

Die schützende Wirkung von langkettigen omega-3-Fettsäuren auf das Herz-Kreislauf-System wurde durch verschiedene Studien bestätigt. Aufgrund dieser positiven Wirkungen werden auf dem Markt viele mit omega-3-Fettsäuren angereicherte Produkte angepriesen. Auch Berg- und Alproprodukte werden gerne als „reich an essenziellen omega-3-Fettsäuren“ bezeichnet, da die Nutztierernährung in den Alpen zum größten Teil grünlandbasiert ist. Ein konkreter Nutzen für den Konsumenten ist jedoch nicht sicher.

Gesundheitlicher Nutzen von omega-3-Fettsäuren und die Bedeutung von Alp-Produkten für die Zufuhr



Dipl.-Lebensmittel-Ing. ETH Karin Wehrmüller
Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP
CH-3003 Bern
E-Mail: karin.wehrmueller@alp.admin.ch

Hintergrund: omega-3- und omega-6-Fettsäuren

Der menschliche Organismus kann Fettsäuren generell selbst produzieren. Eine Ausnahme sind die Fettsäuren der omega-3-(n-3, ω-3) und omega-6-(n-6, ω-6)Reihe. Dabei handelt es sich um Gruppen von Fettsäuren unterschiedlicher Länge (d. h. unterschiedlicher Anzahl C-Atome), die am 3. bzw. am 6. C-Atom, vom Methyl-Ende her gezählt, die erste Doppelbindung haben (◆Abbildung 1). Dem Menschen fehlen die Enzyme, welche für das Einfügen von Doppelbindungen an diesen Stellen nötig wären. Deshalb gehören diese mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA = polyunsaturated fatty acids) zu den essenziellen Nährstoffen.

Streng genommen sind dabei nur die α-Linolensäure (ALA, 18:3 n-3) und die

Linolsäure (LA, 18:2 n-6) essenziell, denn ausgehend von diesen beiden können die längerkettigen Fettsäuren dieser zwei Reihen (long chain PUFA = LC PUFA) im Körper hergestellt werden (s. u.). Die ernährungsphysiologisch wichtigen LC PUFA der n-3-Reihe heißen Eicosapentensäure (EPA, 20:5 n-3), Docosapentensäure (DPA, 22:5 n-3) und Docosahexensäure (DHA, 22:6 n-3), jene der n-6-Reihe ist die Arachidonsäure (22:4 n-6). Ob DHA tatsächlich im menschlichen Körper synthetisiert werden kann, wird kontrovers diskutiert.

Umwandlung in längerkettige Fettsäuren

Eine Umwandlung von der einen in die andere omega-Reihe ist im menschlichen Stoffwechsel nicht möglich, wohl aber die Kettenverlängerung (Elongation) und die Einführung von Doppelbindungen (Desaturierung) ab dem 9. C-Atom innerhalb der Reihe (◆Abbildung 2). LA und ALA werden am Carboxyl-Ende verlängert und weiter desaturiert – die längerkettigen, physiologisch aktiven Fettsäuren gehören jedoch weiterhin zur n-6- bzw. n-3-Reihe. Die Desaturierung und Elongation von n-6 und n-3 Fettsäuren erfolgt durch die gleichen Enzyme. Dies hat zur Folge, dass auf jeder Stufe zwei Substanzen mit unterschiedlicher Affinität um ein Enzym konkurrieren.

Weitere Autoren:
Dipl. oec. troph.
Alexandra Schmid
Dr. Barbara Walther

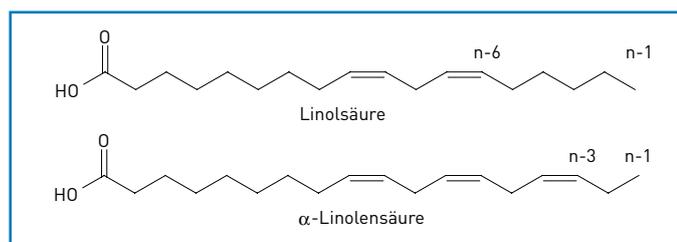


Abb. 1: Strukturformeln von Linolsäure und α-Linolensäure. Die Position der 1. Doppelbindung am 3. bzw. 6. C-Atom (gezählt vom Methylende) bestimmt die Zuordnung der Fettsäure zur n-3- bzw. n-6-Reihe.

Der erste Umwandlungsschritt von ALA in 18:4 n-3 wird durch das Enzym $\Delta 6$ -Desaturase katalysiert und ist der geschwindigkeitsbestimmende bzw. limitierende Schritt dieser kaskadenartigen Reaktionsfolge. Die Affinität der $\Delta 6$ -Desaturase zu ALA ist größer als zu LA. Die üblicherweise höheren LA-Gehalte verglichen mit ALA führen jedoch zu einer vermehrten Umwandlung der n-6 Fettsäuren. Der Desaturierung folgt die Addition zweier C-Atome durch das Enzym Elongase. Die 20:4 n-3 Fettsäure wird mit $\Delta 5$ -Desaturase weiter zu EPA umgewandelt. DPA entsteht durch das Hinzufügen weiterer zwei C-Atome zu EPA. Der genaue Verlauf der Umwandlung von DPA zu DHA wird noch immer kontrovers diskutiert. Vermutlich geht der Weg über eine weitere Elongase und die $\Delta 6$ -Desaturase mit einer anschließenden Kettenverkürzung [1; 2]. All diese Reaktionen finden, mit Ausnahme der DHA-Bildung, im Endoplasmatischen Retikulum statt [1].

