

# JOURNAL FÜR ERNÄHRUNGSMEDIZIN

KIEFER I, BERGHOFER E, BLASS M, BURGER P, HOPPICHLER F  
*Functional Food - Lebensmittel mit Zusatznutzen?*

*Journal für Ernährungsmedizin 2002; 4 (2) (Ausgabe für  
Österreich), 10-15*

**Homepage:**

**[www.kup.at/  
ernaehrungsmedizin](http://www.kup.at/ernaehrungsmedizin)**

**Online-Datenbank mit  
Autoren- und Stichwortsuche**

*Mit Nachrichten der*



**INTERDISZIPLINÄRES ORGAN FÜR PRÄVENTION UND  
THERAPIE VON KRANKHEITEN DURCH ERNÄHRUNG**

# Erschaffen Sie sich Ihre ertragreiche grüne Oase in Ihrem Zuhause oder in Ihrer Praxis

## Mehr als nur eine Dekoration:

- Sie wollen das Besondere?
- Sie möchten Ihre eigenen Salate, Kräuter und auch Ihr Gemüse ernten?
- Frisch, reif, ungespritzt und voller Geschmack?
- Ohne Vorkenntnisse und ganz ohne grünen Daumen?

**Dann sind Sie hier richtig**



# Functional Food\* – Lebensmittel mit Zusatznutzen?

I. Kiefer<sup>1</sup>, P. Burger<sup>2</sup>, M. Blass<sup>3</sup>, E. Berghofer<sup>4</sup>, F. Hoppichler<sup>5</sup>

Functional Foods sind Produkte, die neben der Ernährungs- und Genußfunktion einen „added value“, einen positiven Einfluß auf die Gesundheit, das körperliche und geistige Wohlbefinden, haben und präventiv wirken. Derzeit gibt es keine speziellen gesetzlichen Anforderungen, die nicht auch für herkömmliche Lebensmittel gelten, eine Gesundheitsschädlichkeit muß ausgeschlossen sein. Es kann noch immer nicht ganz klar zwischen möglicher und gesicherter Wirkung unterschieden werden. Auch die Frage der Dosierung ist für viele potentielle Inhaltsstoffe von Functional Foods noch nicht definiert. Die Zukunft dieser Produktgruppe hängt langfristig von der wissenschaftlich nachweisbaren physiologischen und biochemischen Wirkung, aber auch von der gesetzlichen Regelung der Werbeaussagen ab. Aus ernährungswissenschaftlicher Sicht bieten Functional Foods die Möglichkeit, die Gesundheitssituation der Bevölkerung günstig zu beeinflussen, wobei aber potentielle Benefits nur gegeben sind, wenn sie als Teil einer abwechslungsreichen Mischkost konsumiert werden.

**Schlüsselwörter:** Funktionelle Lebensmittel, Prävention, Gesundheitswert

Functional foods are products which besides their nutritional function and the pleasure derived from their consumption, provide the „added value“ of a positive impact on health, improved well-being of body and mind, and also have a preventive effect. Currently, there are no specific legal requirements other than those applicable to conventional foods; damage to health must be ruled out. Still no clear distinction can be made between a probable and a definite effect. Also, for many of the potentially active ingredients of functional foods, the question of ideal quantities or dosages remains undefined. In the long term, the future of this group of products depends not only upon the scientifically proven physiological and biochemical effects, but also on the legal regulations governing advertising standards. From a nutritional point of view functional foods offer the opportunity to positively influence the health of the population, although the potential benefits can only be achieved if consumed as part of a well balanced and varied diet. *J Ernährungsmed* 2002; 4 (2): 10–15

**Key words:** functional food, prevention, health value

„Functional Foods“ (FF) liegen derzeit im Trend, und der Begriff an sich ist sehr populär [1]. Sie sind eine wachsende Produktschiene im stagnierenden Lebensmittelmarkt. Der Gesamtmarkt wird auf 0,2 % geschätzt. Prognosen gehen davon aus, daß das Produktangebot an funktionellen Lebensmitteln bis 2010 auf 20 % ansteigen wird [2].

Unter funktionellen Lebensmitteln versteht man Lebensmittel, die zusätzlich zu ihrem ernährungsphysiologischen Wert die Gesundheit, die physische Leistungsfähigkeit oder den Gemütszustand positiv beeinflussen oder Krankheitsrisiken senken (Synonyme: Nutraceuticals, Designer Food, Health Food, Pharma Food etc.). Sie werden als zusammengesetztes Lebensmittel als Teil der normalen Kost verzehrt (keine Darreichung als Tablette, Kapsel o.ä.). Dabei kann es sich um ein natürliches Lebensmittel handeln oder um ein Lebensmittel, zu dem ein Bestandteil hinzugefügt oder auch abgetrennt wird, oder auch um ein Lebensmittel, in dem die natürliche Struktur einer oder mehrerer Komponenten modifiziert oder dessen Bioverfügbarkeit verändert wurde. Sie haben somit eine tertiäre Funktion, da sie sowohl über die primäre Funktion (= Nährwert) als auch über den sekundären Wert (= sensorische Eigenschaften von Lebensmitteln) hinausgehen [3, 4]. Leider gibt es keine allgemeingültige Definition für FF. Eine einfache Definition, die das Wesen der FF ganz gut erfaßt, lautet: FF sind Lebensmittel, die über ihren Ernährungswert hinaus einen positiven Einfluß auf die Gesundheit und das körperliche und geistige Wohlbefinden des Konsumenten ausüben und Krankheiten vorbeugen. Ein weiterer, aus Japan stammender Begriff ist FOSHU (Food For Specified Health Use).

Aus ernährungswissenschaftlicher bzw. medizinischer Sicht lassen sich für FF folgende Ziele definieren:

1. Vorbeugung von Mangelkrankungen (z. B. verbesserte Versorgung mit Ca, J, F, Se, Ballaststoffen, Aminosäuren)

2. Prävention von „Lifestyle-Erkrankungen“ (z. B. verbesserte antioxidative Schutzsysteme durch potentielle Antioxidantien, bioaktive Substanzen)
3. Optimierte Versorgung von Gruppen mit eingeschränkter Toleranz (z. B. Allergiker)
4. Begleitende Ernährungstherapie (z. B. bei Fettstoffwechselerkrankungen) [5]

Für viele ernährungsassoziierte Erkrankungen sind Präventionsfaktoren bekannt, die sich in Lebensmittel einarbeiten lassen. Damit verbindet sich die Hoffnung, daß sie insgesamt zu einer „gesünderen“ Ernährungsweise, zu einer Verbesserung des Gesundheitszustandes und letztendlich auch zu einer Begrenzung der Kosten im Gesundheitssystem beitragen können [6]. Potentielle Benefits werden vor allem in der antioxidativen Wirkung, in der Reduktion des Krebsrisikos und in der Reduktion von Herz-Kreislauf-Erkrankungen genauso wie in der Stärkung des Immunsystems, in der Osteoporosereduktion oder auch in der möglichen Verringerung der Menopausesyndromatik gesehen [5, 7–9] (Tabelle 1).

