



Jodversorgung in Deutschland

Jodliefernde Lebensmittel und jodiertes Speisesalz im Fokus

DR. CHRISTINA REMPE

Jod ist ein besonderer Nährstoff: Er ist lebensnotwendig, doch als gute, natürliche Jodquellen gelten nur Seefisch, Eier sowie Milch und Milchprodukte. Ihre hierzulande typischen Verzehrmen gen reichen bei vielen Menschen nicht für eine ausreichende Jodzufuhr. Jodiertes Speisesalz kann diese Lücke füllen. Dabei gilt angesichts der verbreiteten zu hohen Speisesalzaufnahme das Motto „Wenn Salz, dann Jodsalz“.

Jod ist ein lebensnotwendiges Spurenelement, das über die Nahrung aufgenommen werden muss. Ist die Zufuhr über längere Zeit nicht ausreichend, kann das weitreichende Folgen für die Gesundheit haben. Denn Jod ist wichtig für die Bildung der Schilddrüsenhormone, die eine Vielzahl von Stoffwechselfvorgängen regulieren. Zu wenig Jod kann sich zum Beispiel durch eine Schilddrüsenvergrößerung – im Volksmund: Kropf – und damit verbundenen Schluck- und Atembeschwerden bemerkbar machen. Bei Kindern sind Schilddrüsenhormone darüber hinaus für das Wachstum, die Entwicklung von Organen, Nervensystem und Gehirn sowie der Muskulatur verantwortlich. Eine ausreichende Jodversorgung ist deshalb bereits für das Ungeborene im Mutterleib wichtig (Koletzko et al. 2018). Jod kommt allerdings in seinen unterschiedlichen chemischen Verbindungen in größeren Mengen nur im Meer vor. Die landwirtschaftlich genutzten Böden in Deutschland sind hingegen vergleichsweise jodarm (Gärtner 2015). Deshalb können heimische Agrarprodukte nur bedingt zur Jodversorgung beitragen.

Jodversorgung in Deutschland

Tatsächlich ist die Bevölkerung in Deutschland nicht optimal mit Jod versorgt. So weisen nach den Ergebnissen der „Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland“ (DEGS1), einer repräsentativen Datenerhebung im Zeitraum von 2008 bis 2011, im Median 32 Prozent der Erwachsenen das Risiko einer unzureichenden Jodzufuhr auf. Besonders junge Frauen

im gebärfähigen Alter sind betroffen (Remer, Thamm 2015; DGE 2016). In der Gruppe der Kinder und Jugendlichen zeigte sich nach den Ergebnissen der „Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland“ (KiGGS) im Erhebungszeitraum 2003 bis 2006 (KiGGS-Welle 1) noch eine ausreichende Jodversorgung (DGE 2016). Nach den Ergebnissen der Folgeuntersuchung 2014 bis 2017 (KiGGS-Welle 2) unterschritten jedoch knapp 44 Prozent der Kinder und Jugendlichen ihren geschätzten mittleren Bedarf an Jod (Hey, Thamm 2019). Das Jodmonitoring des Robert Koch-Instituts stützte sich in der Vergangenheit auf Gesundheitsdaten von DEGS1 und KiGGS. Künftig wird es Teils des Nationalen Ernährungsmonitorings sein, das am Max Rubner-Institut (MRI) etabliert wird (BMEL 2023).

Messung der Jodversorgung auf Bevölkerungsebene

Die Jodzufuhr in der Bevölkerung unterliegt großen Schwankungen, schon allein, weil die Menschen sehr unterschiedliche Essgewohnheiten haben.

Ernährungsprotokolle liefern kein aussagekräftiges Bild der Jodversorgung der Bevölkerung. Zuverlässigere Ergebnisse bietet eine indirekte Messmethode über die Jodausscheidung im Urin. Dazu wird der Jodgehalt im 24-Stunden-Sammelurin der Mitglieder einer Studienpopulation bestimmt. Über eine mathematische Formel, die Faktoren wie Körpergewicht, Alter und Geschlecht berücksichtigt, lässt sich die mediane tägliche Jodausscheidung abschätzen und daraus die mediane tägliche Jodzufuhr der Studienpopulation ableiten.

Die epidemiologische Bewertung unterliegt den Kriterien der Weltgesundheitsorganisation (WHO 2007): Danach gilt die Jodversorgung einer Bevölkerung als ausreichend, wenn die mediane Jodkonzentration im Urin zwischen 100 und 199 Mikrogramm pro Liter liegt. Den Ergebnissen von KiGGS-Welle 2 und DEGS1 zufolge weisen Teile der Bevölkerung Deutschlands das Risiko einer Jodunterversorgung auf.

Natürliche Jodquellen

Da der Körper Jod nicht selbst bilden kann, muss es über die Nahrung aufgenommen werden (*BfR 2021*). Seefisch, einschließlich Meeresfrüchte wie Garnelen und Muscheln, bilden die einzige in Deutschland bedeutsame Lebensmittelgruppe, die reich an Jod ist. Für eine gute Jodversorgung empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) daher einen Verzehr von ein bis zwei Portionen Fisch pro Woche. Magerfische mit Fettgehalten unter 1,5 Prozent weisen tendenziell höhere Jodgehalte auf als Fettfisch. Für eine gute Jodversorgung besonders empfehlenswert sind daher zum Beispiel Schellfisch, Seelachs und Kabeljau. Sie liefern Jod in Größenordnungen von rund 120 bis 200 Mikrogramm pro 100 Gramm. Unter den Fettfischen sticht die Makrele mit einem Jodgehalt von ebenfalls durchschnittlich 120 Mikrogramm pro 100 Gramm heraus. Die gleiche Menge Rotbarsch weist einen mittleren Jodgehalt von 70 Mikrogramm auf, die gleiche Menge Hering 40 Mikrogramm (*Karl, Münker 1998*). Süßwasserfische sind gegenüber Meeresfisch natürlicherweise jodarm (*Lo-bitz 2019*). Bei Zuchtfisch kann eine Fütterung mit jodhaltigen Futtermitteln einen positiven Effekt auf den Jodgehalt der Filets haben (*Daub 2009*).

Algenprodukte zur Jodversorgung: Nur bedingt geeignet

Die aufgrund ihrer maritimen Herkunft ebenfalls jodreichen Algen- und Seetangprodukte sind keine empfohlenen Jodquelle, weil sie teils sehr hohe Jodgehalte aufweisen. Es besteht daher das Risiko einer Jodübersorgung. Das Bundesinstitut für Risikobewertung empfiehlt für Algenprodukte mit Jodgehalten von 10 bis 20 Milligramm je Kilogramm (mg/kg) einen Warnhinweis (*BfR 2007*). Bei der Untersuchung von 165 Sushi-Proben stellte die amtliche Überwachung im Jahr 2018 fest, dass rund drei Viertel sogar noch mehr Jod enthielten – ohne einen Warnhinweis zu tragen (*BVL 2020*). Für Fans der Asialküche gilt daher: algenhaltige Speisen wie Sushi in Maßen genießen.

Lebensmittel zur Unterstützung der Jodversorgung

Die natürlichen Jodquellen Meeresfisch, Milch und Milchprodukte sowie Eier sind nur eine von zwei wichtigen Säulen einer guten Jodversorgung (**Übersicht 1**).

Übersicht 1: Jodversorgung im Alltag (*BMEL 2023*)

Tipps für eine ausreichende Jodversorgung

Wenn Sie zu Hause Salz benutzen, verwenden Sie jodiertes Salz.

