utb.

Jan Wirsam | Claus Leitzmann

Die Vermessung der Ernährung

utb 5392

Eine Arbeitsgemeinschaft der Verlage

Brill | Schöningh – Fink · Paderborn
Brill | Vandenhoeck & Ruprecht · Göttingen – Böhlau · Wien · Köln
Verlag Barbara Budrich · Opladen · Toronto
facultas · Wien
Haupt Verlag · Bern
Verlag Julius Klinkhardt · Bad Heilbrunn
Mohr Siebeck · Tübingen
Narr Francke Attempto Verlag – expert verlag · Tübingen
Psychiatrie Verlag · Köln
Ernst Reinhardt Verlag · München
transcript Verlag · Bielefeld
Verlag Eugen Ulmer · Stuttgart
UVK Verlag · München
Waxmann · Münster · New York
wbv Publikation · Bielefeld
Wochenschau Verlag · Frankfurt am Main

Jan Wirsam
Claus Leitzmann

Die Vermessung der Ernährung

164 Abbildungen
206 Tabellen

Verlag Eugen Ulmer • Stuttgart

Prof. Dr. Jan Wirsam, geb. 1976 in Gießen. Studium der Betriebswirtschaftslehre und Promotion (2010), Universität Mainz. Gastdozent an der University of Athabasca (Canada), Dalian University of Technology (China), FH Kufstein, TH Ingolstadt. Führungsposition in einem japanischen Weltkonzern. Weitere Positionen im Bankwesen und IT-Unternehmen. Seit 2015 Inhaber des Lehrstuhls für Operations- und Innovationsmanagement. Forschungsschwerpunkte: Innovation, Digitalisierung, Zukunft der Gesundheit und Ernährung, Pflanzenbasierte Wertschöpfung, Food-Start-ups.

Prof. Dr. Claus Leitzmann, geb. 1933 in Dahlenburg. Studium der Biochemie und Promotion (1967) in den USA. Gastdozent an der Mahidol University, Bangkok, (1969–1971). Leiter der Laboratorien des Anaemia and Malnutrition Research Centers in Chiang Mai, Thailand (1971–1974). Seit 1974 am Institut für Ernährungswissenschaft der Universität Gießen. Habilitation 1976. Von 1978–1998 Professur „Ernährung in Entwicklungsländern". Forschungsschwerpunkte: Ernährungsprobleme in Entwicklungsländern, Ernährungsgewohnheiten, alternative Ernährungsformen, Ernährungsökologie. Seit 1998 im Ruhestand.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© 2022 Eugen Ulmer KG
Wollgrasweg 41, 70599 Stuttgart (Hohenheim)
E-Mail: info@ulmer.de
Internet: www.ulmer.de
Lektorat: Sabine Mann, Sabine Bartsch
Herstellung: Birgit Heyny
Umschlagbild: Korn: Copyright: Melanie Hobson/Shutterstock.com
Äpfel: Copyright: Evgeny Karandaev/Shutterstock.com
Käse: Copyright: MaraZe/Shutterstock.com;
Meterstab: Copyright: ArtVisionStudio/Shutterstock.com
Umschlaggestaltung: Atelier Reichert, Stuttgart
Illustration/Zeichnungen: Helmuth Flubacher/Flubacher Grafisches Atelier, Stuttgart
Satz und Zeichnungen: Bernd Burkart; www.form-und-produktion.de
Druck und Bindung: Pustet, Regensburg
Printed in Germany

UTB-Band-Nr. 5392
ISBN 978-3-8252-5392-9 **https://doi.org/10.36198/9783838553924**

Inhalt

Vorwort 14

Teil A

1 Vermessungsdimensionen von Lebensmitteln 16

2 Bevölkerungsentwicklung als Relationsgröße zur Vermessung der Ernährung 21

3 Lebensmittelverschwendung 24

4 Literatur 27

Teil B

1 Getreide

1.1 Einführung 30
1.2 Allgemeine Messwerte 32
1.3 Geografische Kenngrößen 34
1.4 Ökonomische Bezugspunkte 37
1.5 Ernährungsphysiologische Parameter 43
1.6 Ökologische Auswirkungen 47
1.7 Kernaussagen 48
1.8 Literatur 53

2 Gemüse

2.1 Einführung 54
2.2 Allgemeine Messwerte 56
2.3 Geografische Kenngrößen 62
2.4 Ökonomische Bezugspunkte 66
2.5 Ernährungsphysiologische Parameter 68
2.6 Ökologische Auswirkungen 77
2.7 Kernaussagen 78
2.8 Literatur 82

3 Pilze

3.1 Einführung 84
3.2 Allgemeine Messwerte 86
3.3 Geografische Kenngrößen 89
3.4 Ökonomische Bezugspunkte 89
3.5 Ernährungsphysiologische Parameter 91
3.6 Ökologische Auswirkungen 94
3.7 Kernaussagen 95
3.8 Literatur 98

4 Kartoffeln

4.1 Einführung 99
4.2 Allgemeine Messwerte 101
4.3 Geografische Kenngrößen 102
4.4 Ökonomische Bezugspunkte 104
4.5 Ernährungsphysiologische Parameter 107
4.6 Ökologische Auswirkungen 108
4.7 Kernaussagen 109
4.8 Literatur 112

5 Obst

5.1 Einführung 113
5.2 Allgemeine Messwerte 114
5.3 Geografische Kenngrößen 119
5.4 Ökonomische Bezugspunkte 121
5.5 Ernährungsphysiologische Parameter 127
5.6 Ökologische Auswirkungen 134
5.7 Kernaussagen 135
5.8 Literatur 139

6 Beeren

6.1 Einführung 140
6.2 Allgemeine Messwerte 141
6.3 Geografische Kenngrößen 143
6.4 Ökonomische Bezugspunkte 144
6.5 Ernährungsphysiologische Parameter 146
6.6 Ökologische Auswirkungen 150
6.7 Kernaussagen 151
6.8 Literatur 154

7 Hülsenfrüchte

7.1 Einführung 156
7.2 Allgemeine Messwerte 158
7.3 Geografische Kenngrößen 161
7.4 Ökonomische Bezugspunkte 163
7.5 Ernährungsphysiologische Parameter 169
7.6 Ökologische Auswirkungen 170
7.7 Kernaussagen 173
7.8 Literatur 178

8 Nüsse

8.1 Einführung 179
8.2 Allgemeine Messwerte 180
8.3 Geografische Kenngrößen 182
8.4 Ökonomische Bezugspunkte 182
8.5 Ernährungsphysiologische Parameter 186
8.6 Ökologische Auswirkungen 188
8.7 Kernaussagen 189
8.8 Literatur 192

9 Samen

9.1 Einführung 193
9.2 Allgemeine Messwerte 193
9.3 Geografische Kenngrößen 194
9.4 Ökonomische Bezugspunkte 195
9.5 Ernährungsphysiologische Parameter 197
9.6 ÖkologischeAuswirkungen 198
9.7 Kernaussagen 198
9.8 Literatur 202

10 Fette und Öle

10.1 Einführung 203
10.2 Allgemeine Messwerte 205
10.3 Geografische Kenngrößen 208
10.4 Ökonomische Bezugspunkte 211
10.5 Ernährungsphysiologische Parameter 217
10.6 Ökologische Auswirkungen 220
10.7 Kernaussagen 221
10.8 Literatur 226

11 Kräuter

11.1 Einführung 228
11.2 Allgemeine Messwerte 229
11.3 Geografische Kenngrößen 231
11.4 Ökonomische Bezugspunkte 232
11.5 Ernährungsphysiologische Parameter 233
11.6 Ökologische Auswirkungen 234
11.7 Kernaussagen 236
11.8 Literatur 238

12 Gewürze

12.1 Einführung 239
12.2 Allgemeine Messwerte 241
12.3 Geografische Kenngrößen 243
12.4 Ökonomische Bezugspunkte 243
12.5 Ernährungsphysiologische Parameter 247
12.6 Ökologische Auswirkungen 248
12.7 Kernaussagen 249
12.8 Literatur 253