**Tabelle 1:** Potentielle Benefits von FF

| Potentieller Benefit                             | Durch z. B.:   |
|--|--|
| • Antioxidative Wirkung                          | Vitamin A, C, E, Selen, Karotinoide, Polyphenole, Phytoöstrogene |
| • Reduktion des Krebsrisikos                     | Antioxidantien, Glucosinolate, Polyphenole                       |
| • Reduktion von Herz-Kreislauf-Erkrankungen      | Antioxidantien, Ballaststoffe                                    |
| • Stärkung des Immunsystems                      | Karotinoide, Saponine, Polyphenole, Pro-/Präbiotika              |
| • Regulierung des Blutdruckes                    | Sulfide, Omega-3-Fettsäuren                                      |
| • Osteoporoseprävention                          | Ca, Phytoöstrogene   |
| • Antibakterielle Wirkung                        | Polyphenole, Glucosinolate                                       |
| • Mögliche Verringerung der Menopausesyndromatik | Phytoöstrogene   |

\*Workshop im Rahmen der 2. Jahrestagung der Österreichischen Adipositas Gesellschaft, 2.–4. November 2001, Schloß Seggau

Aus dem <sup>1</sup>Institut für Sozialmedizin der Universität Wien, der <sup>2</sup>Fa. Danone Österreich, dem <sup>3</sup>Fachverband der Nahrungs- und Genußmittelindustrie, dem <sup>4</sup>Institut für Lebensmitteltechnologie der Universität für Bodenkultur, Wien und dem <sup>5</sup>Krankenhaus der Barmherzigen Brüder, Salzburg  
Korrespondenzadresse: Univ.-Doz. Mag. Dr. Ingrid Kiefer, Institut für Sozialmedizin der Universität Wien, A-1090 Wien, Rooseveltplatz 3;  
E-Mail: ingrid.kiefer@univie.ac.at

## Rechtliche Anforderungen an funktionelle Lebensmittel

Für funktionelle Lebensmittel gelten die gleichen gesetzlichen Anforderungen (laut Lebensmittelgesetz 1975) wie für herkömmliche Lebensmittel. Aufgrund dieser allgemeinen gesetzlichen Bestimmungen müssen diese allen lebensmittelgesetzlichen Regelungen über den Gesundheits- und Täuschungsschutz der Konsumenten entsprechen. Je nach ihrer Zuordnung zu den bestehenden Kategorien „Lebensmittel“, „diätetisches Lebensmittel“, „Verzehrprodukt“ oder „Novel Food“ können Anmelde- oder Zulassungsvoraussetzungen einzuhalten sein.

Die Kennzeichnung der FF hat der Lebensmittelkennzeichnungsverordnung (LMKV) und allfällig anwendbaren Vorschriften zu entsprechen (z. B. Nährwertkennzeichnungsverordnung, Süßungsmittelverordnung ...). Hinweise auf gesundheitsfördernde Wirkungen unterliegen in der gesamten EU einem Irreführungsverbot, d. h., daß nur wahrheitsgemäße Angaben in Betracht kommen. Krankheitsbezogene Angaben (z. B. auf eine kurative Wirkung) sind unzulässig. In Österreich sind sämtliche gesundheitsbezogenen Angaben darüber hinaus nur zulässig, wenn sie über Antrag mit Bescheid des zuständigen Bundesministeriums (Bundesministerium für soziale Sicherheit und Generationen) zugelassen sind (§ 9 Abs. 3 LMG 1975).

## Technologische und präventive Aspekte von Functional Foods

Der tertiäre Zusatznutzen von FF wird jeweils durch das Vorhandensein oder das Fehlen spezieller Inhaltsstoffe hervorgerufen. Diese wirksamen Inhaltsstoffe kann man in primäre (= Substanzen, die vorwiegend am Energie- und Aufbaustoffwechsel beteiligt sind), sekundäre (= dienen den Pflanzen in einer speziellen Funktion; z. B. als Abwehrstoff, Farbstoff, Wachstumsregulator usw.) und tertiäre (= Mikroorganismen oder Stoffe, die bei der Verarbeitung gebildet werden; z. B. resistente Stärke) Inhaltsstoffe gliedern.

Die Nutzung dieser Wirkstoffe kann auf verschiedenen Wegen erfolgen:

- Direkte Nutzung von Lebensmitteln, die von Natur aus reich an solchen Inhaltsstoffen sind. Man spricht in diesem Fall von sogenannten „intrinsic FF“

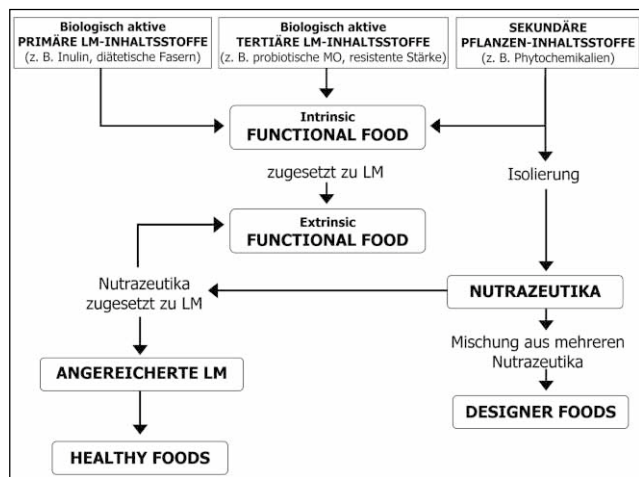


Abbildung 1: FF-Inhaltsstoffe und Nutzung dieser Inhaltsstoffe

- Anreicherung dieser Inhaltsstoffe durch konventionelle züchterische oder gentechnische Maßnahmen
- Isolierung der Inhaltsstoffe ergibt Nutraceuticals
- Anreicherung von Lebensmitteln durch isolierte Nutraceuticals bzw. durch eine Mischung diverser Nutraceuticals ergibt „extrinsic FF“ (Abb. 1)

Der Weg der Isolierung und Anreicherung dieser Wirkstoffe ist eigentlich nur dann sinnvoll, wenn der natürliche Gehalt des Wirkstoffs für eine physiologische Wirkung zu gering ist, sodaß Unmengen des betreffenden Lebensmittels gegessen werden müßten. Dazu muß die wirksame Dosis bekannt sein. Diese kennt man aber nur in den wenigsten Fällen. Außerdem wirken diese Substanzen im natürlichen Verbund oft ganz anders als in isolierter Form. Weiters ist die Gefahr einer Überdosierung mit isolierten Präparaten viel leichter möglich.