Wenn Sie Lebensmittel einkaufen, die Salz enthalten: Schauen Sie in der Zutatenliste nach, ob Jodsalz verwendet wurde – denn das meiste Salz nehmen wir über verarbeitete Lebensmittel auf.

Wenn Sie Brot in der Bäckerei oder Würstchen in der Metzgerei kaufen: Fragen Sie nach, ob Jodsalz bei der Herstellung verwendet wurde.

Die beste natürliche Jodquelle ist Meeresfisch (z. B. Kabeljau oder Rotbarsch). Empfohlen wird der Fischverzehr ein- bis zweimal pro Woche.

Auch Milch und Eier können hohe Jodgehalte aufweisen, da das Jod, das Futtermitteln zugesetzt wird, in die Lebensmittel übergeht. Empfohlen wird der tägliche Verzehr von Milch und Milchprodukten. Eier können Ihren Speiseplan ergänzen.

Sind Sie sich unsicher, ob Sie genügend Jod zu sich nehmen? Sprechen Sie mit Ihrer Ärztin, Ihrem Arzt oder einer Ernährungsfachkraft!

Jodiertes Speisesalz

Die zweite Säule ist Jodsalz, auch als jodiertes Speisesalz bezeichnet. Wenn handwerklich oder industriell hergestellte Lebensmittel wie Brot, Wurst oder Fertiggerichte Jodsalz enthalten und dieses auch beim Kochen zu Hause genutzt wird, wächst automatisch die Anzahl relevanter Jodquellen in der täglichen Ernährung. Das senkt das Risiko einer Unterversorgung (*BfR 2021*).

Dabei empfiehlt die DGE gesunden Erwachsenen, maximal 6 Gramm Salz pro Tag über die gesamte Ernährung aufzunehmen. Das entspricht etwa einem Teelöffel. Diese Menge umfasst Salz, das als Zutat in verarbeiteten Lebensmitteln enthalten ist, zum Beispiel Brot und Käse, sowie Salz, das beim Kochen zu Hause oder bei individuellem Nachsalzen verwendet wird (*DGE o. D.*). Ganz auf Salz verzichten sollte man trotz des Orientierungswertes von 6 Gramm pro Tag nicht. Denn eine adäquate Speisesalzzufuhr ist wichtig für die Gesundheit. Sie hält unter anderem den Flüssigkeitshaushalt der Zellen und den Blutdruck aufrecht. Ungünstig kann sich allerdings auswirken, dass viele Menschen gegenwärtig zu viel Speisesalz aufnehmen, zum Beispiel auf den Blutdruck und die Herzgesundheit, denn Bluthochdruck ist ein zentraler Risikofaktor für das Auftreten von Herz-Kreislauf-Erkrankungen (*DGE 2016*).

Speisesalzkonsum in Deutschland

In Deutschland nehmen rund 70 Prozent der Frauen und etwa 80 Prozent der Männer mehr als 6 Gramm Speisesalz pro Tag auf. Bei einem großen Anteil der Bevölkerung liegt der Salzkonsum sogar deutlich über diesem empfohlenen Orientierungswert. So beträgt die Speisesalzzufuhr bei 39 Prozent der Frauen und 50 Prozent der Männer mehr als 10 Gramm pro Tag; bei 15 Prozent der Frauen und 23 Prozent der Männer sogar mehr als 15 Gramm pro Tag (*Remer, Thamm 2015; DGE 2016*).

Deshalb ist es wichtig, den Speisesalzkonsum moderat zu halten, zur Unterstützung der Jodversorgung aber konsequent jodiertes Speisesalz zu verwenden (*BfR 2021*). Dieses wird nachträglich mit Natrium- oder Kaliumjodat angereichert und enthält 15 bis maximal 25 Milligramm Jod pro Kilogramm (**Übersicht 2**). Meersalz enthält – anders als sein Name vermuten lässt – deutlich weniger Jod und ist daher keine Alternative zu jodiertem Speisesalz. Ebenso wenig können andere Salzarten wie Steinsalz, Fleur de Sel oder Himalayasalz nennenswert zur Jodversorgung beitragen.

Übersicht 2: Jodgehalte unterschiedlicher Salzarten (*BMEL 2023*)

#JodZuWissen
 Wie viel Jod steckt in verschiedenen Salzen?
 Jodsalz: 15 – 25 µg/g Salz
 Unjodiertes Speisesalz: 0,2 µg/g Salz
 Meersalz: 0,7 µg/g Salz
 µg = Mikrogramm

Brot, Wurstwaren und andere verarbeitete Lebensmittel

Unter den industriell oder handwerklich hergestellten Lebensmitteln können vor allem die Warengruppen Backwaren und Fleisch- oder Wurstwaren zur Jodzufuhr beitragen – vorausgesetzt, die Produkte sind mit jodiertem Speisesalz produziert worden. Einer repräsentativen Markterhebung der Universität Gießen zur Verwendung von Jodsatz in handwerklich und industriell gefertigten Lebensmitteln zufolge ist das jedoch aktuell bei lediglich 10 Prozent des Produktangebots von Backwaren der Fall, bei den Wurstwaren immerhin bei knapp der Hälfte. Bei Käse und Milchprodukten wurde bei gerade einmal 2 Prozent der gesalzenen Produkte Jodsatz verwendet. Die Verwendung von jodiertem Speisesalz der Untersuchung zufolge selten (Bissinger et al. 2019). Dies mag sich damit begründen lassen, dass der Einsatz von Jodsatz in der Bio-Produktion zumindest teils ausdrücklich verboten ist, so etwa nach den Verarbeitungs-Richtlinien des Öko-Verband demeter (demeter 2022). Andere Untersuchungen zeigen, dass sich der in den 1990er-Jahren zunächst stetig wachsende Marktanteil von jodiertem Speisesalz derzeit bei rund 80 Prozent eingependelt hat (Großklaus 2017). Gleichzeitig sinkt der Marktanteil von Jodsatz, das in Großgebinden abverkauft wird, seit rund 30 Jahren leicht, aber beständig (Großklaus 2017). Das spiegelt auch die Gießener Markterhebung wider. Danach offenbaren Einzelbefragungen in den Betrieben, dass in den letzten Jahren immer weniger Jodsatz verwendet wurde, unter anderem, weil das Bewusstsein für die gesundheitliche Bedeutung von Jod zurückging und man darin keinen Marketing-Vorteil sah, sondern eher kritische Stimmen fürchtete (Bissinger et al. 2019).

Kennzeichnung: Angabe des Jodgehalts auf der Verpackung

Ob jodiertes Speisesalz im Produkt enthalten ist, zeigt sich im Zutatenverzeichnis verpackter Lebensmittel in Begriffen wie „Jodsatz“, „jodiertes Speisesalz“ oder „jodiertes Nitritpökelsalz“. Bei lose angebotenen Lebensmitteln gibt es keine Pflicht, den Jodgehalt auszuweisen. Es ist aber möglich, diese Information beim Verkaufspersonal zu erfragen.

Wie hoch der Jodgehalt eines Lebensmittels ist, muss in der Regel nicht auf der Verpackung stehen. Eine entsprechende Information ist nur verpflichtend, wenn mit Jod geworben wird. Das heißt, wenn nährwertbezogene Angaben wie „jodreich“ oder zugelassene gesundheitsbezogene Angaben über Jod wie „Jod trägt zur normalen Schilddrüsenfunktion bei“ auf der Verpackung stehen. Dann muss auch der Jodgehalt in der Nährwerttabelle bezogen auf 100 Gramm oder 100 Milliliter des Lebensmittels ausgewiesen werden.

