Deutsche Gesellschaft
für Ernährung e.V.

15.

DGE-Ernährungsbericht

Impressum

15. DGE-Ernährungsbericht

Herausgeber
Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V.
Godesberger Allee 136, 53175 Bonn
www.dge.de

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Chefredaktion:
Prof. Ulrike Arens-Azevêdo

Lektorat und Redaktion:
Dr. Johanna Conrad, Janine Bröder, Jessica Tauer, Birte A. Peterson-Sperlich, Dr. Christina Breidenassel, Alessa Klug, Gaby Gerlach, Anna Lehmacher, Michelle Brock

Gestaltung Umschlag, Layout:
GDE Preprint- und Mediaservice GmbH, Bonn

Satz:
VDS – VERLAGSDRUCKEREI SCHMIDT, Neustadt an der Aisch

DOI:
https://doi.org/10.4126/FRL01-006488448

Lizenz:
Wenn nicht anders angegeben, ist der Inhalt des 15. DGE-Ernährungsberichts lizenziert unter der Creative Commons Namensnennung – Nicht kommerziell – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz (CC BY-NC-SA 4.0). Davon ausgenommene Inhalte sind entsprechend gekennzeichnet. Der vollständige Lizenztext ist abrufbar unter https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.de

Wichtiger Hinweis:
Die Erkenntnisse der Wissenschaft, speziell auch der Ernährungswissenschaft und der Medizin, unterliegen einem laufenden Wandel durch Forschung und klinische Erfahrung. Die Inhalte des 15. DGE-Ernährungsberichts wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet und geprüft, dennoch kann eine Garantie nicht übernommen werden. Eine Haftung für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

Errata:
Sollten der Redaktion trotz sorgfältiger Bearbeitung und intensiver Prüfung Fehler im 15. DGE-Ernährungsbericht bekannt werden, werden die Korrekturen auf der Internetseite der DGE unter www.dge.de veröffentlicht.

Zitierweise:
Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): 15. DGE-Ernährungsbericht. Bonn (2024)

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

mit dem 15. DGE-Ernährungsbericht legt die Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) erneut eine umfassende Analyse und Bewertung der Ernährungssituation in Deutschland vor. Die in regelmäßigen Abständen erscheinenden DGE-Ernährungsberichte sind ein wichtiger Gradmesser für die Ernährungsgewohnheiten der Bevölkerung, ihre gesundheitlichen Auswirkungen und den Stand wissenschaftlicher Erkenntnisse. Die Forschungsergebnisse bzw. Aussagen des DGE-Ernährungsberichts dienen sowohl der Bundesregierung bei ihren ernährungs- und gesundheitspolitischen Maßnahmen als auch der Forschung und Praxis als Entscheidungshilfe. Sie stellen eine objektive Informationsquelle für Politik, Wissenschaftler*innen, Medien, Fachkräfte sowie alle an Ernährungsthemen Interessierte dar. Die DGE gibt die Ernährungsberichte seit 1969 aufgrund eines Beschlusses der Bundesregierung und im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft heraus.

Der 15. DGE-Ernährungsbericht ist erstmals ausschließlich digital und als *Open-Access*-Publikation zum kostenfreien Download verfügbar. Damit tragen wir nicht nur dazu bei, wertvolle Ressourcen zu schonen, sondern schaffen auch die Voraussetzung für eine breitere gesellschaftliche Teilhabe und eine deutlich größere Reichweite. Dies erhöht die Chance, dass die im Bericht enthaltenen Erkenntnisse und Empfehlungen schneller aufgenommen und in konkrete Maßnahmen umgesetzt werden, um langfristig eine gesundheitsfördernde und nachhaltigere Ernährung der Bevölkerung zu unterstützen. Passenderweise prägt die Nachhaltigkeit nicht nur die Form der Veröffentlichung. Sie ist auch erstmals als zentrales Rahmenthema im 15. DGE-Ernährungsbericht verankert. Der Bericht leistet damit einen Beitrag zur Transformation hin zu einer pflanzenbetonten Ernährung, die ein zentrales Element der Ernährungsstrategie ist.

Thematisch ist der 15. DGE-Ernährungsbericht breit gestreut und gliedert sich in drei Teile. Teil 1 „Ernährungssituation in Deutschland" bildet die Ernährungs- und Gesundheitssituation in Deutschland ab. Teil 2 „Lebensmittelbezogene Aspekte" beinhaltet die neuen Entwicklungen bei der Kennzeichnung durch den Nutri-Score sowie zwei bereits vorab veröffentlichte Kapitel zu stark verarbeiteten Lebensmitteln. In Teil 3 „Außer-Haus-Verpflegung" beantworten drei weitere Forschungsvorhaben die Frage, welchen Beitrag die Außer-Haus-Verpflegung zur Nährstoffversorgung und zur Nachhaltigkeit leistet.

Verschiedene Inhalte, wie die Trendanalysen zum Lebensmittelverbrauch auf Basis der Agrarstatistik, das Kapitel zu Übergewicht und Adipositas sowie die Analyse und Bewertung der Ernährungssituation in deutschen Krankenhäusern und stationären Altenpflegeeinrichtungen anhand der Daten des nutritionDay-Projekts, werden fortgeschrieben. Andere Inhalte und Forschungsvorhaben, wie die „Ernährungs- und Gesundheitssituation in armutsgefährdeten Haushalten" (MEGA_kids) und das „Speisenangebot in der Systemgastronomie", wurden neu aufgenommen.

Der 15. DGE-Ernährungsbericht repräsentiert den gegenwärtigen Stand der Wissenschaft in den ausgewählten Themenbereichen. Mit den konstant fortgeschriebenen Daten sowie neuen Inhalten und aktuellen Forschungsvorhaben stellt er eine fundierte Datenbasis und Informationsquelle dar.

Wir wünschen uns und hoffen, dass er als wertvolle Grundlage für die Weiterentwicklung der nationalen Ernährungspolitik und -forschung dient und eine breite Öffentlichkeit zum Nachdenken und Handeln anregt. Denn die Erkenntnisse unterstreichen nicht nur, dass die Ernährung nach wie vor eine zentrale Rolle für das Wohlbefinden und die Gesundheit der Menschen spielt. Sie machen auch deutlich, dass ein erhöhter Handlungsbedarf besteht – sowohl auf individueller als auch auf gesellschaftlicher Ebene. Es gilt weiterhin, die ernährungsmitbedingten Krankheiten zu reduzieren und zugleich die ökologischen Herausforderungen im Ernährungsbereich zu bewältigen. Ohne eine Ernährungswende sind diese Ziele nicht zu erreichen. Wir freuen uns besonders, wenn dieser Bericht Nachwuchswissenschaftler*innen ermuntert, sich aktiv an der Transformation des Ernährungssystems zu beteiligen.

Um die Inhalte auch international zugänglich zu machen, wird die DGE wieder eine englischsprachige Zusammenfassung erstellen.

Unser großer Dank gilt dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft für die finanzielle Förderung. Ganz besonders danken wir außerdem den Autor*innen/Kapitelbetreuer*innen, den Forscher*innen, den Mitarbeiter*innen des DGE-Referats Wissenschaft sowie den zahlreichen Mitgliedern der Fachgruppen, die aktiv in die Texte eingebunden waren. Alle Mitwirkenden haben diesen Bericht mit ihrer Expertise, ihrem Engagement und ihrer sorgfältigen Arbeit ermöglicht.

Wir wünschen beim Lesen der Kapitel viele neue Erkenntnisse und Einsichten.

Bonn, im November 2024

Prof. Dr. Bernhard Watzl
(DGE-Präsident)

Prof. Ulrike Arens-Azevêdo
(Chefredakteurin)

Dr. Kiran Virmani
(DGE-Geschäftsführerin)

Inhalt

Vorwort 3

Nachhaltigkeit als Rahmenthema im 15. DGE-Ernährungsbericht 14

Ernährungssituation in Deutschland

1 Trendanalysen zum Lebensmittelverbrauch auf Basis der Agrarstatistik 25

1.1 Einleitung 27

1.2 Methodisches Vorgehen 28
1.2.1 Trendanalysen 28
1.2.2 Bewertungskriterien für den Lebensmittelverbrauch 29
1.2.2.1 Bewertung unter gesundheitlichen Gesichtspunkten 29
1.2.2.2 Bewertung unter Umwelt- und Klimaschutz-Gesichtspunkten 30

1.3 Trends im Lebensmittelverbrauch 31
1.3.1 Überblick zur langfristigen Entwicklung des Lebensmittelverbrauchs 31
1.3.2 Entwicklung des Lebensmittelverbrauchs seit 2012 36

1.4 Bewertung des Lebensmittelverbrauchs 48
1.4.1 Bewertung unter gesundheitlichen Gesichtspunkten 48
1.4.2 Bewertung unter Umwelt- und Klimaschutz-Gesichtspunkten 51
1.4.3 Gesamtbetrachtung 56

1.5 Literaturverzeichnis 57

2 Einfluss des Haushaltseinkommens auf den Lebensmittelverzehr und die Nährstoffzufuhr – Ergebnisse der Bayerischen Verzehrsstudie III (2021–2023) 58

2.1 Einleitung 60

2.2 Methodik 61
2.2.1 Studienpopulation 61
2.2.2 Rekrutierung und Datenerhebung 61
2.2.3 Datenaufbereitung und -auswertung 62

2.3 Ergebnisse 63
2.3.1 Charakteristika der Stichprobe 63
2.3.2 Lebensmittelverzehr 64
2.3.2.1 Lebensmittel tierischen Ursprungs 64
2.3.2.2 Pflanzliche Lebensmittel 65

2.3.2.3 Süßwaren, Suppen und Soßen ... 66
2.3.2.4 Getränke ... 66
2.3.3 Energie- und Nährstoffzufuhr ... 69
2.3.3.1 Energie und energieliefernde Nährstoffe ... 69
2.3.3.2 Vitamine ... 69
2.3.3.3 Mineralstoffe ... 69

2.4 Diskussion ... 73
2.4.1 Methodische Aspekte ... 73
2.4.2 Evidenz aus bisherigen Studien ... 73
2.4.4 Fazit ... 77

2.5 Literaturverzeichnis ... 78

3 Die Entwicklung und Verbreitung von Übergewicht in Deutschland ... 80

3.1 Einleitung ... 82

3.2 Definitionen ... 83

3.3 Übergewicht und COVID-19-Pandemie ... 84

3.4 Übergewicht während der Schwangerschaft ... 86
3.4.1 Verbreitung von Übergewicht vor und Gewichtszunahme während der Schwangerschaft ... 86
3.4.2 Risiken bei Übergewicht vor und während der Schwangerschaft ... 88
3.4.3 Empfehlungen zur Gewichtszunahme während der Schwangerschaft ... 89

3.5 Übergewicht im Säuglingsalter ... 91

3.6 Übergewicht im Kindes- und Jugendalter ... 92

3.7 Übergewicht im Erwachsenenalter ... 94
3.7.1 Verbreitung von Übergewicht im Erwachsenenalter (18 bis unter 65 Jahre) ... 95
3.7.2 Entwicklung der Verbreitung von Übergewicht im Erwachsenenalter (18 bis unter 65 Jahre) zwischen 1999 und 2021 ... 97
3.7.3 Verbreitung von Übergewicht im Erwachsenenalter (18 bis unter 65 Jahre) bei Personen mit Migrationshintergrund ... 98

3.8 Übergewicht im Seniorenalter ... 101
3.8.1 Verbreitung von Übergewicht im Seniorenalter (65 Jahre und älter) ... 101
3.8.2 Entwicklung der Verbreitung von Übergewicht im Seniorenalter (65 Jahre und älter) zwischen 1999 und 2021 ... 104

3.9 Maßnahmen zur Übergewichtsprävention ... 105

3.10 Fazit ... 107

3.11 Literatur ... 110

4 Die Ernährungs- und Gesundheitssituation armutsgefährdeter Familien mit minderjährigen Kindern – Ergebnisse der Studie MEGA_kids ... 116

4.1 Einleitung ... 118

4.2 Methodik ... 120
4.2.1 BERNA ... 121
4.2.1.1 Studienpopulation ... 121
4.2.1.2 Sampling und Rekrutierung ... 122
4.2.1.3 Inhalt der Erhebung und Datenerhebungsinstrumente ... 123
4.2.1.4 Datenvorbereitung ... 124
4.2.1.5 Statistische Analysen ... 127
4.2.2 IDEE und BEA ... 127
4.2.2.1 Studienpopulation IDEE und BEA ... 127
4.2.2.2 Sampling und Rekrutierung ... 127
4.2.2.3 Ablauf ... 128
4.2.2.4 Erhebungsinstrumente ... 129
4.2.2.5 Analyse ... 129

4.3 Ergebnisse ... 130
4.3.1 BERNA ... 130
4.3.1.1 Soziodemografische Beschreibung der Studienpopulation von BERNA ... 130
4.3.1.2 Aspekte der Gesundheit und des Gesundheitsverhaltens der Kinder und Jugendlichen ... 133
4.3.1.3 Aspekte der Gesundheit und des Gesundheitsverhaltens der Eltern ... 135
4.3.1.4 Ernährungsbedingungen ... 137
4.3.1.5 Lebensmittelverzehr der Kinder und Jugendlichen ... 147
4.3.1.6 Lebensmittelverzehr der Eltern ... 153
4.3.2 IDEE und BEA ... 156
4.3.2.1 Soziodemografische Beschreibung der Studienpopulation von IDEE und BEA ... 156
4.3.2.2 Konzepte gesunder Ernährung ... 159
4.3.2.3 Wahrgenommene Herausforderungen einer gesunden Ernährung ... 159
4.3.2.4 Herausforderungen beim Besorgen von Lebensmitteln ... 160
4.3.2.5 Strategien zum Erfüllen der Ernährungsbedarfe bei geringem Haushaltsbudget ... 160
4.3.2.6 Wahrgenommene erleichternde Faktoren beim Erfüllen der Ernährungsbedarfe ... 163
4.3.2.7 Mahlzeiten und Aspekte der Zubereitung ... 164
4.3.2.8 Soziale Aspekte der Ernährung ... 166
4.3.2.9 Belastungen in weiteren Lebensbereichen in Verbindung mit Ernährung und Vorschläge zur Unterstützung ... 167
4.3.2.10 Vorschläge für ernährungsbezogene verhaltenspräventive Maßnahmen ... 169
4.3.2.11 Vorschläge für ernährungsbezogene verhältnispräventive Maßnahmen ... 169

4.4 Diskussion ... 171
4.4.1 Studienpopulation ... 171
4.4.2 Ernährungsbedingungen, Gesundheit und Gesundheitsverhalten ... 172
4.4.3 Lebensmittelverzehr ... 176
4.4.4 Stärken und Limitationen ... 179

4.5 **Handlungsempfehlungen** ... 181
4.5.1 Wissen schaffen ... 181
4.5.2 Verhältnisorientiert handeln ... 182
4.6 **Literaturverzeichnis** ... 184

5 **Personalisierte Ernährung: Erfahrungen und Entwicklungen** ... 189
5.1 **Einleitung** ... 191
5.2 **Entwicklung des Forschungsbereichs und aktueller Stand** ... 192
5.3 **Personalisierte Ernährung in neuem Ansatz** ... 196
5.4 **Forschungsbedarf und Vorschläge für die zukünftige Entwicklung** ... 205
5.5 **Fazit** ... 207
5.6 **Literaturverzeichnis** ... 208

Lebensmittelbezogene Aspekte

6 **Front-of-Pack-Nährwertkennzeichnung: Nutri-Score** ... 212
6.1 **Einleitung** ... 213
6.2 **Erweiterte Nährwertkennzeichnung in Deutschland** ... 214
6.2.1 Ausgangslage und Prozess ... 214
6.3 **Erweiterte Nährwertkennzeichnung** ... 215
6.3.1 Typologie ... 215
6.4 **Erweiterte Nährwertkennzeichnung Nutri-Score** ... 217
6.4.1 Verwendung des Nutri-Score ... 219
6.4.2 Internationale Koordination des Nutri-Score ... 219
6.4.3 Weiterentwicklung des Nutri-Score-Algorithmus ... 220
6.4.3.1 Evaluierung der ursprünglichen Berechnungsgrundlage ... 220
6.4.3.2 Änderungen am Algorithmus und deren Einfluss auf Produktgruppen ... 221
6.4.3.3 Umsetzung des weiterentwickelten Algorithmus ... 223
6.5 **Bisherige Umsetzung des Nutri-Score in Deutschland** ... 223
6.6 **Zusammenfassung und Fazit** ... 224
6.7 **Literaturverzeichnis** ... 225

7 **Editorial zur Einordnung des Konzepts von stark verarbeiteten Lebensmitteln (ultra-processed foods, UPF)** ... 228
7.1 **Literaturverzeichnis** ... 231

8 Einordnung von Lebensmitteln nach dem Verarbeitungsgrad und Bewertung gängiger Klassifizierungssysteme in der Ernährungsforschung ... 232

8.1 Einleitung ... 234

8.2 Lebensmittelherstellung ... 235
8.2.1 Ziele der Lebensmittelverarbeitung ... 236
8.2.2 Verarbeitungsverfahren und Anwendungsbereiche ... 237
8.2.3 Wirkung von Verarbeitungsverfahren auf Primärerzeugnisse ... 240
8.2.4 Wirkung der Rezeptur ... 242

8.3 Systeme zur Klassifizierung von Lebensmitteln nach dem Verarbeitungsgrad ... 244
8.3.1 Beschreibung ... 244
8.3.1.1 IARC-EPIC ... 245
8.3.1.2 IFIC ... 246
8.3.1.3 UNC ... 247
8.3.1.4 NOVA ... 248
8.3.1.5 SIGA ... 249
8.3.2 Vergleich und Bewertung ... 252

8.4 Fazit und Forschungsbedarf ... 256

8.5 Literatur ... 258

9 Verzehr stark verarbeiteter Lebensmittel und ernährungsmitbedingte Erkrankungen: eine systematische Übersichtsarbeit ... 264

9.1 Einleitung ... 266
9.1.1 Zielsetzung und Fragestellung ... 266

9.2 Methodik ... 267
9.2.1 Suchstrategie, Einschlusskriterien und Studienauswahl ... 267
9.2.2 Datenextraktion und Auswertung ... 268
9.2.3 Beurteilung der methodischen Studienqualität ... 269

9.3 Ergebnisse ... 270
9.3.1 Übersicht der eingeschlossenen Primärstudien ... 270
9.3.2 Ergebnisse der Studien ... 271
9.3.3 Qualität der eingeschlossenen Studien ... 276

9.4 Diskussion ... 277

9.5 Fazit und Ausblick ... 283

9.6 Literaturverzeichnis ... 284

9.7 Anhang ... 288

10 Neuartige alternative Proteinquellen – eine Übersicht ... 298

10.1 Einleitung ... 300

10.2 Neuartige alternative Proteinquellen ... 302
10.2.1 Pflanzliche Proteine ... 302
10.2.1.1 Herstellung ... 303
10.2.1.2 Ernährungsphysiologische Qualität ... 305
10.2.1.3 Herausforderungen und Chancen ... 307
10.2.1.4 Nachhaltigkeitsaspekte ... 307
10.2.2 Fermentation ... 308
10.2.2.1 Klassische Fermentation ... 308
10.2.2.2 Mikrobielle Biomasse ... 312
10.2.2.3 *Precision fermentation* ... 315
10.2.2.4 Nachhaltigkeitsaspekte ... 316
10.2.3 Lebensmittelinsekten ... 317
10.2.3.1 Ernährungsphysiologische Qualität ... 317
10.2.3.2 Herausforderungen und Chancen ... 319
10.2.3.3 Nachhaltigkeitsaspekte ... 320
10.2.4 In-vitro-Fleisch ... 321
10.2.4.1 Herstellung ... 321
10.2.4.2 Ernährungsphysiologische Qualität ... 322
10.2.4.3 Herausforderungen und Chancen ... 322
10.2.4.4 Nachhaltigkeitsaspekte ... 323
10.2.4.5 Ethische Aspekte ... 324
10.2.4.6 Gesetzgebung ... 324

10.3 Begleit- und Nährstoffe – Herausforderungen und Chancen ... 325
10.3.1 Ernährungsphysiologisch günstige Stoffe ... 325
10.3.2 Ungünstige Stoffe ... 328
10.3.2.1 Antinutritive Faktoren ... 328
10.3.2.2 Allergene ... 328
10.3.2.3 Mikrobielle Risiken ... 329
10.3.2.4 Schwermetalle ... 329
10.3.2.5 Weitere Stoffe ... 330

