

Vegane Ernährung

Position der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE)

Margrit Richter, Heiner Boeing, Dorle Grünewald-Funk, Helmut Hesecker, Anja Kroke, Eva Leschik-Bonnet, Helmut Oberritter, Daniela Strohm, Bernhard Watzl für die Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE)¹

Zusammenfassung

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) hat auf Grundlage der aktuellen wissenschaftlichen Literatur eine Position zur veganen Ernährung erarbeitet. Bei einer rein pflanzlichen Ernährung ist eine ausreichende Versorgung mit einigen Nährstoffen nicht oder nur schwer möglich. Der kritischste Nährstoff ist Vitamin B₁₂. Zu den potenziell kritischen Nährstoffen bei veganer Ernährung gehören außerdem Protein bzw. unentbehrliche Aminosäuren und langkettige n3-Fettsäuren sowie weitere Vitamine (Riboflavin, Vitamin D) und Mineralstoffe (Calcium, Eisen, Jod, Zink, Selen). Für Schwangere, Stillende, Säuglinge, Kinder und Jugendliche wird eine vegane Ernährung von der DGE nicht empfohlen. Wer sich dennoch vegan ernähren möchte, sollte dauerhaft ein Vitamin-B₁₂-Präparat einnehmen, auf eine ausreichende Zufuhr v. a. der kritischen Nährstoffe achten und gegebenenfalls angereicherte Lebensmittel und Nährstoffpräparate verwenden. Dazu sollte eine Beratung von einer qualifizierten Ernährungsfachkraft erfolgen und die Versorgung mit kritischen Nährstoffen regelmäßig ärztlich überprüft werden.

Schlüsselwörter: vegane Ernährung, kritische Nährstoffe, Vitamin B₁₂

Vegetarisch ausgerichtete Ernährungsformen

Je nach Form des Vegetarismus (♦ Tabelle 1) werden ausgewählte tierische Lebensmittel (z. B. Eier, Milch) verzehrt oder tierische Lebensmittel und Zusatzstoffe sowie Lebensmittel, bei deren Herstellungsprozessen tierische Bestandteile verwendet werden, komplett gemieden. Vegane Ernährung ist eine sehr strenge Form der vegetarischen Ernährung. Veganer verzehren ausschließlich pflanzliche Lebensmittel, sie lehnen alle tierischen Lebensmittel ab, teilweise auch Honig und zusätzlich Gebrauchsgegenstände aus Tierkörperteilen wie Fell und Leder [2]. Hauptmotive für eine vegetarische Ernährungsweise sind ethische Gründe (z. B. Ablehnung der Massentierhaltung), Aspekte der Ökologie und Nachhaltigkeit oder gesundheitliche Überlegungen.

Die Zusammensetzung der Ernährung, insbesondere die Relation von tierischen zu pflanzlichen Lebensmitteln, sowie der Verarbeitungsgrad bestimmen nach bisherigen Erkenntnissen das Risiko für ernährungsmitbedingte Krankheiten. In epidemiologischen Studien konnte aufgezeigt werden, dass eine hohe Zufuhr von rotem Fleisch und insbesondere von Fleischerzeugnissen das Risiko für viele Krankheiten erhöht (z. B. bestimmte Krebsarten [5–7]) und hohe Anteile an ballaststoffreichen Getreideprodukten sowie Gemüse und Obst viele Krank-

Einleitung

Hintergrund

Die vegane Ernährung ist durch den ausschließlichen Verzehr von pflanzlichen Lebensmitteln gekennzeichnet. Sie wird – ähnlich wie andere vegetarische Kostformen – in der Bevölkerung der westlichen

Welt immer häufiger praktiziert. Es ist nicht genau bekannt, wie viele Menschen sich in Deutschland vegan ernähren. Die Angaben schwanken zwischen 0,1 % und 1 % der Bevölkerung, also zwischen 81 000 und 810 000 Personen. Die Entscheidung für eine Ernährung ohne den Verzehr tierischer Lebensmittel erfolgt i. d. R. bewusst und freiwillig [1, 2]. Vegane Ernährung als Teil eines „westlichen“ Lebensstils unterscheidet sich von einer „traditionell“ pflanzlichen Ernährung, die meist in Entwicklungsländern praktiziert wird. Dort geht sie häufig mit einer eingeschränkten Lebensmittelverfügbarkeit und einer niedrigeren Energiezufuhr infolge von geringem Einkommen und Bildungsniveau einher [3]. In westlichen Ländern ist der typische Vegetarier² weiblich, jung, gebildet und vermögend, lebt in Städten und pflegt einen „gesunden Lebensstil“ [1, 2].

Zitierweise:

Richter M, Boeing H, Grünewald-Funk D, Hesecker H, Kroke A, Leschik-Bonnet E, Oberritter H, Strohm D, Watzl B for the German Nutrition Society (DGE) (2016) Vegan diet. Position of the German Nutrition Society (DGE). Ernährungs Umschau 63(04): 92–102

The English version of this article is available online:
 DOI: 10.4455/eu.2016.021

¹ Die vollständigen Autorenangaben finden Sie auf S. M227.

² Sofern nicht anders dargestellt, werden die Begriffe Vegetarier und Veganer als Oberbegriff für Frauen und Männer verwendet.

heitsrisiken senken (z. B. Herz-Kreislauf-Krankheiten [8], Diabetes mellitus Typ 2 [9]).

Vegetarische Ernährungsformen haben hinsichtlich der oben genannten Lebensmittel häufig eine günstigere Zusammensetzung als die in Deutschland übliche Mischkost in Bezug auf die Zufuhr von Nährstoffen und sonstigen positiv wirksamen (sekundären) Pflanzenstoffen. In einer Meta-Analyse von Beobachtungsstudien hatten Personen, die sich vegetarisch ernährten, im Vergleich zu Personen, die sich nicht vegetarisch ernährten, ein geringeres Risiko für metabolische und kardiovaskuläre Krankheiten. Auch das Risiko für ischämische Herzkrankheiten und Krebs war geringer [10]. Bei den unterschiedlichen Studien ist allerdings zu beachten, welche Vergleichsgruppen herangezogen wurden und ob sonstige Unterschiede in den Lebensstilen in den statistischen Auswertungen berücksichtigt wurden. Es gibt Hinweise, dass die untersuchten Gruppen teilweise sehr unterschiedliche Lebensstile aufwiesen, sodass die niedrigeren Krankheitsrisiken vermutlich nicht ausschließlich auf die Ernährung zurückzuführen sind [11]. In einer Analyse von zwei prospektiven Studien wurden Personen, die sich vegetarisch ernährten (Pesco-, Ovo-Lacto-Vegetarier und Veganer), mit Personen mit

einer pflanzenbetonten Mischkost, die geringe Mengen an Fleisch- und Fleischerzeugnissen enthielt, verglichen. Beide Gruppen unterschieden sich hinsichtlich der Sterblichkeit nicht [12]. Unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse kann derzeit nicht von einem gesundheitlichen Vorteil von Vegetariern gegenüber sich vergleichbar ernährenden Mischköstlern mit einem geringen Fleischanteil in der Ernährung ausgegangen werden. Allerdings kann angenommen werden, dass eine pflanzenbetonte Ernährungsform (mit oder ohne einen geringen Fleischanteil) gegenüber der derzeit in Deutschland üblichen Ernährung mit einer Risikosenkung für ernährungsmitbedingte Krankheiten verbunden ist.

Nährstoffzufuhr bei veganer Ernährung

In der von der DGE empfohlenen Mischkost mit einem geringen Anteil an Fleisch- und Fleischerzeugnissen sowie Fisch tragen die tierischen Lebensmittel zur Nährstoffversorgung mit Protein bzw. unentbehrlichen Aminosäuren, langkettigen n3-Fettsäuren (Eicosapentaensäure [EPA] und Docosahexaensäure [DHA]), Vitamin D, Riboflavin, Vitamin B₁₂ (Cobalamin), Calcium, Eisen, Jod, Zink sowie Selen bei. Da bei den

vegetarischen Ernährungsformen (♦ Tabelle 1) einige oder sämtliche dieser Lebensmittel gemieden werden, kann die Versorgung mit einigen der genannten Nährstoffe schwierig werden. Eine ausreichende Versorgung mit diesen Nährstoffen muss durch die gezielte Auswahl pflanzlicher Lebensmittel sichergestellt werden. Alternative Nährstofflieferanten für Veganer sind in ♦ Tabelle 2 zusammengefasst.

