

Omega-3-Fettsäuren

Stichwort(e): Alpha-Linolensäure, DHA, Docosahexaensäure, Docosahexaensäure, Eicosapentaensäure, EPA, Fischöl, Fischölkonzentrat

Nährstoffgruppe: Fettsäuren

Vorkommen und physiologische Effekte

Vorkommen in der Nahrung

In unserer Ernährung kommen Omega-3-Fettsäuren besonders reichlich in fettreichen Kaltwasserfischen wie Thunfisch, Lachs, Makrele, Hering und Sardine vor. Diese reichern über den Verzehr von speziellen Mikroalgen und Kleinstkrebse Omega-3-Fettsäuren in Form von **Eicosapentaensäure** (EPA), **Docosahexaensäure** (DHA) und **Alpha-Linolensäure** (ALA) in ihren Zellmembranen und Fettgewebe ein. Durch den hohen Omega-3-Gehalt bleiben die zellulären Membranen der Tiere bei niedrigen Temperaturen flexibel.

Hochwertige Fischölkapseln haben gegenüber Fisch den Vorteil, dass die darin enthaltenen Omega-3-Fettsäuren-Mengen standardisiert sind und das Fischöl von Schadstoffen befreit wurde.

Als Alternative für Vegetarier, Veganer und Menschen mit Fischaversion stehen pflanzliche Quellen zur Versorgung mit Omega-3-Fettsäuren zur Verfügung. Bestimmte DHA-reiche Mikroalgen wie die Ulkenia- oder die Schizochytriumalge können in angereicherter Form als Algenölkapseln eingenommen werden. Außerdem sind pflanzliche Öle wie das Leinöl reich an Alpha-Linolensäure. Aber auch Raps-, Nuss-, Sesam- und Sojaöl sind wertvolle Omega-3-Fettsäurelieferanten.

Mittlerweile gibt es auch Lebensmittel am Markt, die mit Omega-3-Fettsäuren angereichert werden. Hierzu zählen beispielsweise Brot, Margarine oder Eier mit einem erhöhten Omega-3-Gehalt.

Physiologische Effekte

Zellmembranen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Als Bestandteil der Zellmembranen für die Permeabilität der Zellen verantwortlich
Blutgefäße	<ul style="list-style-type: none"> ■ Steigerung der NO-induzierten Vasodilatation, ■ Reduktion von Entzündungsmarkern ■ Verringerte Freisetzung von plättchenaktivierendem Faktor und Reduktion der Thrombozytenaggregation ■ Systolische und diastolische Blutdrucksenkung ■ Steigerung der renalen Durchblutung und Verbesserung der Mikrozirkulation
Herz-Kreislauf-System	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kardioprotektive Wirkung durch antiarrhythmische und antithrombotische Effekte
Nervensystem	<ul style="list-style-type: none"> ■ Beteiligung an der Gehirn- und Nervenentwicklung ■ Synthese von Serotonin- und Dopaminrezeptoren ■ Beeinflussung der Augenfunktion durch Beteiligung der Retinaentwicklung
Fettstoffwechsel	<ul style="list-style-type: none"> ■ Alpha-Linolensäure ist die Vorstufe der Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA) ■ Positive Beeinflussung des Cholesterinspiegels durch Senkung der LDL-Werte und Erhöhung der HDL-Werte

Referenzwerte

Nährstoffbedarf

Man geht von einem täglichen Bedarf an EPA und DHA und zwischen 100 und 200 mg (Mindestzufuhr) bzw. 300 und 400 mg (wünschenswerte Zufuhr) aus. Andere Empfehlungen setzten 8 g EPA/DHA pro Woche für Frauen und 10 g EPA/DHA pro Woche für Männer an. Dies entspricht 1140 mg bzw. 1430 mg pro Tag. Zum therapeutischen Einsatz werden Dosierungen um 3,5 g/Tag empfohlen.

