Übersichtsarbeit

Wien Klin Wochenschr (2006) 118/23–24: 728–737
DOI 10.1007/s00508-006-0716-9

WIENER KLINISCHE WOCHENSCHRIFT
The Middle European Journal of Medicine
Printed in Austria

Vegetarische Ernährung: Präventives Potenzial und mögliche Risiken

Teil 2: Lebensmittel tierischer Herkunft und Empfehlungen

Alexander Ströhle[1], **Annika Waldmann**[2], **Maike Wolters**[1] und **Andreas Hahn**[1]

[1]Abteilung Ernährungsphysiologie und Humanernährung, Institut für Lebensmittelwissenschaft, Zentrum Angewandte Chemie der Universität Hannover, Hannover, Deutschland
[2]Institut für Krebsepidemiologie e.V. an der Universität zu Lübeck, Lübeck, Deutschland

Eingegangen am 4. Mai 2006, angenommen nach Revision am 31. Juli 2006
© Springer-Verlag 2006

Vegetarian nutrition: Preventive potential and possible risks. Part 2: Animal foods and recommendations

Summary. Introduction: As shown in the first part of this article, consuming high amounts of fruits, vegetables, whole grains and nuts can lower the risk for several chronic diseases. However, the relevance of animal foods consumed within a vegetarian diet is less well-known.

Materials and methods: We followed a nutritive and a metabolic-epidemiological approach to obtain dietary recommendations. A MEDLINE-research was performed for all animal food groups relevant with a vegetarian diet (key words: "eggs", "milk", "dietary pattern" "vegetarian diet", "cancer", "cardiovascular disease", "diabetes mellitus", "osteoporosis", "vitamin D", "vitamin B_{12}", "iron", "iodine"). All relevant food groups were characterized regarding their nutrient content and rated with respect to the available metabolic-epidemiological evidence.

Results: Based on the evidence criteria of the WHO/FAO, colorectal cancer risk reduction by a high intake of milk and milk products is assessed as probable, while a higher risk of prostate and ovarial carcinomas is also probable. The evidence of a risk-increasing effect of eggs relating to cardiovascular disease, colorectal cancer and breast cancer is assessed as probable. As the data of prospective cohort studies suggest, a prudent diet pattern characterized high in fruits, vegetables, whole grains and nuts is associated with a lower risk of coronary heart disease and diabetes mellitus type 2. In contrast, there is no overall association between prudent diet pattern and risk of breast cancer or colorectal cancer. The critical key nutrients for vegetarians are vitamin D and B12, iodine and iron.

Conclusion: For the first time evidence based dietary recommendations were provided for persons on a vegetarian diet in the D-A-CH-region.

Key words: Vegetarian nutrition, milk, eggs, vitamin B_{12}, iodine, iron, food pyramid.

Zusammenfassung. *Einleitung:* Wie im ersten Teil des Beitrages gezeigt, kann ein reichlicher Konsum von Obst, Gemüse, Vollkornprodukten und Nüssen das Risiko für verschiedene chronisch-degenerative Erkrankungen vermindern. Weniger beleuchtet ist hingegen die Bedeutung vom Tier stammender Lebensmittel, die im Rahmen einer vegetarischen Ernährung konsumiert werden.

Material und Methoden: Für die Entwicklung von Ernährungsempfehlungen fand ein nutritiver und ein metabolisch-epidemiologischer Ansatz Verwendung. Dazu wurde eine MEDLINE-Recherche für die im Rahmen einer vegetarischen Kostform relevanten Lebensmittelgruppen tierischer Herkunft durchgeführt (Schlüssel-Suchbegriffe: „eggs", „milk", „dietary pattern" „vegetarian diet", „cancer", „cardiovascular disease", „diabetes mellitus", „osteoporosis", „vitamin D", „vitamin B_{12}", „iron", „iodine"). Die einzelnen Lebensmittelgruppen wurden hinsichtlich ihrer ernährungsphysiologischen Eignung und anhand der verfügbaren metabolisch-epidemiologischen Evidenz bewertet.

Ergebnisse: Auf Basis der Evidenzkriterien der WHO/FAO zeigt sich, dass ein risikosenkender Effekt eines hohen Milch- und Milchprodukteverzehrs bei Tumoren des Kolons und des Rektums *möglich* ist. Im Gegensatz dazu steht der Verzehr von Milch und Milchprodukten im Verdacht, das Risiko für Prostata- und Ovarialkarzinome zu erhöhen. Die Evidenz hierfür wird ebenfalls als *möglich* gewertet. Im Hinblick auf das Osteoporoserisiko ist kein protektiver Effekt einer hohen Aufnahme an Milch und Milchprodukten erkennbar. Die Evidenz für einen risikosenkenden Effekt wird deshalb als *unzureichend* gewertet. Bei Eiern wird die Evidenz für einen risikosteigernden Effekt sowohl in Bezug zu Tumoren des Kolons, des Rektums und der Brust als auch bei kardiovaskulären Erkrankungen als *möglich* bewertet. Die Auswertung prospektiver Kohortenstudien lässt erkennen, dass eine an Obst, Gemüse, Vollkornprodukten und Nüssen reiche „prudent diet" mit einem verminderten Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Diabetes mellitus Typ 2 assoziiert ist. Dagegen ist die Datenlage bei Tumoren des

Kolons und der Brust weniger überzeugend. Als kritisch erweist sich bei einer vegetarischen und insbesondere bei einer veganen Ernährung die Versorgung mit den Nährstoffen Vitamine D, Vitamin B_{12} sowie Eisen und Jod.

Schlussfolgerung: Die hier vorgenommene Analyse der internationalen Literatur erlaubt es, evidenzbasierte Ernährungsempfehlungen für vegetarische Kostformen zu geben.

Schlüsselwörter: Vegetarische Ernährung, Milch, Eier, Vitamin B_{12}, Jod, Eisen, Ernährungspyramide.

Einleitung

Wie im ersten Teil des Beitrags dargestellt [1], fokussiert sich das Interesse der Ernährungswissenschaft gegenwärtig auf das präventive Potential einer pflanzenbetonten Ernährung. Die dort [1] für pflanzliche Lebensmittel aufgezeigte Datenlage und der Versuch einer evidenzbasierten Bewertung soll in diesem zweiten und abschließenden Teil im Hinblick auf Lebensmittel tierischer Herkunft fortgeführt werden. Darüber hinaus werden potenzielle Schwachpunkte einer vegetarischen Ernährung wie die Versorgung mit Eisen, Jod, Vitamin B_{12} und Vitamin D beleuchtet. Darauf basierend sollen anschließend Ernährungsempfehlungen für eine vegetarische Ernährung ausgearbeitet werden.

Lebensmittelgruppen – nutritive und metabolisch-epidemiologische Befunde

Milchprodukte

Nutritive Ebene. Neben ihrem Gehalt an biologisch hochwertigem Protein zeichnet sich Milch durch ihren Reichtum an Calcium (1200 mg/Liter), Vitamin B_2 und B_{12} aus (siehe Tabelle 1). In Abhängigkeit von Fettgehalt und Fütterung weist sie auch beachtliche Mengen an Vitamin A auf. Kritisch zu werten ist der hohe Gehalt an gesättigten Fettsäuren in Vollmilchprodukten.

Metabolisch-epidemiologische Ebene. *Tumorerkrankungen.* Die Mehrzahl der prospektiven Kohortenstudien zeigt eine inverse Korrelation zwischen dem Milchverzehr und dem Risiko **kolorektaler Tumoren**. In einer gepoolten Metaanalyse von 10 Studien war ein hoher Konsum an Milch und Milchprodukten (>250 g/Tag) mit einer 15%igen Risikoreduktion verbunden [4]. Dieser protektive Effekt von Milchprodukten konnte auch bei der Auswertung einer Teilkohorte der EPIC-Studie bestätigt werden [5].

