



Markus Kolm

# Vegane und vegetarische Ernährung aus medizinischer Sicht

Fundiert beraten bei pflanzenbasierten  
Ernährungsformen

 Springer

# Vegane und vegetarische Ernährung aus medizinischer Sicht

Markus Kolm

# Vegane und vegetarische Ernährung aus medizinischer Sicht

Fundiert beraten bei pflanzenbasierten  
Ernährungsformen

 Springer

Markus Kolm  
Allgemeinmedizin Auhof  
Wien, Österreich

ISBN 978-3-662-68300-2      ISBN 978-3-662-68301-9 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-68301-9>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 2024

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jede Person benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des/der jeweiligen Zeicheninhaber\*in sind zu beachten.

Der Verlag, die Autor\*innen und die Herausgeber\*innen gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autor\*innen oder die Herausgeber\*innen übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Einbandabbildung: © jr-art/stock.adobe.com/Generated with AI  
Illustrationen: Katharina Gerold, BA

Planung/Lektorat: Renate Eichhorn  
Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.  
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Wenn Sie dieses Produkt entsorgen, geben Sie das Papier bitte zum Recycling.

# Vorwort

Pflanzenbasierte Ernährungsformen erfreuen sich immer größerer Beliebtheit. Die Zahl derer, die sich vegetarisch oder rein vegan ernähren, nimmt laut Umfragen und wissenschaftlichen Studien stetig zu. So betrug beispielsweise im Jahr 2017 laut „Statista“ der Anteil der Vegetarier:innen und Veganer:innen in Österreich ca. 7 %, während 2021 bereits 11 % der Befragten angaben, sich vegetarisch oder vegan zu ernähren. Das bedeutet, dass auch in der ärztlichen Praxis jede 10. Person zumindest einmal mit dem Gedanken von Veganismus gespielt hat oder eine vegetarische/vegane Lebensweise praktiziert. Vor allem viele junge Patient:innen leben diese Ernährungsform.

Für Angehörige von Gesundheitsberufen ist dieser Trend durchaus positiv zu sehen. Während man vor Jahrzehnten noch die Abwesenheit von Fleisch in der Ernährung kritisch beäugte, gilt die ausschließlich vegetarische Kost längst als bedarfsdeckend. Vorbehalte gibt es jedoch nach wie vor gegenüber Menschen, die tierische Produkte gänzlich aus ihrem Speiseplan gestrichen haben. Vor allem, wenn es sich um Personen in sensiblen Lebensphasen wie Schwangerschaft, Kindheit oder Adoleszenz handelt. Doch auch hier setzt mittlerweile ein Umdenkprozess ein, der sich nicht auf ein bloßes Bauchgefühl, sondern valide wissenschaftliche Daten stützen kann.

Im Kontext der ärztlichen Betrachtung sind besonders die durch unzählige wissenschaftliche Arbeiten bestätigten potenziellen Vorteile einer vollwertigen und abwechslungsreichen pflanzenbasierten Kostform in Bezug auf typisch ernährungsassoziierte Erkrankungen hervorzuheben. Die der Gesundheit zuträglichen Effekte einer pflanzenbasierten Kost entfalten sich vor allem über den höheren Ballaststoffgehalt, die geringere Gesamtfettmenge

bei gleichzeitig ernährungsphysiologisch wertvollerem Fettsäureprofil (geringere Menge an gesättigten Fettsäuren, höhere Menge an ein- und mehrfach ungesättigten Fettsäuren), die höhere Nährstoffdichte sowie der höheren Zufuhr an sog. sekundären Pflanzenstoffen (Carotinoide, Flavonoide, Isoflavone etc.) im Vergleich zu einer typisch westlichen Mischkost. Um das volle gesundheitliche Potenzial vegetarisch bzw. veganer Ernährungsweisen auszunutzen, empfiehlt es sich, aus ärztlicher Sicht über eben diese Vorteile aufzuklären.

Eine abwechslungsreiche, vollwertig pflanzliche Kost weist somit großes, bisher jedoch zu selten genutztes Potenzial sowohl in der Prävention als auch in der Therapie typisch ernährungsassoziierter Erkrankungen auf. Zurückhaltung in Beratungsgesprächen oder gar ein Abraten von pflanzenbasierten Ernährungsformen durch Angehörige eines Gesundheitsberufes sind oftmals bestehenden Mythen bzw. weit verbreiteten Falschinformationen sowie dem Fehlen von Fachwissen rund um vegane Ernährung geschuldet. So wird das Thema Ernährung während des Medizinstudiums immer noch stiefmütterlich behandelt. Aufgrund dessen kann der ernährungsspezifische Wissensstand der Ärzteschaft häufig als gering angesehen werden. Eine tiefere Auseinandersetzung mit diesem Thema beruht bis aktuell lediglich auf Eigenengagement zur Wissensgewinnung. Findet diese auf Eigeninitiative beruhende Informationsgewinnung nicht statt, kann dies der Grundstein für fehlendes Fachwissen sein.

Als ernährungswissenschaftlich versierter Arzt ist es mir ein großes Anliegen, über die potenziellen Vorteile einer pflanzenbasierten Kost aufzuklären. Außerdem möchte ich gängige Mythen und Vorbehalte bezüglich dieser Ernährungsformen thematisieren und evidenzbasiert Daten und Fakten gegenüberstellen.

Inhalt dieses Kompendiums rund um eine pflanzenbasierte Kost ist ein strukturierter Leitfaden zum Praktizieren einer gelungenen veganen Ernährung, Auflistungen aussagekräftiger Laborparameter zur Abschätzung der Versorgung potenziell kritischer Nährstoffe sowie Darstellungen ausgewählter ernährungsassoziierter Erkrankungen. Hierbei werden überblicksmäßig sowohl Ursachen, Prävention als auch ernährungstherapeutische Ansätze aufgezeigt.

Das Ziel dieses Kompendiums ist zusammengefasst ein Bereitstellen von evidenzbasierten Informationen rund um die Vorteile einer pflanzenbasierten Kost, um so möglichst vielen interessierten Personen die wichtigsten Eckpfeiler näher zu bringen.

Markus Kolm

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung, Mythen und ernährungswissenschaftliche Grundlagen</b>	<b>1</b>
1.1 Einführung	2
1.2 Mythen rund um vegane Ernährung	3
1.3 Ernährungswissenschaftliche Grundlagen	8
1.4 Vollwertige Nahrungsmittel und deren Bedeutung für die Gesundheit	13
1.5 Ballaststoffe	18
1.6 Sekundäre Pflanzenstoffe	31
Literatur	42
<b>2 Vegan, aber Richtig – Darstellung potenziell kritischer Nährstoffe</b>	<b>53</b>
2.1 Proteine	56
2.2 Langkettige Omega-3-Fettsäuren	61
2.3 Eisen	79
2.4 Zink	88
2.5 Kalzium	94
2.6 Jod	103
2.7 Selen	110
2.8 Vitamin B <sub>2</sub> (Riboflavin)	117
2.9 Vitamin D	121
2.10 Vitamin A	127