Jodzufuhr und Schilddrüsenfunktion

Im Körper ist Jod insbesondere für die Bildung der beiden Schilddrüsenhormone Thyroxin (T4) und Trijodthyronin (T3) essentiell. Es wird im oberen Dünndarm resorbiert und gegen einen Konzentrationsgradienten mit Hilfe eines Transporters aktiv in die Schilddrüsenzellen aufgenommen. Hohe Joddosen hemmen diesen Transporter, so dass eine gesunde Schilddrüse stets ausreichend, aber niemals zu viel Jod aufnehmen kann. Ist sie gesättigt, wird Jod über die Nieren ausgeschieden (Gärtner 2015). Die Synthese der beiden Schilddrüsenhormone T4 und T3 und ihre Abgabe in die Blutbahn erfolgt nach einem komplexen, streng regulierten Mechanismus. Dieser ermöglicht es, dass die Schilddrüse frei von äußeren Einflussfaktoren wie Stress, Erkrankungen oder etwa einer Schwangerschaft immer die

jenige Menge an Schilddrüsenhormonen freisetzt, die individuell und akut benötigt wird, um die normalen Körperfunktionen, darunter den Energiestoffwechsel, Herzrhythmus und Blutdruck aufrecht zu erhalten (Gärtner et al. 2021; Hahn et al. 2016; BfR 2021).

Wie viel Jod ein Mensch dafür täglich im Mittel aufnehmen muss, ist individuell unterschiedlich. Von Einfluss sind Faktoren wie Alter und Geschlecht, aber auch besondere Lebensphasen wie Schwangerschaft und Stillzeit (DGE 2015). Über eine normale Ernährung kann praktisch nicht zuviel Jod aufgenommen werden; allein der Verzehr jodreicher Algen birgt das Risiko einer überhöhten Aufnahme (BfR 2021).

Jodunterversorgung und kindliche Entwicklung

Schilddrüsenhormone und damit Jod sind schon für die embryonale und fetale Entwicklung unentbehrlich (**Übersicht 3**). Nimmt die Schwangere zu wenig Jod auf, können die Folgen für das ungeborene Kind erheblich sein. So erhöht sich das Risiko für Fehl- und Totgeburten sowie Fehlbildungen. Besteht in der Schwangerschaft eine Jodunterversorgung kann dies beim Neugeborenen unter anderem die Gehirnentwicklung beeinträchtigen, Hördefekte oder kognitive Defizite können Folgen sein, die sich auch im Kindes- und Jugendalter nicht mehr aufholen lassen (Hahn 2016). Bei massiver Jodunterversorgung bildet sich im schlimmsten Fall eine irreversible Entwicklungsstörung des Zentralen Nervensystems, des Skeletts und anderer Organe aus – veraltet als „Kretinismus“ bezeichnet (Podlogar, Schmollich 2019).

Schilddrüsenunterfunktion

Wird längerfristig zu wenig Jod aufgenommen, löst das eine Schilddrüsenunterfunktion (Hypothyreose) aus. Das Organ bildet zu wenig Hormone, wodurch wichtige Stoffwechselprozesse ausgebremst werden. Dabei zeigen sich zunächst unspezifische Symptome. Zum Beispiel schlägt das Herz langsamer und die Betroffenen fühlen sich schwach oder frieren leicht. Viele nehmen zu. Eine Hypothyreose ist meist erworben, seltener angeboren. Sie betrifft häufiger Frauen als Männer (Kasper 2004).

Übersicht 3: Folgen von Jodmangel und Hypothyreose (Arbeitskreis Jodmangel 2016; Gärtner 2015)

Schwangere/Stillende

- Erhöhtes Risiko für Fehl- und Totgeburten, Komplikationen des Schwangerschaftsverlaufs
- Erhöhtes Risiko für mütterliche und kindliche Schilddrüsenunterfunktion und Kropf

Fetus

- Störung der Gehirnreifung (verändertes EEG), Hördefekte (z. B. Innenohrschwerhörigkeit), gestörte mentale und motorische Entwicklung
- Wachstumsdefizite
- Angeborene Struma

Kinder/Jugendliche/Erwachsene

- Hypothyreose, Strumabildung
- Störungen der neurophysiologischen Entwicklung schon bei moderatem Mangel: Lern-, Merkschwierigkeiten, irreversible intellektuelle Defizite
- Knotige Veränderung der Schilddrüse: Risiko bösartiger Veränderungen (kalte Knoten: 3-5 % der kalten Knoten sind malign), autonome Hyperthyreosen (heiße Knoten mit Beschwerden wie Schlafstörungen, Nervosität, Gereiztheit, Gewichtsabnahme, hoher Blutdruck)
- Müdigkeit, Antriebsschwäche, Leistungsminderung
- Erhöhte Infektanfälligkeit, Kälteempfindlichkeit,
- Haarausfall, trockene Haut
- Depressive Störungen
- Verminderte Fruchtbarkeit bei Mann und Frau

Strumabildung und Autonomie der Schilddrüse

Ein lang anhaltender Jodmangel kann sich durch ein Struma (Kropf) zeigen. Es bildet sich, weil die Schilddrüse versucht, die defizitäre Jodversorgung durch vermehrte Bildung von Schilddrüsenzellen auszugleichen (Gärtner et al. 2021). Das kann mit einer Knotenbildung verknüpft sein. Dabei gibt es inaktive Knoten, sogenannte „kalte Knoten“ sowie „heiße Knoten“, sogenannte autonome Adenome. Sie können je nach Größe Atmung und Schlucken beeinträchtigen (Gärtner 2015). „Heiße Knoten“ produzieren außerdem unabhängig von jedem Regelkreis Schilddrüsenhormone und sind damit die häufigste Ursache einer Schilddrüsenüberfunktion (Hyperthyreose) (Kasper 2004).

Einige Menschen, die über lange Zeit nicht ausreichend mit Jod versorgt waren, weisen eine Autonomie der Schilddrüse auch ohne erkennbares Struma auf. Bei ihnen kann die Zufuhr adäquater Joddosen eine Hyperthyreose auslösen (Gärtner 2015; DGE 2015). Diese macht sich unter anderem durch Gewichtsverlust, Bluthochdruck, Nervosität, Schlafstörungen und Durchfall bemerkbar.

Übersorgung und Jodexzess

Einer gesunden Schilddrüse schaden selbst hohe Joddosen zunächst nicht, weil sie überschüssiges Jod nicht aufnimmt. Erst eine chronische Zufuhr von 10 bis 50 Milligramm Jod pro Tag, ein sogenannter Jodexzess, kann in eine längerfristige Hemmung der Schilddrüsenfunktion münden. Das führt bei rund zehn Prozent der Bevölkerung zu einer Hypothyreose. Manchmal tritt auch eine jodinduzierte Hyperthyreose auf (Gärtner 2015). Die hierzulande gängige Ernährung kann derart hohe Joddosen nicht liefern. Allein ein täglicher Verzehr großer Mengen jodreicher Algen könnte dazu führen (BfR 2007; Gärtner 2015). In Deutschland kann es praktisch nur durch die Einnahme bestimmter Medikamente oder jodhaltiger Röntgenkontrastmittel zu einem Jodexzess kommen.