Erhöhter Bedarf	Schwangerschaft, Stillzeit, Wachstum, geringer Fischkonsum, entzündliche und chronisch-degenerative Erkrankungen
Besondere Risikogruppen für einen Mangel	Allergien, Morbus Alzheimer, Multiple Sklerose, Psoriasis, rheumatoide Arthritis, Makuladegeneration, ADHS

Sicherheit des Nährstoffes

Omega-3-Fettsäuren

EFSA-Meinung:
Bis zu 5 g Omega-3-Fettsäuren pro Tag haben keine negativen Effekte.

Besondere Informationen

Omega-3-Fettsäuren sind essentielle Wirkstoffe

Omega-3-Fettsäuren sind durch Doppelbindungen am dritten C-Atom gekennzeichnet. Als Ausgangssubstanz für alle ungesättigten Fettsäuren der Omega-3-Linie galt bisher die Alpha-Linolensäure. Im menschlichen Organismus kann aus dieser Fettsäure durch die Einführung weiterer Doppelbindungen und anschließender Kettenverlängerung die höher ungesättigte Fettsäure Eicosapentaensäure (EPA) aufgebaut werden, aus der wiederum durch Verlängerung und Desaturierung die Docosahexaensäure (DHA) entsteht. Diese beiden Fettsäureformen stellen für viele körpereigene Vorgänge die eigentlich bedeutsamen Wirksubstanzen der Omega-3-Linie dar. Untersuchungen zeigen, dass die Umwandlungsprozesse von Alpha-Linolensäure in EPA und weiter in DHA weit komplizierter ablaufen als bisher angenommen. Der menschliche Organismus ist aufgrund seiner Enzymausstattung nur begrenzt in der Lage, EPA und DHA selbst herzustellen, weshalb diese beiden Fettsäuren heute als essentielle Nährstoffe angesehen werden.¹

Verbesserung des Omega-3-Index

Die Omega-3-Fettsäuren EPA und DHA haben nachgewiesene günstige Effekte auf den Lipidstoffwechsel. Als labordiagnostische Messgröße eignet sich der Omega-3-Index, der den prozentualen Anteil der beiden Omega-3-Fettsäuren am Gesamtfettsäuregehalt im Serum darstellt. Ist der Omega-3-Index $< 4\%$, ist das Risiko eines plötzlichen Herztods zehnmal so wahrscheinlich als bei einem Index $> 8\%$.¹

Omega-3-Fettsäuren und das Entzündungsgeschehen

Die wichtigste Funktion von EPA und DHA ist die Bildung von Eicosanoiden, die als lokale Mediatoren wirken. Nach dem Ort ihrer Synthese unterteilt man sie in Prostaglandine, die in allen Geweben synthetisiert werden, Prostazykline, die in den Endothelzellen von Gefäßen entstehen, Thromboxane, die in den Thrombozyten gebildet werden, und Leukotriene, die die Leukozyten herstellen. Sowohl aus Omega-3- als auch aus Omega-6-Fettsäuren werden Eicosanoide gebildet, allerdings mit unterschiedlicher physiologischer Wirkung. So bilden Omega-6-Fettsäuren über die Arachidonsäure Eicosanoide der 2er und der 4er Serien, die gefäßverengende, proaggregatorische und entzündungsfördernde Effekte hervorrufen, während aus Omega-3-Fettsäuren Eicosanoide der Serien 3 und 5 entstehen, die das Gegenteil bewirken. Letztere bezeichnet man deshalb auch vereinfacht als „gute Eicosanoide“.¹ Eine gezielte Zufuhr von Omega-3-Fettsäuren hemmt den Omega-6-Metabolismus, indem sie die Umwandlungsenzyme für den Aufbau von guten Eicosanoiden nutzen. Dadurch wird die Bildung unerwünschter Eicosanoide aus Arachidonsäure reduziert, was den therapeutischen Effekt der Omega-3-Fettsäuren bei entzündlichen Erkrankungen und in der kardiovaskulären Prophylaxe erklärt.²