Die Aktivität der $\Delta 6$ -Desaturase, welche die erste, zusätzliche Doppelbindung einführt, ist beim Menschen li-

mitiert. Deshalb wird nur ein Bruchteil von ALA zu EPA und DHA umgewandelt, wobei die Möglichkeit zur Synthese von DHA nicht gesichert ist [3; 4]. Es wird damit gerechnet, dass höchstens 5–10 % der ALA effektiv in n-3 LC PUFA umgewandelt werden. Die Resultate zu den Umwandlungsraten sind jedoch nicht einheitlich: BURDGE und CALDER [5] geben z. B. für Männer eine Umwandlungsrate von ALA zu EPA von 8 % an, von ALA zu DHA ist es weniger eindeutig, es wird aber maximal mit 4 % gerechnet. Bei Frauen sind diese Werte mit <21 %, bzw. <9 % höher [4]. Im Vergleich zu den meisten anderen Daten sind diese Werte jedoch sehr hoch. Mit einem mathematischen Modell wurden von PAWLOSKY et al. Umwandlungsraten von ALA zu EPA mit 0,2 %, zu DPA 0,13 % und schlussendlich zu DHA mit 0,05 % berechnet [6]. Ähnliche Resultate ergab eine Isotopen-Studie ($U^{13}C$) bei Männern mit Hyperlipidämie [3]. Die meisten Daten liegen zwischen den Werten von BURDGE und CALDER [5] und PAWLOSKY et al. [6], wobei sich die Mehrheit im tieferen Bereich befindet [2]. Weitere Untersuchungen mit markierter ALA weisen darauf hin, dass die Umwandlungsrate von den absoluten LA- und ALA-Gehalten abhängig ist und nicht von deren Verhältnis [7].

Mögliche Gründe für eine höhere Umwandlungsrate bei Frauen sind unter anderem eine geringere Abaurate von ALA über die β -Oxidation (Umwandlung von Fett in Energie) sowie ein eventueller Einfluss von Östrogen auf die $\Delta 6$ -Desaturase [4]. Der Effekt des erhöhten, zirkulierenden Östrogens während der Schwangerschaft ist noch nicht im Detail geklärt [4].

Stoffwechsel

Es gibt nicht viele Angaben über die Absorption von ALA im Darm. Aufgrund einiger Studien wird angenommen, dass die Aufnahme von ALA vom Darmlumen in die Darmzellen und dessen weitere Absonderung ins Blut hoch ist, wie dies allge-

mein für ungesättigte Fettsäuren bekannt ist [1; 5]. Es wurde eine Absorption von bis zu 96 % der aufgenommenen ALA beobachtet [1]. Untersuchungen haben gezeigt, dass eine erhöhte alimentäre Aufnahme von ALA zu einem höheren Anteil an ALA und auch EPA in Plasma- und Zelllipiden führt [2; 5].

ALA wird nicht nur zur Synthese der n-3 LC PUFA verwendet, sondern auch als Energielieferant in die β -Oxidation eingeschleust und darin abgebaut (◆Abbildung 3). Bei Frauen werden bisherigen Daten zufolge ca. 22 %, bei Männern 33 % der aufgenommenen ALA zur Energiegewinnung verwendet. Wahrscheinlich liegt dieser Wert jedoch höher [2; 5; 8]. Bei gleichen Bedingungen wird, verglichen mit Palmitin-, Stearin- und Ölsäure, etwa doppelt so viel ALA in die β -Oxidation geschleust.

Etwa 0,7 % der Fettsäuren im Fettgewebe von Frauen und Männern sind ALA und nur ungefähr 0,1 % sind DHA, EPA ist praktisch nicht nachweisbar. Da Frauen mehr Fettgewebe besitzen als Männer, haben sie eine größere, kurzfristig verfügbare Reserve an ALA, was biologisch bei einer Schwangerschaft und beim Stillen von Bedeutung ist [2; 5; 8].

Aufnahme und Zufuhrempfehlungen

Hauptquellen für ALA sind Pflanzenöle wie z. B. Raps- oder Sojaöl. Daneben gibt es einige Samen (z. B. Leinsamen) und Nüsse (v. a. Walnüsse), die reich an ALA sind.

In Europa, Australien und Nordamerika werden typischerweise 0,6–1,7 g ALA pro Tag konsumiert bzw. 0,5–1,4 g bei Frauen [5]. Daten aus Deutschland geben Werte von 2,2 g ALA bei Männern und 1,9 g bei Frauen an [9]. Die tägliche Aufnahme von ALA liegt durchschnittlich um das Zehnfache tiefer als jene von LA [5]. Die Empfehlung für ein n-6:n-3 Verhältnis in der Ernährung von 5:1, die sich auf die n-6 Fettsäure LA und die n-3 Fettsäure ALA bezieht, wird somit in der

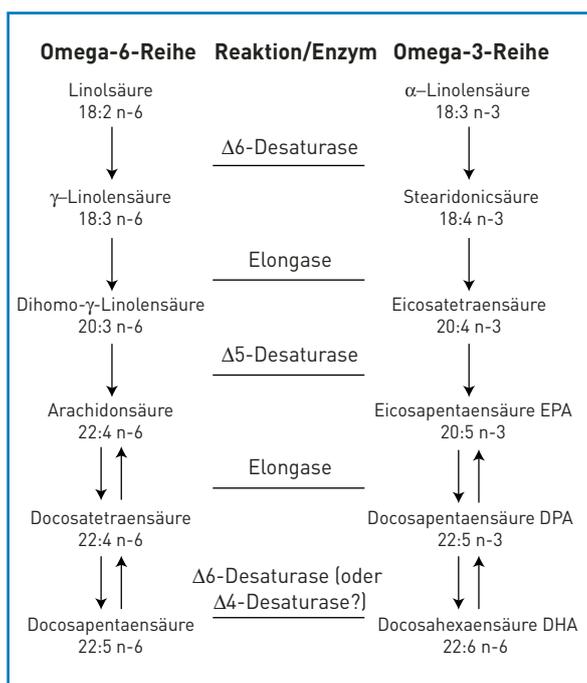


Abb. 2: Die Umwandlung von Linolsäure und von α -Linolensäure zu deren länger-kettigen Homologen erfolgt mit denselben Enzymen