13 Honig

13.1 Einführung 254
13.2 Allgemeine Messwerte 255
13.3 Geografische Kenngrößen 259
13.4 Ökonomische Bezugspunkte 260
13.5 Ernährungsphysiologische Parameter 261
13.6 Ökologische Auswirkungen 263
13.7 Kernaussagen 264
13.8 Literatur 267

14 Fleisch

14.1 Einführung 268
14.2 Allgemeine Messwerte 270
14.3 Geografische Kenngrößen 274
14.4 Ökonomische Bezugspunkte 277
14.5 Ernährungsphysiologische Parameter 280
14.6 Ökologische Auswirkungen 287
14.7 Kernaussagen 290
14.8 Literatur 294

15 Fisch

15.1 Einführung 296
15.2 Allgemeine Messwerte 298
15.3 Geografische Kenngrößen 301
15.4 Ökonomische Bezugspunkte 304
15.5 Ernährungsphysiologische Parameter 311
15.6 Ökologische Auswirkungen 315
15.7 Kernaussagen 319
15.8 Literatur 322

16 Milch

16.1 Einführung 324
16.2 Allgemeine Messwerte 324
16.3 Geografische Kenngrößen 327
16.4 Ökonomische Bezugspunkte 328
16.5 Ernährungsphysiologische Parameter 331
16.6 Ökologische Auswirkungen 339
16.7 Kernaussagen 340
16.8 Literatur 343

17 Ei

17.1 Einführung 344
17.2 Allgemeine Messwerte 345
17.3 Geografische Kenngrößen 348
17.4 Ökonomische Bezugspunkte 349
17.5 Ernährungsphysiologische Parameter 352
17.6 Ökologische Auswirkungen 355
17.7 Kernaussagen 355
17.8 Literatur 358

18 Wasser

18.1 Einführung 359
18.2 Allgemeine Messwerte 360
18.3 Geografische Kenngrößen 362
18.4 Ökonomische Bezugspunkte 368
18.5 Ernährungsphysiologische Parameter 371
18.6 Ökologische Auswirkungen 372
18.7 Kernaussagen 374
18.8 Literatur 377

19 Zucker

19.1 Einführung 378
19.2 Allgemeine Messwerte 380
19.3 Geografische Kenngrößen 382
19.4 Ökonomische Bezugspunkte 383
19.5 Ernährungsphysiologische Parameter 387
19.6 Ökologische Auswirkungen 388
19.7 Kernaussagen 388
19.8 Literatur 392

20 Salz

20.1 Einführung 393
20.2 Allgemeine Messwerte 394
20.3 Geografische Kenngrößen 395
20.4 Ökonomische Bezugspunkte 397
20.5 Ernährungsphysiologische Parameter 399
20.6 Ökologische Auswirkungen 401
20.7 Kernaussagen 402
20.8 Literatur 404

Teil C

1 Vergleich der Lebensmittel 406

2 Vergleiche der Ernährungsformen und Nährstoffempfehlungen 420

2.1 Ausgangssituation 420

2.2 Berechnung des Durchschnittsverzehrs in der Welt 421

2.3 Bewertung des Durchschnittsverzehrs in Deutschland 425

2.4 Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE 425

2.5 Eat-Lancet-Report: Planetary Health Diet Lancet Global Health 432

2.6 Vegane Ernährung 437

2.7 Vollwert-Ernährung 440

2.8 Bewertung des Durchschnittsverzehrs in den USA 441

2.9 Der Vergleich der verschiedenen Ernährungsformen 448

3 Zusammenfassung und Ausblick 450

4 Literatur 453

Quellennachweis 455

Vorwort

In der deutschsprachigen Literatur gibt es bereits eine Reihe von Büchern, die über Vermessungen aller Art von bestimmten Objekten und Subjekten berichten. Als Beispiele sind hier die Vermessung des Menschen, des Körpers, des Lebens sowie der Globalisierung zu nennen. Andere Publikationen befassen sich mit geografischen Größen wie den Meeren, Ozeanen, der Erde, der Welt, des Himmels, des Kosmos und des Universums. Weitere Zusammenstellungen vermessen überirdische Sujets wie die Liebe, den Glauben und die Ewigkeit. Auffallend bei allen diesen Büchern ist, dass sie teilweise nur wenig oder zumindest physikalisch fast nichts vermessen.

Eines der wichtigsten Grundbedürfnisse des Menschen, nämlich die Ernährung, wurde seit Menschengedenken begutachtet, gewogen, gemessen, analysiert, untersucht, durchleuchtet und erforscht. So gibt es unendlich viele Daten darüber, wie unsere Lebensmittel erzeugt, vermarktet, verarbeitet und zubereitet werden, sowie über ihre Inhaltsstoffe und deren Funktionen im Körper. Die Daten wurden in unzähligen Veröffentlichungen, Schriften und Sammelwerken zusammengetragen. Dabei finden sich wichtige, teilweise sich widersprechende Ergebnisse, die u. a. auf unterschiedlichen analytischen Methoden beruhen, sich aber besonders aus der Variabilität der Ernährung sowie der Lebensmittel ergeben.

Aus Sicht der Autoren fehlt bisher eine Synthese der unterschiedlichsten Daten über die Ernährung, um durch neue Berechnungen Einblicke in relevante Zusammenhänge zu erhalten, die bisher kaum oder nicht erkannt wurden. Als Grundlage werden die wichtigsten bereits vorliegenden Daten zur Ernährung und zu unseren Lebensmitteln mit Zahlen, Tabellen und Abbildungen dargestellt. Der rote Faden führt von den spezifischen Lebensmitteleigenschaften, ihren Nährstoffgehalten und den ökonomischen Bezugspunkten hin zu aktuellen Aspekten der Bewertung sowie zur Nachhaltigkeit. Mit diesem Buch liegt eine Zusammenstellung, Kommentierung und Berechnung wichtiger Messdaten zur Ernährung vor. Neben interessanten Fakten findet sich auch Unerwartetes.

Der Vergleich der Lebensmittel sowie der Ernährungsformen ergibt Hinweise und Erklärungsansätze dafür, in welchem Ausmaß und mit welcher Geschwindigkeit das weiterhin rasante Wachstum der Weltbevölkerung die begrenzten planetaren Ressourcen beanspruchen wird. Dazu werden ernährungsphysiologische, ökologische, ökonomische und geografische Vermessungswerte in Relation zueinander gesetzt.

Aufgrund der Konzeption und Struktur des Werkes sowie der einzelnen Kapitel wurde bewusst auf ein Sachverzeichnis verzichtet und damit der Umfang reduziert sowie Redundanzen vermieden.

Wir wünschen allen Interessierten eine informative und anregende Lektüre. Für Hinweise auf Fehler sowie Vorschläge hinsichtlich zukünftiger Auflagen sind wir sehr dankbar.

Jan Wirsam, Berlin
Claus Leitzmann, Gießen

Teil A

1 Vermessungsdimensionen von Lebensmitteln

Im Zusammenhang mit Ernährung und Lebensmitteln werden sehr viele Zahlen in Relation zu den unterschiedlichsten Bezugsgrößen gesetzt. Oftmals werden Jahresmengen/Land in Mio. t/Jahr in Statistiken und die Anbauflächen meist in Mio. ha ausgewiesen. Im Supermarkt erfolgt die Preisauszeichnung/kg und auf den Verpackungen werden Nährwerte angegeben. Eher selten werden auch klimarelevante Merkmale, wie die CO_2-Emissionen, genannt. Noch seltener werden die physikalischen, ernährungsphysiologischen, ökonomischen, ökologischen, chemisch-biologischen und geografischen Werte als Bezugsgrößen herangezogen. In wissenschaftlichen Ausarbeitungen erfolgt dies gelegentlich, insbesondere wenn es die Relationen zwischen Nährstoffgewinnung und Ressourceneinsatz betrifft. Recht bekannt sind hier plastische Darstellungen, dass beispielsweise für die Erzeugung von 1 kg Rindfleisch etwa 15.500 l Wasser benötigt werden [1].
Diese überraschenden Ergebnisse sind es aber, die uns motivieren, die Wertschöpfung von Lebensmitteln besser zu analysieren, um Vergleiche unterschiedlichster Art zu ermöglichen und neue Erkenntnisse zu gewinnen. Populär sind auch Berechnungen, die den Proteingehalt und die entsprechenden CO_2-Emissionswerte, die Flächenbeanspruchung, den Wasserverbrauch sowie weitere Parameter in Relation zueinander gesetzt haben [2]. Angeregt durch diese jüngsten Veröffentlichungen werden in diesem Buch auch bisher noch nicht dargestellte Relationen und entsprechende Berechnungen erstmals veröffentlicht. Um die abstrakten Zahlen verständlich zu machen, wurden Umrechnungen auf allgemeine Bezugsgrößen wie m^2, kg oder l vorgenommen. Die in Statistiken ausgewiesenen Größen wie ha, t oder (bei Flüssigkeiten) m^3 bieten sich für Vereinfachungen an, um die Verständlichkeit zu erhöhen.
Im Teil B werden 20 Lebensmittelgruppen dargestellt und dabei über 50 einzelne Lebensmittel anhand einer einheitlichen Struktur analysiert. In der **Einführung** werden die Wortbedeutung, die Herkunft des Lebensmittels, die historischen Entwicklungen sowie Besonderheiten erklärt. Die Verwertungsmöglichkeiten für die Ernährung des Menschen werden dargestellt, die gängigsten und wichtigsten Lebensmittel einer Gruppe werden in einer Abbildung mit ersten Vermessungswerten präsentiert. Es folgen jeweils sechs weitere Unterkapitel:

