

Der Fettsäure-Status: Grundlagen, Diagnostik, diätetische Beeinflussung

Von Dr. rer. nat. Wolfgang Bayer

Dieser Text ist die gekürzte Fassung des Beitrages, den der Autor im Journal für Orthomolekulare Medizin, 13. Jahrgang, 4(2005), veröffentlicht hat. Das Heft kann über **PreventNetwork** bestellt werden.

Essentielle Fettsäuren haben neben anderen Mikronährstoffen eine wichtige biomedizinische Bedeutung. Sie sind Energieträger, Baustoffe der Biomembranen von Zellen, und Prostaglandine oder Leukotriene, Metabolite der Fette, sind hormonähnliche Substanzen mit wichtigen Regulationsfunktionen. Obwohl der menschliche Organismus dazu befähigt ist, zahlreiche Fettsäuren selbst zu synthetisieren, ist die nutritive Aufnahme von Fetten die Hauptquelle bezüglich der Versorgung mit Fettsäuren. dies gilt vor allem für essentielle mehrfach ungesättigte Fettsäuren, die vom menschlichen Organismus nicht gebildet werden können. Da die einzelnen Fettsäuren in sehr unterschiedlichen Nahrungsmitteln vorkommen, beeinflusst die Nahrungsauswahl den Fettsäurestatus, wobei vor allem Leinöl, Fischöl und Algenöl Anwendung finden. Während Leinöl eine wichtige Quelle für die essentielle Fettsäure α -Linolensäure darstellt, werden über Fischöl vor allem die längerkettigen Omega-3-Fettsäuren Eicosapentaensäure und Docosahexaensäure zugeführt. Da Aufnahme und weitere Metabolisierung zugeführter Fettsäuren individuell sehr unterschiedlich sein können, ist die Erhebung eines Fettsäurestatus eine wichtige diagnostische Maßnahme für den gezielten diätetischen bzw. therapeutischen Einsatz von Fettsäuren.

Einleitung

Fette werden in großen Mengen verzehrt und ihr Anteil an der Energiezufuhr in Mitteleuropa beträgt ca. 35 bis 40 %. Fette sind wichtige Geschmacksträger und fettarme Kost wird von vielen Menschen als wenig schmackhaft empfunden. Dennoch haben Fette in der allgemeinen Öffentlichkeit einen schlechten Ruf. Sie gelten als „Dickmacher“ und als Risikofaktor im Hinblick auf Erkrankungen wie Arteriosklerose mit nachfolgendem Herzinfarkt und Schlaganfall.

Diese Betrachtungsweise ist jedoch einseitig. Fette erfüllen in Zellen und Geweben lebenswichtige Funktionen. sie sind wichtige Energieträger und stellen die mengenmäßig bedeutendste Energiereserve des Menschen dar. Sie sind Quelle essentieller Fettsäuren, unersetzliche Baustoffe der Biomembranen von Zellen und Organellen, sie dienen der mechanischen und elektrischen Isolierung von Zellen und Metabolite der Fette wie Prostaglandine oder Leukotriene sind hormonähnliche Substanzen mit wichtigen Regulationsfunktionen.

Nahrungsaufnahme von Fettsäuren

Die Nahrungsfette bestehen fast ausschließlich aus Triglyceriden. Nach den aktuellen Empfehlungen der Deutschen, Österreichischen und Schweizer Gesellschaft für Ernährung (D.A.CH., 2000) sollte die Fettaufnahme des

erwachsenen Menschen mit maximal 30 % zur Gesamtnahrungsenergie beitragen. Wie bereits eingangs erwähnt, liegt dieser Wert aktuell bei 35 bis 40 %, so dass die Zufuhr an Nahrungsfetten insgesamt abgesenkt werden sollte. Wichtig ist die Art der zugeführten Fettsäuren. Gesättigte Fettsäuren sollten einen Anteil von einem Drittel der als Fett zugeführten Energie nicht überschreiten. Jeweils ein weiteres Drittel sollte aus einfach ungesättigten und mehrfach ungesättigten Fettsäuren zusammengesetzt werden.

Gesättigte Fettsäuren werden vor allem über fettes Fleisch, Wurst, Sahne und fetten Käse zugeführt. Hauptquelle für die einfach ungesättigten Fettsäuren, deren wichtigster Vertreter die Ölsäure ist, ist das Olivenöl. Auch Rapsöl hat einen hohen Anteil an Ölsäure.

