

Ernährungs- wissenschaft

Hilka de Groot

7. Auflage



Europa-Nr.: 60517

Autorin und Lektorat

Hilka de Groot, Hesel

Mitarbeit an der Erstellung der Aufgaben

Jutta Farhadi, Neckarsulm

7. Auflage 2019

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-6246-8

© 2019 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG 42781 Haan-Gruiten

<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz, Grafik, Illustration und Layout: tiff.any GmbH, 10999 Berlin

Umschlag: zweiband.media, 10587 Berlin

Druck: RCOM Print GmbH, Würzburg

Vorwort

Die vorliegende Auflage des Titels „Ernährungswissenschaft“ richtet sich in erster Linie an **Schüler und Lehrer der Sekundarstufe II** (u. a. Berufliches Gymnasium Ernährung, Fachoberschule Ernährung).

Sie ist ebenfalls geeignet

- ▶ für **Studenten der Oecotrophologie**
- ▶ als Nachschlagewerk für die **Fort- und Weiterbildung**
- ▶ für das **Selbststudium**.

Struktur

Das Buch ist in **20 Teile** gegliedert. In diesen Themenkomplexen werden die vielen Facetten der menschlichen Ernährung auf hohem fachlichem Niveau umfassend dargestellt.

Das moderne **Layout** erleichtert die nachhaltige Aufnahme der dargestellten Inhalte.

Die unterschiedlichen Elemente geben klare Strukturen, eine gute Lesbarkeit und die Möglichkeit zur schnellen Orientierung. Dadurch unterstützen sie die **methodischen und didaktischen Grundzüge** des Buches:

- ▶ Fachwissen ist praxisnah und verständlich dargestellt. Vor allem die komplexen chemischen Vorgänge werden anschaulich vermittelt.
- ▶ Viele aktuelle Bilder, detaillierte Grafiken und übersichtliche Tabellen ergänzen den Text.



In Merksätzen werden wichtige Inhalte kurz zusammengefasst.



Definitionen und Erläuterungen werden prägnant herausgestellt.



Interessante Fakten und Informationen, die über den Lehrplan hinausgehen, dienen der Vertiefung der Inhalte.



Ergänzende Fakten runden die Informationen ab.



Zusammenfassungen aktueller Diskussionen und wissenschaftlicher Studien bieten hohen Aktualitätsbezug.



Hinweise zur Ernährung geben Anlass zur praktischen Umsetzung des Gelernten.



Aufgaben am jeweiligen Kapitelende ermöglichen die selbstständige Überprüfung des Wissenstands.

Neu in der 7. Auflage

- ▶ Die **Inhalte** wurden vollständig **aktualisiert und auf den aktuellen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse** gebracht.
- ▶ Im Fokus standen dabei der Nutzen für die Leserinnen und Leser sowie detaillierte, aktuelle und anschauliche Informationsvermittlung.

Ein herzlicher Dank gilt ...

... **Frau Oberstudienrätin Jutta Farhadi** für die Erarbeitung der methodisch abwechslungsreichen Aufgaben in diesem Buch.

... **Herrn Professor Rüdiger Böhlhoff** für die Unterstützung bei der Manuskriptarbeit.

Wir wünschen allen, die mit dem vorliegenden Buch arbeiten und lernen wollen, viel Freude und Erfolg.

Kritische Hinweise, die der Weiterentwicklung des Buches dienen, nehmen wir dankbar entgegen.

Frühjahr 2019

Autorin und Verlag

Geleitwort

Die Bedeutung einer bedarfsgerechten Ernährung für unsere Gesundheit, Leistungsfähigkeit und unser Wohlbefinden ist wesentlich größer, als dies lange Zeit nicht nur von Verbrauchern und Verbraucherinnen, sondern auch von der Medizin für möglich gehalten wurde. Um dies verstehen, richtig einordnen oder vermitteln zu können, sind einerseits umfangreiche Grundkenntnisse über die Zusammensetzung der Lebensmittel, des Nährstoffbedarfs und des Stoffwechsels und andererseits auch gute methodische Kenntnisse und praktische Bezüge notwendig.

Vor dem Hintergrund der Anwendung neuer Forschungsmethoden in der Ernährungswissenschaft, wie z. B. der Molekular- und Zellbiologie und auch der modernen Ernährungsepidemiologie, ist unser Wissen über die Bedeutung der Ernährung für die Entstehung weit verbreiteter chronischer Erkrankungen (z. B. Diabetes mellitus, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebserkrankungen) in relativ kurzer Zeit enorm gewachsen. Dieser Wissenszuwachs macht selbstverständlich auch eine regelmäßige Überprüfung der Inhalte und gegebenenfalls deren Korrektur oder Erweiterung in Fachbüchern erforderlich.

Der Titel „Ernährungswissenschaft“ zeichnete sich bereits in Voraufgaben durch das hohe fachliche Niveau aller Themen aus, die im Zusammenhang mit der Ernährung des Menschen von Bedeutung sind.

Auch in der neuen Auflage wird das ernährungswissenschaftliche Basiswissen über quantitative und qualitative Aspekte der Ernährung, die Nährstoffe und sekundäre Pflanzenstoffe genauso kompakt und gut verständlich vermittelt, wie das lebensmittelwissenschaftliche Basiswissen über die Zusammensetzung und Verarbeitung unserer Lebensmittel. Das Buch geht aber über das Basiswissen deutlich hinaus und zeigt in vielfältiger Weise ernährungsphysiologische, lebensmittelkundliche und ernährungsmedizinische Verknüpfungen auf.

Das vorliegende Lehrbuch „Ernährungswissenschaft“ wird dem aus dem Titel sich ergebenden Anspruch voll und ganz gerecht. Es berücksichtigt den aktuellen Wissensstand, greift neue fachdidaktische Aspekte auf und stellt eine zeitgemäße Weiterentwicklung der vorhergehenden Auflage dar. Die übersichtlichen Darstellungen, Abbildungen und Tabellen und die intensive Verknüpfung von Theorie und Praxis wirken sehr motivierend und unterstützen den Lernerfolg.