## VIII Inhaltsverzeichnis

2.11	Vitamin B <sub>12</sub>	135
2.12	Cholin	144
	Literatur	156
<b>3</b>	<b>Empfohlene Nahrungsmittelauswahl zum Gelingen einer bedarfsdeckenden veganen Ernährung</b>	177
	Literatur	180
<b>4</b>	<b>Empfohlene Laborparameter zur Überprüfung des Nährstoffstatus</b>	181
4.1	Darstellung ausgewählter Laborparameter	182
	Literatur	196
<b>5</b>	<b>Gesundheit – Ernährung in Prävention und Therapie typisch ernährungsassoziierter Erkrankungen</b>	199
5.1	Übergewicht und Adipositas	200
5.2	Bluthochdruck	209
5.3	Fettstoffwechselstörungen (Dyslipidämien)	220
5.4	Blutzuckerkrankheit	233
	Literatur	240
<b>6</b>	<b>Knochengesundheit bei veganer Ernährung</b>	255
6.1	Knochenaufbau	256
6.2	Osteoporose	259
6.3	Osteoporose- und Frakturrisiko bei veganer Kost	265
	Literatur	268
<b>7</b>	<b>Ausblick – Die Zukunft einer pflanzenbasierten Ernährungsweise</b>	271
	Literatur	272

# Abkürzungsverzeichnis

A	Österreich
AA	Arachidonsäure
AGEs	Advanced Glycation End Products
AHS-2	Adventist Health Study 2
AI	Adequate Intake
ALA	$\alpha$ -Linolensäure
AND	Academy of Nutrition and Dietetics
AS	Aminosäure
ATBC-Studie	The Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Lung Cancer Prevention Study
ATP	Adenosintriphosphat
BDA	British Dietetic Association
BfR	Deutsches Bundesinstitut für Risikobewertung
BfS	Deutsches Bundesamt für Strahlenschutz
BMD	Bone Mineral Density
BMI	Body-Mass-Index
BW	Biologische Wertigkeit
BZ	Blutzucker
C	Kohlenstoff
Ca	Kalzium
Ca <sup>2+</sup>	Kalziumionen
CH	Schweiz
CH <sub>3</sub>	Methylgruppe
CK-NAC	Gesamtkreatinkinase
COOH	Carbonsäuregruppe

## X Abkürzungsverzeichnis

COX	Cyclooxygenase
CRP	C-reaktives Protein
Cu <sup>2+</sup>	Kupferionen
D	Deutschland
DALYs	Disability-Adjusted Life-Years
DASH	Dietary Approaches to Stop Hypertension
DC	Dietitians of Canada
DEGS	Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DHA	Docosahexaensäure
DMT-1	Divalenter Metallotransporter-1
DNA	Desoxyribonukleinsäure
DRV	Dietary Reference Values
DVO	Dachverband Osteologie
EFSA	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
eNOS	Endotheliale Stickstoffsynthase
EPA	Eicosapentaensäure
ESC	European Society of Cardiology
ESCEO	European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis
ESH	European Society of Hypertension
FAD	Flavinadenindinukleotid
Fe	Eisen
Fe <sup>2+</sup>	2-wertiges Eisen
Fe <sup>3+</sup>	3-wertiges Eisen
FGF23	Fibroblastenwachstumsfaktor 23
fl	Femtoliter (1 Milliardstel Milliliter)
FMN	Flavinmononukleotid
FOS	Fructooligosaccharid
GBD	Global Burden of Disease
γ-GT	γ-Glutamyltransferase
GI	Glykämischer Index
GIP	Glucose-dependent-insulinotropic-Polypeptid
GLP-1	Glucagon-like Peptid 1
GOT	Glutamat-Oxalacetat-Transaminase
GPT	Glutamat-Pyruvat-Transaminase
GPx	Glutathionperoxidase
H	Wasserstoff
H <sub>2</sub> O	Wasser
HDL	High-density-Lipoprotein
HEI-2010	Healthy Eating Index 2010
HMG-CoA-Reduktase	Hydroxymethylglutaryl-CoA-Reduktase
Holo-TC	Holotranscobalamin

IAUC	Incremental Area under the Curve
IDDM	Insulin-dependent Diabetes mellitus = Typ-1-Diabetes
IDL	Intermediate-density-Lipoprotein
IE = IU	Internationale Einheiten = International Units
IF	Intrinsic Factor
IL	Interleukin
IOM	Institute of Medicine
KBIT-2	Kaufmann Brief Intelligence Test, second edition
kcal	Kilokalorien
KG	Körpergewicht
kJ	Kilojoule
KHK	Koronare Herzerkrankung
l	Liter
LA	Linolsäure
LDL	Low-density-Lipoprotein
Lp(a)	Lipoprotein(a)
LWS	Lendenwirbelsäule
MCH	Mean Corpuscular Hemoglobin = mittleres Zellhämoglobin
MCHC	Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration = mittlere Zellhämoglobinkonzentration
MCV	Mean Corpuscular Volume = mittleres Zellvolumen
MDS	Mediterranean Diet Score
MMA	Methylmalonsäure
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
MODY	Maturity-onset Diabetes of the Young
Na <sup>+</sup>	Natrium
NAFL	Nichtalkoholische Fettlebererkrankung
ng	Nanogramm
NHMRC	National Health and Medical Research Council of Australia
NIDD	Non-insuline-dependent Diabetes mellitus = Typ-2-Diabetes
NIH	National Institute of Health
nmol	Nanomol
NO	Stickstoffmonoxid
NVS II	Nationale Verzehrstudie II
PEMT	Phosphatidylethanolamin-N-Methyltransferase
pg	Pikogramm
PI	Proteaseinhibitor
pmol	Pikomol
RCT	Randomisierte kontrollierte Studie

## XII Abkürzungsverzeichnis

RNA/RNS	Ribonukleinsäure
RO	Reaktive Sauerstoffspezies
RR	Riva-Rocci = Blutdruck
SAM	S-Adenosyl-Methionin
Se	Selen
sek.	Sekundäre
SePP	Selenprotein P
T3	Trijodthyronin
T4	Thyroxin
TC I–III	Transcobalamin I–III
TNF- $\alpha$	Tumornekrosefaktor- $\alpha$
TRFS	Transferrinsättigung
TSP	Textured Soja Protein
TVP	Textured Vegetable Protein
VGÖ	Vegane Gesellschaft Österreich
VLDL	Very-low-density-Lipoprotein
WHO	World Health Organisation
WRAML2	Wide Range Assessment of Memory and Learning Second Edition
Zn <sup>2+</sup>	Zink



# 1

## Einführung, Mythen und ernährungswissenschaftliche Grundlagen

Veganismus beschreibt eine Ernährungsweise, welche auf einer rein pflanzlichen Kost basiert. Die vegane Ernährungsweise wird den sog. „alternativen Ernährungsformen“ zugeordnet. Diese beschreiben Ernährungsweisen, welche von der üblichen westlichen Mischkost abweichen und als Dauerkost geeignet sind. Diäten oder therapeutische Ernährungsformen (wie z. B. die glutenfreie Kost bei Zöliakie) zählen hier nicht dazu (Leitzmann & Keller, 2020). Im Unterschied zu vegan lebenden Personen verzehren Lakto-Ovo-Vegetarier:innen Milch und Milchprodukte sowie Eier. Pesco-Vegetarier:innen inkludieren darüber hinaus Fisch in ihren Speiseplan.

