



# Sicherheit und Risiken vegetarischer und veganer Ernährung in Schwangerschaft, Stillzeit und den ersten Lebensjahren

## Stellungnahme der Ernährungskommission der Österreichischen Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde zu Sicherheit und Risiken bei unterschiedlichen Formen vegetarischer und veganer Ernährung der Mutter in Schwangerschaft und Stillzeit und bei Säuglingen und Kleinkindern

### Begriffsdefinitionen

#### Formen des Vegetarismus

Vegetarismus wird definiert als eine Ernährungsweise, bei der Nahrungsmittel pflanzlichen Ursprungs und Produkte von lebenden Tieren verzehrt werden. Je nach Einbeziehung der tierischen Lebensmittel werden folgende Formen der vegetarischen Ernährung unterschieden [110]:

- **Ovolaktovegetarische Ernährung:** Es werden alle Lebensmittel gegessen, außer Fleisch und Fisch.
- **Ovovegetarische Ernährung:** Es werden neben pflanzlichen Lebensmitteln auch Eier gegessen. Fleisch, Fisch sowie Milch und Milchprodukte werden gemieden.

- **Laktovegetarische Ernährung:** Es werden neben pflanzlicher Kost auch Milch und Milchprodukte verzehrt. Eier, Fleisch und Fisch werden gemieden.
- **Vegane (streng vegetarische) Ernährung:** Es werden nur rein pflanzliche Lebensmittel gegessen. Verzichtet wird auf Fleisch, Fisch, Milch und Milchprodukte, Eier und Honig.

#### Warum Vegetarismus?

Menschen entscheiden sich aus vielerlei Gründen für eine vegetarische oder vegane Ernährung. Ethische oder moralische Bedenken gegenüber Lebensmitteln tierischen Ursprungs, Ökologie und Nachhaltigkeit spielen eine Rolle. Der gesundheitliche Aspekt, insbesondere die Prävention von Krankheiten und die Steigerung der Lebensqualität, rücken häufig in den Vordergrund.

#### Präventive Effekte

Epidemiologische Studien an Erwachsenen zeigen ein präventives Potenzial vegetarischer Ernährungsformen: Ein verringertes Risiko für ernährungsassoziierte Erkrankungen wie Übergewicht und Adipositas, Diabetes mellitus Typ 2, Hypertonie, kardiovaskuläre Erkrankungen, einige Malignome und rheumatoide Arthritis ist beschrieben [8, 30, 139]. Diese Effekte sind vermutlich auf die Reduktion von Risikofaktoren wie z. B. Senkung des Blutdrucks, Optimierung des Lipidprofils (Senkung von Gesamtcholesterin und „low density lipoproteins“ [LDL]) und Senkung des Body-Mass-Index (BMI) zurückzuführen, die mit einer vegetarischen Ernährung einhergehen.

#### Anteil von Vegetariern an der Gesamtbevölkerung

Der Anteil sich vegetarisch ernähernder Menschen steigt in Europa stark an. Laut

Die Mitglieder der Ernährungskommission der Österreichischen Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde werden am Beitragsende gelistet.

einer Studie des Marktforschungsunternehmens Institut für Empirische Sozialforschung (IFES, Institut für Empirische Sozialforschung) aus dem Jahr 2013 ernähren sich 9% aller Österreicher vegetarisch, 1% vermutlich vegan. ProVeg Deutschland schätzt Anteile von 10% Vegetariern und 1,6% Veganern. Ähnliche Ergebnisse zeigen sich aus der Schweiz. Laut *swissveg* leben in der Schweiz 11% vegetarisch und 3% vegan. Im weltweiten Vergleich findet sich in Indien der höchste Anteil an Vegetariern mit 35%.

Unklar bleibt, wie hoch der Anteil an vegetarisch bzw. vegan ernährten Kindern ist. Es ist jedoch anzunehmen, dass die meisten vegetarisch oder vegan lebenden Eltern auch ihre Kinder fleischlos oder gänzlich ohne tierische Produkte ernähren [71].

## Kritische Nährstoffe in der vegetarischen Ernährung

### Allgemeines

Bei allen vegetarischen Ernährungsformen von Kindern ist individuell zu beurteilen, ob die Nährstoffzusammensetzung dem Bedarf des wachsenden Organismus gerecht wird. Eine ausgewogene vegetarische Kost führt weitgehend zu einem normalen Wachstum der Kinder entsprechend den Referenzstandards. Allerdings tendieren diese Kinder dazu, leichter, schlanker und in den ersten 5 Jahren auch kleiner zu sein als omnivor ernährte Kinder [71, 134]. Es gibt Hinweise, dass sich die Zusammensetzung der vegetarischen Ernährung (niedrigerer Energie, hoher Ballaststoffanteil, komplexere Kohlenhydrate) günstig auf den BMI auswirkt und zu einer niedrigeren Prävalenz von Adipositas im Kindes- und im Erwachsenenalter führen kann [127]. Allerdings muss auf die Zufuhr potenziell kritischer Nährstoffe geachtet werden, die je nach Zusammensetzung der Nahrung (vegetarisch/vegan) mehr oder weniger zum Tragen kommen. Im Folgenden wird hierfür ein Überblick gegeben.

### Vitamin B<sub>12</sub>

Vitamin B<sub>12</sub> ist ein essenzielles Vitamin, das fast ausschließlich mit tierischen Lebensmitteln wie Leber, Fleisch und Milchprodukten aufgenommen wird. Ovolaktovegetarier erhalten ihr Vitamin B<sub>12</sub> aus Milchprodukten und Eiern. Allerdings können auch Vegetarier von einem Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel betroffen sein. Basierend auf Messungen des Vitamin-B<sub>12</sub>-Serumspiegels hatten sich in einer Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2014 tatsächlich diesbezüglich hohe Prävalenzen ergeben: Bis zu 45% bzw. 39% vegetarisch ernährter Kinder bzw. schwangerer Frauen hatten einen Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel [116]. Daher kann nicht mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die alimentäre Zufuhr von Vitamin B<sub>12</sub> in der ovolaktovegetarischen Ernährung zur adäquaten Versorgung in Schwangerschaft, Stillzeit und der frühen Kindheit ausreicht.

Pflanzliche Quellen wie Shiitake-Pilze oder Algen (Meeresalgen, *Spirulina*) werden als vegane Vitamin-B<sub>12</sub>-Alternative angeboten. Sie enthalten jedoch ein biologisch unwirksames Vitamin („inaktives Analogon“), weshalb diese Lebensmittel als Vitamin-B<sub>12</sub>-Quelle nicht geeignet sind. Viele Lebensmittel (Müsli, Cornflakes, Fruchtsäfte, Sojaprodukte) sind angereichert, jedoch nicht bedarfsdeckend. Daher ist für die ausreichende Versorgung von Veganern eine zusätzliche Vitamin-B<sub>12</sub>-Supplementierung erforderlich [122].

Vitamin B<sub>12</sub> ist ein wichtiger Kofaktor des Homozysteinstoffwechsels und spielt eine zentrale Rolle in der Synthese von Desoxyribonukleinsäure und Neurotransmittern, im Aufbau von Myelinscheiden sowie in der Erythropoese. Im Körper bestehen große Vitamin-B<sub>12</sub>-Speicher im Ausmaß von mehreren Tausend Mikrogramm, weshalb eine Unterversorgung evtl. erst nach Jahren klinisch evident wird. Die Entwicklung des Mangels durchläuft mehrere Stadien, die durch spezifische Parameter charakterisiert werden können [63]. Holotranscobalamin (Holo-TC) stellt die metabolisch aktive Form des Vitamin B<sub>12</sub> dar. Es entsteht nach Aufnahme von Vitamin B<sub>12</sub> (mithilfe des „intrinsic factor“) im unte-

ren Ileum und anschließender Bindung an Transcobalamin. Wird Vitamin B<sub>12</sub> unzureichend zugeführt, beginnen sich die Speicher zu entleeren. Ein erniedrigter Holo-TC-Spiegel ist daher der früheste Parameter eines beginnenden Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangels. Dieses erste Stadium verläuft ohne klinische Symptome oder Veränderungen des Blutbilds. Nach der Entleerung der Speicher kommt es im zweiten Stadium zu einer metabolisch funktionellen Störung, die mit einer erniedrigten Holo-TC-Konzentration (im Serum) und gleichzeitiger Konzentrationserhöhung der Methylmalonsäure (MMA in Serum oder Urin) und des Homocysteins (im Serum) einhergehen. Danach folgt das klinische Stadium des Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangels. Dieses manifestiert sich als hämatologische oder neurologische Erkrankung, z. B. als megaloblastäre Anämie, funikuläre Myelose oder Hyperhomocysteinämie.

Ein besondere Risikogruppe ist der unerkannte Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel vegetarisch oder vegan ernährter Frauen dann, wenn sie schwanger sind bzw. stillen. Niedrige Vitamin-B<sub>12</sub>-Serum-Spiegel in der Schwangerschaft können beim Kind zu Wachstumsretardierung sowie kognitiven und motorischen Defiziten führen [117]. In der Stillzeit ist der Vitamin-B<sub>12</sub>-Gehalt der Muttermilch einer Vitamin-B<sub>12</sub>-defizienten Mutter deutlich niedriger als jener einer ausreichend versorgten Mutter [103]. Eindrückliche Fallberichte beschreiben schwerste Folgeerscheinungen eines Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangels bei von veganen Müttern gestillten Säuglingen: Entwicklungsstillstand bzw. -regression mit kognitiver Beeinträchtigung, generalisierte Muskelhypotonie, Vigilanzminderung und zerebrale Krampfanfälle sind Beispiele solcher Auswirkungen [91, 104, 125].

Die frühzeitige Diagnostik eines Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangels ist daher bei Risikopatientinnen von erheblicher Bedeutung. Die Messung der Gesamt-Vitamin-B<sub>12</sub>-Konzentration im Serum stellt keinen geeigneten Marker als Screeningmethode dar. Daher wird die diagnostische Bestimmung von Holo-TC und MMA bei schwangeren und stillenden Frauen zum Ausschluss eines Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangels empfohlen.

Ernährungskommission der Österreichischen Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde · R. Plank

## Sicherheit und Risiken vegetarischer und veganer Ernährung in Schwangerschaft, Stillzeit und den ersten Lebensjahren. Stellungnahme der Ernährungskommission der Österreichischen Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde zu Sicherheit und Risiken bei unterschiedlichen Formen vegetarischer und veganer Ernährung der Mutter in Schwangerschaft und Stillzeit und bei Säuglingen und Kleinkindern

### Zusammenfassung

Eine ausgewogene ovolaktovegetarische Ernährung kann während der Schwangerschaft, Stillzeit sowie des Säuglings- und Kleinkindalters eine gute Alternative zur omnivoren Lebensweise bedeuten und eine adäquate Versorgung von Mutter und Kind gewährleisten. Je restriktiver die Art des Vegetarismus jedoch ist, umso höher ist das Risiko einer Unterversorgung mit Nährstoffen. Bei einer rein pflanzlichen Ernährung ist der kritischste Nährstoff Vitamin B12. Insbesondere für gestillte Säuglinge von inadäquat supplementierten Frauen besteht daher die Gefahr des Auftretens von schweren, irreversiblen Vitamin-B12-Mangel-Symptomen. Es existiert kein internationaler Konsens hinsichtlich der Vitamin-B12-

Supplementierung bei veganer Ernährung. Deshalb kann die Österreichische Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde (ÖGKJ) derzeit keine Empfehlung für die vegane Ernährung in Schwangerschaft, Stillzeit und den ersten Lebensjahren aussprechen. Weitere potenziell kritische Nährstoffe in der vegetarischen Ernährung sind Proteine, Omega-3-Fettsäuren, Vitamin D, Mineralstoffe und Spurenelemente wie Kalzium, Eisen, Zink und Jod. Aufgrund des wachsenden Interesses an vegetarischen Ernährungsformen wird man in der kinderärztlichen Tätigkeit mit dem Wunsch konfrontiert, Kinder vegetarisch oder vegan zu ernähren. Mit diesem Positionspapier möchte die Ernährungskommission der ÖGKJ den behandelnden Kinder- und Hausärzten einen

Überblick über die erforderlichen Nährstoffe bei vegetarischen Ernährungsformen von Mutter und Kind bieten. Ziel ist es, eine wohlwollende Beratung der Eltern zur Vermeidung möglicher Mangelzustände durchführen zu können und die Umsetzung vegetarischer Ernährungsformen basierend auf dem aktuellen Erkenntnisstand so sicher wie möglich zu gestalten. Im Falle einer rein veganen Ernährung ist die ärztliche und diätologische Begleitung unerlässlich.