Prof. Dr. Helmut Heseke

*Institut für Ernährung, Konsum & Gesundheit
Universität Paderborn*

Inhaltsverzeichnis

Teil 1: Nahrung ist Leben	11	4.2 Speicher für Kohlenhydrate	66
1 Essen und Trinken heute	12	4.3 Ballaststoffe	67
2 Nahrungsbedarf des Körpers	17	4.4 Empfehlungen für die Versorgung mit Kohlenhydraten und Ballaststoffen . . .	69
3 Quantitative und qualitative Aspekte der Ernährung	19	Teil 3: Kohlenhydrate und ihre Lebensmittel .	73
3.1 Energie zum Leben	19	1 Getreide und Getreideerzeugnisse	74
3.2 Grundumsatz und Ruheenergieumsatz . . .	21	1.1 Getreidearten	74
3.2.1 Methoden zur Bestimmung des Energieverbrauchs	22	1.1.1 Aufbau und Zusammensetzung des Getreidekorns	76
3.2.2 Von der Messung zum Referenzwert . . .	26	1.1.2 Vermahlen von Getreide	78
4 Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr	31	1.2 Brot	81
4.1 Baustoffe und Energieträger	31	1.2.1 Vom Mehl zum Brot	81
4.2 Reglerstoffe	32	1.2.2 Brotqualität	83
4.3 Schutzstoffe	32	1.2.3 Brotsorten	87
4.4 Wasser: besonders wichtig	32	1.3 Feinbackwaren	89
5 Was Lebensmittel liefern	33	1.4 Teigwaren	90
Teil 2: Kohlenhydrate	35	1.4.1 Herstellung	90
Wie sie entstehen	37	1.4.2 Nudelsorten	90
Wie man sie ordnet	38	1.4.3 Bewertung von Nudeln	91
1 Monosaccharide	39	1.5 Reis	92
1.1 Struktur und Systematik	39	1.5.1 Anbau und Bearbeitung	92
1.2 Chemische Eigenschaften	44	1.5.2 Bewertung von Reis	94
1.3 Die einzelnen Monosaccharide	51	2 Kartoffeln	96
1.3.1 Hexosen	51	2.1 Anbau und Reifezeit	97
1.3.2 Pentosen	53	2.2 Kochtypen, Sorten, Handelsklassen	97
2 Disaccharide	54	2.3 Bewertung der Kartoffel	99
2.1 Arten der Verknüpfung	54	2.4 Zubereiten von Kartoffeln	99
2.2 Allgemeine Eigenschaften	54	2.5 Vorgefertigte Kartoffelerzeugnisse	101
2.3 Die einzelnen Disaccharide	55	3 Zucker	102
3 Polysaccharide – Glykane	58	3.1 Gewinnung von Rübenzucker	102
3.1 Homoglykane	59	3.2 Zuckersorten	103
3.1.1 Stärke	59	3.3 Zucker in der Diskussion	105
3.1.2 Glykogen	61	4 Honig	106
3.1.3 Cellulose	62	4.1 Gewinnung	106
3.1.4 Fructane	63	4.2 Bewertung von Honig	107
3.2 Heteroglykane	63	5 Süßungsmittel	108
3.2.1 Hemicellulosen	63	5.1 Zuckeraustauschstoffe	108
3.2.2 Pektine	63	5.2 Süßstoffe	109
3.2.3 Pflanzengummis	64	Teil 4: Lipide – Fette und fettähnliche Stoffe	111
4 Stoffwechsel der Kohlenhydrate	65	1 Einfache Lipide	112
4.1 Stationen der Energiegewinnung aus Glucose	65	1.1 Neutralfette	112

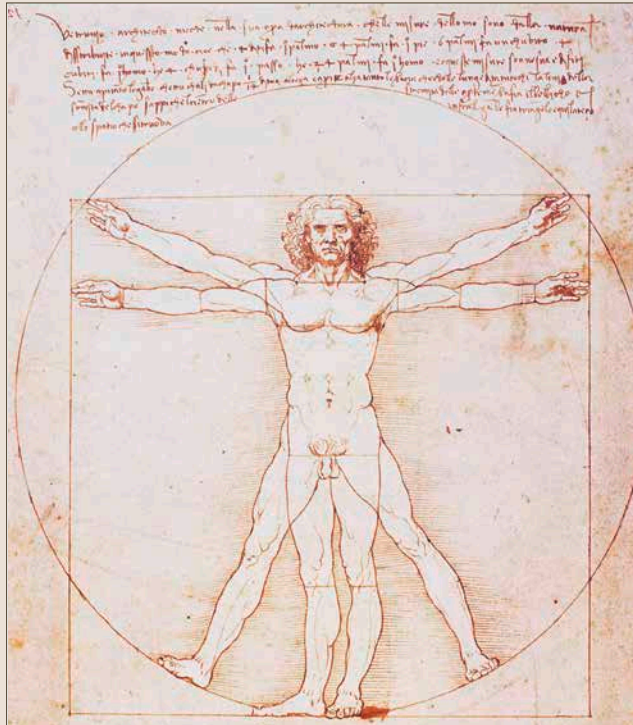
1.1.1 Bausteine	112	2.2 Denaturierung von Proteinen	174
1.1.2 Glyceride	120	2.3 Systematik der Proteine	176
1.1.3 Eigenschaften	121	2.3.1 Skleroproteine.	176
1.1.4 Chemische Umwandlung von Fetten	123	2.3.2 Globuläre Proteine.	179
1.1.5 Fettverderb	125	2.3.3 Zusammengesetzte Proteine – eine Auswahl	180
1.2 Wachse	129	2.4 Enzyme: die Manager unter den Proteinen	181
2 Zusammengesetzte Lipide	130	2.4.1 Biologische Katalyse.	181
2.1 Phospholipide	130	2.4.2 Nomenklatur der Enzyme	183
2.2 Glykolipide	133	2.4.4 Aufbau und Wirkungsweise von Enzymen	187
3 Unverseifbare Lipide	134	2.4.5 Faktoren, die enzymatische Reaktionen beeinflussen	187
3.1 Sterine	134	3 Proteinbedarf.	189
3.2 Carotinoide	135	3.1 Stoffwechsel und Regulation	189
4 Physiologische Bedeutung der Fette	136	3.1.1 Funktionen.	190
4.1 Fettgewebe	136	3.1.2 Stickstoffbilanz	191
4.2 Essenzielle Fettsäuren.	138	3.2 Proteinqualität	191
4.3 Resorption und Stoffwechsel der Fette	140	3.2.1 Ermittlung der Qualität.	191
4.4 Empfehlungen zur Deckung des Fettbedarfs	143	3.2.2 Ergänzungswert	193
Teil 5: Fette und ihre Lebensmittel.	145	3.2.3 Empfehlungen für die Zufuhr.	194
1 Pflanzliche Fette.	146	3.2.4 Geeignete Lebensmittel	197
1.1 Fruchtfleischfette	146	Teil 7: Proteine und ihre Lebensmittel	199
1.1.1 Olivenöl	146	1 Milch und Milchprodukte.	200
1.1.2 Palmöl	146	1.1 Milch	200
1.2 Samenfette	147	1.1.1 Bearbeitung von Milch	200
1.3 Margarine	149	1.1.2 Zusammensetzung von Milch	204
2 Tierische Fette	153	1.1.3 Bewertung von Milch.	206
2.1 Butter	153	1.2 Sauermilchprodukte	207
2.2 Rindertalg.	154	1.3 Sahneerzeugnisse.	210
2.3 Schweineschmalz	154	1.4 Käse	211
3 Bewertung der Nahrungsfette	155	1.4.1 Herstellung von Käse	211
3.1 Die Qualität von Fetten	155	1.4.2 Käsesorten	214
3.2 Garen mit Fett	156	1.4.3 Haltbarkeit und Lagerung	216
Teil 6: Proteine – Bausteine Nr. 1	159	1.4.4 Bewertung von Käse	217
1 Aufbau der Proteine	161	2 Hühnereier.	220
1.1 Aminosäuren: Bausteine der unbegrenzten Möglichkeiten	161	2.1 Nährwert von Eiern	220
1.2 Systematik der Aminosäuren	163	2.2 Einkauf und Verwendung	222
1.3 Peptide	167	3 Fleisch	225
1.3.1 Aminosäuren formieren sich	167	3.1 Muskelfleisch.	225
1.3.2 Ordnungen der Proteine	168	3.2 Fleischarten.	228
2 Eigenschaften der Proteine	173	3.3 Qualität und Einkauf.	232
2.1 Löslichkeit.	173	3.4 Lagern von Fleisch	233
		3.5 Zubereiten von Fleisch	233
		3.6 Wurstwaren.	236
		4 Fisch	238
		4.1 Fischarten	238