Insgesamt wird die Evidenz für einen risikosenkenden Effekt bei Milch(produkten) in Bezug zum kolorektalen Karzinom als *möglich* bewertet [6].

Hinsichtlich des **Mammakarzinoms** scheint der Milchverzehr keinen risikomodifizierenden Effekt zu besitzen, wie die Auswertung von mehr als 40 Fall-Kontroll- und 10 Kohortenstudien ergeben hat [7]. Bereits 2002 kam eine gepoolte Metaanalyse von 8 Kohortenstudien zu demselben Ergebnis [8].

Im Gegensatz dazu verdichten sich die Hinweise, dass der Verzehr von Milchprodukten das **Prostatakrebsrisiko** erhöhen kann. Wie eine Metaanalyse von zwölf Kohortenstudien gezeigt hat, ist ein hoher Verzehr mit einer – wenn auch vergleichsweise geringen – Risikosteigerung von etwa 11% verbunden [9]. Auf Basis der bis 2003 publizierten Beobachtungsstudien wurde die Evidenz für einen risikosteigernden Effekt eines hohen Milchverzehrs als *möglich* bewertet [6].

Im Hinblick auf das **Ovarialkarzinom** zeigen Fall-Kontroll-Studien keinen risikomodifizierenden Einfluss des Milchprodukte Verzehrs [10]. Lediglich für Vollmilch fand sich ein risikosteigernder Effekt (RR: 1,27) [11]. Auch die metaanalytische Auswertung von drei Kohortenstudien weist in diese Richtung. Für einen Anstieg der Laktoseaufnahme um 10 g/Tag (entspricht in etwa 1 Glas Milch/Tag) wurde ein 13% erhöhtes Erkrankungsrisiko berechnet [11]. Insbesondere fettreiche Milchprodukte stehen im Verdacht, das Risiko zu erhöhen [10]. Eine kürzlich publizierte gepoolte Auswertung von 12 Kohortenstudien fand dagegen keine Hinweise, dass der Konsum von Milch und Milchprodukten mit einem erhöhten Risiko für Ovarialkarzinome assoziiert ist. Lediglich eine hohe Zufuhr von Laktose (≥30 g/Tag) hat sich als risikosteigernd erwiesen [12]. Insgesamt kann die Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt bei Milch und Milchprodukten als *möglich* gelten.

Osteoporose. Obwohl der positive Einfluss des Milchkonsums auf die Knochendichte bzw. das Osteoporoserisiko von verschiedener Seite ausgelobt wird, ergab eine Metaanalyse von sechs Kohortenstudien keinen Zusammenhang zwischen dem Milchverzehr und dem Risiko Osteoporose-assoziierter Frakturen [13]. Auch die Analyse der bis 2005 publizierten Querschnitts-, Beobachtungs- und Interventionsstudien zum Einfluss des Milchverzehrs auf die Knochendichte bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen erbrachte keinen überzeugenden Hinweis auf protektive Effekte [14]. Die Evidenz für einen risikosenkenden Effekt von Milchprodukten bei Osteoporose ist deshalb als *unzureichend* zu bewerten.

Tabelle 1. Nährstoffdichte (arithmetisches Mittel) von Lebensmittelgruppen, die im Rahmen einer vegetarischen Ernährung von Bedeutung sind [mg/1000 kcal]

	Empfehlenswerte Nährstoffdichte[a] (mg/1000 kcal)		Fettarme Milch (1,5% Fett)[2]	Eier[b]
	m	w		
Vitamin A (RÄ)[c]	0,35	0,35	0,29	1,76
Vitamin B_1	0,41	0,43	0,77	–
Vitamin B_2	0,48	0,52	3,75	2,64
Folsäure[d]	0,14	0,17	0,09	0,43
Vitamin C	35,00	44,00	35,53	0
Magnesium	121,00	130,00	250,38	74,40
Calcium	345,00	435,00	2460,35	351,95
Eisen	3,50	6,50	0,94	12,96
Zink	3,50	3,00	7,71	8,36

[a] Nach [2]; [b] Daten nach [3]; [c] Retinoläquivalente; [d] Folatäquivalente.

Eier

Nutritive Ebene. Hühnereier zeichnen sich durch einen hohen Anteil an Protein (11%) und Fett (11%) aus. Zudem stellen sie gute Quellen für die Vitamine A, D und

B_{12} dar (siehe Tabelle 1). In Abhängigkeit von der Fütterung können sie hohe Mengen an Eikosapentaen- (EPA) und Dokosahexaensäure (DHA) sowie verschiedene Carotinoide (u.a. Lutein, Xeaxanthin) enthalten [15]. Kritisch zu bewerten ist der hohe Cholesterolgehalt (395 mg/100 g) im Eidotter.

Metabolisch-epidemiologische Ebene. *Herz-Kreislauferkrankungen.* Der Einfluss des Eierverzehrs auf das Lipidprofil und das kardiovaskuläre Risiko wird kontrovers diskutiert [16, 17]. Hohe Mengen sollen aufgrund ihres Cholesterolgehalts die LDL-Konzentration nachteilig beeinflussen. Eine Metaanalyse von 17 Interventionsstudien kommt zu dem Schluss, dass der Verzehr von 100 g Nahrungscholesterol/Tag die Konzentration an Gesamtcholesterol um 2,2 mg/dl steigert, wobei der Anstieg primär auf die LDL-Fraktion zurückzuführen ist [18]. Eine prospektive Kohortenstudie konnte allerdings bei Gesunden keinen Zusammenhang zwischen der Höhe des Eierverzehrs und dem Risiko für kardiovaskuläre Ereignisse feststellen. Lediglich bei Diabetikern fand sich eine entsprechende Assoziation [19]. Insgesamt ist die Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt von Eiern bei kardiovaskulären Erkrankungen als *möglich* einzustufen.

Tumorerkrankungen. Im Hinblick auf das Risiko kolorektaler Tumoren hat die Mehrzahl der älteren Beobachtungsstudien, insbesondere Fall-Kontroll-Studien, eine positive Assoziation zum Eierverzehr festgestellt [20]. Hingegen zeigte sich bei der metaanalytischen Auswertung von fünf neueren Fall-Kontroll-Studien kein Zusammenhang zum Risiko kolorektaler Polypen [21]. In einer prospektiven Kohortenstudie war ein hoher Eierverzehr lediglich mit einem nichtsignifikanten risikoerhöhenden Effekt für Tumoren des Kolons assoziiert [22]. Wie die Ergebnisse einer gepoolten Metaanalyse von acht Kohortenstudien verdeutlichen, ist das Risiko für Mammakarzinom bei einem Verzehr von mehr als 100 g Eier/Tag (ca. 2 Eier/Tag) um 22% erhöht [8]. Insgesamt wird die Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt von Eiern im Hinblick auf Tumoren des Kolons, Rektums und der Brust als *möglich* bewertet [6].

Ernährungsmuster

Herz-Kreislauferkrankungen und Diabetes mellitus Typ 2. Hinweise für den protektiven Effekt einer an Obst, Gemüse, Nüssen, Vollkornprodukten und Hülsenfrüchten reichen Ernährung liefern Analysen von Ernährungsmustern. Sowohl im Hinblick auf kardiovaskuläre Ereignisse [23–26] als auch auf kardiovaskuläre Risikofaktoren wie die CRP-E-Selektin- und Insulinkonzentration [27–29] erwies sich diese als risikosenkend. Ebenso besteht eine entsprechende Assoziation zum Diabetes mellitus Typ 2- [30–32], Adipositas- [33–35] und Gesamtmortalitätsrisiko [36, 37].

Unterstrichen werden diese Befunde durch Interventionsstudien, die bei einer hohen Zufuhr an Gemüsen, Hülsenfrüchten, Sojaprodukten, Nüssen, Pflanzensterolen und löslichen Ballaststoffen eine deutliche Senkung von Nüchternglucose, Insulin und Homocystein [38] sowie der LDL- [39–44] und CRP-Konzentrationen [45, 46] beobachten konnten. Zudem reduziert sich unter einer solchen Ernährung der oxidative Stress [47] bei gleichzeitig guter Sättigung [48].