Es gibt nur wenige Studien, welche die ernährungsphysiologische Qualität restriktiver Ernährungsformen wie der veganen Ernährung untersuchen und mit anderen Ernährungsformen vergleichen [13–15]. Pflanzenbetonte Ernährungsweisen wie die vegetarischen Ernährungsformen (♦ Tabelle 1) gehen mit einer guten Versorgung mit einigen Vitaminen (Vitamin C, Vitamin E, Thiamin und Folat [14, 16–23]) und Mineralstoffen (Magnesium und Kalium [14, 17–19]) sowie Ballaststoffen und sekundären Pflanzenstoffen [24, 25] einher. Im Vergleich zu einer Mischkost enthalten alle vegetarischen Ernährungsformen außerdem z. B. weniger gesättigte Fettsäuren und Cholesterol [14, 24, 25].

Das Risiko für eine Nährstoffunterversorgung bzw. für einen Nährstoffmangel wird umso größer, je stärker die Lebensmittelauswahl eingeschränkt wird und je weniger

	Lebensmittel, die gegessen werden	Lebensmittel, die gemieden werden
Pesco-Vegetarier	pflanzliche Lebensmittel, Fisch, Eier, Milch und Milchprodukte	Fleisch sowie alle daraus gewonnenen Produkte
Ovo-Lacto-Vegetarier	pflanzliche Lebensmittel, Eier, Milch und Milchprodukte	Fleisch, Fisch (einschließlich anderer aquatischer Tiere) sowie alle daraus gewonnenen Produkte
Lacto-Vegetarier	pflanzliche Lebensmittel, Milch und Milchprodukte	Fleisch, Fisch (einschließlich anderer aquatischer Tiere), Eier sowie alle daraus gewonnenen Produkte
Ovo-Vegetarier	pflanzliche Lebensmittel, Eier	Fleisch, Fisch (einschließlich anderer aquatischer Tiere), Milch und Milchprodukte sowie alle daraus gewonnenen Produkte
Veganer	pflanzliche Lebensmittel	alle tierischen Lebensmittel, auch Honig

Tab. 1: Formen des Vegetarismus bzw. vegetarisch orientierter Ernährung (mod. nach: [4])

Potenziell kritischer Nährstoff ^a	Pflanzliche Nährstofflieferanten	Anmerkungen zur veganen Ernährung ^b
Protein	Hülsenfrüchte, Nüsse, Getreide (Vollkorn), Ölsamen, Kartoffeln über den Tag verteilt und gezielt kombiniert (z. B. Getreide + Hülsenfrüchte, Sojaprodukte und/oder Ölsamen) verzehren	<ul style="list-style-type: none"> • Bei Verzehr vielfältiger pflanzlicher Proteinquellen wie Getreide, Hülsenfrüchte und Kartoffeln, über den Tag verteilt [83] und einer ausreichenden Energiezufuhr [84] kann der Proteinbedarf gedeckt werden [85, 86]. Ob dies auch bei Kleinkindern möglich ist, ist unklar. Nach YOUNG und PELLETT kann eine Ernährung auf ausschließlich pflanzlicher Basis bei Kombination verschiedener Proteinquellen durchaus ein normales Wachstum von Kindern ermöglichen [83]. Demgegenüber kann laut KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. der Bedarf an unentbehrlichen Aminosäuren in Phasen hohen Bedarfs wie dem Wachstum nicht ausschließlich durch pflanzliches Protein gedeckt werden, da die Proteinqualität von pflanzlichem Protein niedriger ist als die von tierischem Protein [87]. • Durch die gezielte Kombination verschiedener pflanzlicher Proteinquellen kann die Proteinqualität der täglichen Proteinzufuhr und damit die Zufuhr aller unentbehrlichen Aminosäuren erhöht werden [88, 89]. • Bei Säuglingen und Kindern ist der Anteil des Bedarfs an unentbehrlichen Aminosäuren am Proteinbedarf im Vergleich zu Erwachsenen höher [90]. Während des Wachstums muss daher besonders auf eine ausreichende Zufuhr an Protein und den unentbehrlichen Aminosäuren sowie auf eine ausreichende Energiezufuhr geachtet werden.
langkettige n3-Fettsäuren	mit Mikroalgenölen angereicherte Lebensmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Bei einer strikten veganen Ernährungsweise wird kaum Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA) zugeführt. Außerdem ist die Umwandlung der n3-Fettsäure α-Linolensäure (ALA; z. B. aus Leinsamen, Walnüssen, Raps oder daraus hergestellten Ölen) zu EPA und DHA limitiert [91]. • Öle aus Mikroalgen enthalten DHA [92–94]. Die Mikroalgenöle aus den Mikroalgen Ulkenia und Schizochytrium sind als Novel Food zugelassen [95, 96].
Vitamin D	einige Speisepilze (z. B. Champignons, Pfifferlinge), mit Vitamin D angereicherte Lebensmittel	Vitamin D nimmt unter den Vitaminen eine Sonderstellung ein, da es sowohl über die Ernährung zugeführt als auch vom Menschen selbst durch Sonnenbestrahlung gebildet werden kann [30].
Riboflavin	Ölsamen, Nüsse, Hülsenfrüchte, verschiedene Gemüsearten (z. B. Brokkoli, Grünkohl) und Vollkorngetreide	
Vitamin B ₁₂	mit Vitamin B ₁₂ angereicherte Lebensmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Vegane Ernährung enthält bei ausschließlichem Verzehr nicht angereicherter Lebensmittel kaum Vitamin B₁₂. • Lebensmittel pflanzlicher Herkunft können durch bakterielle Gärung, wie z. B. bei Sauerkraut, Spuren von Vitamin B₁₂ enthalten. Es ist allerdings nicht klar, ob die enthaltene Form des Vitamin B₁₂ für den Menschen verwertbar ist. Außerdem sind die Mengen so gering, dass eine bedarfsdeckende Zufuhr damit nicht möglich ist [2]. • Shiitake-Pilze enthalten Vitamin B₁₂, wobei die enthaltene Menge stark schwanken kann [97]. Auch Meeresalgen wie Nori können Vitamin B₁₂ liefern. Hierbei muss auf einen deklarierten moderaten Jodgehalt geachtet werden. Sie sind aber als alleinige Vitamin-B₁₂-Quelle aufgrund der unklaren Bioverfügbarkeit bzw. enthaltenen inaktiven Form des Vitamin B₁₂ ungeeignet [97–102]. • Spirulina und andere Produkte mit Cyanobakterien, die als natürliche Vitamin-B₁₂-Quelle für sich vegan ernährende Personen ausgelobt werden, enthalten kein für den Menschen wirksames Cobalamin und sind für die Bedarfsdeckung ungeeignet [102]. • Veganer können mit herkömmlichen Lebensmitteln einschließlich fermentierten Lebensmitteln ihre Vitamin-B₁₂-Versorgung nicht sicherstellen. Für eine ausreichende Vitamin-B₁₂-Zufuhr ist die Einnahme eines Vitamin-B₁₂-Präparats notwendig [32, 33].
Calcium	Gemüse (z. B. Brokkoli, Grünkohl, Rucola), Nüsse (z. B. Haselnüsse und Paranüsse), Hülsenfrüchte, Fleischersatz aus Soja („texturiertes Sojaprotein“), Tofu, Mineralwasser (calciumreich, > 150 mg/L), mit Calcium angereicherte Lebensmittel	
Eisen	Hülsenfrüchte, Ölsamen, Nüsse, Vollkorngetreide und verschiedene Gemüsearten (z. B. Spinat, Schwarzwurzeln)	<ul style="list-style-type: none"> • Der gleichzeitige Verzehr von Lebensmitteln, die reich an Vitamin C oder anderen organischen Säuren sind, verbessert die Eisenverfügbarkeit [2]. • Substanzen wie Phytate und Polyphenole (z. B. in Tee und Kaffee) können die Eisenabsorption vermindern [2, 103]. Schwarzer Tee und Kaffee sollte nicht direkt vor, während und nach Mahlzeiten mit hohem Eisengehalt getrunken werden. • Vor allem Schwangere und Stillende sollten – wie allgemein empfohlen – bei nachgewiesenem Eisenmangel ein Eisenpräparat einnehmen.
Jod	<ul style="list-style-type: none"> • jodiertes und fluoridiertes Speisesalz sowie damit hergestellte Lebensmittel (wie allgemein empfohlen) • mit Meeresalgen versetztes Meersalz mit definiertem Jodgehalt oder gelegentlich Verzehr von Meeresalgen mit moderatem Jodgehalt, wie z. B. Nori 	<ul style="list-style-type: none"> • Getrocknete Algenprodukte mit einem Jodgehalt von > 20 mg/kg stuft das Bundesinstitut für Risikobewertung als gesundheitsschädlich ein und rät vom Verzehr ab [104]. • Goitrogene (kropffördernde) Substanzen in pflanzlichen Lebensmitteln wie Kohlgewächsen, Sojabohnen und Süßkartoffeln können die Bioverfügbarkeit von Jod mindern, was bei sehr niedriger Jodzufuhr bedeutsam sein kann [2]. • Vor allem Schwangere und Stillende sollten – wie allgemein empfohlen – nach Abschätzung der individuellen Versorgung und Rücksprache mit dem Arzt Jodtabletten einnehmen.
Zink	Vollkorn, Hülsenfrüchte, Ölsamen, Nüsse	Zubereitungsverfahren wie Sauerteiggärung und Keimung verbessern die Bioverfügbarkeit [2].
Selen	Kohl- (z. B. Brokkoli, Weißkohl), Zwiebelgemüse (z. B. Knoblauch, Zwiebeln), Pilze, Spargel und Hülsenfrüchte, Paranüsse	Der Gehalt in pflanzlichen Lebensmitteln variiert je nach Anbaugebiet stark, da er vom Selengehalt der Böden abhängig ist [2].