4.2 Einkauf und Zubereitung	240	Teil 10: Wasser und Mineralstoffe	313
4.3 Überfischung – ein weltweites Problem	242	1 Wasser	314
5 Hülsenfrüchte	244	1.1 Chemische und physikalische Eigenschaften	314
5.1 Die Klassiker: Erbsen, Bohnen, Linsen	245	1.1.1 Wasser als Lösungsmittel	315
5.2 Soja – eine Bohne macht Karriere	247	1.1.2 Diffusion und Osmose	316
Teil 8: Vitamine – die Unentbehrlichen	249	1.1.3 Puffer-Lösungen	318
1 Ernährungsphysiologische Bedeutung	250	1.1.4 Wasser im Organismus	320
2 Einteilung der Vitamine	252	1.1.5 Säure-Basen-Gleichgewicht	325
2.1 Fettlösliche Vitamine	253	1.1.6 Wasserbedarf und -zufuhr	327
2.1.1 Vitamin A (Retinoide)	253	1.2 Trinkwasser	329
2.1.2 Betacarotin	257	1.3 Getränke	332
2.1.3 Vitamin D (Calciferol)	258	2 Mineralstoffe	335
2.1.4 Vitamin E (Tocopherol)	261	2.1 Natrium	337
2.1.5 Vitamin K (Phyllochinon)	263	2.2 Chlorid	340
2.2 Wasserlösliche Vitamine	266	2.3 Kalium	341
2.2.1 Vitamin B1 (Thiamin)	266	2.4 Calcium	343
2.2.2 Vitamin B2 (Riboflavin)	269	2.5 Phosphor	349
2.2.3 Vitamin B6 (Pyridoxin, Pyridoxal, Pyridoxamin)	272	2.6 Magnesium	351
2.2.4 Vitamin B12 (Cobalamin)	275	2.7 Eisen	355
2.2.5 Niacin	278	2.8 Jod	359
2.2.6 Folsäure	281	2.9 Fluor	362
2.2.7 Pantothensäure	284	2.10 Zink	363
2.2.8 Biotin	286	2.11 Selen	364
2.2.9 Vitamin C (Ascorbinsäure)	289	2.12 Kupfer	365
Teil 9: Sekundäre Pflanzenstoffe	295	2.13 Mangan	365
1 Fundort Pflanzenzelle	296	2.14 Chrom	366
1.1 Carotinoide	298	2.15 Molybdän	366
1.2 Polyphenole	299	Teil 11: Pflanzenkost: Quelle für Vitamine, Mineralstoffe und sekundäre Pflanzenstoffe	369
1.2.1 Phenolsäuren	299	1 Gemüse	370
1.2.2 Flavonoide	300	1.1 Gemüsearten	370
1.3 Phytoöstrogene	301	1.2 Zusammensetzung	370
1.4 Glucosinolate	302	1.3 Lagerung	372
1.5 Protease-Inhibitoren	302	1.4 Handelsklassen	372
1.6 Phytosterine	303	1.5 Bewertung	373
1.7 Saponine	303	1.6 Gemüse in der Küche	373
1.8 Monoterpene	304	2 Obst	375
1.9 Sulfide	304	2.1 Obstarten	375
2 Wirkungen sekundärer Pflanzenstoffe	305	2.2 Zusammensetzung	376
2.1 Antikarzinogen	305	2.3 Lagerung von Obst	378
2.2 Antioxidativ	309	3 Kräuter und Gewürze	380
2.3 Cholesterinsenkend	310	3.1 Inhaltsstoffe	380
2.4 Ernährungsphysiologische Bewertung	310	3.2 Geschmacks- und Geruchssinn	382
		4 Andere Würzmittel	387

Teil 12: Genussmittel	389	Teil 15: Zusatzstoffe in Lebensmitteln	463
1 Alkaloidhaltige Genussmittel	390	1 Zulassung und rechtliche Bestimmungen	464
1.1 Kaffee	390	2 Zusatzstoffe mit stabilisierender Wirkung	466
1.2 Tee	394	2.1 Konservierungsstoffe	466
1.3 Kakao	398	2.2 Antioxidantien	469
2 Alkohol	400	2.3 Emulgatoren	470
2.1 Stoffwechsel und Wirkung des Alkohols	400	2.4 Verdickungs- und Geliermittel	471
2.2 Alkoholische Getränke	405	3 Stoffe mit sensorischer Wirkung	472
2.2.1 Bier	406	3.1 Farbstoffe	472
2.2.2 Wein	407	3.2 Geschmacksverstärker	474
3 Tabak	410	Teil 16: Schadstoffe in Lebensmitteln	477
Teil 13: Neue Lebensmittel	415	1 Natürlich gebildete Schadstoffe	478
1 Novel Food – die neuen Lebensmittel	416	2 Mikrobielle Kontaminanten	483
1.1 Der rechtliche Rahmen	416	2.1 Bakterien	484
1.2 Die Produkte	417	2.1.1 Lebensmittelinfektionen	484
2 Gentechnik und Lebensmittel	423	2.1.2 Lebensmittelvergiftungen	488
2.1 Mikroorganismen –		2.2 Schimmelpilze	490
GVO der ersten Stunde	424	2.2.1 Toxine und Vergiftungsarten	490
2.2 Nahrungspflanzen nach Maß	425	2.2.2 Kontaminationswege	492
2.3 Gentechnik in der Diskussion	429	2.3 Viren	493
Teil 14: Verarbeitung von Lebensmitteln	431	2.4 Protozoen	493
1 Zubereiten von Lebensmitteln	432	2.5 Hygiene bei der Verarbeitung	
1.1 Vorbereiten	432	von Lebensmitteln	495
1.2 Garen	434	2.5.1 Betriebskontrolle nach HACCP	495
1.3 Warmhalten und Erwärmen	441	2.5.2 Betriebshygiene in Gastronomie	
2 Lagern von Lebensmitteln	443	und Gemeinschaftsverpflegung	497
2.1 Lagerung im Haushalt	444	3 Agro-Chemikalien	498
2.2 Vorratshaltung im Haushalt	446	3.1 Pflanzenschutzmittel	498
3 Konservieren von Lebensmitteln	447	3.2 Stoffe mit pharmakologischer Wirkung	500
3.1 Physikalische Verfahren	448	4 Umwelt-Kontaminanten	501
3.1.1 Tiefgefrieren	448	4.1 Schwermetalle	501
3.1.2 Konservieren durch Hitze	452	4.1.1 Cadmium	501
3.1.3 Konservieren durch Wasserentzug	454	4.1.2 Blei	503
3.1.4 Bestrahlen von Lebensmitteln	456	4.1.3 Quecksilber	504
3.2 Chemische Verfahren	458	4.2 Perfluorierte Tenside (PFT)	504
3.2.1 Salzen und Pökeln	458	5 Radionuclide	505
3.2.2 Räuchern	459	Teil 17: Pro Verbraucher:	
3.2.3 Zuckern	460	Qualität und Sicherheit	507
3.2.4 Säuern	460	1 Lebensmittelqualität	508
3.2.5 Spezielle chemische Verfahren		1.1 Qualitätskriterien	508
der Konservierung	462	1.2 Qualität erkennen	509
		1.2.1 Qualitäts- und Herkunftssiegel	
		auf Lebensmitteln	510