Schilddrüsenenerkrankungen und Jod

Wie jedes Organ im menschlichen Körper kann auch die Schilddrüse aufgrund von genetischen Faktoren und Umwelteinflüssen von Autoimmunerkrankungen betroffen sein. Eine davon ist die Hashimoto-Thyreoiditis, bei der Immunzellen das eigene Schilddrüsengewebe zerstören; langfristig kann daraus eine Unterfunktion resultieren (AK Jodmangel 2016). Oft aber werden zunächst nur spezifische Antikörper nachgewiesen. Es besteht dann ein erhöhtes Risiko, dass sich perspektivisch eine Funktionsstörung entwickelt (Gärtner 2015). Tatsächlich passiert das nur bei ein bis zwei Prozent der Bevölkerung (AK Jodmangel 2016). Die These, dass eine verbesserte Jodversorgung eine Hashimoto-Erkrankung auslöst, lehnen Fachkreise ab. Als ursächlich gilt insbesondere eine genetische Disposition (AK Jodmangel 2015; 2016).

Eine weitere Autoimmunerkrankung der Schilddrüse, die jedoch noch weit seltener Auftritt als Hashimoto, ist Morbus Basedow. Sie kann mit einer Überfunktion der Schilddrüse einhergehen (AK Jodmangel 2016).

Bezüglich ihres Speiseplans gibt es für Menschen mit einer Funktionsstörung der Schilddrüse – egal, ob Hashimoto, Morbus Basedow, Struma, Hyperthyreose oder Hypothyreose – praktisch keine Einschränkungen. Sie können jodliefernde Lebensmittel essen und Jodsalz verwenden (AK Jodmangel 2015). Einzig von jodhaltigen Nahrungsergänzungsmitteln wird Menschen, die von Hashimoto betroffen sind, abgeraten (BfR 2021). Betroffene sollten bei Bedarf ihre Jodaufnahme mithilfe ihres Arztes, ihrer Ärztin oder einer Ernährungsfachkraft individuell anpassen.

Medikamentöse Beeinflussung der Schilddrüsenfunktion

Die Schilddrüsenfunktion unterliegt einem streng regulierten Regelkreis, der zahlreiche Angriffspunkte für unerwünschte Wechselwirkungen mit verschiedenen Medikamenten bietet. Diese können im Therapieverlauf Symptome der Grunderkrankung maskieren oder ursprüngliche Beschwerden noch verstärken. So etwa kann die Behandlung von Herzrhythmusstörungen mit Amiodaron eine Funktionsstörung der Schilddrüse hervorrufen oder eine Lithium-Therapie im Falle einer psychiatrischen Erkrankung zu einer manifesten Hypothyreose führen (Wolf et al. 2014). Diese Beispiele verdeutlichen, wie wichtig es ist, vor der Medikamenteneinnahme den Beipackzettel genau zu lesen und etwaige Wechselwirkungen auf die Schilddrüsenfunktion in der ärztlichen Praxis zu besprechen. Genauso muss im Kontext einer Medikamenteneinnahme zur Behandlung von Schilddrüsenenerkrankungen die Ernährung ins Visier genommen werden. So kann etwa Milch die Aufnahme des Schilddrüsenersatzhormons Levothyroxin (L-Thyroxin) im Darm herabsetzen.

Empfehlungen zur Jodzufuhr

Wie viel Jod ein Mensch tatsächlich braucht, ist individuell unterschiedlich und in der Regel nicht bekannt. Für die Jodzufuhr der Bevölkerung in Deutschland sind die Referenzwerte der DGE maßgeblich. Die Institution gibt nach Alter differenzierte Empfehlungen für Säuglinge, Kinder, Jugendliche und Erwachsene (**Übersicht 4**), die sich in Größenordnungen zwischen 40 Mikrogramm pro Tag und 200 Mikrogramm pro Tag bewegen (DGE 2015). Höher sind die DGE-Empfehlungen für Schwangere und Stillende, da diese neben ihrem eigenen Jodbedarf auch den des Ungeborenen decken müssen (DGE 2015, Koletzko et al. 2018).

Übersicht 4: Empfohlene Jodzufuhr für verschiedene Bevölkerungsgruppen (DGE 2015)

Alter	Empfohlene Jodzufuhr	
	Jod Deutschland, Österreich µg/Tag	Jod WHO, Schweiz µg/Tag
Säuglinge		
0 bis unter 4 Monate ^a	40	50
4 bis unter 12 Monate	80	50
Jugendliche und Erwachsene		
1 bis unter 4 Jahre	100	90
4 bis unter 7 Jahre	120	90
7 bis unter 10 Jahre	140	120
10 bis unter 13 Jahre	180	120
13 bis unter 15 Jahre	200	150
15 bis unter 19 Jahre	200	150
19 bis unter 25 Jahre	200	150
25 bis unter 51 Jahre	200	150
51 bis unter 65 Jahre	180	150
65 Jahre und älter	180	150
Schwangere	230	200
Stillende	260	200

^aSchätzwert

Herleitung von Empfehlungen zur Nährstoffzufuhr – Das Beispiel Jod

Individueller Nährstoffbedarf

Als Nährstoffbedarf wird die Menge eines Nährstoffes bezeichnet, deren Aufnahme nötig ist, um alle lebensnotwendigen metabolischen, physischen und psychischen Körperfunktionen aufrechtzuerhalten und ernährungsbedingte Gesundheitsschäden zu verhindern (EFSA 2023). Er hängt vor allem von Alter und Geschlecht ab. Es gibt jedoch eine Vielzahl weiterer möglicher Einflussfaktoren. So kann speziell eine unzureichende Versorgung mit anderen Nährstoffen, vor allem Selen, Zink und Eisen, den Jodstoffwechsel beeinflussen. Auch ein hoher Verzehr glycosinolphaltiger Lebensmittel wie Kohl, Kresse oder Rettich (Senfölyglycoside) sowie Leinsamen und Hirse kann die Jodaufnahme über die Schilddrüse beeinträchtigen. Bei ihrem Abbau bilden sich unter anderem Thiocyanate, die die Jodaufnahme in die Schilddrüse kompetitiv hemmen (Gärtner 2021; BfR 2021). Das verdeutlicht beispielhaft: Der Nährstoffbedarf eines Menschen ist eine individuelle und täglich schwankende Messgröße. Er ist daher nicht unmittelbar für die Ableitung von Empfehlungen zur Nährstoffzufuhr geeignet.

Durchschnittlicher Nährstoffbedarf

Für die Ableitung von Empfehlungen nutzt man den sogenannten durchschnittlichen Nährstoffbedarf. Das ist die tägliche Nährstoffzufuhr, von der angenommen wird, dass sie den Bedarf von 50 Prozent einer definierten Bevölkerungsgruppe deckt. Dieser Wert lässt sich experimentell ermitteln, indem zum Beispiel für bestimmte Personengruppen Ausscheidungsdaten konkreter Zufuhrmengen eines Nährstoffes im zeitlichen Verlauf gemessen werden (DGE 2015). Derlei Untersuchungen liefern naturgemäß keine einheitliche Größe. Ihre Ergebnisse unterliegen einer eigenen Verteilung, die vereinfachend als Normalverteilung (Gaußsche Kurve) angenommen wird (BfR 2021). In einem entsprechenden symmetrischen Kurvenverlauf entspricht das arithmetische Mittel dem Median (Statista o. D.). Mit dieser Nährstoffmenge kann die Hälfte der untersuchten Population ihren Bedarf decken oder gar überschreiten, während ihn die andere Hälfte der Population nicht erreichen kann (Abb. 1).