Die Gründe für das Praktizieren alternativer Ernährungsformen sind vielfältig. In der westlichen Welt stellen ethische Motive für vegan lebende Personen die bedeutendsten Beweggründe dar (Fox & Ward, 2008, Radnitz et al., 2015). Darüber hinaus können u. a. gesundheitliche Gründe, religiöse Überzeugungen und ökologische Motive Grundlage für eine vegane Ernährung darstellen (Ruby, 2012). Im Kontext der gesundheitlichen Betrachtungsweise sind die vielfältigen Vorteile einer pflanzenbasierten Kost zu nennen. Ernährung als eine der beeinflussbaren Determinanten des Gesundheitsstatus birgt ein großes präventives sowie therapeutisches Potenzial im Hinblick auf nichtübertragbare Krankheiten wie Übergewicht, Bluthochdruck, Fettstoffwechselstörungen sowie Diabetes mellitus.

Mithilfe verschiedener Indizes können unterschiedliche Muster des Lebensmittelverzehrs im Hinblick auf deren ernährungsphysiologische Qualität quantifiziert und bewertet werden (Krebs-Smith et al., 2018). Zur

Beurteilung werden beispielsweise Punkte definierten Lebensmittelgruppen in Abhängigkeit der Ernährungsempfehlungen zugeordnet. Dabei zeigt sich bei höherer Punktezahl ein größerer Gesundheitsnutzen. An dieser Stelle wird beispielhaft auf eine Arbeit verwiesen, in welcher die Ernährungsmuster von Veganer:innen, Vegetarier:innen, Semi-Vegetarier:innen (Flexitarier:innen), Pesco-Vegetarier:innen (Fischesser:innen) sowie Mischköstler:innen verglichen wurden (Clarys et al., 2014). Als Indikatoren für die Ernährungsqualität wurden dabei der Healthy Eating Index 2010 (HEI-2010) sowie der Mediterranean Diet Score (MDS) berechnet. Die berechneten HEI-2010-Werte – wobei maximal 100 Gesamtpunkte erreichbar sind – betragen für Veganer:innen 65,4, für Semi-Vegetarier:innen 59,4, für Vegetarier:innen und Pesco-Vegetarier:innen jeweils 58,7 und für Mischköstler:innen 54,2 Punkte. Somit wies die Gruppe der Veganer:innen die höchste Punkteanzahl auf, was schlussendlich auf den Verzehr ernährungsphysiologisch wertvoller Nahrungsmittel zurückzuführen war.

## **1.1 Einführung**

Vegetarier:innen und insbesondere Veganer:innen konsumieren verglichen mit Mischköstler:innen häufiger vollwertige Nahrungsmittel, welche gesundheitsfördernde Eigenschaften aufweisen (Bradbury et al., 2017). So erreichen Personen, welche sich vegetarisch oder vegan ernähren, zumeist die Höhe der Verzehrempfehlungen der Fachgesellschaften für vollwertige pflanzliche Nahrungsmittel (Orlich et al., 2014). Vollwertige pflanzliche Nahrungsmittel haben nachweislich eine große gesundheitliche Relevanz (siehe Kap. 5). Begründet wird dies durch den hohen Anteil an Ballaststoffen sowie die sekundären Pflanzenstoffe. Vollkornprodukte, Hülsenfrüchte, Nüsse, Obst und Gemüse weisen, im Unterschied zu tierischen Produkten, auch ein günstigeres Spektrum in Bezug auf die enthaltenen Fette auf: Der Verzehr von weniger gesättigten, dafür vermehrt einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren wirkt sich positiv auf den menschlichen Stoffwechsel aus.

Zudem mindern Ballaststoffe die Energiedichte in der Ernährung. Nach den Atwater-Faktoren, die eine Aussage über den Brennwert von Nahrungsmitteln geben (Kohlenhydrate: 4 kcal/g, Protein 4 kcal/g, Fett 9 kcal/g), werden die Ballaststoffe mit 0 kcal/g beziffert. Auch wenn genau genommen die fermentierbaren Ballaststoffe im Dickdarm verstoffwechselt werden und damit auch eine gewisse Kalorienmenge aufweisen.

Darüber hinaus haben sekundäre Pflanzenstoffe viele weitere der Gesundheit zuträgliche Effekte. Sie werden im folgenden Kapitel tabellarisch dargestellt. So wirken etwa die Verbindungen der Polyphenole bzw. die Flavonoide antihypertensiv. Auch die etwa in Nüssen oder geschrotetem Leinsamen enthaltene Lignane haben einen günstigen Einfluss auf den Blutdruck. Andere Inhaltsstoffe dürften wiederum eine antikanzerogene Wirkung besitzen.

So soll in diesem Kapitel eine Lanze für eine vollwertige pflanzenbasierte Nahrung und die darin enthaltenen Ballaststoffe gebrochen werden – die geringere Energiedichte, das günstige Fettsäureprofil und die direkten Auswirkungen auf Blutdruck und unkontrolliertes Zellwachstum lassen diese Ernährungsform in einem medizinisch besonders guten Licht erscheinen. Trotz der vielfältigen positiven Auswirkungen auf die Gesundheit kursieren – auch unter Angehörigen von Gesundheitsberufen – zum Teil sich hartnäckig haltende Mythen rund um pflanzenbasierte Ernährungsweisen. Aus diesem Grund wird nachfolgend auf gängige Mythen näher eingegangen und diese aus einem korrigierenden Blickwinkel näher betrachtet.

## 1.2 Mythen rund um vegane Ernährung

Rund um das Thema Ernährung – speziell betreffend vegane Ernährung – ranken sich einige Mythen und Unwahrheiten. So wird zum Beispiel vielfach davon ausgegangen, dass eine ausreichende Proteinversorgung bei ausschließlich pflanzlicher Kost überhaupt nicht oder wenn, nur mit der zusätzlichen Einnahme von Proteinnahrungsergänzungspräparaten abgedeckt werden kann. Ein anderer Mythos besagt, dass durch eine vegane Ernährung eine Unterversorgung mit Eisen vorprogrammiert wäre. Häufig wird auch davon ausgegangen, dass eine bedarfsdeckende Kalziumversorgung ausschließlich über den Konsum von Milch und Milchprodukten gewährleistet werden kann, oder dass eine Versorgung mit den langkettigen Omega-3-Fettsäuren nur durch den Verzehr von fettreichen Kaltwasserfischen möglich ist.

### 1.2.1 Mythos Proteinbedarfsdeckung

Bereits 1946 wurde durch Mark Hegsted aufgezeigt, dass durch eine rein pflanzliche Ernährung eine positive Stickstoffbilanz als Zeichen einer bedarfsdeckenden Proteinversorgung erzielt werden kann (Munro, 1971). Wie neuere Untersuchungen zeigen und in Tab. 1.1 ersichtlich ist, liegt bei vegan

**Tab. 1.1** Durchschnittliche Proteinzufuhr bei veganer Ernährung. (Mod. nach Mariotti & Gardner, 2019)

Studie	Proteinzufuhr in % der Nahrungsenergie	Proteinzufuhr in g
EPIC-Oxford-Study	13,1	64
Nutrinet-Santé Study	12,8	62
AHS-2	14,1	71
Eine belgischen Studie <sup>1</sup>	14	82
Eine dänische Umfrage <sup>2</sup>	11,1	67
<i>Empfohlene Tageszufuhr</i>	<i>Ca. 10</i>	<i>Ca. 50</i>

<sup>1</sup>(Clarys et al., 2014)<sup>2</sup>(Kristensen et al., 2015)

lebenden Personen durchschnittlich eine bedarfsdeckende Proteinzufuhr vor (Mariotti & Gardner, 2019).