Bei den mehrfach ungesättigten Fettsäuren sollte die Zufuhr von Omega-3-Fettsäuren erhöht und von Omega-6-Fettsäuren abgesenkt werden, um ein wünschenswertes Verhältnis von 5:1 von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren zu erhalten. Dieses Verhältnis liegt aktuell bei etwa 10:1, was zumindest zum Teil auf einen hohen Konsum von Ölen bzw. deren industrielle Verwendung (Margarine) zurückzuführen ist, die reich an Omega-6-Fettsäuren sind, wie z.B. Sojaöl, Weizenkeimöl, Maiskeimöl, Sonnenblumenöl und Distelöl. Ein Verzehr dieser Öle sollte daher eingeschränkt werden. Reich an Omega-3-Fettsäuren ist das Leinöl, das ca. 55 %

α -Linolensäure enthält. Aber auch Rapsöl mit etwa 10 % α -Linolensäure hat ein günstiges Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren. Wichtige Quelle für die längerkettigen Omega-3-Fettsäuren Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA) sind fette Fische, Fischöl und Algenöl, wobei Algenöl jedoch praktisch nur DHA enthält.

Biokinetik der Fettsäuren

Aufnahme und Resorption

Die oral aufgenommenen Nahrungsfette werden sehr gut resorbiert, wenn keine gastrointestinalen Erkrankungen vorliegen, die mit einer gestörten Fettresorption einhergehen. Bei präexistierenden Grunderkrankungen wie z.B. einer exokrinen Pankreasinsuffizienz kann die Fettsäureresorption jedoch stark beeinträchtigt sein. Im Duodenum werden die Nahrungsfette (überwiegend Triglyceride) durch Gallensalze emulgiert und durch Lipasen zu Monoglyceriden und freien Fettsäuren gespalten. Nach Resorption der freien Fettsäuren und Monoglyceride, überwiegend durch passive Diffusion, werden in der Mukosa die Triglyceride resynthetisiert und durch Chylomikronen zu Geweben transportiert bzw. im Fettgewebe gespeichert.

Biosynthese von Fettsäuren

Der menschliche Organismus ist zu einer endogenen Synthese von Fettsäuren befähigt. aus Grundbausteinen wie Glukose können in der Leber (und einigen anderen Geweben) Fettsäuren durch das Enzym Fettsäuresynthase gebildet werden. Ausgehend von Acetyl-Coenzym A kommt es in jedem Reaktionszyklus zu einer Verlängerung um zwei Kohlenstoffeinheiten. Auf diesem Weg entstehen gesättigte Fettsäuren bis zu einer Kettenlänge von maximal 16 Kohlenstoffatomen, also mit dem Endprodukt Palmitinsäure (16:0). Nachfolgende Reaktionen führen dann zu verlängerten gesättigten oder einfach ungesättigten Fettsäuren. Die mehrfach ungesättigten Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren können auf diesem Weg jedoch nicht gebildet werden.

Speicherung von Fettsäuren

Die Speicherung der Fette erfolgt in den Fettzellen (Adipozyten). Die Menge an Körperfett beträgt ca. 8 bis 15 kg beim Mann und ca. 10 bis 20 kg bei der Frau. Fette bilden die wichtigste Energiereserve des menschlichen Organismus. In den Fettzellen unterliegen die Fette einem ständigen Auf- und Abbau. Der Abbau von Fetten (Lipolyse) in den Adipozyten wird durch eine Hormon-sensitive Lipase reguliert.

Diagnostik

Methodik

Mit der Gaschromatographie bzw. Gaschromatographie/Massenspektrometrie steht eine moderne Methode zur Bestimmung der Fettsäuren zur Verfügung. Bestimmt werden können die freien Fettsäuren und die Gesamtfettsäuren in Serum, Erythrozyten oder auch in Geweben wie dem Fettgewebe. Die meisten Literaturarbeiten beziehen sich auf die Bestimmung der Gesamtfettsäuren im Serum. Die Triglyceridgebundenen Fettsäuren werden dabei durch Hydrolyse freigesetzt und zusammen mit den freien Fettsäuren zu ihren Methylestern umgesetzt. Die Fettsäuremethylester können dann über gaschromatographische Methoden getrennt und quantitativ bestimmt werden.