Tumorerkrankungen. Im Gegensatz zu den oben dargelegten Befunden sind die Ergebnisse zum Einfluss des Ernährungsmusters auf epitheliale Tumoren weniger konsistent. Eine an Obst, Gemüse und Vollkornprodukten reiche „prudent“ bzw. „healthy diet“ zeigt bei Prostatakrebs [49] keinen deutlichen protektiven Effekt, allerdings scheint die typische „western diet“ mit ihrem hohen Anteil an Fleischwaren und Auszugsmehlprodukten das Risiko zu erhöhen [50]. Ähnlich ist die Datenlage in Bezug auf das kolorektale Karzinom. Auch hier erwies sich das „prudent“ bzw. „healthy diet“ Ernährungsmuster als wenig risikosenkend [51–53], während die Datenlage bei Brustkrebs uneinheitlich ist [52, 54–59]. Insgesamt sind die Studienergebnisse beim Mammakarzinom wenig überzeugend. Hingegen scheint das Risiko für Tumoren des oberen Verdauungstraktes wie Mund und Rachen [60–62] vermindert zu sein.

Potenziell kritische Nährstoffe im Rahmen einer vegetarischen Ernährung

Den genannten gesundheitlichen Vorteilen einer vegetarisch ausgerichteten Ernährung stehen einige potenzielle Schwachpunkte gegenüber. Dies betrifft insbesondere die Versorgung mit den vornehmlich in Lebensmitteln tierischer Herkunft enthaltenen Spurenelementen Eisen und Jod sowie den Vitaminen B_{12} und D.

Eisen

Unter den potenziell kritischen Nährstoffen bei einer vegetarischen Ernährung gilt dem Spurenelement Eisen besondere Aufmerksamkeit. Die Auffassung, wonach nur durch Fleischverzehr eine ausreichende Eisenversorgung möglich sei, ist weit verbreitet. Im Gegensatz zu Fleischwaren, die Eisen primär in porphyringebundener Form enthalten (Häm-Eisen), liegt das Spurenelement in pflanzlichen Produkten vorwiegend in anorganischer Form (Nichthäm-Eisen) vor. Ersteres besitzt durch die Komplexierung eine hohe Lipophilie und ist gut bioverfügbar. Die Absorptionsrate für Eisen aus Fleisch und Fisch ist mit 10–20% entsprechend hoch. Demgegenüber ist die Verfügbarkeit der in pflanzlichen Nahrungsmitteln enthaltenen anorganischen Eisenverbindungen (Fe^{3+} und Fe^{2+}) eingeschränkt und liegt im Mittel zwischen 1–7% [63]. Im Hinblick auf die Bioverfügbarkeit des Mineralstoffes weisen Fleisch und Fleischwaren somit unstrittig Vorteile auf. Allgemein steigt das Risiko eines Eisendefizits mit sinkendem Fleischkonsum an [64]. Dies manifestiert sich vorwiegend in verringerten Eisenspeichern, was in Zeiten eines erhöhten Eisenbedarfs, z.B. vor oder während einer Schwangerschaft, als ungünstig anzusehen ist [65–67]. Zeichen eines klinischen Eisenmangels (vermindertes Serumeisen, niedrige Hämoglobinwerte) finden sich allerdings im Allgemeinen nicht häufiger als bei Mischköstlern [68]. Dieser Umstand dürfte u.a. auf die verglichen mit Mischköstlern teils deutlich höhere absolute Eisenaufnahme von Vegetariern zurückzuführen sein [65, 68–69]. Dadurch kann die verminderte Verfügbarkeit z.T. kompensiert werden. Vegetariern wird deshalb eine um den Faktor 1,8 höhere Eisenzufuhr empfohlen als Mischköstlern [70]. Für Erwachsene entspricht diese Empfehlung einer Menge von 22 mg/Tag [71]. Die Absorption von Nichthäm-Eisen

lässt sich verbessern, indem vermehrt reduktiv wirksame Substanzen wie Vitamin C und organische Säuren (Citrat, Milchsäure) mit der Nahrung zugeführt werden [72–74]. Grundsätzlich ist es somit möglich, mit einer vielseitigen vegetarischen Ernährung die Eisenversorgung sicherzustellen [75]. Problematisch ist die Situation hingegen bei extremen und einseitig zusammengestellten vegetarischen Kostformen. So zeigen sich gehäuft Eisenmangelerscheinungen bei Veganern [65, 76] und Rohköstlern [77] sowie bei makrobiotischer Ernährung [78].

Jod

Kein spezifisches Problem der vegetarischen Ernährung ist die zu geringe Zufuhr von Jod. Auch bei Nicht-Vegetariern liegt die Aufnahme mit ca. 100 µg Jod/Tag weit unter der empfohlenen täglichen Zufuhr von 200 µg [79]. Allerdings wird dieser Wert von Vegetariern noch einmal deutlich unterschritten. Ursache hierfür ist das Meiden von Fisch und Schalentieren als Hauptjodlieferanten. In der veganen Ernährung liegt die Jodzufuhr aufgrund des fehlenden Verzehrs von Milch und Milchprodukten noch etwas niedriger. Entsprechend ist das Risiko für eine unzureichende Jodversorgung bei veganen Kostformen deutlich erhöht [80–83]. Die Empfehlung, ausschließlich Jodsalz zu verwenden und auch bei Brot und anderen Backwaren mit Jodsalz hergestellte Produkte zu bevorzugen, richtet sich deshalb sowohl an Mischköstler als auch an Vegetarier und Veganer [2]. Sinnvoll ist auch die Verwendung eines handelsüblichen Nahrungsergänzungspräparates [84]; hiermit werden im Allgemeinen 100 µg/Tag an Jod zugeführt.

Vitamin D

Die Vitamin-D-Versorgung des Menschen wird durch eine Kombination aus alimentärer Zufuhr und Eigensynthese sichergestellt. Um Vitamin-D-Mangelerscheinungen zu vermeiden, genügt ein täglicher Aufenthalt im Freien von 15–30 Minuten. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die D-A-CH-Länder im Bereich des 47. bis 52. Breitengrades liegen und dort die für die Vitamin-D-Synthese notwendige UV-B-Strahlung zwischen Oktober und April sehr gering ist [85]. Entsprechend ist die Versorgung im Winterhalbjahr kritischer zu beurteilen als im Sommer. In Lebensmitteln findet sich Vitamin D fast ausschließlich als Cholecalciferol (Vitamin D_3) in fettreichen Seefischen und Milchprodukten. Unter den pflanzlichen Lebensmitteln enthalten lediglich Pilze und Avocados nennenswerte Mengen an Ergocalciferol (D_2). Entsprechend liegt die Vitamin-D-Aufnahme bei Vegetariern und insbesondere Veganern niedriger als bei Mischköstlern. Bei unzureichender Sonneneinstrahlung wie in den Wintermonaten ist daher bei diesen Gruppen das Risiko niedriger 25-Hydroxyvitaminserumwerte erhöht [86, 87]. Im Hinblick auf präventivmedizinische Erkenntnisse, wonach Plasmaspiegel an $25(OH)D_3$ von 70 nmol/l – entsprechend einer Zufuhr von 25 µg Vitamin D/d – anzustreben sind [88–90], stimmen diese Befunde bedenklich. Niedrige Vitamin D-Spiegel und eine verminderte Knochenmasse wurden bei einigen Veganer-Populationen in nördlichen Breitengraden beobachtet, die keine Supplemente oder angereicherten Lebensmittel verwendeten. Diese Befunde zeigten sich insbesondere bei Kindern, die eine makrobiotische Kost verzehrten, sowie bei erwachsenen asiatischen Vegetariern [84]. Vegetarier sollten zur Optimierung der Vitamin-D-Synthese in der Haut auf regelmäßige Aufenthalte im Freien achten. In den Wintermonaten sowie bei Personen, die sich überwiegend in geschlossenen Räumen aufhalten, ist – ähnlich wie bei Mischköstlern – eine Supplementierung zu empfehlen (5–25 µg/Tag) [88–90].