10.4 Ausblick ... 330

10.5 Literatur ... 332

11 Mikro- und Nanoplastik und Ernährung ... 346
11.1 Einleitung und Definitionen ... 347
11.2 Vorkommen von Mikro- und Nanoplastik ... 349
11.2.1 Mikro- und Nanoplastik in der Umwelt ... 349
11.2.2 Mikro- und Nanoplastik als Kontaminanten in der Ernährung ... 351
11.2.3 Analytik von Mikro- und Nanoplastik ... 352
11.3 Die orale Bioverfügbarkeit von Mikro- und Nanoplastik ... 354
11.4 Die Toxikologie von Mikro- und Nanoplastik ... 356
11.5 Nachhaltigkeitsaspekte ... 357
11.6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen ... 358
11.7 Literaturverzeichnis ... 359

Außer-Haus-Verpflegung

12 Ernährungssituation und Ernährungsversorgung in Krankenhäusern und stationären Altenpflegeeinrichtungen ... 361
12.1 Analyse und Bewertung der Ernährungssituation und Qualität der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern und stationären Altenpflegeeinrichtungen ... 364
12.1.1 Einleitung ... 364
12.1.2 Methodik ... 367
12.1.2.1 Auswertung von nutritionDay-Daten ... 367
12.1.2.2 Online-Dialoge ... 368
12.1.2.3 Ethische Standards und Datenschutz ... 370
12.1.3 Ergebnisse ... 370
12.1.3.1 Ernährungssituation ... 370
12.1.3.1.1 Krankenhäuser ... 370
12.1.3.1.2 Pflegeheime ... 378
12.1.3.2 Qualität der Ernährungsversorgung ... 385
12.1.3.2.1 Qualitätsindikatoren aus den Daten des nutritionDay ... 385
12.1.3.2.2 Online-Dialoge ... 391
12.1.4 Diskussion ... 398
12.1.5 Fazit ... 408
12.1.6 Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern und Pflegeheimen ... 409
12.2 Kosteneffektivität der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern ... 411
12.2.1 Einleitung ... 411
12.2.2 Methoden ... 412
12.2.3 Ergebnisse ... 413
12.2.4 Diskussion ... 418
12.2.5 Fazit und Ausblick ... 422
12.3 Literaturverzeichnis ... 423

13 Systemgastronomie in Deutschland: Speisenangebot und Nutzungsverhalten 428

13.1 Einleitung 430

13.2 Methodik 431
13.2.1 Stichprobe Unternehmen 432
13.2.2 Erfassung und Auswertung des Produktangebots 433
13.2.3 Ernährungsphysiologische Analyse 436
13.2.4 Nutzungsverhalten und Wahrnehmung der Studienteilnehmenden 438
13.2.4.1 Stichprobe und Rekrutierung 439
13.2.4.2 Erhebungsinstrumente und Datenauswertung 440
13.2.5 Expert*innen-Interviews 441

13.3 Ergebnisse 441
13.3.1 Angebot der Systemgastronomie in Deutschland 441
13.3.2 Ernährungsphysiologische Analyse 443
13.3.2.1 Energiegehalte und Nährstoffzusammensetzung nach Produktgruppen 443
13.3.2.2 Ernährungsphysiologische Analyse der Mahlzeiten 448
13.3.3 Nutzungsverhalten in der Systemgastronomie 458
13.3.3.1 Einflussfaktoren auf das Nutzungsverhalten 466
13.3.3.2 Wünsche der Teilnehmenden 468

13.4 Diskussion 469
13.4.1 Analyse der Systemgastronomie 469
13.4.2 Nutzungsverhalten in der Systemgastronomie 471

13.5 Handlungsempfehlungen 473
13.5.1 Handlungsempfehlungen zum Produktangebot 474
13.5.2 Handlungsempfehlungen zu Nudging und impliziten Maßnahmen 474
13.5.3 Handlungsempfehlungen zu Verpackung und Werbung 475
13.5.4 Handlungsempfehlung zur Erreichbarkeit 475

13.6 Fazit 475

13.7 Literaturverzeichnis 476

14 Analyse und Bewertung gängiger Speisenproduktionssysteme in der Gemeinschaftsverpflegung hinsichtlich einer nachhaltigen Produktionsweise 479

14.1 Einleitung 481

14.2 Grundlagen, Definitionen und Abgrenzungen 482
14.2.1 Gängige Speisenproduktionssysteme in der Gemeinschaftsverpflegung 482
14.2.2 Vorgehen bei der Auswahl von Indikatoren zur Bewertung gängiger Speisenproduktionssysteme hinsichtlich einer nachhaltigeren Produktionsweise 483

14.3 Methodik ... 485
14.3.1 Methoden zur Bewertung der Indikatoren ... 485
14.3.1.1 Literaturanalyse ... 487
14.3.1.2 Modellierung ... 488
14.3.1.3 Befragung ... 493
14.3.2 Berechnung der Treibhausgasemissionen ... 495
14.3.3 Gesamtbewertung der Indikatoren ... 496

14.4 Ergebnisse ... 497
14.4.1 Dimension Gesundheit ... 497
14.4.1.1 Nährstoffverluste ... 497
14.4.1.2 Mikrobiologie/Hygiene ... 500
14.4.2 Dimension Umwelt ... 501
14.4.2.1 Energieverbrauch ... 501
14.4.2.2 Wasserverbrauch ... 504
14.4.2.3 Verpackungsmüll ... 505
14.4.2.4 Lebensmittelabfälle ... 506
14.4.2.5 Transport ... 507
14.4.2.6 Flächenbedarf ... 509
14.4.2.7 Reinigungsmittelverbrauch ... 510
14.4.3 Dimension Soziales ... 512
14.4.3.1 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz ... 512
14.4.3.2 Flexible Arbeitszeitmodelle und rotierende Arbeitsbereiche ... 513
14.4.3.3 Sensorische Qualität ... 515
14.4.3.4 Berücksichtigung von Gästewünschen ... 517
14.4.4 Dimension Kosten ... 518
14.4.4.1 Energiekosten ... 518
14.4.4.2 Wasserkosten ... 519
14.4.4.3 Raumkosten ... 519
14.4.4.4 Personalkosten ... 520
14.4.4.5 Investitionskosten ... 521
14.4.4.6 Betriebs- und Arbeitsmittelkosten ... 521
14.4.4.7 Transportkosten ... 522
14.4.5 Gesamtbewertung der SPS hinsichtlich einer nachhaltigen Produktionsweise ... 524
14.4.5.1 Bewertung der Dimensionen Gesundheit, Umwelt und Soziales ... 526
14.4.5.2 Bewertung der Dimension Kosten ... 527
14.4.6 Treibhausgasemissionen der Speisenproduktionssysteme im Vergleich ... 528

14.5 Diskussion ... 531
14.5.1 Zusammenfassung und Schlussfolgerung ... 531
14.5.2 Herausforderungen und Limitationen ... 532

14.6 Handlungsempfehlungen ... 534

14.7 Literaturverzeichnis ... 536

Zu guter Letzt ... 541

Nachhaltigkeit als Rahmenthema im 15. DGE-Ernährungsbericht

Ulrike Arens-Azevêdo

ex. Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Hamburg

Nachhaltigkeit – ein Begriff im Wandel der Zeit

Nachhaltigkeit ist im Laufe der Zeit weltweit zu einem wesentlichen Grundsatz gesellschaftlichen Handelns geworden. Dabei stellt das übergeordnete Ziel einer nachhaltigen Entwicklung die Gesellschaft in vielen Handlungsfeldern vor komplexe Herausforderungen. Eines der spezifischen Handlungsfelder ist die Ernährung, und hiermit verbunden die Ernährungssysteme. Aus diesem Grunde wurde das Thema der Nachhaltigkeit im aktuellen DGE-Ernährungsbericht als Rahmen gesetzt.

Ein Verständnis von Nachhaltigkeit lässt sich schon im alten Ägypten entdecken. Auch in der Antike und im Mittelalter war es durchaus nichts Besonderes, bei Eingriffen in die Natur die Lebenswelt nachfolgender Generationen im Auge zu behalten [1]. Im deutschen Sprachraum wird auf Hans Carlo von Carlowitz hingewiesen, der bereits 1713 eine nachhaltige Forstwirtschaft forderte, in der nur so viel Holz aus den Wäldern entnommen werden darf, wie zukünftig Bäume nachwachsen können [2]. Auf internationaler Ebene wird Nachhaltigkeit erstmals im Rahmen des Brundtland Berichts der Vereinten Nationen (UN) im Jahr 1987 definiert. Nachhaltigkeit ist hiernach eine Entwicklung, die einerseits den Bedürfnissen gegenwärtiger Generationen gerecht wird, andererseits die Möglichkeiten zukünftiger Generationen, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen, nicht gefährdet [3].

Schon 1992 hatten sich die UN zum Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung bekannt und in Rio de Janeiro ein entsprechendes Aktionsprogramm verabschiedet. Die Staaten (zum damaligen Zeitpunkt waren dies 170) verpflichteten sich, das Aktionsprogramm in eine nationale Strategie in allen relevanten Politikbereichen zu überführen. Deutschland legte in diesem Kontext 2002 die erste Nachhaltigkeitsstrategie vor [4].

2015 gelang insoweit ein Durchbruch, als sich mit der Agenda 2030 *Transform Our World* die Mitgliedstaaten der UN auf 17 zentrale Ziele einer nachhaltigen Entwicklung einigten. Diese Nachhaltigkeitsziele (*Sustainable Development Goals*, SDGs) sind weltweit zum Kernelement einer nachhaltigen Entwicklung geworden. Die Agenda 2030 wird vor diesem Hintergrund auch als globaler Plan zur Förderung von Frieden, Wohlstand und zum Schutz des Planeten bezeichnet (Abb. 1) [5]. Die Mitgliedstaaten der UN waren aufgerufen, diesem Plan beizutreten, die SDGs als Basis anzuerkennen und anhand einzelner Kriterien und Unterziele für das jeweilige Land bzw. die jeweilige Region zu konkretisieren. Dies erfolgte nach und nach, sowohl von Seiten der Europäischen Union als gemeinsamem Wirtschaftsraum, als auch von Seiten der jeweiligen Nationalstaaten.

Abbildung 1: Die 17 Nachhaltigkeitsziele der UN; übernommen aus [5]

Als Ergebnis der Priorisierung der SDGs kann auf europäischer Ebene der „Grüne Deal" angesehen werden, in dessen Rahmen für die Ernährungssysteme die Strategie „Vom Hof auf den Tisch" entwickelt wurde. Die Strategie ist insoweit notwendig, als Ernährung einerseits nur einen Sektor von vielen anderen darstellt, andererseits bei systematischer Berücksichtigung der vollständigen Prozesskette eine Reihe anderer Sektoren mittelbar und unmittelbar tangiert wird.

Abbildung 2: Kernelemente der „Vom Hof auf den Tisch"-Strategie [6]

So sieht die Strategie vor, dass die gesamte Lebensmittelerzeugung nachhaltig erfolgen sollte, sowohl hinsichtlich der Herstellung und Gewinnung von Lebensmitteln als auch in Bezug auf Handel und Vertrieb. Darüber hinaus sind die Gewährleistung von Ernährungssicherheit für alle Menschen, die Förderung eines nachhaltigen Lebensmittelkonsums und die Unterstützung von Verbraucher*innen bei der Umstellung auf eine gesundheitsfördernde, nachhaltige Ernährungsweise wichtige Zielsetzungen. Weitere Akzente werden in Bezug auf die Vermeidung bzw. Reduzierung von Lebensmittelverlusten und Lebensmittelverschwendung gelegt (Abb. 2) [6].

Nachhaltigkeitsstrategien setzen alle auf Evaluation und Überprüfung der in ihrem Rahmen vorab festgelegten Kriterien und Indikatoren [7]. Auch Deutschland hat solche Indikatoren benannt. Beispielsweise wurde für das SDG 2 „kein Hunger" ein Unterziel 2.1. zum flächenmäßigen Ausbau des Ökolandbaus formuliert. Gemessen an der erwünschten Zielmarke von 30 % bis zum Jahr 2030 kann aktuell festgestellt werden, dass diese Marke noch nicht erreicht wurde. Ähnliches gilt für das SDG 3 „Gesundheit und Wohlergehen". Hier wurde in Deutschland unter 3.1.f die Reduktion von Übergewicht inklusive Adipositas in der erwachsenen Bevölkerung benannt, wobei die Angabe konkreter Größenordnungen fehlt. Auch dieses Unterziel wurde bislang nicht erreicht, vielmehr ist in den letzten Jahren der Anteil der Menschen mit Übergewicht inklusive Adipositas weiterhin auf einem hohen Niveau [8].

Neben der Einbeziehung der konkreten Evaluationsergebnisse sollen die Nachhaltigkeitsstrategien regelmäßig an aktuelle Erfordernisse und neue wissenschaftliche Erkenntnisse angepasst werden. In Deutschland geschieht dies derzeit im Rahmen von Dialogformaten mit unterschiedlichen Akteuren der Zivilgesellschaft. Die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie von 2021 wird aktuell überarbeitet und soll im Winter 2024 nach einem Beschluss des Bundeskabinetts veröffentlicht werden [4, 9]. Auch auf der Ebene der Bundesländer und der Ressorts sind inzwischen spezifische Nachhaltigkeitsstrategien entwickelt und überprüft worden. Beispielhaft sei hier nur auf die Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen hingewiesen, für die Ressortstrategie auf das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft [10–12].

Nachhaltigere Ernährung – unverzichtbar im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung

Dass Ernährung nicht nur gesundheitsrelevant ist, wurde in Deutschland schon frühzeitig im Rahmen der Vollwerternährung diskutiert. Diese Ernährungsform (früher als alternative Ernährungsform bezeichnet) unterteilte die Lebensmittel auf der Basis ihres Gesundheits-, Umwelt- und Sozialwertes und etablierte ein Ordnungsprinzip, nach dem für den Verzehr wünschenswerte und nicht wünschenswerte Lebensmittel unterschieden wurden. Prinzipien der Vollwerternährung wurden kontinuierlich weiterentwickelt, später kamen auch Aspekte der Wirtschaftlichkeit mit hinzu. Die Wissenschaftler von Körber, Männle und Leitzmann haben dieser Ernährungsweise zahlreiche grundlegende Publikationen gewidmet und zu einem sorgsamen Umgang mit den endlichen Ressourcen unserer Erde aufgerufen [13]. In diesem Kontext wurden auch neue, auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Lehrstühle gegründet. So etablierte beispielsweise die Universität Gießen den interdisziplinären Lehrstuhl der Ernährungsökologie [14].

Viel Aufmerksamkeit erhielt 2019 die EAT-Lancet-Kommission mit der Veröffentlichung der *Planetary Health Diet*, in deren Rahmen umwelt- und gesundheitsrelevante Kriterien zusammengeführt und entsprechende Ernährungsempfehlungen abgeleitet wurden [15]. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) hat in der Zwischenzeit eine Einordnung dieser Empfehlungen vorgenommen und mit den damals gültigen lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der DGE verglichen [16].

Internationale Organisationen wie die Weltgesundheitsorganisation (*World Health Organization,* WHO) und die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (*Food and Agriculture Organization*, FAO) haben sich ebenfalls im Grundsatz auf die SDGs verständigt. Beide Organisationen haben dabei in ihren Veröffentlichungen die Notwendigkeit eines systematischen Ansatzes betont. Ernährung sollte immer im Zusammenhang mit den landwirtschaftlichen Produktionssystemen gesehen und gleichzeitig die Einflüsse von Ernährungsumgebungen und der Kultur von Land und Region im Auge behalten werden. Der freie Zugang zu sicheren und gesunden Lebensmitteln für alle Menschen spielt hierbei eine besondere Rolle [17]. *Healthy sustainable diets* werden folgerichtig als Grundlage allgemeiner Ernährungsempfehlungen verstanden. Der Begriff erscheint redundant, da Gesundheitsförderung streng genommen eine Teildimension von Nachhaltigkeit darstellt. Vor dem Hintergrund aber, dass nach wie vor eine ganzheitliche Betrachtung von Ernährung nicht per se erfolgt, kann eine solche (gewollte) Redundanz durchaus zum besseren Verständnis der unterschiedlichen Dimensionen von Ernährung beitragen. FAO und WHO hatten in diesem Zusammenhang die Staaten aufgefordert, neue Ernährungsempfehlungen zu entwickeln, die möglichst viele Aspekte von Nachhaltigkeit berücksichtigen. Hierzu gehören z. B. auch die Vermeidung von Ernährungsunsicherheit, die kulturelle Einbindung von Empfehlungen und der freie und erschwingliche Zugang zu gesundheitsfördernden Lebensmitteln für alle Menschen, ungeachtet ihrer jeweiligen Herkunft und sozioökonomischen Situation [18].

Die Dimensionen einer nachhaltigeren Ernährung – der 15. DGE-Ernährungsbericht und seine Kapitel

Mit dem Gutachten des wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE) wurde 2020 unter dem Titel „Politik für eine nachhaltigere Ernährung. Eine integrierte Ernährungspolitik entwickeln und faire Ernährungsumgebungen gestalten" [19] eine Grundlage geschaffen, die Komplexität von Nachhaltigkeit mit dem besonderen Fokus auf die Ernährung in vier zentralen Dimensionen darzustellen (Abb. 3). Gleichzeitig wurden in diesem Gutachten neun zentrale Empfehlungen für die Umsetzung einer nachhaltigeren Ernährung begründet und abgeleitet. Zu den neun Empfehlungen zählt beispielsweise, einen Systemwechsel in der Kita- und Schulverpflegung zu wagen, den Konsum tierischer Produkte global verträglich zu gestalten, eine gesundheitsfördernde Ernährung für alle zu ermöglichen, verlässliche Informationen bereitzustellen oder Landbausysteme weiterzuentwickeln [19].

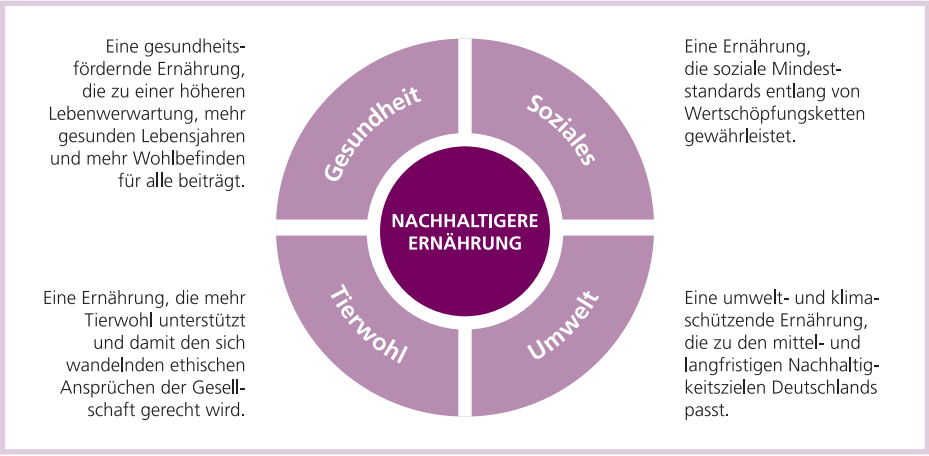


Abbildung 3: Die vier zentralen Dimensionen von Nachhaltigkeit des WBAE-Gutachtens, übernommen aus [19]

Die im Gutachten herausgestellten vier Dimensionen einer nachhaltigeren Ernährung können sich teilweise ergänzen, teilweise gibt es aber auch Konflikte innerhalb der Dimensionen. So kann es durchaus sein, dass gesundheitliche Vorteile nur mit einer höheren Umweltbelastung zu erreichen sind. Liegen Konflikte vor, so müssen auf der Basis von Aushandlungsprozessen Prioritäten gesetzt werden.

Die DGE hat sich in ihrem Positionspapier aus dem Jahr 2021 diesem grundlegenden Verständnis des WBAE von Nachhaltigkeit in der Ernährung angeschlossen [20]. Gleichzeitig stellte sich die DGE strategisch so auf, dass die Ernährungsempfehlungen der Fachgesellschaft und alle weiteren grundlegenden Veröffentlichungen, wie die DGE-Qualitätsstandards für die Verpflegung in unterschiedlichen Lebenswelten, diesen Zusammenhang berücksichtigen werden [20]. Nicht immer ist dies so ohne weiteres möglich. So ist die Dimension Soziales bei weitem nicht so klar konzeptualisiert wie die anderen drei Dimensionen, und Einflüsse auf die Wertschöpfungsketten sind ohne weitere Informationen nicht auf Anhieb erkennbar.

Die Dimensionen im Einzelnen

Was und wieviel wir essen und trinken beeinflusst unsere **Gesundheit** und unser Wohlempfinden. Dabei ist die Gesundheit eines Menschen durch Veränderungen gekennzeichnet, wobei je nach Belastung der Gesundheitszustand selbst in kurzer Zeit erheblich variieren kann. Übergewicht und Adipositas gehen zumeist mit Folgeerkrankungen einher wie Typ-2-Diabetes, dem metabolischen Syndrom, Herz-Kreislauf- oder Krebserkrankungen – überwiegend Brust- und Darmkrebs. Die Prävalenz von Übergewicht inklusive Adipositas, aber auch ein Mangel an Mikro- oder Makronährstoffen, schlägt sich u. a. in der durchschnittlichen Lebenserwartung bzw. der durchschnittlichen Anzahl an gesunden Lebensjahren nieder, wobei andere Faktoren wie Bewegung, Stress und Stressbewältigung oder auch die soziale Einbindung einen wesentlichen Einfluss haben. Dabei kann die Wahrnehmung des Individuums in Bezug auf die eigene Gesundheit durchaus stark von der objektiven Gesundheitssituation abweichen [19].

