie Tocopherolen, Carotinoiden, Phytosterolen oder auch anderen sekundären Pflanzeninhaltsstoffen wie phenolischen Verbindungen, die positive Wirkungen auf den Stoffwechsel haben. Die Raffination führt bei diesen Fettbegleitstoffen zu einer Reduzierung oder z. T. auch zum völligen Entfernen der genannten Stoffe.

Die Gehalte an Tocopherolen werden während der Desodorierung unter den heutigen Bedingungen der Raffination um 10-20 %, die der Phytosterole um 20-40 % reduziert. Pflanzliche Öle sind in Deutschland neben Gemüse die wichtigste Quelle für Vitamin E, für die Aufnahme von Tocopherolen sind kaltgepresste Öle daher besser zu bewerten. Andererseits ist die durchschnittliche Tocopherolaufnahme in Deutschland wahrscheinlich ausreichend, sodass aus diesem Grund kein Anlass für eine ausschließliche Bevorzugung kaltgepresster Öle besteht. Phytosterole haben erst in Mengen von 1,5 g/Tag eine cholesterolsenkende Wirkung. Diese Menge wird mit der Aufnahme von Speiseölen nicht erreicht, sondern nur durch den Verzehr von mit Phytosterolen angereicherten Lebensmitteln.

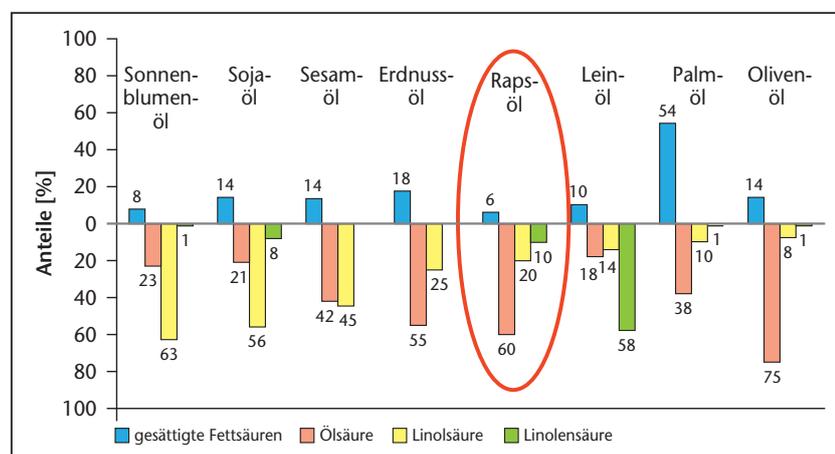


Abb. 4: Fettsäurezusammensetzung verschiedener pflanzlicher Speiseöle

Carotinoide und andere sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe wie phenolische Verbindungen werden während der Raffination nahezu vollständig aus den Ölen entfernt. Der Verlust der phenolischen Verbindungen ist aus ernährungsphysiologischer Sicht vernachlässigbar, da die Gehalte im Öl mit etwa 1 mg/100 g ohnehin sehr niedrig liegen und andere pflanzliche Lebensmittel wie Obst und Gemüse hier die bedeutende Quelle darstellen. Lediglich im Olivenöl „nativ extra“ liegt der Gehalt an phenolischen Verbindungen mit > 6 mg/100 g deutlich höher.

Differenzierter ist die Situation bei den Carotinoiden zu betrachten. Hier ist neben β -Carotin v. a. Lutein zu nennen. Da der Gehalt an Lutein im Speiseöl vergleichsweise hoch ist, können Öle einen Beitrag zur Versorgung mit diesem Carotinoid leisten. Betrachtet man die Verzehrsmengen, so ist die Aufnahme von Lutein über Gemüse aber deutlich höher zu bewerten als über Speiseöl.

Einsatz von Speiseölen in der Küche

Raffinierte vs. kaltgepresste Öle

Der große Vorteil raffinierter Öle ist, dass sie in der Küche universell einsetzbar sind, wenn die Fettsäurezusammensetzung mit hohen Gehalten an mehrfach ungesättigten Fettsäuren nicht dagegen spricht. Da Öle mit steigendem Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren weniger oxidationsstabil sind, ist der Einsatz solcher Öle bei der Lebensmittelzubereitung mit Wärme nicht zu empfehlen. Der große Vorteil der raffinierten Öle ist, dass von ihnen kein Eigenaroma auf die Lebensmittel übergeht. Sie sind geruchs- und geschmacksneutral und nahezu farblos bis schwach gelb gefärbt (♦ Tabelle 2). Native, kaltgepresste Öle zeichnen sich hingegen durch arttypischen Geruch und Geschmack aus, die sich aus dem verwendeten Rohstoff ergeben. Dies kann, wie für natives Rapsöl, sautig und nussig sein, wohingegen für natives Traubenkernöl eher ein weiniges, brotliges Aroma zu finden ist. Hinzu kommt die intensivere Färbung der

kaltgepressten Öle. In den meisten Fällen sind sie durch natürlich vorkommende Carotinoide gelb gefärbt, wie z. B. kaltgepresstes Rapsöl, sie können aber auch grün gefärbt sein durch Chlorophyll, wie z. B. Traubenkern- oder Hanföl.