Eine Proteinbedarfsdeckung kann, wie im Abschn. 2.1 ausführlich dargestellt, über regelmäßigen Konsum von Vollkorngetreideprodukten, Hülsenfrüchten und deren Produkte (z. B. Tofu, Tempeh, texturiertes Sojaprotein, Fleischalternativprodukte auf Lupinenmehlbasis), Nüssen und Ölsaaten erfolgen. Neben einer abwechslungsreichen Kostzusammenstellung, welche auf den genannten Nahrungsmitteln aufbaut, sollte auf eine bedarfsdeckende Kalorienzufuhr geachtet werden. Dies ist deshalb von Relevanz, da eine verminderte Kalorienaufnahme häufig mit einer reduzierten Proteinaufnahme bei veganer Ernährung einhergeht.

Durch eine Kombination unterschiedlicher Proteinquellen erhöht sich deren biologische Wertigkeit (BW), welche einen Ausdruck für die Verwertbarkeit zugeführter Nahrungsproteine darstellt. Die Verwertbarkeit beschreibt hierbei eine Umwandlung der zugeführten in körpereigene Nahrungsproteine. So kann beispielsweise durch die Kombination aus Getreideprodukten und Hülsenfrüchten eine höhere BW der in Proteinen enthaltenen Aminosäuren erzielt werden.

### 1.2.2 Mythos Eisenbedarfsdeckung

Ein weiterer Mythos besagt, dass durch eine vegane Ernährung ein Mangel an wichtigen Mikronährstoffen bedingt ist. So halten es immer noch viele Menschen für notwendig, Fleisch zu essen, um ihrem Körper ausreichend Eisen zuzuführen. Hierbei wird jedoch die Tatsache übersehen, dass Fleisch nicht die primäre Quelle für Eisen darstellt. So wie jeder andere Mineralstoff

auch, kann Eisen von Menschen und Tieren nicht selbst gebildet werden (Naigamwalla et al., 2012; Duck & Connor, 2016). Somit ist eine Eisenaufnahme über die Nahrung essenziell. Die primären Eisenquellen stellen für alle tierischen Organismen pflanzliche Nahrungsmittel dar. Ebenso fungiert Eisen auch bei Pflanzen als essenzieller Mineralstoff, indem es diesen zur Energiegewinnung im Rahmen der Fotosynthese dient (Liang, 2022), weswegen sich Eisen in vielen Pflanzen wiederfindet. Über eine Akkumulierung in der Nahrungskette kann sich Eisen im weiteren Verlauf in tierischen Organismen in Form der Hämoproteine Hämoglobin und Myoglobin anreichern.

Wie Übersichtsarbeiten zeigen, kann die tägliche Eisenzufuhr von vegan lebenden Personen bei einer ernährungsphysiologisch wertvollen Kostzusammenstellung, welche Vollkorngetreide(-produkte), Hülsenfrüchte, grünes Blattgemüse sowie Nüsse beinhaltet und demnach hohe Eisengehalte aufweist, zu einer insgesamt höheren Eisenzufuhr als bei einer üblichen Mischkost führen (Bakaloudi et al., 2021). Eine weitere Metaanalyse zu diesem Thema berichtet von ähnlichen Ergebnissen. In dieser Arbeit führten vegan lebende Personen durchschnittlich 21 mg Eisen pro Tag in Form pflanzlicher Nahrungsmittel zu, wohingegen Vegetarier:innen (15,3 mg/Tag) und Mischköstler:innen (13,9 mg/Tag) niedrigere Zufuhrmengen aufwiesen (Neufingerl & Eilander, 2021).

Aufgrund der niedrigeren Bioverfügbarkeit des pflanzlichen Eisens (3-wertiges Eisen oder Nicht-Hämeisen) sind jedoch häufig niedrigere Eisenspeicherparameter (Ferritin) bei vegan lebenden Personen zu beobachten. Eisenmangelanämien sind allerdings trotz durchschnittlich niedriger Ferritinspiegel nicht häufiger bei dieser Personengruppe nachzuweisen als beim Praktizieren anderer Ernährungsformen.

### 1.2.3 Mythos Kalziumversorgung

Einer der am weitesten verbreiteten Irrglauben besagt, dass eine für den menschlichen Organismus ausreichende und bedarfsgerechte Kalziumversorgung ausschließlich über den Konsum von (Kuh-)Milch möglich ist. Ob Kalzium bei veganer Ernährung einen kritischen Nährstoff darstellen kann, hängt stark von der Kostzusammenstellung ab.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass Kalzium auch bei gemischter Kost ein kritischer Nährstoff sein kann, wie Daten der „Nationalen Verzehrstudie II“ aus Deutschland zeigen: Die durchschnittliche Kalziumzufuhr

beträgt hier zwar bei Frauen 960 mg/Tag und bei Männern 1050 mg/Tag, jedoch erreichen 55 % der Frauen und 46 % der Männer nicht die empfohlenen Zufuhrmengen von 1000 mg (Max Rubner-Institut, MRI, 2008). Dies bedeutet, dass Kalzium unabhängig der Ernährungsweise als kritischer Nährstoff angesehen werden kann und sich die Sorge vor einer zu geringen Kalziumzufuhr nicht alleine auf vegan lebende Personen beschränken sollte.

Eine Querschnittsstudie aus der Schweiz untersuchte die Höhe der Kalziumzufuhr von Mischköstler:innen, Vegetarier:innen und Veganer:innen. Hierbei zeigte sich, dass Vegetarier:innen die höchste Zufuhr an Kalzium (1116 mg/Tag) aufwiesen, gefolgt von Mischköstler:innen (1022 mg/Tag) und Veganer:innen (817 mg/Tag) (Schupbach et al., 2017). In einer finnischen Untersuchung wurden im Rahmen einer veganen Ernährung durchschnittlich 1004 mg/Tag an Kalzium zugeführt (Elorinne et al., 2016). Die hohen Kalziumzufuhrmengen finnischer Veganer:innen könnten jedoch darauf beruhen, dass sich mischköstlich bzw. vegetarisch ernärende Finn:innen hohe Kuhmilchverzehrungen aufweisen und Veganer:innen möglicherweise aufgrund der Gewohnheiten alternativ einen hohen Pflanzendrinkkonsum betreiben.

Im Gegensatz zu den bereits erwähnten aktuelleren Publikationen aus der Schweiz und Finnland, berichten ältere Arbeiten teilweise von niedrigeren Kalziumzufuhrmengen vegan lebender Personen. So zeigten beispielsweise in einer schwedischen Arbeit aus dem Jahr 2002 Veganer:innen Zufuhrmengen in der Höhe von 517 mg (männlich) bzw. 538 mg (weiblich) pro Tag (Larsson & Johansson, 2002).

Ein Grund für die im Durchschnitt zunehmend höheren Zufuhrmengen an Kalzium könnte das steigende Wissen rund um eine bedarfsdeckende vegane Ernährung in der Bevölkerung sein. So finden u. a. vermehrt Aufklärungsarbeiten durch Vegane Gesellschaften statt, welche wertvolle Informationen zur Bedarfsdeckung kritischer Nährstoffe kostenfrei zur Verfügung stellen (siehe „Vegane Gesellschaft Österreich“). Des Weiteren sind mittlerweile Fachbücher zu dem Thema im Handel verfügbar. Das stetig zunehmende Wissen rund um bedarfsdeckende vegane Ernährungspraktiken in einigen Teilen der Bevölkerung kann somit einen wichtigen Beitrag dazu leisten, dass Nährstoffe in Höhe der Referenzwerte von dieser Personengruppe zugeführt werden.