Ein weiterer Grund für diesen Weg wäre, wenn als Lebensmittelzusatz Extrakte oder isolierte Inhaltsstoffe von Pflanzen benutzt werden, die normalerweise nicht verzehrt werden [10–12].

Der Terminus „Functional Food“ ist zwar erst einige Jahre alt, Lebensmittel, die hier eingereicht werden können, existieren aber schon seit langer Zeit. Im folgenden werden die wichtigsten Kategorien näher behandelt.

### Mineralstoff- und spurenelementangereicherte Lebensmittel

Um die Kropfbildung in Österreich zu verhindern, wird Salz mit Jod (20 mg/kg Kaliumjodid) angereichert und fällt somit in diese Kategorie. In letzter Zeit werden Lebensmittel auch mit Eisen, Kalzium und Selen supplementiert.

### Vitaminangereicherte Lebensmittel

Das älteste Beispiel für Vitaminisierung ist Margarine. Heute existieren vitaminangereicherte Lebensmittel in allen Bereichen.

### Ballaststoffangereicherte Lebensmittel

Physiologisch wird den Ballaststoffen eine Vielzahl von Wirkungen im gesamten Verdauungstrakt zugeschrieben. So verkürzen sie die Darmpassage, verändern die Enzymsekretion, beeinflussen den Fett- und Cholesterinstoffwechsel sowie pathologische Erscheinungen im Dickdarm [5, 13].

Der direkte Einfluß der löslichen Ballaststoffe auf die Lipid- und Lipoproteinkonzentration im Serum ist durch eine Vielzahl von Untersuchungen belegt. Die größte Wirkung auf das LDL-Cholesterin zeigt Pektin. Mit 10 g/d kann der LDL-Cholesterinspiegel um ca. 20 mg/dl gesenkt werden [14].

Cholesterinsenkende Wirkung wird verschiedentlich auch der Haferkleie zugeschrieben. Die Wirksubstanz, das  $\beta$ -Glucan, kommt vor allem in den Zellwänden des Endosperms von Getreide vor, nicht nur in Haferkörnern, sondern auch in Gersten-, Roggen- und Weizenkörnern. Eine Reihe von Untersuchungen konnte jedoch den cholesterinsenkenden Effekt der Haferkleie nicht nachweisen. Wird eine Senkung des LDL-Cholesterins unter Gabe von Haferkleie festgestellt, ist es umstritten, ob dieser Effekt direkt auf den Gehalt an löslichen Ballaststoffen zurückzuführen ist oder darauf, daß der hohe Konsum von Ballaststoffen zu einem verringerten Konsum von Cholesterin und gesättigten Fettsäuren führt [14, 15].

Bestimmte lösliche Ballaststoffe, wie Inulin, Fructooligosaccharide, Galaktooligosaccharide und resistente Stärke, können erwünschte Bewohner der Darmflora ganz selektiv stimulieren und sind deshalb Bestandteil von präbiotischen Produkten. Lignin verhindert durch die antioxidative Wirkung die Bildung von freien Radikalen [14].

Zur Zeit werden aber keine Empfehlungen für eine Ballaststoffsupplementierung gegeben. Die wünschenswerte Zufuhr von 30 g/d sollte durch die Zufuhr von Getreide, Obst und Gemüse geschehen, da damit auch die beabsichtigte Reduktion der Energiedichte der Nahrung erfolgen kann [16].

### Pro-, prä- und syn-/symbiotische Lebensmittel

Diese Produkte haben in Europa bis jetzt den größten Markterfolg von allen Kategorien der FF erreicht, wobei in den meisten Fällen Milchprodukte die Basis darstellen.

*Probiotische Lebensmittel* waren die Vorreiter am Functional Food-Markt. Ebenso wie für Functional Food generell gibt es auch für Probiotika keine offizielle Definition. Grundsätzlich handelt es sich dabei um Lebensmittel mit Zusatz von lebenden Mikroorganismen, die sich besonders günstig auf den Wirt – in diesem Fall den Menschen – auswirken, wenn sie in ausreichend hoher Zahl im Lebendzustand aufgenommen werden [17].

*Präbiotika* sind unverdauliche Nahrungsinhaltsstoffe, die das Wachstum positiver Darmbakterien selektiv stimulieren (bifidogener Effekt).

Die Kombination von Pro- und Präbiotika in einem Lebensmittelsystem ergibt *syn-/symbiotische Produkte*.

Bei den präbiotischen Lebensmitteln wird zwischen natürlichen präbiotischen Lebensmitteln und solchen mit isolierten präbiotischen Substanzen angereicherten unterschieden. Zur ersten Gruppe zählen etwa unsere heimischen Leguminosen mit ihrem hohen Gehalt an präbiotischen Galaktooligosacchariden oder Fructooligosacchariden sowie inulinenthaltende Lebensmittel, wie Zwiebel und Topinambur. Aus Zichorien isoliertes Inulin ist gegenwärtig der „Star“ unter den präbiotischen Substanzen [18, 19].

Der Joghurtmarkt in Österreich hat den Trend der Probiotika bereits aufgegriffen: Vor 6 Jahren erst eingeführt, enthielten 2001 bereits rund 80 % aller verzehrten Joghurt drinks probiotische Kulturen, bei einem jährlichen Wachstum von 28 % [20].

Auch herkömmliche Joghurts weisen wesentliche Gesundheitsnutzen, wie z. B. die Verbesserung der Laktoseverwertung oder ihren natürlichen Gehalt an Eiweiß, Kalzium und B-Vitaminen, auf. Manche Probiotika haben darüber hinaus aber noch weitere gesundheitsfördernde Effekte, weil die enthaltenen probiotischen Bakterien, wie z. B. *L. casei DN-114 001*, *L. acidophilus LA1*, *L. casei GG* oder Bifidobakterien, eine höhere Überlebensrate aufweisen als die in herkömmlichen Joghurts. Der Zusatznutzen des probiotischen Joghurts, der es zum funktionellen Lebensmittel macht, ist folglich seine Wirkung auf Darm und Darmflora als Zentren der natürlichen Abwehrkräfte.