1.2.2 Vertrauenswürdige Label	511	5.1.2 Glykolyse	557
2 Aufbau des Lebensmittelrechts	513	5.1.3 Citratcyclus	560
2.1 Europäische Gesetzgebung	513	5.1.4 Atmungskette	562
2.2 Das Deutsche Lebens- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB)	515	5.1.5 Abbau weiterer Kohlenhydrate	566
2.2.1 Wichtige Bestimmungen des LFGB	516	5.1.6 Pentosephosphatweg.	567
2.2.2 Lebensmittelinformationsverordnung (LMIV)	518	5.2 Abbau der Fette	569
2.2.3 Kennzeichnung von unverpackten Lebensmitteln	520	5.2.1 Abbau des Glycerins	569
2.3 Amtliche Lebensmittelüberwachung	521	5.2.2 Abbau von Fettsäuren	569
		5.2.3 Bildung von Ketonkörpern	572
Teil 18: Aufnahme und Verwertung der Nahrung	523	5.3 Abbau der Proteine	573
1 Organe des Verdauungstrakts	524	5.3.1 Abspaltung und Weiterverarbeitung von Aminogruppen	573
1.1 Verdauungsorgane und Verdauungssekrete	524	5.3.2 Abbau der Kohlenstoffkette	576
1.2 Die Mikrobiota des Verdauungstraktes	526	5.4 Biosynthese von Kohlenhydraten, Fetten und Proteinen	579
1.3 Hormone des Verdauungstraktes	528	5.4.1 Biosynthese von Glucose (Gluconeogenese)	580
1.4 Steuerung von Hunger und Sättigung	528	5.4.2 Biosynthese von Glykogen aus Glucose	581
1.4.1 Warum wir essen	528	5.4.3 Biosynthese von Lipiden	584
1.4.2 Physiologische Steuerungsmechanismen	529	5.4.4 Biosynthese von Proteinen	587
2 Systeme des Transports durch Zellmembranen	532	5.5 Physiologie des Fastenstoffwechsels	593
3 Verdauung und Resorption der Makronährstoffe	534	Teil 19: Vollwertig essen und trinken	595
3.1 Kohlenhydrate	534	1 Allgemeines	596
3.2 Lipide	536	1.1 Nährstoffzufuhr	597
3.3 Proteine	539	1.2 Nährstoff- und Energiedichte	600
4 Der Stoffwechsel	542	1.3 Empfehlungen für die Zufuhr von Energie	601
4.1 Möglichkeiten der Energiegewinnung	542	1.4 Empfehlungen für die Zufuhr von Kohlenhydraten	602
4.2 Kreislauf der Materie	544	1.5 Empfehlungen für die Zufuhr von Ballaststoffen	603
4.3 Prinzip der Energieübertragung in der Zelle	545	1.6 Empfehlungen für die Zufuhr von Fett	604
4.3.1 ATP: Portrait einer chemischen Verbindung	546	1.7 Empfehlungen für die Proteinzufuhr	605
4.3.2 NAD, NADP und FAD: Überträger von Elektronen und freier Energie	551	1.8 Empfehlungen für die Zufuhr von Flüssigkeit	606
4.4 Die Zelle: Schauplatz des intermediären Stoffwechsels	553	1.9 Empfehlungen für die Vitamin- und Mineralstoffzufuhr	606
5 Die Nährstoffe im Zusammenspiel biochemischer Reaktionen	555	2 Gesunde Kost für Teenies und Erwachsene	607
5.1 Stoffwechsel von Glucose und anderen Kohlenhydraten	555	2.1 Mahlzeiten gestalten	611
5.1.1 Gesamtschema der Energiegewinnung aus Glucose	556	2.2 Der tägliche Speiseplan	615
		3 Schwanger – essen für zwei, aber richtig	619
		3.1 Nährstoffbedarf	620
		3.1.1 Makronährstoffe	620
		3.1.2 Mikronährstoffe	621
		3.2 Empfehlungen für den Speiseplan	623
		3.3 Genussmittel	624
		4 Ernährung während der Stillzeit	626

5 Säuglinge – Gesunde Kost von Anfang an	628	3 Mangel im Überfluss	695
5.1 Physiologische Besonderheiten des Säuglings	628	3.1 Anorexia nervosa – Magersucht	695
5.2 Ernährungsmöglichkeiten	629	3.2 Bulimia nervosa – Ess-Brechsucht	698
5.2.1 Ernährung mit Muttermilch	629	4 Das metabolische Syndrom	699
5.2.2 Füttern mit Formulamilch	631	5 Diabetes mellitus	700
5.2.3 Einführen der Beikost	632	5.1 Ursachen und Formen des Diabetes mellitus	702
6 Gesunde Kost für Kinder	635	5.2 Die Therapie	704
6.1 Physiologische Besonderheiten von Kindern	635	6 Hyperlipoproteinämien	708
6.2 Ernährungsempfehlungen	636	6.1 Biochemie der Lipoproteine	708
7 Senioren – gesunde Kost bis ins hohe Alter 641		6.2 Hypercholesterinämie	710
7.1 Physiologische Besonderheiten des Alterns 641		6.3 Hypertriglyceridämie	711
7.2 Ernährungsempfehlungen	643	6.4 Arteriosklerose	713
7.3 Fehl- und Mangelernährung	646	7 Gicht – Hyperurikämie	714
8 Ernährung von Sportlern	649	7.1 Stadien der Gicht	715
8.1 Bereitstellen von Energie	649	7.2 Ernährungstherapie	716
8.2 Ernährung und körperliche Leistung	651	8 Bluthochdruck – Hypertonie	717
9 Alternative Kostformen	655	9 Osteoporose	720
9.1 Vegetarische Kost	655	10 Wenn Essen zum Feind wird	723
9.2 Makrobiotik	660	10.1 Lebensmittelallergien	723
9.3 Ernährung in Ayurveda	662	10.2 Lebensmittelintoleranzen	726
9.4 Hay'sche Trennkost	664	10.2.1 Pseudoallergien	726
9.5 Anthroposophisch orientierte Ernährung	666	10.2.2 Lactoseintoleranz (Milchzuckerunverträglichkeit)	726
9.6 Vollwert-Ernährung	667	10.2.3 Zöliakie – Sprue	727
10 Außer-Haus-Verpflegung	674	11 Karies	729
10.1 Betriebsverpflegung	675	12 Krebs und Ernährung	730
10.2 Convenience-Produkte	678	12.1 Entstehen von bösartigen Tumoren	730
10.3 Fast Food	679	12.2 Die aktuelle Situation	731
Teil 20: Nahrung: Lebensspender oder Krankmacher?	683	12.3 Ernährungsfaktoren in der Diskussion	731
1 Epidemiologie	684 Anhang	
1.1 Ursachen chronischer Krankheiten	685 735	
1.2 Ermitteln von Ernährungsverhalten und -status	686	Bildquellenverzeichnis	736
2 Übergewicht	687	Literaturverzeichnis	737
2.1 Fettverteilung	688	Sachwortverzeichnis	740
2.2 Ursachen von Übergewicht	689		
2.3 Folgen von Übergewicht	689		
2.4 Ernährungstherapie	690		



Teil 1: **Nahrung ist Leben**

Vielfältig, kompliziert und perfekt durchorganisiert: Der menschliche Organismus ist ein vorbildlich konzipiertes Meisterstück der Natur. Aber nur, wenn Lebensführung und Ernährung eines Menschen auf die Bedürfnisse seines Körpers abgestimmt sind, kann sich dieses ideale Konzept bewähren. Richtig essen und trinken und dazu noch regelmäßige Bewegung, dieses einfache Rezept ist der beste Garant für ein langes Leben in Gesundheit.

- ▶ **1 Essen und Trinken heute** Seite 12
- ▶ **2 Nahrungsbedarf des Körpers** Seite 17
- ▶ **3 Quantitative und qualitative Aspekte der Ernährung** Seite 19
 - ▶ **3.1 Energie zum Leben** Seite 19
 - ▶ **3.2 Grundumsatz** Seite 21
 - ▶ **3.3 Leistungsumsatz, PAL-Wert** Seite 28
 - ▶ **3.4 Gesamtumsatz** Seite 29
- ▶ **4 Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr** Seite 31
 - ▶ **4.1 Baustoffe und Energieträger** Seite 31
 - ▶ **4.2 Reglerstoffe** Seite 32
 - ▶ **4.3 Schutzstoffe** Seite 32
 - ▶ **4.4 Wasser: besonders wichtig** Seite 32
- ▶ **5 Was Lebensmittel liefern** Seite 33

1 Essen und Trinken heute

„Gesundheit ist das höchste Gut.“ Wer immer diesen simplen Satz erdachte, er hatte zweifellos Recht. Gesund und leistungsfähig zu sein, stellt wohl für jeden von uns einen unschätzbaren Wert dar. Es scheint allerdings, als seien viele Menschen sich dieses Wertes gar nicht so recht bewusst – allzu sorglos setzen sie häufig ihre Gesundheit aufs Spiel.

Sie vernachlässigen ihren Körper nicht selten auf geradezu fahrlässige Weise. Wobei Vernachlässigen meist gar nicht gleichbedeutend ist mit Mangel leiden. Im Gegenteil! Das Hauptübel ist heutzutage nicht etwa eine schlechte Versorgung mit Nahrung oder schlechte medizinische Betreuung, sondern ein Überangebot auf ganzer Linie.