Abb. 1 (nächste Seite) zeigt den Fettsäurestatus eines Patienten mit Zustand nach Herzinfarkt.

Im Rahmen dieses Fettsäurestatus werden fünf gesättigte, zwei einfach ungesättigte, drei mehrfach ungesättigte Omega-3- und vier mehrfach ungesättigte Omega-6-Fettsäuren bestimmt. Gleichzeitig werden Verhältnisse der einzelnen Fettsäuregruppen zueinander erhoben, wobei besonders das Verhältnis der Omega-6- zu den Omega-3-Fettsäuren wichtig ist.

Bei dem in Abb. 1 dargestellten 63-jährigen Patienten mit Zustand nach Herzinfarkt fallen zunächst die hohen Werte der gesättigten Fettsäuren auf, was vor dem Hintergrund der bestehenden Grunderkrankung als ungünstig anzusehen ist, wie im folgenden noch dargestellt wird. Unzureichend ist die Situation bei den Omega-3-Fettsäuren EPA und DHA, die hier niedrige Werte aufweisen. Bei gleichzeitig normaler Konzentration von α -Linolensäure weist dies darauf hin, dass die Metabolisierung von α -Linolensäure zu EPA und DHA eingeschränkt ist. Die für diese Umwandlung erforderlichen Desaturasen nehmen mit zunehmendem Alter bezüglich ihrer Aktivität ab. Bei normalen Werten der Omega-6-Fettsäuren ergibt sich infolge der insgesamt niedrigen und unzureichenden Versorgungslage bezüglich der Omega-3-Fettsäuren ein mit 21,0 erheblich erhöhter Quotient von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren.

Der Fettsäurestatus als Spiegelbild der Fettaufnahme

Die Menge und Art der aufgenommenen Fettsäuren bestimmt den Fettsäurestatus. so sind z.B. hohe Werte der gesättigten Fettsäuren in aller Regel Ausdruck einer hohen Aufnahme tierischer Fette wie fettes Fleisch, fette Wurst, fettreiche Milchprodukte etc. Vor allem für

Palmitinsäure finden sich unter diesen Bedingungen zum Teil stark über die Norm angestiegene Werte. Hohe Werte gesättigter Fettsäuren können z.B. im Hinblick auf kardiovaskuläre Erkrankungen einen Risikofaktor darstellen, so dass aus dem Befund erhöhter gesättigter Fettsäuren eine Ernährungsempfehlung im Sinne einer Einschränkung der Aufnahme tierischer Fette abgeleitet werden kann. Die einfach ungesättigte Fettsäure Ölsäure stellt einen Marker für die Aufnahme von Ölen, die reich an Ölsäure sind, dies gilt insbesondere für Olivenöl. Der Status bezüglich der Versorgung mit Omega-3-Fettsäuren lässt sich an den Werten für α -Linolensäure, EPA und DHA erkennen. Gleichzeitig ergibt sich aus dem Verhältnis von α -Linolensäure zu EPA ein

wichtiger Hinweis darauf, in wie weit α -Linolensäure endogen in EPA umgewandelt werden kann. Dabei bestehen erhebliche individuelle Unterschiede. Auf die Möglichkeiten einer Beeinflussung der Omega-3-Fettsäuren durch Leinöl bzw. Fischöl wird im Abschnitt über diätetische Maßnahmen weiter eingegangen. Bei den Omega-3-Fettsäuren sind hohe Werte für Linolsäure ungünstig, da sie das Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren zugunsten der Omega-6-Fettsäuren verschieben. Auch erhöhte Werte für Arachidonsäure (AA) sind besonders zu beachten, da AA die Ausgangssubstanz für die Bildung proinflammatorischer Eicosanoide und Leukotriene ist. Erhöhte Werte von AA können daher im Sinne einer proinflammatorischen Komponente interpretiert werden.