Vitamin B_{12}

Cobalamine werden ausschließlich von Mikroorganismen gebildet. Gute Vitamin-B_{12}-Quellen sind Nahrungsmittel tierischer Herkunft wie Fleisch (besonders Innereien), Fisch, Muscheln, Eier sowie Milch und Milchprodukte. In pflanzlicher Nahrung findet sich gewöhnlich kein Cobalamin, lediglich bakteriell kontaminierte Produkte sowie milchsauer vergorene Erzeugnisse (z.B. Sauerkraut) weisen Spuren des Vitamins auf, die für eine adäquate Versorgung allerdings nicht ausreichen. Während Lakto-Ovo-Vegetarier ihren Cobalaminbedarf problemlos über den Verzehr von Milchprodukten und Eiern decken können, ist die Cobalaminversorgung bei Veganern kritisch. Bei diesem Personenkreis finden sich sehr häufig Zeichen eines marginalen Vitamin B_{12}-Status [91–93]. Untersuchungen unserer Arbeitsgruppe bestätigen diese Befunde. Im Rahmen der „Deutschen Vegan Studie“ war der Vitamin-B_{12}-Status bei 26% der 149 vegan lebenden Personen als unzureichend zu bewerten [94].

Algen, die häufig als pflanzliche Vitamin-B_{12}-Träger ausgelobt werden, enthalten vorwiegend unwirksame Analoga, die zudem in der Lage sind, die Stoffwechselfunktionen des biologisch aktiven Vitamins zu blockieren. Auch Hefe enthält kein für den Menschen verfügbares Vitamin B_{12}. Die immer wieder angeführte bakterielle Synthese im Kolon spielt für die Versorgung des Menschen vermutlich keine Rolle, da das Vitamin aufgrund seiner Größe und seines besonderen Absorptionsmechanismus aus tieferen Darmabschnitten nicht mehr verwertet werden kann [95]. Aufgrund der Leberspeicher und der Reutilisation des Vitamins aus dem enterohepatischen Kreislauf treten Mangelerscheinungen im Allgemeinen allerdings frühestens nach 5–10-jähriger Vitamin B_{12}-freier Ernährung auf. Klinische Anzeichen, wie die makrozytäre hyperchrome Anämie, sind selten nachweisbar. Das Voranschreiten des Cobalaminmangels bleibt wegen einer Synergie der Vitamine Folsäure und Cobalamin im Stoffwechsel unter Umständen lange Zeit unbemerkt [96]. Vegane Kostformen sind in der Regel reich an frischen Blattgemüsen und damit auch an Folsäure. Die enge funktionelle Verbindung beider Vitamine führt dazu, dass hohe Folsäurezufuhren die Entwicklung einer cobalaminmangelbedingten Anämie verzögern. Währenddessen schreiten allerdings die durch den Cobalaminmangel hervorgerufenen neurologischen Veränderungen weiter voran, sodass zum Zeitpunkt der Diagnosestellung einer Anämie bereits schwere und irreversible Schädigungen des Zentralnervensystems vorliegen können. Somit ist die makrocytäre hyperchrome Anämie als alleinige diagnostische Kenngröße nicht geeignet [96].

Zusätzlich birgt ein Mangel an Cobalamin ein atherogenes Risiko in sich, da Cobalamin und Tetrahydrofol-

säure in Form von 5-Methyltetrahydrofolsäure (5-MTHF) als Cofaktoren an der Remethylierung von Homocystein zu Methionin beteiligt sind. Durch diese Reaktion wird aus 5-MTHF wieder Tetrahydrofolsäure (THF) bereitgestellt, die dann wiederum für andere folatabhängige Reaktionen zur Verfügung steht. Fehlt Cobalamin, ist die Bereitstellung der reaktionsfähigen THF blockiert („Methylfalle"), sodass es zu einem indirekten Folsäuremangel kommt. Erhöhte Plasma-Homocysteinspiegel könnten das atherogene Risiko erhöhen, wenngleich aktuelle Untersuchungen Zweifel an der Bedeutung einer Homocysteinsenkung zur Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen aufkommen lassen [97].

Aufgrund der Gefahr irreversibler neurologischer Schädigungen und einem potenziell erhöhten kardiovaskulären Risiko ist es unabdingbar, dass alle Veganer ihre Vitamin B_{12}-Zufuhr in Form von angereicherten Lebensmitteln oder Supplementen sichern [84]. Bei lakto-ovo-vegetarischen Kostformen ist die Zufuhr des Vitamins über die Nahrung hingegen ausreichend.

Empfehlungen zur Lebensmittelauswahl

Wie bereits oben dargestellt, sollte eine zeitgemäße vegetarische Ernährung nicht nur in der Lage sein, die Versorgung des Organismus mit allen (überlebens)-notwendigen Nährstoffen sicherzustellen, sondern darüber hinaus das Risiko für chronisch-degenerative Erkrankungen zu minimieren. Tabelle 2 fasst die nutritive und metabolisch-epidemiologische Bewertung der einzelnen Lebensmittelgruppen zusammen.

Entsprechend der dargestellten Evidenz und im Hinblick auf die hohe Mikronährstoffdichte sollten **Obst** und **Gemüse** die Basis der vegetarischen Ernährung bilden; der sehr reichliche Verzehr dieser Lebensmittelgruppe ist zu empfehlen. Mit dem Ziel, eine möglichst breite Bandbreite der sekundären Pflanzenstoffe und Mikronährstoffe mit der täglichen Nahrung aufzunehmen, sollte die Zusammenstellung abwechslungsreich sein und dem „Ampelprinzip" folgen, d.h. es sollte täglich gelbes (Carotinoide), orange-rotes/tief-rotes (Carotinoide, Polyphenole) und grünes (Folsäure, Magnesium) Obst und Gemüse verzehrt werden.

Wie oben und in Tabelle 2 zusammenfassend dargestellt, besitzen **Vollkornprodukte** gegenüber Auszugsmehlprodukten gesundheitliche Vorteile; deshalb sollten Vollkornprodukte bevorzugt und reichlich konsumiert werden. Auch der reichliche Verzehr von **Hülsenfrüchten** ist im Rahmen einer lakto-ovo-vegetarischen Ernährung zu empfehlen. Er trägt zu einer ausreichenden Proteinzufuhr und einer guten Sättigung bei. Die mitunter noch zu findende Empfehlung, Vegetarier sollten auf die Kombination verschiedener Eiweißträger (z.B. Getreide und Hülsenfrüchte) achten, um die Zufuhr essentieller Aminosäuren sicherstellen, muss in der Praxis im Allgemeinen nicht beachtet werden [98].