Die Dimension **Umwelt** wird wesentlich bestimmt von den planetaren Grenzen. Zu den gefährdeten Bereichen gehören das Klima, die Biodiversität, die Nutzung von Land und Wasser sowie der Eintrag von Phosphor und Stickstoff in Wasser und Boden (Abb. 4). Die Abbildung zeigt, dass in sechs (hier rot eingefärbt) von neun relevanten Segmenten die planetaren Grenzen bereits deutlich überschritten wurden [21].

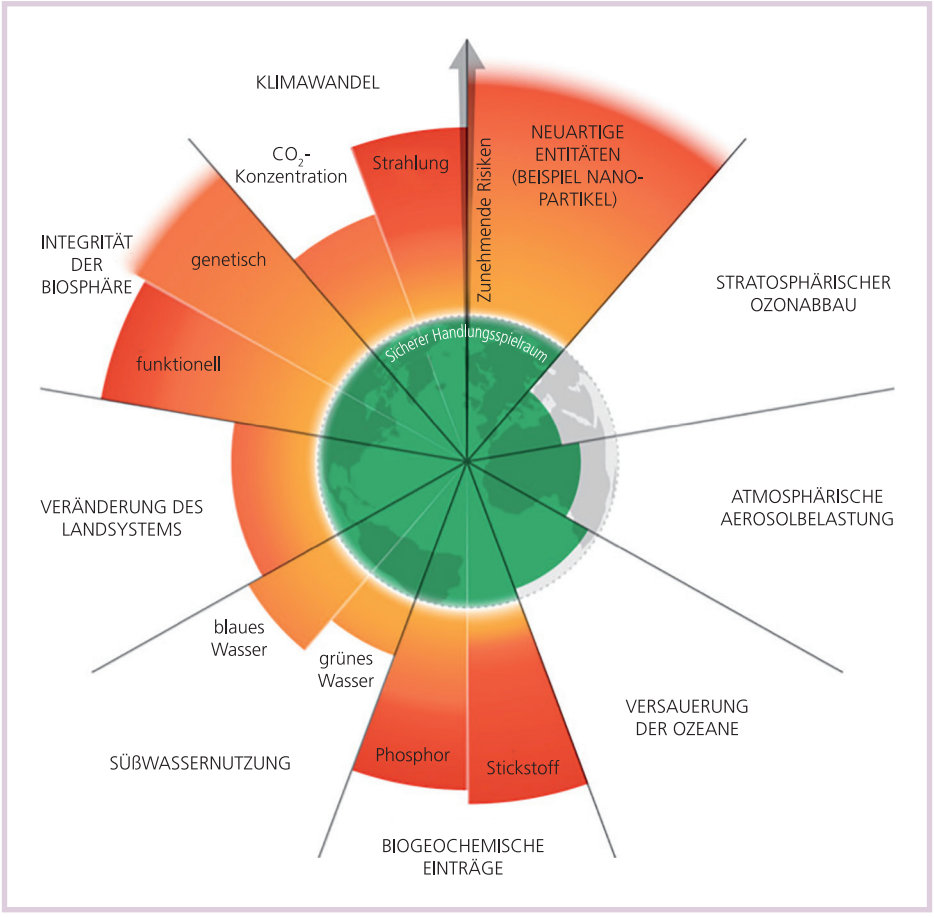


Abbildung 4: Aktueller Stand der Kontrollvariablen für alle neun planetarischen Grenzen (übernommen und übersetzt aus [21])

Die Dimension Umwelt reduziert sich also nicht nur auf die Treibhausgasemissionen, die einen unmittelbaren Einfluss auf das Klima haben, sondern berücksichtigt in vielfältiger Weise alle Stationen der Produktion von Lebensmitteln bis hin zum Verzehr. Hierzu gehören auch der Beitrag von Lebensmitteln aus ökologischem Anbau zur Ernährung oder die Bedeutung von regionalen Wertschöpfungsketten.

Gut untersucht und mit entsprechenden Daten hinterlegt sind inzwischen die Treibhausgasemissionen sowie die Land- und Frischwassernutzung, während für den Faktor Biodiversität noch valide Daten fehlen.

Die Dimension **Soziales** ist einerseits gekennzeichnet durch eine Schutzperspektive, die sich in zahlreichen einschlägigen Gesetzen, z. B. zu Arbeits- und Gesundheitsschutz, europaweit niederschlägt, andererseits durch eine Gerechtigkeitsperspektive, die Arbeitsbedingungen entlang der Wertschöpfungskette betrachtet, aber auch Aspekte der Ernährungsunsicherheit und ihrer Auswirkungen. Dabei spielen eine angemessene Vergütung, die Gleichbehandlung von Männern und Frauen, umfangreiche Teilhabe und Partizipation, angemessene Arbeitsbedingungen und entsprechende Weiterbildungs- und Anreizsysteme eine große Rolle [22]. Nur wenige Daten sind aktuell in Deutschland zur Größenordnung, den Ursachen und Auswirkungen von Ernährungsarmut vorhanden.

Das **Tierwohl** liegt den Verbraucher*innen zunehmend mehr am Herzen [23]. Auf die Tierhaltung wird im Rahmen des DGE-Ernährungsberichts nicht im Speziellen eingegangen. Dabei haben Gesundheit und Wohlbefinden von Tieren auch Auswirkungen auf die Qualität der tierischen Produkte. In diesem Kontext bekommen alternative bzw. neue Proteinquellen eine immer größere Bedeutung. Auch umweltbelastende Rückstände schaden nicht nur den Tieren, sondern letztlich auch den Menschen, die am Ende der Nahrungskette stehen.

Nachhaltigkeitsstrategien werden auf unterschiedlichen Ebenen entwickelt und münden in konkrete Handlungsfelder. Die vier Dimensionen der Position des WBAE geben in diesem Zusammenhang die Richtung vor (Abb. 5).

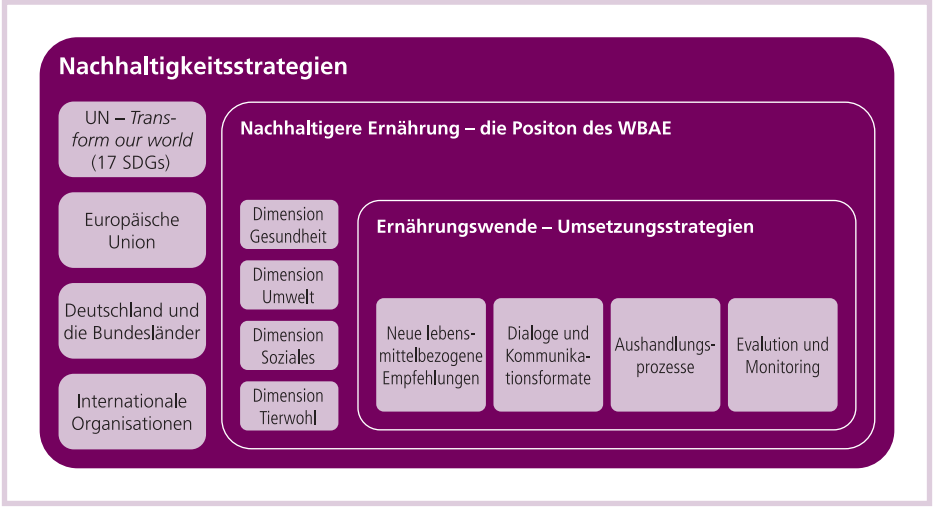


Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Nachhaltigkeitsstrategien und Handlungsfeldern der Ernährung

Die Ernährungs- und Gesundheitssituation in Deutschland wird **im Teil 1 „Ernährungssituation in Deutschland"** des DGE-Ernährungsberichts abgebildet. Einzelne Kapitel wie das zu Übergewicht (Kapitel 3) oder der Agrarstatistik (Kapitel 1) sind Fortschreibungen früherer Veröffentlichungen. Andere Kapitel wie das zur Bayerischen Verzehrsstudie III[1] (Kapitel 2) sind neu hinzugekommen, weil ein nationales Ernährungsmonitoring

[1] Die Bayerische Verzehrsstudie III wird zu Kommunikationszwecken auch als Bayerische Ernährungsstudie bezeichnet.

noch nicht vorhanden ist und Ergebnisse auf nationaler Ebene erst in den kommenden Jahren zu erwarten sind [24]. Alle Kapitel in diesem Teil berücksichtigen das Thema der Nachhaltigkeit in besonderer Weise. So wird die Agrarstatistik durch Erhebung wichtiger Umweltparameter wie Treibhausgasemissionen, Land- und Frischwassernutzung ergänzt. Im Kapitel zur Bayerischen Verzehrsstudie III wird der Verzehr der Bevölkerung unter Einbeziehung der spezifischen Einkommenssituation der Haushalte analysiert. Das Forschungsvorhaben MEGA_kids (Kapitel 4) ist der Situation armutsgefährdeter Haushalte mit Kindern gewidmet und beleuchtet erstmals im Besonderen das Thema Ernährungsarmut in dieser Bevölkerungsgruppe. Auch die Aufarbeitung der personalisierten Ernährung (Kapitel 5) hat zum ersten Mal die vier Dimensionen der Nachhaltigkeit in die Bewertungen und Empfehlungen mit einbezogen und neue Akzente gesetzt.

Teil 2 „Lebensmittelbezogene Aspekte" des DGE-Ernährungsberichts stellt die Lebensmittel in den Fokus und erläutert zunächst die neuen Entwicklungen bei der erweiterten Kennzeichnung durch den Nutri-Score (Kapitel 6). Interessant ist in diesem Kontext, inwieweit diese Kennzeichnung für die Verbraucher*innen hilfreich sein kann, beim Einkauf im Einzelhandel eine gesundheitsfördernde Lebensmittelauswahl zu treffen. Stark verarbeitete Lebensmittel wurden bereits im Rahmen von zwei Vorveröffentlichungen präsentiert (Kapitel 8 und 9) und gängige Bewertungsschemata auch im Hinblick auf ihren Einfluss auf einschlägige Nachhaltigkeitsparameter kritisch hinterfragt, wobei geeignete Bewertungsschemata noch weitgehend ausstehen. Ergänzend zu dieser Thematik findet sich in diesem DGE-Ernährungsbericht noch ein zusammenfassendes Editorial (Kapitel 7). Alternative und neue Proteinquellen werden erstmals in kompakter Form dargestellt und auch unter dem Aspekt bewertet, inwieweit sich hierdurch der Verzehr von tierischen Lebensmitteln wirkungsvoll senken ließe (Kapitel 10). Mikroplastik in Lebensmitteln stellt nicht nur eine Gefährdung für Meerestiere dar, sondern aufgrund zunehmender Mengen an Kunststoff insgesamt und der Entstehung von Nanopartikeln durch den Zerfall von Mikroplastik auch ein Risiko für die Umwelt und den Menschen. In diesem Zusammenhang werden hier aktuelle Daten zusammengetragen, die die Gefährdung verdeutlichen und gleichzeitig Hinweise auf den noch erheblichen Forschungsbedarf geben, um diese Rückstände zu reduzieren und die Aufnahme via Ernährung effektiv zu begrenzen (Kapitel 11).

Teil 3 „Außer-Haus-Verpflegung" des DGE-Ernährungsberichts ist dem weiten Feld der Außer-Haus-Verpflegung gewidmet, denn eine gesundheitsfördernde und nachhaltige Ernährung kann in den unterschiedlichen Lebenswelten eine Vielzahl von Menschen erreichen und prägt ihre Ernährungsumgebung unter Umständen über viele Jahre mit entsprechenden Auswirkungen auf Ernährungsgewohnheiten und -verhalten. In diesem Teil werden die Ergebnisse von drei unterschiedlichen Forschungsvorhaben vorgestellt.

Erstmals werden ausgewählte Angebote der Systemgastronomie unter gesundheitsrelevanten und nutzerspezifischen Aspekten untersucht (Kapitel 13). Der Besuch eines Restaurants bzw. Restaurant-Outlets der Systemgastronomie ist vor allem bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen beliebt, deshalb lohnt eine Bewertung der Speisenangebote unterschiedlicher Ketten und die Ableitung von Empfehlungen zur Verbesserung ihres Gesundheitswerts. Weitere Nachhaltigkeitsaspekte ließen sich nicht bewerten, weil die aktuell am Markt agierenden Unternehmen hierzu nur spärliche Informationen bieten, die darüber hinaus nur schwer überprüfbar sind.

Der nutritionDay in Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen ist eine Fortsetzung der Erhebungen aus früheren Jahren (Kapitel 12). Während die Fragebögen zum nutritionDay in erster Linie Rückschlüsse auf die Situation der Patient*innen bzw. Bewohner*innen zulassen, sind die weiteren Befragungen auf strukturelle und prozessbezogene Elemente der Verpflegung in den Institutionen gerichtet, die durch Fokusgruppen ergänzt wurden. Neu ist die Betrachtung gesundheitsökonomischer Aspekte durch die Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM), um die Bedeutung eines Ernährungsscreenings zum rechtzeitigen Gegensteuern von Mangelernährung zu unterstreichen.

Die gängigen Speisenproduktionssysteme in der Gemeinschaftsverpflegung werden in einem weiteren Kapitel hinsichtlich ökologischer und gesundheitsrelevanter Parameter untersucht (Kapitel 14). Ziel ist es, Aussagen über geeignete Systeme bei unterschiedlichen Rahmenbedingungen treffen zu können. Teilweise liegen schon entsprechende Informationen aus der Literatur vor, sie müssen aber im Hinblick auf die Thematik neu aufbereitet und bewertet werden. Ein Vergleich der Speisenproduktionssysteme und Empfehlungen, die bei Auswahl und Anwendung konkrete Nachhaltigkeitsziele unterstützen, können allerdings erst nach einer Pilotierung und Erprobung in der Praxis gewonnen werden.

Ausblick

Im Januar 2024 wurde die Ernährungsstrategie des Bundes im Kabinett verabschiedet [25]. Zentrales Element der Ernährungsstrategie ist die Transformation hin zu einer pflanzenbetonten Ernährung. Wie diese Ernährungswende gelingen kann, wird maßgeblich von der Schaffung fairer Ernährungsumgebungen, der Kommunikation, der Offenheit und dem gegenseitigen Vertrauen abhängig sein [26, 27]. Der 15. DGE-Ernährungsbericht möchte zu dieser Transformation einen Beitrag leisten.

Gleichzeitig hat die DGE ihre Ernährungsempfehlungen von 2017 überarbeitet und im März 2024 vorgestellt. Die aktuellen lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der DGE wurden auf der Basis eines mathematischen Optimierungsmodells, nach einem aufwändigen Prozess intensiver und breit aufgestellter Dialoge mit Wissenschaft und Multiplikator*innen, für die erwachsene Bevölkerung abgeleitet [28]. Parallel hierzu wurden die sogenannten 10 Regeln der DGE durch praxisnahe, leicht verständliche Hilfestellungen „Gut essen und trinken – die DGE-Empfehlungen" für die tägliche Ernährung ersetzt [29].

Die lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der DGE werden im nachfolgenden 16. DGE-Ernährungsbericht das Rahmenthema bilden.

Ohne eine Ernährungswende sind wichtige Nachhaltigkeitsziele wie die Verbesserung der Ernährungs- und Gesundheitssituation, ein ressourcenschonender Umgang mit der Umwelt, soziale Gerechtigkeit und Tierwohl nicht zu erreichen. Obwohl im Grundsatz Einigkeit darüber herrscht, welche Stellschrauben der komplexen Ernährungssysteme in Angriff genommen werden müssten, um eine Veränderung der aktuellen Situation herbeizuführen, wird nur ein klug aufgesetzter Aushandlungsprozess Erfolge bringen. Ob die ausgehandelten Kompromisse dann eine tragfähige Zukunft bedeuten, wird auch entscheidend davon abhängen, wie offen die Gesellschaft für Neuerungen ist, welche Prioritäten sie setzen wird und vor allem, wie gut es ihr gelingt, die Menschen aktiv und gleichberechtigt in die Veränderungen mit einzubeziehen. Es ist auch Aufgabe von Wissenschaft, für solche Prozesse geeignete Grundlagen zu schaffen.

Literaturverzeichnis

[1] Grober U: Die Entdeckung der Nachhaltigkeit: Kulturgeschichte eines Begriffs. Kunstmann, München, 3. Auflage (2013)

[2] von Carlowitz HC: Sylvicultura oeconomica oder Haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht. Oekom-Verlag, München [Nachdruck der Ausgabe], Leipzig 1713 (2013)

[3] United Nations: Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future. UN-Dokument A/42/427, Geneva (1987)

[4] Die Bundesregierung (Hrsg.): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Weiterentwicklung 2021. (2021) https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975274/1873516/9d73d857a3f7f0f8df5ac1b4c349fa07/2021-03-10-dns-2021-finale-langfassung-barrierefrei-data.pdf?download=1 (eingesehen am 16.10.2024)

[5] United Nations, Department of Economic and Social Affairs: Transforming our world: The 2030 Agenda for sustainable development. (2015) https://sdgs.un.org/2030agenda (eingesehen am 16.10.2024)

[6] Europäische Kommission: Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. „Vom Hof auf den Tisch" – eine Strategie für ein faires, gesundes und umweltfreundliches Lebensmittelsystem. (2020) https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/ea0f9f73-9ab2-11ea-9d2d-01aa75ed71a1/language-de (eingesehen am 16.10.2024)

[7] Europäische Union: Sustainable development in the European Union - Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context 2023 edition. (2023) https://ec.europa.eu/eurostat/documents/15234730/16817772/KS-04-23-184-EN-N.pdf/845a1782-998d-a767-b097-f22ebe93d422?version=2.0&t=1688373085450 (eingesehen am 16.10.2024)

[8] Statistisches Bundesamt (Destatis): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2021. (2021) https://dns-indikatoren.de/assets/Publikationen/Indikatorenberichte/2021.pdf (eingesehen am 16.10.2024)

[9] Die Bundesregierung (Hrsg.): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie Weiterentwicklung 2024. Transformation gemeinsam gerecht gestalten. Dialogfassung. (2023) https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975274/2289440/d601791c924f24175a2c4f479425c284/2024-05-30-dialogfassung-der-deutschen-nachhaligkeitsstrategie-data.pdf?download=1 (eingesehen am 16.10.2024)

[10] Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz: Nachhaltigkeitsstrategie für Niedersachsen. (2018) https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/nachhaltigkeit/nachhaltigkeitsstrategie/nachhaltigkeitsstrategie-111080.html (eingesehen am 16.10.2024)

[11] Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Die globalen Nachhaltigkeitsziele konsequent umsetzen. Weiterentwicklung der Strategie für ein nachhaltiges Nordrhein-Westfalen. (2020) https://broschuerenservice.nrw.de/munv/shop/Die_globalen_Nachhaltigkeitsziele_konsequent_umsetzen._Weiterentwicklung_der_Strategie_f%C3%BCr_ein_nachhaltiges_Nordrhein-Westfalen (eingesehen am 16.10.2024)

[12] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Gemeinsam Wandel gestalten. Nachhaltigkeitsbericht 2022 des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft zur Umsetzung der Agenda 2030. (2022) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/nachhaltigkeitsbericht-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=8 (eingesehen am 16.10.2024)

[13] von Koerber K, Männle T, Leitzmann C: Vollwert-Ernährung. Haug, Stuttgart, 10., vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage (2004)

[14] Hoffmann I, Schneider K, Leitzmann C (Hrsg.): Ernährungsökologie. Komplexen Herausforderungen integrativ begegnen. Oekom-Verlag, München (2011)

[15] Willett W, Rockström J, Loken B et al.: Food in the anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet 393 (2019) 447–492. doi:10.1016/S0140-6736(18)31788-4

[16] Breidenassel C, Schäfer AC, Micka M et al.: The Planetary Health Diet in contrast to the food-based dietary guidelines of the German Nutrition Society (DGE). A DGE statement. Ernährungs Umschau 69 (2022) 56-72. doi:10.4455/eu.2022.012

[17] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations): Vision and strategy for FAO's work in nutrition. (2021) https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/1415836/ (eingesehen am 16.10.2024)

[18] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), WHO (World Health Organization): Sustainable healthy diets – guiding principles. (2019) https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/03bf9cde-6189-4d84-8371-eb939311283f/content (eingesehen am 16.10.2024)