Entzündliche Erkrankungen: rheumatischer Formenkreis, Morbus Crohn, Psoriasis

Bei Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises können der klinische Status und die Symptomatik durch eine zusätzliche Zufuhr an EPA/DHA signifikant verbessert werden.¹⁵ Auch bei entzündlichen Darmerkrankungen wie Morbus Crohn und Colitis ulcerosa zeigen Omega-3-Fettsäuren guten therapeutischen Nutzen. Vor allem der Rückgang der klinischen Symptomatik und die Reduktion der Medikation bei Colitis ulcerosa sowie die Erhaltung symptomfreier Intervalle werden hervorgehoben.¹ Bei entzündlichen Hauterkrankungen wie Psoriasis, die unter anderem auf eine Störung des Arachidonsäurestoffwechsels zurückgeführt werden, kann eine adjuvante Supplementierung eine deutliche Verbesserung der Symptomatik wie Juckreiz, Erythem und Schuppen bewirken.¹⁶

Omega-3-Fettsäuren bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Mittlerweile ist durch epidemiologische Studien und Metaanalysen belegt, dass Omega-3-Fettsäuren eine wichtige Rolle bei der Funktionserhaltung des Herz-Kreislauf-Systems spielen. Groß angelegte klinische Studien zeigen eine signifikante Reduzierung der Gesamtmortalitätsrate sowie der Mortalität durch Herz-Kreislauf-Indizes und der Zahl plötzlicher Todesfälle.³ Alpha-Linolensäure hilft, den Gesamtcholesterin- und LDL-Spiegel zu kontrollieren^{18, 19} und die aterogene Plaquebildung sowie vaskuläre Inflammation zu reduzieren.^{20, 21} Dadurch lässt sich das Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen um 40–60 % reduzieren.¹

Weitere Studien untermauern die blutdrucksenkenden Effekte von EPA und DHA. Beide Fettsäuren können eine Blutdrucksteigerung präventiv verhindern, aber auch einen bereits bestehenden Bluthochdruck reduzieren.⁴ EPA und DHA wirken antiaggregatorisch und vasodilatatorisch auf die Endothelzellen der Gefäße und können den Triglyceridspiegel senken. Dadurch tragen sie signifikant zum Schutz vor Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei.^{5, 24}

In diesem Zusammenhang scheinen die Omega-3-Fettsäuren auch als begleitende Maßnahme beim Metabolischen Syndrom von Bedeutung. Durch die lipidsenkenden und endothelprotektiven Eigenschaften und durch Beeinflussung der Glukosehomeostasis werden Omega-3-Fettsäuren als wichtiger Teil einer Gesamttherapie gesehen.⁶ Bei Typ-2-Diabetes werden Omega-3-Fettsäuren zur Reduzierung des Risikos arterioskleriotischer und thrombogener Folgeerkrankungen eingesetzt.⁷

Prävention neurodegenerativer und depressiver Erkrankungen

Neben der Herz-Kreislauf-Prophylaxe sind Omega-3-Fettsäuren offensichtlich neuroprotektiv²⁶ und auch eine effektive Maßnahme zur Minderung des Risikos einer Demenzerkrankung. Mehrere Metaanalysen weisen auf eine Verbesserung der kognitiven Parameter bei Erkrankten hin sowie auf eine Senkung der Erkrankungsindizes.⁹ Als möglicher Wirkmechanismus kommt eine Hemmung der im Gehirn von Alzheimer-Patienten erhöhten Proylendopeptidase in Frage, wodurch der Gedächtnisverlust verhindert werden kann.¹⁰