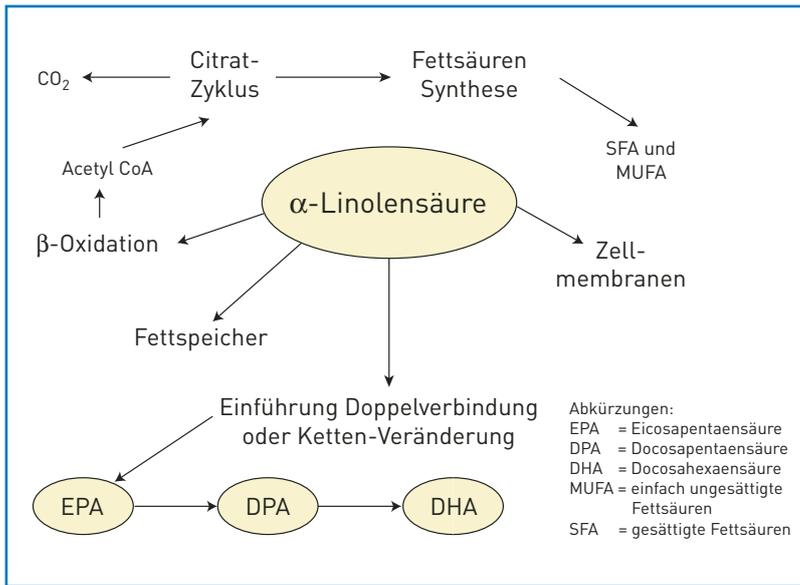


Abb. 3: Zusammenstellung der möglichen, metabolischen Wege von α -Linolensäure im Menschen.

Realität bei Werten von ca. 10:1 (einzelne Untersuchungen berichten von bis zu 20:1 [10], der Ernährungsbericht für Deutschland erwähnt 6–7:1 [11]) nicht erreicht.

Empfehlungen für die Mindestaufnahme liegen für LA nach den D-A-CH-Referenzwerten bei 2,5 % und für ALA bei 0,5 % der täglichen Energiezufuhr [12]. Bei einem Energieumsatz von z. B. 2000 kcal ergibt dies 10 kcal, das sind ca. 1 g ALA, was rund 10 g Rapsöl entspricht (Rapsöl enthält 9 % ALA). Das „Institute of Medicine“ empfiehlt, 0,6 bis 1,2 % der täglichen Energiezufuhr in Form von ALA aufzunehmen [13], was bei 2000 kcal pro Tag 1,3–2,7 g ALA entspricht. Die Teilnehmer eines Expertentreffens waren sich einig, dass die tägliche Aufnahme von ALA ungefähr bei 2 g pro Tag liegen sollte [14].

Die Nahrungsquelle, aus der ALA stammt, ist entscheidend für die Umwandlungsrate in EPA und DHA. Wegen der Konkurrenz im Stoffwechsel zwischen LA und ALA, beeinflusst der Gehalt von LA in der Nahrung die Umwandlung von ALA zu EPA [7]. Die EPA-Konzentration in Blut- und Zelllipiden ist bei konstanter Aufnahme von ALA größer, wenn der LA-Konsum abnimmt [5]. Ein gleichzeitig hoher Gehalt an LA be-

einträchtigt also die Umwandlung von ALA in EPA und DHA.

Da auf jeder Stufe je eine Substanz der n-6- und der n-3-Reihe miteinander um das Enzym konkurrieren, ergeben sich durch die Zufuhr metabolisierbarer Zwischenstufen diätetische Ansätze, um das Gleichgewicht zwischen den LC PUFA zu modifizieren. Weil die Umwandlungsrate von ALA zu n-3 LC PUFA sehr gering ist, können und sollen EPA und DHA zusätzlich mit der Nahrung aufgenommen werden und sind somit quasi essenziell. Die Nahrungsquellen für EPA und DHA sind jedoch beschränkt. Sie kommen vor allem in marinen Quellen wie fettem Meeresfisch und Meeresfrüchten vor, die in einigen Ländern Europas nicht zu den häufig verzehrten Lebensmitteln zählen. In Übereinstimmung mit der Ernährungsempfehlung der American Heart Association empfiehlt der „Arbeitskreis Omega-3“ in Deutschland eine Aufnahme mit der Nahrung von mindestens 0,3 g EPA/DHA pro Tag [10]. Dies entspricht den empfohlenen ein bis zwei Fischmahlzeiten pro Woche. In Ländern mit relativ geringem Fischverzehr liegt der Verzehr von EPA und DHA vermutlich bei knapp 0,1 g pro Tag [10]; deutsche Männer und Frauen verzehren 0,23 g bzw. 0,14 g [9].

Gesundheitliche Wirkungen

Zu den gesundheitlich positiven Wirkungen der n-3 Fettsäuren ist viel publiziert worden. Eine zunehmende Aufnahme von fettem Fisch oder Fischöl-Supplementen erhöhte die Plasma-, Zell- und Gewebekonzentrationen an EPA und DHA in verschiedenen Untersuchungen [1; 5]. Häufig wird jedoch in Studien der Unterschied zwischen ALA und n-3 LC PUFA nicht berücksichtigt, obwohl gerade dieser Unterschied von großer Bedeutung ist. Es häufen sich auch die Hinweise, dass EPA, DPA und DHA unterschiedliche Funktionen ausüben, wobei die Funktionen von DPA praktisch nicht untersucht sind [15].