Ableitung von Zufuhrempfehlungen

Zufuhrempfehlungen stehen definitionsgemäß für Nährstoffmengen, die den Bedarf nahezu aller gesunden Menschen einer definierten Personengruppe sicherstellen – nicht nur den Bedarf eines Anteils dieser Population (DGE 2015). Postuliert wird, dass die Empfehlung den Bedarf eines Anteils von 97 bis 98 Prozent dieser Gruppe deckt (BfR 2021). Erfüllt wird diese Voraussetzung, indem man den ermittelten durchschnittlichen Nährstoffbedarf noch um diverse

Sicherheitszuschläge erhöht (DGE 2015; Gärtner et al. 2021). Deshalb liegen die Referenzwerte zur Nährstoffzufuhr stets höher als der durchschnittliche Nährstoffbedarf einer Bevölkerungsgruppe. Das gilt auch für Jod.

Referenzwerte in der Praxis

Eine Jodzufuhr in der Größenordnung der festgelegten Empfehlungen gilt als wünschenswert, nicht jedoch ein „überscharfes Rechnen“ mit diesen Werten (DGE 2015). Sie sind nicht als konkrete Empfehlung für jeden einzelnen Tag zu verstehen und schon gar nicht, sie anteilig auf Mahlzeiten zu übertragen. Weder ein Über- noch ein Unterschreiten der Zufuhrempfehlung ist mit unmittelbaren gesundheitlichen Risiken verbunden (DGE 2015): Menschen, die die Referenzwerte nicht erreichen, sind nicht zwangsläufig unterversorgt. Allerdings steigt das Risiko einer unzureichenden Jodversorgung, je länger und deutlicher ihre Jodzufuhr unterhalb der Referenzwerte liegt. Umgekehrt besteht nicht automatisch ein Risiko für die Gesundheit, wenn die Referenzwerte für Jod überschritten werden. Liegt die Jodzufuhr jedoch akut oder dauerhaft weit über den Referenzwerten, kann das nachteilig auf die Gesundheit wirken (BfR 2021).

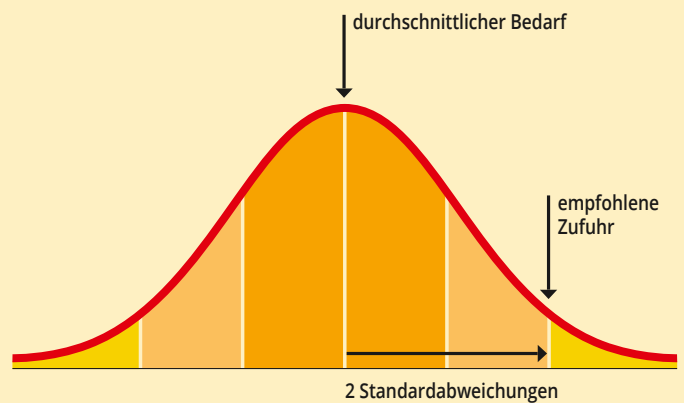


Abbildung 1: Ableitung von Nährstoffempfehlungen anhand des durchschnittlichen Nährstoffbedarfs einer Studienpopulation (nach Bechthold 2009)

Zur Ableitung von Nährstoffempfehlungen wird der sogenannte durchschnittliche Nährstoffbedarf einer definierten Bevölkerungsgruppe herangezogen. Er entspricht dem Median einer zur Vereinfachung herangezogenen Normalverteilungskurve der ermittelten Werte. Die empfohlene Zufuhrmenge enthält Sicherheitszuschläge, sodass die Empfehlung den Bedarf von 97 bis 98 Prozent der definierten Bevölkerungsgruppe decken kann:

Die Referenzwerte sind – auf Einzelpersonen angewandt – als Zielgröße zu verstehen, um eine ausreichende Jodversorgung angenähert sicherzustellen (DGE 2015). Referenzwerte werden auf Grundlage verschiedener Messgrößen und Postulate zum Nährstoffbedarf mit Hilfe mathematischer Algorithmen abgeleitet, so auch im Fall von Jod.

Sensible Bevölkerungsgruppen

Bei einigen Bevölkerungsgruppen genügt es nicht, wenn sie die Empfehlungen zur Jodaufnahme befolgen. Sie haben aus unterschiedlichen Gründen temporär oder längerfristig einen erhöhten Jodbedarf und müssen daher genauer auf ihre Jodzufuhr achten, um wirklich ausreichend Jod aufzunehmen.

Schwangere, Stillende und Frauen mit Kinderwunsch

Zu diesen sensiblen Bevölkerungsgruppen zählen zum Beispiel Schwangere. Da sie ihr ungeborenes Kind mit Jod mitversorgen, wird für sie ein Mehrbedarf von rund 30 Mikrogramm pro Tag angenom-

men. Für sie liegt die tägliche Zufuhrempfehlung also bei 230 Mikrogramm Jod. Stillenden Frauen wird eine Zufuhr von sogar 260 Mikrogramm pro Tag empfohlen (DGE 2015). Beide Personengruppen haben aufgrund des erhöhten Bedarfs ein gewisses Risiko einer unzureichenden Jodversorgung (BfR 2021b). Dieses besteht für junge Frauen im gebärfähigen Alter ohnehin schon (Remer, Thamm 2015; DGE 2016). Das ist umso problematischer, als die Jodversorgung des Ungeborenen von der seiner Mutter abhängt. Ist sie unterversorgt, trifft das auch auf das Ungeborene zu. Die Folgen können erheblich sein. So erhöht sich das Risiko für Fehl- und Totgeburten sowie Fehlbildungen. Unter anderem können die Knochenreifung und die Gehirnentwicklung des Kindes schwer beeinträchtigt werden (BfR 2021b).

Da es selbst mit einer bewussten Speiseplangestaltung schwer ist, den empfohlenen Mehrbedarf in Schwangerschaft und Stillzeit zu decken, empfiehlt das Netzwerk Gesund ins Leben Frauen in dieser Phase zusätzlich zu einer ausgewogenen Ernährung ein Nahrungsergänzungsmittel mit einer Tagesdosis von 100 (bis 150) Mikrogramm Jod einzunehmen (Koletzko et al. 2018). Da eine gute Jodversorgung



Foto: © iordnstockphoto.com

Vor allem in Schwangerschaft und Stillzeit ist eine nährstoffdichte, vielseitige Ernährung wichtig, die auch jodliefernde Lebensmittel und nach ärztlicher Rücksprache ein Jodsupplement enthält.

nicht erst in der Schwangerschaft, sondern bereits vor der Befruchtung wichtig ist, sollten sich auch Frauen mit Kinderwunsch zur Bedeutung von Jod beraten lassen (Koletzko et al. 2018).