Omega-3- Fettsäuren können auch das Verhalten und die kognitiven Fähigkeiten von Gesunden positiv beeinflussen. Eine Omega-3-Supplementierung ist mit einem erhöhten Aufmerksamkeits- und Lernvermögen assoziiert sowie mit einem generell verbesserten Stimmungsprofil durch erhöhte Vitalität und reduzierten Ärger-, Angst- und Depressionszuständen.¹¹ Durch eine signifikante antidepressive Wirkung der Omega-3-Fettsäuren, die sich durch die Ergebnisse von Metaanalysen zunehmend bestätigt, eignet sich eine Supplementierung auch als therapiebegleitende Maßnahme bei Depressionen und depressiven Verstimmungen.^{12, 13, 25}

Schwangerschaft und Stillzeit: Omega-3 für kindliche Zerebralentwicklung

Omega-3-Fettsäuren haben eine besondere Bedeutung für die Entwicklung des Fetus und des Säuglings. Es wird davon ausgegangen, dass der Fetus pro Woche ca. 30 mg Omega-3-Fettsäuren im Gehirn anreichert. Sowohl die Gehirnentwicklung als auch die Ausbildung des Sehvermögens werden dadurch beeinflusst. Ab Beginn des 3. Trimenon ist die Versorgung mit Omega-3-Fettsäuren besonders wichtig, da in dieser Zeit die Entwicklung des Zentralnervensystems stark voranschreitet. Da sich die Zerebralentwicklung bis in die ersten Monate der Geburt erstreckt, enthält die Muttermilch eine hohe Konzentration an Omega-3-Fettsäuren, die letztlich durch die Aufnahmemengen der Mutter bestimmt wird. Ein Mangel vor allem an DHA in diesen kritischen Phasen ist mit mentalen und psychomotorischen Schäden sowie Störungen der visuellen Funktionen beim Kind assoziiert.¹ Neue epidemiologische Studien konnten nachweisen, dass eine hohe Zufuhr von Omega-3-Fettsäuren in Form von Fisch während einer Schwangerschaft den Intelligenzquotienten der Kinder im späteren Leben erhöhen und das soziale Verhalten verbessern kann.⁸

Omega-3-Fettsäuren aus Fischöl müssen höchste Reinheitsanforderungen erfüllen

Bei der Supplementierung von Omega-3-Fettsäuren sollte unbedingt auf die Qualität des Rohstoffes geachtet werden. Als Ausgangsmaterial sollten nur Fischbestände aus sauberen Gewässern mit Gütesiegel herangezogen werden. Spezielle mehrstufige molekulare Destillationsvorgänge ermöglichen die Entfernung von Fremd- und Schadstoffen (oxidierte Fremdstoffe, Dioxine und Furane, polychlorierte Biphenyle, Schwermetalle, polyaromatische Kohlenwasserstoffe u.a.) sowie eine Standardisierung des EPA- und DHA-Gehalts. Durch einen Konzentrationsprozess wird ein hoher EPA- und DHA-Gehalt von 33 % EPA und 22 % DHA garantiert. Die meisten auf dem österreichischen Markt befindlichen Fischölkonzentrate können die pharmakologischen Anforderungen an Standardisierung und Reinheit nicht erfüllen, wie eine Studie der Universität Innsbruck ergab. Deshalb wird ausdrücklich zur Verwendung von standardisierten und gereinigten Omega-3-Präparaten in Prävention und Therapie geraten.¹

Leinöl – die pflanzlichen Omega-3-Fettsäuren

Leinöl wird aus den reifen Samen des Flachs (*Linum usitatissimum*) gewonnen. War es früher ein beliebtes Hausmittel gegen Husten, Verbrennungen und Magenbeschwerden, so findet es heute wegen des hohen Anteils an der essentiellen Omega-3-Fettsäure Alpha-Linolensäure präventiv und therapeutisch Anwendung in der Naturheilkunde sowie in der begleitenden Mikronährstofftherapie. Während EPA und DHA vorwiegend bei entzündlichen Prozessen Anwendung finden, wird Alpha-Linolensäure zur Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen eingesetzt.