[19] Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE) beim BMEL (Hrsg.): Politik für eine nachhaltigere Ernährung. Eine integrierte Ernährungspolitik entwickeln und faire Ernährungsumgebungen gestalten. Gutachten. (2020) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/agrarpolitik/wbae-gutachten-nachhaltige-ernaehrung.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (eingesehen am 16.10.2024)

[20] Renner B, Arens-Azevêdo U, Watzl B et al.: DGE position statement on a more sustainable diet. Ernahrungs Umschau 68 (2021) 144–154. doi:10.4455/eu.2021.030

[21] Richardson K, Steffen W, Lucht W et al.: Earth beyond six of nine planetary boundaries. Sci Adv 9 (2023) eadh2458. doi:10.1126/sciadv.adh2458

[22] Arens-Azevêdo U, Tecklenburg Ernestine: Soziale Nachhaltigkeit in der Ernährung berücksichtigen. DGEwissen (2023) 27–31

[23] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Deutschland, wie es isst. Der BMEL-Ernährungsreport 2023. (2023) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/ernaehrungsreport-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (eingesehen am 16.10.2024)

[24] Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel (MRI): nemo – Nationales Ernährungsmonitoring https://www.mri.bund.de/de/institute/ernaehrungsverhalten/forschungsprojekte/nemo-nationales-ernaehrungsmonitoring/ (eingesehen am 16.10.2024)

[25] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Gutes Essen für Deutschland – Ernährungsstrategie der Bundesregierung. (2024) https://www.bmel.de/DE/themen/ernaehrung/ernaehrungsstrategie.html (eingesehen am 16.10.2024)

[26] Umweltbundesamt (Hrsg.): Entwicklung von politischen Handlungsansätzen für die Unterstützung stärker pflanzenbasierter Ernährungsweisen. (2023) https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/140_2023_texte_entwicklung_von_politischen_handlungsansaetzen.pdf (eingesehen am 16.10.2024)

[27] Duncan J, DeClerck F, Báldi A et al.: Democratic directionality for transformative food systems research. Nat Food 3 (2022) 183–186. doi:10.1038/s43016-022-00479-x

[28] Schäfer AC, Boeing H, Conrad J et al.: Wissenschaftliche Grundlagen der lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen für Deutschland. Methodik und Ableitungskonzepte. Ernährungs Umschau 71 (2024) M158–M166. doi:10.4455/eu.2024.009

[29] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE): Gut essen und trinken – die DGE-Empfehlungen. (2024) https://www.dge.de/gesunde-ernaehrung/gut-essen-und-trinken/dge-empfehlungen/ (eingesehen am 16.10.2024)

1

1 Trendanalysen zum Lebensmittelverbrauch auf Basis der Agrarstatistik

Kurt Gedrich

ZIEL – Institute for Food & Health, AG Public Health Nutrition, Technische Universität München, Freising-Weihenstephan

Zusammenfassung

Einleitung: Die Agrarstatistik liefert seit Jahrzehnten Daten zur Ernährungssituation in Deutschland. Da sie jedoch vorrangig Informationen zur Produktion in der Land- und Ernährungswirtschaft erfasst, sind ihre Daten nicht unmittelbar mit Verzehrdaten aus epidemiologischen Studien vergleichbar. Unter gewissen Annahmen bildet die Agrarstatistik dennoch eine wertvolle Grundlage für Trendanalysen zum Lebensmittelverbrauch in Deutschland.

Methodik: Mittelfristige Verbrauchstrends (seit 2012) wurden je nach Datensituation anhand von linearen oder segmentierten Regressionsanalysen untersucht.

Die Bewertung des Lebensmittelverbrauchs unter gesundheitlichen Gesichtspunkten erfolgte auf der Basis publizierter Lebensmittel-Gesundheitsrelationen, wodurch zum einen ein Zusammenhang zwischen dem Lebensmittelverbrauch und verlorenen gesunden Lebensjahren (*disability-adjusted life years*, DALYs) hergestellt wurde und zum anderen Theoretische Mindestexpositionslevel (*theoretical minimum risk exposure levels*, TMREL) für den Lebensmittelverbrauch geschätzt werden konnten.

Für die Bewertung des Lebensmittelverbrauchs unter Umwelt- und Klimaschutz-Gesichtspunkten wurden die Daten der Agrarstatistik mit einer Datenbank zu Umweltauswirkungen des Lebensmittelverbrauchs verknüpft und ernährungsbedingte Treibhausgasemissionen (THGE) sowie Land- und Frischwassernutzung untersucht.

Ergebnisse: Seit dem Jahr 2012 zeigte sich ein Anstieg im Verbrauch von Weizenmehl, Teigwaren, Reis, Kartoffelerzeugnissen, Gemüse insgesamt, insbesondere Tomaten, Möhren und Roten Rüben sowie frischen Hülsenfrüchten, Beeren- und Schalenobst, Zitronen, Pasta-filata-Käse sowie Hart-, Schnitt- und Weichkäse, ferner von Kaffee, schwarzem Tee und Kräuter-/Früchtetees sowie Tiefkühlkost, insbesondere Pizza und Backwaren, aber auch Fertiggerichten (ohne Pizza), Kartoffelerzeugnissen und Tiefkühlgemüse.

Im selben Zeitraum ist der Verbrauch von folgenden Produkten zurückgegangen: Roggenmehl, frische Kartoffeln, Brot- und Backwaren, Pfirsiche und Aprikosen, Tafeltrauben, eingeführte Zitruserzeugnisse, Süßwaren, insbesondere Schokoladenwaren und Hart-/Weichkaramellen, ferner Milch und Milcherzeugnisse, insbesondere Konsummilch, Joghurt, Sahne und Kondensmilcherzeugnisse, des Weiteren Frischkäse, Schweinefleisch, Rind- und Kalbfleisch (ab 2016), Erfrischungsgetränke, Gemüse- und Obstsäfte und -nektare, Mineralwasser, Bier, Trinkwein, Schaumwein, Spirituosen und somit auch Gesamtalkohol.

Weitgehend stabil verlief hingegen der Verbrauch von Mais, Gurken, Zwiebel-, Blatt- und Stängelgemüse, Obst insgesamt, Trockenobst und Südfrüchten, insbesondere Apfelsinen und Clementinen sowie Pampelmusen und anderen Zitrusfrüchten, aber auch Bananen, ferner Schmelzkäse und Schmelzkäsezubereitungen.

Schlussfolgerungen: Im Vergleich zu den TMREL ist der Gemüseverbrauch deutlich zu gering. Ähnliches gilt für den Verbrauch von Vollkornprodukten, Obst und Nüssen sowie Hülsenfrüchten, Milchprodukten und Fisch. Umgekehrt ist jedoch der Verbrauch von Softdrinks, raffiniertem Getreide, Eiern, rotem Fleisch und Fleischerzeugnissen zu hoch. Insgesamt entwickelt sich aber aus gesundheitlicher Sicht der Verbrauch von Gemüse, rotem Fleisch und Fleischerzeugnissen in eine wünschenswerte Richtung, während sich die Trends für den Verbrauch von Obst, Milchprodukten und Softdrinks weiter von den TMREL entfernen.

Bei Betrachtung der Agrarstatistik unter Umwelt- und Klimaschutz-Gesichtspunkten zeigte sich die herausragende Bedeutung der tierischen Produkte. Sie stehen im Zusammenhang mit ca. drei Viertel der ernährungsbedingten THGE und ca. zwei Drittel der ernährungsbedingten Land- und Frischwassernutzung, wobei der Anteil der Milchprodukte Butter, Käse und Frischmilcherzeugnisse seit dem Jahr 2000 gestiegen und der von rotem Fleisch zurückgegangen ist.

Insgesamt wird deutlich, dass ein steigender Verbrauch von Getreide sowie Obst (einschließlich Schalenobst) und Gemüse (einschließlich Hülsenfrüchten) sowohl gesundheitliche als auch umwelt- und klimapolitische Vorteile mit sich bringt. Dasselbe gilt für eine Senkung des Verbrauchs von rotem Fleisch.

1.1

Kernaussagen

- Trotz gewisser methodischer Einschränkungen bildet die Agrarstatistik eine wertvolle Grundlage für Trendanalysen zum Lebensmittelverbrauch in Deutschland.
- Unter gesundheitlichen Gesichtspunkten entwickelt sich der Verbrauch von Gemüse, rotem Fleisch und Fleischerzeugnissen in eine wünschenswerte Richtung. Das Gegenteil ist allerdings der Fall für den Verbrauch von Obst, Milchprodukten und Softdrinks.
- Unter den Gesichtspunkten von Umwelt- und Klimaschutz zeigt sich die herausragende Bedeutung der tierischen Produkte. Sie stehen im Zusammenhang mit ca. drei Viertel der ernährungsbedingten THGE und ca. zwei Drittel der entsprechenden Land- und Frischwassernutzung.
- Insgesamt bringen ein steigender Verbrauch von Getreide, Obst (einschließlich Schalenobst) und Gemüse (einschließlich Hülsenfrüchten) sowie ein Rückgang des Verbrauchs von rotem Fleisch sowohl gesundheitliche als auch umwelt- und klimapolitische Vorteile.

1.1 Einleitung

Die Agrarstatistik liefert seit Jahrzehnten Daten zur jährlichen Produktion in der Landwirtschaft und im Ernährungsgewerbe. Sie fußt großenteils auf Bundesstatistiken, die auf der Grundlage des Agrarstatistikgesetzes durchgeführt werden. Die entsprechenden Informationen werden regelmäßig vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) in den Statistischen Jahrbüchern über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten bereitgestellt. Für den vorliegenden DGE-Ernährungsbericht sind vor allem die Daten aus Kapitel D. Ernährungswirtschaft relevant. Sie stammen überwiegend aus den Arbeiten der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) und anderer Institutionen aus dem Geschäftsbereich des BMEL. Die folgenden Ausführungen beruhen auf den Statistischen Jahrbüchern bis einschließlich 2023, das im ersten Quartal 2024 erschienen ist und in der Regel Daten bis einschließlich Kalenderjahr 2022 bzw. Wirtschaftsjahr 2022/23 umfasst [1]. In Ausnahmefällen wurden die Daten um aktuelle Informationen von Industrieverbänden ergänzt, z. B. dem Jahrbuch des Deutschen Fleischer-Verbands [2].

Da die Agrarstatistik vorrangig Informationen zur Produktion in der Land- und Ernährungswirtschaft erfasst, sind ihre Daten nicht unmittelbar mit Verzehrdaten aus epidemiologischen Studien vergleichbar, sondern umfassen oft auch nicht verzehrbare Anteile (z. B. Knochen, Schalen) oder Produkte, die nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt sind (z. B. Tierfutter[1]). Dadurch scheinen die Daten der Agrarstatistik für die Zwecke des DGE-Ernährungsberichts zunächst kaum von Nutzen zu sein. Geht man aber davon aus, dass im Zeitverlauf ein relativ konstanter Anteil der Produktion tatsächlich für die

[1] Im Wirtschaftsjahr 2022/23 beispielsweise betrug der Nahrungsverbrauch 22 % des gesamten Getreideverbrauchs.

menschliche Ernährung genutzt wird, dann bildet die Agrarstatistik eine wertvolle Grundlage für Trendanalysen zum Lebensmittelverbrauch in Deutschland. Dies gilt insbesondere, da die Agrarstatistik oftmals Zeitreihen von mehreren Jahrzehnten bietet, nur selten methodischen Veränderungen unterworfen ist und relativ zeitnah Informationen bereithält. Letzteres wird durch die Praxis erreicht, dass die jüngsten Zahlen erst geschätzt und gegebenenfalls im Folgejahr rückwirkend korrigiert werden. Somit ermöglicht die Agrarstatistik einerseits Analysen langfristiger Trends und andererseits Erkenntnisse zu aktuellen Entwicklungen im Lebensmittelverbrauch. Dies erscheint gegenwärtig umso bedeutsamer, da die COVID-19-Pandemie die Durchführung einer neuen nationalen Verzehrsstudie verhinderte und somit seit der Nationalen Verzehrsstudie II (2005–2007) keine repräsentativen Verzehrdaten für Deutschland verfügbar sind.

Wenngleich die langfristigen Zeitreihen eine der besonderen Stärken der Agrarstatistik darstellen, so führen dennoch gelegentliche methodische Anpassungen zu Einschränkungen für die Trendanalysen. Am deutlichsten wird dies, wenn die Erfassung bestimmter Produkte eingestellt wird, zum Beispiel der Nahrungsverbrauch von Roggen oder Obst- und Gemüsekonserven (ab dem Statistischen Jahrbuch 2017), von Hülsenfrüchten (ab dem Statistischen Jahrbuch 2018) oder entrahmter Milch (ab dem Statistischen Jahrbuch 2020). Manchmal führen neue Berechnungsverfahren oder neue Definitionen von Produktgruppen zu gewissen Brüchen in den Trendanalysen (z. B. bei Getreidebeständen oder Zucker). Diese Brüche sind jedoch nur selten derart ausgeprägt, dass Trendaussagen vorübergehend unmöglich erscheinen.

1.2 Methodisches Vorgehen

1.2.1 Trendanalysen

Die Trends im Lebensmittelverbrauch werden grafisch und ergänzend auch statistisch untersucht. Dabei werden die Analysen der vorangegangenen DGE-Ernährungsberichte (z. B. [3, 4]) nach Möglichkeit fortgeschrieben. Zur Vereinfachung der Darstellungen werden Wirtschaftsjahre (z. B. 2022/23) verkürzt auf das jeweils jüngere Jahr angegeben (z. B. 2023). Neben der visuellen Inspektion von Verbrauchstrends anhand von Grafiken werden mittelfristige Trends (seit 2012) anhand von Regressionsanalysen untersucht. Dabei wird der Lebensmittelverbrauch statistisch zerlegt in eine systematische und eine zufällige Komponente. Die systematische Komponente wird als $\alpha + \beta \cdot t$ bezeichnet und umfasst jenen Teil des Verbrauchs, der im Betrachtungszeitraum konstant bleibt (α), sowie einen Teil, der sich mit der Zeit t kontinuierlich verändert ($\beta \cdot t$). Beim Auftreten von Brüchen in den Zeitreihen wird die segmentierte Regression anstelle der linearen Regression angewandt. Die jeweils resultierenden Regressionskoeffizienten β können als durchschnittliche jährliche Verbrauchsveränderungen im Betrachtungszeitraum aufgefasst und so als ein einfaches Maß für Verbrauchstrends herangezogen werden. Regressionskoeffizienten $\beta > 0$ stehen für einen kontinuierlichen Verbrauchsanstieg im Zeitverlauf und werden als positiver Trend bzw. Aufwärtstrend bezeichnet. Dementsprechend spiegeln Regressionskoeffizienten $\beta < 0$ einen kontinuierlichen Verbrauchsrückgang bzw. einen negativen Trend oder Abwärtstrend.[2]

[2] Die Bezeichnung eines Trends als positiv oder negativ hängt demnach ausschließlich vom Vorzeichen des Regressionskoeffizienten ab und ist unabhängig davon, inwiefern die zeitliche Entwicklung als wünschenswert betrachtet wird.

Zusätzlich werden die Bestimmtheitsmaße R^2 berechnet und entsprechende F-Tests verwendet, um zu untersuchen, wie stark die systematische Komponente von der zufälligen Komponente überlagert wird. Sowohl R^2 als auch die aus den F-Tests resultierenden p-Werte liegen im Intervall zwischen 0 und 1. Je größer die Bestimmtheitsmaße R^2 bzw. je kleiner die p-Werte ausfallen (z. B. $p < 0{,}05$), desto klarer ist der Trend ausgeprägt. In Anlehnung an die Empfehlungen von Amrhein et al. [5] wird allerdings auf eine Kategorisierung der Ergebnisse als statistisch signifikant bzw. nicht signifikant verzichtet.

1.2.2 Bewertungskriterien für den Lebensmittelverbrauch

1.2.2.1 Bewertung unter gesundheitlichen Gesichtspunkten

Aufgrund der verzehrsfernen Datenerfassung stellt die gesundheitliche Bewertung der aus der Agrarstatistik abgeleiteten Trends im Lebensmittelverbrauch eine gewisse Herausforderung dar. Seit dem DGE-Ernährungsbericht von 1969 [6] fußen die Bewertungen daher überwiegend auf der angenommenen Nährstoffversorgung (z. B. [3, 7, 8]), wodurch es nicht immer zu einer eindeutigen Bewertung kommt. So ist ein steigender Verbrauch von Milcherzeugnissen oder Käse im Hinblick auf die Versorgung mit Protein, Calcium, Jod oder Riboflavin zu begrüßen, im Hinblick auf die entsprechende Energie- und Fettzufuhr jedoch kritisch zu sehen [[3], S. 38]. Daher orientierte sich der letzte DGE-Ernährungsbericht [4] bei der Beurteilung der Trends im Lebensmittelverbrauch an den 10 Regeln der DGE [9].

In Anlehnung an die Vorgehensweise bei der Entwicklung der jüngsten lebensmittebezogenen Ernährungsempfehlungen der DGE [10], verwendet der vorliegende DGE-Ernährungsbericht neue Kriterien für die Bewertung des Lebensmittelverbrauchs unter gesundheitlichen Gesichtspunkten. Grundlage bilden die von Schwingshackl et al. [11] erarbeiteten Lebensmittel-Gesundheitsrelationen, die eine gesundheitliche Bewertung des Verzehrs von 12 Lebensmittelgruppen vornehmen, indem sie auf der Basis epidemiologischer Studien einen Zusammenhang herstellen zwischen den Verzehrmengen und verlorenen gesunden Lebensjahren (*disability-adjusted life years*, DALYs). Diese DALYs errechnen sich aus der Differenz zwischen der tatsächlichen gesundheitlichen Situation einer Bevölkerung und der Ideal-Situation, bei der jede Person ihre individuelle Lebenserwartung bei voller Gesundheit erreicht. Die DALYs werden typischerweise als gesundheitsbeeinträchtigte Jahre für die Gesamtpopulation oder pro 100 000 Personen angegeben und sind somit ein Maß für die Krankheitslast in einer Bevölkerung. Mit ihren statistischen Modellen zeigen Schwingshackl et al. [11], inwieweit der Verzehr jener 12 Lebensmittelgruppen zu den DALYs beiträgt, und können so Theoretische Mindestexpositionslevel (*theoretical minimum risk exposure levels*, TMREL) bestimmen, also optimale Verzehrmengen unter gesundheitlichen Gesichtspunkten. Auf dieser Grundlage kann der Lebensmittelverzehr einer Population in DALYs bewertet werden, indem man beispielsweise mithilfe von Logarithmusfunktionen interpoliert zwischen der aktuellen Ernährungssituation und ihren entsprechenden DALYs einerseits und den TMREL bei angenommenen null DALYs andererseits.

Bevor diese Methode auf die Agrarstatistik angewandt werden kann, ist zu berücksichtigen, dass hier nur Verbrauchs- und keine Verzehrdaten vorliegen. Daher wurden die von Schwingshackl et al. [11] publizierten TMREL ins Verhältnis gesetzt zu den zugrundeliegenden Verzehrmengen und diese Quotienten verwendet, um anhand der Daten der Agrarstatistik optimale Lebensmittelverbrauchsmengen zu schätzen. Demnach müsste unter gesundheitlichen Gesichtspunkten beispielsweise der Verbrauch von Hülsenfrüchten

um etwa den Faktor acht steigen oder der Verbrauch von rotem Fleisch um etwa zwei Drittel zurückgehen [12].

Des Weiteren ist zu beachten, dass die Agrarstatistik nicht die aus gesundheitlicher Sicht wichtige Unterscheidung zwischen dem Verbrauch von Fleisch und Fleischerzeugnissen ermöglicht. Hierfür konnte jedoch auf Angaben des Deutschen Fleischer-Verbands zurückgegriffen werden, wonach „knapp die Hälfte der zum Verzehr verfügbaren Fleischmenge zur Herstellung von Fleischerzeugnissen verwendet" wird [[2], S. 71]. Daher wird hier angenommen, dass nur ca. 55 % des in der Agrarstatistik angegebenen Fleischverbrauchs tatsächlich in Form von Fleisch konsumiert wird. Zudem finden sich in den Jahrbüchern Angaben zum jährlichen Pro-Kopf-Verbrauch von Fleischerzeugnissen (z. B. 25,0 kg im Jahr 2022) [[2], S. 70].

Aus gesundheitlicher Perspektive ist es zudem wichtig, den Vollkornanteil beim Verbrauch von Getreideprodukten zu berücksichtigen. Da es hierfür allerdings an geeignetem Datenmaterial fehlt, wurden zur Vervollständigung des Bildes verschiedene Simulationen mit einem Vollkornanteil zwischen 5 und 30 % des Getreideverbrauchs berechnet. Da sich die Ergebnisse in diesen Sensitivitätsanalysen nur geringfügig veränderten, wurde für die vorliegende Auswertung beispielhaft ein Vollkornanteil von 20 % angenommen.