Da sich probiotische Milchsäurebakterien aber nur vorübergehend im Darm ansiedeln können, ist ein regelmäßiger Verzehr für die Entfaltung ihrer Wirkungen erforderlich.

Unter den zahlreichen probiotischen Milchprodukten in heimischen Kühlregalen zeigen aber nur wenige nachweislich positive Effekte. Zwar hofft man, die EU werde den Begriff „probiotisch“ bald definieren, zur Zeit herrscht allerdings noch „Freistil“ bei den Erklärungen zur besonderen Wirkungsweise der einzelnen Produkte und Marken.

Grundvoraussetzung für ein glaubwürdiges probiotisches Produkt ist eine hohe Resistenz der zugesetzten Kulturen im Gastrointestinaltrakt, die für die verschiedensten Keime *in vitro*, aber auch mit Hilfe von *In-vivo*-Modellen nachgewiesen werden konnte [21–25].

Tabelle 2 zeigt einen Überblick über diskutierte Effekte probiotischer Kulturen. Protektive Effekte bei Durchfallerkrankungen [27–32] sowie eine durch erhöhte Antikörperproduktion verstärkte Phagozytoseleistung etc. gemessene Modulation spezifischer und unspezifischer Immunparameter [21, 33–35] sind am intensivsten untersucht und am besten belegt.

So zeigten Pedone et al. [32] im Rahmen einer Studie an Kleinkindern in Kindertagesstätten ein signifikant selteneres Auftreten von Diarrhoen bei der Einnahme von mit *L. casei DN-114 001* (*L. casei* IMUNITASS®) fermentierter Milch im Vergleich zur Kontrollgruppe, der herkömmliches Joghurt verabreicht wurde [32].

Im Rahmen einer Untersuchung der Auswirkung desselben probiotischen Stamms auf die Reaktion des angeborenen unspezifischen Immunsystems nach intensiven körperlichen Belastungstests konnte bei Athleten eine verzögerte Abnahme der NK-Zahl im Vergleich zur Kontrollgruppe aufgezeigt werden [36].

Für eine mögliche antikanzerogene Wirkung [37, 38] könnte die Reduktion von Schlüsselenzymaktivitäten der

**Tabelle 2:** Gesundheitsrelevante Eigenschaften und Effekte probiotischer Keime – Versuch einer Bewertung; nach [26]

| Probiotischer Effekt   | Erwiesen | Teilweise erwiesen | Fraglich |
|--|----------|--------------------|----------|
| <b>Auf die Darmfunktion</b>  |          |                    |          |
| Verkürzung der Durchfalldauer bei Darminfektionen, verminderte Inzidenz                          | ×        |                    |          |
| Hemmung unerwünschter Keime durch Konkurrenz oder Produktion antimikrobiell wirksamer Substanzen |          | ×                  |          |
| Besiedelung der Darmschleimhaut  |          | ×                  |          |
| Regulierung der Darmmotilität bei Obstipation  |          | ×                  |          |
| <b>Auf das Immunsystem</b>   |          |                    |          |
| Beeinflussung des Immunsystems ( <i>in vitro</i> )   | ×        |                    |          |
| Stärkung des Immunsystems ( <i>in vivo</i> )   |          | ×                  |          |
| <b>Auf den Körperstoffwechsel</b>  |          |                    |          |
| Senkung der Konzentration gesundheitsschädlicher STW-Produkte und krebspromovierender Enzyme     | ×        |                    |          |
| Antimutagene Wirkung   |          |                    | ×        |
| Senkung des Cholesterinspiegels  |          |                    | ×        |
| <b>Sonstige ernährungsphysiologische Effekte</b>   |          |                    |          |
| Verbesserung der Laktoseverdauung  | ×        |                    |          |
| Förderung der Kalziumresorption  | ×        |                    |          |
| Bereitstellung bestimmter wasserlöslicher Vitamine   | ×        |                    |          |



Kanzerogenese u. a. durch *L. casei* GG verantwortlich sein [39, 40]. Interessante Wirkungen von Probiotika wurden in Zusammenhang mit dem gramnegativen Pathogen *H. pylori* entdeckt: Untersuchungen zeigten, daß dessen Urease-Aktivität durch *L. acidophilus* LA1 (jetzt *L. johnsonii*) signifikant verringert werden konnte [41].

Andere erfolgversprechende Resultate lieferte eine randomisierte Doppelblindstudie über den Einfluß von *L. casei* DN-114 001 auf die spezifische erworbene Immunabwehr [42].

### **Omega-3-fettsäurereiche bzw. -angereicherte Lebensmittel**

Die Quellen für langkettige  $\omega$ -3-Fettsäuren sind vor allem Fische, hier wiederum Meeresfische, und Wild. Nachdem die Fische  $\omega$ -3-Fettsäuren selbst auch nicht synthetisieren können, sondern über die Nahrungskette aufnehmen (z. B. Algen), konzentrieren sich die Anstrengungen darauf,  $\omega$ -3-Fettsäuren direkt aus bzw. durch Mikroorganismen zu gewinnen.

Die Fischöle werden weiter aufgearbeitet, desodoriert und konzentriert. Sie können fettreichen LM direkt zugesetzt werden oder in mikrogekapselter Form, z. B. in Brot und Backwaren oder Getränken, Verwendung finden [43].

$\omega$ -3-Fettsäuren (Linolensäure, Eicosapentaensäure, Docosahexaensäure) haben einen atheroprotektiven Effekt, indem sie vor allem den Plasmatriglyzeridspiegel um 17–30 % senken und den HDL-Spiegel um bis zu 6 % erhöhen. Auf den LDL-Spiegel zeigen sie lediglich eine geringe Wirkung. Therapiestudien mit langkettigen  $\omega$ -3-Fettsäuren (850 mg–10 g) zeigen meßbare antiinflammatorische, anti-thrombotische und lipidsenkende Wirkung [16, 44].

Die Ergebnisse einer Metaanalyse von 72 kontrollierten Studien zeigen bei gesunden Personen eine Reduktion der Triglyzeride um 25 %, des Gesamtcholesterinspiegels um 2 %, eine Erhöhung des HDL-Spiegels um 3 % und eine Erhöhung des LDL-Spiegels um 4 % [45]. Der Anstieg der LDL-Cholesterinkonzentration ist durch die vermehrte Konversion von triglyzeridreichen VLDL in die LDL zu erklären.