Leinöl kann die Produktion entzündungsfördernder Zytokine reduzieren,¹⁷ hilft dabei, den Gesamtcholesterin- und LDL-Spiegel zu kontrollieren^{18, 19} und die atherogene Plaquebildung sowie vaskuläre Inflammation zu reduzieren.^{20, 21} Leinölsupplemente zeigen zudem eine signifikante Verbesserung der Immunkompetenz.²²

Studien lassen vermuten, dass das Fettsäuremuster auch Einfluss auf das psychosoziale Verhalten eines Menschen haben könnte. So zeigen Personen mit niedrigen Omega-3- und hohen Omega-6-Werten impulsivere Verhaltensweisen als Personen mit hohen Omega-3- und niedrigen Omega-6-Werten.²³

Labordiagnostik

Parameter	Substrat	Referenzwert	Beschreibung
Fettsäuren (Gesamt)	Serum	1600–2900 mg/l	Fettsäureprofil
Omega-3-Fettsäuren	EDTA	50–250 mg/l	Fettsäureprofil, Omega-3-Index
Omega-3-Index (EPA und DHA)	EDTA	> 8,0 % FS	Omega-3-Index
EPA (20 : 5)	EDTA	11–33 mg/l	Omega-3-Index
DHA (22 : 6)	EDTA	47–92 mg/l	Omega-3-Index

Mögliche Mangelsymptome

Auswirkung auf	Symptomatik
Zelle	Gestörte Flexibilität und Permeabilität der Zellmembranen
Haut	Trockene, schuppige Haut Erhöhte Atopie- und Ekzemerneigung
Immunsystem	Vermehrte Produktion entzündungsfördernder Zytokine begünstigt Infektanfälligkeit und Auftreten von Atopien
Schwangerschaft	Mangelhafte embryonale ZNS-Entwicklung durch verminderten DHA-Einbau in Synapsen und daraus resultierende Verringerung der kognitiven Leistungsfähigkeit
Kinder	Konzentrationsstörungen, Auffälligkeiten in der Entwicklung und dem Verhalten
Erhöhtes Risiko für	Arteriosklerose, ADHS, Depressionen, Morbus Alzheimer

Indikation

Effekt	Indikation	Dosierung
Physiologische Effekte mit niedrigen Nährstoffdosierungen	Zur allgemeinen Prävention	1–1,5 g/d
	Therapeutisch begleitend bei Allergien, <i>Asthma bronchiale</i> , allergischer Rhinitis, COPD, <i>Thyreoditis</i>	1,5–4g/d
	Zur Unterstützung bei ADHS & Hyperaktivität	1–5 g/d
	Therapeutisch begleitend bei <i>Depressionen</i> , <i>Demenz</i> , <i>Morbus Alzheimer</i>	1,5–4 g/d
	Während der <i>Schwangerschaft und Stillzeit</i> zur Unterstützung der zerebralen Entwicklung des Kindes	1–3 g/d
Pharmakologische Effekte mit hohen Nährstoffdosierungen	Therapeutisch begleitend bei <i>Herz-Kreislauf-Erkrankungen</i> und als Sekundärprophylaxe nach Herzinfarkt, <i>Arrhythmien</i> und <i>Hypertonie</i>	1,5–6 g/d

Einnahme

Allgemeiner Einnahmemodus

Wann	Omega-3-Fettsäuren sollten zu den Mahlzeiten eingenommen werden. Hinweis: <ul style="list-style-type: none">■ Die Einnahme sollte regelmäßig und langfristig erfolgen.■ Die Kombination mit Antioxidantien wird empfohlen, da unerwünschte Lipidperoxidationen die biologische Wirksamkeit einschränken können.■ Die Anwendung bei Personen unter Medikation mit Gerinnungshemmern sollte unter ärztlicher Kontrolle erfolgen.
------	--

Nebenwirkungen

Omega-3-Fettsäuren verringern bei Langzeiteinnahme die **Plättchenaggregation**, die Bildung des thrombozytenaggregationsfördernden Thromboxans und senken den Spiegel des plasmatischen Faktors VII und des Fibrinogens. Dadurch wird die Blutgerinnung moderat verlängert, wodurch sich der Bedarf an Warfarin oder Phenprocoumon verringert und eine Dosisanpassung erforderlich macht.