Das bevorzugte Einsatzgebiet der nativen Öle ist die kalte Küche, also z. B. die Herstellung von Salatsaucen. Hier kommt das Aroma dieser Öle gut zur Geltung. Gegen den Einsatz kaltgepresster Öle in der heißen Küche spricht insbesondere, dass bei der Herstellung der Öle viel Mühe darauf verwendet wurde, möglichst wenig Wärme auf das Öl einwirken zu lassen. Daher ist es wenig sinnvoll, es anschließend in der Küche bei hohen Temperaturen einzusetzen, bei denen sich ein Großteil der wertgebenden Aromastoffe verflüchtigt. Nichtsdestotrotz können gute native Pflanzenöle auch in der heißen Küche eingesetzt werden. In diesem Fall geht ein Teil der Aromastoffe auf das zubereitete Lebensmittel über und kann somit den Geschmack beeinflussen. Eine Übersicht über Fette und Öle und ihre küchentechnischen Eigenschaften gibt ♦ Tabelle 2.

Frittieren und Braten mit Ölen

Der Rauchpunkt gibt an, bei welcher Temperatur unter definierten Bedingungen aus einem erhitzten Fett oder Öl flüchtige Komponenten wie Wasser, freie Fettsäuren oder auch kurzkettige Oxidationsabbauprodukte abdampfen und als Rauch sichtbar werden. Bei den Verbindungen, die bei der Bestimmung des Rauchpunkts als Rauch sichtbar werden, handelt es sich vornehmlich um Substanzen, die bereits im Öl vorhanden waren und nicht um Verbindungen, die während des Erhitzens neu gebildet wurden.

Je niedriger der Rauchpunkt ist, desto eher fängt das verwendete Öl während der Lebensmittelzubereitung an zu qualmen. Dabei kann der Rauchpunkt in Abhängigkeit von der Ölsorte, der Herstellungsart, dem Alter oder auch den Verwendungsbedingungen sehr

unterschiedlich sein, sodass er im engeren Sinne ein Qualitätskriterium darstellt.

Höhere Gehalte an freien Fettsäuren in nativen, kaltgepressten Speiseölen sind auch ein Grund dafür, dass diese Öle i. d. R. einen niedrigeren Rauchpunkt haben als die entsprechenden raffinierten Öle. Bei höheren Temperaturen werden die freien Fettsäuren als flüchtiges Aerosol aus dem Öl ausgetrieben und dann bei einer größeren Konzentration als Rauch sichtbar. Somit lassen sich native, kaltgepresste Öle i. d. R. nicht so hoch erhitzen wie ein entsprechendes raffiniertes Öl. Die Rauchpunkte für native, kaltgepresste Rapsöle liegen zwischen 160 und 180 °C, während bei raffiniertem Rapsöl eine Rauchentwicklung erst bei Temperaturen über 210 °C festzustellen ist.

Generell sollte eine Überhitzung von Fetten und Ölen vermieden werden, da sie bei zu hohen Temperaturen beginnen, sich zu zersetzen: Zunächst fängt es an zu rauchen, wenn flüchtige Verbindungen aus dem Öl in ausreichender Konzentration aufsteigen (Rauchpunkt), bei weiter steigender Temperatur über einen längeren Zeitraum, aber auch beim längeren Erhitzen eines Öls bei konstanter Temperatur kommt es zum Abbau der Fettsäuren. Dabei können sich auch gesundheitsschädliche Produkte, z. B. kurzkettige reaktive Verbindungen bilden. Die angewandten Temperaturen sollten immer nur so hoch wie nötig und so niedrig wie möglich sein. Zu hohe Temperaturen beim Braten bzw. Frittieren beschleunigen das Zersetzen eines Fettes oder Öles beträchtlich, ohne dass das Lebensmittel dadurch schneller gar wird. Braten bei 130–140 °C und Frittieren bei 160–170 °C sind als optimal anzusehen.

Problematisch ist insbesondere das mehrfache Erhitzen von Ölen während der haushaltsmäßigen Zubereitung von Lebensmitteln (z. B. wenn Öl in der Fritteuse gelassen und später nochmals verwendet wird). Im Vergleich zu einer kontinuierlichen Frittieretemperatur führt wiederholtes Erhitzen und Abkühlen eines Frittierfet-

tes infolge des Triglyzeridabbaus zu einem stärkeren Anstieg von geschmacklich und gesundheitlich unerwünschten Verbindungen.