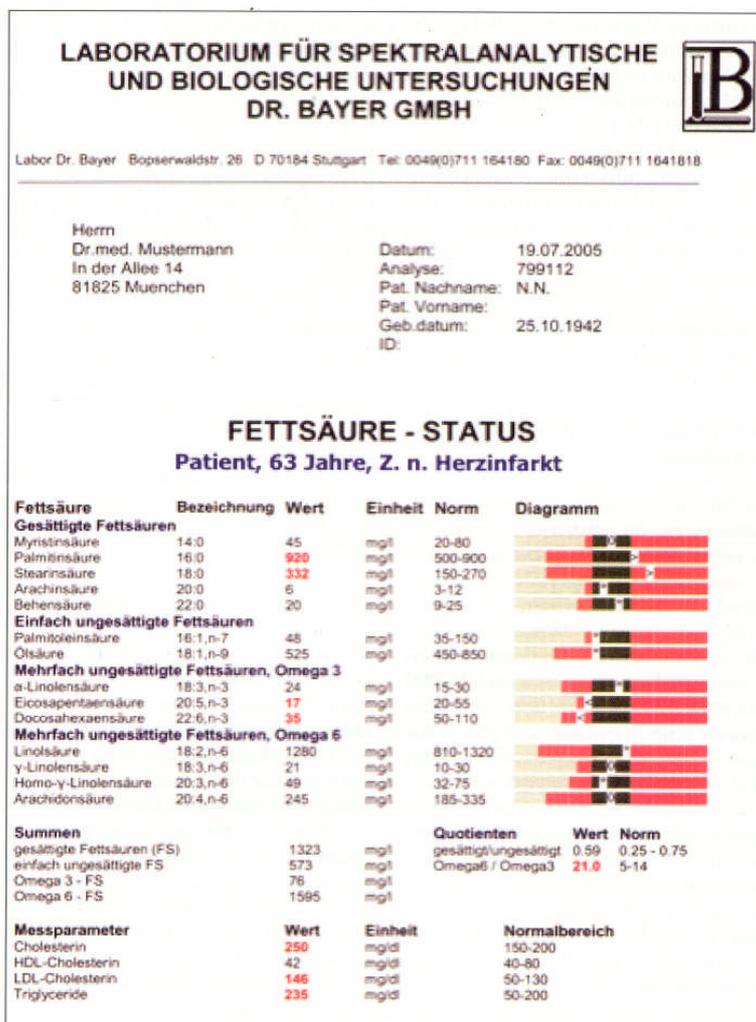


Abb. 1

Der Fettsäurestatus als Risikoindikator für kardiovaskuläre Erkrankungen

Am Beispiel kardiovaskulärer Erkrankungen lässt sich demonstrieren, dass ein veränderter Fettsäurestatus auch einen Risikoindikator für bestimmte Erkrankungen darstellen kann.

Bereits 1995 wurde darüber berichtet (Simon et al., 1995), dass die Konzentrationen gesättigter Fettsäuren im Serum direkt mit dem Auftreten einer koronaren Herzerkrankung assoziiert sind, während sich für die mehrfach ungesättigte langkettige Omega-3-Fettsäure DHA

eine inverse Beziehung zum Auftreten koronarer Herzerkrankungen nachweisen ließ. diese Korrelationen blieben auch nach Berücksichtigung der Blutfettwerte einschließlich des Verhältnisses von LDL zu HDL-Cholesterin bestehen. Im Rahmen der Physicians Health Study (Albert et al., 2000) an scheinbar gesunden jungen Männern wurde zu Beginn der Studie ein Fettsäurestatus im Serum erhoben und die Probanden wurden siebzehn Jahre beobachtet. Die Werte von 94 Patienten, die im Rahmen der Beobachtungszeit an einem plötzlichen Herztod als Erstmanifestation einer kardiovaskulären Erkrankung verstarben, wurden verglichen mit 184 Kontrollen, die den Verstorbenen in Bezug auf Alter, Rauchgewohnheiten etc. vergleichbar waren. Die Konzentrationen der längerkettigen mehrfach ungesättigten Omega-3-Fettsäuren waren umgekehrt proportional zum Risiko einen plötzlichen Herztod zu erleiden. Im Vergleich zu den Männern, die Konzentrationen dieser Fettsäuren in der höchsten Quartile aufwiesen, hatten diejenigen in der niedrigsten Quartile ein um den Faktor 5 erhöhtes Risiko für das Auftreten eines plötzlichen Herztodes. Diese Daten zeigen, dass hohe Serum-Konzentrationen der längerkettigen Omega-3-Fettsäuren streng und statistisch hoch

signifikant korreliert sind mit einem verminderten Risiko für plötzlichen Herztod bei Männern ohne vorherige Hinweise auf eine kardiovaskuläre Erkrankung.