### Schlüsselwörter

Vegetarismus · Kritische Nährstoffe · Vitamin-B-12-Mangel · Omega-3-Fettsäuren · Mikronährstoffe

## Safety and risks of vegetarian and vegan nutrition during pregnancy, lactation and the first years of life. Statement by the Nutrition Committee of the Austrian Society of Pediatric and Adolescent Medicine on the safety and risks of various forms of vegetarian and vegan nutrition of the mother during pregnancy and lactation and in infants and toddlers

### Abstract

A well-balanced ovo-lacto vegetarian diet can be a good alternative to the omnivorous lifestyle, also for pregnant and lactating women as well as infants and toddlers, and can provide adequate nutrients for mother and child. The more restrictive the vegetarianism becomes, the higher is the risk of nutrient deficiencies. In a vegan diet the most critical nutrient with risk for deficiency is vitamin B12. There is a risk of severe, irreversible vitamin B12 deficiency especially in breastfed infants in case of inadequate supplementation of women. There is no international consensus on vitamin B12 supplementation in vegan

diets. Therefore, the Committee of Nutrition of the Austrian Society for Pediatrics and Adolescent Medicine is currently unable to recommend a vegan diet during pregnancy, lactation and the first years of life. Other potentially critical nutrients include protein, omega-3 fatty acids, vitamin D and minerals such as calcium, iron, zinc and iodine. Due to the growing interest in vegetarian diets, one is frequently confronted with parents desiring to start their children on a vegetarian or vegan diet. With this position paper the Committee of Nutrition of the Austrian Society for Pediatrics and Adolescent Medicine

wants to provide an overview of the critical nutrients that have to be taken into account in vegetarian diets of mother and child. The key objective is to bear potential deficiencies in mind and allow an implementation of vegetarian diets in a way that is as safe and knowledgeable as possible. In case of a vegan diet, medical and dietary support is essential.

### Keywords

Vegetarianism · Critical nutrients · Vitamin-b-12-deficiency · Omega-3-fatty acids · Micronutrients

Bei jedem Neugeborenen wird in der Regel postpartal zwischen der 36. und 72. Lebensstunde das Stoffwechselscreening durchgeführt, das ein Screening bezüglich Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel inkludiert. Die Erhöhung des Markermetaboliten Propionylcarnitin kann dabei auf einen Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel Säuglings hinweisen [113]. Zum Zeitpunkt des

Neugeborenen Screenings ist die Konzentration dieses Markers aber nicht zwingend erhöht, was einzelne Fallberichte beschreiben [23]. Ergänzend ist zu erwähnen, dass Propionylcarnitin im deutschen Neugeborenen screening nicht bestimmt wird [61].

Derzeit existiert noch kein internationaler Konsens über die Höhe der

bedarfsdeckenden Vitamin-B<sub>12</sub>-Supplementierung von Menschen mit vegetarischer und veganer Ernährung, weshalb keine definitive Empfehlung zur Vitamin-B<sub>12</sub>-Dosierung ausgesprochen werden kann.

Die Vitamin-B<sub>12</sub>-Aufnahme aus dem Darm erfolgt aktiv durch den Intrinsic factor sowie durch passive Diffusion,

wobei Dosis und Frequenz der Supplementierung entscheidend sind. Daher ist generell darauf zu achten, dass deutlich höhere Vitamin-B<sub>12</sub>-Dosen erforderlich sind, um die empfohlene Vitamin-B<sub>12</sub>-Zufuhr erfüllen zu können. Aktiv werden 1,5 µg und passiv 1 % der zugeführten Menge von Vitamin B<sub>12</sub> aufgenommen. So können einzelne orale Vitamin-B<sub>12</sub>-Dosen von 50 µg, 500 µg oder 1000 µg Vitamin B<sub>12</sub> zu einer Aufnahme in der Höhe von 1,5 µg, 9,7 µg oder 13 µg/Dosis führen [123]. Daher wird die Dosierung von der Einnahmehäufigkeit bestimmt. Es können entweder täglich niedrigere Dosierungen oder ein- bis 2-mal wöchentlich hohe Dosierungen eingenommen werden.

### Empfehlungen zur Vitamin-B<sub>12</sub>-Zufuhr

#### Für Frauen in Schwangerschaft und Stillzeit.

- Veganer können ohne Supplementierung keine ausreichende Vitamin-B<sub>12</sub>-Versorgung sicherstellen [122]. Zur Überprüfung des Vitamin-B<sub>12</sub>-Status der veganen Mutter in Schwangerschaft und Stillzeit sollen die Bestimmungen von Holo-TC und MMA erfolgen.
- Die Bestimmungen dieser Parameter werden in ausgewählten Laboratorien kostenpflichtig angeboten.
- Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel kann auch bei Ovolaktovegetariern beobachtet werden [116], daher soll ein Screening auf Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel (in Schwangerschaft und Stillzeit) erfolgen.
- Empfohlene Zufuhr an Vitamin B<sub>12</sub> [44]:  
3,5 µg/Tag für Schwangere,  
4 µg/Tag für Stillende
- Um die empfohlene Aufnahme zu gewährleisten, kann das im Folgende aufgeführte Dosierungsschema herangezogen werden.

#### Dosierung von Vitamin-B<sub>12</sub>-Präparaten.

- Für Frauen in Schwangerschaft und Stillzeit kann eine tägliche Dosis von 50–100 µg oder eine wöchentliche Dosis von 2000 µg (aufgeteilt auf 2 Einnahmen pro Woche von je

1000 µg) die erforderliche Vitamin-B<sub>12</sub>-Zufuhr erfüllen [123].

#### Für Säuglinge und Kleinkinder.

- Besteht nachweislich eine ausreichende Vitamin-B<sub>12</sub>-Versorgung der Mutter, benötigt das Kind keine zusätzliche Vitamin-B<sub>12</sub>-Supplementierung, solange es voll gestillt wird oder industrielle Milchfertiernahrung (Formulanahrung) erhält.
- Bei gestillten Neugeborenen Vitamin-B<sub>12</sub>-defizienter Mütter sollen frühzeitig und regelmäßig Messungen des Vitamin-B<sub>12</sub>-Status in Form von MMA (Harn auf organische Säuren im erweiterten Neugeborenen-Screening) und Holo-TC im Serum erfolgen. Besteht der Verdacht auf kindlichen Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel, soll Kontakt zu einem Stoffwechsellabor aufgenommen werden, um die Therapieeinleitung und -überwachung durch Experten sicherzustellen.
- Vegane Ernährung im Kindesalter wird aufgrund der Notwendigkeit einer Nährstoffsupplementierung und fehlenden Evidenz zur Höhe der Vitamin-B<sub>12</sub>-Supplementierung nicht empfohlen.
- Wird ein Kind auf Wunsch der Eltern vegan ernährt, muss eine Vitamin-B<sub>12</sub>-Supplementierung erfolgen und der Vitamin-B<sub>12</sub>-Status durch den betreuenden Arzt überprüft werden.
- Empfohlene Zufuhr von Vitamin B<sub>12</sub> [44]:  
0,4 µg/Tag in den ersten 6 Lebensmonaten,  
0,8 µg/Tag im 2. Lebenshalbjahr,  
1,0 µg/Tag ab dem 1. Lebensjahr.
- Um die empfohlene Zufuhr von Vitamin B<sub>12</sub> zu gewährleisten, kann beispielsweise das Dosierungsschema von Davis und Melina [33] herangezogen werden. Zudem ist eine diätologische Beratung unerlässlich.

#### Dosierung von Vitamin-B<sub>12</sub>-Präparaten.

- Im 1. Lebensjahr ab Beikosteinführung 5–20 µg Vitamin B<sub>12</sub> täglich oder 200 µg Vitamin B<sub>12</sub> 2-mal wöchentlich [33],

- im 2. und 3. Lebensjahr 10–40 µg Vitamin B<sub>12</sub> täglich oder 375 mg Vitamin B<sub>12</sub> 2-mal wöchentlich [33].

#### Präparate.

- Evolution Vitamin-B<sub>12</sub>-Tropfen (1 Trpf. enthält 100 µg Methylcobalamin), EVOLUTION international GmbH, Villach, Österreich; OLEOvital® Vit B12 Mundspray (1 Sprühstoß enthält 500 µg Methylcobalamin), Fresenius Kabi Austria GmbH
- ergänzend kann eine Vitamin-B<sub>12</sub>-angereicherte Zahnpasta zur Verbesserung des Vitamin-B<sub>12</sub>-Status beitragen [137].

### Omega-3-Fettsäuren

Omega-3-Fettsäuren werden sowohl über pflanzliche Nahrungsmittel (α-Linolensäure, ALA) als auch über Fisch (Eicosapentaensäure, EPA und Docosahexaensäure, DHA) aufgenommen. Beide sind protektive Faktoren in der Entstehung kardiovaskulärer Erkrankungen, da sie die Triglyzeridkonzentrationen im Serum und den Blutdruck senken sowie die Thrombozytenaggregation und Inflammation hemmen [21].

Aufgrund des tierischen Ursprungs ist die Aufnahme von EPA und DHA mit der Nahrung bei Vegetariern deutlich erniedrigt und fehlt bei Veganern komplett [128]. Docosahexaensäure kann endogen in der Leber nur in kleinen Mengen (bis zu 5 %) aus dem Vorläufer ALA synthetisiert werden [34], was ein ausreichendes Angebot an ALA und eine gute enzymatische Syntheseleistung der Leber voraussetzt.

Omega-3-fettsäurereiche Lebensmittel sind Lein-, Raps- und Walnussöl. Die Konversion von ALA zu DHA und die Aufnahme von DHA in das Gewebe werden maßgeblich von der Omega-6-Fettsäure Linolsäure (LA, enthalten in Distel-, Soja-, Weizen-, Maiskeim- und Sonnenblumenöl) gehemmt. Bei der Ernährung sollte auf ein günstiges Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren geachtet werden. Empfohlen wird eine Omega-6-Omega-3-Ratio von 5:1 [31]. Eine Untersuchung an österreichischen Vegetariern und Veganern

Tab. 1 Kalziumgehalt von Milchnahrung	
Milchnahrung	Kalziumgehalt
Säuglingsanfangsnahrung	Ca. 50 mg/100 ml (produktabhängig)
Folgenahrung auf Kuhmilchprotein- oder Sojaproteinbasis	Ca. 70 mg/100 ml (produktabhängig)
Muttermilch	32 mg/100 ml
Kuhmilch	116 mg/100 ml

ergab eine Omega-6-Omega-3-Ratio von 10:1, die durch den hohen LA-Gehalt in der pflanzlichen Nahrung bedingt war. Ein hoher LA-Gehalt in den Nahrungsmitteln hemmt die Umwandlung von ALA in DHA und beeinflusst den DHA-Spiegel negativ [81].

Frauen in Schwangerschaft und Stillzeit haben ebenso wie Frühgeborene und kranke Neugeborene aufgrund der verminderten Biosynthese einen erhöhten Bedarf an DHA [130]. Docosahexaensäure ist integraler Bestandteil des Zentralnervensystems (ZNS) und spielt während der Fetalperiode und in den ersten Lebensmonaten eine wichtige Rolle in der Reifung der Retina und des ZNS [64].