- allgemeine Messwerte
- geografische Kenngrößen
- ökonomische Bezugspunkte
- ernährungsphysiologische Parameter
- ökologische Auswirkungen
- Kernaussagen

Abschließend erfolgt die Aufbereitung der Vermessungswerte als Kreuzrelationen.
Die **allgemeinen Messwerte** dienen der physikalischen Beschreibung der Lebensmittel. Dabei geht es um die Größe und das Gewicht sowie um die Zeit, in der die pflanzlichen oder tierischen Lebensmittel produziert werden, bis sie verzehrt werden können. Kennzahlen über die Qualität der Lebensmittel verdeutlichen die Vielzahl der Aspekte, auf die bei den einzelnen Produkten geachtet wird. Die weltweiten Produktionsmengen geben einen ersten Eindruck über den Gesamtverbrauch der Lebensmittel, der bereits Hinweise auf den Verbrauch/Person erlaubt.
Die **geografischen Kenngrößen** stellen die Produktionsmengen einzelner Länder für ausgewählte Lebensmittel in den Vordergrund. Damit wird die Frage beantwortet, in welchen Ländern welche Lebensmittel in welchem Umfang angebaut bzw. produziert werden. Diese Information ermöglicht präzisere Angaben zur Produktion/Person in einem Land, die jedoch nicht dem Konsum/Person entsprechen, da es umfangreiche weltweite Handelsaktivitäten gibt und sich einzelne Länder, wie die Nieder-

lande, auf den Import bzw. Export von Lebensmitteln spezialisiert haben. Danach erfolgt eine weiterführende Darstellung der Produktionsmengen für Deutschland. Die daraus ableitbaren Vermessungswerte ermöglichen Vergleiche mit einzelnen Nachbarländern oder auf weltweiter Ebene. Vereinzelt gibt es auch für Lebensmittel sehr lokale Besonderheiten, die exemplarisch aufgeführt werden.

Ökonomische Bezugsgrößen sind einerseits das Weltmarktvolumen, das auf Basis von Weltmarktpreisen und Produktionsmengen errechnet wurde, und andererseits die Erträge/ha. Der weltweite Umsatz ist oftmals eine Schätzgröße bzw. eine zeitpunktabhängige Berechnung. Die Weltmarktpreise schwanken stark und es gibt große regionale sowie nationale Unterschiede. Sehr selten gibt es amtliche Statistiken, die den kompletten Markt einbeziehen. Vielfach arbeiten hier die nationalen und regionalen Institutionen auch nur mit Schätzwerten. Das Ausweisen der Größe des Weltmarktes kann auch mehrere Wertschöpfungsstufen eines Segments beinhalten, sodass mehrere Arbeitsschritte zusammengefasst wurden. In diesem Buch liegt der Fokus jedoch auf der Primärerzeugung, sodass sich die Werte weitgehend auf die landwirtschaftliche Tätigkeit beziehen. Weitere Verarbeitungsstufen in der Lebensmittelindustrie wurden ausgeklammert.

In Ergänzung zu den Weltmarktpreisen, die oftmals in €/t angegeben werden, wurden auch Daten aus dem Supermarkt recherchiert, um die Preisangaben/kg für den Endkonsumenten abzubilden. An der Stelle sind auch die eigenen Parameter der Preisfestsetzung des Lebensmitteleinzelhandels zu berücksichtigen, die oftmals wenig transparent sind. Abhängig von der Art der Verkaufsstelle (Supermarkt, Discounter oder auch Markt bzw. Erwerb direkt vom Erzeuger), der Saison, der lokalen Verfügbarkeit, der Anbauweise (konventionell oder biologisch) oder auch der aktuellen Situation am Verkaufsstandort schwanken die Preise erheblich. Auch im Jahresverlauf und bezüglich der Historie kommt es zu größeren Preisschwankungen, die in einigen Märkten auch durch Eingriff von Regulierungsbehörden direkt oder indirekt beeinflusst werden können. Die Preise der Endkonsumenten haben daher exemplarischen Charakter und sind nur bedingt repräsentativ. Um aber ein besseres Verständnis von der Wertigkeit einzelner Lebensmittel sowie ein realitätsnahes Preisbild aus Sicht des Endkonsumenten zu erhalten, wurde diese Bezugsgröße mit aufgenommen. Ergänzt wurde auch der Umkehrwert des Endkonsumentenpreises. Berücksichtigt wurden zwei Fragen: Wie viel € müssen bezahlt werden, um ein kg zu erwerben? Wie viel kg können für einen € gekauft werden? Der Ertrag/ha ist Gegenstand vieler agrarökonomischer Untersuchungen. Er wird klassischerweise in einer Vielzahl von landwirtschaftlichen Statistiken als Vergleichsgröße angewandt, um etwa die historische Entwicklung hervorzuheben oder auf Züchtungserfolge, neue Anbaumethoden oder Fortschritte in der Landtechnik zu verweisen. Diese Statistiken dienen auch dem nationalen und internationalen Vergleich. Die Unterschiede sind teils beachtlich, und sind in bestimmten Jahren u. a. durch eine besonders günstige oder ungünstige klimatische Konstellation zu erklären.

Die vereinfachte Darstellung der Wertschöpfungskette soll den Ablauf der einzelnen Arbeitsschritte in einer Lebensmittelgruppe verdeutlichen, die sich jeweils in drei Hauptteile unterscheiden lässt: landwirtschaftliche Erzeugung, industrielle Weiterverarbeitung und Handel. Hier gibt es vorgelagerte Schritte und teilweise ergänzende Zwischenschritte, jedoch war es bei der Darstellung wichtig, die jeweiligen Besonderheiten der Wertschöpfungsketten hervorzuheben.

Die **ernährungsphysiologischen Kenngrößen** werden jeweils in Relation zu 100 g des Lebensmittels gesetzt. In den Tabellen werden kcal, Proteine, Fett, Kohlenhydrate und Ballaststoffe ausgewiesen. Auch hier liegen regelmäßig größere Unterschiede je nach der konsultierten Nährstofftabelle und den laboranalytischen Ergebnissen vor. Die Werte im Buch beziehen sich in weiten Teilen auf die Nährwerttabellen von Elmadfa et al. sowie teilweise auf den Bundeslebensmittelschlüssel und die Nährwertdatenbank der USDA (Landwirtschaftsministerium der USA). Vereinzelt werden auch Produkte aus den nachgelagerten Wertschöpfungsstufen mit ernährungsphysiologischen Kennzahlen ausgewiesen (z. B. verschiedene Käsesorten bei der

Milch). Die Vor- und Nachteile des Verzehrs der einzelnen Lebensmittel werden abschließend kurz diskutiert.