Gegenüber n-3 LC PUFA sind die Hinweise auf einen direkten, positiven Effekt von ALA auf das Risiko kardiovaskulärer und anderer Erkrankungen limitiert und oft von ungenügender Qualität. Es gibt Hinweise auf mögliche, unabhängige Wirkungsmechanismen, die aber noch nicht genauer untersucht sind [15]. Die meisten Autoren weisen nur auf die indirekte Wirkung von ALA als Vorläuferfettsäure für n-3 LC PUFA hin. Die Meta-Analyse von BROUWER et al. kommt zum Schluss, dass ein erhöhter Konsum von ALA das Risiko eines tödlichen Herz-Kreislauf-Ereignisses senken kann, indem Herzrhythmusstörungen vermindert werden [16]. Die Blutlipide scheinen von ALA nicht signifikant positiv beeinflusst zu werden [1; 17]. Im Gegenteil, einige Studien zeigten eine leicht positive Korrelation von ALA mit den nüchtern Triglyzeridwerten; weiterhin ging die beobachtete Senkung des LDL-Cholesterols oftmals einher mit einer Abnahme des HDL-Cholesterols. Eine moderate Erhöhung von ALA beeinflusste weder postprandiale Lipidämie, Blutdruck, Blutplättchen-Aggregation, blutstillende Faktoren, Entzündungsparameter noch die Immunabwehr.

Dass erst sehr hohe Konzentrationen von ALA ähnlich wirken wie n-3 LC PUFA, legt die Beobachtung von

ZHAO et al. 2004 nahe [18]. Die von ALA induzierten Veränderungen von Entzündungsmarkern korrelierten signifikant mit den Veränderungen der Serumkonzentrationen von n-3 LC PUFA. Der fehlende Effekt bei moderater ALA-Anreicherung scheint eine Folge der ungenügenden Umwandlung in das aktive EPA zu sein. Bei den Entzündungsfaktoren konnte nur ein positiver Effekt gezeigt werden, wenn ALA in sehr großen Mengen supplementiert wurde. Dies weist wiederum darauf hin, dass die beobachteten Wirkungen eher auf die n-3 LC PUFA zurückzuführen sind als auf ALA per se [1].

Der Bedarf an EPA und DHA variiert möglicherweise je nach deren Funktion. Um Mangelzuständen wie Hautirritationen oder Wachstumsverzögerungen

vorzubeugen, reichen wohl relativ niedrige Mengen (wie für die meisten Vitamine). Höhere Konzentrationen könnten von Vorteil sein bei schwieriger zu definierenden Funktionen, z. B. für ein optimales Gleichgewicht der Fettsäuren in den Membranen, den Erhalt optimaler Konzentrationen der verschiedenen Plasma-Lipoproteine oder die Eicosanoidbildung [19]. Als Eicosanoide wird eine Gruppe von hormonähnlichen Substanzen bezeichnet, die – meist lokal begrenzt – eine Vielzahl von Wirkungen entfalten. Es sind Signalstoffe, die von jeder Zelle produziert werden und an Prozessen wie z. B. Blutgerinnung, Fieber, Allergie, Entzündung oder Schmerz beteiligt sind. Die Biosynthese der Eicosanoide setzt alimentär zugeführte Fettsäuren der n-6 bzw. n-3 Fettsäurereihe voraus.

Nach einer Übersicht von Connor [20] beeinflussen n-3 LC PUFA den Verlauf folgender Erkrankungen positiv (in absteigender Reihenfolge):

- koronare Herzerkrankungen und Schlaganfall
- Mangel bei Säuglingen (Augen- und Gehirnentwicklung)
- Autoimmunerkrankungen
- Morbus Crohn
- Brust-, Dickdarm-, Prostatakrebs
- leichter Bluthochdruck
- Gelenkrheumatismus

Nicht alle Studien zeigten jedoch eine signifikante Risikoverminderung. Der systematische Überblick von WANG et al. [21] weist bei den kardiovaskulären Erkrankungen nur in der Sekundär-, jedoch nicht der Primärprävention auf einen eindeutigen, positiven Effekt hin. Auch weitere Übersichtsartikel machen keine abschließenden Aussagen zu dem Thema [1; 22; 23].

Auch mögliche negative Aspekte dürfen nicht vergessen werden. So könnte ALA das Risiko, an Prostatakrebs zu erkranken, erhöhen [16]. Zusätzlich sind PUFA anfällig für Oxidation [1]. Alimentär zugeführte ALA und n-3 LC PUFA werden in Lipoproteine wie LDL eingebaut [17]. Die LDL-Oxidation spielt aber eine

entscheidende Rolle in der Entwicklung von Arteriosklerose. Die Oxidationsanfälligkeit von LDL hängt unter anderem von der Fettsäurezusammensetzung der konsumierten Lebensmittel ab. Ob die alimentär zugeführten n-3 PUFA die LDL-Partikel anfälliger für oxidative Veränderungen machen, konnte bis heute nicht abschließend geklärt werden.

n-3 Fettsäuren in Milch und Fleisch aus unterschiedlicher Produktion

Kühe auf der Alp bekommen im Gegensatz zur Talproduktion meist wenig Kraft- und viel Grünfutter (Weidefütterung). Letzteres enthält mehr ALA als die Futtermittel einer intensiven Produktion (z. B. Mais, Kraftfutter) [24].