Der Gehalt an DHA in der Muttermilch korreliert mit der mütterlichen DHA-Aufnahme aus der Nahrung und kann daher stark variieren [20]. Supplemente der DHA aus Fischölkapseln werden aufgrund ihres tierischen Ursprungs von Vegetariern und Veganern nicht akzeptiert. Eine gute Alternative stellen Mikroalgenöle und damit angereicherte Lebensmittel dar [58, 85]. Öle aus den Mikroalgen *Ulkenia* und *Schizochytrium* sind als „novel food“ in der Europäischen Union (EU) zugelassen [50, 51, 107] und enthalten DHA. Zur Herstellung von Breikost haben sich mit DHA aus Mikroalgen angereicherte Leinöle bewährt.

### Empfehlungen zur Zufuhr von Omega-3-Fettsäuren

#### Für Frauen in Schwangerschaft und Stillzeit.

- Ungeachtet der Ernährungsform wird die zusätzliche Einnahme von zumindest 200 mg DHA/Tag für schwangere und stillende Frauen empfohlen. Damit kann die empfohlene Richtmenge

für einen Erwachsenen von 300 mg DHA/Tag erreicht werden [78].

#### Für Säuglinge und Kleinkinder.

- Muttermilch stellt für reifgeborene Kinder eine ausreichende DHA-Quelle dar, wenn die Empfehlung zur mütterlichen Aufnahme ( $\geq 200$  mg/Tag) beachtet wird.
- Säuglingsanfangsnahrung soll DHA enthalten, um eine Zufuhr von 100 mg/Tag zu erfüllen.
- Ab dem 6. Lebensmonat werden 100 mg/Tag bis zum Ende des 2. Lebensjahres empfohlen.
- Für Kinder bestehen keine altersspezifischen Empfehlungen zur Aufnahme von Omega-3-Fettsäuren; sie sollten jedoch mit den Ernährungsempfehlungen für Erwachsene im Ausmaß von 250 mg DHA und EPA übereinstimmen [47].

#### Präparate.

- Bioleinöl mit DHA und EPA 250 ml (20 ml enthalten 200 mg DHA),
- Mikroalgenöl: Omega-3-Algen-DHA + EPA (1 Kaps. 250 mg DHA, 100 mg EPA), Omega-3-DHA vegan (1 Kaps. 250 mg DHA)

### Kalzium

Kalzium ist ein wichtiger Mineralstoff zum Aufbau von Knochen und Zähnen. Die Kalziumaufnahme von Vegetariern ist äquivalent bis höher im Vergleich zu Omnivoren, während Veganer eine erniedrigte Kalziumzufuhr durch den Verzicht auf tierische Produkte aufweisen [94]. Der Vergleich des Frakturrisikos zwischen Omnivoren, Vegetariern und Veganern in der European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC-Oxford-Studie) zeigte ein äquivalentes Risiko von Vegetariern zu Omnivoren, jedoch ein erhöhtes Frakturrisiko für Veganer als Folge einer niedrigeren Kalziumaufnahme. Betrug die Kalziumaufnahme allerdings mindestens 525 mg/Tag, unterschieden sich Veganer im Risiko nicht [9]. Bei vegetarischen Kindern im Alter zwischen 2 und 10 Jahren zeigten sich eine 2-fach erniedrigte Kalziumaufnah-

me und gleichermaßen erniedrigte 25-Hydroxy-Vitamin-D-Spiegel im Serum im Vergleich zu omnivoren Kindern. In weiterer Folge sind auch die Parameter für den Knochenstoffwechsel verändert (Konzentrationserniedrigung von Osteocalcin, knochenspezifischer alkalischer Phosphatase und  $\beta$ -CrossLaps bis zu 20 %, [6]).

Im ersten Lebensjahr stellt Milch die bedarfsdeckende Quelle für Kalzium dar (Tab. 1; [86]). Gestillte Säuglinge veganer Müttern können adäquat versorgt werden, da der Kalziumgehalt der Muttermilch von der mütterlichen Kalzium- und Vitamin-D-Aufnahme aus der Nahrung unbeeinflusst bleibt [72]. Kann nicht gestillt werden und möchte die Mutter keine Milchfertiernahrung auf Kuhmilchproteinbasis füttern, kann alternativ industriell gefertigte Milchfertiernahrung auf Sojabasis angeboten werden [52]. Laut einer Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2014 scheinen Sojaformulanahrungen für reife Säuglinge sicher zu sein. Es konnte kein negativer Effekt des höheren Gehalts an Aluminium und Phytoöstrogenen auf die Gesundheit des Kindes nachgewiesen werden [146].

Stellt Milch nicht mehr die Hauptquelle für Kalzium in der Ernährung dar, soll auf eine kalziumreiche bzw. -angereicherte Nahrung geachtet werden [122]. Folgende pflanzliche Nahrungsmittel sind als Kalziumquelle geeignet: grüne Gemüsesorten wie Brokkoli, Grünkohl und Rucola sowie Hülsenfrüchte, Nüsse und Samen (Tab. 2; [122]). Weitere gute Kalziumlieferanten sind mit Kalzium angereicherte Sojamilch, Sojajoghurt, Tofu, Cerealien und Mineralwässer (Tab. 3) mit einem Kalziumgehalt von mehr als 150 mg Kalzium/l.

Wichtig für die Resorption von Kalzium ist die Berücksichtigung des Gehalts an Phytaten, Ballaststoffen und Oxalsäure. Diese Stoffe reduzieren die Bioverfügbarkeit des Kalziums. So kann der hohe Kalziumgehalt in Gemüsesorten wie Spinat, Mangold, Rhabarber aufgrund des hohen Oxalatgehalts nur zu 5 % resorbiert werden. Im Gegensatz dazu ist bei oxalsäurearmen Gemüsen wie Kohl, Brokkoli, Chinakohl, Pak Choi die Resorptionsrate von Kalzium um das 10-Fache erhöht (auf 50 %, [151]).

**Tab. 2** Kalziumgehalt der angeführten Lebensmittel. (Nach United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service [143])

Lebensmittel (100 g)	Kalziumgehalt (mg)
Brokkoli, gegart	118
Rucola	160
Grünkohl, gekocht	177
Kichererbsen, gekocht	49
Mohn	1438
Sesam	975
Mandelmus	170
Sesammus	426
Sojadrink	120
Sojajoghurt	120
Tofu, fest mit Kalziumsulfat	683

### Empfehlungen zur Kalziumzufuhr Für Frauen in Schwangerschaft und Stillzeit.

- Zufuhr von 1000 mg Kalzium/Tag [38],
- insbesondere Frauen mit veganer Ernährung nehmen weniger Kalzium im Vergleich zu (ovo)laktovegetarisch ernährten auf. Daher ist auf eine ausreichende Kalziumzufuhr zu achten, die durch pflanzliche Lebensmittel ergänzt sowie durch angereicherte Produkte und kalziumreiche Mineralwässer sichergestellt werden kann.

### Für Säuglinge und Kleinkinder.

- Muttermilch (auch von veganen Müttern) ist hinsichtlich der Kalziumversorgung die ideale Quelle für Säuglinge.
- Alternativ liefern Formulanahrungen auf Kuhmilchprotein- oder Sojabasis ausreichend Kalzium.
- Mit Beikost Einführung bis zum Ende des 1. Lebensjahrs wird die tägliche Zufuhr von 330 mg empfohlen, ab dem 1. Lebensjahr 600 mg/Tag [38].
- Eine vegetarische Kost mit Milchprodukten erfüllt die Kalziumversorgung des Kindes.
- Kalziumreiches Mineralwasser ist zur Optimierung der Kalziumversorgung ab der Beikostfütterung geeignet.

**Tab. 3** Beispiele für in Österreich erhältliche Mineralwässer. (Aus Hammer [62])

Mineralwasser	Kalziumgehalt (mg/l)
Juvina	253
Alpquell	236
Radenska	210
Astoria	207
Römerquelle	132
Vöslauer	112
Waldquelle	77,5
Gasteiner	30

### Vitamin D

Der Vitamin-D-Status hängt neben der Zufuhr aus der Nahrung zum größten Teil von der Sonneneinstrahlung und der endogenen Produktion in der Haut ab. Dunkle Hautfarbe, geografische Lage, Verwendung von Sonnenschutz und Bedeckung der Haut haben Einfluss auf das Ausmaß der endogenen Vitamin-D-Produktion und können somit ein Risiko für einen Vitamin-D-Mangel darstellen. Ergänzend stellen chronische Erkrankungen von Leber und Darm, Adipositas sowie die Einnahme von antiepileptischen Medikamenten oder Kortison negative Einflussfaktoren für die Vitamin-D-Synthese dar.

Vitamin D ist essenziell für eine altersgerechte Mineralisation des stark wachsenden Skelettsystems. Prädispositionsalter für die Entstehung eines Vitamin-D-Mangels sind die ersten beiden Lebensjahre sowie die Pubertät. Eine unzureichende endogene Produktion durch fehlende Sonneneinstrahlung und fehlende Zufuhr von Vitamin D kann im Säuglings- und im Kleinkindalter zu Rachitis und im Jugendlichenalter zu geringerer Knochendichte mit dem erhöhten Risiko für Osteoporose führen.

Nahrungsquellen für Vitamin D<sub>3</sub> (Cholecalciferol) sind tierischen Ursprungs aus fettem Fisch, Eigelb und Milchprodukten. In pflanzlichen Lebensmitteln (Avocado, Champignon) findet sich Vitamin D<sub>2</sub> (Ergocalciferol) in sehr geringen Mengen. Vitamin D<sub>2</sub> kann nachweislich den 25-Hydroxy-Vitamin-D-Spiegel nicht so effizient erhöhen wie Vitamin D<sub>3</sub>, weshalb Vitamin D<sub>2</sub> zur Supplementierung ungeeignet ist [141].

Vegetarier und speziell Veganer haben ein höheres Risiko für eine verminderte Vitamin-D-Aufnahme durch die Nahrung. So zeigte eine Querschnittsstudie aus der Adventist Health Study 2 zur Untersuchung der Nährstoffaufnahme von Omnivoren vs. Vegetariern in der veganen Gruppe die niedrigste Aufnahme von Vitamin D (neben Vitamin B<sub>12</sub>, [124]). In der EPIC-Oxford-Studie wiesen Veganer im Vergleich zu Omnivoren, Vegetariern und Fischessern die niedrigsten 25-Hydroxy-Vitamin-D-Spiegel auf, wobei der Unterschied der Messergebnisse in den Wintermonaten besonders deutlich wurde und in den Sommermonaten weniger zum Tragen kam [28]. Übersichtsarbeiten zur vegetarischen Kinderernährung stellten sehr heterogene Ergebnisse bezüglich der Vitamin-D-Versorgung fest [71]. Jedoch besteht das Risiko einer unzureichenden Vitamin-D-Aufnahme nicht nur bei vegetarisch und vegan ernährten Kinder. Ausgewählte Ergebnisse der Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed (DONALD) Study (Verzehrstudie von Milchprodukten) zeigten bei 80 % aller Kinder (im Alter von einem bis 12 Jahren) eine zu geringe alimentäre Zufuhr von Vitamin D, wenngleich Milchprodukte zu 41 % an der täglichen Vitamin-D-Aufnahme beteiligt waren [73].

Die Anreicherung von Lebensmitteln mit Vitamin D ist eine effektive Maßnahme zur Verbesserung der Vitamin-D-Versorgung bei Kindern, wie ein von der EU gefördertes Forschungsprojekt in Nordeuropa eindrucklich bestätigte [142].