Ein mäßiger Verzehr von **Samen** und **Nüssen** sollte integraler Bestandteil einer lakto-ovo-vegetarischen Er-

Tabelle 2. Zusammenfassende nutritive und metabolisch-epidemiologische Bewertung der Lebensmittelgruppen

	Mikronährstoffdichte	Erkrankung	Risiko	Evidenz
Obst und Gemüse	hoch	Tumoren des Magens, Kolons und Rektums	↓	wahrscheinlich
		Tumoren des Munds, Rachens und der Ovarien, Brust, Blase und Nieren	↓	möglich
		Kardiovaskuläre Erkrankungen	↓	überzeugend
		Diabetes Typ 2	↓	unzureichend
		Osteoporose	↓	möglich
Vollkornprodukte	mittel	Tumoren des Kolons und Rektums	↓	möglich
		Kardiovaskuläre Erkrankungen	↓	wahrscheinlich
		Diabetes Typ 2	↓	wahrscheinlich
Auszugsmehlprodukte	niedrig	Tumoren des Kolons und Rektums		möglich
		Diabetes Typ 2	↑	möglich
Hülsenfrüchte/Soja	mittel	Tumoren der Brust, des Endometriums und der Prostata (Soja)	↓	unzureichend
		Tumoren der Brust, des Endometriums (Soja)	↑	unzureichend
		Tumoren des Kolons und Rektums	↓	unzureichend
		Kardiovaskuläre Erkrankungen	↓	unzureichend
Nüsse	mittel	Kardiovaskuläre Erkrankungen	↓	wahrscheinlich
		Diabetes Typ 2	↓	unzureichend
		Gallensteine	↓	möglich
Milch und Milchprodukte	mittel	Tumoren des Kolons und des Rektums	↓	möglich
		Tumoren der Prostata und der Ovarien	↑	möglich
		Osteoporose	↓	unzureichend
Eier	mittel	Tumoren des Kolons, Rektums und der Brust	↑	möglich
		Kardiovaskuläre Erkrankungen	↑	möglich

Tabelle 3. Austausch von Lebensmitteln

Austausch von …	Gegen …
Fleisch- und Fleischwaren, Fisch	Hülsenfrüchte, Sojaerzeugnisse, Nüsse und Samen
Auszugsmehlprodukte	Vollkornerzeugnisse
Süßwaren	Frisches Obst, Trockenfrüchte
Handelsübliche Margarine und Speiseöle	Speiseöle und Margarine reich an α-Linolensäure (Raps- und Walnussöl)
Fettreiche und saccharosehaltige Milchprodukte	Fettarme, ungesüßte Milcherzeugnisse, Nussmuse
Fett- und energiereiche Fertiggerichte	Tiefkühlgemüse, Hülsenfrüchte aus der Dose, Tofugerichte

nährung sein. Nüsse und Samen besitzen zwar eine hohe Energiedichte, ihr Fettsäureprofil aber ist als günstig zu werten. Zudem liefern sie vergleichsweise hohe Mengen an Protein, Folsäure, Vitamin E, Mineralstoffen sowie Ballaststoffen und sekundären Pflanzenstoffen.

Im Rahmen einer lakto-ovo-vegetarischen Ernährung leisten **Milch** und **Milchprodukte** einen wesentlichen Beitrag zu einer ausreichenden Kalzium-, Vitamin B_{12}- und Proteinversorgung. Jedoch sollten Milch und Milchprodukte auf Grund der mittleren Mikronährstoffdichte und der – teils unsicheren – Evidenzlage bezüglich risikosenkender bzw. -steigernder Effekte auf Tumorerkrankungen und Osteoporose (siehe Tabelle 2) nur mäßig verzehrt werden.

Hühnereier zeichnen sich durch einen hohen Gehalt an Protein, Vitamin A, D und B_{12} aus. Wenngleich die Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt eines hohen Eiverzehrs im Hinblick auf Herz-Kreislauf- und Tumorerkrankungen als nur schwach einzustufen ist, sollte die Zufuhr auf moderate Mengen beschränkt bleiben. Auf Grund des hohen Energiegehalts gilt dieses auch für die Produktgruppe der **pflanzlichen Öle** und die der **Trockenfrüchte**.

Da **Süßigkeiten** und **Auszugsmehlprodukte** eine hohe Energie- und geringe Mikronährstoffdichte aufweisen und keine gesundheitlichen Vorteile besitzen, sollte diese Lebensmittelgruppe im Rahmen einer vegetarischen Kost nur selten verzehrt werden.

Um die potenziell gesundheitlichen Vorteile einer vegetarisch ausgerichteten Ernährung nutzen zu können, ist ein Austausch der üblicherweise verzehrten, energiereichen, hochverarbeiteten und mikronährstoffarmen Lebensmittel nötig (siehe Tabelle 3). Setzt sich die Ernährung *qualitativ* primär aus den Lebensmittelgruppen Obst, Gemüse, Vollkornprodukte, Hülsenfrüchte und Nüsse zusammen, ergänzt um Milchprodukte und Eier, dann sind *(semi)quantitative* Fragen von untergeordneter Relevanz. Insbesondere die häufig zu findende Fokussierung auf

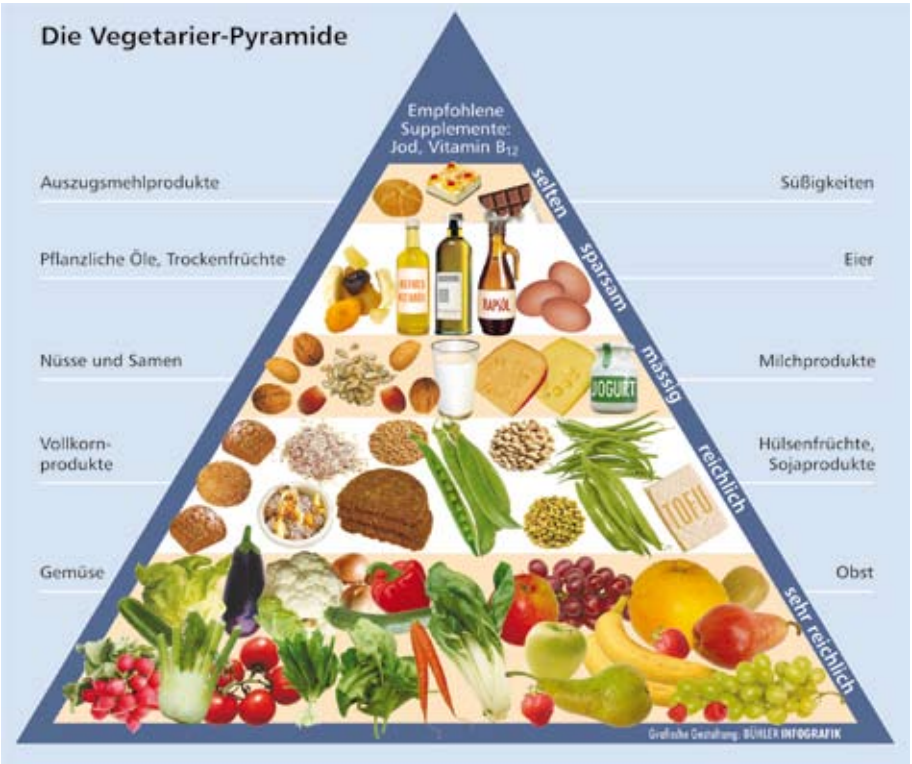

Abb. 1. Empfohlene Lebensmittelauswahl im Rahmen einer ovo-lakto-vegetarischen Ernährung

einzelne Nährstoffe wie z.B. die Frage nach den Energie-%-Anteilen aus Fett oder Kohlenhydraten ist dann für Gesunde ohne Belang [99].

Wie bereits oben dargestellt, stehen den genannten gesundheitlichen Vorteilen einer vegetarisch ausgerichteten Ernährung einige potenzielle Schwachpunkte gegenüber. Dies betrifft insbesondere die Versorgung mit den vornehmlich in Lebensmitteln tierischer Herkunft enthaltenen Spurenelementen **Eisen** und **Jod** sowie den **Vitaminen B_{12}** und **D**. Eine Supplementierung von Jod, B_{12} und Vitamin D sollte insbesondere bei veganer Ernährung und in Zeiten des erhöhten Bedarfs (Wachstum, Schwangerschaft und Stillzeit) von allen vegetarisch lebenden Personen in Betracht gezogen werden. Unter praktischen Gesichtspunkten bietet es sich für ovo-lakto-Vegetarier und vegan lebende Personen an, ein physiologisch dosiertes, handelsübliches Multimineral-Multivitaminpräparat in die Ernährung einzubeziehen, wie es auch für die Allgemeinbevölkerung von verschiedenen Autoren [100–102] empfohlen worden ist.