Noch recht jung ist die Analyse der **Ressourceneinsätze** im Rahmen der Lebensmittelproduktion. Eine sehr große Aufmerksamkeit hat inzwischen die Klimawirksamkeit einzelner Lebensmittel erreicht. Diese wird insbesondere in Form der CO_2-Emissionen in kg/kg und bezüglich des Wasserverbrauchs in l/kg berechnet. Auch hier haben die Werte exemplarischen Charakter, da etwa bei den CO_2-Emissionen Transportwege zu berücksichtigen sind. Diese weisen aber je nach individuellem Wohnort bzw. Transportmittel (Lkw, Schiff, Flugzeug) erhebliche Abweichungen auf. Außerdem ist auch die Form der eingesetzten Energie in der Produktion wichtig (z. B. Kohlestrom oder erneuerbare Energien).

Die bisher noch wenigen Studien zu den einzelnen Lebensmitteln verweisen oftmals auf eine gewisse Unschärfe, lassen aber in der Gesamtbewertung erste gute Tendenzen erkennen. Der Wasserverbrauch in l/kg ist auch regional jeweils unterschiedlich zu bewerten. In Regionen mit hoher Wasserverfügbarkeit ist das Thema Wassereinsatz eher unproblematisch. In Regionen mit wiederkehrender Dürre sieht das anders aus. Die Anbaumethoden führen auch zu unterschiedlichen Beanspruchungen der Ressourcen. Die ökologische Anbaumethode geht vorsichtig und behutsam mit den natürlichen Ressourcen um und vermeidet weitgehend den Einsatz von chemischen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Der konventionelle Anbau führt zu höheren Ertragsmengen, dabei werden jedoch irreparable Eingriffe in das natürliche Ökosystem in Kauf genommen. Die Bio-Quote bezieht sich annäherungsweise auf die Anbaufläche oder die Erntemenge.

Etwas kurios mag die **zeitliche Perspektive** erscheinen, sie erlaubt aber die Ermittlung anschaulicher Kennzahlen, die sich für einen Vergleich gut eignen. Ausgehend von Jahresproduktionsmengen wird auf die Produktionsmenge/Tag/Stunde skaliert. Dadurch sollen einzelne Mengenangaben besser verständlich werden.

Die **Kreuzrelationen** werden im jeweiligen Kapitel abschließend tabellarisch dargestellt. Ausgangspunkt sind zunächst die jährlichen weltweiten Gesamtproduktionsmengen und die jeweiligen Produktionsmengen in Deutschland. Ergänzt werden diese Angaben bei Pflanzen durch die Anbaufläche in ha. Die weltweiten Produktionsmengen werden in Relation zur Weltbevölkerung gesetzt, die mit 7,8 Mrd. Menschen angenommen wurde. Für Deutschland wurden 82 Mio. Menschen als Grundgesamtheit der Bevölkerung angesetzt. In beiden Fällen ergibt die Division der Menge durch die Bevölkerungszahl die Produktion/Person/Jahr. Der tatsächliche Verzehr/Person/Jahr kann davon deutlich abweichen, da Import- und Exportmengen sowie anderweitige Verwendungen (z. B. als Tierfutter oder in der Industrie) zu berücksichtigen sind. Sofern der Anteil an der Ernährung, etwa durch Datenbanken statistischer Institutionen, ermittelt werden konnte, wurden wesentliche Kennzahlen auch auf den Verzehr/Person/Jahr abgeleitet. In Übersichtstabellen ist so ein schneller Vergleich zwischen den Lebensmitteln und auch weltweit möglich.

Die geografischen, quantitativen, ökonomischen, ernährungsphysiologischen, ökologischen und zeitlichen Grunddaten können jetzt weiter und nahezu beliebig in Relation zu weiteren Größen gesetzt werden. Regelmäßig werden die Nährwerte zum Kaufpreis in Bezug gesetzt. Es wird somit die Frage beantwortet, wie viel kcal oder Proteine/€ enthalten sind. Auch die Anzahl der kcal wird zu den freigesetzten Treibhausgasen in Relation gesetzt, um etwa die Klimarelevanz einzelner Lebensmittel besser beurteilen zu können. Außerdem erlaubt die Menge an generierten kcal/ha neue Erkenntnisse über die Ernährungseffizienz einzelner Lebensmittel. Um auch hier eine vorstellbare Bezugsgröße anzuwenden, wurde an dieser Stelle die Gewinnung von kcal/m^2 als weitere Kennzahl ermittelt. Die Berechnung der CO_2-Emissionen insgesamt erfolgt auf Basis der weltweiten Produktionsmengen und der aktuellen Studienergebnisse zur Klimarelevanz einzelner Lebensmittel. Bezogen auf die Weltbevölkerung lässt sich bezüglich der Primärerzeugung von Lebensmitteln die CO_2-Emission/Person/Jahr berechnen.

Ziel der Kreuzrelationen sind u. a. bisher unbekannte Erkenntnisse. Angestrebt wird dabei die Bewertung einzelner Lebensmittel aus ver-

schiedenen Perspektiven, der Vergleich von Kennwerten sowie die Überlegung, welche Nährstoffbilanzen mit welchem Einsatz und welchen ökologischen bzw. ökonomischen Folgen generiert werden können.
Das Zahlenwerk lässt sich beliebig erweitern und zusätzliche Relationen sind denkbar. Im vorliegenden Buch wird ein Anfang dieser Relationen abgebildet. Er soll dazu motivieren, selbst Kennzahlen zu errechnen und zu überprüfen. In einer Vielzahl von Veröffentlichungen werden Zahlen unkritisch zitiert, auch immer mal wieder mit ein paar vergessenen oder zusätzlichen Nullen. Die Berechnung unterschiedlicher Kennzahlen ermöglicht daher auch die Überprüfung von statistischem Material auf Konsistenz und Validität von Daten. Grundsätzlich sind für die Aussagekraft der Daten auch deren Quellen zu beurteilen. Der Großteil der Daten wurde aus amtlichen Einrichtungen, wie FAO, Eurostat, Statistisches Bundesamt, und kommerziellen Datenanbietern, wie Euronext, entnommen. Verschiedene wissenschaftliche Datenbanken wurden insbesondere bei den ernährungsphysiologischen Angaben und den ökologischen Kennwerten genutzt.
Die **Kernaussagen** tragen die Haupterkenntnisse zusammen und unterstreichen die wichtigsten Vermessungswerte. Den Abschluss bildet jeweils eine Grafik, die zeigt, welche Vermessungswerte sich auf 1 m^2, in 1 l oder in 1 kg errechnen lassen. Diese Vorgehensweise soll den Umgang mit den Kennzahlen begreifbarer machen. So bieten sich weitere Vergleiche an und Aussagen zum Ressourcenverbrauch können erfolgen.
In Teil C werden die zuvor ermittelten Vermessungswerte verwendet, um verschiedene Ernährungsformen miteinander zu vergleichen. Es werden aber auch besonders hervorzuhebende Kennzahlen lebensmittelübergreifend dargestellt. Die Verbindung zu unterschiedlichen Formen der Ernährung erlaubt letztlich auch Hinweise auf eine der wichtigsten Fragen der Zukunft: Wie kann die Ernährung von 10 Mrd. Menschen im Jahre 2050 sichergestellt werden, ohne die planetaren Grenzen irreversibel zu überschreiten?
Die **Vermessung der Ernährung** stellt einen Ausschnitt der potenziell möglichen Vermessungsdimensionen dar, zahlreiche Messgrößen konnten nicht berücksichtigt werden. So gibt es noch eine Vielzahl weiterer chemischer, biologischer und physikalischer Kennzahlen. Auch wurden geografische Faktoren bezüglich der Fruchtbarkeit der Böden oder der besonderen klimatischen Gegebenheiten nicht berücksichtigt. Der Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden stellt eine wichtige Einflussgröße dar. Hier sind jedoch für einzelne Agrarprodukte spezifische Unterschiede bzw. starke regionale Abweichungen zu beachten, sodass zunächst von einer tiefergehenden Analyse/Berechnung abgesehen wurde. Die verarbeiteten Lebensmittelprodukte eröffnen ein weiteres Vermessungsfeld mit einer Vielzahl von Rezepturen. Dies wird im Zuge der Ausarbeitung nur am Rande besprochen (z. B. bei Milchprodukten: Käse, Joghurt). Aus ökonomischer Sicht spielen volkswirtschaftliche Aspekte der Ernährungswirtschaft noch eine bedeutsame Rolle, sie lassen sich in der Anzahl der Arbeitsplätze oder über den Prozentsatz des jeweiligen Bruttoinlandsproduktes ausweisen. Geopolitische Auswirkungen der weltweiten Ernährungssysteme etwa auf Hunger, Armut oder Ausbeutung hätten das Zahlenwerk um Kennzahlen zu sozialen Auswirkungen ergänzt, stehen hier jedoch nicht im Vordergrund. Kennzahlen zu Auswirkungen auf die Biodiversität werden in Zukunft ebenfalls an Bedeutung gewinnen, die Verbindung zu einzelnen Lebensmitteln lässt sich aber nur bedingt herstellen. Eine Kennzahl, die bei allen Lebensmitteln nicht erhoben wurde, ist die Bewertung des Geschmacks, der meist sehr subjektiv wahrgenommen wird. Das Forschungsfeld Ernährungsvermessung erlaubt nahezu beliebig viele Weiterentwicklungen, sodass es viel Raum für zusätzliche Analysen und auch neue Kennzahlen gibt.
Die in diesem Buch vermessenen Lebensmittel sind in **20 Gruppen** unterteilt. Bei den genannten Lebensmitteln handelt es sich um die **wichtigsten Arten** in der jeweiligen Gruppe, die mengenmäßig in Deutschland oder weltweit am häufigsten produziert und verzehrt werden. Erstaunlich dabei ist die insgesamt geringe Anzahl von Arten, die nur einige Hundert Lebensmittel umfassen und dennoch mehr als ausreichend sind, um dem immer wieder empfohle-