1.2.2.2 Bewertung unter Umwelt- und Klimaschutz-Gesichtspunkten

Spätestens seit dem Bericht der EAT-Lancet-Kommission und ihren Empfehlungen zur *Planetary Health Diet* [13] sowie dem anschließenden DGE-Positionspapier zur nachhaltigeren Ernährung [14] erscheint eine Bewertung der Ernährungssituation in Deutschland allein aus gesundheitlicher Perspektive zu kurz gegriffen. Daher wurde in der vorliegenden Auswertung neben der Bewertung unter gesundheitlichen Gesichtspunkten eine ergänzende Bewertung im Hinblick auf Umwelt- und Klimaschutz vorgenommen. Grundlage hierfür bilden die Arbeiten von Poore und Nemecek [15], die in einer Metaanalyse Daten von nahezu 40 000 landwirtschaftlichen Betrieben und ca. 1 600 Verarbeitungsprozessen, Verpackungsarten und Händlern zusammengetragen und im Rahmen von Lebenszyklusanalysen für fünf verschiedene Umweltindikatoren untersucht haben. Hierbei handelt es sich um Treibhausgasemissionen (THGE), Landnutzung, Bodenversauerung, Eutrophierung und Frischwasserverbrauch. Solche Lebenszyklusanalysen verfolgen eine ganzheitliche Betrachtung von Umweltauswirkungen während der Produktion, Nutzung und Entsorgung von Produkten und schließen vor- und nachgeschaltete Prozesse (z. B. Düngemittelherstellung) ausdrücklich ein. Insgesamt liefern Poore und Nemecek Daten zu den Umweltfolgen der Produktion von 43 verschiedenen landwirtschaftlichen Produkten bzw. Produktgruppen. Sie beschränken sich dabei nicht auf Mittelwerte, sondern geben zusätzlich das 5., 10., 50., 90. und 95. Perzentil an. Angesichts der Vielzahl von Prozessen und Akteur*innen in der Wertschöpfungskette von der Agrarproduktion bis zum Lebensmittelkonsum gibt es immense Unterschiede in den Umweltauswirkungen, die für ein und dasselbe Produkt bis zum Faktor 50 variieren können. So liegt beispielsweise das 5. Perzentil der THGE für Rindfleisch aus Milchviehbetrieben bei 14,9 kg CO_2-Äquivalenten pro kg Fleisch, während der Median bei 34,1 kg und das 95. Perzentil bei 56,7 kg liegen [15]. Betrachtet man hingegen Rindfleisch aus Mastbetrieben, dann liegt das 5. Perzentil bereits bei 37,6 kg und das 95. Perzentil erreicht sogar 269,2 kg CO_2-Äquivalente pro kg Fleisch [15].

In der vorliegenden Auswertung erfolgte zunächst eine Zuordnung der Verbrauchsdaten der Agrarstatistik zu den Produktgruppen aus der Metaanalyse von Poore und

Nemecek [15]. Für die Berechnung der Umweltauswirkungen des Lebensmittelverbrauchs wurden jeweils die Mediane (d. h. das 50. Perzentil) der Umweltindikatoren verwendet. Da die Rinderbestände in Deutschland überwiegend Milchnutzungsrassen (ca. 45 %) bzw. Doppelnutzungsrassen (ca. 40–45 %), aber kaum Fleischnutzungsrassen umfassen (ca. 10–15 %) [1], wird angenommen, dass Rindfleisch überwiegend aus Milchviehbetrieben stammt. Ferner wurden Milchprodukte (z. B. Sahne, Butter oder Käse) auf der Basis ihres Fett- und Proteingehalts in Milchäquivalente umgerechnet, um die jeweilige Ausgangsmenge an Milch berücksichtigen zu können. Demnach hat beispielsweise Butter pro Kilogramm Produktgewicht um ca. den Faktor 20 stärkere Klimaauswirkungen als Konsummilch [16].

1.3 Trends im Lebensmittelverbrauch

1.3.1 Überblick zur langfristigen Entwicklung des Lebensmittelverbrauchs

Die Abbildungen 1/1 bis 1/9 zeigen den Lebensmittelverbrauch in Deutschland seit ca. 1950, das heißt bis zum Jahr 1990 für die Bundesrepublik Deutschland und seit 1991 für Deutschland. Zur Entwicklung des Lebensmittelverbrauchs in der ehemaligen DDR sei auf die DGE-Ernährungsberichte 1992 bis 2004 verwiesen [17–20]. Bei tierischen Produkten beziehen sich die Angaben auf Kalenderjahre (Januar bis Dezember), während für pflanzliche Produkte in der Regel Wirtschaftsjahre herangezogen werden (d. h. Juli eines Jahres bis Juni des Folgejahres).

Insgesamt fällt bei der Betrachtung der letzten Jahre auf, dass der Verbrauch vieler Lebensmittel rückläufig ist. Dies betrifft, wie bereits im 14. DGE-Ernährungsbericht [4], weiterhin Zitrusfrüchte (Abb. 1/3), Alkohol (berechnet als Weingeist bzw. reines Ethanol; Abb. 1/4), Frischmilcherzeugnisse (Abb. 1/5), Fleisch insgesamt sowie Schweinefleisch im Speziellen (Abb. 1/7) und pflanzliche Fette sowie Margarine (Abb. 1/9).

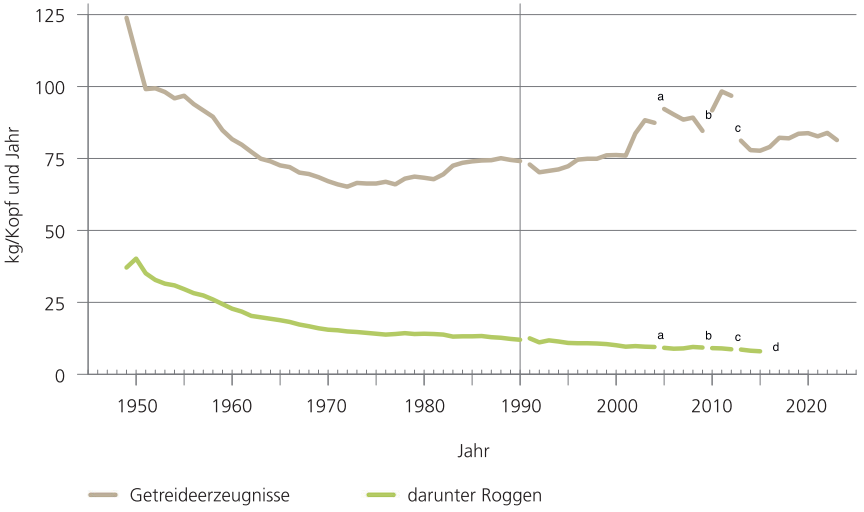
Auch der Verbrauch von Kartoffeln (Abb. 1/2) und Frischobst (Abb. 1/3) ist, nach einer vorübergehenden Stabilisierungsphase [4], wieder rückläufig. Umgekehrt verhält es sich beim Verbrauch von Käse (Abb. 1/5) und Eiern (Abb. 1/6): nach einer kurzen Phase des Rückgangs [4]) ist der Verbrauch in den letzten Jahren wieder etwas angestiegen.

Eine ungewöhnliche Entwicklung zeigen die Daten zum Verbrauch von Gemüse (Abb. 1/2), Geflügelfleisch (Abb. 1/6) und Butter (Abb. 1/9): In allen drei Fällen deutet sich an, dass der Verbrauch zuletzt deutlich eingebrochen ist. Ob es sich hierbei um eine Trendwende handelt oder nur um momentane Ausreißer, lässt sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht beurteilen.

Als relativ stabil erweist sich schließlich der Verbrauch von Getreideerzeugnissen (Abb. 1/1), Zucker und Glucose[3] (Abb. 1/4) sowie Fisch (Abb. 1/8), wenngleich letzterer von Jahr zu Jahr immer wieder deutliche Schwankungen aufweist.

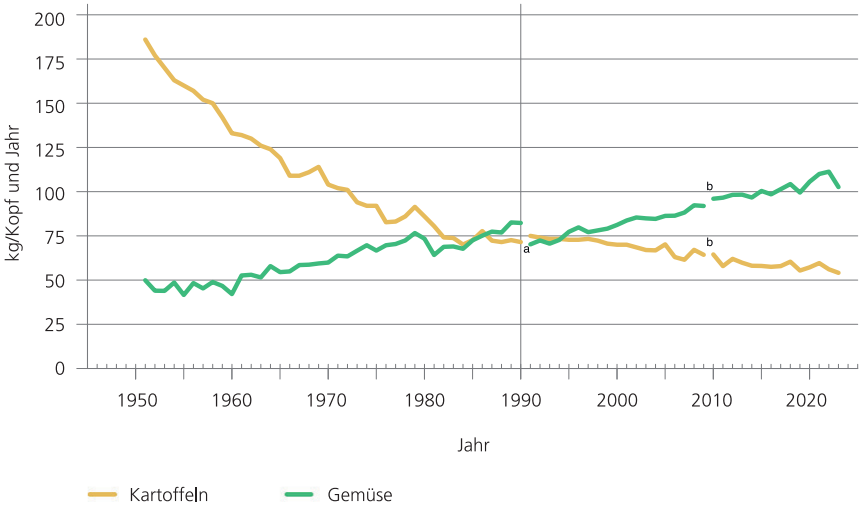
[3] ohne Isoglucose

1.3



[a] Ab dem Wirtschaftsjahr 2004/05 neue Berechnungsgrundlage für die Getreidebestände
[b] Ab 2010 erfolgt die Berechnung des Pro-Kopf-Verbrauchs auf Basis des Zensus 2011
[c] Ab dem Wirtschaftsjahr 2012/13 geänderte Berechnung der Verluste
[d] Seit dem Statistischen Jahrbuch 2017 wird der Roggenverbrauch nicht mehr ausgewiesen

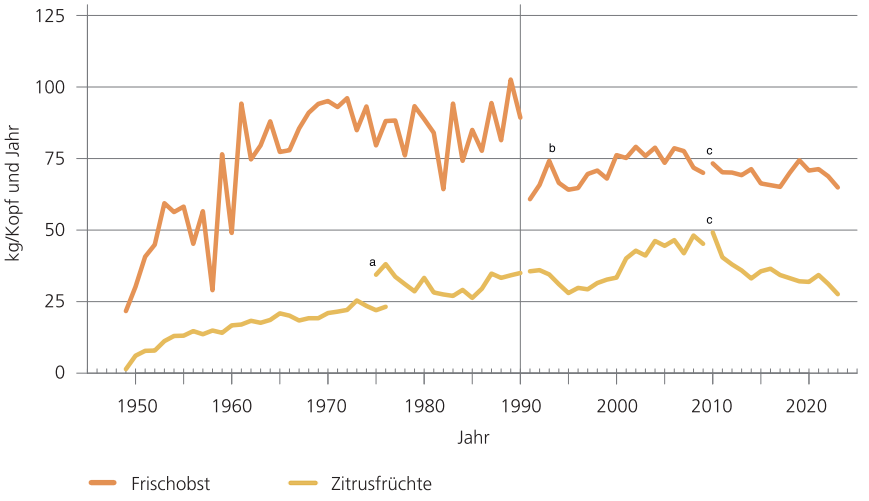
Abbildung 1/1: Verbrauch von Getreideerzeugnissen



[a] Durch eine Umstellung der Agrarstatistik wird nur noch der Marktgemüseanbau ausgewiesen
[b] Ab 2010 erfolgt die Berechnung des Pro-Kopf-Verbrauchs auf Basis des Zensus 2011

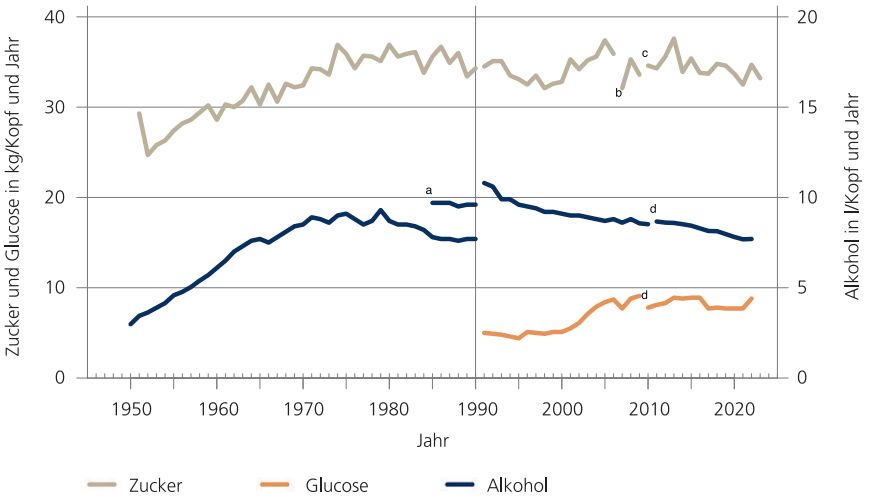
Abbildung 1/2: Verbrauch von Gemüse (Nahrungsverbrauch, Verarbeitung, Futter und nicht verwertete Mengen) und Kartoffeln

1.3



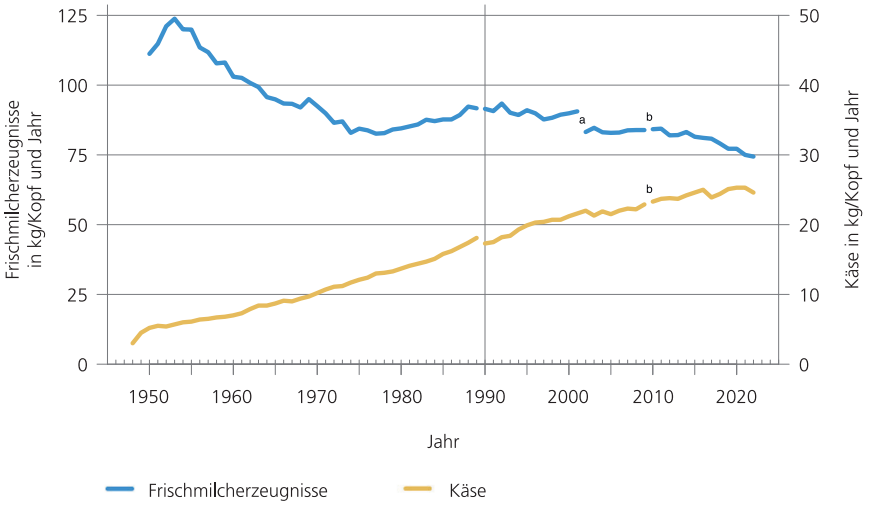
[a] Neuberechnung einschließlich Zitrusprodukte
[b] Durch eine Umstellung der Agrarstatistik wird nur noch der Marktobstanbau ausgewiesen
[c] Ab 2009/10 neue Festlegung des Wirtschaftsjahres sowie Berechnung des Pro-Kopf-Verbrauchs auf Basis des Zensus 2011

Abbildung 1/3: Verbrauch von Frischobst und Zitrusfrüchten (Nahrungsverbrauch, Verarbeitung, Futter und nicht verwertete Mengen)



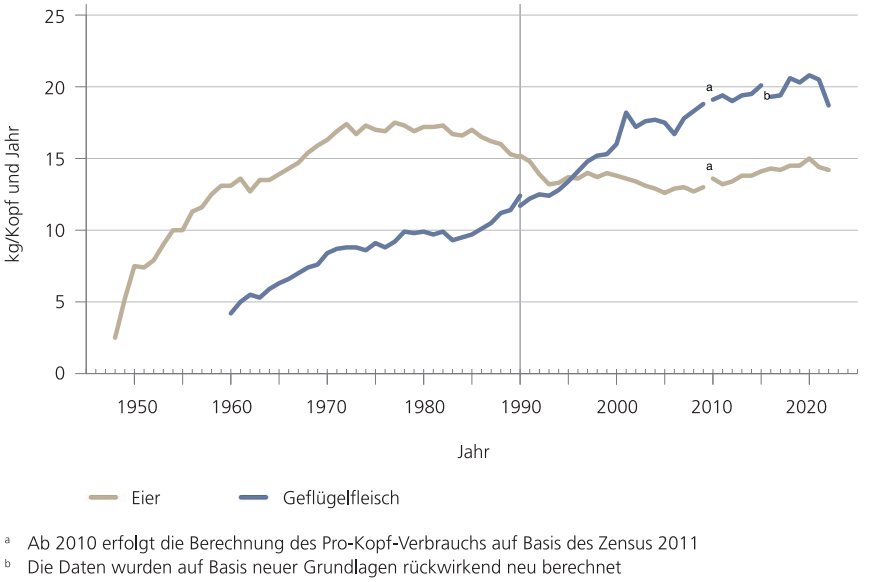
[a] 1985 angenommener Alkoholgehalt von Bier 4 % (zuvor 3 %)
[b] Ab 2006/07 neues Berechnungsverfahren
[c] Ab 2008/09 neue Festlegung des Wirtschaftsjahres
[d] Ab 2009/10 (Glucose) bzw. 2011 (Alkohol) erfolgt die Berechnung des Pro-Kopf-Verbrauchs auf Basis des Zensus 2011

Abbildung 1/4: Verbrauch von Zucker (Saccharose), Glucose und Alkohol (berechnet als Weingeist bzw. reines Ethanol)



[a] Ab 2002 ohne Industriemilch und sonstige Konsummilch
[b] Ab 2010 erfolgt die Berechnung des Pro-Kopf-Verbrauchs auf Basis des Zensus 2011

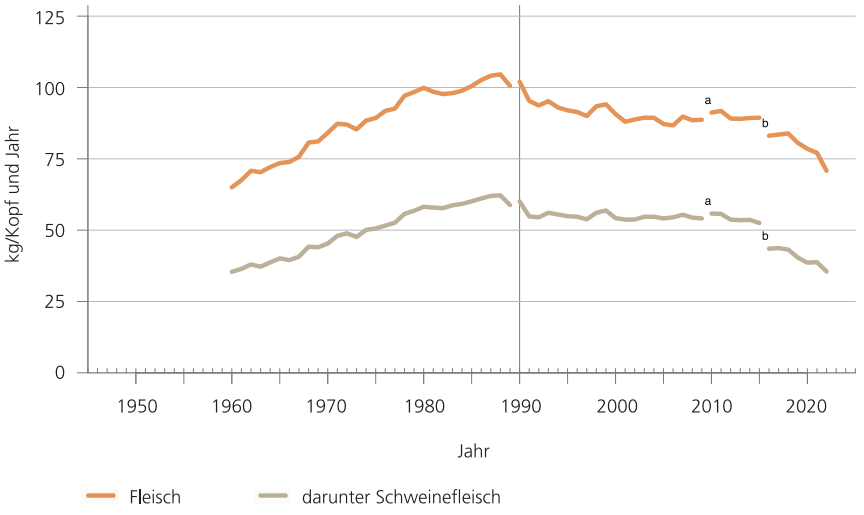
Abbildung 1/5: Verbrauch von Frischmilcherzeugnissen (Konsum- und Buttermilch, Sauermilch- und Milchmischerzeugnisse einschließlich Joghurt) und Käse



[a] Ab 2010 erfolgt die Berechnung des Pro-Kopf-Verbrauchs auf Basis des Zensus 2011
[b] Die Daten wurden auf Basis neuer Grundlagen rückwirkend neu berechnet

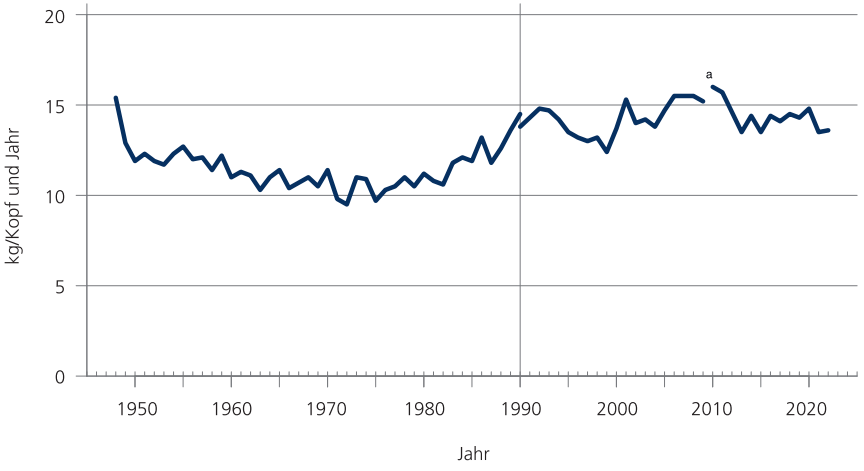
Abbildung 1/6: Verbrauch von Eiern und Geflügelfleisch (in Schlachtgewicht einschließlich Abschnittsfette)

1.3



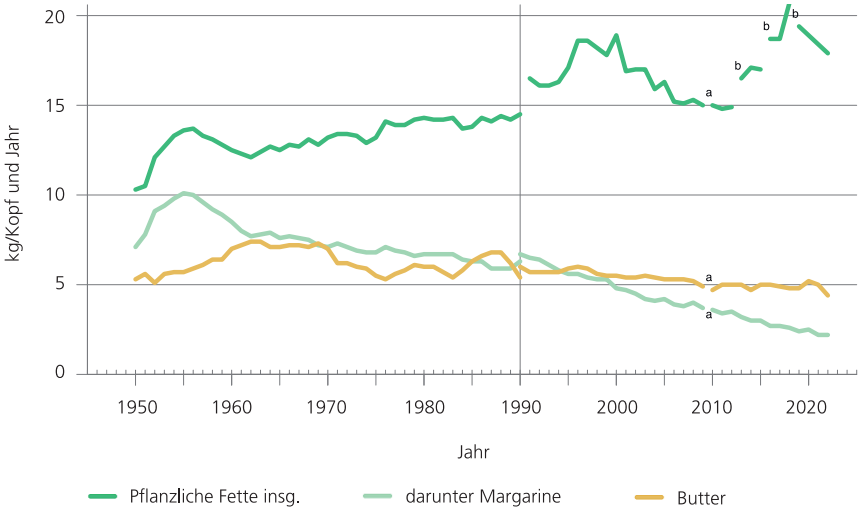
[a] Ab 2010 erfolgt die Berechnung des Pro-Kopf-Verbrauchs auf Basis des Zensus 2011
[b] Die Daten wurden auf Basis neuer Grundlagen rückwirkend neu berechnet

Abbildung 1/7: Verbrauch von Fleisch (in Schlachtgewicht einschließlich Abschnittsfette)



[a] Ab 2010 erfolgt die Berechnung des Pro-Kopf-Verbrauchs auf Basis des Zensus 2011

Abbildung 1/8: Verbrauch von Fisch (in Fanggewicht)



[a] Ab 2010 erfolgt die Berechnung des Pro-Kopf-Verbrauchs auf Basis des Zensus 2011
[b] 2013, 2016 und 2019 erfolgte jeweils eine Anpassung der Methodik

Abbildung 1/9: Verbrauch von pflanzlichen Fetten (einschließlich Ölen) sowie Butter (Reinfett)

1.3.2 Entwicklung des Lebensmittelverbrauchs seit 2012

Im Folgenden wird die Entwicklung des Verbrauchs ausgewählter Produkte im Zeitraum zwischen 2012 und 2023 differenzierter untersucht. Zur statistischen Absicherung von Trendaussagen wurden jeweils Regressionsanalysen durchgeführt.