Menschen mit vegetarischer und veganer Ernährungsweise

Natürliche Jodquellen sind vor allem Lebensmittel tierischen Ursprungs – an erster Stelle Meeresfisch, gefolgt von Milch und Milchprodukten sowie Eiern. Entsprechend tragen Menschen, die sich vegetarisch oder vegan ernähren, automatisch ein erhöhtes Risiko für eine Unterversorgung mit Jod. Besonders kritisch ist die Jodversorgung im Fall einer veganen Ernährung, weil hier nicht nur Meeresfisch fehlt, sondern auch keine Milch- und Milchprodukte oder Eier auf dem Speiseplan stehen. Entsprechend muss in besonderem Maße darauf geachtet werden, dass ein potenzielles Joddefizit durch den Verzehr von zum Beispiel geeigneten Meeresalgen und pflanzlichen Produkten aufgefangen wird, die mit jodiertem Speisesalz hergestellt wurden. Das gilt umso mehr für Kinder und Jugendliche (Rudloff et al. 2018), für die eine vegane Ernährungsweise jedoch ohnehin als nicht empfehlenswert gilt (Richter et al. 2020).

Eine pauschale Empfehlung zur Jod-Supplementierung gibt es allerdings weder für Menschen, die sich vegetarisch noch für Menschen, die sich vegan ernähren. Hier muss im Einzelfall, gegebenenfalls durch individuelle ärztliche Beratung, entschieden werden, ob eine Ergänzung sinnvoll und nötig ist. Frauen mit vegetarischem oder veganem Ernährungsstil sollten sich das umso mehr zu Herzen nehmen, sobald sie einen Kinderwunsch hegen. Denn bei ihnen kann eine Jodunterversorgung deutlich ausgeprägter sein als bei Frauen, die Mischkost zu sich nehmen (Weikert et al. 2020).

Menschen mit Allergien und Unverträglichkeiten

Fisch und Kuhmilch zählen zu den Nahrungsmitteln, die innerhalb Europas am häufigsten allergische Reaktionen auslösen (Worm et al. 2021). Zwar liegt die Gesamtprävalenz von Nahrungsmittelallergien bei Erwachsenen bei nur rund 3 Prozent und bei Kindern zwischen 3 und 6 Prozent (Allergieinformationsdienst 2019; Langen et al. 2013), gleichwohl stehen Betroffene im Alltag vor großen Herausforderungen, auch im Hinblick auf ihre Jodversorgung. Sie müssen nicht

verträgliche Jodquellen durch andere Jodquellen ersetzen. Für Menschen, die auf Fisch allergisch reagieren, kommen Meeresfrüchte wie Miesmuscheln oder Garnelen in Frage, denn mit einer Fischallergie geht nicht zwingend eine Meeresfrüchteallergie einher (Europäische Stiftung für Allergieforschung 2016). Wer allergisch auf Kuhmilch reagiert, könnte auf Ziegenmilch zurückgreifen (Kengeter 2003). Gleichzeitig sind rund 17,5 Prozent der Bevölkerung in Deutschland von einer Laktoseintoleranz betroffen (Destatis 2012) – sie vertragen weder Kuh- noch Ziegenmilch. Laktosefreie Milch, Milchprodukte und bestimmte Käsesorten können hier eine Alternative sein. Alle Betroffenen können ihre Jodversorgung durch den konsequenten Einsatz von jodiertem Speisesalz und dem Verzehr damit hergestellter Produkte verbessern.

Jodallergie und Jodunverträglichkeit

Eine „Jodallergie“ im eigentlichen Sinn gibt es nicht. Denn Jodid oder Jodat - Jodverbindungen, die in Lebensmitteln vorkommen - sind viel zu klein, um als Allergene wirken zu können. Wenn jodhaltige Produkte wie Röntgenkontrastmittel oder organische Jodverbindungen, die zum Beispiel zur Wundbehandlung genutzt werden, allergische Reaktionen auslösen, so gehen diese auf Stoffe zurück, die an Jod gebunden sind, nicht aber auf Jod selbst (BfR 2021).

Bekannt ist hingegen eine als „Jodakne“ bezeichnete Unverträglichkeitsreaktion. Sie geht mit Hautveränderungen einher, tritt aber nur auf, wenn Jod täglich im Milligramm- oder Grammbereich aufgenommen wird. Solche Aufnahmemengen sind über normale Lebensmittel, mit Ausnahme jodreicher Algen, nicht möglich (Gärtner et al. 2021).

Menschen mit bestehender Schilddrüsenvergrößerung

Inhaltstoffe bestimmter Lebensmittel können die Bioverfügbarkeit von Jod beeinträchtigen (Hahn et al. 2016). Sie werden als goitrogene (von engl. goiter = Kropf) oder strumigene Substanzen oder Nahrungsmittel bezeichnet, da die in ihnen enthaltenen Cyanate die Jodaufnahme in die Schilddrüse kompetitiv hemmen. Das kann theoretisch zur Kropfbildung führen. Zu diesen Lebensmitteln zählen zum Beispiel Zwiebeln, Maniok, Soja, Tofu, Wal- und Erdnüsse sowie viele Kohlarten. Die strumigenen Substanzen verlieren beim Kochen weitgehend ihre nachteilige Wirkung auf die Jodbioverfügbarkeit. Wer von einer Schilddrüsenvergrößerung betroffen ist, sollte auf übermäßigen und einseitigen Konsum dieser Nahrungsmittel verzichten. Bei einer ausgewogenen Mischkost besteht kein Handlungsbedarf (Deutsches Schilddrüsenzentrum o. D.; Podlogar, Schmollich 2019).

Diskussion und Ausblick

Eine ausreichende Jodversorgung ist für die Gesundheit aller Menschen zentral. Dabei ließe sie sich – von den Bedarfen einzelner sensibler Bevölkerungsgruppen abgesehen – in der Regel über eine vielseitige Mischkost erreichen. Das allerdings würde voraussetzen, dass sich die persönlichen Speisevorlieben mit den Empfehlungen der DGE für eine gute Jodversorgung vereinen lassen.

Diese lauten (DGE o. D.):

- ein- bis zweimal pro Woche Fisch essen
- täglich Milch und Milchprodukte wählen
- Ei zur Ergänzung einplanen
- jodiertes Speisesalz im Haushalt nutzen
- Lebensmittel, die mit jodiertem Speisesalz hergestellt wurden, bevorzugen

Angesichts der gegenwärtigen Diskussionen um eine nachhaltige und klimafreundliche Ernährung dürften diese Empfehlungen für Teile der Bevölkerung allenfalls bedingt erfüllbar sein. So gibt aktuell ein Anteil von acht Prozent der Bevölkerung an, vegetarisch zu essen. Zwei Prozent sagen, sie lebten vegan (BMEL 2023). Auch wird etwa der Verzehr bestimmter Seefischarten unter anderem aus Umwelt- und Artenschutzgründen kontrovers diskutiert, so dass von einer flächendeckenden Umsetzung gängiger Empfehlungen zum Fischverzehr nicht auszugehen ist. Das verdeutlicht die Bedeutung von Jodsatz in der Ernährung. Seinen Einsatz gilt es deshalb überall dort zu fördern, wo Lebensmittel verarbeitet und gegessen werden, zum Beispiel in der Lebensmittelherstellung und in der Gemeinschaftsgastronomie, aber auch in der Außer-Haus-Verpflegung in Restaurants oder beim Essen „to go“.