nen Verzehr einer Vielfalt von Lebensmitteln gerecht zu werden.
Neben den unterschiedlichen Arten, die verzehrt werden sollten, spielt auch die Verarbeitung und Zubereitung eine entscheidende Rolle. Lebensmittel sollten nicht zu stark verarbeitet sein, da es meist zu erheblichen Nährstoffverlusten kommt. So unterscheiden sich Weißmehlprodukte von Vollkornprodukten und geschälter Reis von Naturreis erheblich in ihren **Nährstoffgehalten**. Außerdem sollten nicht alle Lebensmittel erhitzt werden, sondern auch in roher, fermentierter oder gekeimter Form verzehrt werden – das als immer wichtiger erkannte Mikrobiom wird dadurch ganz besonders unterstützt.
Ein Vergleich der Anzahl von Lebensmittelarten mit den heute erhältlichen **Sorten** erhöht die Auswahl dramatisch. So gibt es meist Dutzende von Sorten bei den bekannten Gemüse- und Obstarten. So sind in Deutschland allein 210 Kartoffelsorten zugelassen, weltweit sind es etwa 2.000 und das Kartoffelforschungszentrum in La Molina bei Lima in Peru überwacht bis zu 4.000 Kartoffelsorten, die im Heiligen Tal der Inkas wachsen. Den Rekord an Sorten halten wohl die Äpfel, denn allein in Deutschland sind 2.000 Sorten bekannt, weltweit sind es schätzungsweise 30.000. Auch bei tierischen Lebensmitteln gibt es diese Sortenvielfalt. So ist beispielsweise die Anzahl an Käsesorten weltweit inzwischen auf etwa 5.000 angestiegen. Mit der Sortenvielfalt variiert der Nährstoffgehalt. So kann der Unterschied des Gehalts an Vitamin C bei Äpfeln das Zehnfache betragen. Die unterschiedlichen Mengen an sekundären Pflanzenstoffen machen sich im Geschmack bemerkbar, der meist entscheidender für den Kauf ist als der Nährstoffgehalt. Aber das Wissen um diese Inhaltsstoffe ist von gesundheitlicher Bedeutung.
Eine weitere Steigerung der Vielfalt an Lebensmitteln ist die Anzahl an **Produkten**, die im Lebensmittelhandel erhältlich sind, sie nähert sich weltweit der Millionengrenze. Supermärkte bieten abhängig von ihrer Größe 20.000 bis 200.000 verschiedene Produkte an. Diese fast unüberschaubare Anzahl bedeutet aber nicht immer auch Vielfalt, weil es meist mehrere oder auch Dutzende von Herstellern und Anbietern gibt, die fast identische Produkte bereitstellen. Die Unterschiede bestehen oft in nur minimalen Abweichungen der Nährstoffmengen, der Zusatzstoffe oder in der Verpackung. Diese inhaltliche Monotonie täuscht bestenfalls eine Vielfalt vor, die aber nicht vorhanden ist.
Das Angebot an Lebensmittelprodukten ist für den Verbraucher inzwischen unübersichtlich geworden, sodass neben der vermeintlichen Vielfalt vor allem Verwirrung entsteht. Wie soll sich ein Verbraucher zum Kauf eines gesunden Müslis entscheiden, wenn es bis zu 100 verschiedene Marken gibt? Verzweifelte sowie gut informierte Verbraucher mischen sich ihr eigenes Müsli aus Haferflocken, Samen, Beeren und Obst der Saison und sparen Geld dabei. Dieses wichtige Thema kann hier nicht weiter vertieft werden, es wird aber in zahlreichen Veröffentlichungen, u. a. in den Büchern der Autoren, aufgegriffen.

2 Bevölkerungsentwicklung als Relationsgröße zur Vermessung der Ernährung

Am Ende des Jahres 2020 betrug die Weltbevölkerung etwa 7,8 Mrd. Menschen, das sind (kaum zu glauben) gut 7 % der etwa 110 Mrd. Menschen, die je auf der Erde gelebt haben [3, 4]. Den jährlich weltweit etwa 140 Mio. Geburten stehen 60 Mio. Todesfälle gegenüber, sodass die Weltbevölkerung um etwa 80 Mio./Jahr wächst. Dieser starke Zuwachs entspricht der Bevölkerung von Deutschland, sodass die Bezeichnung **„Bevölkerungsexplosion"** zutrifft. Im Jahr 2050 wird mit einer Bevölkerung von etwa 10 Mrd. und zum Ende dieses Jahrhunderts mit bis zu 12,3 Mrd. Menschen gerechnet [5].

Mit der „Überbevölkerung" des Planeten nimmt der Bedarf an Nahrungsmitteln und Ressourcen stetig zu. Da die Verfügbarkeit von Ackerland, Süßwasser und sauberer Luft begrenzt ist, stellt sich die Frage, wie eine weiter wachsende Weltbevölkerung ernährt werden kann. Fossile Rohstoffe, wie das Düngemittel Phosphat, sind nur begrenzt verfügbar und der Klimawandel vernichtet Ernten durch Dürren und Überschwemmungen.

Über die Ernährung hinaus benötigt eine wachsende Bevölkerung auch ein entsprechendes Angebot an Wohnraum, Arbeitsplätzen und Sicherheit. Pessimistische Prognosen verweisen in diesem Zusammenhang auf die zu erwartende Zunahme von Kriegen, Hunger, Gewalt und Not. Diese Vorhersage traf der englische Bevölkerungswissenschaftler Robert Thomas Malthus (1766–1834) bereits 1798, denn, so seine These, bei exponentiell wachsender Bevölkerung und linear zunehmender Nahrungsmittelproduktion kann der Bedarf an Lebensmitteln nicht unbegrenzt gedeckt werden [6]. Diese potenzielle Nahrungsunsicherheit gilt weiterhin für die stark wachsende Weltbevölkerung.

Die westlichen Industrienationen verbrauchen immer mehr nachwachsende Rohstoffe, die von der Natur nicht mehr schnell genug regeneriert werden können. Auch eine Erholung der natürlichen Ökosysteme von den Umweltschäden ist so nicht möglich. Dieser Raubbau an der Natur wird durch den **Erdüberlastungstag** deutlich. Diese jährlich eintretende Situation zeigt an, dass die gesamten nachhaltig nutzbaren Ressourcen der Erde für das entsprechende Jahr verbraucht wurden. Dabei wird rein rechnerisch ermittelt, wie viel natürliche Ressourcen der Weltbevölkerung zur Verfügung stehen, wenn man davon ausgeht, dass nur so viel genutzt wird, wie im selben Zeitraum regeneriert werden kann. Dieser Tag rückt im Jahresablauf gesehen immer weiter nach vorn, 2019 wurde diese Marke bereits am 29. Juli erreicht. Aufgrund der Corona-Krise sank der Ressourcenverbrauch 2020 und der Erdüberlastungstag war am 22. August, dies stellt aber keine nachhaltige Trendwende dar [7].