Es wird zuviel gegessen – oft auch zu einseitige Kost. Es wird zuviel getrunken – vor allem Alkohol – und bei jedem Wehwehchen gleich mit Medikamenten kuriert. Dazu kommen dann meist noch zu wenig körperliche Bewegung und beruflicher Stress. Kein Wunder, dass „Wohlstandskrankheiten“ wie Adipositas, Herz- und Kreislaufleiden und Diabetes mellitus, aber auch Krebs rasant zugenommen haben und nach neuesten Untersuchungen auch künftig noch weiter zunehmen werden.

Die dabei erhobenen Zahlen sind alarmierend und sollten die Menschen zu einem gesünderen Lebensstil bewegen – idealerweise von Kindesbeinen an.

Tab. 1: Beispiele zur Entwicklung der jährlichen Neuerkrankungen bis zum Jahr 2050

Erkrankung	2007	2030	Zunahme	2050	Zunahme
Herzinfarkt	313.000	444.000	+42 %	548.000	+75 %
Bluthochdruck	34.800.000	37.900.000	+ 9 %	35.500.000	+2 %
Schlaganfall	186.000	255.000	+37 %	301.000	+62 %
Krebs insgesamt	461.000	580.000	+26 %	588.000	+27 %
Osteoporose	8.300.000	10.200.000	+23 %	10.400.000	+26 %
Demenz	1.100.000	1.600.000	+51 %	2.200.000	+104 %

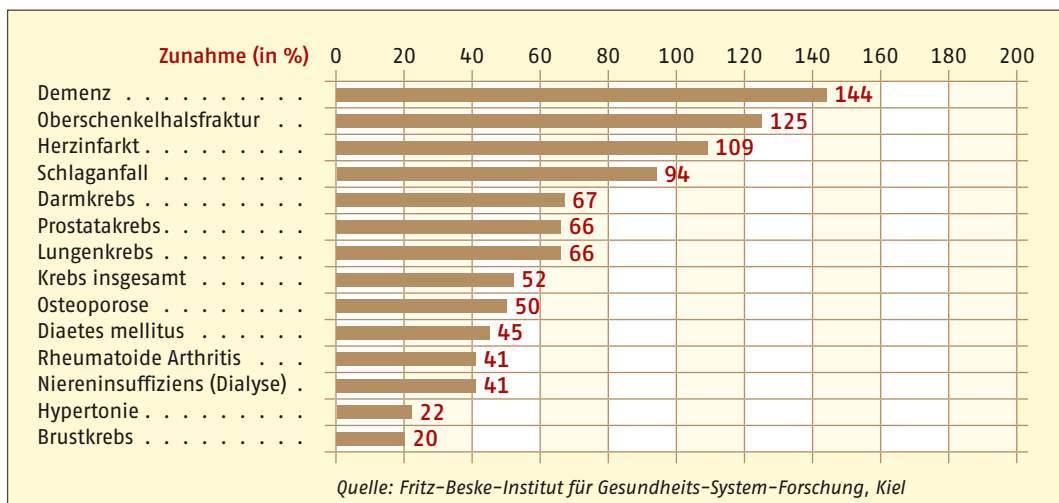


Bild 1: Prozentuale Zunahme Erkrankter pro 100.000 Einwohner von 2007 bis 2050

Dabei gibt es Möglichkeiten, vielen der chronischen Leiden wirksam vorzubeugen. Das setzt jedoch die Bereitschaft voraus, sich genauer über die Grundregeln eines gesunden Lebensstils zu informieren und dieses Wissen auch in die Praxis umzusetzen. Doch davon sind viele Bundesbürger noch weit entfernt.

Das zeigen aktuelle Daten zur Häufigkeit von Übergewicht:

- ▶ In Deutschland sind 67 Prozent der Männer und rund 53 Prozent der Frauen übergewichtig oder adipös.
- ▶ 23 Prozent der Männer und 24 Prozent der Frauen sind adipös und haben einen BMI über 30.
- ▶ Mit steigendem Alter nimmt der Anteil übergewichtiger oder adipöser Personen zu. Bei den 70- bis 75-Jährigen bringen rund 72 Prozent der Männer und 59 Prozent der Frauen zu viel auf die Waage.
- ▶ Übergewicht tritt zunehmend auch bei Kindern und Jugendlichen auf. Der 13. Ernährungsbericht



Bild 1: Übergewicht: ein Riesenproblem

der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) beziffert den Anteil übergewichtiger Kinder bei der Einschulung je nach Bundesland zwischen 8,2 und 12,0 Prozent. 2,8 bis 5,3 Prozent von ihnen waren adipös.

Wunsch und Wirklichkeit: Die Essgewohnheiten der Bundesbürger

- ▶ Der Verzehr von Gemüse beträgt bei Männern und Frauen mit 124 Gramm pro Tag nur ein Drittel der von der DGE empfohlenen Menge von 400 g.
- ▶ Beim Verzehr von Obst liegen 59 Prozent unter den DGE-Empfehlungen von täglich 250 Gramm. Wenn frisches Obst durch Obstsaft oder Nektar ersetzt wird, liegen noch immer 43 Prozent der Bevölkerung darunter.

Fakten, die zu denken geben

- ▶ Menschen der unteren sozialen Schichten essen im Vergleich zur Oberschicht weniger Lebensmittel mit günstiger Nährstoffzusammensetzung wie Gemüse, Obst, Pilze und Hülsenfrüchten sowie Fisch, Fischerzeugnisse oder Krustentiere.
- ▶ Im Gegensatz dazu essen Personen der unteren Schichten mehr fett- und zuckerreiche Lebensmittel wie Fleisch, insbesondere Wurst- und Fleischwaren, Streichfette und Süßwaren.
- ▶ Zuckerreiche Limonaden werden von ihnen drei- bis viermal häufiger verzehrt.
- ▶ Je höher der Schulabschluss, desto niedriger der BMI bei Männern und Frauen.
- ▶ Mit steigendem Nettoeinkommen pro Kopf zeigt sich bei Männern und Frauen ein Absinken des BMI.
- ▶ Ledige Männer und Frauen sind häufiger normalgewichtig als verheiratete, geschiedene oder verwitwete Menschen.

Tab. 1: Verzehrsprofil der bundesdeutschen Bevölkerung (Quelle: Nationale Verzehrsstudie II 2013)

Lebensmittel (g/Tag)	Frauen	Männer
Fleisch, Fleischerzeugnisse, Wurstwaren	85	156
Fisch, Fischerzeugnisse, Krusten- u. Schalentiere	15	19
Eier	10	12
Milch, Milcherzeugnisse	190	192
Tierische Fette	8	14
Pflanzliche Fette und Öle	9	15
Obst, Obsterzeugnisse	182	143
Nüsse und Samen	3	3
Gemüse, Pilze, Hülsenfrüchte	124	123
Kartoffeln, Kartoffelerzeugnisse	57	73
Brot	111	158
Backwaren	53	60
Getreide, Getreideerzeugnisse	58	70
Süßwaren	27	28
Kaffee/Tee (grün/schwarz)	506	538
Obstsäfte/Nektare	197	225
Limonaden	90	198
Alkoholische Getränke	94	281

Was liegt im Argen?

Zwar legen immer mehr Bundesbürger Wert auf sichere und einwandfreie Nahrungsmittel. In diesem Punkt sind viele sehr kritisch und bewusst. Doch beim gesunden Lebensstil – sprich ausgewogene Kost und regelmäßige körperliche Bewegung – da hapert es noch.



Info

Immer mehr Menschen greifen zu Bio-Lebensmitteln, die inzwischen auch in Supermärkten und sogar beim Discounter angeboten werden. Der Markt mit diesen Produkten wuchs im Jahr 2015 um gut elf Prozent. Das ist fast doppelt so viel wie im Vorjahr.