Ein weiterer Grund für die steigenden Kalziumzufuhrmengen ist die Tatsache, dass immer mehr Lebensmittel wie Pflanzendrinks mit Kalzium und Vitaminen angereichert werden (Craig & Fresan, 2021). Diese sind mittlerweile auch abseits von Reform- und Biomärkten bei Supermärkten

und Nahversorgern erhältlich und stehen somit einer großen Anzahl an Verbraucher:innen als wertvolle Nährstoffquellen zur Verfügung.

Laut den Daten einer wissenschaftlichen Arbeit aus dem Jahr 2007 zeigen sich neutrale Kalziumbilanzen des menschlichen Körpers bei einer Zufuhr in Höhe von 741 mg pro Tag (Hunt & Johnson, 2007). Aufgrund dessen empfiehlt es sich Kalzium zumindest in dieser Höhe zuzuführen. Um das Risiko etwaiger niedriger Zufuhrmengen zu reduzieren, sei an dieser Stelle auf die Notwendigkeit einer abwechslungsreichen und vollwertigen pflanzenbasierten Kost hingewiesen. So sollte jederzeit auf eine ausreichend hohe Kalziumzufuhr geachtet werden, besonders in sensiblen Phasen des Lebens wie Schwangerschaft, Stillzeit und Wachstum.

#### 1.2.4 Mythos: Zufuhr der langkettigen Omega-3-Fettsäuren nur über Fischkonsum

Ein weiterer Mythos besagt, dass eine Versorgung mit den ernährungsphysiologisch wertvollen Omega-3-Fettsäuren nur über den regelmäßigen Verzehr von fettreichen marinen Fischen möglich ist. Fische stellen jedoch nicht die primäre Quelle der langkettigen Omega-3-Fettsäuren namens Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA) dar. Die primären Quellen dieser Fettsäuren sind Mikroalgen (Doughman et al., 2007; Cardona et al., 2022). Fische sind somit selbst auf eine Aufnahme dieser Fettsäuren angewiesen. So verzehren bestimmte Fischarten Krebstiere namens Krill, welche sich von Mikroalgen ernähren. Die Anreicherung von EPA und DHA in fettreichen Fischen wie Lachse, Heringe und Makrelen erfolgt somit durch Akkumulierung der Omega-3-Fettsäuren in der Nahrungskette.

Auch abseits des Konsums von Fischen ist eine direkte Aufnahme der langkettigen Omega-3-Fettsäuren möglich. So können aus Mikroalgen langkettige Omega-3-Fettsäuren extrahiert werden, welche beispielsweise in Form von Kapseln erhältlich sind. Darüber hinaus werden mittlerweile einige Pflanzenöle wie Leinöl mit DHA angereichert.

Ein wichtiger Punkt liegt in der Tatsache, dass der menschliche Körper die Fähigkeit aufweist, unter bestimmten Voraussetzungen EPA und DHA selbst zu synthetisieren. Als Ausgangssubstanz dieser beiden Fettsäuren dient die essenzielle (also lebensnotwendige und mit der Nahrung unbedingt zuzuführende)  $\alpha$ -Linolensäure (ALA). Hierbei handelt es sich ebenso um eine Omega-3-Fettsäure, welche jedoch eine kürzere Kohlenstoffkette sowie eine geringere Anzahl an Doppelbindungen aufweist. Aus ALA können bestimmte Enzymsysteme des menschlichen Körpers unter gewissen Voraus-

setzungen EPA und DHA bilden. Hierfür müssen jedoch wichtige Punkte beachtet werden: Zuerst ist auf eine regelmäßige Zufuhr ALA-reicher Nahrungsmittel wie Leinsamen, Chiasamen, Hanfsamen, Walnüsse sowie deren Öle zu achten. Darüber hinaus ist auf eine gemäßigte Zufuhr von Linolsäure (LA) – einer Omega-6-Fettsäure – zu achten. Im Falle erhöhter LA-Aufnahme (beispielsweise durch herkömmliches Sonnenblumenöl, Maiskeimöl, Kürbiskernöl) kann eine Hemmung der Umwandlung von ALA in EPA und DHA möglich sein. Dies ist dadurch erklärbar, da LA vom Organismus in Arachidonsäure (eine weitere Omega-6-Fettsäure) verstoffwechselt wird. Dieser Syntheseschritt benötigt die gleichen Enzymsysteme wie zur Bildung von EPA und DHA aus ALA notwendig sind. Omega-3-Fettsäuren und Omega-6-Fettsäuren konkurrieren sozusagen um die gleichen Enzyme zur Bildung langkettiger Fettsäuren und hemmen dadurch kompetitiv die Umwandlung der jeweils anderen Omegagruppe (siehe Abschn. 2.2).

## 1.3 Ernährungswissenschaftliche Grundlagen

### 1.3.1 Energiedichte und Nährstoffdichte

Die typisch westliche Mischkost zeichnet sich häufig durch eine hohe Energiedichte bei gleichzeitig niedriger Nährstoffdichte aus. Dies bedeutet, dass insgesamt zu viel Kalorien bei gleichzeitig geringer Nährstoffkonzentration (z. B. Folsäure, Kalzium, Jod, Vitamin D<sub>3</sub>) zugeführt werden. Mit ein Grund für die zu hohe Energiezufuhr stellt der Verzehr energiedichter und ballaststoffarmer Nahrungsmittel wie Fleisch- und Wurstwaren, Auszugsmehlprodukte sowie gesüßter Limonaden dar (Max Rubner-Institut, MRI, 2008).

Eine regelmäßige und über längere Zeit bestehende Zufuhr kaloriendichter Nahrungsmittel kann mit der Entwicklung von Übergewicht bzw. Adipositas verbunden sein. Häufiger Konsum von Fleisch und Fleischprodukten (rotes und verarbeitetes Fleisch wie Wurst- und Schinkenwaren) stellen hierbei einen besonderen Stellenwert dar (Rouhani et al., 2014; Salter, 2018). In der Metaanalyse von Rouhani et al. (2014) stieg das Adipositasrisiko mit zunehmendem Konsum von verarbeiteten Fleischwaren (v. a. Wurst- und Schinkenwaren) an. So betrug die Risikoerhöhung bei Männern ca. 35 %, bei Frauen ca. 10 %, verglichen mit Personen, die nur selten Fleisch und verarbeitete Fleisch- und Wurstwaren aßen.

Vollwertige pflanzliche Nahrungsmittel weisen im Gegensatz zu einigen tierischen Produkten eine gute Nährstoffdichte bei geringerer Energiedichte auf. Die Energiedichte wird bekanntlich als Energiemenge (in kcal oder kJ) pro 100 g eines Nahrungsmittels definiert. Pflanzliche Nahrungsmittel weisen aufgrund des insgesamt niedrigeren Fettgehaltes sowie der enthaltenen Ballaststoffe eine niedrigere Energiedichte auf. Im Gegensatz dazu sind viele tierische Produkte aufgrund des höheren Fettgehaltes sowie des Fehlens an Ballaststoffen meist kaloriendichter (Clarys et al., 2014; Karlsen et al., 2019).

Mithilfe der Nährstoffdichte lässt sich die Qualität einer zusammengestellten Kost besser beurteilen. Die Nährstoffdichte eines Nahrungsmittels wird definiert als „Nährstoffgehalt (in  $\mu\text{g}$  oder mg oder g pro 100 g) dividiert durch den Brennwert (in kcal oder kJ pro 100 g)“ (siehe Abb. 1.1) (Biesalski et al., 2017). Hierbei ist zu sehen, dass sich bei einer gut zusammengestellten veganen Ernährung eine günstigere Nährstoffdichte als bei der üblichen Mischkost ergibt.