Diätetische Beeinflussung des Fettsäurestatus: Leinöl, Fischöl, Algenöl

Will man die Versorgungslage bezüglich der mehrfach ungesättigten Fettsäuren zu Gunsten der Omega-3-Fettsäuren verschieben, muss man sich zuerst einmal die Nahrungsquellen der einzelnen mehrfach ungesättigten Fettsäuren verdeutlichen. So kann eine Verbesserung der Versorgungssituation bezüglich der Omega-3-Fettsäuren erfolgen durch die Gabe von

- Leinöl
- Fischöl
- Algenöl.

Gleichzeitig kann es hilfreich sein, die Zufuhr an mehrfach ungesättigten Omega-6-Fettsäuren einzugrenzen. Öle wie Sonnenblumenöl, Maisöl und Distelöl sind reich an Omega-6-Fettsäuren und haben ein Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren von 60:1 bis 160:1. Eine Einschränkung des Konsums dieser Öle führt also zu einer Verminderung der Zufuhr von Omega-6-Fettsäuren (Abb. 2).

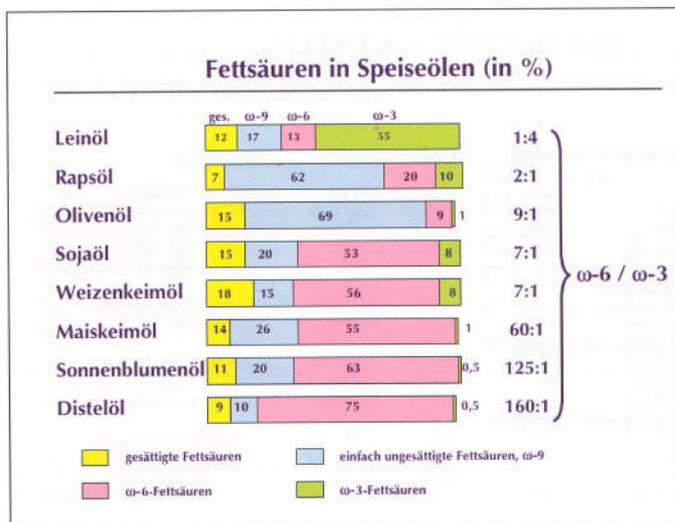


Abb. 2: Fettsäuregehalte verschiedener gebräuchlicher Speiseöle im Hinblick auf gesättigte, einfach ungesättigte und mehrfach ungesättigte Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren

Arachidonsäure, eine wichtige Ausgangssubstanz für die Bildung proinflammatorischer Eicosanoide und Leukotriene, findet sich überwiegend in tierischen Produkten, vor allem in Innereien. Extrem hohe Werte für Arachidonsäure lassen sich im Schweineschmalz nachweisen. Auch Hühnereier sind reich an Arachidonsäure. Eine Einschränkung des Konsums dieser Nahrungsmittel vermindert nicht nur die Zufuhr dieser Omega-6-Fettsäure, sondern hat auch eine anti-inflammatorische Komponente. Auch eine Erhöhung der Zufuhr von Omega-3-Fettsäuren ist daher eine

immunmodulatorische Maßnahme im Sinne einer anti-inflammatorischen Beeinflussung, wie dies bei verschiedenen chronisch-entzündlichen Erkrankungen mit autoimmuner Komponente nützlich sein kann, wie z.B. rheumatoider Arthritis, entzündlichen Darmerkrankungen und Psoriasis (Übersicht bei Simopoulos,2002).

Leinöl

Leinöl enthält ca. 55 % α -Linolensäure und ist eine besonders gute Quelle für diese Omega-3-Fettsäure.

Aus den bisherigen Erfahrungen nach der Erhebung von mehreren tausend Fettsäureprofilen kann folgende vorläufige Einschätzung der Effekte von Leinöl auf die Omega-3-Fettsäuren abgegeben werden. Unter der Einnahme von 30 bis 30 ml Leinöl pro Tag für mehrere Wochen können folgende Veränderungen der Omega-3-Fettsäuren beobachtet werden:

1. Ein Anstieg der Werte für α -Linolensäure um das ca. Zwei- bis Fünffache. Auf der Basis eines Ausgangswertes von 20 mg/l für α -Linolensäure wird also ein Wertebereich von etwa 40 bis 100 mg/l erreicht, wobei die Reaktionen individuell sehr unterschiedlich sind.
2. Bei ca. 70 % der Patienten kommt es zu einem Anstieg der EPA-Konzentrationen um etwa 50 bis 150 %. Bei den restlichen 30 % lässt sich kein relevanter Anstieg von EPA nachweisen.
3. Ein signifikanter Anstieg der Konzentrationen von DHA unter Einnahme von Leinöl ist in der Regel nicht zu beobachten.