Abbildung 1/10 zeigt den Nahrungsverbrauch für ausgewählte **Getreideerzeugnisse**, also nach Korrektur für Verluste bis zur Großhandelsstufe ohne die Verwendung von Getreide als Saatgut, Futtermittel oder für industrielle Zwecke, wie beispielsweise Bioethanol. Dabei ist für den Verbrauch von Weizenmehl seit dem Jahr 2012 ein merklicher Anstieg mit durchschnittlich ca. +650 g pro Kopf und Jahr erkennbar ($R^2 = 0{,}673$; $p = 0{,}001$). Umgekehrt geht der Verbrauch von Roggenmehl weiterhin kontinuierlich zurück mit durchschnittlich knapp –250 g pro Kopf und Jahr ($R^2 = 0{,}948$; $p < 0{,}001$). Der Verbrauch von Mais schließlich lässt keinen Auf- oder Abwärtstrend erkennen ($R^2 = 0{,}006$; $p = 0{,}828$).

Unter den **Nährmitteln und Backwaren** (Abb. 1/11) zeigen sich im Betrachtungszeitraum deutliche Anstiege im Verbrauch von Teigwaren (+200 g pro Kopf und Jahr; $R^2 = 0{,}598$; $p = 0{,}009$) und Reis (+180 g pro Kopf und Jahr; $R^2 = 0{,}751$; $p = 0{,}001$). Ähnliches gilt für den Verbrauch von Hülsenfrüchten (+150 g pro Kopf und Jahr; $R^2 = 0{,}812$; $p = 0{,}014$), allerdings endet die entsprechende Zeitreihe bereits im Jahr 2017, da die Erfassung des Verbrauchs von Hülsenfrüchten im weiteren Verlauf eingestellt wurde. Der Verbrauch von Brot und Brötchen nimmt weiterhin geringfügig ab (–200 g pro Kopf und Jahr; $R^2 = 0{,}217$; $p = 0{,}149$), aber nicht mehr so markant, wie noch im 14. DGE-Ernährungsbericht [4].

Der Trend für den Verbrauch von frischen **Kartoffeln** (Abb. 1/12) zeigt weiterhin deutlich nach unten. Dabei hat sich der durchschnittliche Rückgang mit ca. –880 g pro Kopf und Jahr (R^2 = 0,663; p = 0,001) im Vergleich zum letzten DGE-Ernährungsbericht [4] kaum verändert. Umgekehrt verhält es sich mit dem Verbrauch von Kartoffelerzeugnissen, also verarbeiteten Speisekartoffeln (ohne Stärke- oder Brennereikartoffeln): hier zeigt sich ein ansteigender Trend mit durchschnittlichen Verbrauchszuwächsen von ca. +450 g pro Kopf und Jahr (R^2 = 0,523; p = 0,008).

In Abbildung 1/13 ist die Entwicklung des Verbrauchs einiger ausgewählter **Gemüse**arten dargestellt. Wie bereits in den vorangegangenen DGE-Ernährungsberichten [3, 4] besteht weiterhin ein positiver Trend beim Verbrauch von Tomaten (ca. +500 g pro Kopf und Jahr; R^2 = 0,840; p < 0,001) sowie von Möhren und Roten Rüben (ca. +300 g pro Kopf und Jahr; R^2 = 0,702; p = 0,001). Auch der Verbrauch von frischen Hülsenfrüchten ist im Betrachtungszeitraum weiter angestiegen, wenngleich nur mit relativ geringen jährlichen Zuwächsen von +90 g pro Kopf (R^2 = 0,516; p = 0,009). Der Verbrauch von Gurken, Zwiebel- sowie Blatt- und Stängelgemüse zeigt jeweils keinen eindeutigen ansteigenden oder fallenden Trend in der Zeit zwischen 2012 und 2023. Die Bestimmtheitsmaße der entsprechenden Regressionsanalysen liegen im Bereich zwischen 0,2 und knapp 0,4. Insgesamt bleibt jedoch weiterhin ein Aufwärtstrend für den gesamten Gemüseverbrauch erkennbar (Abb. 1/2) mit einem durchschnittlichen jährlichen Anstieg von ca. +1 kg pro Kopf (R^2 = 0,599; p = 0,003).

Der Verbrauch von **Obst** unterlag im Betrachtungszeitraum erheblichen Schwankungen (Abbildung 1/3) und zeigte dabei keinen erkennbaren Trend (R^2 < 0,001; p = 0,923). Damit erscheint der rückläufige Trend der vergangenen DGE-Ernährungsberichte [3, 4] zunächst gestoppt. Die Abbildungen 1/14 bis 1/16 ermöglichen eine differenziertere Betrachtung des Obstverbrauchs nach Arten: Bei den ausgewählten Kern- und Steinobstarten (Abb. 1/14) ergeben die Regressionsanalysen durchweg negative Regressionskoeffizienten, allerdings zumeist in Verbindung mit niedrigen Bestimmtheitsmaßen von R^2 < 0,15 und relativ hohen p-Werten zwischen 0,25 und 0,35. Deutliche negative Trends sind nur bei Pfirsichen (–90 g pro Kopf und Jahr; R^2 = 0,602; p = 0,003) und Aprikosen erkennbar (–20 g pro Kopf und Jahr; R^2 = 0,537; p = 0,007).

Abbildung 1/15 zeigt im Gegensatz dazu überwiegend ansteigende Trends beim Verbrauch von Beeren- und Schalenobst. So ist der Verbrauch von Erdbeeren leicht gestiegen mit durchschnittlich knapp +30 g pro Kopf und Jahr (R^2 = 0,409; p = 0,025). Bei sonstigem Beerenobst ist der Verbrauchsanstieg deutlicher ausgefallen und erreicht durchschnittlich ca. +125 g pro Kopf und Jahr (R^2= 0,637; p = 0,002). Am deutlichsten ist jedoch der Aufwärtstrend beim Verbrauch von Schalenobst, der im Betrachtungszeitraum um durchschnittlich ca. +140 g pro Kopf und Jahr zugenommen hat (R^2 = 0,900; p < 0,001). Allerdings bestätigt sich auch weiterhin ein rückläufiger Trend beim Verbrauch von Tafeltrauben mit durchschnittlich ca. –60 g pro Kopf und Jahr (R^2 = 0,663; p = 0,001). Der Trockenobstverbrauch schließlich blieb in der Zeit zwischen 2012 und 2022 weitgehend unverändert.

Der Verbrauch von Südfrüchten (Abb. 1/16) erwies sich im Betrachtungszeitraum ebenfalls als weitgehend stabil. Dies gilt insbesondere für Apfelsinen und Clementinen sowie Pampelmusen und andere Zitrusfrüchte mit Bestimmtheitsmaßen von R^2 < 0,3. Auch beim Bananenverbrauch ist im Gegensatz zum 14. DGE-Ernährungsbericht [4] kein steigender Trend mehr erkennbar (R^2 = 0,096; p = 0,327). Ein merklicher Aufwärtstrend ist unter den Südfrüchten nur bei Zitronen zu verzeichnen mit einem durchschnittlichen jährlichen

Zuwachs von ca. +100 g pro Kopf (R^2 = 0,790; p < 0,001). Deutlich gegenläufig verhält sich der Verbrauch von eingeführten Zitruserzeugnissen (z. B. Fruchtsäfte oder -konzentrate) mit durchschnittlichen Rückgängen von ca. –630 g pro Kopf und Jahr (R^2 = 0,782; p < 0,001).

Bei den Trendanalysen zum Verbrauch von **Süßwaren** (Abb. 1/17) ergeben die Regressionsanalysen durchweg negative Regressionskoeffizienten. Bei Zuckerwaren, Gummibonbons und Geleeerzeugnissen sowie bei Honig fallen die entsprechenden Verbrauchsrückgänge allerdings relativ gering aus und liegen zwischen –10 g und –40 g pro Kopf und Jahr bei Bestimmtheitsmaßen zwischen 0,11 und 0,32. Deutlicher sind die Verbrauchsrückgänge hingegen bei Schokoladenwaren mit ca. –60 g pro Kopf und Jahr (R^2 = 0,346; p = 0,074) und bei Hart- und Weichkaramellen mit ca. –65 g pro Kopf und Jahr (R^2 = 0,824; p < 0,001).

Eine differenzierte Betrachtung der Entwicklung des Verbrauchs von **Milch- und Milcherzeugnissen** ermöglicht Abbildung 1/18. Darin zeigen sich für alle dargestellten Produkte weiterhin, wie bereits im 14. DGE-Ernährungsbericht [4], rückläufige Trends. Besonders deutlich ist diese Entwicklung bei Konsummilch (ca. –780 g pro Kopf und Jahr; R^2 = 0,868; p < 0,001) sowie bei Joghurt (ca. –380 g pro Kopf und Jahr; R^2 = 0,934; p < 0,001). Auch bei Sahne und Kondensmilcherzeugnissen zeigt sich ein merklicher Verbrauchsrückgang, wenngleich auf niedrigerem Niveau. Für Sahne beläuft sich der durchschnittliche jährliche Rückgang auf ca. –45 g pro Kopf (R^2 = 0,301; p = 0,081). Für Kondensmilcherzeugnisse errechnet sich ein durchschnittlicher Rückgang von ca. –100 g pro Kopf und Jahr (R^2 = 0,557; p = 0,008). Bei Buttermilcherzeugnissen fiel der Verbrauchsrückgang im Betrachtungszeitraum eher marginal aus (ca. –10 g pro Kopf und Jahr; R^2 = 0,101; p = 0,341).

Die Erfassung des **Käse**verbrauchs ist im Betrachtungszeitraum (Abb. 1/19) von einigen Änderungen bei der Berechnung von Im- und Exporten betroffen. Hierdurch ergeben sich deutliche Brüche bei den Trendanalysen zum Verbrauch von Frischkäse und Pasta-filata-Käse (z. B. Mozzarella und Provolone). Segmentierte Regressionsanalysen ergeben für Frischkäse zunächst einen Verbrauchsrückgang von durchschnittlich ca. –250 g pro Kopf und Jahr (p = 0,272) und nach der Umstellung der Erfassungsmethodik einen etwas geringeren durchschnittlichen Verbrauchsrückgang von –190 g pro Kopf und Jahr (p = 0,004). Insgesamt ergibt die Trendanalyse ein Bestimmtheitsmaß von R^2 = 0,774. Für Pasta-filata-Käse resultieren aus den segmentierten Regressionsanalysen Verbrauchszuwächse von jährlich ca. +150 g pro Kopf (p = 0,024) vor der Umstellung und ca. +140 g pro Kopf (p < 0,001) nach der Umstellung. Das Bestimmtheitsmaß weist mit R^2 = 0,983 auf einen nahezu kontinuierlichen linearen Verbrauchsanstieg hin. Auch der Verbrauch von Hart-, Schnitt- und Weichkäse hat im Betrachtungszeitraum zugenommen und durchschnittliche jährliche Zuwächse von ca. +175 g pro Kopf erreicht (R^2 = 0,787; p < 0,001). Der Verbrauch von Schmelzkäse und Schmelzkäsezubereitungen lag nahezu konstant bei knapp 1,5 kg pro Kopf und Jahr (R^2 = 0,003; p = 0,866). Insgesamt ist der Käseverbrauch somit in den Jahren zwischen 2012 und 2022 um durchschnittlich ca. +130 g pro Kopf und Jahr gestiegen (R^2 = 0,519; p = 0,0125).

Abbildung 1/20 zeigt die Entwicklung des **Fleisch**verbrauchs aufgeschlüsselt nach ausgewählten Fleischarten. Im Gegensatz zur Abbildung 1/7 ist hier nur die für den menschlichen Verzehr verfügbare Rohware dargestellt, also ohne Knochen, Verluste, industrielle Verwertung oder Tierfutter. Aufgrund von geänderten Berechnungsverfahren ergeben sich für die Trendanalysen Brüche zwischen den Jahren 2015 und 2016.

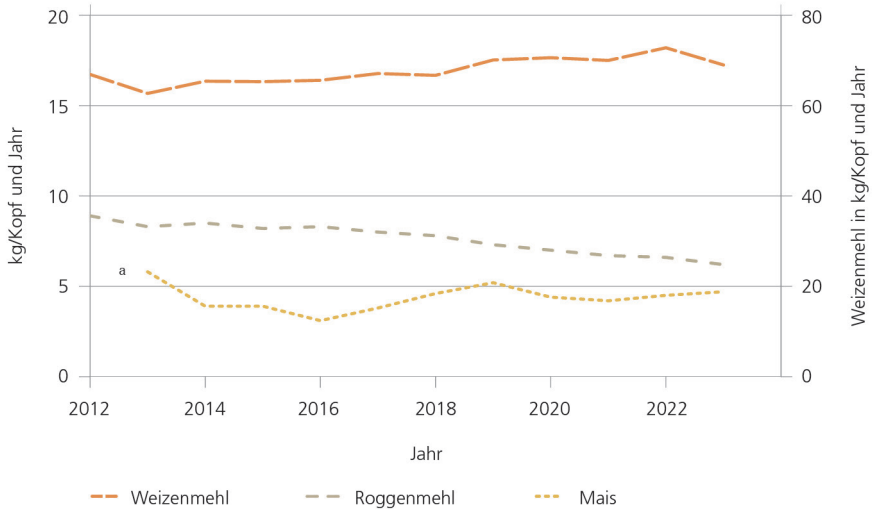
Beim Schweinefleischverbrauch zeigen sich damit für die Zeit von 2012 bis 2015 leichte Rückgänge von durchschnittlich ca. –240 g pro Kopf und Jahr ($p = 0{,}472$), gefolgt von deutlichen Rückgängen ab 2016 in Höhe von ca. –1,1 kg pro Kopf und Jahr ($p < 0{,}001$). R^2 erreicht insgesamt einen Wert von 0,975, was auf nahezu kontinuierliche jährliche Veränderungen hindeutet. Beim Verbrauch von Rind- und Kalbfleisch sind vor 2016 noch Anstiege von durchschnittlich ca. +130 g pro Kopf und Jahr erkennbar ($p = 0{,}366$). Ab 2016 ergibt sich eine Trendumkehr, und der Verbrauch nimmt deutlich ab mit durchschnittlich –215 g pro Kopf und Jahr ($p = 0{,}007$). Als Bestimmtheitsmaß errechnet sich ein Wert von $R^2 = 0{,}908$. Die Analysen zum Verbrauch von Geflügelfleisch zeigen vor der Umstellung der Statistik noch einen gewissen Anstieg in Höhe von ca. +210 g pro Kopf und Jahr ($p = 0{,}380$). Nach der Umstellung ist für den Verbrauch von Geflügelfleisch kein klarer Aufwärts- oder Abwärtstrend mehr erkennbar ($p = 0{,}913$). Das Bestimmtheitsmaß beläuft sich insgesamt auf $R^2 = 0{,}776$. Der Verbrauch von sonstigem Fleisch (z. B. Schaf-/Ziegenfleisch oder Innereien) verlief vor 2016 nahezu konstant ($p = 0{,}870$) und ging seither leicht zurück (–90 g pro Kopf und Jahr; $p = 0{,}009$; $R^2 = 0{,}934$).

Die Entwicklung des Getränkeverbrauchs ist in den Abbildungen 1/21 bis 1/23 dargestellt. Dabei zeigen sich für **alkoholfreie Getränke** (Abb. 1/21) tendenziell Verbrauchsrückgänge. Am deutlichsten ist diese Entwicklung bei Fruchtsäften (einschließlich Obstnektaren und Gemüsesäften) mit durchschnittlichen jährlichen Veränderungen in Höhe von ca. –0,5 l pro Kopf ($p < 0{,}001$; $R^2 = 0{,}869$). Beim Verbrauch von Mineralwasser zeigt sich eine Trendumkehr: Über viele Jahre konnte ein Verbrauchsanstieg konstatiert werden. In der Zeit zwischen 2012 und 2022 wird insgesamt aber nun ein Rückgang von durchschnittlich –2,1 l pro Kopf und Jahr erkennbar ($p = 0{,}020$; $R^2 = 0{,}468$). Die geringsten Veränderungen unter den alkoholfreien Getränken zeigen sich für die Erfrischungsgetränke. Hierbei ergeben die Analysen zwar auch einen Rückgang im Betrachtungszeitraum in Höhe von knapp –0,5 l pro Kopf und Jahr, allerdings bei niedrigem Bestimmtheitsmaß ($R^2 = 0{,}181$) und relativ hohem p-Wert ($p = 0{,}192$). In Bezug auf den Verbrauch von Kaffee, schwarzem Tee sowie Kräuter- und Früchtetees (Abb. 1/22) behalten die Aussagen des letzten DGE-Ernährungsberichts [4] weitgehend ihre Gültigkeit: Für alle Produkte besteht weiterhin ein ansteigender Trend, wenngleich inzwischen etwas abgeschwächt. Der Kaffeeverbrauch ist im Betrachtungszeitraum zwischen 2012 und 2022 um durchschnittlich knapp +0,5 l pro Kopf und Jahr gestiegen ($p = 0{,}047$; $R^2 = 0{,}369$). Bei schwarzem Tee sowie Kräuter- und Früchtetees liegen die durchschnittlichen jährlichen Zuwächse bei jeweils knapp +0,2 l pro Kopf ($p = 0{,}019$; $R^2 = 0{,}425$ bzw. $p = 0{,}030$; $R^2 = 0{,}425$).

Für alle **alkoholhaltigen Getränke** (Abb. 1/23) errechnen sich im Betrachtungszeitraum rückläufige Trends. Am stärksten betroffen ist hiervon weiterhin der Bierverbrauch, dessen Zahlen aufgrund von rückwirkenden Neuberechnungen allerdings einen Bruch aufweisen. Zwischen 2012 und 2015 sank der Bierverbrauch relativ schwach um durchschnittlich –0,4 l pro Kopf und Jahr ($p = 0{,}592$). Danach hat sich der Verbrauchsrückgang jedoch deutlich verstärkt und beläuft sich auf durchschnittlich ca. –1,8 l pro Kopf und Jahr ($p < 0{,}001$). Das Bestimmtheitsmaß erreicht insgesamt einen Wert von $R^2 = 0{,}961$ und verdeutlicht die nahezu lineare Entwicklung des Bierverbrauchs. Ähnlich eindeutige Abwärtstrends zeigen sich für den Verbrauch von Schaumwein (ca. –100 ml pro Kopf und Jahr; $p < 0{,}001$; $R^2 = 0{,}957$) und Spirituosen (ca. –30 ml pro Kopf und Jahr; $p < 0{,}001$; $R^2 = 0{,}875$). Lediglich bei Trinkwein ist der fallende Trend weniger deutlich ausgeprägt. Es errechnet sich zwar ein durchschnittlicher jährlicher Rückgang von ca. –70 ml pro Kopf ($p = 0{,}049$), aber bei relativ niedrigem Bestimmtheitsmaß ($R^2 = 0{,}364$). Somit ergibt sich

insgesamt eine Fortsetzung des Rückgangs des Gesamtalkoholverbrauchs und zwar in Höhe von durchschnittlich ca. –100 ml Ethanol pro Kopf und Jahr ($p < 0{,}001$; $R^2 = 0{,}978$).