Tab. 2: **Potenziell kritische Nährstoffe bei veganer Ernährung und pflanzliche Nährstofflieferanten**

^a Referenzwerte für die Zufuhr dieser Nährstoffe siehe [30] und URL: www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/

^b Über die hier genannten Hinweise zur Einnahme von Präparaten hinaus gelten für Veganer, wie für die Allgemeinbevölkerung, die Empfehlungen zur Vitamin-K-Gabe bei Neugeborenen (orale Gabe von 3 x 2 mg Vitamin K) sowie zur Vitamin-D-Gabe bei Säuglingen (täglich 10 µg Vitamin D) und zur Einnahme eines Folsäurepräparats bei Frauen, die schwanger werden wollen oder könnten (täglich 400 µg synthetische Folsäure); die Folsäureeinnahme sollte spätestens 4 Wochen vor Beginn der Schwangerschaft anfangen und während des ersten Drittels der Schwangerschaft beibehalten werden [30].

abwechslungsreich die Ernährung ist. Dies gilt prinzipiell für alle Ernährungsformen. Bei Vegetariern, die zwar auf Fleisch und Fleischerzeugnisse verzichten, jedoch andere tierische Lebensmittel, wie z. B. Milch- und Milchprodukte sowie Eier, in ihre Ernährung einbeziehen, kann eine bedarfsgerechte Ernährung realisiert werden. Bei veganer Ernährung ist der kritischste Nährstoff Vitamin B₁₂. Zu den potenziell kritischen Nährstoffen bei veganer Ernährung gehören außerdem Protein bzw. unentbehrliche Aminosäuren und langkettige n3-Fettsäuren (EPA und DHA) sowie weitere Vitamine (Riboflavin, Vitamin D³) und Mineralstoffe (Calcium, Eisen, Jod, Zink, Selen)⁴ [14, 25, 29]. Ein Überblick über Funktionen und Mangelerscheinungen der potenziell kritischen Nährstoffe findet sich in den Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr [30].

Vitamin B₁₂

Vitamin B₁₂ wird ausschließlich von Mikroorganismen produziert und kommt in einer für den Menschen verfügbaren Form fast nur in tierischen Lebensmitteln vor (♦ Tabelle 2) [2]. Eine vegane Ernährung erhöht deshalb das Risiko für einen Vitamin-B₁₂-Mangel (sofern keine Vitamin-B₁₂-Präparate verwendet werden) [31]. Die Prävalenz einer niedrigen Vitamin-B₁₂-Versorgung bzw. eines - Mangels lag bei verschiedenen Untersuchungen bei Veganern, die keine Vitamin-B₁₂-Präparate einnahmen, abhängig von den untersuchten Parametern bei bis zu 86 % [32, 33].

Vitamin B₁₂ ist an der Regulation der Homozysteinkonzentration und des Methioninstoffwechsels, an der Blutbildung sowie am Abbau von Fettsäuren und Aminosäuren betei-

ligt. Niedrige Vitamin-B₁₂-Serumkonzentrationen sind mit hohen Homozysteinkonzentrationen im Plasma assoziiert. Hohe Homozysteinkonzentrationen im Plasma werden als Risikofaktor für kardiovaskuläre Krankheiten diskutiert [34–36]. Eine lang anhaltende Vitamin-B₁₂-arme Ernährung kann zudem zu Störungen der Zellfunktion, Beeinträchtigungen der DNA-Synthese, megaloblastischer Anämie sowie neurologischen Störungen führen [37].

Da sich klinische Mangelerscheinungen aufgrund der relativ großen Leberspeicher und der hohen Reutilisationsrate von Vitamin B₁₂ im enterohepatischen Kreislauf erst nach einigen Jahren Vitamin-B₁₂-freier Ernährung einstellen, sollten Veganer ihre Vitamin-B₁₂-Versorgung regelmäßig überprüfen lassen. Neugeborene sind von einer ausreichenden Vitamin-B₁₂-Zufuhr der Mutter während Schwangerschaft und Stillzeit abhängig. Es gibt erste Hinweise, dass ein Mangel an Vitamin B₁₂ vor der Konzeption ein unabhängiger Risikofaktor für Komplikationen während der Schwangerschaft (Fehlgeburt, Präeklampsie) sowie für negative Auswirkungen auf das Neugeborene (niedriges Geburtsgewicht, Neuralrohrdefekt) ist [38–41]. Bei ausschließlich gestillten Säuglingen sich vegan ernährender Mütter, die keine Nährstoffpräparate eingenommen haben, ist ein Vitamin-B₁₂-Mangel mit entsprechenden Folgen (neurologische Störungen, megaloblastische Anämie) schon in den ersten Lebensmonaten beobachtet worden [42–54].

Die Vitamin-B₁₂-Versorgung kann anhand mehrerer Biomarker beurteilt werden. Dazu zählen Blutkonzentrationen von Vitamin B₁₂, Holotranscobalamin (HTC), Methylmalonsäure (MMA) im Serum und

Homozystein im Plasma. Keiner dieser Biomarker ist als alleiniger Parameter zur Beurteilung der Vitamin-B₁₂-Versorgung geeignet [55].

Bevölkerungsgruppen mit besonderem Anspruch an die Nährstoffversorgung

Bei veganer Ernährung besteht eine Versorgungsproblematik für einige Nährstoffe (♦ Tabelle 2), deren Auswirkungen insbesondere für Menschen in sensiblen Lebensphasen (z. B. Wachstum) nachteilig für die Gesundheit sein können. Sich vegan ernährenden Schwangeren und Stillenden, vegan ernährten Kindern vom Säuglingsalter an über die gesamte Wachstumsphase bis hin zu sich vegan ernährenden Jugendlichen muss daher gesonderte Aufmerksamkeit gelten. Diese speziellen Bevölkerungsgruppen haben ein höheres Risiko für Nährstoffdefizite [30]. Zur umfassenden Beurteilung der Versorgungssituation dieser genannten Risikogruppen fehlen aktuelle aussagekräftige Studien mit vegan lebenden Menschen. Fallberichte zeigen, dass bei Säuglingen, deren Mütter sich vegan ernährten, die Versorgung mit Vitamin B₁₂ und Jod nicht ausreichend gewährleistet war und es zu neu-

³ Neben der Vitamin-D-Zufuhr über Lebensmittel kann Vitamin D auch vom Menschen selbst durch UVB-Lichtexposition (Sonnenbestrahlung) gebildet werden. Die Bildung von Vitamin D in der Haut hängt von verschiedenen Faktoren ab, z. B. Dosis und Wellenlänge der UVB-Exposition sowie der Fläche des exponierten Hautareals, dem Hauttyp und dem Alter [26, 27].

⁴ Von den genannten Vitaminen und Mineralstoffen sind Vitamin D und Jod in der Allgemeinbevölkerung als kritische Nährstoffe anzusehen, Eisen und Calcium nur in bestimmten Bevölkerungsgruppen [28].

rologischen Störungen und megaloblastischer Anämie bzw. Strumakam [46, 47, 52, 56].

Die Nährstoffversorgung bei veganer Ernährung in der Schwangerschaft wurde in einer systematischen Übersichtsarbeit untersucht. Dabei war die Studienlage sowohl hinsichtlich der methodischen Herangehensweise der untersuchten Studien, deren Qualität teilweise als gering beurteilt wurde, als auch hinsichtlich der Ergebnisse heterogen. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen kommen die Autoren zu dem Schluss, dass eine frei gewählte vegetarische oder vegane Ernährung ohne finanzielle Einschränkungen in der Schwangerschaft sicher ist, wenn die Nährstoffversorgung beobachtet wird und Nährstoffdefizite kompensiert werden [3].