Zu viel!

Die pro Tag durchschnittlich benötigte Nahrungsmenge ist heute im Vergleich zu früher gering. Der Grund: Die immer weiter fortschreitende Technisierung hat die Lebensumstände in den Industrienationen stark verändert. Nur noch wenige Menschen müssen körperlich schwer arbeiten. Wir leben in zentral geheizten, stets wohligen warmen Wohnungen. Dank moderner Verkehrsmittel überwinden wir auch weiteste Strecken ohne körperliche Anstrengung. Dennoch futtern die meisten immer noch drauflos, ganz so, als herrschten noch immer die harten Lebensbedingungen vergangener Zeiten.



Ernährungswissen

Der mündige Verbraucher! Immer wieder wird er von Politikern, Verbraucherschützern, Medien oder Vertretern der Ernährungswirtschaft bemüht. Man unterstellt ihm Kritikfähigkeit und das nötige Wissen, um sich auf einem rasant wachsenden Markt zu orientieren und die zum Teil widersprüchlichen Informationen über Ernährung zu verstehen, zu bewerten und gegebenenfalls auch noch in die Praxis umzusetzen.

Doch entsprechen die Deutschen tatsächlich diesem Bild? Haben sie das nötige Wissen, um den in sie gesteckten Erwartungen gerecht zu werden? Eine zentrale Frage, denn nur mit einem ausreichenden Maß an Sachkompetenz lässt sich der Weg zu einem gesunden Lebensstil finden.

Die Nationale Verzehrsstudie hat diese Frage aufgegriffen und anhand ausgewählter Aspekte das Ernährungswissen der Bevölkerung getestet.

Tab. 1: Kenntnis über Lebensmittelgruppen und Empfehlungen zur Ernährung

Frage	Antwort		
	Richtig	Falsch	Weiß nicht
Was ist ein probiotischer Joghurt?	58,2 %	5,0 %	36,2 %
Was sind ACE-Getränke?	66,7 %	3,0 %	29,6 %
Was bedeutet „5 am Tag“?	29,0 %	33,9 %	36,5 %

Frauen sind informierter!

Frauen wussten bei der Befragung besser über die Produkte Bescheid als Männer.

- ▶ Probiotische Joghurts kannten 64,4 Prozent der Frauen. Im Vergleich dazu zeigten Männer mit 51,8 Prozent geringeres Wissen.
- ▶ Bei ACE-Getränken standen die Frauen mit 69,1 zu 64,2 Prozent ebenfalls günstiger da.
- ▶ Frauen kennen den Begriff „5 am Tag“ mit 39,9% doppelt so häufig wie Männer mit nur 17,7 %.

Abiturienten sind besser informiert!

Wie schon gesagt, spielen der soziale Status und der Bildungsgrad eine entscheidende Rolle, wenn es um Ernährungswissen und dessen Umsetzung in Verhalten geht. In dieser Hinsicht haben nicht alle Menschen die gleichen Chancen. Das belegen Zahlen, die den Zusammenhang zwischen richtigen Antworten und Bildungsgrad zeigen. Untersucht wurde der Zusammenhang zwischen Schulabschluss und dem Wissen zu verschiedenen Bereichen der Ernährung. Dabei hatten ganz klar Absolventen der Gymnasien, aber auch der Realschule, die Nase vorn.

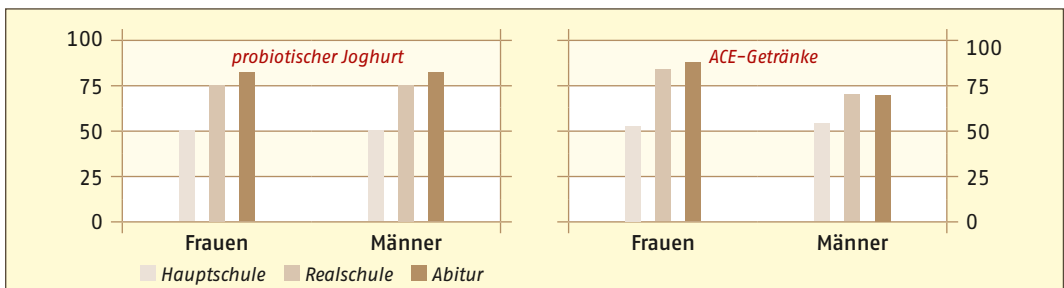


Bild 1: Zusammenhang zwischen Bildungsgrad und der Kenntnis über Lebensmittel (in Prozent)

Preisfrage: Wer kann kochen?

Gerichte zubereiten können ist die entscheidende Voraussetzung für eine gesunde und ausgewogene Kost. Wer ausschließlich auf Fertiggerichte und Fast Food angewiesen ist, bekommt meist nicht das optimale Nährstoffangebot.

Die Nationale Verzehrsstudie hat auch untersucht, wie die Bundesbürger ihre eigenen Kochkünste einschätzen.

Hier die Ergebnisse:

- ▶ 48,7 Prozent der Deutschen halten sich für „gute“ bis „sehr gute“ Köche.
- ▶ 28,5 Prozent schätzen ihre Kochkenntnisse als „durchschnittlich“ ein.
- ▶ 15,6 Prozent geben an, „wenig bis gar nicht gut“ zu kochen.
- ▶ Und immerhin 7,1 Prozent kochen gar nicht.

Insgesamt haben auch hier wieder die Frauen die Nase vorn. Zwei Drittel der befragten Frauen geben sich beste bis gute Noten. Von den Männern hält sich nur knapp ein Drittel für derart kompetent und gut 13 Prozent stehen nie am Herd. Allerdings, bei den jüngeren Frauen lässt die Kochbegeisterung schon deutlich nach. In der Gruppe der 19- bis 24-Jährigen meinen nur noch 40 Prozent, richtig gut kochen zu können.

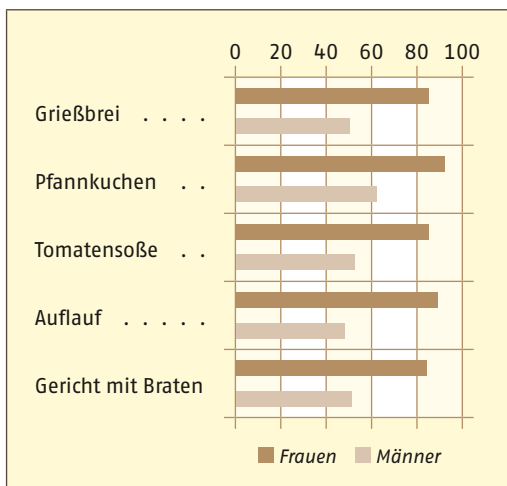


Bild 1: Prozentsatz von Frauen und Männern, die mit dem Zubereiten verschiedener Gerichte Erfahrung haben

Woher das Wissen nehmen?

Verbraucher sehen sich heutzutage mit einer schier unübersehbaren Fülle von Informationen konfrontiert. Die Menschen nutzen diese Informationsangebote unterschiedlich intensiv.

Spitzenreiter mit 56 Prozent Nutzung sind Zeitungen und Magazine. Auf Platz zwei mit gut 54 Prozent finden sich die Angaben auf Lebensmittelpackungen. Mit einer Häufigkeit von 54 Prozent holen sich auch viele Rat bei Familie und Freunden, unmittelbar gefolgt vom Fernsehen.

Einen mittleren Platz nehmen Fachzeitschriften, Fachbücher und Informationsbroschüren ein. Danach folgen Internet, Krankenkassen, Ärzte und Apotheker.

Schlusslichter mit weniger als 10 Prozent bilden die Verbraucherzentralen, Schule, Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. und aid Infodienst e. V.



Und jetzt Sie!