Wie erkennt man ein fehlerhaftes oder ranziges Öl?

Wichtig ist beim Einsatz von Speiseölen in der Küche der eigenen Nase zu vertrauen. Allerdings besteht die Schwierigkeit darin, die mit der Nase wahrgenommenen Eindrücke richtig zuzuordnen.

Einer der häufigsten Geruchs- und Geschmacksfehler von Pflanzenölen

ist „ranzig“. Dafür verantwortlich sind Aromastoffe, die aus dem Abbau ungesättigter Fettsäuren während der Oxidation entstehen. Betroffen sind hiervon v. a. Öle mit hohen Gehalten an mehrfach ungesättigten Fettsäuren, wie z. B. Lein- oder auch Distelöl. Aber auch andere Öle wie Sonnenblumen- oder Rapsöl können dieses Merkmal aufweisen, das sich durch einen typischen Geruch nach Firnis (Überzug von Ölbildern) oder Fensterkitt bemerkbar macht. Von vielen Verbrauchern wird dieser Geruch und Geschmack als angenehm wahrgenommen, da sie damit den Geruch von Walnüssen

verbinden. Grund dafür ist, dass Walnüsse wegen des hohen Gehaltes an mehrfach ungesättigten Fettsäuren oftmals ranzig riechen. Ein ausgeprägter Geruch nach Nüssen für Speiseöle, die keine Nussöle sind, deutet oftmals darauf hin, dass das Öl ranzig geworden ist.

Wenn man an der Ölflasche riecht, sollte man auf einen ranzigen Geruch achten und sobald dieser wahrnehmbar ist, das Öl nicht mehr verwenden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass an offenen Flaschen oftmals Öl am Auslauf hängen bleibt, das dann schnell oxidieren

Fett/Öl	Schweine-schmalz	Kokos-/Palmkernfett	Pflanzliche Öle kaltgepresst	Pflanzliche Öle raffiniert
FS-Zusammensetzung	hoher Gehalt an gesättigten FS	hoher Gehalt an gesättigten FS	hoher Gehalt an einfach und mehrfach ungesättigten FS	hoher Gehalt an einfach und mehrfach ungesättigten FS
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> – reines Fett – nahezu wasser- und eiweißfrei – hoch erhitzbar 	<ul style="list-style-type: none"> – reines Fett – spritzen bei hohen Temperaturen nicht – völlig geschmacksneutral – lange haltbar – fest 	<ul style="list-style-type: none"> – flüssig – wasserfrei – hoher Gehalt an einfach und mehrfach ungesättigten FS – arteigener, typischer Geschmack und Geruch – intensive Färbung – wenig verarbeitet – natürlicher Vitamin Gehalt – Rückstände verbleiben im Produkt – z. T. niedriger Rauchpunkt 	<ul style="list-style-type: none"> – flüssig – wasserfrei – hoher Gehalt an einfach und mehrfach ungesättigten FS – geschmacks- und geruchsneutral – blasse Färbung – umfassender Verarbeitungsprozess – Rückstände werden entfernt – Rauchpunkt > 200 °C – universell einsetzbar – hohe Lagerstabilität
Einsatz	<ul style="list-style-type: none"> – Back- oder Ziehfett in Blätterteig – sehr gut für Kurzgebratenes – zum Frittieren geeignet 	<ul style="list-style-type: none"> – geeignet als Bratfett – zum Backen tlw. geeignet 	<ul style="list-style-type: none"> – in der heißen Küche nur einsetzbar, wenn der Gehalt an PUFA nicht zu hoch (kein Lein- oder Distelöl) – zum Backen nicht gut geeignet – zum Frittieren geeignet – Lebensmittel erhält arteigenen Geschmack des Öls 	<ul style="list-style-type: none"> – in der heißen Küche einsetzbar (kein Leinöl) – zum Backen tlw. geeignet – zum Frittieren geeignet

Tab. 2: Einsatz verschiedener Fette und Öle in der Küche; FS = Fettsäuren



Abb. 5 : a) DGF-Rapsöl-Medaille
b) DLG-Prämierung

kann und einen ranzigen Geruch erzeugt, ohne dass der gesamte Inhalt ranzig ist.

Weisen kaltgepresste Saatenöle wie natives Raps- oder Sonnenblumenöl nicht den arttypischen Geruch und Geschmack nach der Saatsorte auf, sondern riechen eher modrig, stichig oder muffig, so ist bei der Herstellung ungeeignete Rohware verwendet worden und das Öl sollte beim Handel beanstandet werden.