Wenn unsere Wirtschaftsweise wie bisher an Profiten ausgerichtet ist, die Menschenrechte und Umweltstandards untergraben werden und der Ressourcenverbrauch nicht gesenkt wird, dann rückt der Erdüberlastungstag wieder nach vorn. Rechnerisch sind damit mindestens 1,7 Erden zur Deckung des weltweiten Jahresbedarfs an Ressourcen erforderlich. Deutschlands natürlich verfügbare Ressourcen waren 2019 bereits am 3. Mai (2020 am 5. Mai) aufgebraucht, sodass die berechnete Bedarfsdeckung bei 3 Erden liegt [8].

Die Ressourcenverteilung könnte sich in Zukunft zu einem noch größeren Problem entwickeln, denn die Menschen in ärmeren Regionen möchten den Lebensstandard der Industrienationen erreichen. Bei einer zunehmenden Bevölkerungsdichte in ärmeren Ländern und bei gleichzeitig steigendem Konsum kommt es zu **Verteilungskonflikten**.

Bislang konnte die **Produktion in der Landwirtschaft** immer weiter erhöht werden. Der groß-

zügige Einsatz von Pestiziden und Düngemitteln sowie die moderne Technik sorgen für immer höhere Ernten. Auch die umstrittene Gentechnik hat zur Produktionssteigerung geführt. Diese Entwicklung war überwiegend auf Kosten der Umwelt möglich. Das Ökosystem, die Biodiversität und die Ackerböden haben bis jetzt erheblich darunter gelitten.

Ein Großteil der Umweltprobleme innerhalb des Ernährungssystems resultiert aus der Art der Produktion, Verarbeitung, Vermarktung und Zubereitung der Lebensmittel sowie der Entsorgung von Verpackungsmüll und organischen Abfällen. Lebensmittel sind bei uns, gemessen an der Entwicklung der Einkommen, auch deshalb so billig, weil die Umweltkosten bisher kaum auf Produzenten und Verbraucher umgelegt werden. Die Beseitigung der im Ernährungssystem verursachten **Umweltschäden** wird vom Steuerzahler auf indirektem Wege bezahlt. Die Verschwendung von Lebensmitteln, die zu etwa einem Drittel weggeworfen werden, wurde und wird auch durch die billigen Lebensmittel gefördert.

Die Erzeugung von Lebensmitteln hat vielfältige negative Auswirkungen auf die Umwelt durch den Verbrauch an Energie und Ressourcen sowie durch Schadstoffemissionen. Als Auswirkung dieser Eingriffe des Menschen in die Natur kommt es zur Belastung des Wassers, der Luft, der Ackerböden und Lebensmittel mit Schadstoffen. Eine weitere schwerwiegende Folge ist der weltweite Artenschwund bei Pflanzen und Tieren (z. B. bei Bienen und anderen Insekten). Das globale Transportwesen und die Massentierhaltung tragen erheblich zum Klimawandel bei. Die anhaltende Abholzung der Tropenwälder für die Rinderhaltung und den Sojaanbau zum Einsatz in der weltweiten Tiermast ist unumkehrbar. Die Entstehung neuer Tropenwälder braucht Jahrhunderte. Die Bodenzerstörung durch Erosion, Verdichtung, Versalzung, Versteppung, Verwüstung und Überbauung verringert den Bestand an fruchtbaren Ackerböden mit erschreckender Geschwindigkeit. Die Überfischung und Verschmutzung der Meere sowie ungelöste Probleme der Abfallentsorgung sind weitere drastische Eingriffe in den Naturhaushalt mit katastrophalen Folgen.

Diese Gefährdung der natürlichen Lebensgrundlagen betrifft alle Menschen durch die Verknappung von sauberem Wasser, sauberer Luft und fossiler Energie sowie durch Dürren und Überflutungen. Weltweit nimmt die Produktion von Fleisch und Milch weiterhin zu, dabei wird immer deutlicher, dass genau das Gegenteil eintreten müsste, um die Gesundheit der Menschen, den Zustand der Umwelt und die Voraussetzungen für Artenvielfalt zu verbessern.

Die Produktion tierischer Nahrungsmittel trägt überdurchschnittlich zur Schädigung der Umwelt, insbesondere zum Klimawandel, bei. Durch eine Verringerung des Verzehrs tierischer zugunsten pflanzlicher Lebensmittel lassen sich die negativen Umweltwirkungen des globalen Ernährungssystems am effektivsten reduzieren. Den zweitstärksten positiven Einfluss hat die Bevorzugung des Verzehrs von ökologisch erzeugten Lebensmitteln. Um diesen zum weltweiten Erfolg zu verhelfen, sind Veränderungen des Konsumverhaltens erforderlich, diese werden aber von staatlicher Seite und der Bevölkerung nur zögerlich unterstützt. Die weiter wachsende Weltbevölkerung und der global zunächst noch steigende Fleischverzehr wird die Umwelt weiter überlasten.

Die **sozialen Folgen** unseres Ernährungssystems sind eng mit den ökologischen Aspekten verbunden. Weltweit besteht keine Verteilungsgerechtigkeit bei Lebensmitteln, denn die Zugangsmöglichkeiten zu Nahrung sind sehr unterschiedlich. In den sogenannten Entwicklungsländern herrschen oft inhumane Lebens- und Arbeitsbedingungen. Für eine Lösung ist ausschlaggebend, inwieweit die Bevölkerung der Industrieländer ihre Verantwortung und Vorbildfunktion wahrnimmt, um zu einem besseren materiellen Ausgleich zwischen allen Menschen weltweit beizutragen.

Die Esskultur, einschließlich der unterschiedlichen Rolle von Frauen und Männern im Rahmen der Versorgung mit Lebensmitteln, schließt ebenfalls soziale Aspekte mit ein. Kommunikation und Gemeinschaft beim Essen haben nicht nur auf die einzelnen Menschen, sondern auch auf das soziale Miteinander Auswirkungen. Diese Aspekte des Ernährungssystems sind hilfreich bei der Formulierung von Grundsätzen für ein faires Ernährungsverhalten.

Die Beziehungen zwischen Ernährung sowie **Wirtschaft und Politik** sind eng, teilweise undurchsichtig und von Partikularinteressen geprägt. Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen des Ernährungssystems werden insbesondere durch Abstimmungen der internationalen Politik und Großindustrie in Form von globalen Abkommen und Vereinbarungen beeinflusst. Ziel ist es, den Wohlstand aller Länder zu erhöhen, die größten Nutznießer sind allerdings die Industriestaaten und die multinationalen Konzerne. Betroffen davon ist besonders die Agrarpolitik, die mit Zöllen und Subventionen Vorteile für die Wohlstandsländer durchgesetzt hat. Die Zerstörung der lokalen Landwirtschaft in sogenannten Entwicklungsländern durch den Import subventionierter Lebensmittel aus den Industrieländern ist dabei nur die Spitze des Eisbergs.

Die Einkommen der Erzeuger, Verarbeiter und Händler von Lebensmitteln haben Auswirkungen auf die Erhaltung der Arbeitsplätze und damit auf die Existenzsicherung der Beschäftigten und der Unternehmen. Diese Zusammenhänge existieren in direkter Verbrauchernähe und auch weltweit (u. a. mit den sogenannten Entwicklungsländern). Die jeweilige Situation der Privat- und Großhaushalte beeinflusst deren Entscheidungen beim Kauf von Lebensmitteln, indem beispielsweise bestimmte empfehlenswerte Lebensmittel aus Kostengründen nicht gekauft werden.

Die wirtschaftlichen Aspekte der Ernährung werden auch bei den **gesundheitlichen Folgekosten** der ernährungsbedingten Krankheiten deutlich. Die Kosten für die Krankheitswirtschaft steigen rapide an, ohne die Gesundheit der Bevölkerung zu verbessern. Für die Prävention von Krankheiten wird nur wenig unternommen, hier liegt ein großes ungenutztes Sparpotenzial, besonders in der Entscheidung für eine vollwertige Ernährung.