Ergänzend zur Vitamin-D-Aufnahme aus der Nahrung wird für jedes Kind beginnend ab der ersten Lebenswoche eine Vitamin-D-Supplementierung von 400 IE/Tag im 1. Lebensjahr und im 2. Lebenswinter empfohlen [109]. Bei Risikokindern (dunkle Hautfarbe, Migrationshintergrund, chronische Erkrankungen) sollte die Supplementierung über das 1. Lebensjahr hinaus erfolgen, wobei die Obergrenze 1000 IE Vitamin D/Tag für Kinder im 1. Lebensjahr und 2000 IE/Tag ab dem 2. Lebensjahr beträgt [19, 46]. Eine definitive Empfehlung für die Supplementierung mit Vitamin D in der

**Tab. 4** Eisengehalt von Milchnahrung

Milchnahrung	Eisengehalt
Säuglingsanfangsnahrung	Ca. 0,5 mg/100 ml (produktabhängig)
Folgenahrung auf Kuhmilchprotein- oder Sojaproteinbasis	Ca. 1,0 mg/100 ml (produktabhängig)

Schwangerschaft existiert nicht. Eine Übersichtsarbeit zur Vitamin-D-Supplementierung in der Schwangerschaft und deren Auswirkungen gab Hinweise auf eine mögliche Reduktion von Präeklampsie, niedrigem Geburtsgewicht und Frühgeburtlichkeit bei Frauen mit regelmäßiger Vitamin-D-Einnahme. Wurde Vitamin D jedoch mit Kalzium kombiniert, stieg das Risiko für Frühgeburtlichkeit. Ob auf Basis dieser Daten eine routinemäßige Supplementierung in der Schwangerschaft erfolgen sollte, blieb unklar [35]. Das Institute of Medicine empfiehlt eine Supplementierung von 600 IE Vitamin D/Tag in Schwangerschaft und Stillzeit [126]. Der D-A-CH<sup>1</sup>-Referenzwert bezieht sich mit 800 IE in Schwangerschaft und Stillzeit auf einen Schätzwert für eine angemessene Vitamin-D-Zufuhr bei fehlender endogener Synthese. Bei häufiger Sonnenbestrahlung kann die gewünschte Vitamin-D-Versorgung ohne die Einnahme eines Vitamin-D-Präparats erreicht werden [109].

### Empfehlungen zur Vitamin-D-Zufuhr

#### Für Frauen in Schwangerschaft und Stillzeit.

- Unabhängig von der Ernährungsform reicht die Vitamin-D-Zufuhr aus Lebensmitteln bei fehlender Sonnenbestrahlung und unzureichender endogener Vitamin-D-Synthese nicht aus. In diesem Fall wird eine Vitamin-D-Supplementierung von 800 IE/Tag empfohlen.
- Bei häufiger Sonnenbestrahlung kann die gewünschte Vitamin-D-Versorgung ohne Einnahme

eines Vitamin-D-Präparats erreicht werden.

#### Für Säuglinge.

- Für gestillte und nichtgestillte Säuglinge wird eine Vitamin-D-Supplementierung von 400 IE/Tag im gesamten 1. Lebensjahr und über den 2. Lebenswinter empfohlen. Diese Empfehlung ist unabhängig von der endogenen Vitamin-D-Synthese und der Vitamin-D-Zufuhr durch Frauenmilch und Säuglingsmilchnahrungen [109].
- Anfangsmilchnahrungen und Folgenahrungen werden mit Vitamin D in einem Ausmaß von 40–100 IE/100 kcal in Formula- und bis 120 IE in Folgenahrungen angereichert [49]; das entspricht im Durchschnitt 48 IE Vitamin D/100 ml.
- Muttermilch weist einen niedrigeren Gehalt an Vitamin D auf (12–60 IE/l).

#### Für Kleinkinder.

- Kinder mit geringer endogener Synthese durch unzureichende Sonnenexposition oder einem erhöhten Risiko für Vitamin-D-Mangel sollen über das 1. Lebensjahr hinaus eine Vitamin-D-Supplementierung von 800 IE/Tag erhalten [109].
- Die Obergrenze für eine Supplementierung beträgt bei 2000 IE/Tag für Kinder ab dem 1. Lebensjahr [19].

#### Präparate.

- Oleovit D<sub>3</sub><sup>®</sup> Tropfen (1 Trpf. enthält 400 IE Vitamin D<sub>3</sub>), nichtvegan, Fresenius Kabi Austria GmbH, Graz
- Vitamin D vegan Tropfen (1 Trpf. enthält 200 IE Vitamin D<sub>3</sub>). Espara GmbH, Salzburg (<https://api.gebrauchs.info/d3889e89d9bd538a4555880eeb8e775ei>)

#### Eisen

Eisenmangel ist weltweit der häufigste Mikronährstoffmangel und betrifft insbesondere Kinder und Frauen im gebärfähigen Alter. Eisen spielt eine signifikante Rolle für das kindliche Wachstum und die Entwicklung. So führen ein Eisenmangel und die dadurch bedingte Anämie beim Kind zu Störungen der neuro-

kognitiven und psychomotorischen Entwicklung [14, 90]. In der Schwangerschaft ist ein Eisenmangel mit einem erhöhten Risiko für Wachstumsretardierung und Frühgeburtlichkeit, aber auch mit einem höheren Mortalitätsrisiko für Mutter und Kind assoziiert [67]. Eine Übersichtsarbeit zum Eisenstatus von vegetarischen Kindern, in der 13 Studien eingeschlossen wurden, ergab kein eindeutiges Ergebnis aufgrund unterschiedlicher Definitionen und Kriterien für den Eisenmangel. Jedoch zeigte sich, dass ein Eisenmangel nicht nur bei vegetarisch, sondern auch bei omnivor ernährten Kindern vorkommt, aber Vegetarier häufiger davon betroffen sind [114].

Zu den diätetischen Ursachen eines Eisenmangels zählen eine unzureichende Eisenzufuhr mit der Nahrung, eine gehemmte Eisenresorption im Darm und intestinale Blutverluste infolge hohen Kuhmilchkonsums bzw. die frühe und hohe Kuhmilchzufuhr im 1. Lebensjahr (Tab. 4, [14]). Biochemisch wird zwischen dem 2-wertigen Hämeisen aus Fleisch und dem 3-wertigen Nonhämeisen aus pflanzlichen Quellen (Vollkorngetreide, Hülsenfrüchte, Sojaprodukte, Nüsse, Samen, Trockenfrüchte) unterschieden. Bei vegetarischer und veganer Ernährung steht somit nur Nonhämeisen zur Verfügung. Die Bioverfügbarkeit von Nonhämeisen ist deutlich geringer als die von Hämeisen (10 % vs. 30 %, [93]).

Obwohl die Eisenzufuhr bei vegetarisch ernährten Kindern teilweise gleich oder sogar höher als bei omnivoren Kindern ist, trägt die schlechtere Bioverfügbarkeit zu einem höheren Risiko für Eisenmangel bei [134]. Die Resorption von Nonhämeisen kann durch die Kombination mit bestimmten Nahrungsmitteln gezielt gefördert werden. Die Zugabe von Vitamin C oder anderer organischer Säuren aus Obst und Gemüse wie beispielsweise Orangensaft, Brokkoli und Fenchel (Tab. 5) verbessert die Bioverfügbarkeit von Nonhämeisen. Gehemmt wird die intestinale Eisenresorption durch Phytat, Polyphenole und eine hohe Eiweiß- oder Kalziumzufuhr. Phytat ist in Vollkorngetreide, Hülsenfrüchten, Nüssen und Samen enthalten. Durch Zubereitungstechniken wie Einweichen und Keimen kann

<sup>1</sup> Fachgesellschaften für Ernährung aus Deutschland, Österreich und der Schweiz.

**Tab. 5** Eisengehalt der angeführten Lebensmittel. (Nach United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service [143])

Lebensmittel (100 g)	Eisengehalt (mg)
Amarant	7,6
Haferflocken	4,4
Linsen, gekocht	3,1
Tofu, fest	2,8
Kichererbsen, gekocht	2,7
Sesammus	8,8
Mandelmus	3,6
Mangold, gegart	2,8
Rucola	1,5
Fenchel	2,7
Marillen, getrocknet	4,4
Feigen, getrocknet	3,2
Pflaumen, getrocknet	2,2
Datteln, getrocknet	2,0

Resorption etwa 10%

der Phytatgehalt reduziert werden. Polyphenole finden sich in Tees, Kaffee und Kakao. Um die Eisenresorption zu verbessern, sollten diese Getränke nicht zu den Mahlzeiten konsumiert werden.

### Empfehlungen zur Eisenzufuhr Für Frauen in Schwangerschaft und Stillzeit.

- Eisenbedarf: 30 mg/Tag in der Schwangerschaft, 20 mg/Tag in der Stillzeit [39].
- Bei nachgewiesenem Eisenmangel wird die Einnahme eines Eisenpräparats empfohlen [75].

### Für Säuglinge und Kleinkinder.

- Eisenbedarf: 8 mg/Tag ab dem 4. Lebensmonat bis ins Kleinkindalter [39].
- Gestillte, reifgeborene Kinder sind in den ersten 4 bis 6 Lebensmonaten ausreichend mit Eisen versorgt.
- Ist Stillen nicht oder nur teilweise möglich, sollen Kinder zumindest in den ersten 6 Lebensmonaten eine industrielle Anfangsmilchfertifahrung mit einer Eisenanreicherung von 4–8 mg/l erhalten.
- Kinder mit einem erhöhten Risiko für Eisenmangel (Reifgeborene unter 2500 g und Frühgeborene) sol-

len zusätzlich zu Muttermilch oder Milchfertifahrung eine Eisensupplementierung entsprechend den Leitlinien der European Society for Paediatric Gastroenterology Hepatology and Nutrition (ESPGHAN, [48]) erhalten.

- Mit der Beikosteinführung soll auf eisenreiche Quellen und den Zusatz von Vitamin C geachtet werden.
- Bei industriell hergestellter Baby-nahrung sollte auf die Zutatenliste geachtet werden: Enthalten Gemüse-Vollkorngetreide-Breie kein Vitamin C, sollte Vitamin C in Form von Obstsaft (einige Löffel Orangensaft) zugesetzt werden.
- Gemüse-Kartoffel-Brei sollte keine Milch enthalten, da diese die Bioverfügbarkeit des Nonhämeseisens aus der Mahlzeit vermindert.
- Als Getränk oder Trinknahrung ist Kuhmilch (pasteurisierte Frischmilch oder H-Milch) im gesamten 1. Lebensjahr ungeeignet und darf erst nach dem 1. Lebensjahr angeboten werden. Ab dem Alter von 6 Monaten kann Kuhmilch in kleinen Mengen zur Zubereitung eines Milch-Getreide-Breis oder in anderen breiigen Nahrungsmitteln (z. B. Kartoffelpüree) verwendet werden. Dafür können Mengen von 100 ml bis 200 ml Kuhmilch/Tag, mit zunehmenden Alter des Kindes langsam ansteigend, als Richtschnur dienen. Es besteht jedoch keine Notwendigkeit, unbedingt Kuhmilch im 2. Halbjahr einzuführen.
- Für Kleinkinder im Alter von einem bis 3 Jahren soll die maximale Menge an Kuhmilch mit 375 ml/Tag limitiert sein.
- Kleinkindmilcherzeugnisse werden im Rahmen einer ausgewogenen Kinderernährung zur Deckung des Nährstoffbedarfs nicht benötigt.

Wird eine Eisensubstitution notwendig, sind folgende Präparate erhältlich:

### Präparate.

- Ferrum Hausmann® Tropfen (1 Trpf. enthält 2,5 mg 3-wertiges Eisen), Lab. Hausmann, St. Gallen, Schweiz

- Maltofer® Tropfen (1 Trpf. enthält 2,5 mg 3-wertiges Eisen), Vifor (International), Schweiz
- Aktiferrin® Tropfen (1 Trpf. enthält 0,5 mg 2-wertiges Eisen, darf nicht in Muttermilch, Säuglingsformula oder Milch verabreicht werden), MERCKLE GmbH, Blaubeuren
- Tardyferon retard 80 mg® Tabletten (für Mütter mit Eisenmangelanämie), Pierre Fabre Medicament Prod., Boulogne

### Protein

Die adäquate Proteinzufuhr ist für eine altersentsprechende psychomotorische Entwicklung und ein normales Wachstum wesentlich. Eiweiß aus tierischen Nahrungsquellen enthält alle 9 essenziellen Aminosäuren. Ovolaktovegetarisch ernährte Kinder werden durch die hochwertigen und leicht verdaulichen tierischen Proteinquellen Milch und Ei ausreichend mit Protein versorgt [69]. Eiweiß pflanzlichen Ursprungs hingegen weist nicht alle essenziellen Aminosäuren auf, weshalb die Kombination von unterschiedlichen pflanzlichen Eiweißquellen wichtig ist, um den gesamten Bedarf an allen essenziellen Aminosäuren zu decken (Tab. 6, [96]). Veganer haben wegen der insgesamt niedrigeren Energiezufuhr ein erhöhtes Risiko für eine inadäquate Proteinzufuhr [148].