Bei Bevölkerungsgruppen mit besonderem Anspruch an die Nährstoffversorgung ist daher eine gezielte Lebensmittelauswahl und -zubereitung (hochwertige, nährstoffdichte Lebensmittel, altersgerechte Zubereitungs- und Darreichungsform) erforderlich. Besonders in Phasen des Wachstums und in Phasen mit erhöhtem Nährstoffbedarf sollten die Zufuhr und die Versorgung mit Nährstoffen regelmäßig überprüft werden (Ernährungsberatung, Arzt), um bei unzureichender Versorgung die Zufuhr einzelner Nährstoffe durch den präzise kalkulierten Verzehr entsprechend angereicherter Lebensmittel bzw. die Einnahme von Nährstoffpräparaten zu optimieren [2, 3]. Eine ausreichende Vitamin-B₁₂-Versorgung ist nach derzeitigem Kenntnisstand bei veganer Ernährung ohne die Einnahme von Nährstoffpräparaten nicht möglich.

Lebensmittelauswahl bei veganer Ernährung

Lebensmittel, die bei veganer Ernährung konsumiert werden, sind nicht zwingend ernährungsphysiologisch günstig und gesundheitsfördernd. Es kann sich dabei um Gemüse, Hülsenfrüchte, Obst, Nüsse, Samen,

wertvolle Pflanzenöle und Vollkornprodukte handeln, deren vorteilhafte Wirkung belegt ist [8, 9, 57]. Wenn jedoch veganen Gerichten oder Lebensmitteln hohe Mengen an Zucker, Fett und Speisesalz zugesetzt werden, sind sie ernährungsphysiologisch nicht günstig [9, 57, 58]. Die Lebensmittelauswahl hängt u. a. auch vom jeweiligen individuellen Motiv für eine vegane Ernährung (z. B. Tierschutz vs. gesundheitliche Gründe) ab [15, 59].

Durch das sich seit einigen Jahren stark verändernde und größer werdende Angebot an (verarbeiteten) Lebensmitteln und Verpflegungsmöglichkeiten für Veganer dürfte sich die Versorgungssituation von sich vegan ernährenden Menschen verbessern. Rund 90 % der 852 online befragten (Juli/August 2013) Veganer gaben an, dass es in den letzten Jahren sehr viel einfacher geworden sei, sich vegan zu ernähren [1]. Wegen der gestiegenen Nachfrage wird im Handel ein reichhaltiges Sortiment veganer Fertig- und Ersatzprodukte bis hin zu Wurst- und Käse-Imitaten angeboten. Damit soll dem Wunsch der Konsumenten nach vielfältigen Auswahlmöglichkeiten und gewohnten Gerichten entsprochen werden. Die Herstellungsbedingungen entsprechen längst denen konventioneller Lebensmittel [60]. Es handelt sich teilweise um hochverarbeitete, mit vielen Zusatzstoffen versehene Produkte, deren ernährungsphysiologischer Wert z. T. kritisch gesehen wird [61–63]. Diese Lebensmittel können aber auch, sofern mit Nährstoffen angereichert, einen Beitrag zur Nährstoffversorgung von Veganern leisten.

♦ Tabelle 2 zeigt, welche Optionen es bei veganer Ernährung gibt, um die Zufuhr der potenziell kritischen Nährstoffe zu sichern. Quellen für potenziell kritische Nährstoffe sind dabei von Natur aus an diesen Nährstoffen reiche Lebensmittel, angereicherte Lebensmittel und Nährstoffpräparate. Veganer sollten diese gezielt in ihren Speiseplan einbauen. Dadurch und durch eine gezielte Le-

bensmittelauswahl und gute Planung ist es möglich, eine vegane Kost zusammenzustellen, bei der kein Nährstoffmangel auftritt.

Eine sensible Bevölkerungsgruppe stellen Säuglinge dar, die nicht oder nicht voll gestillt werden. Bei Verwendung industriell hergestellter Säuglingsmilchnahrungen auf Kuhmilchbasis sind gesunde, reif geborene, nicht gestillte Säuglinge unabhängig von der Ernährung der Mutter in den ersten Monaten ausreichend mit Nährstoffen versorgt. Neben Säuglingsmilchnahrungen auf Kuhmilchbasis gibt es Säuglingsmilchnahrungen auf Sojabasis. Eine aktuelle Übersichtsarbeit [64] kommt zu dem Schluss, dass moderne Säuglingsmilchnahrungen auf Sojabasis sicher sind und nicht anders als andere Säuglingsnahrungen und Frauenmilch auf Wachstum, Knochengesundheit, reproduktive, endokrine und neurologische Funktionen sowie das Immunsystem wirken. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) [65], das Netzwerk Junge Familie [66] sowie die Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin [67, 68] geben dagegen an, dass Säuglingsmilchnahrungen auf Sojabasis keinen Ersatz für Produkte auf Kuhmilchbasis darstellen und nicht für die Ernährung gesunder Säuglinge gedacht sind. Nicht oder nicht voll gestillte Säuglinge sollten Sojaerzeugnisse aufgrund des hohen Gehalts an Phytoöstrogenen und aufgrund des höheren Aluminiumgehalts im Vergleich zu Säuglingsmilchnahrung auf Kuhmilchbasis nur in begründeten Ausnahmefällen (z. B. Galaktosämie) und nach ärztlicher Empfehlung regelmäßig bekommen [65–68].

Lebensmittel	Vollwertige Ernährung (Mischkost) nach DGE (Orientierungswerte für Erwachsene) [80, 81]	Vegane Ernährung nach der Gießener vegetarischen Lebensmittelpyramide [2]
Gruppe 1: Getreide, Getreideprodukte, Kartoffeln	täglich <ul style="list-style-type: none"> 4–6 Scheiben (200–300 g) Brot oder 3–5 Scheiben (150–250 g) Brot und 50–60 g Getreideflocken und 1 Portion (200–250 g) Kartoffeln (gegart) oder 1 Portion (200–250 g) Nudeln (gegart) oder 1 Portion (150–180 g) Reis (gegart) Produkte aus Vollkorn bevorzugen	etwa 2–3 Mahlzeiten pro Tag, z. B. Vollkornbrot, Kartoffeln, Reis
Gruppe 2: Gemüse (inkl. Hülsenfrüchte) und Salat	täglich <ul style="list-style-type: none"> mindestens 3 Portionen (400 g) Gemüse: 300 g gegartes Gemüse und 100 g Rohkost/Salat oder 200 g gegartes Gemüse und 200 g Rohkost/Salat 	mindestens 400 g bzw. 3 Portionen Gemüse (für die Calciumversorgung häufiger dunkelgrünes Gemüse wählen)
Gruppe 3: Obst (inkl. Nüsse)	täglich <ul style="list-style-type: none"> mindestens 2 Portionen (250 g) Obst 	mindestens 300 g bzw. 2 Portionen Obst pro Tag, frisches Obst ergänzen durch maximal 50 g Trockenfrüchte und Säfte; Nüsse und Samen: 30–60 g pro Tag (v. a. Mandeln und Sesam liefern viel Calcium)
Gruppe 4: Milch und Milchprodukte	täglich <ul style="list-style-type: none"> 200–250 g fettarme Milch und Milchprodukte und 2 Scheiben (50–60 g) fettarmen Käse 	entfällt; stattdessen:
Gruppe 5: Fleisch, Wurst, Fisch und Eier	wöchentlich <ul style="list-style-type: none"> 300–600 g fettarmes Fleisch (zubereitet) und fettarme Wurst und 1 Portion (80–150 g) fettarmen Seefisch (zubereitet) und 1 Portion (70 g) fettreichen Seefisch (zubereitet) und bis zu 3 Eier (inkl. verarbeitetes Ei) 	Hülsenfrüchte wie Erbsen, Bohnen, Kichererbsen und Linsen: 1–2 Mahlzeiten pro Woche und Sojaprodukte (Sojamilch, -jogurt, Tofu, Tempeh, etc. ...) und weitere Proteinquellen (z. B. Seitan): 50–150 g/Tag
Gruppe 6: Öle und Fette	täglich <ul style="list-style-type: none"> 10–15 g Öl (z. B. Raps-, Walnuss- oder Sojaöl) und 15–30 g Margarine oder Butter 	naturbelassene pflanzliche Öle und Fette: 2–4 Esslöffel pro Tag – für die Versorgung mit n3-Fettsäuren v. a. Raps-, Lein- und Walnussöl wählen
Gruppe 7: Getränke	täglich <ul style="list-style-type: none"> rund 1,5 L, bevorzugt energiefreie/-arme Getränke 	calciumreiches Wasser und andere alkoholfreie, kalorienarme Getränke: täglich 1–2 L
außerdem	<ul style="list-style-type: none"> Jodiertes und fluoridiertes Speisesalz sparsam verwenden. Vitamin D nimmt unter den Vitaminen eine Sonderstellung ein, da es sowohl über die Ernährung zugeführt als auch vom Menschen selbst durch Sonnenbestrahlung gebildet werden kann. 	<ul style="list-style-type: none"> Sonnenlicht (mind. 15 Min./Tag) für Vitamin D Bei veganer Ernährung sollte die sichere Versorgung mit Vitamin B₁₂ und D durch entsprechende Nährstoffpräparate abgesichert werden.