Für den Verbraucher ist es schwierig, bereits beim Kauf zu erkennen, ob es sich bei dem Öl um ein sensorisch einwandfreies Produkt handelt oder nicht. Dem Inhalt ist dies in der verschlossenen Flasche nicht anzusehen. Daher wird sowohl von der Deutschen Gesellschaft für Fettwissenschaft e. V. (DGF) eine Rapsöl-Medaille als auch von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) eine Prämierung für Speiseöle vergeben, die eine ausgezeichnete sensorische Bewertung aufweisen (◆ Abbildung 5). Diese Zeichen stellen für den Verbraucher einen guten Hinweis dar, dass es sich um empfehlenswerte Produkte handelt.

Fazit

Fette und Öle sind ein wichtiger Bestandteil der Ernährung, da sie neben wichtigen ernährungsphysiologischen

auch technologische Eigenschaften haben, die zur Verbesserung der Schmackhaftigkeit von Lebensmitteln beitragen. Aus heutiger Sicht wird wegen der ernährungsphysiologischen Wertigkeit v. a. der Fettsäurezusammensetzung der Speiseöle Bedeutung zugemessen. Der Anteil an gesättigten Fettsäuren sollte möglichst niedrig liegen, die Öle sollten einen hohen Anteil an einfach ungesättigter Ölsäure aufweisen und das Verhältnis zwischen n6- und n3-Fettsäuren sollte in Richtung der n3-Fettsäuren verschoben sein. Dabei spielt es aus ernährungsphysiologischer Sicht eine untergeordnete Rolle, ob ein kaltgepresstes oder ein raffiniertes Speiseöl eingesetzt wird.

Raffinierte Öle sind in der Küche universeller einsetzbar, da sie geschmacks- und geruchsneutral sind und i. d. R. höher erhitzt werden können, ohne zu rauchen. Kaltgepresste Öle sind wenig verarbeitet und der Hersteller hat keine Möglichkeit, Fehler, die bei der Lagerung der Saat vor der Verarbeitung gemacht worden sind, im Prozess zu korrigieren. Der intensive Geschmack der Öle trägt aber zum Geschmackserlebnis der zubereiteten Lebensmittel bei, sodass der Einsatz überwiegend in der Zubereitung kalter Lebensmittel liegt.

Beim Einsatz von Speiseölen in der heißen Küche ist zu beachten, dass der Anteil an oxidationsempfindlichen mehrfach ungesättigten Fettsäuren nicht zu hoch liegen sollte. Damit sind Leinöl oder auch Distelöl für diesen Einsatzbereich nur wenig geeignet.

Dr. Bertrand Matthäus
Max Rubner-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ernährung
und Lebensmittel
Arbeitsgruppe Lipidforschung
Schützenberg 12, 32756 Detmold
E-Mail: Bertrand.Matthaus@mri.bund.de

Interessenkonflikt

Der Autor erklärt, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Literatur

1. Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch – LFGB), in der Neufassung vom 22. August 2011, BGBl. I, S. 1770
2. Bekanntmachung von Neufassungen bzw. Änderungen bestimmter Leitsätze des Deutschen Lebensmittelbuches vom 30. Mai 2011, 27. Juli 2011, Bundesanzeiger Nr. 111a, Jahrgang 63
3. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE). DGE-Position – Richtwerte für die Energiezufuhr aus Kohlenhydraten und Fett. Bonn (2011). URL: www.dge.de/pdf/ws/DGE-Positionspapier-Richtwerte-Energiezufuhr-KH-und-Fett.pdf Zugriff 11.01.14
4. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE). Leitlinie Fett kompakt. Bonn (2008). URL (Langform): www.dge.de/modules.php?name=St&file=w_leitlinien Zugriff 13.01.14
5. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE), Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Neuer Umschau Buchverlag, Neustadt an der Weinstraße, 1. Aufl., 5. korr. Nachdruck (2013)
6. Heseke H. Ernährungssituation in Deutschland. In: 12. Ernährungsbericht. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Bonn (2012), S. 55
7. Baumann A, Hagenlocher Y, Lorentz A (2013) Ernährung und Immunologie. Ernährungs Umschau 60: M706–M717
8. Koch S (2013) Für Sie gelesen: Der Effekt der Linolsäure aus der Ernährung auf Entzündungsmarker bei gesunden Personen. Ein systemischer Review randomisierter kontrollierter Studien. Ernährungs Umschau 60: M46–M47

Weiterführende Literatur:

- Bockisch M. Handbuch der Lebensmitteltechnologie. Ulmer Verlag, Stuttgart (1993)
- Matthäus B, Münch EW. Warenkunde Ölsaaten/Pflanzenöle. Erling Verlag/Agrimedia, Clenze (2009)
- Gertz C, Matthäus B. Optimal Frittieren – Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Fettwissenschaft (2012). URL: www.dgfett.de/material/frittierempfehlungen_dgf.pdf Zugriff 16.01.14