Eine grafische Zusammenfassung der hier vorgestellten Empfehlungen für eine optimierte Lebensmittelzusammenstellung bei vegetarischer Ernährung gibt die in Abb. 1 dargestellte vegetarische Ernährungspyramide.

Anzumerken bleibt, dass die Ernährung und Lebensmittelauswahl nur ein, wenn auch wesentlicher Faktor ist, der die Lebensqualität mitbestimmt. Tatsächlich lässt sich die vegetarische Lebensform nicht auf rein ernährungsphysiologische Aspekte reduzieren. So mehren sich z.B. die Hinweise, dass psychosoziale Faktoren [103–104] sowie die körperliche Aktivität [105] das Wohlbefinden und die Lebenserwartung wesentlich mitbestimmen. Alle Empfehlungen zur Lebensmittelauswahl sind daher immer in Relation zu diesen anderen Lebensstilfaktoren zu interpretieren.

Literatur

1. Ströhle A, Waldmann A, Wolters M, Hahn A (2006) Präventives Potenzial und mögliche Risiken einer vegetarischen Ernährung – ein evidenzbasiertes Update. Teil 1: Methode und pflanzliche Lebensmittel. Wien Klin Wochenschr 118: 580–593
2. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE), Schweizerische Vereiningung für Ernährung (SVE) (2000) Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau/Braus, Frankfurt/Main
3. Souci SW, Fachmann W, Kraut H (2000) Die Zusammensetzung der Lebensmittel – Nährwert-Tabellen. Medpharm Scientific Publishers, Stuttgart
4. Cho E, Smith-Warner SA, Spiegelman D, Beeson WL, van den Brandt PA, Colditz GA, et al (2004) Dairy foods, calcium, and colorectal cancer: a pooled analysis of 10 cohort studies. J Natl Cancer Inst 96: 1015–1022
5. Kesse E, Boutron-Ruault MC, Norat T, Riboli E, Clavel-Chapelon F; E3N Group (2005) Dietary calcium, phosphorus, vitamin D, dairy products and the risk of colorectal adenoma and cancer among French women of the E3N-EPIC prospective study. Int J Cancer 117: 137–144
6. Boeing H (2004) Tumorentstehung – hemmende und fördernde Ernährungsfaktoren. DGE: 235–282
7. Parodi PW (2005) Dairy product consumption and the risk of breast cancer. J Am Coll Nutr 24 [6 Suppl]: 556S–568S
8. Missmer SA, Smith-Warner SA, Spiegelman D, Yaun SS, Adami HO, Beeson WL, et al (2002) Meat and dairy food consumption and breast cancer: a pooled analysis of cohort studies. Int J Epidemiol 31: 78–85
9. Gao X, LaValley MP, Tucker KL (2005) Prospective studies of dairy product and calcium intakes and prostate cancer risk: a meta-analysis. J Natl Cancer Inst 97: 1768–1777
10. Qin LQ, Xu JY, Wang PY, Hashi A, Hoshi K, Sato A (2005) Milk/dairy products consumption, galactose metabolism and ovarian cancer: meta-analysis of epidemiological studies. Eur J Cancer Prev 14: 13–19
11. Larsson SC, Orsini N, Wolk A (2006) Milk, milk products and lactose intake and ovarian cancer risk: a meta-analysis of epidemiological studies. Int J Cancer 118: 431–441
12. Genkinger JM, Hunter DJ, Spiegelman D, Anderson KE, Arslan A, Beeson WL, Buring JE, Fraser GE, Freudenheim JL, Goldbohm RA, Hankinson SE, Jacobs DR Jr,Koushik A, Lacey JV Jr, Larsson SC, Leitzmann M, McCullough ML, Miller AB, Rodriguez C, Rohan TE, Schouten LJ, Shore R, Smit E, Wolk A, Zhang SM, Smith-Warner SA (2006) Dairy products and ovarian cancer: a pooled analysis of 12 cohort studies. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 15: 364–372
13. Kanis JA, Johansson H, Oden A, De Laet C, Johnell O, Eisman JA, Mc Closkey E, Mellstrom D, Pols H, Reeve J, Silman A, Tenenhouse A (2005) A meta-analysis of milk intake and fracture risk: low utility for case finding. Osteoporos Int 16: 799–804
14. Lanou AJ, Berkow SE, Barnard ND (2005) Calcium, dairy products, and bone health in children and young adults: a reevaluation of the evidence. Pediatrics 115: 736–743
15. Applegate E (2000) Introduction: nutritional and functional roles of eggs in the diet. J Am Coll Nutr 19 [5 Suppl]: 495S–498S
16. Krauss RM, Eckel RH, Howard B, Appel LJ, Daniels SR, Deckelbaum RJ, et al (2000) AHA Dietary Guidelines: revision 2000: a statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the American Heart Association. Circulation 102: 2284–2299
17. Song Wo, Kerber JM (2000) Nutritional contributation of eggs to American diets. J Am Coll Nutr 19: 556S–462S
18. Weggemans RM, Zock PL, Katan MB (2001) Dietary cholesterol from eggs increases the ratio of total cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol in humans: a meta-analysis. Am J Clin Nutr 73: 885–891
19. Hu FB, Stampfer MJ, Rimm EB, Manson JE, Ascherio A, et al (1999) A prospective study of egg consumption and risk of cardiovascular disease in men and women. JAMA 281: 1387–1394
20. Steinmetz KA, Potter JD (1994) Egg consumption and cancer of the colon and rectum. Eur J Cancer Prev 3: 237–245
21. Yoon H, Benamouzig R, Little J, Francois-Collange M, Tome D (2000) Systematic review of epidemiological studies on meat, dairy products and egg consumption and risk of colorectal adenomas. Eur J Cancer Prev 9: 151–164
22. Jarvinen R, Knekt P, Hakulinen T, Rissanen H, Heliovaara M (2001) Dietary fat, cholesterol and colorectal cancer in a prospective study. Br J Cancer 85: 357–361