Kontraindikationen

Akute Pankreatitis, Leberzirrhose, Gallenblasenentzündung, Gerinnungsstörungen

Interaktionen

Interaktionen mit Arzneimitteln

Antikoagulantien (z.B. Phenprocoumon, ASS)	Können in hoher Dosierung unter einer Therapie mit Vitamin-K-Antagonisten oder ASS die Blutungszeit verlängern und die Thrombozytenaggregation vermindern (INR-Werte kontrollieren).
NSAIDs (z.B. Ibuprofen, ASS, Diclofenac)	Durch die antiinflammatorische und immunmodulierende Wirkung von Omega-3-Fettsäuren kann der Bedarf an NSAIDs verringert werden.
Psychostimulantien (Methylphenidat)	Omega-3-Fettsäuren können die Wirksamkeit von Methylphenidat verbessern.
Cholesterinsenker (Statine)	Unterstützung der Statintherapie durch kardioprotektive und lipidmodulierende Effekte von Omega-3-Fettsäuren.

Interaktionen mit anderen Nährstoffen

Glukosamin	Omega-3-Fettsäuren und Glukosamin ergänzen sich in ihrer antientzündlichen Wirkung in der Therapie entzündlicher Erkrankungen des Bewegungsapparates.
------------	---

Verbindungen

Beschreibung des Mikronährstoffes	Mehrfach ungesättigte Fettsäuren vom Omega-3-Typ
Verbindungen	<p>Fischölkonzentrate:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hier liegen EPA und DHA gebunden als Triglyceride vor. ■ Die ebenfalls erhältliche Esterform ist in der EU nicht zugelassen. <p>Pflanzliche Omega-3-Fettsäuren</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Leinöl (Alpha-Linolensäure) ■ DHA-reiche Mikroalgen (Ulkenia sp., Schizochytrium sp.)