Zwar werden bei Wiederkäuern die PUFA zu einem großen Teil im Pansen hydriert, trotzdem gelangt ein Teil dieser Fettsäuren aus dem Futter in die Milch, resp. ins Fleisch.

Milch

Das Milchfett von Alp-Kühen enthält mehr ALA als das von Kühen aus intensiven Haltungformen, die in Talregionen überwiegen [25–27]. Aus ALA synthetisieren die Tiere in geringem Umfang die längerkettigen n-3 LC PUFA, die jedoch in der Milch nicht in großem Maße vorkommen (◆Abbildung 4). Ein Grund hierfür ist, dass die graslandbasierte Produktion zu einem Energiedefizit bei den Tieren führt. Bei der darauf folgenden Fettmobilisierung wird in erster Linie ALA freigesetzt, welches in die Milch übergeht. Die gezielte Fütterung mit bestimmten Ölsaaten (wie z. B. Leinsamen, Raps) kann die Konzentration sowohl an ALA als auch an n-3 LC PUFA in Milch und Fleisch ebenfalls erhöhen [28].

Fleisch

Wie bei der Milch hängt auch beim Muskelfleisch der Gehalt an ALA, hier jedoch auch an n-3 LC PUFA vom Anteil der Grünlandfütterung

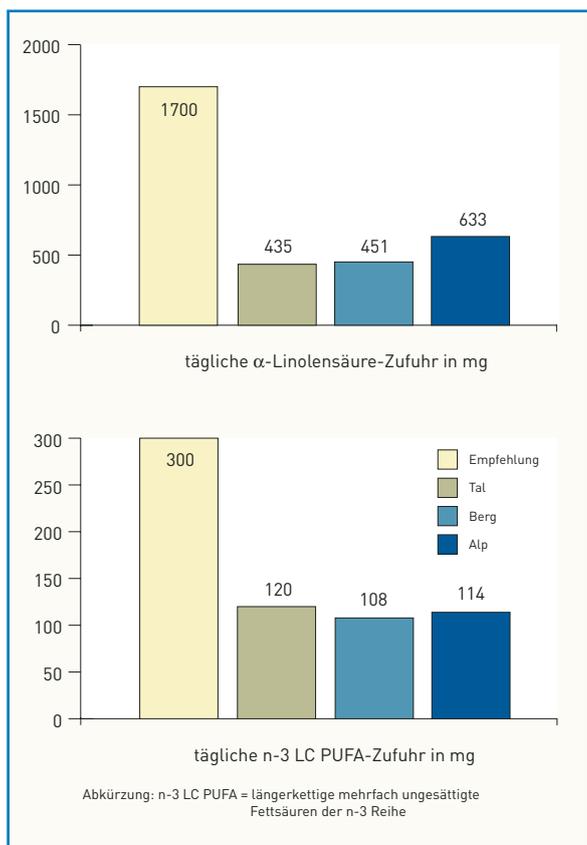


Abb. 4: Berechnete, tägliche Zufuhr von α-Linolensäure und n-3 LC PUFA über Milchprodukte in Deutschland. Die Annahme ist, dass jeweils die gesamten Milchprodukte aus Tal-, Berg- oder Alpmilch stammen [25] und die Deutschen pro Tag durchschnittlich 55 g Milchfett (Milch, Milcherzeugnisse, Käse, Butter) verzehren [11].

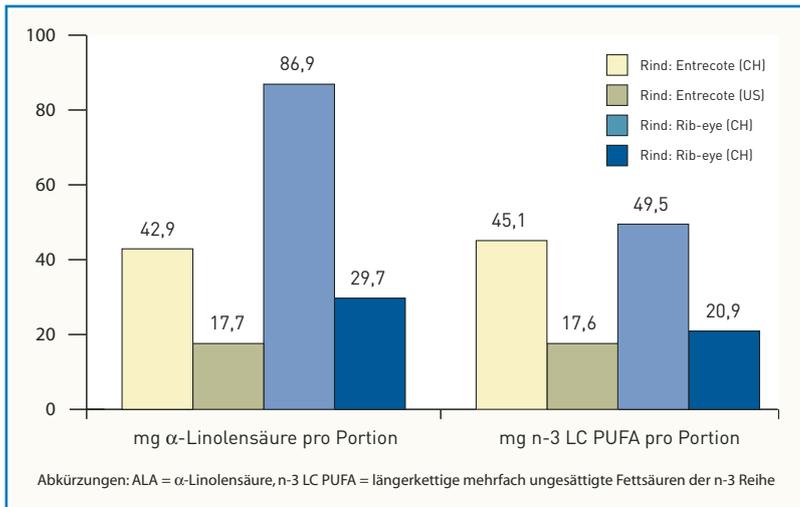


Abb. 5: Unterschied von ALA und n-3 LC PUFA zwischen Schweizer und Amerikanischem Rind. In der Schweiz wird eher noch extensive Rinderhaltung betrieben als in Amerika (Daten aus [29]). Eine Portion Fleisch beträgt 100–120 g.

und der Zufütterung mit Kraftfutter, resp. der extensiven oder intensiven Produktion ab (◆Abbildung 5). Anders als beim Fisch dominiert bei den n-3 LC PUFA im Fleisch jedoch DPA und nicht EPA oder DHA. Wie im Kapitel „gesundheitliche Wirkungen“ erwähnt, ist noch nicht viel zu den unterschiedlichen Wirkungsweisen bzw. über die Umwandlung der n-3 LC PUFA ineinander bekannt.