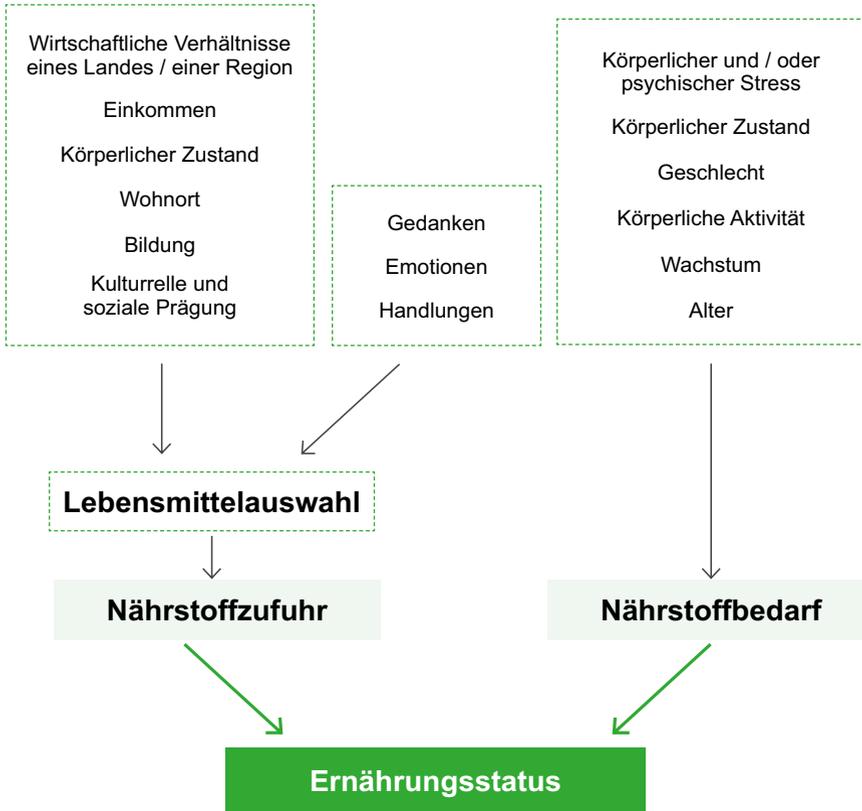
### 1.3.2 Ernährungsstatus einer Person

Ernährung und Ernährungsformen haben als vordergründige Ziele die Sicherstellung der Nährstoffversorgung sowie die Förderung und den Erhalt der Gesundheit. Dementsprechend sollte die Nährstoffzufuhr dem individuellen Nährstoffbedarf angepasst werden, um einen optimalen Ernährungsstatus zu gewährleisten.

Der Ernährungsstatus ergibt sich somit aus den 2 Determinanten „Nährstoffzufuhr“ und „Nährstoffbedarf“ (Elmadfa & Leitzmann, 2019). Diese wiederum sind, wie in Abb. 1.2 ersichtlich, von bestimmten Einflüssen abhängig. So haben Geschlecht, Alter, körperliche Aktivität, Umwelteinflüsse, Krankheiten sowie Schwangerschaft bzw. Stillzeit direkte Einflüsse den Bedarf bestimmter Nährstoffe (Das et al., 2017; Elmadfa & Leitzmann, 2019; Pasiakos, 2020; Jouanne et al., 2021; Nykanen et al., 2022). Die Lebensmittelauswahl ist von den wirtschaftlichen Verhältnissen eines Landes bzw. einer

$$\text{Nährstoffdichte} = \frac{\text{Nährstoffgehalt (in } \mu\text{g, mg, g/100 g Lebensmittel)}}{\text{Brennwert (in kcal, kJ/100 g Lebensmittel)}}$$

Abb. 1.1 Nährstoffdichte



**Abb. 1.2** Determinanten des Ernährungsstatus einer Person. (Mod. nach Elmadfa & Leitzmann, 2019)

Region, des Einkommens sowie des Wohnortes geprägt (Yousefian et al., 2011; Perez-Escamilla et al., 2018; Fergus et al., 2021; Madlala et al., 2023). Darüber hinaus wird das Konsumverhalten wesentlich vom Bildungsniveau beeinflusst (Yahia et al., 2016; Oliveira et al., 2022). Kulturelle und soziale Prägungen spielen zudem eine große Rolle bei der Präferenz bestimmter Nahrungsmittel (Story et al., 2002). So kann das Ernährungsverhalten aus psychologischer Sicht lerntheoretisch erklärt werden: Ernährung ist, so wie die meisten menschlichen Einstellungen und Verhaltensweisen, erlernt. Das bedeutet, dass Einstellungen und Verhaltensweisen von wichtigen Bezugspersonen wie Eltern, Großeltern, Lehrer:innen sowie dem Freundeskreis (Stichwort „Peer groups“) aber auch von relevanten Institutionen wie der Schule oder Kirche übernommen werden (Story et al., 2002; Scaglioni et al., 2008; Gibson et al., 2012; Santiago-Torres et al., 2014; Yee et al., 2017; Sca-

glioni et al., 2018). Ernährungsweisen mit zugrunde liegenden Einstellungen einer Person und den daraus resultierenden Verhaltensweisen spiegeln diesen erlernten Prozess häufig wider. Bei der Auswahl an Nahrungsmitteln orientieren sich Menschen häufig an Modellen, d. h. an vorgelebten Ernährungsmustern wichtiger Bezugspersonen oder Idolen. Dadurch ist auch erklärbar, dass Ernährung und Ernährungsgewohnheiten stark kulturell geprägt sind. Bei der Auswahl an Nahrungsmitteln findet häufig eine Orientierung an Jemem statt, das gesellschaftlich in einer bestimmten Kultur verbreitet ist und akzeptiert wird (Story et al., 2002; Meyer-Rochow, 2009; Grzymislawska et al., 2020). Des Weiteren üben Gedanken und daraus resultierende Emotionen einen starken Einfluss auf die situative Nahrungsmittelauswahl (= Handlung) aus (Greeno & Wing, 1994; Macht, 1999; Macht & Simons, 2000; Aguiar-Bloemer & Diez-Garcia, 2018).

Quantitative und/oder qualitative Fehlernährung kann die Ursache für einen schlechten Ernährungsstatus darstellen. Die typisch westliche Mischkost zeichnet sich hierbei häufig durch eine qualitative Unterernährung bei quantitativer Überernährung aus. Das bedeutet, dass häufig zu viele Kalorien bei gleichzeitig nährstoffarmen Nahrungsmitteln (ballaststoffarme Auszugsmehlprodukte, Convenience-Produkte, verarbeitete Fleisch- und Wurstwaren etc.) zugeführt werden.

Kleinkinder, Schulkinder, Jugendliche sowie Schwangere, Stillende und ältere Menschen stellen Risikogruppen für eine qualitative Fehlernährung dar. Bei den genannten Personengruppen empfiehlt es sich besonders, auf entsprechend nährstoffreiche Nahrungsmittel zurückzugreifen.