In Abbildung 1/24 ist schließlich der Verbrauch von **Tiefkühlkost** dargestellt. Dabei resultiert aus den Regressionsanalysen für alle Produkte positive Regressionskoeffizienten: Die stärksten Zuwächse finden sich bei Pizza mit ca. +120 g pro Kopf und Jahr ($p < 0{,}001$; $R^2 = 0{,}981$) und Backwaren mit ca. +270 g pro Kopf und Jahr; $p < 0{,}001$; $R^2 = 0{,}761$). Danach folgen Fertiggerichte (ohne Pizza) mit einem durchschnittlichen Verbrauchsanstieg von ca. +90 g pro Kopf und Jahr ($p = 0{,}001$; $R^2 = 0{,}719$), gefolgt von tiefgekühlten Kartoffelerzeugnissen (ca. +40 g pro Kopf und Jahr; $p = 0{,}002$; $R^2 = 0{,}673$) sowie schließlich Gemüse mit nur noch einem geringfügigen Anstieg von ca. +15 g pro Kopf und Jahr ($p = 0{,}078$; $R^2 = 0{,}305$).



[a] Im Wirtschaftsjahr 2012/13 erfolgte einer Umstellung der Erfassung des Nahrungsverbrauchs von Mais, wodurch die Vergleichbarkeit mit den Daten der Vorjahre deutlich eingeschränkt wird

Abbildung 1/10: Verbrauch von ausgewählten Getreideerzeugnissen seit 2012

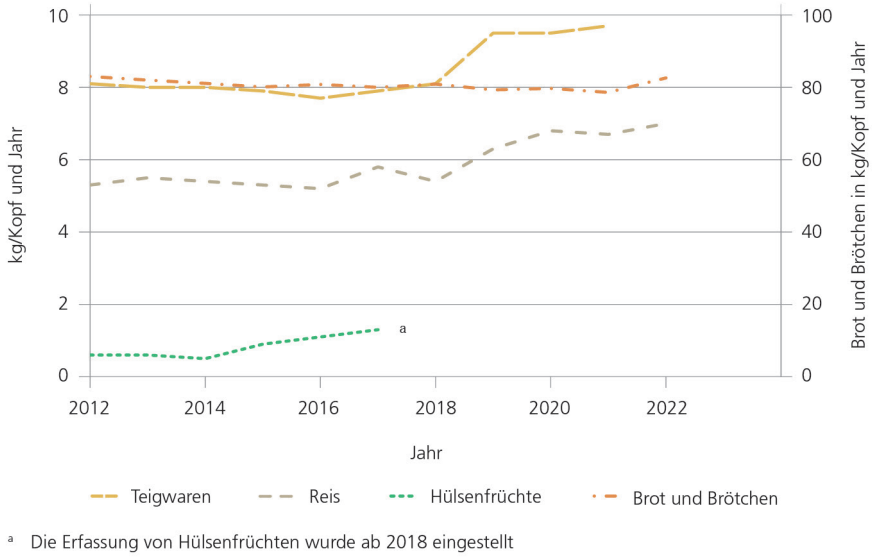


Abbildung 1/11: Verbrauch von ausgewählten Nährmitteln und Backwaren seit 2012

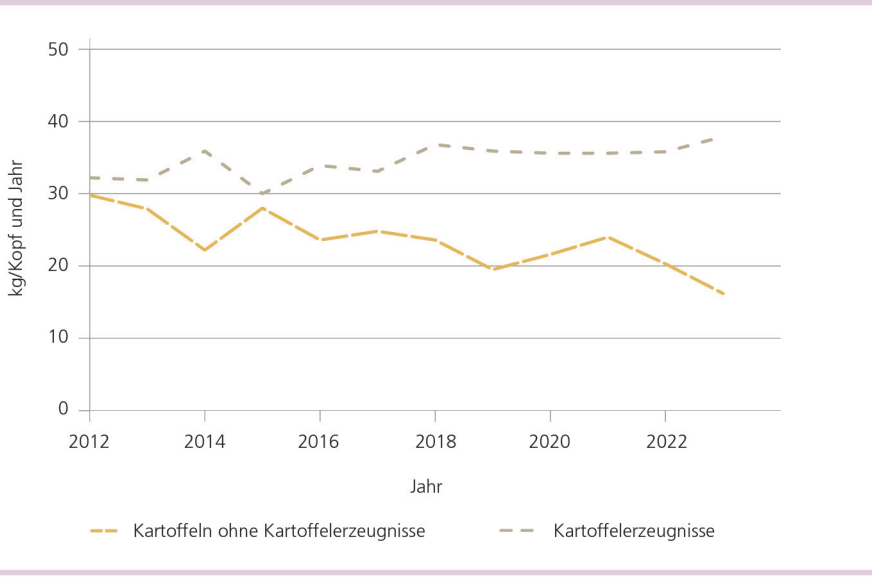


Abbildung 1/12: Verbrauch von Kartoffeln und Kartoffelerzeugnissen seit 2012

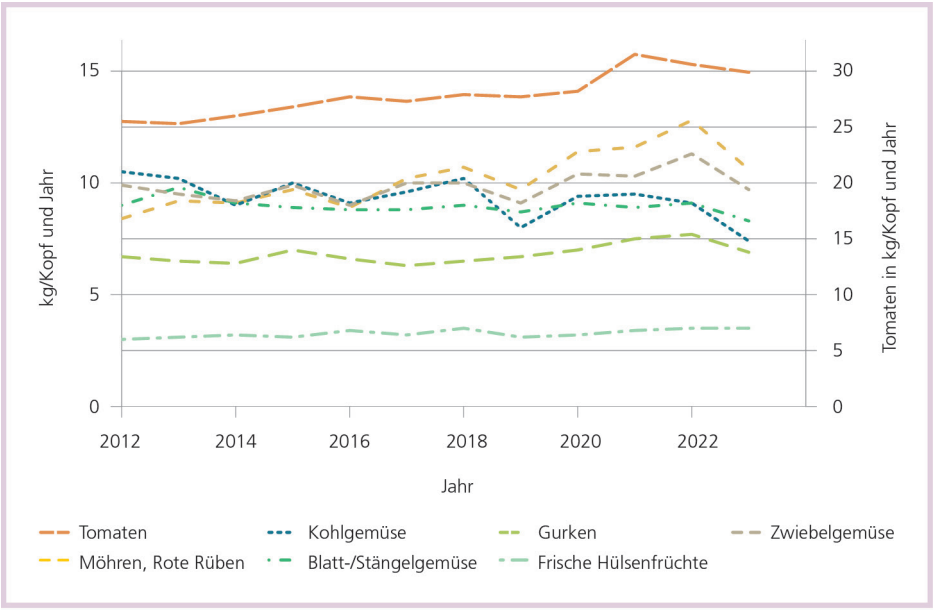


Abbildung 1/13: Verbrauch von ausgewähltem Gemüsearten seit 2012

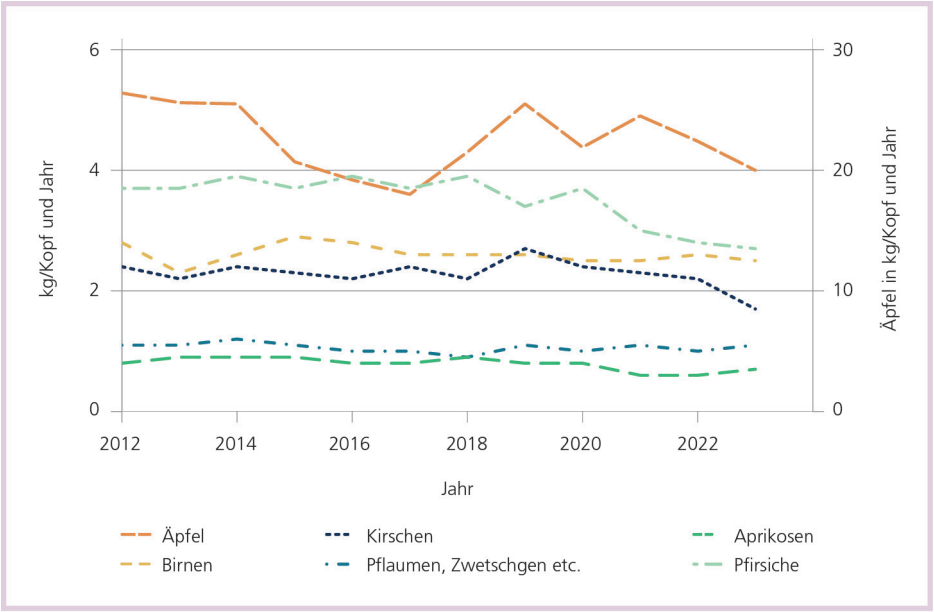


Abbildung 1/14: Verbrauch von ausgewähltem Kern- und Steinobst seit 2012

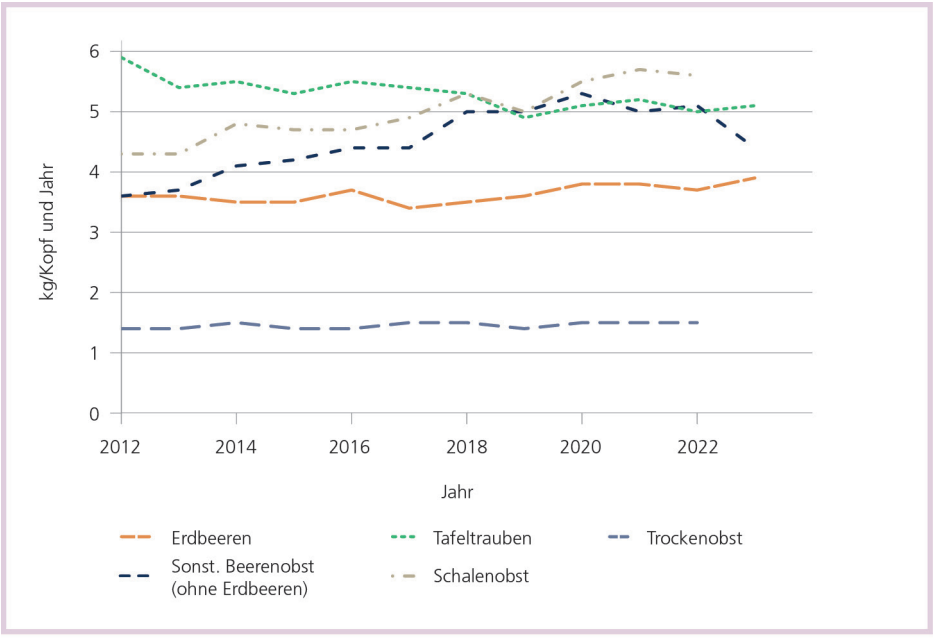


Abbildung 1/15: Verbrauch von Tafeltrauben, Beeren- und Schalen- sowie Trockenobst seit 2012

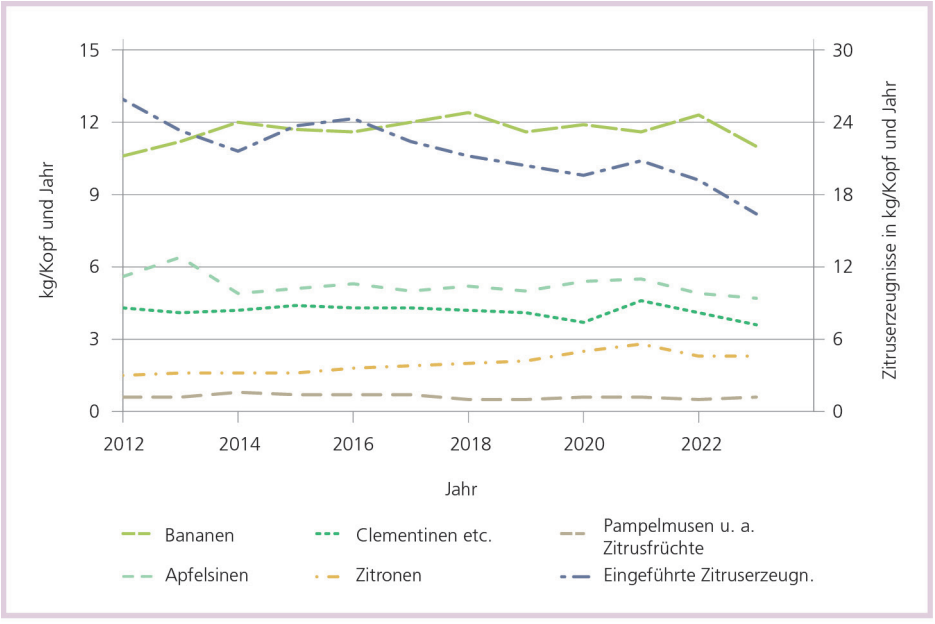


Abbildung 1/16: Verbrauch von ausgewählten Südfrüchten seit 2012

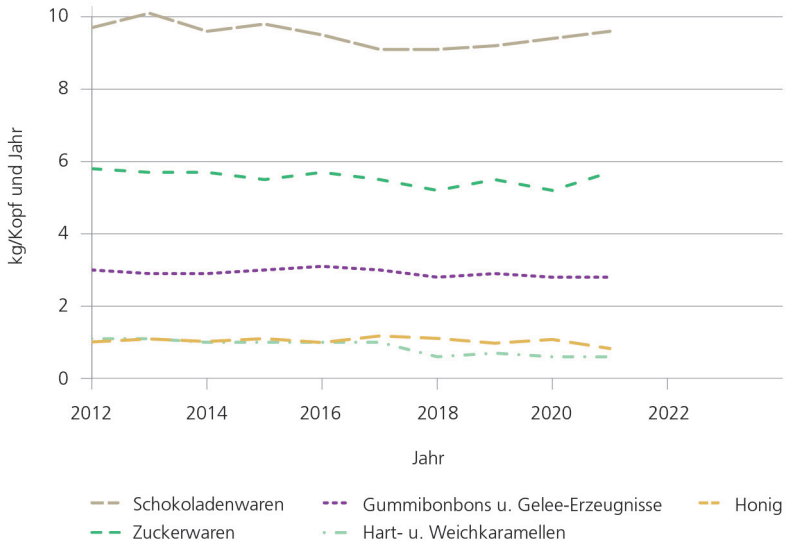


Abbildung 1/17: Verbrauch von ausgewählten Süßwaren seit 2012

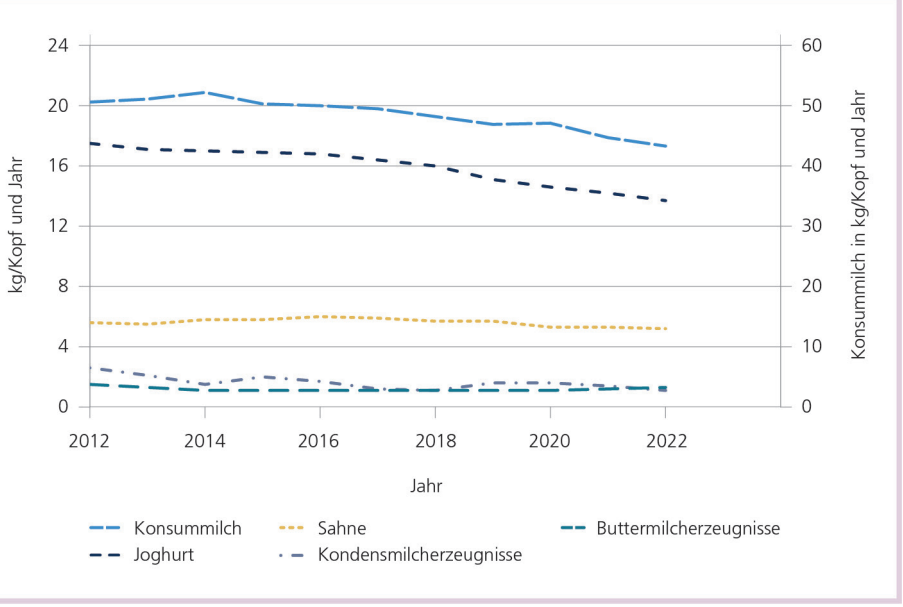
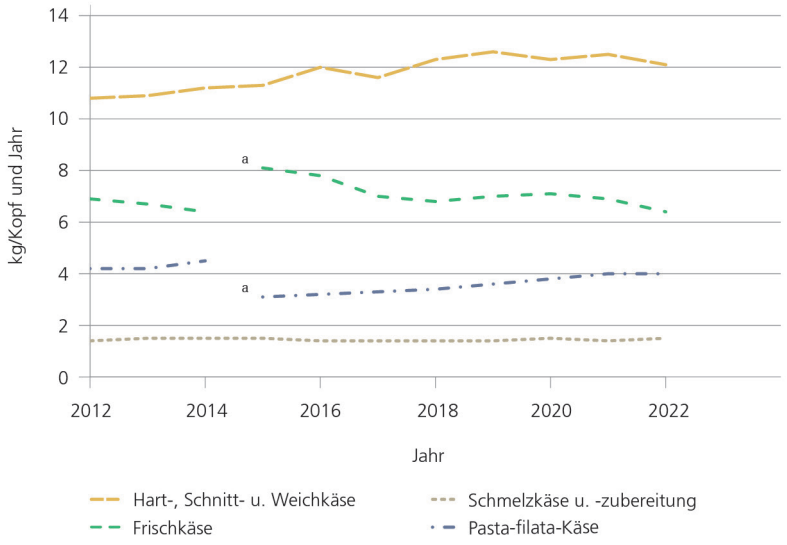


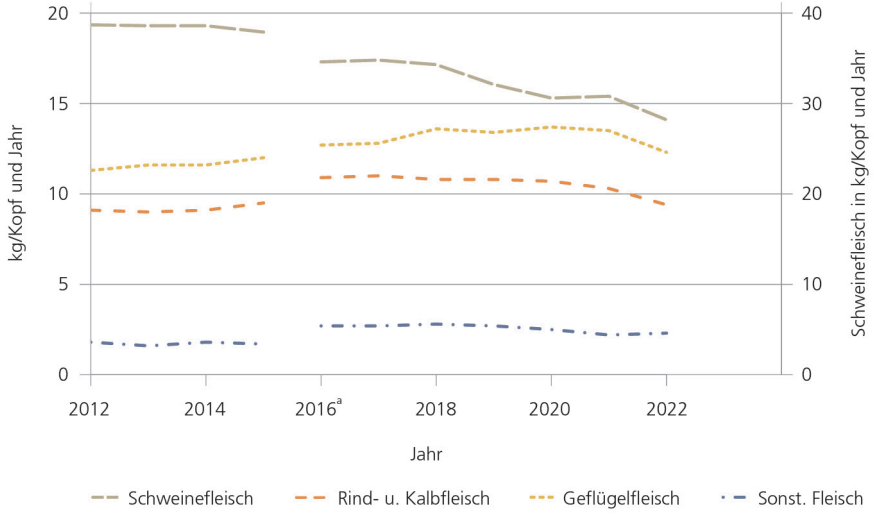
Abbildung 1/18: Verbrauch von Milch und Milcherzeugnissen seit 2012

1.3



[a] Aufgrund geänderter Definitionen bei der Schätzung von Im- und Export nicht mit den Vorjahren vergleichbar

Abbildung 1/19: Verbrauch von Käse seit 2012



[a] Im Statistischen Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2023 [1] wurden die Daten ab 2016 auf Basis neuer Grundlagen rückwirkend neu berechnet

Abbildung 1/20: Verbrauch von Fleisch (für den menschlichen Verzehr verfügbare Rohware) seit 2012