Tab. 3: Lebensmittelgruppen in der vollwertigen Ernährung (Mischkost) und in der veganen Ernährung

Lebensmittelbezogene Ernährungsempfehlungen

Lebensmittelbezogene Ernährungsempfehlungen zu veganer Ernährung werden von verschiedenen Fachgesellschaften bzw. Experten veröffentlicht. Die Gießener vegetarische Lebensmittelpyramide beinhaltet alle Lebensmittelgruppen für Ovo-Lacto-Vegetarier und auch für Veganer, mit dem Hinweis, dass Veganer zur Bedarfsdeckung angereicherte Lebensmittel oder Nährstoffpräparate einsetzen sollten [2]. Für eine geeignete Ausgestaltung einer vegetarischen Ernährungsweise werden in den *Dietary Guidelines for Australia* zu einzelnen Lebensmittelgruppen spezielle Hinweise für Ovo-Lacto-Vegetarier und Veganer gegeben [69]. Das *Uni-*

ted States Department of Agriculture (USDA) hat im Rahmen der *Dietary Guidelines for Americans 2015* Ernährungsempfehlungen für ein *Healthy Vegetarian Pattern* entwickelt [70] und gibt Hinweise für Verbraucher, die sich vegetarisch ernähren möchten [71].

In der Gießener vegetarischen Lebensmittelpyramide wird für Vegetarier und Veganer empfohlen, Fleisch, Fisch, Milch und Eier durch Hülsenfrüchte wie Erbsen, Bohnen, Kichererbsen und Linsen zu ersetzen sowie durch Sojaprodukte und andere Proteinquellen. Ein Vergleich der vollwertigen Ernährung nach den Empfehlungen der DGE mit den Empfehlungen für eine vegane Ernährung nach der Gießener vegetarischen Lebensmittelpy-

ramide zeigt, dass die Basis jeweils gleich ist und die entsprechenden lebensmittelbezogenen Empfehlungen sehr ähnlich sind (♦ Tabelle 3). Bei veganer Ernährung sind jedoch spezielle Hinweise zu beachten:

Gemüse einschließlich Hülsenfrüchten und Obst bilden aufgrund der hohen Nährstoffdichte, ihres hohen Gehalts an Ballaststoffen und sekundären Pflanzenstoffen und ihres Potenzials in Bezug auf die Prävention verschiedener ernährungsmitbedingter Krankheiten die Grundlage einer gesundheitsfördernden Ernährung. „5 am Tag“, d. h., 5 Portionen Gemüse und Obst pro Tag werden empfohlen. Bei vegetarischer (einschließlich veganer) Ernährungsweise wird nach der Gießener

vegetarischen Lebensmittelpyramide speziell auf die Lebensmitteluntergruppen dunkelgrünes Blattgemüse und getrocknete Früchte hingewiesen.

Auch **Getreide** in Form von Vollkornprodukten sowie **Kartoffeln** bilden eine weitere Grundlage und sollten Bestandteil der Mahlzeiten sein.

Bei **Ölen und Fetten** und **Getränken** sind die Empfehlungen nahezu identisch (Butter und butterhaltige Streichfette fallen für vegane Ernährung weg). Während die Lebensmittelgruppen Milch und Milchprodukte sowie Fleisch und Fleischerzeugnisse, Fisch und Eier für die vegane Ernährung wegfallen, werden in den lebensmittelbezogenen Empfehlungen für eine vegane Ernährung nach der Gießener vegetarischen Lebensmittelpyramide **Hülsenfrüchte, Nüsse und Ölsamen** als Lieferanten von Protein, B-Vitaminen, Zink und Eisen stärker betont sowie die Verwendung angereicherter Lebensmittel empfohlen (z. B. Sojamilch mit Calcium). Wenn angereicherte Lebensmittel nicht konsumiert werden bzw. zur Verfügung stehen, wird zur Einnahme verschiedener Nährstoffpräparate (Vitamin B₁₂, Vitamin D, Calcium) geraten.

Maßnahmen zur Verbesserung des Nährstoffgehalts (z. B. Keimung von Getreide) und der Bioverfügbarkeit von Nährstoffen aus pflanzlichen Lebensmitteln sind weitere Strategien, die zur Verbesserung der Nährstoffversorgung bei veganer Ernährung angeraten werden sollten.

Angereicherte Lebensmittel werden in internationalen Veröffentlichungen häufig als mögliche Lieferanten kritischer Nährstoffe bei veganer Ernährung genannt. Diese Aussage bezieht sich im Wesentlichen auf Nordamerika, wo im Vergleich zu Deutschland mehr angereicherte Lebensmittel auf dem Markt sind. Eine aktuelle Erhebung zu in verschiedenen Filialen des Lebensmitteleinzel-

handels in Deutschland (Bonn) erhältlichen angereicherten Lebensmitteln erlaubt den Schluss, dass angereicherte Lebensmittel mittlerweile auch in Deutschland einen nennenswerten Beitrag zur Nährstoffzufuhr leisten können; z. B. kann mit 200 mL eines Multivitamin-safts der Referenzwert für die Zufuhr von Riboflavin erreicht werden. Allerdings sind die zugesetzte Form sowie die Bioverfügbarkeit der Nährstoffe aus diesen Lebensmitteln vielfach unklar und zugesetzte Mengen können auch innerhalb einer Produktgruppe sehr variabel sein [72].

Internationale und nationale Stellungnahmen und Empfehlungen

Die *Academy of Nutrition and Dietetics*⁵ [24]⁶ vertritt die Position, dass eine gut geplante vegane Ernährung, die Nährstoffpräparate und angereicherte Lebensmittel einschließt, allen Ernährungsempfehlungen gerecht werden kann und für alle Altersgruppen, einschließlich Schwangerschaft und Stillzeit, angemessen ist. Diesen Positionen folgen Fachgesellschaften anderer Länder wie das *National Health and Medical Research Council* in den Ernährungsempfehlungen für Australien [69], das portugiesische *National Programme for the Promotion of a Healthy Diet* [74] sowie für Erwachsene die *British Nutrition Foundation* [25].

Die *Canadian Paediatric Society* [75] gibt ebenfalls an, dass eine ausgewogene vegane Ernährung inklusive Nährstoffpräparate den Nährstoffbedarf von Kindern und Jugendlichen decken kann, wenn eine ausreichende Energiezufuhr sichergestellt wird. Die *British Nutrition Foundation* [25] schätzt diese Ernährungsform für diese Lebensphase wegen Gefahr von Wachstumsdefiziten und Mangelernährung als „nicht empfehlenswert“ ein. Dabei muss

allerdings berücksichtigt werden, dass die Stellungnahme aus dem Jahr 2005 stammt und somit nur ältere Literatur berücksichtigt. Das portugiesische *National Programme for the Promotion of a Healthy Diet* [74] weist zudem darauf hin, dass die Stilldauer bei vegan ernährten Säuglingen über die ohnehin empfohlenen sechs Monate Stillzeit hinaus, während der Einführung der Bei- und Familienkost, auf zwei Jahre ausgeweitet werden sollte. So könne sichergestellt werden, dass Säuglinge und Kleinkinder ausreichend mit hochwertigem Milchprotein versorgt werden.

Das Netzwerk „Gesund ins Leben – Netzwerk Junge Familie“ gibt an, dass eine vegane Ernährung in der Schwangerschaft sowie für Säuglinge und Kleinkinder ungeeignet ist, um die Nährstoffversorgung zu sichern. Das Netzwerk betont die Risiken für die kindliche Entwicklung und die Notwendigkeit der medizinischen Beratung und der Einnahme von Nährstoffpräparaten [76–79]. Auch in den Empfehlungen der Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin für die Ernährung gesunder Säuglinge wird eine vegane Ernährung ohne die Einnahme von Nährstoffpräparaten für Säuglinge abgelehnt [68].

⁵ bis 2012 bekannt als *American Dietetic Association* (ADA) [24]

⁶ Die *Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets* aus dem Jahr 2015 [73] wurde während der Erarbeitung dieses Positionspapiers für eine Überarbeitung zurückgezogen, daher wird die Position aus dem Jahr 2009 [24] berücksichtigt.

Fazit: Positionierung der DGE

Die adäquate Zufuhr der Nährstoffe (siehe Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr [30]) kann durch eine abwechslungsreiche, vielfältige Lebensmittelauswahl sichergestellt werden. Jede Ernährungsweise, die essenzielle Nährstoffe und Energie nicht bedarfsgerecht zuführt, ist für die Gesundheit ungünstig.