Fischöl

Fischöl ist reich an EPA und DHA, wobei die meisten Fischölprodukte 60 bis 70 % EPA und 30 bis 40 % DHA enthalten. Da Fischöl mehr EPA als DHA enthält, sind die Anstiege der EPA-Konzentrationen in der Regel auch stärker ausgeprägt.

Algenöl

Manche Patienten empfinden Geruch und Geschmack von Fischöl als störend und nehmen entsprechende Produkte nur ungern ein. Seit einiger Zeit steht nun eine weitere Quelle für Omega-3-Fettsäuren zur Verfügung und zwar in Form von Algenöl, das aus der Alge *Schizochytrium* sp. gewonnen wird. Dieses Öl enthält ca. 35 % DHA, jedoch kaum EPA. Allerdings kann in den Peroxisomen der Leber ein Abbau sehr langkettiger mehrfach ungesättigter Fettsäuren im Sinne einer Kettenkürzung stattfinden, so dass aus DHA in begrenztem Umfang wahrscheinlich auch EPA gebildet werden kann. Hier sind jedoch weitere Studien erforderlich, um genaue Daten zu gewinnen.

Fazit

Eine diätetische Beeinflussung des Fettsäurestatus ist auf verschiedenen Ebenen möglich. Zu berücksichtigen ist, dass starke individuelle Unterschiede hinsichtlich Resorption und weiterer Metabolisierung der zugeführten Fettsäuren bestehen können. Die Erhebung eines Fettsäurestatus ist daher eine wichtige Voraussetzung, um den diätetischen

bzw. therapeutischen Einsatz von Fettsäuren zu optimieren. Zusammenfassend können folgende Empfehlungen zur Optimierung der Fett- bzw. Fettsäure-Zufuhr gegeben werden:

1. Reduktion der Fettzufuhr auf 30 % des Energiebedarfs.
2. Tierische Fette einschränken, diese enthalten viele gesättigte Fettsäuren und Arachidonsäure.
3. Aufnahme von Omega-6-Fettsäuren beschränken, d.h. Öle wie Mais-, Sonnenblumen- und Distelöl weniger verwenden.
4. Öle wie Leinöl und Rapsöl, die reich an α -Linolensäure sind, mehr verwenden.
5. Zwei Fischmahlzeiten pro Woche, auch mit fettem Fisch (Lachs, Makrele, Hering).
6. Bei Bedarf zusätzlich Supplementierung von Omega-3-Fettsäuren in Form von Kapseln. Dafür kommen vor allem solche mit Fischöl oder hochreinem Omega-3-Fettsäure-Konzentrat in Frage (z.B. Super EPA von Thorne Research), ferner Algenölkapseln. Auch Leinöl gibt es in Form von Kapseln (z.B. Flax Seed Oil Softgels von Allergy Research Group) für jene, die den Geschmack des Leinöls nicht schätzen.

Literaturangaben

Albert, C.H.M. et al.: Blood levels of long-chain n-3 fatty acids and the risk of sudden death. *New.Engl.J.Med.*346, 113-1118, 2002

Simon, J.A. et al.: Serum fatty acids and the risk of coronary heart disease. *Am.J.Epidemiol.* 142,469-476, 1995

Simopoulos, A.P.: Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *J.Am.Coll.Nutr.* 21,495-505, 2002

Anschrift des Autors:

Dr. Wolfgang Bayer,
Laboratorium für spektralanalytische und biologische Untersuchungen Dr. Bayer GmbH,
Bopserwaldstraße 26, D 70184 Stuttgart,
info@labor-bayer.de

Bestellungen des Heftes mit dem Originalbeitrag an **PreventNetwork**, Fax Deutschland: 01805 11 44 35, Fax Österreich 01-503 46 77 oder an den Reglin-Verlag Köln, Fax 0221-350 86 49