$\omega$ -3-Fettsäuren haben eine Reihe günstiger Effekte, so hemmen sie beispielsweise die Synthese von Thromboxan A<sub>2</sub>, stimulieren die Produktion von Prostazyklin PG<sub>I3</sub>, sie senken mäßig den Blutdruck und verbessern die Vollblutviskosität und Erythrozytendeformierbarkeit [46].

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß Zufuhrmengen von ~900 mg/d (EPA, DHA) positive Effekte in der Mortalität von koronaren Herzkrankheiten und bei Patienten mit koronarer Herzkrankheit aufweisen [16]. Sie eignen sich besonders zur Behandlung von Hypertriglyzeridämien. Hier liegt die tägliche Dosis zur Senkung der Triglyzeride bei 1,5 g/d, je nach Schwere sind aber auch Dosierungen bis zu 6 g/d erforderlich [14].

### **Kalorienreduzierte Lebensmittel (light food)**

Bei dieser Kategorie wird nichts zugesetzt, sondern etwas entnommen, um einen tertiären Nutzen zu erhalten. Der Austausch von Zucker durch Süßstoffe und Zuckeraustauschstoffe wird seit mehr als hundert Jahren erfolgreich praktiziert. Der Ersatz von Fett in der Nahrung ist neueren Datums. Möglichkeiten zur Kalorienverminderung von fettreichen Lebensmitteln sind der Ersatz von Fetten durch die Reduktion von Fett in Streichfett emulsi-

nen durch Wasser, durch die Herstellung aufgeschäumter Produkte (Verzehrvortäuschung), durch synthetische Fette mit geringem Kaloriengehalt (Designer-Triglyzeride, mittelkettige Triglyzeride) oder durch synthetische, fettähnliche Produkte (z. B. Fettsäure-Kohlenhydratester – OLESTRA®) oder auch durch Polysaccharid- oder Proteingele (fat mimetics).

Fettersatz wurde entwickelt, um den Fettanteil in der Nahrung zu reduzieren, jedoch die funktionale und sensorische Qualität des Fettes zu erhalten. Durch den Einsatz kommt es zur Reduktion der Fett- und damit der Gesamtenergiezufuhr. Unbekannt sind der Langzeitbenefit und auch die Langzeitsicherheit. Derzeit wird nur darauf hingewiesen, daß durch sie eine bessere Flexibilität in der Ernährungsplanung gegeben ist [16].

### **Cholesterinreduzierte Lebensmittel**

Für eine Cholesterinsenkung bieten sich vor allem Milchprodukte und Eier an. Technisch ist es heute durch mehrere Methoden möglich, Cholesterin aus Milchprodukten und Eiern zu entfernen.

### **Lebensmittel, reich an bzw. angereichert mit sekundären Pflanzeninhaltsstoffen**

Interessanterweise war es in der Vergangenheit eher das Bestreben der Pflanzenzüchter, diese Stoffe herauszuzüchten. Ebenso hatten die Lebensmitteltechnologien den Ehrgeiz, diese Stoffe bei der Verarbeitung möglichst zu entfernen (z. B. durch Schälen von Samen oder Ausmahlen der Getreidesamen). Der Grund war, daß viele dieser Substanzen der Ernährung und Nahrungsverwertung abträglich waren oder sensorische Nachteile (Bitterkeit, Schärfe) aufwiesen. Sie wurden deshalb auch als anti-nutritive Substanzen bezeichnet.

Nun zeigt sich immer mehr, daß sie sehr wohl auch ganz wichtige, positive Funktionen in unserem Körper erfüllen können. Jedenfalls war in der Nahrung unserer Ahnen ein wesentlich höherer Anteil an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen enthalten. Sie hatten also eher das Problem der Überdosierung. Deshalb waren die Züchtung schadstoffarmer Sorten und die lebensmitteltechnischen Verarbeitungsfahren sinnvoll. Heute dürften wir aber schon über das Ziel hinausgeschossen sein. Unsere Nahrung ist verarmt an diesen Stoffen, sodaß wir anscheinend an einer Unterversorgung leiden. Deshalb ist ein Umdenken in der Ernährung, der Pflanzenzüchtung und in der Verarbeitung notwendig. Eine Wiederanreicherung unserer Nahrung mit solchen Inhaltsstoffen dürfte eine gewisse Berechtigung haben. Dieser Bereich wird daher zweifels-ohne in Zukunft eine enorme Bedeutung bekommen, er ist aber auch jener Bereich, wo bezüglich gesicherter Wirkungen noch die größten Wissenslücken existieren.

Interessanterweise können viele dieser Substanzen auf ein gemeinsames chemisches Grundgerüst zurückgeführt werden, d. h., sie haben phenolischen Charakter.

Den sekundären Pflanzeninhaltsstoffen wird eine Vielzahl von gesundheitsfördernden Wirkungen zugeschrieben. Zahlreiche *In-vitro*-Studien an verschiedenen Zelllinien belegen die günstige Wirkung von antioxidativ wirksamen sekundären Pflanzeninhaltsstoffen auf immunkompetente Zellen und die Unterdrückung des Wachstums von Krebszellen [5].

Für den Bereich der FF sind Phytosterine und Phytoöstrogene von besonderer Bedeutung.

*Phytoöstrogene*, wie Isoflavonoide (z. B. Genistein, Daidzein, Formononetin, Methylequol) und Lignane (z. B. Matairesinol, Lariciresinol, Isolariciresinol) können in Abhängigkeit von ihrer Konzentration und der Menge an endogenen Östrogenen als Östrogene oder als Antiöstrogene wirksam sein [47]. Neben der Prävention von hormonabhängigen Tumoren beugen sie vor allem durch ihre antioxidative Wirkung auch kardiovaskulären Erkrankungen vor, sie stimulieren das Immunsystem und verringern die Symptomatik während der Menopause [48]. Phytoöstrogene sind in höheren Konzentrationen in Sojaprodukten zu finden und damit auch für die cholesterinsenkende Wirkung verantwortlich [16, 49].