Für die Förderung fairer Wirtschaftsbeziehungen ist entscheidend, wie die Akteure im Ernährungssystem mit ihren Produkten ein angemessenes Einkommen bzw. die wirtschaftliche Grundlage für ihre Existenz erreichen können. Auch die Verbraucher müssen die für wünschenswert angesehenen Lebensmittel in ihre Ernährungsweise ökonomisch verträglich integrieren können. So wird der Kauf von Bio-Lebensmitteln und Erzeugnissen aus Fairem Handel mit den sogenannten Entwicklungsländern gefördert. Ganzheitliches Denken und Handeln vieler Menschen und in Institutionen kann einen positiven Beitrag zur Verbesserung der ökonomischen Verwerfungen unseres Ernährungssystems leisten. Dabei ist eine pflanzliche Ernährung ein wichtiger Baustein.

Diese Schlussfolgerungen ergeben sich auch durch die im Buch erarbeiteten **Kreuzrelationstabellen**, die deutlich erkennen lassen, welche Lebensmittel und Nährstoffe die günstigsten Wirkungen haben. Dabei geht es um die Gesundheit des Menschen, des Klimas, der Natur und des Planeten Erde insgesamt.

Die ermittelten Vermessungswerte der einzelnen Lebensmittel werden bei den Berechnungen in Relation zur Weltbevölkerung gesetzt. Dies ermöglicht den übergreifenden Vergleich von Parametern aus den Bereichen Produktion, Nachhaltigkeit, Wirtschaft und Ernährungsphysiologie bzw. Projektionen in die Zukunft. Der zeitliche Bezugsrahmen stellt dabei das Jahr dar. An vielen Stellen werden Kennzahlen/Person ermittelt, um die Verhältnismäßigkeiten für die Ebene des Einzelnen begreifbarer zu machen.

3 Lebensmittelverschwendung

Lebensmittelverschwendung hat schon immer stattgefunden, es handelt sich um die meist vermeidbare Vernichtung von noch genießbaren Lebensmitteln. Weltweit werden schätzungsweise mindestens 1,3 Mrd. t/Jahr an verwertbaren Lebensmitteln weggeworfen [9]. Das entspricht etwa einem Drittel aller weltweit produzierten Lebensmittel. Von diesen werden in Industrieländern etwa 60 % in Privathaushalten weggeworfen, umgerechnet etwa 82 kg/Person/Jahr. Etwa 17 % entfallen auf Großverbraucher, wie Gaststätten, Schulen oder Kantinen, sowie auf die Industrie. Die übrigen 5 % fallen im Einzelhandel an. Zwei Drittel der von Privathaushalten entsorgten Abfälle sind ganz oder teilweise vermeidbar. Dies entspricht einer Menge von etwa 53 kg/Person/Jahr, dadurch entstehen den Haushalten Verluste von etwa 22 Mrd. € [10].

Industrieländer und sogenannte Entwicklungsländer unterscheiden sich in der Summe der Verluste an Lebensmitteln nicht wesentlich, aber in ihrer Art. Denn in den Industrieländern handelt es sich überwiegend um bereits verarbeitete Produkte, die in Privathaushalten und in der Außer-Haus-Verpflegung sowie im Handel weggeworfen werden. Auch die Überproduktion kann zur Lebensmittelverschwendung beitragen, besonders wenn ein Überangebot zum Wegwerfen von Lebensmitteln führt. Des Weiteren eignen sich bestimmte Lebensmittel aufgrund von Normanforderungen nicht für den Verkauf, sie werden aus kosmetischen Gründen aussortiert oder weil die Lagerkapazitäten ausgeschöpft sind.

In den wirtschaftlich ärmeren Ländern des Südens hat die Lebensmittelverschwendung ganz andere Ursachen, denn es gehen vorwiegend unverarbeitete Lebensmittel verloren. Hauptursachen für die Verluste sind unsachgemäße Lagerung, unzureichende Verpackung oder Verarbeitung, fehlende Transportmöglichkeiten, Schädlingsbefall und Unwetterereignisse. Schätzungen gehen davon aus, dass etwa 40 % der Verluste auf dem Weg vom Acker bis zum Verbraucher entstehen, dadurch gehen 150 Mio. t Getreide/Jahr verloren. Hierin liegt vor dem Hintergrund der Welthungerbekämpfung ein wichtiges Potenzial für Verbesserungen, das mit internationaler Unterstützung genutzt werden sollte.

Durch das Wegwerfen produzierter Lebensmittel werden wichtige **Ressourcen**, die für Anbau, Ernte, Verarbeitung und Transport eingesetzt wurden, **vergeudet**. Zu diesen Ressourcen zählen beispielsweise Energie, Wasser und Ackerflächen, sie werden gerade in wirtschaftlich armen Ländern dringend benötigt. Am Beispiel des Wasserverbrauchs für Lebensmittel wird deutlich, in welcher Größenordnung sich die zusätzliche Beanspruchung dieser knappen Ressource bewegt (▶ Tab. 1).

So werden nicht nur Ressourcen verschwendet, sondern es erhöhen sich auch die Preise für Lebensmittel. Darüber hinaus entstehen Kosten für die Entsorgung der verschwendeten Lebensmittel. Unabhängig davon ist die Lebensmittelverschwendung ethisch nicht zu verantworten, denn trotz vermehrter Anstrengungen liegt die Anzahl der weltweit hungernden Menschen weiterhin bei etwa 800 Mio.

In Deutschland wird die Menge der weggeworfenen Lebensmittel recht unterschiedlich angegeben, sie liegt zwischen 11 und 18 Mio. t/Jahr. Allein in Privathaushalten landen rund 55 kg/Person/Jahr im Müll, insgesamt sind es 75–85 kg. Etwa 350 Mio. kg Fleisch/Jahr werden entsorgt, dafür mussten umgerechnet 45 Mio. Hühner, 4 Mio. Schweine und 200.000 Rinder

Tab. 1
Wasserverbrauch für die Produktion von Lebensmitteln in l/kg [1]

Äpfel	800
Brot	1.600
Käse	3.500
Rindfleisch	15.500

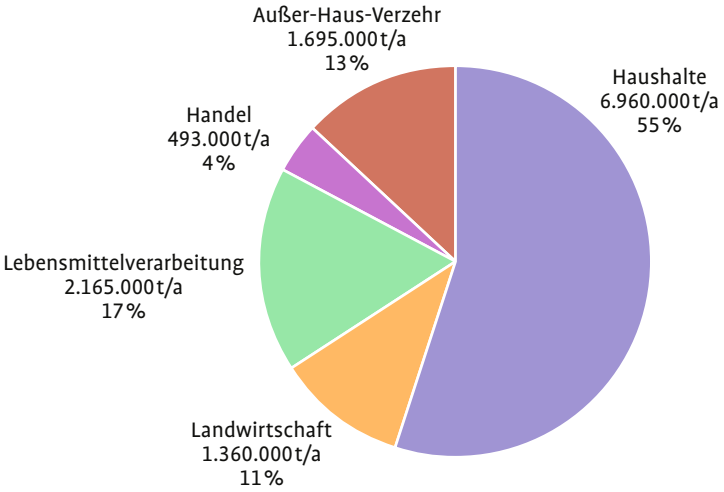

Abb. 1
Prozentuale Verteilung der Lebensmittelabfälle (Mittelwerte) Deutschlands 2015 [12]

sterben [11]. Laut einer Studie der Universität Stuttgart beträgt das Lebensmittelabfallaufkommen in Deutschland im Mittel 12,7 Mio. t/Jahr. Es gliedert sich in die Bereiche Landwirtschaft (1,4), Lebensmittelverarbeitung (2,2), Handel (0,5), Außer-Haus-Verzehr (1,7) und Haushalte (7). Der theoretisch vermeidbare Anteil der Lebensmittelabfälle in Deutschland beträgt zwischen 6 und 8 Mio. t/Jahr [12].
Die Abschätzung der Menge an Lebensmittelabfällen in Haushalten basiert auf den Auswertungen verfügbarer Abfallstatistiken anhand spezifischer Koeffizienten zu den Anteilen an Lebensmitteln in den Abfallströmen (▶ Abb. 1).