Neue Daten zur Fettsäurezusammensetzung in Fleisch zeigen sehr unterschiedliche Konzentrationen von ALA und n-3 LC PUFA, vor allem abhängig von der Tierart. Lammfleisch enthält verhältnismäßig viel n-3 LC PUFA. Auch die beiden Wildarten Reh und Hirsch weisen einen hohen Anteil an n-3 LC PUFA auf. Bei Lamm- und Wildfleisch deckt eine Portion Fleisch (100–120 g) schon ein Drittel bis ein Viertel der empfohlenen 300-400 mg n-3 LC PUFA pro Tag. Bei Rind-, Schweine- und Kalbfleisch variiert der Gehalt zwischen den verschiedenen Fleischstücken stark, wobei sich alle Werte im Mittelfeld der untersuchten Tierarten befinden [29].

Der Grund für die grossen Unterschiede liegt vermutlich am Anteil von Kraftfutter an der Gesamtfütterung (intensive/extensive Produktion) und am Stoffwechsel der Tier-

familie (Wiederkäuer, Monogastrier, Vögel). Schafe, Hirsche und Rehe werden vorwiegend extensiv gehalten und nicht mit Kraftfutter zugefüttert, was ein Grund für den hohen n-3 LC PUFA Gehalt sein könnte. Das Fett von Geflügel (Huhn und Truthahn) und z. T. vom Schwein enthält dagegen beispielsweise nur wenig n-3 LC PUFA. Poulet- und Truthahnfleisch wird üblicherweise nicht basierend auf Grünlandfütterung produziert und auch bei Schweinen ist die Weidhaltung nur wenig verbreitet, wobei letzteres zu erhöhten n-3 LC PUFA-Konzentrationen führen würde [24; 30]. Bei Schweinen steigt auch mit einer Fütterung von Leinsäaten oder -öl der Gehalt an n-3 LC PUFA im Fleisch stark an [24; 31]. Große Unterschiede wurden auch bei Rindfleisch aus unterschiedlicher Haltung gemessen: zwischen Entrecote bzw. Rib-Eye aus der Schweiz und aus den USA. Die schweizer Fleischstücke haben rund zwei- bis dreimal mehr n-3 LC PUFA als die amerikanischen, da US-Rinder zum großen Teil mit Kraftfutter aufgezogen werden (◆Abbildung 5).

Die absoluten Unterschiede zwischen den verschiedenen Fleischstücken innerhalb einer Tierart können, müssen aber nicht mit dem unterschiedlichen Fettgehalt zusammenhängen.

Ein mageres Stück Fleisch mit einer hohen Konzentration an ALA oder n-3 PUFA pro 100 g Fett enthält absolut gesehen weniger dieser Fettsäuren als ein fettes Stück mit weniger n-3 Fettsäuren pro 100 g Fett.

V. a. für die Verarbeitung von Fleisch zu Fleischwaren ist ein zu hoher Gehalt an PUFA in Fleisch technologisch nicht vorteilhaft. Aus ernährungsphysiologischer Sicht wäre dies jedoch gerade für verarbeitete Fleischwaren attraktiv, da Fleischwaren einen doppelt so hohen Beitrag an Fleischfett liefern wie Frischfleisch [11].

In ◆Abbildung 6 ist der Unterschied für die tägliche Zufuhr an ALA und n-3 LC PUFA über Milch und Fleisch aufgezeigt, wenn alle verbrauchten Milch- und Fleischprodukte entweder aus graslandbasierter (braune Balken) oder konventioneller (blaue Balken) Produktion stammen würden.

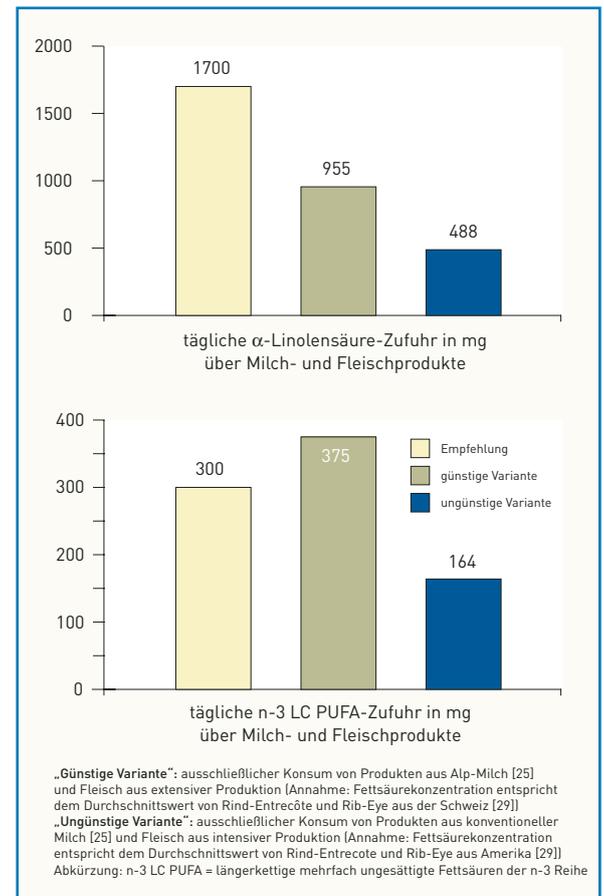


Abb. 6: Berechnete tägliche Zufuhr von α -Linolensäure und n-3 LC PUFA in Deutschland über tierische Produkte bei einem durchschnittlichen Konsum von 55 g Milchfett und 37 g Fleischfett pro Tag [11]

Welche Rolle spielen Alp-Produkte für die Versorgung mit n-3 Fettsäuren?