Sojaprotein als Ersatz von tierischem Protein senkt den Gesamtcholesterin- (-9,3 %), LDL-Cholesterin- (-12,7 %) und Triglyzeridspiegel (-10,5 %), wobei der Effekt bei höherer Cholesterinkonzentration ( $\geq 240$  mg/dl) deutlich ausgeprägter ist [49, 50]. Signifikante Senkungen zeigen sich bei einer Gabe von 20–50 g Sojaprotein pro Tag.

Präventive Zufuhrempfehlungen für Phytoöstrogene sind keine bekannt. Zur Reduktion des Risikos von Herz-Kreislauf-Erkrankungen werden deshalb 25 g Sojaprotein/d empfohlen [16].

*Phytosterine und -stanole* können durch kompetitive Hemmung der Cholesterinaufnahme im Darm den Cholesterinspiegel senken. Neben der cholesterinsenkenden Wirkung konnte in epidemiologischen und experimentellen Studien auch ein antikanzergener Effekt nachgewiesen werden. Phytosterine sollen vor allem bei Kolon-, Brust- und Prostatakarzinom protektiv wirken [51].

Die Anreicherung von Margarine mit Phytosterinen und Phytostanolen stellt eine neue Entwicklung auf dem Sektor Functional Food dar, mit dem Ziel, die Cholesterinverfügbarkeit traditioneller Lebensmittel zu vermindern. Aus klinischen Studien geht hervor, daß durch deren Einsatz (~2 g/d) der Gesamt- und der LDL-Cholesterinspiegel nachweislich um 7–20 % gesenkt werden können. Auf den Triglyzeridspiegel und auf den HDL-Cholesterinspiegel haben Phytosterine keinen oder nur sehr geringen Einfluß [52–58].

Die cholesterinsenkende Wirkung von Phytosterinen läßt sich sowohl bei erhöhten Lipidwerten als auch bei solchen im Normbereich nachweisen. Auch bei Einnahme von HMG-CoA-Reduktasehemmern und anderen Lipidsenkern wirken Phytosterine cholesterinsenkend, vielleicht sogar mit gesteigerter Wirkung [59].

Die Plasmaspiegel fettlöslicher (Pro-)Vitamine, mit Ausnahme jener des  $\alpha$ - und  $\beta$ -Carotins und des Lycopins werden nicht wesentlich beeinträchtigt [60–62].

Das National Cholesterol Education Program Expert Panel (NCEP) empfiehlt die Verwendung von Stanolen/Sterinen zur Senkung des Cholesterinspiegels [63].

Derzeit konzentrieren sich die Empfehlungen ausschließlich auf Erwachsene mit Hypercholesterinämie zur Senkung des Gesamt- und LDL-Cholesterins und auf den Einsatz der Stanole/Sterine in der Sekundärprävention nach einem atherosklerotischen Event.

Es gibt keine Hinweise, daß der Verzehr phytosterinangereicherter Lebensmittel gesundheitliche Schäden her-

vorrufen kann. Ergebnisse aus Langzeituntersuchungen müssen jedoch noch abgewartet werden. Im Tierversuch hemmen sie auch die Zellproliferation durch verminderte Bildung von Abbauprodukten von Cholesterin und sekundären Gallensäuren [8].

## Fazit

Funktionelle Lebensmittel bieten die Möglichkeit, die Gesundheitssituation der Bevölkerung günstig zu beeinflussen. Es kann festgestellt werden, daß sie – sinnvoll genutzt – sicherlich dazu beitragen können, die Ernährung gesünder zu gestalten. Sie können aber auch in Zukunft nicht dazu dienen, Ernährungsfehler zu beseitigen. Um eine verantwortungsbewußte Ernährung kommt man auch mit FF nicht herum. Potentielle Benefits sind nur gegeben, wenn sie als Teil einer abwechslungsreichen Ernährung konsumiert werden [64, 65].

Als wesentlich gilt auch, daß von ihnen keine Gesundheitsrisiken ausgehen dürfen. Aus diesem Grund ist es zukünftig unerlässlich, klare gesetzliche Grundlagen zu schaffen. Die Sicherheit einer angemessenen Zufuhrmenge muß klar definiert sein. Zuverlässige Biomarker für den tatsächlichen Wert dieser Lebensmittel oder ihrer Komponenten müssen identifiziert werden [66], damit zukünftig gesundheitsbezogene Aussagen nicht irreführend sind [67].

Konsumenten haben das Recht, sich bei funktionellen Lebensmitteln wie beispielsweise den Probiotika auf die Zuverlässigkeit gesundheitsbezogener Aussagen verlassen zu können und zugrundeliegende wissenschaftliche Erkenntnisse einzufordern. Nicht alle gesundheitsbezogenen Aussagen sind jedoch durch fundierte Studien belegt. Eine EU-weite gesetzliche Regelung wäre nicht nur für den Konsumenten von Vorteil. So sind die Wirkungen von Probiotika stammspezifisch, d. h., jedes Ergebnis gilt immer nur für jenen spezifischen Stamm, mit dem die Studie durchgeführt wurde, und ist nicht auf eine ganze Kategorie übertragbar.

Obwohl für manche Stämme verschiedene positive Wirkungen belegt wurden, sind die zugrundeliegenden Mechanismen noch nicht vollständig aufgeklärt, und weitere intensive Forschung ist unbedingt erforderlich.

Der Erfolg von allen Functional Foods hängt langfristig vom wissenschaftlichen Nachweis der gesundheitsfördernden Wirkung durch Humanstudien ab. Die American Dietetic Association fordert aus diesem Grund, daß jedes FF wissenschaftlich evaluiert werden sollte [65].

## Literatur

1. Roberfroid MB. What is beneficial for health? The concept of functional foods. *Food Chem Toxicol* 1999; 37: 1039–41.
2. Anonym. Mit Nutraceuticals im weltweiten Trend. *ZfL* 1999; 50: 16–7.
3. Arai S. Studies on functional foods in Japan – state of the art. *Biosci Biotechnol Biochem* 1996; 60: 9–15.
4. Diplock A, Aggett P, Ashwell M, Bornett F, Fern E, Roberfroid M. Scientific concepts of functional food in Europe: consensus document. *Br J Nutr* 1999; 81 (Suppl 2): 1–27.
5. Stehle H. Functional Food – Definition und Einordnung. In: Kluthe R (ed). *Ernährungsmedizin in der Praxis*. Spitta Verlag, Balingen, 2000; 1–7.
6. Groeneveld M. Funktionelle Lebensmittel: Definition und lebensrechtliche Situation. *Ern Umschau* 1998; 45: 156–61.
7. Andlauer W, Fürst P. Aufgaben und Wirkungen sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe. *Mühle + Mischfuttertechnik* 2000; 137: 311–3.
8. Watzl B, Leitzmann C. Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln. Hippokrates Verlag, Stuttgart, 1995.
9. Gary W. Dietary phytochemicals: Enzyme induction and antioxidant action. *Proceedings of the Vitafood. Int. Conference, Genf, 1999*; 154.
10. Homsey C. Phytochemicals – beyond vitamins and minerals. *Food Product Design* 1999; 6: 37–66.
11. Mazza G. *Functional Food. Biochemical & Processing Aspects*. Technomic Publishing Com, Lancaster, USA, 1998.
12. Nir Z, Hartal D. Lycopene in functional foods. *Food Tech Eur* 1995; 12: 35–9.
13. Kritchevsky D. Dietary fiber. *Annu Rev Nutr* 1988; 8: 301–28.