Dieses Ziel verfolgt auch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) mit seiner jüngst angestoßenen Jodsatz-Informationsoffensive „Wenn Salz, dann Jodsatz!“ (BMEL 2023). Das Ministerium setzt damit eine Strategie um, die schon einmal Erfolg gezeigt hat. Denn mit Einführung der Jodmangelprophylaxe Mitte der 1980er-Jahre hatte sich die Jodversorgungslage in Deutschland deutlich verbessert. Der einst positive Trend ist allerdings in den vergangenen Jahren zunehmend ins Stocken geraten. So hat sich der seinerzeit beständig wachsende Marktanteil von jodiertem Speisesalz bei aktuell rund 80 Prozent eingependelt (Großklaus 2017). Hinzu kommt: Das Salzen zu Hause spielt für die Jodversorgung mit einem Anteil von weniger als 20 Prozent nur eine untergeordnete Rolle (Arbeitskreis Jodmangel 2016). Entsprechend wichtig erscheint es, dass handwerklich sowie industriell hergestellte Lebensmittel Jodsatz enthalten.

Diese Entwicklungen verdeutlichen, wie wichtig es ist, die Bevölkerung und die Verantwortlichen in der Lebensmittelherstellung, einschließlich Außer-Haus-Verzehr und Gastronomie, über die Bedeutung von Jodsatz zu informieren und für seine Verwendung zu sensibilisieren.

Literatur

AK Jodmangel (2015). Jodversorgung Aktuell. Herbst-Ausgabe. Im Internet: https://jodmangel.de/wp-content/uploads/2016/04/AKJ_Jodversorgung-Aktuell.pdf, Zugriff vom 25.09.2023

AK Jodmangel (2016). Jodversorgung Aktuell. Herbst-Ausgabe. Im Internet: <https://jodmangel.de/wp-content/uploads/2016/10/AKJ-Jodversorgung-Aktuell-2016.pdf>, Zugriff vom 25.09.2023

AK Jodmangel (o.D.). Jodgehalt in Biomilch und -milchprodukten? – Leserfrage. Im Internet: <https://jodmangel.de/2016/jodgehalt-in-biomilch-und-milchprodukten/>, Zugriff vom 21.09.2023

Allergieinformationsdienst (2019). Wie verbreitet ist eine Nahrungsmittelallergie?. Im Internet: www.allergieinformationsdienst.de/krankheitsbilder/nahrungsmittelallergie/verbreitung.html, Zugriff vom 23.10.2023

Bechtholt A (2009). Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Ernährungs-Umschau. 56(6): 346-353.

Bissinger K, Busl L, Dudenhöfer C, Fast D (2019). Repräsentative Markterhebung zur Verwendung von Jodsatz in handwerklich und industriell gefertigten Lebensmitteln. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt zur Bereitstellung wissenschaftlicher Entscheidungshilfe für das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), 2019. Im Internet: www.researchgate.net/publication/330015554_Repräsentative_Markterhebung_zur_Verwendung_von_Jodsatz_in_handwerklich_und_industriell_gefertigten_Lebensmitteln_Abschlussbericht_zum_Forschungsprojekt_zur_Bereitstellung_wissenschaftlicher_Entscheid, Zugriff vom 20.09.2023

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) (2020). Sushi-Blätter häufig mit Schadstoffen belastet – Auch Jodgehalt oft zu hoch. Pressemitteilung vom 28.05.2020. URL: https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/01_lebensmittel/2020/2020_05_28_PI_Sushi-Blätter.html

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2007). Gesundheitliche Risiken durch zu hohen Jodgehalt in getrockneten Algen. Aktualisierte Stellungnahme Nr. 026/2007 des BfR vom 22. Juni 2004. Im Internet: https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/gesundheitliche_risiken_durch_zu_hohen_jodgehalt_in_getrockneten_algen.pdf, Zugriff vom 21.09.2023

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2014). Jod, Folsäure und Schwangerschaft – Ratschläge für Ärzte. Im Internet: www.bfr.bund.de/cm/350/jod-folat-folsaeure-und-schwangerschaft.pdf Zugriff vom 25.09.2023

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2021). Jodversorgung in Deutschland wieder rückläufig – Tipps für eine gute Jodversorgung. Fragen und Antworten zur Jodversorgung und zur Jodmangelvorsorge. FAQ des BfR vom 20. Februar 2020 (aktualisiert 9. Februar 2021). Im Internet: www.bfr.bund.de/cm/343/jodversorgung-in-deutschland-wieder-ruecklaeufig-tipps-fuer-eine-gute-jodversorgung.pdf, Zugriff vom 22.09.2023

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2021b). Jod, Folat/Folsäure und Schwangerschaft. Im Internet: www.bfr.bund.de/cm/350/jod-folat-folsaeure-und-schwangerschaft.pdf, Zugriff vom 23.10.2023

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2023). „Wenn Salz, dann Jodsatz“: BMEL startet Informationsoffensive. Pressemeldung Nr. 109/2023 vom 08.09.2023. Im Internet: www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2023/109-jodsatz.html, Zugriff vom 21.09.2023

Daub S (2009). Untersuchungen zum Jodgehalt in Süßwasserfischen. Feldfütterungsversuch mit der maximal zulässigen Menge an Iod im Fischfutter. URL: <https://d-nb.info/993856004/34>

Demeter (2022): Erzeugung und Verarbeitung – Richtlinien für die Zertifizierung „Demeter“ und „Biodynamisch“. URL: www.demeter.de/sites/default/files/2022-11/richtlinien_gesamt.pdf

Destatis (2012) Prävalenz von Laktose-Unverträglichkeit in der Erwachsenenbevölkerung ausgewählter Ländern; <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/246822/umfrage/praevalenz-von-laktose-unvertraeglichkeit-in-ausgewählten-laendern/m>, Zugriff vom 23.10.2023

Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (2016). Speisesalzgehalt in Lebensmitteln senken. Pressemeldung Nr. 03/2016 vom 02.03.2016. Im Internet: www.dge.de/fileadmin/dok/presse/meldungen/2011-2018/DGE-Pressemeldung-aktuell-03-2016-Speisesalz_01.pdf, Zugriff vom 21.09.2023

Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (Hrsg.). (2016). 13. DGE-Ernährungsbericht, Bonn



DIE AUTORIN

Dr. jur. Christina Rempe ist staatlich geprüfte Lebensmittelchemikerin mit Promotion im Lebensmittelrecht. Neben ihrer Tätigkeit als freie Fachautorin betreibt sie Workshops zur Ernährungsbildung in einem Berliner Kindermuseum.