Referenzen

- ¹ Hahn, A. et al. Ernährung. Physiologische Grundlagen, Prävention, Therapie. 2006.
- ² Nannicini, F. et al. 2006. Alpha-linolenic acid and cardiovascular diseases, omega-3 fatty acids beyond eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid. *Minerva Cardioangiol.* 54(4):431–42.
- ³ Holub, B. J. 2009. Docosahexaenoic acid (DHA) and cardiovascular disease risk factors. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids.*
- ⁴ Lukiw, W. J., Bazan, N. G. 2008. Docosahexaenoic acid and the aging brain. *J Nutr.* 138(12):2510–4.
- ⁵ Cansev, M. et al. 2008. Oral administration of circulating precursors for membrane phosphatides can promote the synthesis of new brain synapses. *Alzheimers Dement.* 4(1 Suppl 1):153–68.
- ⁶ Mukherjee PK, Chawla A, et al. 2007. Docosanoids are multifunctional regulators of neural cell integrity and fate: significance in aging and disease. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids.* 77(5–6).
- ⁷ Yurko-Mauro, K. et al. 2009. Results of the MIDAS Trial: Effects of Docosahexaenoic Acid on Physiological and Safety Parameters in Age related Cognitive Decline. *International Conderence; Alzheimer's Association.*
- ⁸ Helland, I. B. et al. 2003. Maternal supplementation with very long-chain n-3 fatty acids during pregnancy and lactation augments children's IQ at 4 years of age. *Pediatrics.* 111(1):39–44.
- ⁹ Issa, A. M. et al. 2006. The efficacy of omega-3 fatty acids on cognitive function in aging and dementia: a systematic review. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 21(2):88–96.
- ¹⁰ Park, Y. S. et al. 2006. Propyl endopeptidase inhibitory activity of unsaturated fatty acids. *J Agric Food Chem.* 54(4):1238–42.
- ¹¹ Fontani, G. et al. 2005. Cognitive and physiological effects of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation in healthy subjects. *Eur J Clin Invest.* 35(11):691–9.
- ¹² Montgomery, P., Richardson, A. 2008. Omega-3 fatty acids for bipolar disorder. *Cochrane Database Syst Rev.* (2):CD005169.
- ¹³ Lin, P. Y, Su, K. P. 2007. A meta-analytic review of double-blind, placebo-controlled trials of antidepressant efficacy of omega-3 fatty acids. *J Clin Psychiatry.* 68(7):1056–61.
- ¹⁴ Ferrucci, L. et al. 2005. Relationship of plasma polyunsaturated fatty acids to circulating inflammatory markers. *J Clin.*
- ¹⁵ Volker, D. et al. 2000. Efficacy of fish oil concentrate in the treatment of rheumatoid arthritis. *J Rheumatol.* 27(10):2305–7.
- ¹⁶ Simopoulos, A. P. 2002. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune disease. *J Am Coll Nutr.* 21(6):495–505.
- ¹⁷ James, M. J. et al. 2000. Dietary polyunsaturated fatty acids and inflammatory mediator production. *Am J Clin Nutr.* 71 (1 Suppl):343S–8S.
- ¹⁸ Bloedon, L. T., Szapary, P. O. 2004. Flaxseed and cardiovascular risk. *Nutr Rev.* 62(1):18–27.
- ¹⁹ Luca, E. A. et al. 2004. Flaxseed reduces plasma cholesterol and atherosclerotic lesion formation in ovariectomized Golden Syrian hamsters. *Atherosclerosis.* 173(2):223–9.
- ²⁰ Michael, H. 2006. Davidson, Mechanisms for the Hypotriglyceridemic Effect of Marine Omega-3 Fatty Acids. *Am J Cardiol.* 98(4A):27i–33i.
- ²¹ Kelley, D. S. et al. 1991. Dietary alpha-linolenic acid and immunocompetence in humans. *Am J Nutr.* 53(1):40–6.
- ²² Zhao, G. et al. 2004. Dietary alpha-linolenic acid reduces inflammatory and lipid cardiovascular risk factors in hypercholesterolemic men and women. *J Nutr.* 134(11):2991–7.

- ²³ Emanuele, E. et al. 2008. Serum omega-3 fatty acids are associated with ultimatum bargaining behaviour. *Physiol Behav.*
- ²⁴ Bowen, K. J. et al. 2016. Omega-3 Fatty Acids and Cardiovascular Disease: Are There Benefits? *Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine.* 18(11).
- ²⁵ Saunders, E. F. et al. 2016. Reconsidering Dietary Polyunsaturated Fatty Acids in Bipolar Disorder: A Translational Picture. *The Journal of Clinical Psychiatry.*
- ²⁶ Cutuli, D. 2016. Functional and structural benefits induced by omega-3 polyunsaturated fatty acids during aging. *Current Neuropharmacology CN.* 14(999):1–1.

Referenzen Interaktionen

Stargrove, M. B. et al. *Herb, Nutrient and Drug Interactions: Clinical Implications and Therapeutic Strategies*, 1. Auflage. St. Louis, Missouri: Elsevier Health Sciences, 2008.

Gröber, U. *Mikronährstoffe: Metabolic Tuning – Prävention – Therapie*, 3. Auflage. Stuttgart: WVG Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 2011.

Gröber, U. *Arzneimittel und Mikronährstoffe: Medikationsorientierte Supplementierung*, 3. aktualisierte und erweiterte Auflage. Stuttgart: WVG Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 2014.