14. Richter WO. Ernährung bei Fettstoffwechselstörungen. In: Kluthe R (ed). Ernährungsmedizin in der Praxis. Spitta Verlag, Balingen, 2001; 1–17.
15. Swain JF, Rouse IL, Curley CB, Sacks FM. Comparison of the effects of oat bran and lower-fiber wheat on serum lipoprotein levels and blood pressure. *N Engl J Med* 1990; 322: 147–52.
16. Krauss RM, Eckel RH, Howard B, Appel LJ, Daniels SR, Deckelbaum RJ, Erdmann JW, Kris-Etherton P, Goldberg IJ, Kochen TA, Lichtenstein AH, Mich WE, Mullis R, Robinson K, Wylie-Rosett J, St Jeor S, Suttie J, Tribble DL, Bazzarre TL. AHA Dietary Guidelines. Revision 2000: A statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the American Heart Association. *Circulation* 2000; 102: 2284–99.
17. Unger S. Die Bedeutung von Pro- und Präbiotika in der Ernährung. *J Ernährungsmed* 1999; 1: 22–9.
18. Fuller R. Probiotics: The scientific base. Capman and Hall, London, 1996.
19. Fooks LJ, Fuller R, Gibson GR. Probiotics, probiotics and human gut microbiology. *Int Dairy J* 1999; 9: 53–61.
20. AC Nielsen Market Track, Value MAT 2001, KW42.
21. Schiffrin EJ, Rochat F, Link-Hamster A, Aeschlimann JM, Donnet-Hughes A. Immunomodulation of human blood cells following the ingestion of lactic bacteria. *J Dairy Sci* 1995; 78: 491–7.
22. Saxelin M, Elo S, Salminen S, Vapaatto H. Dose response colonisation of faeces after oral administration of *Lactobacillus casei* strain GG. *Microb Ecol Health Dis* 1991; 4: 209–14.
23. Haavenar R, Marteau P, Huis in't Veld JHJ. Survival of lactobacilli strains in a dynamic computer controls in vitro model of the gastro-intestinal tract. Poster session. Lactic 94 Symposium 1994, Caen, France.
24. Marteau P, Monekus M, Havenaar R, Huis in't Veld JHJ. A multicompartimental dynamic computer controlled model stimulating the stomach and small intestine: Validation and the effect of bile. *J Dairy Sci* 1997; 80: 1031–7.
25. Marteau P, Vaerman JP, Dehennin JP, Bord S, Brassart D, Pochart P, Desjeux JF, Rambaud JC. Effects of interjejunal perfusion and chronic ingestion of *Lactobacillus johnsonii* strain La1 on serum concentrations and jejunal secretions of immunoglobulins and serum proteins in healthy humans. *Gastroenterol Clin Biol* 1997; 21: 293–8.
26. Kneifel W, Bonaparte C. Neue Trends bei gesundheitlich relevanten Lebensmitteln. 1. Probiotika. *Ernährung/Nutrition* 1998; 22: 357–63.
27. Isolauri E, Juntunen M, Rautanen T, Sillanauke P, Koivula T. A human lactobacillus strain (*Lactobacillus casei* strain GG) promotes recovery from acute diarrhea in children. *Pediatr* 1991; 88: 90–7.
28. Kaila M, Isolauri E, Soppi E, Virtanen E, Laine S, Arvilommi A. Enhancement of the circulating antibody secreting cell response in human diarrhea by a human *Lactobacillus* strain. *Pediatr Res* 1992; 32: 141–4.
29. Saavedra JM, Baumann NA, Oung I, Perman JA, Yolken R. Feeding of *Bifidobacterium lactis* and *Streptococcus thermophilus* to infants in hospital for prevention of diarrhoea and shedding of rotavirus. *Lancet* 1994; 344: 1046–9.
30. Guerin-Danan C, Chabanet C, Pedone C, Popot F, Vaissade P, Bouley C, Szyliet O, Andrieux C. Milk fermented with yoghurt cultures and *Lactobacillus casei* compared with yoghurt and gelled milk: influence on intestinal flora in healthy infants. *Am J Clin Nutr* 1998; 67: 111–7.
31. Pedone CA, Bernabeu AO, Postaire ER, Bouley CF, Reinert P. The effect of supplementation with milk fermented by *Lactobacillus casei* DN-114 001, on acute diarrhoea in children attending day care centres. *Int J Clin Pract* 1999; 53: 179–84.
32. Pedone CA, Arnaud CC, Postaire ER, Bouley FB, Reinert P. Multicenter study on 928 children attending day care centers to evaluate the effect of milk fermented by *Lactobacillus casei* DN-114 001 on the incidence of diarrhoea. *Int J Clin Pract* 2000; 54: 568–71.
33. Link-Amster H, Rochat F, Saudan KY, Mignot O, Aeschlimann JM. Modulation of a specific humoral response and changes in intestinal flora mediated through fermented milk intake. *Immunol Med Microbiol* 1994; 10: 55–64.
34. Goldin BR. Health benefits of probiotics. *Br J Nutr* 1998; 80: 203–7.
35. Isolauri E, Joensuu J, Suomalainen H, Luomala M, Vesikari T. Improved immunogenicity of oral D<sup>+</sup>RRV reassortant rotavirus vaccine by *Lactobacillus casei* GG. *Vaccine* 1994; 12: 1794–7.
36. Pujol P, Huguet J, Drobnic F, Banquells M, Ruiz O, Galilea P, Segarra N, Aguilera S, Burnat A, Mateos JA, Postaire E. The effect of fermented milk containing *Lactobacillus casei* on the immune response to exercise. *Sports Med Training Rehab* 2000; 1: 1–15.
37. Pool-Zobel BL. Potential role of probiotics in reducing colon cancer risks. *Ann Nutr Metab* 2001; 45 (Suppl 1): 604 (W.03.015).
38. Bernet-Camard MF, Liévin V, Brassart D, Neeser JR, Servin AL, Hudault S. The human *Lactobacillus acidophilus* strain LA1 secretes a nonbacteriocin antibacterial substance(s) active in vitro and in vivo. *Appl Environ Microbiol* 1997; 63: 2747–53.
39. Goldin BR, Gorbach SL. The effect of milk and *Lactobacillus* feeding on human intestinal bacterial enzyme activity. *Am J Clin Nutr* 1984; 39: 756–61.