Dr. jur. Christina Rempe
Rambowstr. 16, 12359 Berlin
kontakt@c-rempe.de

- Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (Hrsg.) (o.D.). DGE-Ernährungskreis. Im Internet: www.dge.de/gesunde-ernaehrung/dge-ernaehrungsempfehlungen/dge-ernaehrungskreis/, Zugriff vom 27.09.2023
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.) (D-A-CH). (2015). Jod. In: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Bonn, 1. Aufl.
- Deutsches Schilddrüsenzentrums (o.D.). Jod, Selen, Vitamine und Ernährung. Im Internet: www.deutsches-schilddruesenzentrum.de/wissenswertes/funktion-der-schilddruese/jod-selen-vitamine-und-ernaehrung/, Zugriff vom 23.10.2023
- Domke A, Großklaus R, Niemann B, Przyrembel H, Richter K, Schmidt E, Weißenborn A, Wörner B, Ziegenhagen R (Hrsg.) (2004). Verwendung von Mineralstoffen in Lebensmitteln, Toxikologische und ernährungsphysiologische Aspekte, Teil II. Im Internet: www.bfr.bund.de/cm/350/verwendung_von_mineralstoffen_in_lebensmitteln_bfr_wissenschaft_4_2004.pdf, Zugriff vom 20.09.2023
- Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) (2018). Summary of Tolerable Upper Intake Levels – version 4. Im Internet: www.efsa.europa.eu/sites/default/files/assets/UL_Summary_tables.pdf, Zugriff vom 06.10.2023
- Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) (2023). Nährstoffaufnahme-Referenzwerte. Im Internet: <https://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/dietary-reference-values>, Zugriff vom 05.10.2023
- Europäische Stiftung für Allergieforschung (ECARF) (2016). Fischallergie. Im Internet: <https://www.ecarf.org/info-portal/allergien/fischallergie/>, Zugriff vom 23.10.2023
- Gärtner R (2015). Jodstoffwechsel und Einflüsse auf Erkrankungen der Schilddrüse. Ernährungs Umschau. 62(12): M694–703. Im Internet: www.ernaehrungs-umschau.de/fileadmin/Ernaehrungs-Umschau/pdfs/pdf_2015/12_15/EU12_2015_M694-M703.pdf, Zugriff vom 11.10.2023
- Gärtner R, Remer T, Schöne F, Großklaus R, Thamm M, Schwind D (2021). Jod – ein essenzielles Spurenelement in der Dauerkritik. Ernährungs-Umschau. 68(12): M702-M711. Im Internet: https://jodmangel.de/wp-content/uploads/2022/03/Sonderdruck_Special_Jod_web.pdf, Zugriff am 22.09.2023
- Großklaus R. (2017). Vortragsdokumentation anlässlich des Berliner Joddialogs am 26.06.2017. Im Internet: https://jodmangel.de/wp-content/uploads/2017/07/BJ_Einsatz-von-Jodsalz-in-der-Lebensmittelverarbeitung.pdf, Zugriff am 21.09.2023
- Hahn A, Ströhle A, Wolters M (2016). Ernährung – Physiologische Grundlagen, Prävention, Therapie. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart. 3. Aufl.
- Hey I, Thamm M (2019). Abschlussbericht: Monitoring der Jod- und Natriumversorgung bei Kindern und Jugendlichen im Rahmen der Studie des Robert Koch-Instituts zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS Welle 2). Förderkennzeichen: 2814HS003.
- Karl H, Munker W (1998). Iod in Fischen und Fischerzeugnissen. URL: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dk040869.pdf
- Kasper H (2004). Ernährungsmedizin und Diätetik. Urban & Fischer München Jena. 10. Aufl.
- Kengeter, Brigitte (2003). Die Bedeutung von Ziegenmilch für die menschliche Ernährung unter Berücksichtigung des Angebotes auf dem Bio-Markt. Schriftenreihe des Arbeitskreises für Ernährungsforschung, Nr. 1. Arbeitskreis für Ernährungsforschung. Im Internet: <https://orgprints.org/id/eprint/2717/>, Zugriff vom 23.10.2023
- Köhler M, Fechner A, Leiterer, M, Spörl, K (2012). Iodine content in milk from German cows and in human milk: new monitoring study. Trace Elements and Electrolytes. 29(2): 119-126, DOI:10.5414/TEX01221
- Koletzko B, Cremer M, Flothkötter M, Graf C, Hauner H, Hellmers C, Kersting M, Krawinkel M, Przyrembel H, Röbl-Mathieu M, Schiffner U, Vetter K, Weißenborn A, Wöckel A (2018). Ernährung und Lebensstil vor und während der Schwangerschaft – Handlungsempfehlungen des bundesweiten Netzwerks Gesund ins Leben. Geburtsh Frauenheilk 78(12): 1262–1282. DOI: doi.org/10.1055/a-0713-1058
- Langen U, Schmitz R, Steppuhn H. (2013). Prevalence of allergic diseases in Germany: results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1). Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitschutz; 56: 698706.
- Lobitz R (2019). Fisch als Lebensmittel. Ernährung im Fokus, 2: 113–122
- Podlogar J, Schmollich M (2019). Vitamin, Mineralstoffe, Spurenelemente – Beratungswissen für die Apothekenpraxis, Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart.
- Remer T, Thamm M (2015). Abschlussbericht: Ermittlung der täglichen Jod- und Salzzufuhr Erwachsener in Deutschland: Biomarkerbasierte Datenanalyse der repräsentativen DEGS-Studie und methodologische Basislegung für künftige Gesundheitssurveys. Förderkennzeichen: 2813HS013.
- Richter M, Boeing H, Grünewald-Funk D, Hesecker H, Kroke A, Leschik-Bonnet E, Oberritter H, Strohm D, Watzl B (2016). Vegane Ernährung – Position der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE). Ernährungs Umschau international; 4: 92-102
- Richter M, Kroke A, Grünewald-Funk D, Hesecker H, Virmani K, Watzl B (2020). Ergänzung der Position der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. zur veganen Ernährung hinsichtlich Bevölkerungsgruppen mit besonderem Anspruch an die Nährstoffversorgung. Ernährungs Umschau – Sonderheft 5: 64-72; DOI: 10.4455/eu.2020.04
- Rudloff S, Bührer C, Jochum F, Kauth T, Kersting M, Körner A, Koletzko B, Mihatsch W, Prell C, Reinehr T, Zimmer K-P (2018). Vegetarische Kostformen im Kindes- und Jugendalter. Stellungnahme der Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e. V. (DGKJ). Monatsschr Kinderheilkd; doi.org/10.1007/s00112-018-0547-6
- Schöne, F (2016). Leserbrief: Jod in Milch und Eiern über Tierfutterjodierung – wichtige Jodquellen unserer Nahrung. URL: www.ernaehrungs-umschau.de/print-news/15-03-2016-leserbrief-jod-in-milch-und-eiern-ueber-tierfutterjodierung-wichtige-jodquellen-unserer-nahrung/
- Scriba P C, Hesecker H, Fischer A (2007). Jodmangel und Jodversorgung in Deutschland. Präz Gesundheitsf 2:143–148. DOI 10.1007/s11553-007-0074-0.
- Statista (o.D.). Definition Normalverteilung. Im Internet: <https://de.statista.com/statistik/lexikon/definition/95/normalverteilung/>, Zugriff vom 11.10.2023
- Weikert C, Trefflich I, Menzel J (2020). Versorgungsstatus mit Vitaminen und Mineralstoffen bei veganer Ernährungsweise. Dtsch Arztebl Int; 117: 575-82; DOI: 10.3238/arztebl.2020.0575
- Wolf P, Winhofer Y, Krebs M (2014). Beeinflussung der Schilddrüsenfunktion durch Medikamente. J Klin Endokrinol Stoffw; 7(2): 58–63.
- World Health Organization (WHO) (2007). Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers. 3. Aufl.
- Worm M, Reese I, Ballmer-Weber B, Beyer K, Bischoff SC, Bohle B, Brockow K, Claßen M, Fischer PJ, Hamelmann E, Jappe U, Kleine-Tebbe J, Klimek L, Koletzko B, Lange L, Lau S, Lepp U, Mahler V, Nemat K, Raithel M, Saloga J, Schäfer C, Schnadt S, Schreiber J, Szépfalusi Z, Treudler R, Wagenmann M, Werfel T, Zuberbier T (2021). Update Leitlinie zum Management IgE-vermittelter Nahrungsmittelallergien. S2k-Leitlinie der DGAKI Allergologie, 44 (7): 488-541. Im Internet: <https://dgaki.de/wp-content/uploads/2022/02/Worm-2021-Update-Leitlinie-Management-IgE-vermittelter-Nahrungsmittelallergien-1.pdf>, Zugriff vom 23.10.2023