Aus ernährungsphysiologischer Sicht reichen die Mengen an ALA in Fleisch und Milch und die n-3 LC-PUFA in Alp-Milch nicht aus, um einen erheblichen Beitrag zur Zufuhr dieser n-3 Fettsäuren zu leisten. Mit pflanzlichen Ölen, Samen und Nüssen und mit fettem Seefisch wird die empfohlene Menge einfacher erreicht. Zur Veranschaulichung: 1 Esslöffel (= 10 g) Rapsöl enthält gleich viel ALA wie knapp 2 Liter Alpmilch oder etwas mehr als 200 g Alpkäse. Interessant ist aber der höhere Gehalt an n-3 Fettsäuren in Berg- und Alp-Produkten aus extensiver Haltung trotzdem, v. a., da in der Schweiz und den anliegenden Gebieten nicht viel fetter Seefisch verzehrt wird, so dass Milch- und Fleischprodukte einen gewissen Beitrag zur empfohlenen Menge an n-3 Fettsäuren leisten können. Eine hohe ALA-Konzentration weist darüber hinaus auf Weidehaltung hin und kann damit als Indikator für die Fütterung dienen.



Die vorwiegend extensive Tierhaltung beeinflusst den Gehalt an n-3 LC-PUFA in Berg- und Alp-Produkten

Literatur

- Burdge GC, Calder PC (2006) Dietary alpha-linolenic acid and health-related outcomes: a metabolic perspective. *Nutr Res Rev.* 19: 26-52
- Stark AH, Crawford MA, Reifsnider R (2008) Update on alpha-linolenic acid. *Nutr Rev.* 66: 326-332
- Hussein N, Ah-Sing E, Wilkinson P, Leach C, Griffin BA, Millward DJ (2005) Long-chain conversion of [13 C-13] linoleic acid and alpha-linolenic acid in response to marked changes in their dietary intake in men. *J Lipid Res.* 46: 269-280
- Burdge GC, Wootton SA (2002) Conversion of alpha-linolenic acid to eicosapentaenoic, docosapentaenoic and docosahexaenoic acids in young women. *Br J Nutr.* 88: 411-420
- Burdge GC, Calder PC (2005) Conversion of alpha-linolenic acid to longer-chain polyunsaturated fatty acids in human adults. *Reprod Nutr Dev.* 45: 581-597
- Pawlosky RJ, Hibbeln JR, Novotny JA, Salem N (2001) Physiological compartmental analysis of alpha-linolenic acid metabolism in adult humans. *J Lipid Res.* 42: 1257-1265
- Goyens PLL, Spilker ME, Zock PL, Katan MB, Mensink RP (2006) Conversion of alpha-linolenic acid in humans is influenced by the absolute amounts of alpha-linolenic acid and linoleic acid in the diet and not by their ratio. *Am J Clin Nutr.* 84: 44-53
- Burdge GC (2006) Metabolism of alpha-linolenic acid in humans. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids.* 75: 161-168
- Gaßmann B (2006) Lipide. *Ernährungs Umschau.* 53: 272-278
- Bahri D, Gusko A, Hamm M, Kasper H, Klor HU, Neuberger D, Singer P (2002) Significance and recommended dietary intake of long-chain omega-3 fatty acids – A consensus statement of the omega-3 working group. *Ernährungs Umschau.* 49: 94-98
- Wolfram G. Ernährungssituation in Deutschland. Vortrag an der Nationalen Fachtagung der Schweizerischen Gesellschaft für Ernährung, Bern (2006)
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung. D.A.CH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 1 Auflage, Umschau/Braus, Frankfurt (2000)
- Institute of Medicine. Energy, carbohydrates, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. In: Dietary reference intakes. National Academies Press, Washington, DC (2002)
- Barth CA, Erbersdobler HF (2006) Cardiovascular health and safety of rapeseed oil in human nutrition. *Aktuel Ernährungsmed.* 31: 211-217
- Plourde M, Cunnane SC (2007) Extremely limited synthesis of long chain polyunsaturates in adults: implications for their dietary essentiality and use as supplements. *Appl Physiol Nutr Metab.* 32: 619-634
- Brouwer IA, Katan MB, Zock PL (2004) Dietary alpha-linolenic acid is associated with reduced risk of fatal coronary heart disease, but increased prostate cancer risk: a meta-analysis. *J Nutr.* 134: 919-922
- Egert S, Somoza V, Kannenberg F, Fobker M, Krome K, Erbersdobler HF, Wahrburg U (2007) Influence of three rapeseed oil-rich diets, fortified with alpha-linolenic acid, eicosapentaenoic acid or docosahexaenoic acid on the composition and oxidizability of low-density lipoproteins: results of a controlled study in healthy volunteers. *Eur J Clin Nutr.* 61: 314-325
- Zhao GX, Etherton TD, Martin KR, West SG, Gillies PJ, Kris-Etherton PM (2004) Dietary alpha-linolenic acid reduces inflammatory and lipid cardiovascular risk factors in hypercholesterolemic men and women. *J Nutr.* 134: 2991-2997
- Gurr MI. Role of fats in food and nutrition. 2 Auflage, Elsevier Applied Science, London and New York (1999)
- Connor WE (2000) Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *Am J Clin Nutr.* 71: 171S-175S
- Wang C, Harris WS, Chung M, Lichtenstein AH, Balk EM, Kupelnick B, Jordan HS, Lau J (2006) n-3