Gute pflanzliche Eiweißquellen stellen Hülsenfrüchte, Sojaprodukte, Getreide, Nüsse und Samen dar. Solange täglich viele verschiedene unterschiedliche Eiweißquellen verzehrt werden, ist es nicht erforderlich, verschiedene Pflanzenproteine bei jeder Mahlzeit bewusst zu kombinieren. Der menschliche Körper hält einen Pool an Aminosäuren aufrecht, der bei Bedarf zur Ergänzung von Nahrungsprotein herangezogen wird [96]. Pflanzliche Milchersatzgetränke wie Reis-, Mandel- und Getreidedrinks sind für die ausschließliche Ernährung des Säuglings ungeeignet, da sie nicht auf seine speziellen Nährstoffbedürfnisse abgestimmt sind. Die Zusammenhänge zwischen Reisdrinkernahrung und Protein-Energie-Mangelzuständen bei Säuglingen wurden bereits beschrieben [147].



**Tab. 6** Proteingehalt der angeführten Lebensmittel. (Nach United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service [143])

Lebensmittel (100 g)	Protein-gehalt (g)
Gouda	25
Mozzarella	22,7
Ei, roh	12,5
Vollmilch	3,4
Sojadrink	4
Mandeldrink	0,5
Haferflocken	13,2
Quinoa	7,0
Dinkel, Vollkornmehl	12,6
Buchweizen, Vollkornmehl	11,7
Kichererbsen, gekocht	8,9
Tofu, fest	15,5
Linsen, gekocht	10,5
Hanfsamen	34,4
Kürbiskerne	30,2
Mandelmus	21
Sesammus	18

### Empfehlungen zur Proteinzufuhr Für Frauen in Schwangerschaft und Stillzeit.

- Die Eiweißzufuhr von Ovolaktovegetarierinnen ist bedarfsdeckend.
- Bei veganer Ernährung ist auf eine breite Auswahl pflanzlicher Proteinquellen und eine ausreichende Nahrungsenergiezufuhr zu achten.
- Proteinbedarf [40]:  
0,9 g/kgKG und Tag im 2. Trimester,  
1,0 g/kgKG und Tag im 3. Trimester,  
1,2 g/kgKG und Tag in der Stillzeit.

### Für Säuglinge.

- Muttermilch einer Mutter mit ausgewogener vegetarischer Ernährung ist für den reifen Säugling die bedarfsdeckende Quelle für Protein.
- Alternativ können Säuglinge mit Anfangs(milch)fertignahrung auf Kuhmilchprotein- oder Sojabasis ausreichend versorgt werden. Pflanzliche Milchersatzgetränke wie Reis- oder Mandeldrinks sind für die Ernährung eines Säuglings ungeeignet.
- Proteinbedarf [40]:  
2,5 g/kgKG und Tag im 1. Lebensmonat,

1,8 g/kgKG und Tag im 2. Lebensmonat,  
1,4 g/kgKG und Tag im 3. und 4. Lebensmonat,  
1,3 g/kgKG und Tag vom 5. Lebensmonat bis Ende des 1. Lebensjahrs.

### Für Kleinkinder.

- Der Proteinbedarf im Kleinkindalter beträgt 1 g/kgKG und Tag [40].
- Die Kombination von tierischen und pflanzlichen Eiweißquellen wie bei der ovolaktovegetarischen Ernährung stellt eine adäquate Proteinquelle dar und deckt den kindlichen Bedarf.

### Jod

Jod ist integraler Bestandteil der Schilddrüsenhormone und wichtig für das fetale Wachstum und die Gehirnentwicklung. Ein Jodmangel in der Schwangerschaft führt zu Hypothyreoidismus beim Fetus und später zu profunder mentaler Retardierung [138]. In Österreich wird Speisesalz seit 1963 jodiert und stellt eine wichtige Jodquelle in der Ernährung dar. Im Jahr 1990 erfolgte eine Erhöhung der Anreicherung auf 20 mg Kaliumjodid/kg Speisesalz.

Neben Speisesalz beinhalten Meeresfisch, Milchprodukte und Meeresalgen Jod in unterschiedlicher Konzentration. Hier ist zu ergänzen, dass Biomilch deutlich weniger (bis zu 44 %) Jod als konventionell produzierte Kuhmilch beinhalten kann, da der Jodgehalt mitunter durch die Jodierung des Futtermittels bestimmt wird [120, 140].

Pflanzliche Lebensmittel enthalten aufgrund der geringen Konzentration in Erdboden und Trinkwasser kaum Jod. Gemüse und Obst tragen nur etwa 3 % zur Jodversorgung bei. Daher ist das Risiko für einen Jodmangel bei veganer Ernährung erhöht, wie Messungen erniedrigter Jodausscheidungen im Urin zeigen [83]. Jedoch können auch Frauen mit omnivorer Ernährung unter einer Jodmangelversorgung leiden: In einer Studie an 246 schwangeren Frauen in Österreich war bei über 60 % der Teilnehmerinnen die Jodausscheidung weit unter den empfohlenen Referenzwerten, ungeachtet der Ernährungsweise [88]. Eine Übersichtsarbeit an schwangeren

und stillenden Frauen zeigte auch in Ländern mit Jodierung des Speisesalzes eine defiziente Jodausscheidung. Die Autoren weisen darauf hin, dass damit die Supplementierung von Jod mit pränatalen Vitamin- und Nährstoffpräparaten gerechtfertigt ist [106].

In der Laktationsphase variiert der Jodgehalt der Muttermilch in Abhängigkeit von der alimentären Jodaufnahme. Um eine reguläre neonatale Schilddrüsenfunktion und eine adäquate neurologische Entwicklung beim gestillten Säuglingen zu gewährleisten, ist sowohl bei vegetarischer als auch omnivorer Ernährung auf den erhöhten Jodbedarf in der Stillzeit zu achten [10]. Erhalten Säuglinge Milchfertignahrung, sind sie in der Regel ausreichend mit Jod versorgt [5]. Mit Einführung der Beikost zwischen dem 5. und 7. Lebensmonat nimmt die Jodversorgung des Säuglings durch die Milch ab. Auch diese Phase ist ein Risiko für einen Jodmangel, der zu Intelligenzverlusten und Verminderung der kognitiven Leistungsfähigkeit führen kann. Hier sollte jedenfalls auf mit Jod angereicherte Lebensmittel bei kommerziell erworbener Beikost geachtet werden. Selbsthergestellte Beikost ist sehr jodarm, weshalb eine zusätzliche Gabe von Jodsupplementen an den Säugling erfolgen soll [121]. Die Gabe von Salz wird erst ab Einführung der Familienkost empfohlen.

### Empfehlungen zur Jodzufuhr Für Frauen in Schwangerschaft und Stillzeit.

- Jodbedarf: 230 µg/Tag für Schwangere [41], 260 µg/Tag für Stillende.
- Verwendung von Jodsalz im Haushalt (100 µg Jod in 5 g Salz, einem Teelöffel entsprechend).
- Alternativ Verwendung von mit Meeresalgen versetztem Meersalz mit definiertem Jodgehalt.
- Konsumation von Milchprodukten.
- Meeresalgen in kleinen Mengen (z. B. Nori). Von getrockneten Algenprodukten mit einem Jodgehalt über 20 mg/kg wird abgeraten [16].
- Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (Jod im Ausmaß von 100 µg/Tag bis 150 µg/Tag) in Schwangerschaft und Stillzeit für alle Frauen (ohne Schilddrüsener-

**Tab. 7** Zinkgehalt der angeführten Lebensmittel. (Nach United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service [143])

Lebensmittel (100 g)	Zinkgehalt (mg)
Gouda	3,9
Edamer	3,7
Mozzarella	2,9
Feta	2,9
Haferflocken	3,6
Dinkel, Vollkornmehl	3,3
Quinoa, roh	3,0
Vollkornnudeln, roh	2,0
Linsen, gekocht	1,3
Kichererbsen, gekocht	1,3
Kürbiskerne	7,8
Sesam	7,6
Sesammas	4,6
Mandeln	3,0

krankungen) zur Sicherstellung des erhöhten Jodbedarfs [43].

#### Für Säuglinge.

- Jodbedarf: 40 µg/Tag in den ersten 4 Lebensmonaten.
- 80 µg/Tag bis Ende des 1. Lebensjahres [41].
- Gestillte Säuglinge sind ausreichend mit Jod versorgt, wenn die Mutter ihren Jodbedarf nach obiger Empfehlung deckt.
- Nichtgestillte Säuglinge sind mit kommerzieller Anfangsmilchfütterung adäquat versorgt.
- Bei kommerziell erworbener Beikost auf Jodanreicherung achten.
- Selbsthergestellte Beikost ist jodarm. Daher sollen Säuglinge zusätzlich 50 µg Jod/Tag erhalten.
- Jodsalz erst ab Einführung der Familienkost.

#### Für Kinder.

- Jodbedarf: 100 µg/Tag in den ersten 4 Lebensjahren [41].
- Regelmäßiger Verzehr von Milch.
- Ausschließliche Verwendung von Jodsalz oder Jodsalz mit Fluorid im Haushalt.
- Verzehr von mit Jodsalz hergestellten Lebensmitteln.

#### Präparate.

- Jodid-Tabletten, 100 µg, Fa. Merck KGAA, Spittal/Drau

#### Zink

Zink ist ein essenzielles Spurenelement, das für multiple Stoffwechselprozesse als strukturelles, regulatorisches oder katalytisches Ion benötigt wird und u. a. immunmodulatorische und antioxidative Funktionen besitzt.

Zink ist in Rindfleisch, Käse, Vollkornprodukten, Hülsenfrüchten und Nüssen enthalten (Tab. 7). Die alimenterische Zinkaufnahme bei vegetarischer und insbesondere veganer Ernährung liegt unter der von omnivorer Ernährung. Grund hierfür ist die schlechtere Bioverfügbarkeit von Zink aus pflanzlichen Lebensmitteln [24]. In einer Studie zum Mikronährstoffstatus von Omnivoren, Vegetariern und Veganern in der Schweiz zeigte sich in der veganen Gruppe mit 47% die höchste Prävalenz von Zinkmangel [133].

Ein Mangel an Zink kann bei Kindern mit Wachstumsstörungen und einem erhöhten Infektionsrisiko assoziiert sein [36]. Das Risiko für einen Zinkmangel ist zudem durch den erhöhten Bedarf in Schwangerschaft und Stillzeit per se und bei bestehenden Komorbiditäten wie chronisch entzündlichen Darmerkrankungen, Stoffwechselerkrankungen und Hämoglobinopathien erhöht [74].

In der Regel enthält Muttermilch eine ausreichende Menge an Zink, um den Säugling in den ersten Lebensmonaten adäquat zu versorgen [22]. Mit Beginn der Beikosteinführung sollte auf den erhöhten Zinkbedarf aufgrund der geringeren Bioverfügbarkeit aus pflanzlichen Quellen durch den Phytatgehalt geachtet werden. Durch Lebensmittelzubereitungen wie Einweichen und Keimen sowie die Zugabe von organischen Säuren aus Zitrusfrüchten kann die Bioverfügbarkeit von Zink gesteigert werden. In einer Übersichtsarbeit zum Zinkstatus von vegetarischen Frauen in der Schwangerschaft konnte zwar eine verminderte Aufnahme im Vergleich zu omnivoren Frauen deutlich gemacht werden, jedoch gab es hinsichtlich des Schwangerschaft-Out-

come zu omnivoren Frauen keine Unterschiede [54].