Die DGE empfiehlt eine Ernährung mit allen im Ernährungskreis aufgeführten Lebensmittelgruppen, also auch tierischen Produkten. Das heißt, die DGE empfiehlt eine vollwertige Ernährung in Form einer Mischkost, die zum größten Teil aus pflanzlichen und zum kleineren Teil aus tierischen Lebensmitteln inklusive Fisch und wenig Fleisch- und Fleischerzeugnissen besteht [80, 81].

Die DGE hält auch eine pesco- und ovo-lacto-vegetarische Ernährung für gesunde Personen als Dauerernährung für geeignet, wenn entsprechende Alternativen zur Optimierung der Nährstoffzufuhr gewählt werden. Bei Gruppen mit besonderen Anforderungen an die Nährstoffversorgung, z. B. Schwangeren, Stillenden, Säuglingen und Kleinkindern, ist besondere Sorgfalt geboten.

Bei veganer Ernährung ist eine ausreichende Versorgung mit einigen Nährstoffen nicht oder nur schwer möglich. Der kritischste Nährstoff ist Vitamin B₁₂. Zu den potenziell kritischen Nährstoffen bei veganer Ernährung gehören außerdem Protein bzw. unentbehrliche Aminosäuren und langkettige n₃-Fettsäuren (EPA und DHA) sowie weitere Vitamine (Riboflavin, Vitamin D) und Mineralstoffe (Calcium, Eisen, Jod, Zink, Selen). Eine vegane Ernährung ist nur dann bedarfsgerecht möglich, wenn folgende Punkte beachtet werden: Menschen, die sich vegan ernähren möchten, sollten

- dauerhaft ein Vitamin-B₁₂-Präparat einnehmen sowie die Versorgung mit Vitamin B₁₂ regelmäßig ärztlich überprüfen lassen;
- sehr gezielt nährstoffdichte Lebensmittel und angereicherte Lebensmittel auswählen, um die Nährstoffversorgung, insbesondere die Versorgung mit den kritischen Nährstoffen (♦ Tabelle 2), sicher zu stellen;
- gegebenenfalls die Versorgung mit weiteren kritischen Nährstoffen regelmäßig ärztlich überprüfen lassen und generell bei einem festgestellten oder möglichen Nährstoffmangel sowohl die Ernährung umstellen als auch über Nährstoffpräparate oder angereicherte Lebensmittel die kritischen Nährstoffe solange zuführen, bis der Nährstoffmangel behoben ist;
- sich von einer qualifizierten Ernährungsfachkraft [82] informieren und beraten lassen.

Das Risiko für eine Nährstoffunterversorgung bzw. einen Nährstoffmangel ist bei Personen in sensiblen Lebensphasen wie Schwangerschaft und Stillzeit sowie bei Säuglingen, Kindern und Jugendlichen, die sich vegan ernähren bzw. vegan ernährt werden, höher als bei gesunden Erwachsenen mit dieser Ernährungsweise. Eine vegan ausgerichtete Ernährung ohne angereicherte Lebensmittel bzw. Nährstoffpräparate führt bei einigen Nährstoffen zu einer unzureichenden Zufuhr, die mit z. T. erheblichen negativen Folgen für die Gesundheit einhergehen kann. Da sich mit dem Verzicht auf jegliche tierische Lebensmittel das Risiko für Nährstoffdefizite und damit das Risiko für Gesundheitsstörungen erhöht, wird eine vegane Ernährung in Schwangerschaft und Stillzeit sowie im gesamten Kindes- und Jugendalter von der DGE nicht empfohlen. Wer sich dennoch dafür entscheidet, sollte unbedingt die oben genannten Punkte beachten.

Wichtiger Hinweis:

Die Erkenntnisse der Wissenschaft, speziell auch der Ernährungswissenschaft und der Medizin, unterliegen einem laufenden Wandel durch Forschung und klinische Erfahrung. Autoren, Redaktion und Herausgeber haben die Inhalte des vorliegenden Werkes mit größter Sorgfalt erarbeitet und geprüft und die Ratschläge sorgfältig erwogen, dennoch kann keine Garantie übernommen werden. Eine Haftung für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

Danksagung

Für die kritische Durchsicht des Manuskripts und die wertvollen Diskussionsbeiträge geht der Dank der Autoren an Prof. Ulrike ARENS-AZEVÉDO, Prof. Dr. Helmut ERBERSDOBLER, Prof. Dr. Hans HAUNER, Professor Dr. Michael KRAWINKEL, Prof. Dr. Monika NEUHÄUSER-BERTHOLD, Prof. Dr. Hildegard PRZYREMBEL, Prof. Dr. Gerhard RECHKEMMER, Prof. Dr. Gabriele STANGL, Prof. Dr. Peter STEHLE, Prof. Dr. Karl-Heinz WAGNER, Prof. Dr. Gertrud WINKLER, Prof. Dr. Günther WOLFRAM.

Korrespondierende Autorin:

Dr. Margrit Richter
E-Mail: richter@dge.de

Dr. Margrit Richter¹
Prof. Dr. Heiner Boeing²
Dr. Dorle Grünewald-Funk³
Prof. Dr. Helmut Heseker⁴
Prof. Dr. Anja Kroke⁵
Dr. Eva Leschik-Bonnet¹
Dr. Helmut Oberritter¹
Dr. Daniela Strohm¹
Prof. Dr. Bernhard Watzl⁶

¹ Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), Godesberger Allee 18, 53175 Bonn

² Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIfE), Arthur-Scheunert-Allee 114–116, 14558 Nuthetal

³ kompetenz für kommunikation public health ernährung, PF 02 24 50, 10126 Berlin

⁴ Institut für Ernährung, Konsum und Gesundheit, Universität Paderborn, Warburger Str. 100, 33098 Paderborn