- Fatty acids from fish or fish-oil supplements, but not alpha-linolenic acid, benefit cardiovascular disease outcomes in primary- and secondary-prevention studies: a systematic review. Am J Clin Nutr.* 84: 5–17
22. Hooper L, Thompson RL, Harrison RA, Summerbell CD, Ness AR, Moore HJ, Worthington HV, Durrington PN, Higgins JPT, Capps NE, Riemersma RA, Ebrahim SBJ, Smith GD (2006) Risks and benefits of omega 3 fats for mortality, cardiovascular disease, and cancer: systematic review. *Br Med J.* 332: 752–760
 23. Balk EM, Lichtenstein AH, Chung M, Kupelnick B, Chew P, Lau J (2006) Effects of omega-3 fatty acids on serum markers of cardiovascular disease risk: a systematic review. *Atherosclerosis.* 189: 19–30
 24. Nürnberg K, Dannenberger D, Ender K (2004) Fleisch – wertvoller durch Anreicherung mit n-3-Fettsäuren. *Ernährungsumschau.* 51: 409–413
 25. Collomb M, Bütikofer U, Sieber R, Jeangros B, Bosset JO (2002) Composition of fatty acids in cow's milk fat produced in the lowlands, mountains and highlands of Switzerland using high-resolution gas chromatography. *Int Dairy J.* 12: 649–659
 26. Bisig W, Collomb M, Bütikofer U, Sieber R, Bregy M, Etter L. Ergebnisse aus dem Bergmilchprojekt – Einfluss von verschiedenen Faktoren auf das Fettsäuremuster der Milch. In: *Tagungsband – Der besondere Wert graslandbasierter Milch. Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux, Bern* (2007)
 27. Collomb M, Bütikofer U, Sieber R, Jeangros B, Bosset JO (2002) Correlation between fatty acids in cows' milk fat produced in the Lowlands, Mountains and Highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder. *Int Dairy J.* 12: 661–666
 28. Collomb M, Sollberger H, Bütikofer U, Sieber R, Stoll W, Schaeren W (2004) Impact of a basal diet of hay and fodder beet supplemented with rapeseed, linseed and sunflowerseed on the fatty acid composition of milk fat. *Int. Dairy J.* 14: 549–559
 29. Gerber N. The role of meat in human nutrition for the supply with nutrients, particularly functional long-chain n-3 fatty acids. *Dissertation Nr. 17232. ETH Zürich* (2007)
 30. Bee G, Guex G, Herzog W (2004) Free-range rearing of pigs during the winter: adaptations in muscle fiber characteristics and effects on adipose tissue composition and meat quality traits. *J Anim Sci.* 82: 1206–1218
 31. Bee G, Jacot S, Guex G, Biolley C (2008) Effects of two supplementation levels of linseed combined with CLA or tallow on meat quality traits and fatty acid profile of adipose and different muscle tissues in slaughter pigs. *Animal.* 2: 800–811

Zusammenfassung

α -Linolensäure (ALA) und Linolsäure (LA) sind essenzielle Fettsäuren, aus denen die langkettigen (LC) PUFA dieser zwei Reihen hergestellt werden. Die Umwandlungsrate von ALA zu EPA und DHA ist jedoch sehr gering. Wegen dieser niedrigen Umwandlungsrate wird empfohlen, 300–400 mg EPA und DHA pro Tag zu konsumieren. Über den Zusammenhang zwischen dem geringen Auftreten von kardiovaskulären Erkrankungen (CVD) und hohem Fisch(-öl) Konsum ist viel publiziert worden. Dem gegenüber sind die Hinweise auf einen direkten Effekt von ALA auf das CVD-Risiko limitiert. Meist wird auf die indirekte Wirkung von ALA als Vorläufer für n-3 LC PUFA hingewiesen. In der Schweiz und den anliegenden Gebieten wird nicht viel fetter Meerfisch (Quelle von n-3 LC PUFA) verzehrt, und so leisten Milch- und Fleischprodukte einen gewissen Beitrag zur empfohlenen Menge an n-3 Fettsäuren, wobei Produkte von der Alp wegen des erhöhten Weidefütterungsanteils reicher an ALA, EPA und DHA sind. Die n-3 PUFA-Konzentration in tierischen Produkten ist bei Grünlandfütterung (Weidefütterung) bedeutend höher als bei der Produktion mit einem hohen Anteil an Kraftfutter. Aus ernährungsphysiologischer Sicht reichen diese Mengen jedoch nicht aus, um einen substanziellen Beitrag zur ALA oder LC PUFA-Zufuhr zu leisten.

Summary

Health benefits of omega-3-fatty acids and the contribution of products from mountain pastures to the supply

Karin Wehrmüller, Alexandra Schmid, Barbara Walther, Bern

α -Linolenic acid (ALA) and linoleic acid (LA) are essential fatty acids, used by the body to assemble two different series of long chain (LC) polyunsaturated fatty acids (PUFA). However, the rate of conversion of ALA to EPA (eicosapentaenoic acid) and DHA (docosahexaenoic acid) is very low. Because of this low rate of conversion, it is recommended that 300–400 mg EPA and DHA should be consumed per day. There have been many publications about the correlation between low rates of cardiovascular disease (CVD) and high levels of consumption of fish or fish oil. In contrast, there is only limited evidence of a direct effect of ALA on the risk of CVD. It is most often suggested that there may be an indirect effect of ALA, as a precursor of n-3 LC PUFA. People living in Switzerland and neighbouring areas do not eat much fatty sea fish (the source of n-3 LC PUFA). As a consequence, milk and meat products will make some contribution to the recommended quantity of n-3 fatty acids. Products from high mountain pastures are richer in ALA, EPA and DHA, because of the greater proportion of pasture feeding. The n-3 PUFA concentration in animal products is much higher with pasture feeding than with a high proportion of concentrated feed. Nevertheless, these quantities are not large enough to provide a substantial nutritional or physiological contribution to the supply of ALA or LC PUFA.

Key words: omega-3-fatty acids, milk, meat, mountain pasture production, pasture feeding

Ernährungs Umschau 55 (2008) S. 655–661