#### Empfehlungen zur Zinkzufuhr Für Frauen in Schwangerschaft und Stillzeit.

- Eine ausgewogene (ovo)laktovegetarische Ernährung enthält genügend Zink.
- Bei veganer Ernährung kann durch Zubereitungsverfahren die Bioverfügbarkeit von Zink verbessert werden.
- Zinkbedarf [42]:  
10 mg/Tag ab dem 4. Schwangerschaftsmonat,  
11 mg/Tag in der Stillzeit.

#### Für Säuglinge und Kleinkinder.

- Muttermilch und Säuglingsformula stellen in den ersten 6 Lebensmonaten eine ausreichende Zinkversorgung dar.
- Kinder mit (ovo)laktovegetarischer Ernährung beziehen ihre primäre Zinkquelle aus Milchprodukten.
- Bei pflanzlichen Zinkquellen sollte auf Zubereitungsverfahren zur Erhöhung der Bioverfügbarkeit geachtet werden.
- Zinkbedarf [42]:  
2 mg/Tag ab Beikosteinführung im gesamten 1. Lebensjahr,  
3 mg/Tag im Kleinkindalter.
- Eine Zinksupplementierung für Kinder mit vegetarischer Ernährungsform wird nicht empfohlen [24].

#### Fazit für die Praxis

- Die Anzahl der Menschen, die sich für vegetarische und vegane Ernährung entscheiden, wächst stetig. Es gibt gute Evidenz für eine Reihe von gesundheitlichen Vorteilen durch eine fleischlose Ernährungsweise, besonders für Erwachsene.
- Wichtig für die sichere Umsetzung vegetarischer Ernährungsformen in Schwangerschaft, Stillzeit und früher Kindheit sind gute Kenntnisse über den Bedarf und die Zufuhr der kritischen Nährstoffe, die durch das vorliegende Positionspapier gegeben werden sollen.

- Die Gefahr von schweren Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel-Symptomen bei Säuglingen von schwangeren und stillenden Müttern mit veganer Ernährung ohne Vitamin-B<sub>12</sub>-Nahrungsergänzung ist nachweislich besonders hoch. Durch die Notwendigkeit einer Nahrungsergänzung, unzureichende Studienlage und uneinheitliche Dosierungsangaben für eine sichere Vitamin-B<sub>12</sub>-Zufuhr kann die vegane Ernährung für Schwangere, Stillende und junge Kinder von der Ernährungskommission der ÖGKJ derzeit nicht empfohlen werden. Daher sind weiterführende Studien und Untersuchungen zu diesem Thema dringend erforderlich.
- Klar abzulehnen sind noch restriktive, pflanzliche Ernährungsformen wie die makrobiotische, rohköstliche oder frutarische Ernährung.

## Korrespondenzadresse

### Dr. R. Plank

Abteilung für Kinder- und Jugendheilkunde, Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Eisenstadt  
Johannes von Gott-Platz 1, 7000 Eisenstadt, Österreich  
renate.plank@bbeisen.at

**Danksagung.** Wir bedanken uns bei Dr. Simon Straub für seine wertvollen Ergänzungen.

**Mitglieder der Ernährungskommission der Österreichischen Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde (ÖGKJ).** Renate Plank, Susanne Greber-Platzer, Nadja Haiden (Vorsitzende), Almuth Christine Hauer, Roland Lanzersdorfer, Beate Pietschnig, Wolfgang Sperl, Daniel Weghuber, Karl Zwiauer

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** Die Österreichische Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde und R. Plank geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

## Literatur

1. Abrams SA (2017) n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids (LCPUFA) for preterm and term infants. <https://www.uptodate.com/contents/n-3-long-chain-polyunsaturated-fatty-acids-lcpufa-for-preterm-and-term-infants/contributors>. Zugegriffen: 6.9.2017
2. Agnoli C, Baroni L, Bertini I, Ciappellano S, Fabbri A, Papa M, Pellegrini N, Sbarbati R, Scarino M,

- Siani V, Sieri S (2017) Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2017.10.020>
3. Agostoni C, Scaglioni S, Ghisleni D, Verduci E, Giovannini M, Riva E (2005) How much protein is safe? *Int J Obes (Lond)* 29(Suppl 2):S8–S13
4. Agostoni C, Buonocore G, Carnielli V, de Curtis M, Darmaun D, Decsi T, Domellöf M, Embleton N, Fusch C, Genzel-Boroviczeny O, Goulet O, Kalhan S, Kolacek S, Koletzko B, Lapillonne A, Mihatsch W, Moreno L, Neu B, Poindexter, Puntis J, Putet G, Rigo J, Riskin A, Salle B, Sauer P, Shamir R, Szajewska H, Thureen P, Turck D, van Goudoever J, Ziegler E (2010) ESPGHAN Committee on Nutrition. Enteral nutrient supply for preterm infants. Commentary of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition, Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 50(1):85–91
5. Alexy U, Drossard C, Kersting M, Remer T (2009) Iodine intake in the youngest: impact of commercial complementary food. *Eur J Clin Nutr* 63:1368–1370
6. Ambroszkiewicz J, Klemarczyk W, Gajewska J et al (2007) Serum concentration of biochemical bone turnover markers in vegetarian children. *Adv Med Sci* 52:279–282
7. American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition, American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition (2013) Pediatric nutrition, 7. Aufl. American Academy of Pediatrics, Elk Grove Village
8. Appleby PN, Key TJ (2015) The long-term health of vegetarians and vegans. *Proc Nutr Soc*. <https://doi.org/10.1017/S0029665115004334>
9. Appleby P, Roddam A, Allen N, Key T (2007) Comparative fracture risk in vegetarians and nonvegetarians in EPIC-Oxford. *Eur J Clin Nutr* 61(12):1400–1406
10. Azizi F, Smyth P (2009) Breastfeeding and maternal and infant iodine nutrition. *Clin Endocrinol* 70:803–809
11. Azizi F, Smyth P (2009) Breastfeeding and maternal and infant iodine nutrition. *Clin Endocrinol* 70:803–809
12. B. N. Foundation Healthy eating for vegans and vegetarians. <https://www.nutrition.org.uk/healthyliving/helpingyoueatwell/veganandvegetarian.html?limit=1&start=1>. Zugegriffen: 9.3.2018
13. B. RIS (2014) Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit, Familie und Jugend über Säuglingsanfangsnahrung und Folgenahrung. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20005699&ShowPrintPreview=True>. Zugegriffen: 28.8.2017
14. Baker R, Greer F et al (2010) Diagnosis and prevention of iron deficiency and iron-deficiency anemia in infants and young children (0–3 years of age). *Pediatrics* 126(5):1040–1050
15. Baker R, Greer F et al (2010) Diagnosis and prevention of iron deficiency and iron-deficiency anemia in infants and young children (0–3 years of age). *Pediatrics* 126(5):1040–1050
16. BfR (2007) Gesundheitliche Risiken durch zu hohen Jodgehalt in getrockneten Algen (akt. Stellungnahme Nr. 026/2007 des BfR). [http://www.bfr.bund.de/cm/343/gesundheitliche\\_risiken\\_durch\\_zu\\_hohen\\_jodgehalt\\_in\\_getrockneten\\_algen.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/343/gesundheitliche_risiken_durch_zu_hohen_jodgehalt_in_getrockneten_algen.pdf). Zugegriffen: 7.2.2018
17. Bhatia J, Greer F (2008) American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition: Use of soy protein-based formulas in infant feeding. *Pediatrics* 121(5):1062–1068. <https://doi.org/10.1542/peds.2008-0564>
18. Bradbury K, Tong T, Key T (2017) Dietary intake of high-protein foods and other major foods in meat-eaters, poultry-eaters, fish-eaters, vegetarians, and vegans in UK Biobank. *Nutrients* 9(12):1317
19. Braegger C, Campoy C, Colomb V, Decsi T, Domellöf M, Fewtrell M, Hojsak I, Mihatsch W, Molgaard C, Shamir R, Turck D, van Goudoever J (2013) Vitamin D in the Healthy European Paediatric Population (ESPGHAN Committee on Nutrition). *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 56:692–701
20. Brenna JT, Varamini B, Jensen RG, Diersen-Schade DA, Boettcher JA, Arterburn LM (2007) Docosa-hexaenoic and arachidonic acid concentrations in human breast milk worldwide. *Am J Clin Nutr* 85(Issue 6):1457–1464
21. Breslow J (2006) n-3 fatty acids and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 83(6 Suppl):1477–1482
22. Brown K, Engle-Stone R, Krebs N, Peerson J (2009) Dietary intervention strategies to enhance zinc nutrition: promotion and support of breastfeeding for infants and young children. *Food Nutr Bull* 30(1 Suppl):S144–S171
23. Campbell C, Ganesh J, Ficcioglu C (2005) Two newborns with nutritional vitamin B12 deficiency: challenges in newborn screening for vitamin B12 deficiency. *Haematologica* 90(12 Suppl). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16464760>
24. Amit M, Canadian Paediatric Society, Community Paediatrics Committee (2010) Vegetarian diets in children and adolescents. *Paediatr Child Health* 15(5):303–314
25. Canadian Paediatric Society, Community Paediatrics Committee (2010) Vegetarian diets in children and adolescents. *Paediatr Child Health* 15:303–314
26. Carlson S, Colombo J, Gajewski B et al (2013) DHA supplementation and pregnancy outcomes. *Am J Clin Nutr* 97(4):808–815
27. Clandinin M, Chappell J, Heim T, Swyer P, Chance G (1981) Fatty acid utilization in perinatal de novo synthesis of tissues. *Early Hum Dev* 5(4):355–366
28. Crowe F, Steur M, Allen N, Appleby P, Travis R, Key T (2011) Plasma concentrations of 25-hydroxyvitamin D in meat eaters, fish eaters, vegetarians and vegans: results from the EPIC-Oxford study. *Public Health Nutr*. <https://doi.org/10.1017/S1368980010002454>
29. Crowe F, Appleby P, Travis R, Key T (2013) Risk of hospitalization or death from ischemic heart disease among British vegetarians and nonvegetarians: results from the EPIC-Oxford cohort study. *Am J Clin Nutr* 97:597
30. Cullum-Dugan D, Pawlak R (2015) Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: vegetarian diets. *J Acad Nutr Diet* 05:801–810
31. D. G. f. Ernährung (2018) Essenzielle Fettsäuren – empfohlene Zufuhr. <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/fett/>. Zugegriffen: 12.2.2018
32. Dagnelie P, van Staveren W, Roos A, Tuinstra L, Burema J (1992) Nutrients and contaminants in human milk from mothers on macrobiotic and omnivorous diets. *Eur J Clin Nutr* 46(5):355–366
33. Davis B, Melina V (2014) *Becoming vegan*. Comprehensive Edition, Summertown
34. Davis BC, Kris-Etherton PM (2003) Achieving optimal essential fatty acid status in vegetarians: current knowledge and practical implications. *Am J Clin Nutr* 78(3):640–646
35. De-Regil L, Palacios C, Lombardo L, Peña-Rosas J (2016) Vitamin D supplementation for women during pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev*.