23. Hu FB, Rimm EB, Stampfer MJ, Ascherio A, Spiegelman D, Willett WC (2000) Prospective study of major dietary patterns and risk of coronary heart disease in men. Am J Clin Nutr 72: 912–921
24. Fung TT, Rimm EB, Spiegelman D, Rifai N, Tofler GH, Willett WC, et al (2001) Association between dietary patterns and plasma biomarkers of obesity and cardiovascular disease risk. Am J Clin Nutr 73: 61–67
25. Fung TT, Stampfer MJ, Manson JE, Rexrode KM, Willett WC, Hu FB (2004) Prospective study of major dietary patterns and stroke risk in women. Stroke 35: 2014–2019
26. Ciccarone E, Di Castelnuovo A, Salcuni M, Siani A, Giacco A, Donati MB, et al (2003) A high-score Mediterranean dietary pattern is associated with a reduced risk of peripheral arterial disease in Italian patients with type 2 diabetes. J Thromb Haemost 1: 1744–1752
27. Fung TT, Rimm EB, Spiegelman D, Rifai N, Tofler GH, Willett WC, et al (2001) Association between dietary patterns and plasma biomarkers of obesity and cardiovascular disease risk. Am J Clin Nutr 73: 61–67
28. Kerver JM, Yang EJ, Bianchi L, Song WO (2003) Dietary patterns associated with risk factors for cardiovascular disease in healthy US adults. Am J Clin Nutr 78: 1103–1110
29. Lopez-Garcia E, Schulze MB, Fung TT, Meigs JB, Rifai N, Manson JE, et al (2004) Major dietary patterns are related to plasma concentrations of markers of inflammation and endothelial dysfunction. Am J Clin Nutr 80: 1029–1035
30. van Dam RM, Rimm EB, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB (2002) Dietary patterns and risk for type 2 diabetes mellitus in U.S. men. Ann Intern Med 136: 201–209
31. Fung TT, Schulze M, Manson JE, Willett WC, Hu FB (2004) Dietary patterns, meat intake, and the risk of type 2 diabetes in women. Arch Intern Med 164: 2235–2240
32. Montonen J, Knekt P, Harkanen T, Jarvinen R, Heliovaara M, Aromaa A, et al (2005) Dietary patterns and the incidence of type 2 diabetes. Am J Epidemiol 161: 219–227
33. Newby PK, Muller D, Hallfrisch J, Andres R, Tucker KL (2004) Food patterns measured by factor analysis and anthropometric changes in adults. Am J Clin Nutr 80: 504–513
34. Newby PK, Muller D, Hallfrisch J, Qiao N, Andres R, Tucker K (2003) Dietary patterns and changes in body mass index and waist circumference in adults. Am J Clin Nutr 77: 1417–1425
35. Quatromoni PA, Copenhafer DL, D'Agostino RB, Millen BE (2002) Dietary patterns predict the development of overweight in women: The Framingham Nutrition Studies. J Am Diet Assoc 102: 1239–1246
36. Osler M, Heitmann BL, Gerdes LU, Jorgensen LM, Schroll M (2001) Dietary patterns and mortality in Danish men and women: a prospective observational study. Br J Nutr 85: 219–225
37. Michels KB, Wolk A (2002) A prospective study of variety of healthy foods and mortality in women. Int J Epidemiol 31: 847–854
38. Jang Y, Lee JH, Kim OY, Park HY, Lee SY (2001) Consumption of whole grain and legume powder reduces insulin demand, lipid peroxidation, and plasma homocysteine concentrations in patients with coronary artery disease: randomized controlled clinical trial. Arterioscler Thromb Vasc Biol 21: 2065–2071
39. Jenkins DJ, Kendall CW, Faulkner D, Vidgen E, Trautwein EA, Parker TL, et al (2002) A dietary portfolio approach to cholesterol reduction: combined effects of plant sterols, vegetable proteins, and viscous fibers in hypercholesterolemia. Metabolism 51: 1596–1604
40. Jenkins DJ, Kendall CW, Marchie A, Faulkner D, Vidgen E, Lapsley KG, et al (2003) The effect of combining plant sterols, soy protein, viscous fibers, and almonds in treating hypercholesterolemia. Metabolism 52: 1478–1483
41. Jenkins DJ, Kendall CW, Marchie A, Faulkner DA, Wong JM, de Souza R, et al (2005) Direct comparison of a dietary portfolio of cholesterol-lowering foods with a statin in hypercholesterolemic participants. Am J Clin Nutr 81: 380–387
42. Lamarche B, Desroches S, Jenkins DJ, Kendall CW, Marchie A, Faulkner D, et al (2004) Combined effects of a dietary portfolio of plant sterols, vegetable protein, viscous fibre and almonds on LDL particle size. Br J Nutr 92: 657–663
43. Koebnick C, Plank-Habibi S, Wirsam B, Gruendel S, Hahn A, Meyer-Kleine C, et al (2004) Double-blind, randomized feedback control fails to improve the hypocholesterolemic effect of a plant-based low-fat diet in patients with moderately elevated total cholesterol levels. Eur J Clin Nutr 58: 1402–1409
44. Gardner CD, Coulston A, Chatterjee L, Rigby A, Spiller G, Farquhar JW (2005) The effect of a plant-based diet on plasma lipids in hypercholesterolemic adults: a randomized trial. Ann Intern Med 142: 725–733
45. Jenkins DJ, Kendall CW, Marchie A, Faulkner DA, Wong JM, de Souza R, et al (2003) Effects of a dietary portfolio of cholesterol-lowering foods vs lovastatin on serum lipids and C-reactive protein. JAMA 290: 502–510
46. Jenkins DJ, Kendall CW, Marchie A, Faulkner DA, Josse AR, Wong JM, et al (2005) Direct comparison of dietary portfolio vs statin on C-reactive protein. Eur J Clin Nutr 59: 851–860
47. Colombo C, Muti P, Pala V, Cavalleri A, Venturelli E, Locardi M, Berrino F, Secreto G (2005) Plant-based diet, serum fatty acid profile, and free radicals in postmenopausal women: the diet and androgens (DIANA) randomized trial. Int J Biol Markers 20: 169–176
48. Barnard ND, Scialli AR, Turner-McGrievy G, Lanou AJ, Glass J (2005) The effects of a low-fat, plant-based dietary intervention on body weight, metabolism, and insulin sensitivity. Am J Med 118: 991–997
49. Wu K, Hu FB, Willett WC, Giovannucci E (2006) Dietary patterns and risk of prostate cancer in U.S. men. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 15: 167–171
50. Walker M, Aronson KJ, King W, Wilson JW, Fan W, Heaton JP, MacNeily A, Nickel JC, Morales A (2005) Dietary patterns and risk of prostate cancer in Ontario, Canada. Int J Cancer 116: 592–598
51. Fung T, Hu FB, Fuchs C, Giovannucci E, Hunter DJ, Stampfer MJ, et al (2003) Major dietary patterns and the risk of colorectal cancer in women. Arch Intern Med 163: 309–314
52. Kim MK, Sasaki S, Otani T, Tsugane S (2005) Japan Public Health Center-based Prospective Study Group. Dietary patterns and subsequent colorectal cancer risk by subsite: a prospective cohort study. Int J Cancer 115: 790–798
53. Wu K, Hu FB, Fuchs C, Rimm EB, Willett WC, Giovannucci E (2004) Dietary patterns and risk of colon cancer and adenoma in a cohort of men (United States). Cancer Causes Control 15: 853–862