1. Nach Schätzungen sind 2015 bereits 10 Millionen Menschen in Deutschland von Diabetes mellitus betroffen.

1.1 Ermitteln Sie den prozentualen Anteil von Diabetikern in Deutschland bei einer derzeitigen Bevölkerungszahl von ca. 82 Millionen Menschen.

1.2 Ermitteln Sie die erwartete Anzahl von Diabetikern im Jahre 2050 in der Bundesrepublik. (s. S. 12, Bild 1).

1.3 Zeigen Sie, wie sich der prozentuale Anteil der Erkrankten im Laufe der nächsten Jahrzehnte ändern wird. Hinweis: Das Statistische Bundesamt Deutschland rechnet bis zum Jahre mit einem Bevölkerungsrückgang auf rund 69 bis 74 Millionen.

2. Gesunde Ernährung? – Fehlanzeige.

2.1 Überprüfen Sie diese Behauptung. Stellen Sie dazu die Infos, von S. 15, in einem Ist-Soll-Diagramm grafisch dar.

2.2 Leiten Sie aus Ihrer Grafik ab, wovon zu viel, wovon zu wenig verzehrt wird.

2 Nahrungsbedarf des Körpers

Ein lebender Organismus ist kein starres, sondern ein dynamisches System, das ständig in Aktion ist. Selbst wenn der Körper sich nach außen hin in völliger Ruhe befindet, laufen in seinem Inneren rund um die Uhr zahllose biologischen Prozesse ab.

Was im Inneren des Körpers geschieht:

- ▶ Das Herz pumpt unaufhörlich Blut durch das gesamte Gefäßsystem.
- ▶ Im Verdauungstrakt, dem Umschlagplatz für Nahrung, wird Verwertbares von Überflüssigem getrennt.
- ▶ Die Atmung sorgt für regelmäßige Zufuhr von Sauerstoff.
- ▶ In den Zellen werden geeignete Stoffe abgebaut. Mit der dabei kontinuierlich freigesetzten Energie werden eine gleichmäßige Körpertemperatur gesichert und die unterschiedlichsten Körperfunktionen Tag und Nacht in Gang gehalten.
- ▶ In sämtlichen Zellen werden ebenfalls durch Abbau von Stoffen gewonnene Bausteine für „Instandsetzungsarbeiten“ zum Erhalt der Zellsubstanz genutzt.
- ▶ Während der Phase des Wachstums werden neue Zellen aufgebaut.

Was der Körper dazu benötigt:

- ▶ Energieträger, damit er Arbeit leisten kann.
- ▶ Baustoffe, damit er Material für den Aufbau und die Erneuerung von Zellen und Geweben zur Verfügung hat.
- ▶ Reglerstoffe, um die vielfältigen und komplizierten Abläufe organisieren und kontrollieren zu können.
- ▶ Schutzstoffe, mit deren Hilfe der Körper gegen Krankheiten gewappnet ist.

Energielieferanten

Zu den Nährstoffen, die dem Körper Energie liefern, zählen in erster Linie Fette und Kohlenhydrate. Proteine werden nur in Ausnahmefällen zur Energiegewinnung genutzt.

Baustoffe

Proteine: Sie dienen dem Körper zum Aufbau der verschiedenen Zellen und Gewebe.

Fett: Es baut gemeinsam mit Proteinen die Zellwände auf.

Mineralstoffe: Sie dienen dem Aufbau bestimmter Körpergewebe, zum Beispiel von Knochen und Zähnen.

Wasser: Es ist Bestandteil der Zell- und aller Körperflüssigkeiten wie Blut, Lymphe und Verdauungssäfte.

Reglerstoffe

Vitamine: Sie werden vor allem als Cofaktoren für Enzyme verwendet.

Mineralstoffe: Sie helfen bei der Regulierung des Wasserhaushaltes. Viele von ihnen wie Zink und Magnesium sind am Aufbau von Hormonen und Enzymen beteiligt.

Tab. 1: Systematik der Nährstoffe

Energie liefernde Nährstoffe	Nicht Energie liefernde Nährstoffe
Fette	Vitamine
Kohlenhydrate	Mineralstoffe
Proteine	Wasser

i Info

Neben Energielieferanten sowie Bau- und Reglerstoffen enthält Nahrung noch Substanzen, die zwar nicht zum Erhalt von Energie- und Stoffumsatz benötigt werden, aber dennoch in viele Bereiche des biologischen Geschehens eingreifen. Im Körper wirken sie als Schutzstoffe. Sie unterstützen ihn bei seinen vielfältigen Aufgaben.

Zu ihnen zählen Ballaststoffe, Bioaktive Stoffe sowie Farb-, Aroma- und Geschmacksstoffe. Sie sind zwar nicht lebensnotwendig, aber für einen reibungslosen Ablauf des Körpergeschehens dennoch wichtig.

Schutzstoffe

Ballaststoffe: Sie aktivieren die Darmtätigkeit (Peristaltik) und verkürzen so die Verweilzeit der Nahrung im Verdauungstrakt. Auch binden sie im Darm schädliche Stoffe und verhindern so deren Resorption.

Bioaktive Stoffe: Sie greifen auf unterschiedlichste Weise in biologische Prozesse ein und können auf diese Weise Schutz bieten vor chronischen Erkrankungen wie Herz-Kreislauf-Leiden oder sogar Krebs.

Farb-, Aroma- und Geschmacksstoffe: Sie fördern die Bildung von Verdauungssäften und regen den Appetit an.

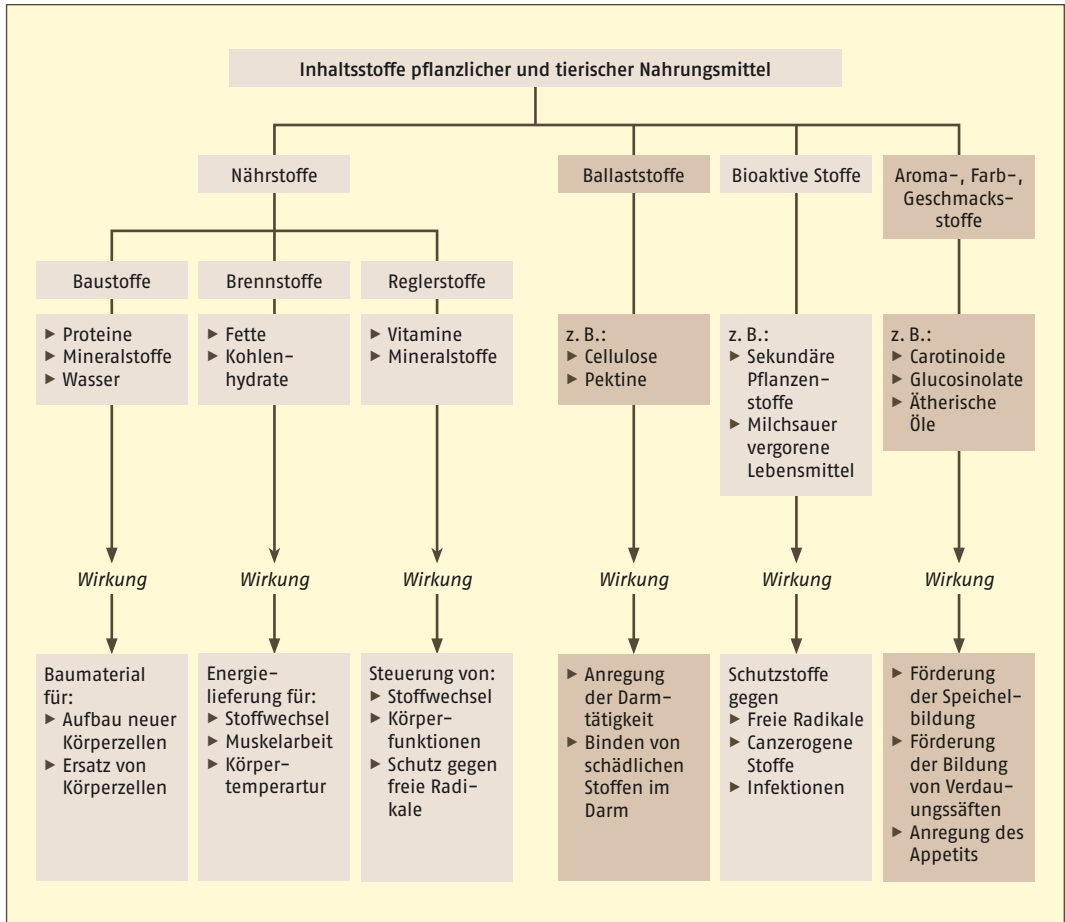


Bild 1: Aufgaben der Nährstoffe im Überblick

3 Quantitative und qualitative Aspekte der Ernährung

Viele Menschen essen und trinken einfach deshalb, weil sie Hunger bzw. Durst oder Appetit auf etwas ganz Bestimmtes haben. Dieses Verlangen befriedigen sie und genießen das. Der Gedanke, den Nährstoffbedarf zu decken, kommt den meisten dabei eher nicht.