- <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008873.pub3>
36. Demory-Luce D, Motil KJ (2017) Vegetarian diets for children. <https://www.uptodate.com/contents/vegetarian-diets-for-children>. Zugegriffen: 24. Aug. 2017
  37. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2011) Vegane Ernährung: Nährstoffversorgung und Gesundheitsrisiken im Säuglings- und Kindesalter. <http://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/fachinformationen/vegane-ernaehrung-saeugling-kindesalter/>. Zugegriffen: 23. Aug. 2017
  38. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2017) Calcium – Referenzwerte. <http://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/calcium/>. Zugegriffen: 6.9.2018
  39. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2017) Eisen – Referenzwerte. <http://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/eisen/>. Zugegriffen: 9. Sept. 2017
  40. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2017) Protein – Referenzwerte. <http://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/protein/>. Zugegriffen: 9. Sept. 2017
  41. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2017) Jod – Referenzwerte. <http://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/jod/>. Zugegriffen: 9. Sept. 2017
  42. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2017) Zink – Referenzwerte. <http://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/zink/>. Zugegriffen: 9. Sept. 2017
  43. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (2011) Erste einheitliche Handlungsempfehlungen zur Ernährung in der Schwangerschaft (DGEinfo). <https://www.dge.de/ernaehrungspraxis/bevoelkerungsgruppen/schwangere-stillende/handlungsempfehlungen-zur-ernaehrung-in-der-schwangerschaft/>. Zugegriffen: 7.2.2018
  44. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2017) Vitamin B12 – Referenzwerte. <http://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/vitamin-b12/>. Zugegriffen: 9.9.2017
  45. Dror D, Allen L (2008) Effect of vitamin B12 deficiency on neurodevelopment in infants: current knowledge and possible mechanisms. *Nutr Rev* 66:250–255
  46. e. (F. S. Authority), "Tolerable Upper Intake Level of vitamin D", 07 2012. [Online]. Available: <https://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/2813>. Zugegriffen: 9.3.2018
  47. EFSA European Food Safety Authority (2010) Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, fatty acids, and cholesterol. *EFSA J* 107:1461
  48. ESPGHAN, Committee of Nutrition (2014) Iron requirements of infants and toddlers. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 58:119–129
  49. EU-Kommission (2006) Commission Directive 2006/141/EC on infant formulae and follow-on formulae and amending Directive 1999/21/EC
  50. EU-Kommission (2009) Erweiterung der Anwendungen von Algenöl aus der Mikroalge *Ulkenia* sp. als neuartige Lebensmittelzutat im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 258/97". *Amtsblatt der Europäischen Union*, S54–55
  51. EU-Kommission (2014) Genehmigung des Inverkehrbringens von Öl aus der Mikroalge *Schizochytrium* sp. als neuartige Lebensmittelzutat im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 258/97
  52. Fewtrell M, Bronsky J, Campoy C, Domellöf M, Embleton N, Fidler Mis N, Hojsaki I, Hulst JM, Indrio F, Lapillonne A, Molgaard C (2017) Complementary feeding: a position paper by the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition (ESPGHAN) committee on nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 64(1):119–132
  53. Fiedler B, Schwartz O, Abels C, Kurlmann G (2010) Alimentärer Vitamin B12-Mangel im Säuglings- und Kleinkindalter – Entwicklung einer Epilepsie unter Substitutionstherapie: Zwei Kasuistiken und Literaturübersicht. *Neuropadiatrie* 9:72–77
  54. Foster M, al e (2015) Zinc status of vegetarians during pregnancy: a systematic review of observational studies and meta-analysis of zinc intake. *Nutrients* 7(6):4512–4525
  55. Foster M, Samman S (2015) Vegetarian diets across the lifecycle: impact on zinc intake and status. *Adv Food Nutr Res* 74:93–131
  56. Franssen M, Maroske W, Langlitz J (2017) Vitamin-B12-Mangel veganer Mütter und ihrer Säuglinge – voll im Trend? *Monatsschr Kinderheilkd*. <https://doi.org/10.1007/s00112-017-0254-8>
  57. Garner CD (2017) Nutrition in pregnancy. <https://www.uptodate.com/contents/nutrition-in-pregnancy/>. Zugegriffen: 9. Sept. 2017
  58. Geppert J, Kraft V, Demmelmaier H, Koletzko B (2006) Microalgal docosahexaenoic acid decreases plasma triacylglycerol in normolipidaemic vegetarians: a randomised trial. *Br J Nutr* 95:779–786
  59. Gibson R, Muhlhauser B, Makrides M (2011) Conversion of linoleic acid and alpha-linolenic acid to long-chain polyunsaturated fatty acids (LCPUFAs), with a focus on pregnancy, lactation and the first 2 years of life. *Matern Child Nutr* 2(7 Suppl):17–26
  60. Graham S, Arvela O, Wise G (1992) Long-term neurological consequences of nutritional Vitamin B12-deficiency in infants. *J Pediatr* 121(5):710–714
  61. Gramer G, Hoffmann G (2018) Früherkennung eines Vitamin-B12-Mangels im Neugeborenen-screening. *Monatsschr Kinderheilkd* 166(Issue 2):152–153
  62. Hammer D (2008) Wassertest. <http://www.wasservergleich.at/>. Zugegriffen: 7.2.2018
  63. Herrmann W, Obeid R (2008) Ursachen und frühzeitige Diagnostik von Vitamin B12-Mangel. *Dtsch Arztebl Int* 105(40):680–685
  64. Hoffmann D, Boettcher J, Diersen-Schade D (2009) Toward optimizing vision and cognition in term infants by dietary docosahexaenoic and arachidonic acid supplementation: a review of randomized controlled trials. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 81(2–3):151–158
  65. Holick M, Biancuzzo R, Chen T et al (2008) Vitamin D2 is as effective as vitamin D3 in maintaining circulating concentrations of 25-hydroxyvitamin D. *J Clin Endocrinol Metab* 93:677–681
  66. Houghton L, Vieth R (2006) The case against ergocalciferol (vitamin D2) as a vitamin supplement. *Am J Clin Nutr* 84:694–697
  67. Igbal S, Ekmekcioglu C (2017) Maternal and neonatal outcomes related to iron supplementation or iron status: a summary of meta-analyses. *J Matern Fetal Neonatal Med* 5:1–13
  68. Innis S (2003) Perinatal biochemistry and physiology of long-chain polyunsaturated fatty acids. *J Pediatr* 143(4 Suppl):1–2003
  69. Jacobs C, Dwyer J (1988) Vegetarian children: appropriate and inappropriate diets. *Am J Clin Nutr* 48(3 Suppl):811–818
  70. Jain R, Singh A, Mittal M et al (2015) Vitamin B12 deficiency in children: a treatable cause of neurodevelopmental delay. *J Child Neurol* 30(5):641–643
  71. Keller M, Müller S (2016) Vegetarische und vegane Ernährung bei Kindern – Stand der Forschung und Forschungsbedarf. *Forsch Komplementmed* 23:81–88
  72. Kent J, Arthur P, Mitoulas L, Hartmann P (2009) Why calcium in breastmilk is independent of maternal dietary calcium and vitamin D. *Breastfeed Rev*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19685853>
  73. Kersting M, Alexy U (2008) Die Kalzium- und Vitamin-D-Zufuhr von Kindern. Ausgewählte Ergebnisse der DONALD Studie mit dem Fokus auf den Verzehr von Milchprodukten. *Ernährungsumschau* 55:5
  74. King JC, Brown KH, Gibson RS, Krebs NF, Lowe NM, Siekmann JH, Raiten DJ (2016) Biomarkers of nutrition for development (BOND)—zinc review. *J Nutr* 146(4):858–885
  75. Kiss H, Konnaris Ch (2011) Leitlinie der Universitätsklinik für Frauenheilkunde, Medizinische Universität Wien. Eingereicht als Leitlinie der OEGGG, „Eisenmangelanämie in der Schwangerschaft und post partum“. *Speculum* 29(1):15–17
  76. Koebnick C, Hoffmann I, Dagnelie P et al (2004) Long-term ovo-lacto vegetarian diet impairs vitamin B-12 status in pregnant women. *J Nutr* 134:3319–3326
  77. Koletzko B, Lien E, Agostoni C, Böhles H, Campoy C, Cetin I, Decsi T, Dudenhausen J, Dupont C, Forsyth S, Hoelsli I, Holzgreve W, Lapillonne A, Putet G, Secher N, Symonds M, Szajewska H, Willatts P, Uauy R (2008) The roles of long-chain polyunsaturated fatty acids in pregnancy, lactation and infancy: review of current knowledge and consensus recommendations. *J Perinat Med* 36(1):5–14
  78. Koletzko B, Boey C, Campoy C, Carlson S, Chang N, Guillermo-Tuazon M, Joshi S, Prell C, Quak S, Sjarif D, Su Y, Supapannachart S, Yamashiro Y, Osendarp S (2014) Current information and Asian perspectives on long-chain polyunsaturated fatty acids in pregnancy, lactation, and infancy: systematic review and practice recommendations from an early nutrition academy workshop. *Ann Nutr Metab* 65(1):49–80
  79. Koletzko B, Boey C, Campoy C, Carlson S, Chang N, Guillermo-Tuazon M, Joshi S, Prell C, Quak S, Sjarif D, Su Y, Supapannachart S, Yamashiro Y, Osendarp S (2014) Current information and Asian perspectives on long-chain polyunsaturated fatty acids in pregnancy, lactation, and infancy: systematic review and practice recommendations from an early nutrition academy workshop. *Ann Nutr Metab* 65(1):49–80
  80. Korenke G, Hunnemann D, Eber S, Hanefeld F (2004) Severe encephalopathy with epilepsy in an infant caused by subclinical maternal pernicious anemia: case report and review of the literature. *Eur J Pediatr* 163(4–5):196–201
  81. Kornsteiner M, Singer I, Elmadfa I (2008) Very low n-3 long-chain polyunsaturated fatty acid status in Austrian vegetarians and vegans. *Ann Nutr Metab* 52(1):37–47
  82. Krajcovicova-Kudlackova M, Simoncic Bederova A et al (1997) Influence of vegetarian and mixed nutrition on selected haematological and biochemical parameters in children. *Nahrung* 41:311–314
  83. Krajcovicová-Kudláčková M, Bucková K, Klimes I, Seboková E (2003) Iodine deficiency in vegetarians and vegans. *Ann Nutr Metab* 47(5):183–185
  84. Kuipers M, Luxwolda P, Offringa et al (2012) Fetal intrauterine whole body linoleic, arachidonic and docosahexaenoic acid contents and accretion rates. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 86:13