54. Mattisson I, Wirfalt E, Johansson U, Gullberg B, Olsson H, Berglund G, et al (2004) Intakes of plant foods, fibre and fat and risk of breast cancer – a prospective study in the Malmo Diet and Cancer cohort. Br J Cancer 90: 122–127
55. Sieri S, Krogh V, Pala V, Muti P, Micheli A, Evangelista A, et al (2004) Dietary patterns and risk of breast cancer in the ORDET cohort. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 13: 567–572
56. Adebamowo CA, Hu FB, Cho E, Spiegelman D, Holmes MD, Willett WC (2005) Dietary patterns and the risk of breast cancer. Ann Epidemiol 15: 789–795
57. Fung TT, Hu FB, Holmes MD, Rosner BA, Hunter DJ, Colditz GA, et al (2005) Dietary patterns and the risk of postmenopausal breast cancer. Int J Cancer 116: 116–121
58. Mannisto S, Dixon LB, Balder HF, Virtanen MJ, Krogh V, Khani BR, et al (2005) Dietary patterns and breast cancer risk: results from three cohort studies in the DIETSCAN project. Cancer Causes Control 16: 725–733
59. Velie EM, Schairer C, Flood A, He JP, Khattree R, Schatzkin A (2005) Empirically derived dietary patterns and risk of postmenopausal breast cancer in a large prospective cohort study. Am J Clin Nutr 82: 1308–1319
60. Masaki M, Sugimori H, Nakamura K, Tadera M (2003) Dietary patterns and stomach cancer among middle-aged male workers in Tokyo. Asian Pac J Cancer Prev 4: 61–66
61. Kim MK, Sasaki S, Sasazuki S, Tsugane S (2004) Japan Public Health Center-based Prospective Study Group. Prospective study of three major dietary patterns and risk of gastric cancer in Japan. Int J Cancer 110: 435–442
62. De Stefani E, Boffetta P, Ronco AL, Correa P, Oreggia F, Deneo-Pellegrini H, et al (2005) Dietary patterns and risk of cancer of the oral cavity and pharynx in Uruguay. Nutr Cancer 51: 132–139
63. Kaltwasser J-P (1999) Eisen. In: Kluthe R, Kasper H (Hrsg) Lebensmittel tierischer Herkunft in der Diskussion. Thieme, Stuttgart
64. Gibson S, Ashwell M (2003) The association between red and processed meat consumption and iron intakes and status among British adults. Public Health Nutr 6: 341–350
65. Craig WJ (1994) Iron status of vegetarians. Am J Clin Nutr 59 [Suppl]: 1233S–1237S
66. Haddad EH, Berk LS, Kettering JD, Hubbard RW, Peters WR (1999) Dietary intake and biochemical, hematologic, and immune status of vegans compared with nonvegetarians. Am J Clin Nutr 70: 586S–593S
67. Wilson AK, Ball MJ (1999) Nutrient intake and iron status of Australian male vegetarians. Eur J Clin Nutr 53: 189–194
68. Hunt JR (2002) Moving towards a plant-based diet: are iron and zinc at risk? Nutr Rev 60: 127–134
69. Larsson CL, Johansson GK (2002) Dietary intake and nutritional status of young vegans and omnivores in Sweden. Am J Clin Nutr 76: 100–106
70. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board (2001) Dietary reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and zinc. Washington, DC, National Academy Pres
71. Dokkum W v (1992) Significance of iron bioavailabilit for iron recommendations. Biol Trace Elem res 35: 1–11
72. Gillooly M, Bothwell TH, Torrance JD, MacPhail AP, Derman DP, Bezwoda WR, Mills W, Charlton RW, Mayet F (1983) The effects of organic acids, phytates and polyphenols on the absorption of iron from vegetables. Br J Nutr 49: 331–342
73. Hallberg L, Hulthen L (2002) Prediction of dietary iron absorption: an algorithm for calculating absorption and bioavailability of dietary iron. Am J Clin Nutr 71: 1147–1160 (Erratum in: Am J Clin Nutr 2000)
74. Sandstrom B (2001) Micronutrient interactions: effects on absorption and bioavailability. Br J Nutr 85 [2 Suppl]: S181–185
75. Heins U, Hoffmann I, Leitzmann C (1999) Eisenversorgung bei vegetarischer Ernährung. Ernähr-Umschau 46: 82–88
76. Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C, Hahn A (2004) Dietary iron intake and iron status of German female vegans: results of the Germen Vegan Study. Ann Nutr Metab 48: 103–108
77. Koebnick C, Strassner C, Leitzmann C (1997) Rohkost-Ernährung: Teil 1 – Überblick und Bewertung der theoretischen Grundlagen. aid-Verbraucherdienst 42: 244–250
78. Dagnelie PC, van Staveren WA, Hautvast JG (1991) Stunting and nutrient deficiencies in children on alternative diets. Acta Paediatr Scand [Suppl] 374: 111–118
79. Karg G (2004) Ernährungssituation in Deutschland. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg) Ernährungsbericht, Bonn
80. Draper A, Lewis J, Malhotra N, Wheeler E (1993) The energy and nutrient intakes of different types of vegetarian: a case for supplements? Br J Nutr 69: 3–19
81. Appleby PN, Thorogood M, Mann JI, Key TJ (1999) The Oxford Vegetarian Study: an overview. Am J Clin Nutr 70 [3 Suppl]: 525S–531S
82. Remer T, Neubert A, Manz F (1999) Increased risk of iodine deficiency with vegetarian nutrition. Br J Nutr 81: 45–49
83. Krajcovicova-Kudlackova M, Blazicek P, Kopcova J, Bederova A, Babinska K (2000) Homocysteine levels in vegetarians versus omnivores. Ann Nutr Metab 44: 135–138
84. American Dietetic Association; Dietitians of Canada. Position of the American Dietetic Association and Dietitians of Canada (2003) Vegetarian diets. J Am Diet Assoc 103: 748–765
85. Holick MF; McCollum Award Lecture (1994) Vitamin D – new horizons for the 21st century. Am J Clin Nutr 60: 619–630
86. Lamberg-Allardt C, Karkkainen M, Seppanen R, Bistrom H (1993) Low serum 25-hydroxyvitamin D concentrations and secondary hyperparathyroidism in middle-aged white strict vegetarians. Am J Clin Nutr 58: 684–689
87. Outila TA, Karkkainen MU, Seppanen RH, Lamberg-Allardt CJ (2000) Dietary intake of vitamin D in premenopausal, healthy vegans was insufficient to maintain concentrations of serum 25-hydroxyvitamin D and intact parathyroid hormone within normal ranges during the winter in Finland. J Am Diet Assoc 100: 434–441
88. Zittermann A (2003) Vitamin D in preventive medicine: are we ignoring the evidence? Br J Nutr 89: 552–572
89. Holick MF (2004) Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease. Am J Clin Nutr 80 [6 Suppl]: 1678S–88S

90. Vieth R (2004) Why the optimal requirement for Vitamin D3 is probably much higher than what is officially recommended for adults. J Steroid Biochem Mol Biol 89–90: 575–579
91. Haddad EH, Berk LS, Kettering JD, Hubbard RW, Peters WR (1999) Dietary intake and biochemical, hematologic, and immune status of vegans compared with nonvegetarians. Am J Clin Nutr 80 [3 Suppl]: 586S–593S
92. Krajcovicova-Kudlackova M, Blazicek P, Kopcova J, Bederova A, Babinska K (2000) Homocysteine levels in vegetarians versus omnivores. Ann Nutr Metab 44: 135–138
93. Obeid R, Geisel J, Schorr H, Hubner U, Herrmann W (2002) The impact of vegetarianism on some haematological parameters. Eur J Haematol 69: 275–279
94. Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C, Hahn A (2004) Homocysteine and cobalamin status in German vegans. Public Health Nutr 7: 467–472
95. Herbert V (1988) Vitamin B12: plant sources, requirements, and assay. Am J Clin Nutr 48 [3 Suppl]: 852–858
96. Wolters M, Ströhle A, Hahn A (2004) Cobalamin: a critical vitamin in the elderly. Prev Med 1256–1266
97. Lewis SJ, Ebrahim S, Davey Smith G (2005) Meta-analysis of MTHFR 677C->T polymorphism and coronary heart disease: does totality of evidence support causal role for homocysteine and preventive potential of folate? BMJ 331: 1053
98. Young VR, Pellett PL (1994) Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. Am J Clin Nutr 59 [5 Suppl]: 1203S–1212S
99. Ströhle A, Hahn A (2005) Unwissenschaftliche Nachschrift oder die endlose und dabei doch beendbare Ernährungsdebatte. Ernährungs-Umschau 52: 180–86
100. Willett WC, Stampfer MJ (2001) Clinical practice. What vitamins should I be taking, doctor? N Engl J Med 345: 1819–1824
101. Fletcher RH, Fairfield KM (2002) Vitamins for chronic disease prevention in adults: clinical applications. JAMA 287: 3127–3129
102. Higdon J (2003) An Evidence-based approach to vitamins and minerals. Thieme, New York Stuttgart
103. McDade TW, Hawkley LC, Cacioppo JT (2006) Psychosocial and behavioral predictors of inflammation in middle-aged and older adults: the Chicago health, aging, and social relations study. Psychosom Med 68: 376–381
104. Cacioppo JT, Hawkley LC (2003) Social isolation and health, with an emphasis on underlying mechanisms. Perspect Biol Med 46 [3 Suppl]: S39–52
105. Bauman AE (2004) Updating the evidence that physical activity is good for health: an epidemiological review 2000–2003. J Sci Med Sport 7 [1 Suppl]: 6–19

Korrespondenz: Prof. Dr. Andreas Hahn, Abteilung Ernährungsphysiologie und Humanernährung, Institut für Lebensmittelwissenschaft, Zentrum Angewandte Chemie, Universität Hannover, Wunstorfer Straße 14, 30453 Hannover, Deutschland, E-mail: andreas.hahn@lw.uni-hannover.de