Vegetarisch und vegan lebende Personen sollten ebenso auf ernährungsphysiologisch wertvolle Nahrungsmittel wie Vollkornprodukte, Hülsenfrüchte, Obst und Gemüse sowie Nüsse und Ölsaaten zurückgreifen, um das Risiko für einen Nährstoffmangel zu reduzieren (Näheres siehe Kap. 3). Idealerweise sollten Nährstoffe in Höhe der Referenzwerte zugeführt werden. Hiermit wird sichergestellt, dass eine bedarfsdeckende Versorgung gewährleistet ist.

### 1.3.3 Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr zur Deckung des Nährstoffbedarfs

Zur Orientierung des Nährstoffbedarfs werden regelmäßig aktualisierte Empfehlungen für die Höhe der Nährstoffzufuhr publiziert. In den deutschsprachigen Ländern werden diese als „Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr“ bezeichnet und als sog. „DGE/ÖGE-Referenzwerte“ geführt (früher

D-A-CH-Referenzwerte). Deutsche und österreichische Ernährungsfachgesellschaften sind dabei gemeinsam an der Erstellung und Publikation der Referenzwerte beteiligt (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., DGE, o. J.).

Die Referenzwerte der Nährstoffzufuhr orientieren sich an den physiologischen Erfordernissen einer definierten Bevölkerungsgruppe zur Deckung des Grund- und Speicherbedarfs. Errechnet werden die Referenzwerte aus dem durchschnittlichen Nährstoffbedarf plus der 2fachen Standardabweichung (siehe Abb. 1.3) (Bechthold, 2009).

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass für einzelne Personen eine niedrigere Nährstoffzufuhr ebenfalls bedarfsdeckend sein kann, da der durchschnittliche Nährstoffbedarf 2 Standardabweichungen niedriger ist. Somit können Referenzwerte als Orientierung zu Bedarfsdeckung angesehen werden. Um sicher zu gehen, eine ausreichende Menge an Nährstoffen zuzuführen und somit das Risiko für Mängel zu reduzieren, sollte eine Orientierung an den jeweiligen Referenzwerten der Nährstoffe erfolgen. Dies betrifft v. a. Personen in sensiblen Lebensphasen wie Klein- und Schulkinder, Jugendliche, Schwangere, Stillende sowie ältere Personen sowie Personen mit Erkrankungen. Aufgrund der geringeren Bioverfügbarkeit bestimmter

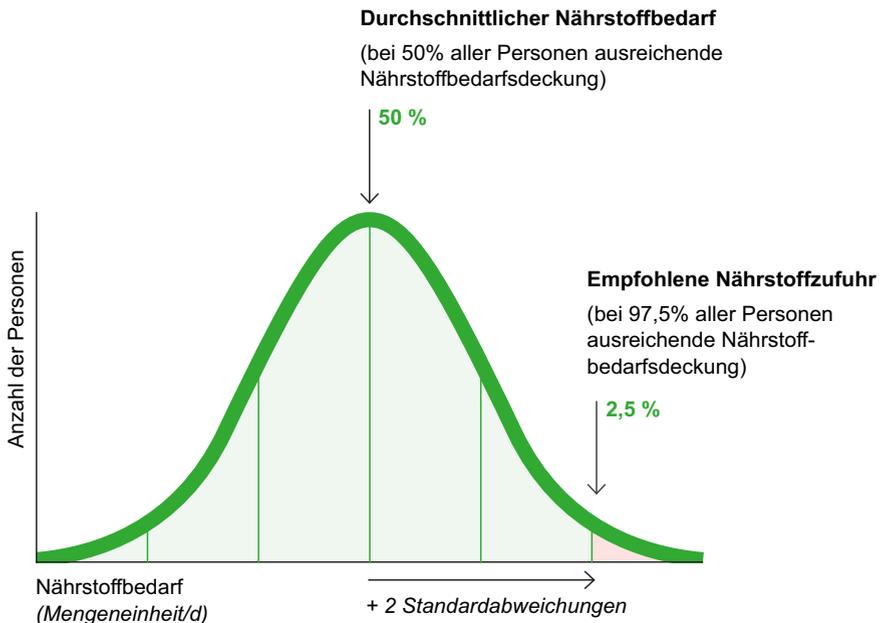


Abb. 1.3 Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. (Mod. nach Bechthold, 2009)

Nährstoffe (Eisen, Zink, Kalzium) sowie der fehlenden Anreicherung pflanzlicher Nahrungsmittel mit bestimmten kritischen Nährstoffen (Jod, Selen) empfiehlt es sich für vegetarisch und vegan lebende Personen, Nährstoffe in Höhe der Referenzwerte bzw. der Schätzwerte zuzuführen.

*Schätzwerte* werden angegeben, wenn der Nährstoffbedarf experimentell (noch) nicht ermittelt werden konnte. Diese sind als Empfehlung für die durchschnittliche Höhe einer Nährstoffzufuhr anzusehen (Elmadfa & Leitzmann, 2019).

*Richtwerte* werden für die Zufuhr von Nahrungsenergie, Fett und Cholesterin sowie für Ballaststoffe angegeben. Sie sind als Orientierungshilfen gedacht und geben Hinweise zur Nährstoffzufuhr, welche aus ernährungsphysiologischer Sicht angemessen erscheint (Elmadfa & Leitzmann, 2019).

## 1.4 Vollwertige Nahrungsmittel und deren Bedeutung für die Gesundheit

Ernährungsformen können anhand verschiedener Aspekte betrachtet und daraus folgend beurteilt werden: Neben dem ernährungsphysiologischen Wert einer Kostform stellen ökologische, ethische und soziale Faktoren Beurteilungsaspekte dar. Aus ärztlicher Sicht gilt es Ernährungsformen aufgrund ihrer Auswirkung auf die Gesundheit zu betrachten. So weisen abwechslungsreiche und vollwertige pflanzenbasierte Kostformen ein großes präventives sowie therapeutisches Potenzial im Hinblick auf typisch ernährungsassoziierte Erkrankungen auf (siehe Kap. 5). Als ernährungsphysiologisch wertvoll gelten pflanzliche Nahrungsmittel mit einem geringen Verarbeitungsgrad. So zeichnen sich Vollkornprodukte, Hülsenfrüchte, Nüsse und Ölsaaten (Leinsamen, Chiasamen, Sesamsamen, Kürbiskerne, Sonnenblumenkerne etc.) durch einen hohen Gehalt an Nährstoffen, bioaktiven Substanzen (sog. sekundäre Pflanzenstoffe), Ballaststoffen, einer niedrigen Energiedichte, einer hohen Sättigungswirkung sowie einem ernährungsphysiologisch wertvollen Fettsäureprofil aus (Craig, 2010).

Die Entstehung chronischer Erkrankungen wie Übergewicht, Bluthochdruck, Blutzuckerkrankheit sowie Fettstoffwechselstörungen kann häufig in direktem Zusammenhang mit dem Lebensmittelverzehrsmuster gesehen werden. Aufgrund dessen werden jene Krankheiten auch als ernährungsassoziierte Erkrankungen bezeichnet. Ätiologisch gesehen findet sich bei den angeführten Krankheitsbildern häufig ein zu hoher Verzehr an raffinierten Getreideprodukten (sog. Auszugs- oder Weißmehle), gesättigten Fettsäuren,

Natrium sowie gesüßten Getränken (Ronto et al., 2018). Als weiterer Risikofaktor für chronische Erkrankungen gilt ein geringer Verzehr ballaststoffreicher Nahrungsmittel. Eine ausreichende Ballaststoffzufuhr (mindestens 30 g/Tag) mittels Vollkornprodukten, Hülsenfrüchten, Nüssen, Obst und Gemüse ist mit einem niedrigeren Risiko für Übergewicht bzw. Adipositas, Bluthochdruck, Fettstoffwechselstörungen sowie Diabetes mellitus verbunden (Anderson et al., 2009). Folglich sinkt das Risiko für Folgeerkrankungen wie koronare Herzerkrankung (KHK), Schlaganfall, periphere arterielle Verschlusskrankheit und weiteren. Neben Ballaststoffen haben weitere pflanzliche Bestandteile wie Kalium, Magnesium, antioxidativ wirkende Vitamine (Vitamin C, E und das Provitamin  $\beta$ -Carotin) sowie sekundäre Pflanzenstoffe positive Auswirkungen auf die Gesundheit (Slavin & Lloyd, 2012).