85. Lane K, Derbyshire E, Li W et al (2014) Bio-availability and potential uses of vegetarian sources of omega-3 fatty acids. a review of the literature. *Crit Rev Food Sci Nutr* 54:572–579
86. Lentze M (2001) Vegetarische Ernährung und Außenseiterdiäten im Kindesalter. *Monatsschr Kinderheilkd* 149:19–24
87. Lewin G, Schachter H, Yuen D et al (2005) Effects of omega-3 fatty acids on child and maternal health. *Evid Rep Technol Assess (Summ)*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11872/>
88. Lindorfer H, Krebs M, Kautzky-Willer A, Bancher-Todesca D, Sager M, Gessl A (2015) Iodine deficiency in pregnant women in Austria. *Eur J Clin Nutr* 69(3):349–354
89. Lindorfer H, Krebs M, Kautzky-Willer A, Bancher-Todesca D, Sager M, Gessl A (2015) Iodine deficiency in pregnant women in Austria. *Eur J Clin Nutr* 69(3):349–354
90. Lozoff B (2007) Iron deficiency and child development. *Food Nutr Bull* 28(4 Suppl):560–571
91. Lücke T, Korenke G, Poggenburg I, Bentele K, Das A, Hartmann H (2007) Mütterlicher Vitamin B12-Mangel: Ursache neurologischer Symptomatik im Säuglingsalter. *Z Geburtsh Neonatol* 211(4):157–161
92. MacFarlane A, Greene-Finestone L, Shi Y (2011) Vitamin B-12 and homocysteine status in a folate-replete population: results from the Canadian Health Measures Survey. *Am J Clin Nutr* 94(4):1079–1087
93. Mahoney DH Jr (2017) Iron deficiency in infants and children: Screening, prevention, clinical manifestations and diagnosis. <https://www.uptodate.com/contents/iron-deficiency-in-infants-and-young-children-screening-prevention-clinical-manifestations-and-diagnosis>. Zugegriffen: 9. Sept. 2017
94. Mangels A (2014) Bone nutrients for vegetarians. *Am J Clin Nutr* 100(Suppl 1):469–475
95. Mangels R, Messina V, Messina M (2011) The dietitian's guide to vegetarian diets: issues and applications, 3. Aufl. Jones and Bartlett, Sudbury
96. Marsh K, Munn E, Baines S (2013) Protein and vegetarian diets. *Med J Aust* 199(4 Suppl):S7–S10
97. Martinez M (1992) Tissue levels of polyunsaturated fatty acids during early human development. *J Pediatr* 120:129
98. Mayes C, Burdge G, Bingham A, Murphy J, Tubman R, Wootton S (2006) Variation in [U-13C]alpha linolenic acid absorption, beta-oxidation and conversion to docosahexaenoic acid in the pre-term infant fed a DHA-enriched formula. *Pediatr Res* 59(2):271–2006
99. Melina V, Craig W, Levin S (2016) Position of the academy of nutrition and dietetics: vegetarian diets. *J Acad Nutr Diet* 116(12):1970–1980
100. Mensink G, Kleiser C, Richter A (2007) Lebensmittelverzehr bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt* 50(5–6):609–623. <https://doi.org/10.1007/s00103-007-0222-x>
101. Messina V, Mangels A (2001) Considerations in planning vegan diets: children. *J Am Diet Assoc* 101(6):661
102. Messina V, Melina V, Mangels A (2003) A new food guide for North American vegetarians. *Can J Diet Pract Res* 64(2):82–86
103. Molloy A, Kirke P, Brody L et al (2008) Effects of folate and vitamin B12 deficiencies during pregnancy on fetal, infant, and child development. *Food Nutr Bull* 29(2 Suppl):101–111
104. Müller-Wielsch K, Huppke P, Gärtner J (2011) Entwicklungsverzögerung im Säuglingsalter durch alimentären Vitamin B12-Mangel. *Neuropädiatrie* 03:89–91
105. N. H. a. M. R. C. Australian Government, "Eat for Health. Australian dietary guidelines", 2013. [Online]. Available: <https://www.eatforhealth.gov.au/guidelines/australian-guide-healthy-eating>. Zugegriffen: 9.3.2018
106. Nazeri P, Mirmiran P, Shiva N, Mehrabi Y, Mojarrad M, Azizi F (2015) Iodine nutrition status in lactating mothers residing in countries with mandatory and voluntary iodine fortification programs: an updated systematic review. *Thyroid* 25(6):611–620
107. Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES) (2016) Definition novel food. <https://www.ages.at/themen/lebensmittelsicherheit/neuartige-lebensmittel/>. Zugegriffen: 6.9.2017
108. Österreichische Gesellschaft für Ernährung (2007) Nahrungsinhaltsstoffe – Eiweiß. <https://www.oerge.at/index.php/bildung-information/nahrungsinhaltsstoffe/eiweiss>. Zugegriffen: 7.2.2018
109. Österreichische Gesellschaft für Ernährung (2012) Neue D-A-CH Referenzwerte für Vitamin D. <http://www.oerge.at/index.php/wissenschaft-forschung/referenzwerte/2-uncategorised/1935-neue-d-a-ch-referenzwerte-fuer-vitamin-d>. Zugegriffen: 9. Sept. 2017
110. Österreichische Gesellschaft für Ernährung (2017) [www.oerge.at](http://www.oerge.at/index.php/component/content/article/54-bildung-information/ernaehrung-von-a-z/1788-vegetarische-ernaehrung). <http://www.oerge.at/index.php/component/content/article/54-bildung-information/ernaehrung-von-a-z/1788-vegetarische-ernaehrung>. Zugegriffen: 9.3.2018
111. Österreichische Gesellschaft für Ernährung (2017) Aktualisierte D-A-CH Referenzwerte für Calcium. <http://www.oerge.at/index.php/wissenschaft-forschung/referenzwerte/2-uncategorised/1952-aktualisierte-d-a-ch-referenzwerte-fuer-calcium>. Zugegriffen: 28.8.2017
112. Ozer E, Turker M, Bakiler A, Yaprak I, Ozturk C (2001) Voluntary movements in infantile cobalamin deficiency appearing after treatment. *Pediatr Neurol* 25(1):81–83
113. Papp F, Rácz G, Lénárt I, Kóbor J, Bereczki C, Karg E, Baráth Á (2017) Maternal and neonatal vitamin B12 deficiency detected by expanded newborn screening. *Orv Hetil* 158(48):1909–1918
114. Pawlak R, Bell K (2017) Iron status of vegetarian children: a review of literature. *Ann Nutr Metab* 70(2):88–99
115. Pawlak R, Parrott S, Raj S (2013) How prevalent is vitamin B(12) deficiency among vegetarians? *Nutr Rev* 71(2):110–117. <https://doi.org/10.1111/nure.12001>
116. Pawlak R, Lester S, Babatunde T (2014) The prevalence of cobalamin deficiency among vegetarians assessed by serum vitamin B12: a review of literature. *Eur J Clin Nutr* 68(5):541–548
117. Pepper M, Black M (2011) B12 in fetal development. *Semin Cell Dev Biol* 22(6):619–623
118. Piccoli G, Clari R, Vigotti F et al (2015) Vegan-vegetarian diets in pregnancy: danger or panacea? A systematic narrative review. *BJOG* 122:623
119. Quinn E, Kuzawa C (2012) A dose-response relationship between fish consumption and human milk DHA content among Filipino women in Cebu City, Philippines. *Acta Paediatr* 101(10):e439
120. van der Reijden O, Zimmermann M, Galetti V (2017) Iodine in dairy milk: Sources, concentrations and importance to human health. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 31(4):385–395
121. Remer T, Johnner S, Gärtner R et al (2010) Jodmangel im Säuglingsalter – ein Risiko für die kognitive Entwicklung. *Dtsch Med Wochenschr* 135:1551–1556
122. Richter M, Boeing H, Grünewald-Funk D, Heiseker H, Kroke A, Leschik-Bonnet E, Oberritter H, Strohm D, Watzl B (2016) Vegan diet. Position of the German Nutrition Society (DGE)", 04 2016. <https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/dge-position/vegane-ernaehrung/>. Zugegriffen: 28.1.2018
123. Rizzo G, Laganà A, Rapisarda A, La Ferrara G, Buscema M, Rossetti P, Nigro A, Muscia V, Valenti G, Sapia F, Sarpietro G, Zigarelli M, Vitale S (2016) Vitamin B12 among Vegetarians: Status, Assessment and Supplementation. *Nutrients* 8(12):E767
124. Rizzo N, Jaceldo-Siegl K, Sabate J, Fraser G (2013) Nutrient profiles of vegetarian and nonvegetarian dietary patterns. *J Acad Nutr Diet* 113:1610–1619
125. Roschitz B, Plecko B, Huemer M, Biebl A, Foerster H, Sperl W (2005) Nutritional infantile vitamin B12 deficiency: pathobiochemical considerations in seven patients. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 90:281–282
126. Ross AC, Ross A, Manson J, Abrams S, Aloia J, Brannon P et al (2011) The 2011 report on dietary reference intakes for calcium and vitamin D from the institute of medicine: what clinicians need to know. *J Clin Endocrinol Metab* 96(1):53–58
127. Sabaté J, Wien M (2010) Vegetarian diets and childhood obesity prevention. *Am J Clin Nutr* 91:1525–1529
128. Sanders T (2009) DHA status of vegetarians. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 81(2–3):137–141
129. Sarter B, Kelsey K, Schwartz T 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
130. Saunders A, Davis B, Garg M (2013) Omega3 polyunsaturated fatty acids and vegetarian diets. *Med J Aust* 199(4 suppl):22–26
131. von Schenck U, Bender-Gotze C, Koletzko B (1997) Persistence of neurological damage induced by dietary vitamin B-12 deficiency in infancy. *Arch Dis Child* 77:137–139
132. Schöch G, Kersting M (2000) „Normale Ernährung von Neugeborenen, Kindern und Jugendlichen“. In: *Pädiatrie, Grundlagen Praxis*. Springer, Heidelberg, S 160–176
133. Schüpbach R, Wegmüller R, Bergerand C, Bui M, Herter-Aeberli I (2017) "Micronutrient status and intake in omnivores, vegetarians and vegans in Switzerland". *Eur J Nutr* 56(1):283–293
134. Schürmann S, Kersting M, Alexy U (2017) Vegetarian Diets in children. A systematic review. *Eur J Nutr* 56:1797–1817
135. Schweizerische Gesellschaft für Ernährung" (2015) <http://www.sge-sns.ch/grundlagen/lebensmittel-und-naehrstoffe/naehrstoffempfehlungen/dachreferenzwerte/>. Zugegriffen: 18.9.2017
136. Shinwell E, Gorodischer R (1982) Totally vegetarian diets and infant nutrition. *Pediatrics* 4(70):582–586
137. Siebert A, Obeid R, Weder S, Awwad H, Spittke A, Geisel J, Keller M (2017) Vitamin B-12-fortified toothpaste improves vitamin status in vegans: a 12-wk randomized placebo-controlled study. *Am J Clin Nutr* 105(3):618–625
138. Skea S (2011) Iodine deficiency in pregnancy: the effect on neurodevelopment in the child. *Nutrients* 3(2):265–273

139. Stamp L, James M, Cleland L (2005) Diet and rheumatoid arthritis: a review of the literature. *Semin Arthritis Rheum* 35(2):77–94
140. Stevenson M, Drake C, Givens D (2018) Further studies on the iodine concentration of conventional, organic and UHT semi-skimmed milk at retail in the UK. *Food Chem* 239:551–555
141. Tripkovic L, Lambert H, Hart K, Smith C, Bucca G, Penson S, Chope G, Hyppönen E, Berry J, Vieth R, Lanham-New S (2012) Comparison of vitamin D2 and vitamin D3 supplementation in raising serum 25-hydroxyvitamin D status: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 95:1357–1364
142. Tylavsky F, Cheng S, Lyytikäinen A, Viljakain H (2006) Strategies to improve vitamin D status in northern European children: exploring the merits of vitamin D fortification and supplementation. *J Nutr* 136(4):1130–1134
143. U. S. D. o. Agriculture (2018) USDA food composition databases. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/nutrients/index>. Zugegriffen: 7.2.2018
144. U.S. Food and Drug Administration (2017) U.S. Food and drug administration. <http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/Metals/ucm393070.htm>. Zugegriffen: 28.8.2017
145. U.S. Food and Drug Administration (2017) Eating fish: what pregnant women and parents should know. <http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/Metals/ucm393070.htm>. Zugegriffen: 28.8.2017
146. Vandenplas Y, Castrellon P, Rivas R et al (2014) Safety of soya-based infant formulas in children. *Br J Nutr* 111:1340–1360
147. Vitoria I (2017) The nutritional limitations of plant-based beverages in infancy and childhood. *Nutr Hosp* 34(5):1205–1214
148. Waldmann A, Koschizke J, Leitzmann C, Hahn A (2003) Dietary intakes and lifestyle factors of a vegan population in Germany: results from the German Vegan Study. *Eur J Clin Nutr* 57(8):947–955
149. Waldmann A, Koschizke J, Leitzmann C et al (2004) Homocysteine and cobalamin status in German vegans. *Public Health Nutr* 7(3):467–472
150. Weaver C (2009) Should dairy be recommended as part of a healthy vegetarian diet? Point. *Am J Clin Nutr* 89(5):1634–1637
151. Weaver C, Proulx W, Heaney R (1999) Choices for achieving adequate dietary calcium with a vegetarian diet. *Am J Clin Nutr* 70(3):543–548
152. Wilson R, Grieger J, Bianco-Miotto T, Roberts C (2016) Association between maternal zinc status, dietary zinc intake and pregnancy complications: a systematic review. *Nutrients* 8(10):E641
153. Young V, Pellett P (1994) Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *Am J Clin Nutr* 59:1203–1212