⁵ Hochschule Fulda, Fachbereich Oecotrophologie, Leipziger Str. 123, 36037 Fulda

⁶ Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Physiologie und Biochemie der Ernährung, Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Kerschke-Risch P (2015) Vegan diet: motives, approach and duration. Initial results of a quantitative sociological study. *Ernährungs Umschau* 62: 98–103
2. Leitzmann C, Keller M. *Vegetarische Ernährung*. 3., aktual. Aufl., Ulmer, Stuttgart (2013)
3. Piccoli GB, Clari R, Vigotti FN et al. (2015) Vegan-vegetarian diets in pregnancy: danger or panacea? A systematic narrative review. *BJOG* 122: 623–633
4. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (2013) Flexitarier – die flexiblen Vegetarier. *DGEInfo* 146–149
5. Bouvard V, Loomis D, Guyton KZ et al. (2015) Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *Lancet Oncol* 16: 1599–1600
6. Boeing H. Prävention durch Ernährung. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hg). 12. Ernährungsbericht 2012, Bonn (2012), S. 319–354
7. World Cancer Research Fund (WCRF), American Institute for Cancer Research (AICR) (Hg). *Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: a global perspective*. Washington DC (2007)
8. Boeing H, Bechthold A, Bub A et al. (2012) Critical review: vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. *Eur J Clin Nutr* 51: 637–663
9. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (Hg). *Kohlenhydratzufuhr und Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Krankheiten – Evidenzbasierte Leitlinie*. Bonn (2011) URL: www.dge.de/wissenschaft/leitlinien/leitlinie-kohlenhydrate/Zugriff 11.02.16
10. Dinu M, Abbate R, Gensini GF et al. (2016) Vegetarian, vegan diets and multiple health outcomes: a systematic review with meta-analysis of observational studies. *Crit Rev Food Sci Nutr* [Epub ahead of print]
11. Kwok CS, Umar S, Myint PK et al. (2014) Vegetarian diet, Seventh Day Adventists and risk of cardiovascular mortality: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 176: 680–686
12. Appleby PN, Crowe FL, Bradbury KE et al. (2016) Mortality in vegetarians and comparable nonvegetarians in the United Kingdom. *Am J Clin Nutr* 103: 218–230
13. Clarys P, Deliens T, Huybrechts I et al. (2014) Comparison of nutritional quality of the vegan, vegetarian, semi-vegetarian, pesco-vegetarian and omnivorous diet. *Nutrients* 6: 1318–1332
14. Kristensen NB, Madsen ML, Hansen TH et al. (2015) Intake of macro- and micronutrients in Danish vegans. *Nutr J* 14: 115
15. Orlich MJ, Jaceldo-Siegl K, Sabaté J et al. (2014) Patterns of food consumption among vegetarians and non-vegetarians. *Br J Nutr* 112: 1644–1653
16. Barr SI, Broughton TM (2000) Relative weight, weight loss efforts and nutrient intakes among health-conscious vegetarian, past vegetarian and nonvegetarian women ages 18 to 50. *J Am Coll Nutr* 19: 781–788
17. Davey GK, Spencer EA, Appleby PN et al. (2003) EPIC-Oxford: lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33 883 meat-eaters and 31 546 non meat-eaters in the UK. *Public Health Nutr* 6: 259–269
18. Draper A, Lewis J, Malhotra N et al. (1993) The energy and nutrient intakes of different types of vegetarian: a case for supplements? *Br J Nutr* 69: 3–19
19. Deriemaeker P, Alewaeters K, Hebbelinck M et al. (2010) Nutritional status of Flemish vegetarians compared with non-vegetarians: a matched samples study. *Nutrients* 2: 770–780
20. Gilsing, AMJ, Crowe FL, Lloyd-Wright Z et al. (2010) Serum concentrations of vitamin B₁₂ and folate in British male omnivores, vegetarians and vegans: results from a cross-sectional analysis of the EPIC-Oxford cohort study. *Eur J Clin Nutr* 64: 933–939
21. Krajcovicová-Kudláčková M, Simoncic R, Babinská K et al. (1995) Selected vitamins and trace elements in blood of vegetarians. *Ann Nutr Metab* 39: 334–339
22. Majchrzak D, Singer I, Männer M et al. (2006) B-vitamin status and concentrations of homocysteine in Austrian omnivores, vegetarians and vegans. *Ann Nutr Metab* 50: 485–491
23. Rizzo NS, Jaceldo-Siegl K, Sabate J et al. (2013) Nutrient profiles of vegetarian and nonvegetarian dietary patterns. *J Acad Nutr Diet* 113: 1610–1619
24. Craig WJ, Reed Mangels A, American Dietetic Association (2009) Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *J Am Diet Assoc* 109: 1266–1282
25. Phillips F (2005) Vegetarian nutrition. *Nutrition Bulletin* 30: 132–167
26. Jones G. Vitamin D. In: Ross AC, Caballero B, Cousins RJ et al. (Hg). *Modern nutrition in health and disease*. 11. Aufl., Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia (2014), S. 278–292
27. Zittermann A, Gummert JF (2010) Non-classical vitamin D actions. *Nutrients* 2: 408–425
28. Krems C, Walter C, Heuer T et al. *Lebensmittelverzehr und Nährstoffzufuhr – Ergebnisse der Nationalen Verzehrsstudie II*. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hg). 12. Ernährungsbericht 2012. Bonn (2012), S. 40–85
29. Craig WJ (2009) Health effects of vegan diets. *Am J Clin Nutr* 89: 1627S–1633S
30. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE) (Hg). *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr*. 2. Aufl., 1. Ausg., Bonn (2015)
31. Maqdry E, Lisowska A, Grebowiec P et al. (2013) The impact of vegan diet on B-12 status in healthy omnivores: five-year prospective study. *Acta Sci Pol Technol Aliment* 11: 209–212
32. Pawlak R, Parrott SJ, Raj S et al. (2013) How prevalent is vitamin B(12) deficiency among vegetarians? *Nutr Rev* 71: 110–117
33. Pawlak R, Lester SE, Babatunde T (2014) The prevalence of cobalamin deficiency among vegetarians assessed by serum vitamin B₁₂: a review of literature. *Eur J Clin Nutr* 68: 541–548
34. Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C et al. (2004) Homocysteine and cobalamin status in German vegans. *Public Health Nutr* 7: 467–472
35. Hahn A, Waldmann A (2004) *Gesund mit reiner Pflanzenkost? Unimagazin Hannover*: 6–9
36. Obersby D, Chappell DC, Dunnett A et al. (2013) Plasma total homocysteine status of vegetarians compared with omnivores: a systematic review and meta-analysis. *Br J Nutr* 109: 785–794
37. Carmel R. Cobalamin (Vitamin B₁₂). In: Ross AC, Caballero B, Cousins RJ et al. (Hg). *Modern nutrition in health and disease*. 11. Aufl., Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia (2014), S. 369–389
38. Black MM (2008) Effects of vitamin B₁₂ and folate deficiency on brain development in children. *Food Nutr Bull* 29: S126–S131
39. Finkelstein JL, Layden AJ, Stover PJ (2015) Vitamin B-12 and perinatal health. *Adv*

- Nutr 6: 552–563
40. Molloy AM, Kirke PN, Brody LC et al. (2008) Effects of folate and vitamin B₁₂ deficiencies during pregnancy on fetal, infant, and child development. *Food Nutr Bull* 29: S101–S111; discussion S112–S115
 41. Molloy AM, Kirke PN, Troendle JF et al. (2009) Maternal vitamin B₁₂ status and risk of neural tube defects in a population with high neural tube defect prevalence and no folic acid fortification. *Pediatrics* 123: 917–923
 42. Antony AC (2003) Vegetarianism and vitamin B-12 (cobalamin) deficiency. *Am J Clin Nutr* 78: 3–6
 43. Casella EB, Valente M, de Navarro JM et al. (2005) Vitamin B₁₂ deficiency in infancy as a cause of developmental regression. *Brain Dev* 27: 592–594
 44. Ciani F, Poggi GM, Pasquini E et al. (2000) Prolonged exclusive breast-feeding from vegan mother causing an acute onset of isolated methylmalonic aciduria due to a mild mutase deficiency. *Clin Nutr* 19: 137–139
 45. Dror DK, Allen LH (2008) Effect of vitamin B₁₂ deficiency on neurodevelopment in infants: current knowledge and possible mechanisms. *Nutr Rev* 66: 250–255
 46. Lücke T, Korenke GC, Poggenburg I et al. (2007) Mütterlicher Vitamin-B₁₂-Mangel: Ursache neurologischer Symptomatik im Säuglingsalter. *Z Geburtshilfe Neonatol* 211: 157–161
 47. Schlapbach LJ, Schütz B, Nuoffer JM et al. (2007) Floppy Baby mit makrozytärer Anämie und veganischer Mutter. *Praxis* 96: 1309–1314
 48. Shinwell ED, Gorodischer R (1982) Totally vegetarian diets and infant nutrition. *Pediatrics* 70: 582–586
 49. Sklar R (1986) Nutritional vitamin B₁₂ deficiency in a breast-fed infant of a vegan-diet mother. *Clin Pediatr (Phila)* 25: 219–221
 50. Specker BL, Black A, Allen L et al. (1990) Vitamin B-12: low milk concentrations are related to low serum concentrations in vegetarian women and to methylmalonic aciduria in their infants. *Am J Clin Nutr* 52: 1073–1076
 51. Stabler SP, Allen RH (2004) Vitamin B₁₂ deficiency as a worldwide problem. *Annu Rev Nutr* 24: 299–326
 52. Stötter M, Mayrhofer H (1996) Veganische Ernährung: Neurologische Symptomatik, schwere Entwicklungs- und Gedeihstörung bei Säuglingen und Kleinkindern durch Vitamin B₁₂-Mangel. *Aktuel Ernähr Med* 21: 4–7
 53. Wagnon J, Cagnard B, Bridoux-Henno L et al. (2005) Allaitement maternel et végétalisme. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)* 34: 610–612
 54. Weiss R, Fogelman Y, Bennett M (2004) Severe vitamin B₁₂ deficiency in an infant associated with a maternal deficiency and a strict vegetarian diet. *J Pediatr Hematol Oncol* 26: 270–271
 55. Green R (2011) Indicators for assessing folate and vitamin B-12 status and for monitoring the efficacy of intervention strategies. *Am J Clin Nutr* 94 (Suppl): 666S–672S
 56. Shaikh MG, Anderson JM, Hall SK et al. (2003) Transient neonatal hypothyroidism due to a maternal vegan diet. *J Pediatr Endocrinol Metab* 16: 111–113
 57. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (Hg). Fettzufuhr und Prävention ausgewählter ernährungsmittbedingter Krankheiten – Evidenzbasierte Leitlinie. Bonn (2015) URL: www.dge.de/index.php?id=207#c313 Zugriff 11.02.16
 58. Strohm D, Boeing H, Leschik-Bonnet E et al. for the German Nutrition Society (2016) Salt intake in Germany, health consequences, and resulting recommendations for action. A scientific statement from the German Nutrition Society (DGE). *Ernährungs Umschau* 63: 62–70
 59. Radnitz C, Beezhold B, DiMatteo J (2015) Investigation of lifestyle choices of individuals following a vegan diet for health and ethical reasons. *Appetite* 90: 31–36
 60. Hauner H (2015) Der ultimative Hype. *MMW Fortschritte der Medizin* 157: 40
 61. Leitzmann C (2013) Fleischersatz – rein pflanzlich. *UGB-Forum* 30: 296–299
 62. Verbraucherzentrale Hamburg (Hg). Nix mit Tieren, aber gesund? 2015 URL: www.vzhh.de/ernaehrung/334670/nix-mit-tieren-aber-gesund.aspx Zugriff 11.02.16
 63. Öko-Test (Hg). Vegane/Vegetarische Lebensmittel. So ja! 2014. URL: www.oekotest.de/cgi/index.cgi?artnr=104240&bernr=04&gartnr=1&suche=fleischersatz Zugriff 25.06.15
 64. Vandenplas Y, Castrellon PG, Rivas R et al. (2014) Safety of soya-based infant formulas in children. *Br J Nutr* 111: 1340–1360
 65. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). Säuglingsnahrung aus Sojaweiweiß ist kein Ersatz für Kuhmilchprodukte. (2007) URL: www.bfr.bund.de/cm/343/saeuglingsnahrung_aus_sojaweiweis_ist_kein_ersatz_fuer_kuhmilchprodukte.pdf Zugriff 11.02.16
 66. Koletzko B, Brönstrup A, Cremer M et al. (2013) Säuglingsernährung und Ernährung der stillenden Mutter. *Monatsschr Kinderheilkd* 161: 237–246
 67. Koletzko B (2006) Stellungnahme zur Verwendung von Säuglingsnahrungen auf Sojaweiweißbasis. *Monatsschr Kinderheilkd* 154: 913–916
 68. Bühner C, Genzel-Boroviczeny O, Jochum F et al. (2014) Ernährung gesunder Säuglinge. *Monatsschr Kinderheilkd* 162: 527–538
 69. National Health and Medical Research Council (Hg). Eat for health. Australian dietary guidelines. National Health and Medical Research Council, Canberra (2013)
 70. United States Department of Agriculture (USDA). Scientific Report of the 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee. (2015) URL: www.health.gov/dietaryguidelines/2015-scientific-report/ Zugriff 11.02.16
 71. United States Department of Agriculture (USDA) (Hg). Healthy eating for vegetarians. 10 tips for vegetarians. (2011) URL: www.choosemyplate.gov/sites/default/files/tentips/DGTipsheet8HealthyEatingForVegetarians.pdf Zugriff 03.02.16
 72. Marczykowski FJ. Ist eine Deckung der D-A-CH-Referenzwerte für kritische Nährstoffe bei einer veganen Ernährung über natürliche und angereicherte Lebensmittel möglich? Bachelorarbeit. Bonn (2015)
 73. Cullum-Dugan D, Pawlak R (2015) Position of the academy of nutrition and dietetics: vegetarian diets. *J Acad Nutr Diet* 115: 801–810
 74. National Programme for the Promotion of a Healthy Diet, Direção-Geral da Saúde (Hg). Guidelines for a healthy vegetarian diet. Lissabon (2015)
 75. Amit M (2010) Vegetarian diets in children and adolescents. *Paediatr Child Health* 15: 303–314 [reaffirmed 2014]
 76. Koletzko B, Armbruster M, Bauer C et al. (2013) Ernährung und Bewegung im Kleinkindalter. *Monatsschr Kinderheilkd* 161: 1187–1200
 77. Koletzko B, Bauer CP, Bung P et al. (2012) Ernährung in der Schwangerschaft – Teil 1. *Dtsch med Wochenschr* 137: 1309–1313