Aufgrund des Unterschiedes im Nährstoff- und Ballaststoffgehalt empfiehlt es sich, regelmäßig auf vollwertige Nahrungsmittel zurückzugreifen. Dies trifft vor allem auf Getreideprodukte zu. So weisen Vollkornprodukte einen deutlich höheren Gehalt an den Vitaminen der B-Gruppe, Mineralstoffen wie Eisen, Zink und Magnesium sowie Ballaststoffen auf.

Die Erklärung für den unterschiedlichen Nährstoffgehalt von Nahrungsmitteln liegt im Aufbau eines Getreidekorns. Wie in Abb. 1.4 zu sehen ist, besteht ein Getreidekorn aus einer Hülle (genau genommen sind es 3 Schichten, welche die Getreideschale bilden), dem Mehlkörper (der größte Teil eines Getreidekorns) sowie dem sog. Keimling (P & Joye, 2020). In der Getreidehülle und im Keimling befinden sich die höchsten Konzentrationen an Ballaststoffen, Mineralstoffen, Vitaminen sowie Aminosäuren. Bei der Produktion von Weißmehl werden, im Gegensatz zu Vollkornmehl, die Getreidekornschale sowie der Keimling entfernt, sodass nur der kohlenhyd-

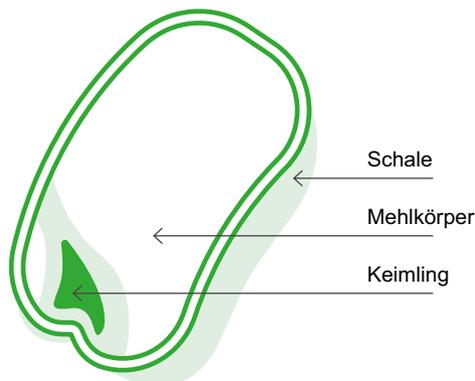


Abb. 1.4 Aufbau eines Getreidekorns. (Mod. nach Groot, 2019)

ratreiche Mehlkörper übrig bleibt. Dadurch sind Weißmehlprodukte auch deutlich nährstoffärmer als Vollkornprodukte.

### Mehltype

Zur Bestimmung der Mehltype wird eine definierte Menge Mehl auf etwa 900 °C erhitzt. Organische Stoffe werden hiermit verbrannt, Mineralstoffe bleiben als Asche zurück. Das Gewicht dieser Asche in Milligramm (mg) pro 100 g gibt hierbei die Mehltype an (Groot, 2019).

Reis, welcher zu den Getreidearten zählt, hat eine ähnliche Struktur wie das oben dargestellte Vollkorngetreidekorn. Auch hier zeigt sich eine Schichtbauweise ähnlich dem Vollkorngetreidekorn (siehe Abb. 1.5) (Groot, 2019).

Ähnlich wie beim Vollkorn enthalten die Schale (sog. Silberhaut) und der Keimling eines Reiskorns die meisten wertvollen Nährstoffe. Bei der Produktion von weißem Reis werden diese Strukturen entfernt. Übrig bleibt der nährstoffarme und kohlenhydratreiche Kern. Somit empfiehlt es sich auch hier, auf Vollkornreis, bei welchem Schale und Keimling erhalten bleiben (Anmerkung: Vollkornreis wird auch Braun- oder Naturreis genannt), zurückzugreifen.

Nachfolgend sind den Tab. 1.2, 1.3, 1.4 und 1.5 Unterschiede im Nährgehalt diverser Getreideprodukte zu entnehmen.

Wie bereits erwähnt, empfiehlt es sich aufgrund des vollwertigeren Nährstoffprofils regelmäßig auf Vollkornprodukte anstelle von Auszugsmehlprodukten (Weißmehlprodukte bzw. Auszugsmehlprodukte mit niedriger Mehltype) zurückzugreifen. Durch den Konsum von Vollkornprodukten kann sich der ernährungsphysiologische Wert einer Kostform zum Teil deutlich

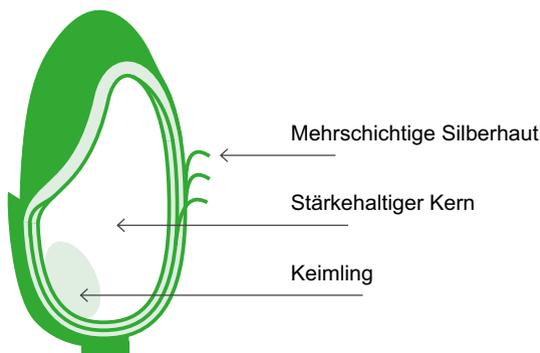


Abb. 1.5 Aufbau eines Reiskorns. (Mod. nach Groot, 2019)

**Tab. 1.2** Nährstoffgehalt Weißmehl – Vollkornmehl. (Nach Elmadfa et al., 2019)

Nährstoff	Weizenmehl Type 405 („Weißmehl“)	Vollkornmehl
Protein (in g)	10,6	12,1
Ballaststoffe (in g)	4	11,7
Eisen (in mg)	1,5	4
Vitamin B1 (in mg)	0,06	0,47
Vitamin B2 (in mg)	0,03	0,17
Vitamin B6 (in mg)	0,18	0,46

**Tab. 1.3** Nährstoffgehalt Roggenbrot – Roggenvollkornbrot – Weißbrot. (Nach Elmadfa et al., 2019)

Nährstoff	Roggenbrot	Roggen- vollkornbrot	Weißbrot
Protein (in g)	6,7	6,7	8,2
Ballaststoffe (in g)	6,5	6,5	3
Eisen (in mg)	2,5	-	0,7
Vitamin B1 (in mg)	0,18	0,18	0,09
Vitamin B2 (in mg)	0,12	0,15	0,06
Vitamin B6 (in mg)	0,2	0,3	0,02

**Tab. 1.4** Nährstoffgehalt Nudeln (Auszugsmehl) und Vollkornnudeln. (Nach Elmadfa et al., 2019)

Nährstoff	eifreie Nudeln (ungekocht)	Vollkornnudeln (ungekocht)
Protein (in g)	12,5	13
Ballaststoffe (in g)	3,4	9
Eisen (in mg)	1,5	3,8
Vitamin B1 (in mg)	0,09	0,31
Vitamin B2 (in mg)	0,06	0,13
Vitamin B6 (in mg)	0,17	0,2

erhöhen. So beinhalten beispielsweise 100 g von ungekochtem Vollkornreis 3,2 mg Eisen, während weißer Reis hingegen nur 0,8 mg enthält. 100 g Vollkornreis decken knapp ein Drittel des Tagesbedarfs an Eisen eines erwachsenen Mannes. Im Vergleich hierzu müsste eine Person beinahe die