Tab. 2
Lebensmittelabfälle nach Kategorien in % [13]

Obst und Gemüse	34
Zubereitetes	16
Brot und Backwaren	14
Getränke	11
Milchprodukte	9
Fertigprodukte	7
Fisch und Fleisch	4
Sonstiges	5

In den Haushalten selbst sind die Lebensmittelabfälle unterschiedlich stark gewichtet und lassen sich nach Lebensmittelgruppen kategorisieren (▶ Tab. 2).
Bei den Gründen für eine Entsorgung der Lebensmittel rangiert auf dem ersten Platz die Haltbarkeit der einzelnen Produkte (▶ Tab. 3). Die **Gewohnheiten** der Menschen bei **Konsum und Ernährung** spielen bei der Lebensmittelverschwendung eine entscheidende Rolle. So wird optisch abweichendes Gemüse oft nicht gekauft und eine bei Ladenschluss nicht mehr volle Theke erzeugt Unmut. Beim häufigsten Fall der Lebensmittelverschwendung handelt es sich um das **Mindesthaltbarkeitsdatum**, das aber kein Verfallsdatum, sondern nur ein Marker ist. Deshalb sind Produkte mit abgelaufenem Datum nicht automatisch verdorben, sondern durchaus genießbar, solange sie noch typisch riechen bzw. schmecken oder farblich unverändert

Tab. 3
Die wichtigsten Gründe für die Entsorgung verwertbarer Lebensmittel in % [13]

Haltbarkeitsprobleme	58
zu groß bemessene Portionen	21
falsche Mengenplanung	12

sind. In manchen Ländern gibt es die Kennzeichnung „best before“ oder „use by“, eine Empfehlung, die es in Deutschland bisher nicht gibt. Beim Verbrauchsdatum sollte allerdings der Termin nicht überschritten werden, es könnte gesundheitliche Folgen haben.

Übrigens stellt der **Überkonsum** in unserer Überflussgesellschaft eine erhebliche Lebensmittelverschwendung dar. Dass in Deutschland zu viel gegessen wird, zeigt sich am weitverbreiteten Übergewicht, das inzwischen jede zweite Frau und zwei Drittel der Männer betrifft. Neben der Verschwendung von Lebensmitteln begünstigt Übergewicht eine ganze Reihe von Krankheiten, die allein in Deutschland schätzungsweise Kosten von weit über 100 Mrd. € verursachen.

Um die Lebensmittelverschwendung zu verringern, könnten die Mindesthaltbarkeitsdaten für verpackte Lebensmittel verlängert werden. Weitere Möglichkeiten sind die Aufklärung in den Schulen über nachhaltigen Konsum sowie eine Umsatzsteuer auf umwelt- und klimaschädliche Produkte. Auch der frühere Vorschlag der Grünen, einen Veggieday pro Woche einzuführen, könnte in öffentlichen Kantinen und Schulen umgesetzt werden.

Eine Form der Lebensmittelweiterverwertung wird in Deutschland schon länger praktiziert, so retten die **Tafeln** etwa 260.000 t Lebensmittel/Jahr aus etwa 30.000 Lebensmittelmärkten. In Frankreich ist es sogar seit 2015 per Gesetz geregelt, Lebensmittel zu spenden, es werden aber lediglich 46.200 t/Jahr gerettet. Allerdings kann auch jeder Verbraucher einen Beitrag leisten [14].

Die Reduzierung der Lebensmittelverschwendung wird allgemein als wichtiger Hebel zur Verringerung der **Umweltauswirkungen** von Lebensmittelsystemen angesehen. Verschwendete Lebensmittel in den Industrieländern verursachen etwa 10 % der weltweiten Treibhausgase. Der globale Nutztiersektor soll für 18 % aller menschengemachten Treibhausgasemissionen verantwortlich sein [13]. Dies ist problematisch für die globale Lebensmittelproduktion selbst, da die Ausweitung von Sojaanbau und Weideflächen immer mehr meist tropischen Urwald vernichtet. Ein großer Waldverlust beschleunigt die globale Erwärmung und mindert damit auch die landwirtschaftlichen Erträge. Entwicklungen dieser Art können zu einer globalen Missernte führen.

In den Entwicklungsländern können vergleichsweise einfache technische Mittel den Verlust von Lebensmitteln senken. So könnten Bauern mit Metallcontainern – als Ersatz für die herkömmlichen Jutesäcke und Lehmkonstruktionen – zum Lagern von Getreide versorgt werden. Selbst wenn die Menschen ihre Ernährungsgewohnheiten nur leicht ändern, können große Mengen an Treibhausgasen eingespart werden. Dieses Potenzial wird bisher zu wenig genutzt.

4 Literatur

1. waterfootprint.org (2018) Virtuelles Wasser. https://waterfootprint.org/media/downloads/Unterrichtsmaterial_Virtuelles-Wasser_deutsch.pdf
2. Poore J, Nemecek T (2018) Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science 360(6392):987–992. doi:10.1126/science.aaq0216
3. SWRWissen (2020) Wie viele Menschen haben jemals auf der Erde gelebt? SWRWissen, SWRWissen. https://www.swr.de/wissen/1000-antworten/kultur/wie-viele-menschen-haben-jemals-auf-der-erde-gelebt-100.html. Zugegriffen: 05. Februar 2021
4. Oltmer J (2020) Folgen des Bevölkerungsanstiegs für die weltweiten Migrationsverhältnisse | bpb. Bundeszentrale für politische Bildung
5. Gerland P, Raftery AE, Sevčíková H, Li N, Gu D, Spoorenberg T, Alkema L, Fosdick BK, Chunn J, Lalic N, Bay G, Buettner T, Heilig GK, Wilmoth J (2014) World population stabilization unlikely this century. Science 346(6206):234–237. doi:10.1126/science.1257469
6. Malthus TR An essay on the principle of population as it affects the future improvement of society. With remarks on the speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet and other writers. Klassiker der Nationalökonomie. Verlag Wirtschaft u. Finanzen, Düsseldorf, Darmstadt
7. BUND – BUND für Naturschutz und Umwelt in Deutschland (2021) Erdüberlastungstag am 22. August: Warnsignale hören – Ressourcenwende einleiten. https://www.bund.net/service/presse/pressemitteilungen/detail/news/erdueberlastungstag-am-22-august-warnsignale-hoeren-ressourcenwende-einleiten/. Zugegriffen: 05. Februar 2021
8. Earth Overshoot Day (2021) Country Overshoot Days 2020 – Earth Overshoot Day. https://www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/. Zugegriffen: 05. Februar 2021
9. FAO (2013) Food wastage footprint. Impacts on natural resources. Food wastage footprint. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Food and Agricultural Organisation
10. Jenny Gustavsson, Christel Cederberg, Ulf Sonesson, Robert van Otterdijk, Alexandre Meybeck (2011) Global food losses and food waste
11. Heinrich-Böll-Stiftung (2014) Fleischatlas extra: Abfall und Verschwendung | Heinrich-Böll-Stiftung. https://www.boell.de/de/2014/10/15/fleischatlas-extra-abfall-und-verschwendung. Zugegriffen: 15. Februar 2021
12. Universität Stuttgart (2019) Neue Forschungsergebnisse der Universität Stuttgart zu Lebensmittelabfällen | Pressemitteilung | 31.05.2019 | Universität Stuttgart. https://www.uni-stuttgart.de/universitaet/aktuelles/presseinfo/Neue-Forschungsergebnisse-der-Universitaet-Stuttgart-zu-Lebensmittelabfaellen/. Zugegriffen: 15. Februar 2021
13. Welthungerhilfe.de – Für eine Welt ohne Hunger und Armut (2021) Lebensmittelverschwendung – die Dekadenz des Überflusses. https://www.welthungerhilfe.de/lebensmittelverschwendung/#c16878. Zugegriffen: 15. Februar 2021
14. Die Tafel e.V. (2021) Tafel Deutschland zum Gesetz gegen Lebensmittelverschwendung. https://www.tafel.de/ueber-uns/aktuelle-meldungen/2019/tafel-deutschland-zum-gesetz-gegen-lebensmittelverschwendung/. Zugegriffen: 17. Februar 2021

Teil B