78. Koletzko B, Bauer C, Bung P et al. (2012) Ernährung in der Schwangerschaft – Teil 2. Handlungsempfehlungen des Netzwerks „Gesund ins Leben – Netzwerk Junge Familie“. *Dtsch med Wochenschr* 137: 1366–1372
79. Koletzko B, Brönstrup A, Cremer M et al. (2010) Säuglingsernährung und Ernährung der stillenden Mutter. Handlungsempfehlungen – Ein Konsensuspapier im Auftrag des bundesweiten Netzwerk Junge Familie. *Monatsschr Kinderheilkd* 158: 679–689
80. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (Hg). *Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE*. 25., überarb. Aufl., Bonn (2013)
81. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE). *Lebensmittelbezogene Ernährungsempfehlungen in Deutschland*. DGE, Bonn (2014)
82. Koordinierungskreis zur Qualitätssicherung in der Ernährungsberatung und Ernährungsbildung (Hg). *Rahmenvereinbarung zur Qualitätssicherung in der Ernährungsberatung und Ernährungsbildung in Deutschland*. In der Fassung vom 16.06.2014 (2015) URL: www.dge.de/fileadmin/public/doc/fb/14-06-16-KoKreis-EB-RV.pdf Zugriff 15.02.16
83. Young VR, Pellett PL (1994) Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *Am J Clin Nutr* 59: 1203S–1212S
84. World Health Organization (WHO). *Protein and amino acid requirements in human nutrition*. WHO, Genf (2007)
85. Marsh KA, Munn EA, Baines SK (2013) Protein and vegetarian diets. *Med J Aust* 199(Suppl): S7–S10
86. Sanders TA (1999) The nutritional adequacy of plant-based diets. *Proc Nutr Soc* 58: 265–269
87. Krajcovicova-Kudlackova M, Simonic R, Bederova A et al. (1997) Influence of vegetarian and mixed nutrition on selected haematological and biochemical parameters in children. *Nahrung* 41: 311–314
88. Boye J, Wijesinha-Bettoni R, Burlingame B (2012) Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. *Br J Nutr* 108(Suppl 2): S183–S211
89. Tome D (2012) Criteria and markers for protein quality assessment – a review. *Br J Nutr* 108(Suppl 2): S222–S229
90. Matthews DE. *Proteins and amino acids*. In: Ross AC, Caballero B, Cousins RJ et al. (Hg). *Modern nutrition in health and disease*. 11. Aufl., Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia (2014), S. 3–35
91. Brenna JT (2002) Efficiency of conversion of alpha-linolenic acid to long chain n-3 fatty acids in man. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 5: 127–132
92. Geppert J, Kraft V, Demmelmair H et al. (2006) Microalgal docosahexaenoic acid decreases plasma triacylglycerol in normolipidaemic vegetarians: a randomised trial. *Br J Nutr* 95: 779–786
93. Lane K, Derbyshire E, Li W et al. (2014) Bioavailability and potential uses of vegetarian sources of omega-3 fatty acids: a review of the literature. *Crit Rev Food Sci Nutr* 54: 572–579
94. Sarter B, Kelsey KS, Schwartz TA et al. (2015) Blood docosahexaenoic acid and eicosapentaenoic acid in vegans: Associations with age and gender and effects of an algal-derived omega-3 fatty acid supplement. *Clin Nutr* 34: 212–218
95. Durchführungsbeschluss der Kommission vom 14. Juli 2014 zur Genehmigung des Inverkehrbringens von Öl aus der Mikroalge *Schizochytrium sp.* als neuartige Lebensmittelzutat im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 258/97 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Entscheidungen 2003/427/EG und 2009/778/EG. *Amtsblatt der Europäischen Union* (2009) 55–58
96. Entscheidung der Kommission vom 21. Oktober 2009 über die Erweiterung der Anwendungen von Algenöl aus der Mikroalge *Ulkenia sp.* als neuartige Lebensmittelzutat im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 258/97 des Europäischen Parlaments und des Rates. *Amtsblatt der Europäischen Union* (2009) 54–55
97. Watanabe F, Yabuta Y, Bito T et al. (2014) Vitamin B₁₂-containing plant food sources for vegetarians. *Nutrients* 6: 1861–1873
98. Croft MT, Lawrence AD, Raux-Deery E et al. (2005) Algae acquire vitamin B₁₂ through a symbiotic relationship with bacteria. *Nature* 438: 90–93
99. Kittaka-Katsura H, Fujita T, Watanabe F et al. (2002) Purification and characterization of a corrinoid compound from *Chlorella* tablets as an algal health food. *J Agric Food Chem* 50: 4994–4997
100. Watanabe F, Takenaka S, Katsura H et al. (1999) Dried green and purple lavers (*Nori*) contain substantial amounts of biologically active vitamin B(12) but less of dietary iodine relative to other edible seaweeds. *J Agric Food Chem* 47: 2341–2343
101. Watanabe F (2007) Vitamin B₁₂ sources and bioavailability. *Exp Biol Med* (Maywood) 232: 1266–1274
102. Watanabe F, Yabuta Y, Tanioka Y et al. (2013) Biologically active vitamin B₁₂ compounds in foods for preventing deficiency among vegetarians and elderly subjects. *J Agric Food Chem* 61: 6769–6775
103. Hurrell R, Egli I (2010) Iron bioavailability and dietary reference values. *Am J Clin Nutr* 91: 1461S–1467S
104. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). *Gesundheitliche Risiken durch zu hohen Jodgehalt in getrockneten Algen*. (2007) URL: www.bfr.bund.de/cm/343/gesundheitliche_risiken_durch_zu_hohen_jodgehalt_in_getrockneten_algen.pdf Zugriff 11.02.16

DOI: 10.4455/eu.2016.021