Nun ist es ganz sicher so, dass der Genusswert von Mahlzeiten entscheidend mit zum allgemeinen Wohlbefinden und zur Lebensfreude beiträgt und so hilft, Gesundheit und Widerstandskraft des Körpers zu erhalten. Wer jedoch seinen Gaumen zum alleinigen Ratgeber macht und unbesehen alles isst, was ihm schmeckt, der läuft Gefahr, sich am Bedarf vorbei zu ernähren. Das Nahrungsangebot sollte unbedingt in punkto Qualität und Quantität bestimmten Anforderungen genügen.

3.1 Energie zum Leben

Auch wenn der Mensch schon durchs Weltall fliegt und bereits Genmanipulationen vollbringt, all die sensationellen naturwissenschaftlichen Erkenntnisse und technischen Errungenschaften ändern nichts daran, dass der menschliche Organismus den Gesetzen der Natur unterworfen ist. Sie gelten für ihn wie für jedes andere Lebewesen auf der Erde.

Eines der fundamentalen Grundgesetze ist das „Gesetz von der Erhaltung der Energie“. Es besagt, dass Energie weder erzeugt noch vernichtet werden kann. Sie kann nur umgewandelt werden – zum Beispiel von chemischer Energie in Wärmeenergie.

Viele Arten von Materie, etwa Kohle, Benzin oder Zucker, stellen leicht umwandelbare chemische Energie dar. Als Energiequelle für den Menschen kommen aber nur solche Stoffe in Frage, die in den körpereigenen „Chemielabors“ der Zellen mithilfe von Enzymen verwertet werden können, nämlich Fette, Kohlenhydrate und Proteine. Sie werden durch „physiologische Verbrennung“ unter Energiegewinnung in einfache Verbindungen zerlegt.

Energie, Arbeit, Wärme

Energie, Arbeit und Wärmemenge sind Größen gleicher Dimension und werden in der gleichen Einheit gemessen.

Nach dem internationalen Einheitssystem (SI) ist die gemeinsame Einheit das aus den Basiseinheiten gebildete Potenzprodukt

$$1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

und hat den besonderen Namen Joule (J).

Andere Einheiten für Energie sind Wattsekunde (Ws) oder Newtonmeter (Nm).

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm}$$

Wie der Energiegehalt im Labor bestimmt wird

Den Energiegehalt kann man in einer Kalorimeterbombe ermitteln. Sie besteht aus einem mit Sauerstoff gefüllten Stahlzylinder, der von einem wärmeisolierten Wasserbad umgeben ist.

Die Messung beginnt mit der vollständigen Verbrennung einer abgewogenen Menge des betreffenden Nährstoffes in dem geschlossenen Zylinder. Man bringt sie mithilfe einer elektrischen Zündeinrichtung in Gang.

Die bei der Verbrennung frei werdende Wärmemenge lässt die Temperatur des Wasserbades ansteigen. 4,2 kJ erwärmen 1 l Wasser um 1 °C. Aus der Höhe des Temperaturanstieges lässt sich der Energiegehalt des Stoffes berechnen.

Die gemessene Energiemenge wird als physikalischer Brennwert bezeichnet.

Energieformen

Energie ist ein Begriff aus der Physik. Der Physiker unterscheidet zwischen unterschiedlichen Energieformen, zum Beispiel:

- ▶ Elektrische Energie,
- ▶ Bewegungs- bzw. kinetische Energie,
- ▶ Wärmeenergie,
- ▶ Chemische Energie.

Die physikalische Einheit für Energie ist das Joule (J). Ein Joule ist die Energiemenge, die benötigt wird, um 1 Kilogramm (kg) mit der Kraft von 1 Newton um 1 Meter (m) zu bewegen.

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

Früher war statt Joule die Bezeichnung Kilokalorie (kcal) üblich. Eine Kilokalorie ist definiert als die Energiemenge, die benötigt wird, um 1 Liter Wasser von 14,5 auf 15,5 °C zu erwärmen. Der Umrechnungsfaktor in Joule beträgt 4,184.

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$$

$$1 \text{ kcal} = 4,184 \text{ kJ}$$

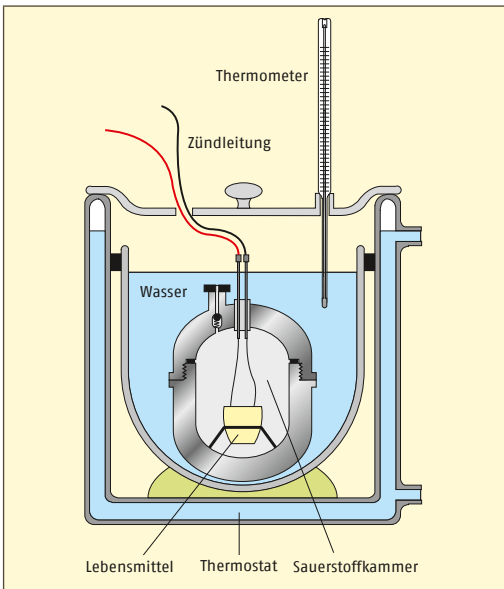


Bild 1: Schnitt durch eine Kalorimeterbombe

Physikalischer und physiologischer Brennwert

Aus Kohlenhydraten und Fetten entstehen bei der Verbrennung im Körper die gleichen Abbauprodukte wie bei einer Verbrennung unter Laborbedingungen. Auch die frei werdende Energiemenge ist in beiden Fällen gleich.

Proteine dagegen werden im Organismus nur bis zur Stufe des Harnstoffes, also unvollständig verbrannt. Die vom Körper nutzbare Energiemenge liegt daher unter der bei Laborbedingungen gemessenen. Den vom Körper verwertbaren Teil der Energie bezeichnet man als physiologischen Brennwert oder Nutzwert.

Tab. 1: Physikalischer Brennwert

Nährstoff	Brennwert
Fette	37 kJ
Kohlenhydrate	17 kJ
Proteine	23,4 kJ

Tab. 2: Physiologischer Brennwert

Nährstoff	Brennwert
Fette	37 kJ
Kohlenhydrate	17 kJ
Proteine	17 kJ

Energiebedarf

Die Menge an Energie, die pro Tag vom Körper umgesetzt wird und ausgeglichen werden muss, bezeichnet man als Gesamtenergieumsatz (engl.: „total energy expenditure“ = TEE). Einfache und gleichzeitig exakte Methoden, den TEE zu ermitteln, gibt es nicht. Man ist daher auf Schätzwerte angewiesen. Basis dafür ist der Grundumsatz, der sich gut messen und berechnen lässt. Zusammen mit der körperlichen Aktivität trägt er maßgeblich zum Energieverbrauch bei. Einen vergleichsweise geringeren Anteil hat die Nahrungsinduzierte Thermogenese.