40. Goldin BR, Gorbach SL, Saxelin M, Barakat S, Gualtieri L, Salminen S. Survival of *Lactobacillus* species (strain GG) in human gastrointestinal tract. *Dig Dis Sci* 1992; 37: 121–8.
41. Michetti P, Dorta G, Brassart D, Voulliamoz D, Schwitzer W, Felley C, Blum AL, Porta N, Rouvet M, Corthesy-Theulaz L. *acidophilus* supernatant as an adjuvant in the therapy of *H. pylori* in humans. *Gastroenterol* 1995; 108: A166.
42. Bonavida B, Aziz N, Wang H-J, Elashoff R, Heber D, Go W, Arnaud C, Lucey D, Postaire E. Effects of Actimel consumption on immunity in healthy adult individuals I. Activation of the T-cell-mediated proliferative response against flu antigen. Submitted for publication.
43. Yongmanitchai W, Ward OO. Omega-3-fatty acids: Alternative sources of production. *Process Biochem* 1989; 8: 117–25.
44. Wong ND, Black HR, Gardin JM. Preventive Cardiology. The McGraw-Hill Companies, New York, 2000; 319–34.
45. Harris WS. N-3 fatty acids and lipoproteins: comparison of results from human and animal studies. *Lipids* 1996; 31: 243–52.
46. Kasper H. Ernährungsmedizin und Diätetik. Urban & Fischer Verlag, München, 2000.
47. Messina M, Messina V. Increasing use of soy-food and their potential role in cancer prevention. *J Am Diet Assoc* 1991; 91: 836–40.
48. Holt MB. The soy revolution. Proceedings of the Vitafood. Int Conference, Genf, 1999; 171–9.
49. Anderson JW, Smith BM, Washnok CS. Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean intake. *Am J Clin Nutr* 1999; 70: 464S–74S.
50. Anderson JW, Johnstone BM, Cook-Newell ME. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. *N Engl J Med* 1995; 333: 276–82.
51. Awad AB, Fink CS. Phytosterol as anticancer dietary components: evidence and mechanism of action. *J Nutr* 2000; 130: 2127–30.
52. Cater NB. Plant stanol ester: review of cholesterol-lowering efficacy and implication for coronary heart disease risk reduction. *Preventive Cardiol* 2000; III: 121–30.
53. Gylling H, Radhakrishnan R, Miettinen TA. Reduction of serum cholesterol in postmenopausal women with myocardial infarction and cholesterol malabsorption induced by dietary sitostanol ester margarine. *Circulation* 1997; 96: 4226–31.
54. Law M. Plant sterol and stanol margarines and health. *BMJ* 2000; 320: 861–4.
55. Hallikainen MA, Sarkkinen ES, Gylling H, Erkkilä AT, Usitupa MJ. Comparison of the effects of plant sterol ester and plant stanol ester-enriched margarines in lowering serum cholesterol concentrations in hypercholesterolemic subjects on a low-fat diet. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54: 715–25.
56. Hendriks HFJ, Weststrate JA, Van Vliet T, Meijer GM. Spreads enriched with three different levels of vegetable oil sterols and the degree of cholesterol lowering in normocholesterolaemic and mildly hypercholesterolaemic subjects. *Eur J Clin Nutr* 1999; 53: 319–27.
57. Weststrate JA, Meijer GW. Plant sterol-enriched margarines and reduction of plasma total- and LDL-cholesterol concentrations in normocholesterolaemic and mildly hypercholesterolaemic subjects. *Eur J Clin Nutr* 1998; 52: 334–43.
58. Hallikainen MA, Usitupa MJ. Effects of 2 low-fat stanol ester-containing margarines on serum cholesterol concentrations as part of a low-fat diet in hypercholesterolemic subjects. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 403–10.
59. Liechtenstein AH, Deckelbaum RJ. Stanol/Sterol ester-containing foods and blood cholesterol levels. *Circulation* 2001; 103: 1177–9.
60. Watzl B, Rechkemmer G. Phytosterine. Charakteristik, Vorkommen, Aufnahme, Stoffwechsel, Wirkungen. *Ern Umschau* 2001; 48: 161–4.
61. Hallikainen MA, Sarkkinen ES, Uusitupa M. Plant stanol esters affect serum cholesterol concentrations of hypercholesterolaemic men and women in a dose dependent manner. *J Nutr* 2000; 130: 767–76.
62. Van Poppel G. Clinical studies with plant sterols in normocholesterolaemics. In: Heart health management through diet. 21. Kongress der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie, 28. August bis 1. September, Barcelona, 1999.
63. NCEP. Executive summary of the third report of the National Cholesterol education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high cholesterol in adults (adult treatment panel III). *JAMA* 2001; 285: 2486–96.
64. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: phytochemical functional foods. *J Am Diet Assoc* 1995; 95: 493–6.
65. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: functional food. *J Am Diet Assoc* 1999; 99: 1278–85.
66. Milner JA. Functional foods and health promotion. *J Nutr* 1999; 129 (7 Suppl): 1395–7.
67. Ovesen L. Regulatory aspects of functional foods. *Eur J Cancer Prev* 1997; 6: 480–2.

#### Erratum:

Durch ein bedauerliches Versehen wurde im Editorial des Journals für Ernährungsmedizin 1/2002 unter anderem Vitamin B1-Mangel für die Erhöhung der Homocystein-konzentration im Plasma bzw. eine Vitamin B1-Gabe für eine Verminderung von atherosklerotischen Veränderungen in den Koronargefäßen anstelle von jeweils **Vitamin B12** verantwortlich gemacht.

Wir ersuchen, die Richtigstellung zur Kenntnis zu nehmen und den Fehler zu entschuldigen.

Krause & Pachernegg GmbH  
Verlag für Medizin und Wirtschaft