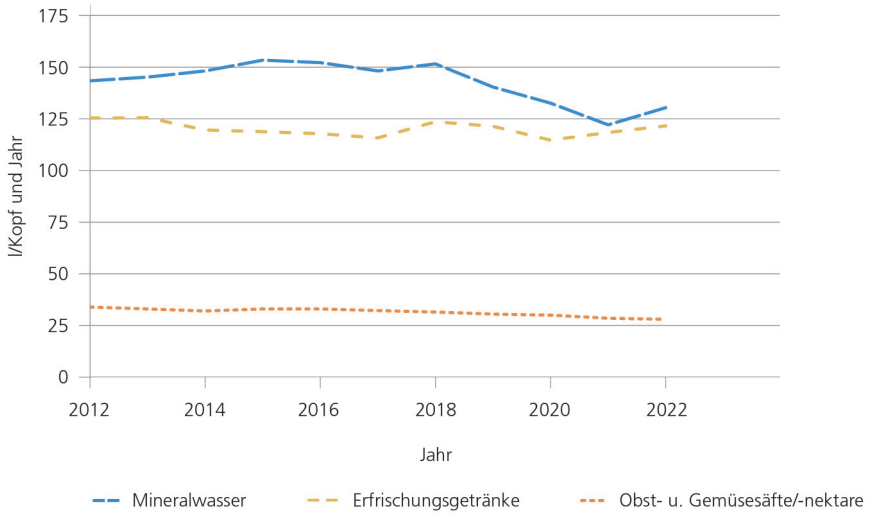


Abbildung 1/21: Verbrauch von alkoholfreien Getränken seit 2012

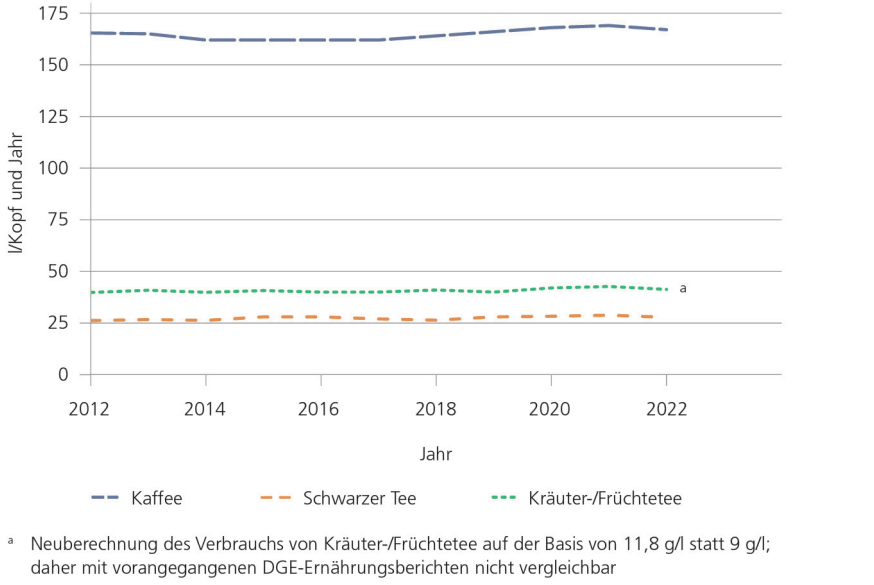
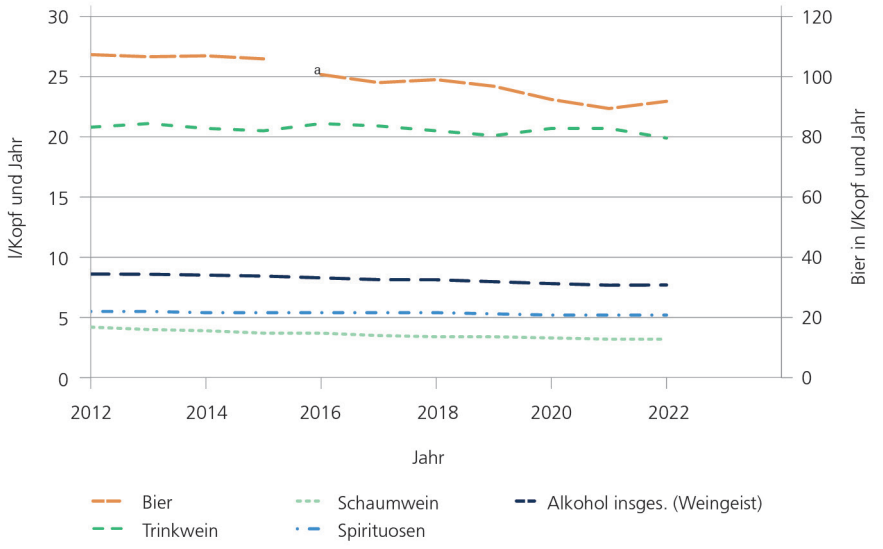


Abbildung 1/22: Verbrauch von Kaffee und Tee seit 2012

1.3



[a] Im Statistischen Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2023 [1] wurden die Daten ab 2016 rückwirkend neu berechnet

Abbildung 1/23: Verbrauch von alkoholhaltigen Getränken seit 2012

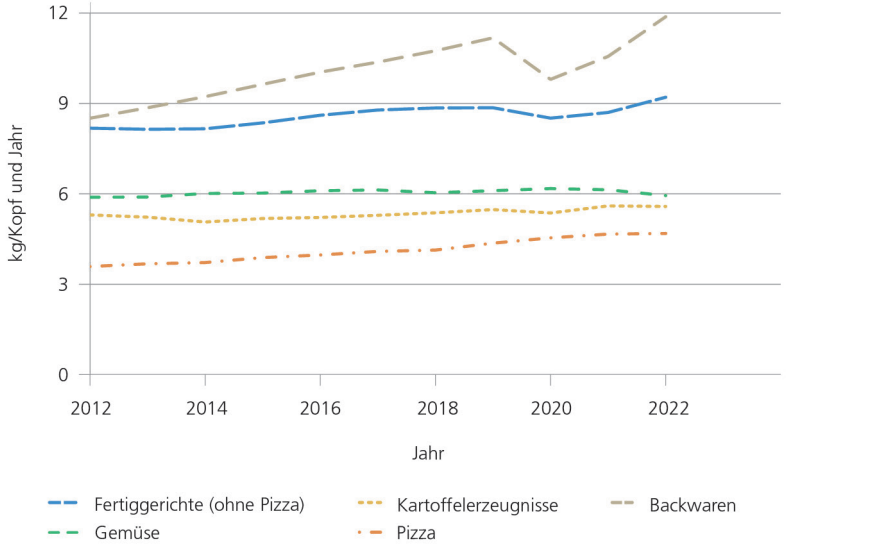


Abbildung 1/24: Verbrauch von Tiefkühlkost seit 2012

1.4 Bewertung des Lebensmittelverbrauchs

1.4.1 Bewertung unter gesundheitlichen Gesichtspunkten

Zur Bewertung des Lebensmittelverbrauchs unter gesundheitlichen Gesichtspunkten wurden TMREL geschätzt. Würde der Lebensmittelverbrauch in Deutschland mit diesen Werten übereinstimmen, so könnte theoretisch die geringstmögliche Krankheitslast erreicht werden. Abbildung 1/25 zeigt, inwieweit sich der tatsächliche Verbrauch in den Jahren 2000, 2010 und 2022 von den jeweiligen TMREL unterschied. Mengenmäßig ist demnach der Gemüseverbrauch deutlich zu gering, wenngleich die Differenz seit dem Jahr 2000 merklich zurückgegangen ist. Des Weiteren müsste der Verbrauch von Vollkornprodukten, Obst und Nüssen sowie Hülsenfrüchten[4], Milchprodukten und Fisch weiter steigen, um die TMREL zu erreichen. Umgekehrt ist jedoch beispielsweise der Verbrauch von Softdrinks viel zu hoch, wobei die Abweichung gegenüber den TMREL seit dem Jahr 2000 noch zugenommen hat. Daneben müsste auch der Verbrauch von raffiniertem Getreide, Eiern, rotem Fleisch und Fleischerzeugnissen sinken, um die TMREL zu erreichen. Insgesamt entwickelt sich also aus gesundheitlicher Sicht der Verbrauch von Gemüse, rotem Fleisch und Fleischerzeugnissen in eine wünschenswerte Richtung, während sich die Trends für den Verbrauch von Obst, Milchprodukten und Softdrinks weiter von den TMREL entfernen.

Im Vergleich zu den TMREL ist der Gemüseverbrauch deutlich zu gering. Ähnliches gilt für den Verbrauch von Vollkornprodukten, Obst und Nüssen sowie Hülsenfrüchten, Milchprodukten und Fisch. Umgekehrt ist jedoch der Verbrauch von Softdrinks, raffiniertem Getreide, Eiern, rotem Fleisch und Fleischerzeugnissen zu hoch.

In Abbildung 1/26 werden die geschätzten Beiträge des Lebensmittelverbrauchs zu den DALYs dargestellt. Hier wird deutlich, dass durch eine Steigerung des Verbrauchs von Vollkornprodukten die deutlichsten Effekte auf die Krankheitslast in Deutschland erzielt werden könnten. Dahinter folgen Anstiege im Verbrauch von Nüssen, Obst und Fisch sowie eine weitere Reduktion des Verbrauchs von Fleischerzeugnissen. In Abbildung 1/27 wird das Ranking der Lebensmittel nach ihrem Einfluss auf die DALYs verdeutlicht: Mehr als 20 % der ernährungsbedingten DALYs ließen sich durch einen höheren Verbrauch von Vollkornprodukten vermeiden. Dahinter folgt für das Jahr 2022 der zu geringe Verbrauch von Obst und Nüssen mit einem Beitrag von jeweils 12 % zu den ernährungsbedingten DALYs. Mit einem reduzierten Verbrauch von Fleischerzeugnissen und einem gestiegenen Fischverbrauch hätten im Jahr 2022 weitere 11 % bzw. 10 % der DALYs vermieden werden können. Der hohe Verbrauch von Softdrinks ist für 9 % der DALYs verantwortlich. Etwas geringere Effekte auf die Krankheitslast lassen sich mit einer Steigerung des Verbrauchs von Hülsenfrüchten (7 %), Milchprodukten (6 %) oder Gemüse (5 %) sowie einer Senkung des Verbrauchs von rotem Fleisch (5 %), Eiern (1 %) und raffinierten Getreideprodukten (1 %) erreichen.

[4] Aufgrund fehlender Daten konnten hier nur frische Hülsenfrüchte, insbesondere Bohnen und Erbsen, berücksichtigt werden.

Diese Ergebnisse sind in Übereinstimmung mit Schwingshackl et al. [11], die darauf hinweisen, dass der zu geringe Verbrauch von Vollkornprodukten, Nüssen und Obst sowie der zu hohe Verbrauch von Fleischerzeugnissen die stärksten Auswirkungen auf die DALYs haben.

Vergleicht man die prozentualen Beiträge des Lebensmittelverbrauchs zu den DALYs im Zeitverlauf seit dem Jahr 2000, dann wird deutlich, dass der gestiegene Verbrauch von Gemüse und Nüssen sowie der gesunkene Verbrauch von rotem Fleisch zu geringeren Beiträgen geführt haben, während der geringere Verbrauch von Obst und Milchprodukten in höheren Beiträgen resultiert.

Unter gesundheitlichen Gesichtspunkten hat sich der Verbrauch von Gemüse, rotem Fleisch und Fleischerzeugnissen seit dem Jahr 2000 in eine wünschenswerte Richtung entwickelt und somit deren Beitrag an den DALYs in Deutschland reduziert. Das Gegenteil ist allerdings der Fall für den Verbrauch von Obst, Milchprodukten und Softdrinks, deren Beitrag zu den DALYs zugenommen hat.

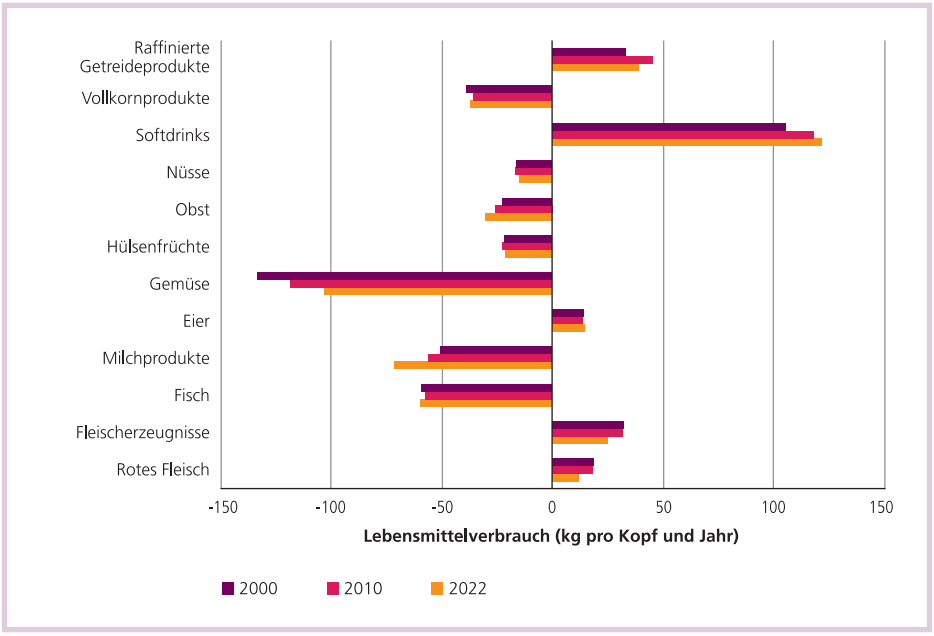


Abbildung 1/25: Differenz zwischen Lebensmittelverbrauch und *theoretical minimum exposure levels* (TMREL) für die Jahre 2000, 2010 und 2022

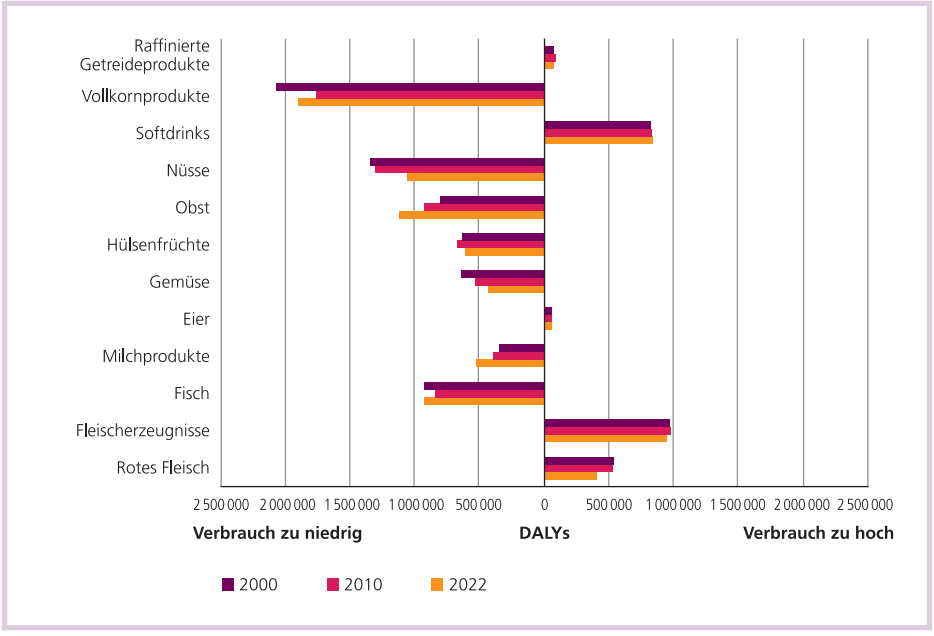


Abbildung 1/26: Beitrag des Lebensmittelverbrauchs zu den *disability-adjusted life years* (DALYs) in den Jahren 2000, 2010 und 2022

Abbildung 1/27: Prozentualer Beitrag des Lebensmittelverbrauchs zu den *disability-adjusted life years* (DALYs) in den Jahren 2000, 2010 und 2022

1.4.2 Bewertung unter Umwelt- und Klimaschutz-Gesichtspunkten

Die Verknüpfung der Daten der Agrarstatistik mit der Datenbank zu *Food's environmental impacts* von Poore und Nemecek [15] ermöglicht eine Bewertung des Lebensmittelverbrauchs in Deutschland unter Umwelt- bzw. Klimaschutz-Gesichtspunkten. Aufgrund der zahlreichen Annahmen, die bei der Datenverknüpfung getroffen werden mussten (s. 1.2.2), ist zwar eine vorsichtige Interpretation der Ergebnisse erforderlich, insbesondere in Bezug auf die absolute Höhe der präsentierten Werte, aber für grundsätzliche Aussagen und Trendbewertungen erscheint die Datengrundlage ausreichend solide.

Die Ernährung hat mit ca. 25 bis 30 % einen erheblichen Anteil an den globalen Emissionen von Treibhausgasen [14]. In Abbildung 1/28 sind diese Beiträge nach Lebensmittelgruppen aufgeschlüsselt beispielhaft für die Jahre 2000, 2010 und 2022 dargestellt. Dabei wird zunächst die herausragende Bedeutung der Milchprodukte Butter, Käse und Frischmilcherzeugnisse deutlich. Sie tragen mit ca. 40 % zu den ernährungsbedingten THGE bei, wobei in der Zeit zwischen den Jahren 2000 und 2022 die Beiträge von Butter und Frischmilcherzeugnissen zurückgingen, während der Beitrag von Käse von 15 % im

Jahr 2000 auf 19 % im Jahr 2022 gestiegen ist. Die Lebensmittelgruppe mit dem höchsten Einfluss auf die THGE ist jedoch das rote Fleisch. In den Jahren 2000 und 2010 ließen sich auf Basis der vorliegenden Daten zum Lebensmittelverbrauch knapp 30 % der ernährungsbedingten THGE allein auf den Verbrauch von rotem Fleisch zurückführen. Durch den Rückgang des Verbrauchs von Fleisch (insbesondere Schweinefleisch) seit ca. 2016 ist auch der Beitrag von rotem Fleisch zu den ernährungsbedingten THGE etwas zurückgegangen, beläuft sich aber im Jahr 2022 immer noch auf mehr als 25 %. Insgesamt erscheinen die ernährungsbedingten THGE leicht rückläufig und liegen im Jahr 2022 um 9 % niedriger als im Jahr 2000. Dabei beläuft sich der Beitrag tierischer Produkte stabil auf mehr als 75 %. Unter den pflanzlichen Produkten ragt vor allem die Gruppe der Getränke hervor, mit einem Beitrag zu den ernährungsbedingten THGE in Höhe von knapp 10 %, worunter Bier den größten Anteil ausmacht.

Abbildung 1/29 zeigt die Beiträge des Lebensmittelverbrauchs zur ernährungsbedingten Landnutzung, ebenfalls für die Jahre 2000, 2010 und 2022. Der größte Anteil entfällt hier wiederum auf die Milchprodukte Butter, Käse und Frischmilcherzeugnisse mit einem Anteil von 31 % (in den Jahren 2000 und 2010) bzw. 34 % im Jahr 2022, gefolgt von rotem Fleisch mit knapp 30 % (in den Jahren 2000 und 2010) bzw. 23 % im Jahr 2022. Über alle drei betrachteten Jahre liegt der Anteil der tierischen Produkte relativ stabil bei ca. 66 % der ernährungsbedingten Landnutzung. Unter den pflanzlichen Produkten ragen vor allem Getreide, pflanzliche Fette und Öle sowie die Getränke heraus mit Anteilen zwischen 7 und 9 % an der ernährungsbedingten Landnutzung.

Abbildung 1/30 zeigt schließlich die Beiträge des Lebensmittelverbrauchs zum ernährungsbedingten Frischwasserverbrauch in Deutschland in den Jahren 2000, 2010 und 2022. Auch bei dieser Betrachtung dominieren die tierischen Produkte, insbesondere das rote Fleisch. Etwa ein Drittel des gesamten ernährungsbedingten Frischwasserverbrauchs lassen sich auf den Verbrauch von rotem Fleisch zurückführen. Der rückläufige Fleischverbrauch wirkt sich allerdings auch auf den entsprechenden Wasserverbrauch aus. In den Jahren 2000 und 2010 lag der Beitrag des Verbrauchs von rotem Fleisch noch bei 36 %. Im Jahr 2022 ist dieser Wert auf 31 % zurückgegangen. In ähnlichem Umfang wie rotes Fleisch tragen auch die Milchprodukte Butter, Käse und Frischmilcherzeugnisse zum ernährungsbedingten Frischwasserverbrauch bei, allerdings mit leicht steigender Tendenz (30–32 %). Nur ca. ein Viertel des ernährungsbedingten Frischwasserverbrauchs steht in Verbindung mit pflanzlichen Produkten, darunter vor allem Obst mit ca. 7 % und Getreide mit steigenden Anteilen von 13 % im Jahr 2000, 15 % im Jahr 2010 und 17 % im Jahr 2022.

Unter Umwelt- und Klimaschutz-Gesichtspunkten zeigte sich, dass tierische Produkte im Zusammenhang mit ca. drei Viertel der ernährungsbedingten THGE und ca. zwei Drittel der ernährungsbedingten Land- und Frischwassernutzung stehen. Der Anteil der Milchprodukte Butter, Käse und Frischmilcherzeugnisse ist seit dem Jahr 2000 gestiegen und der von rotem Fleisch zurückgegangen.

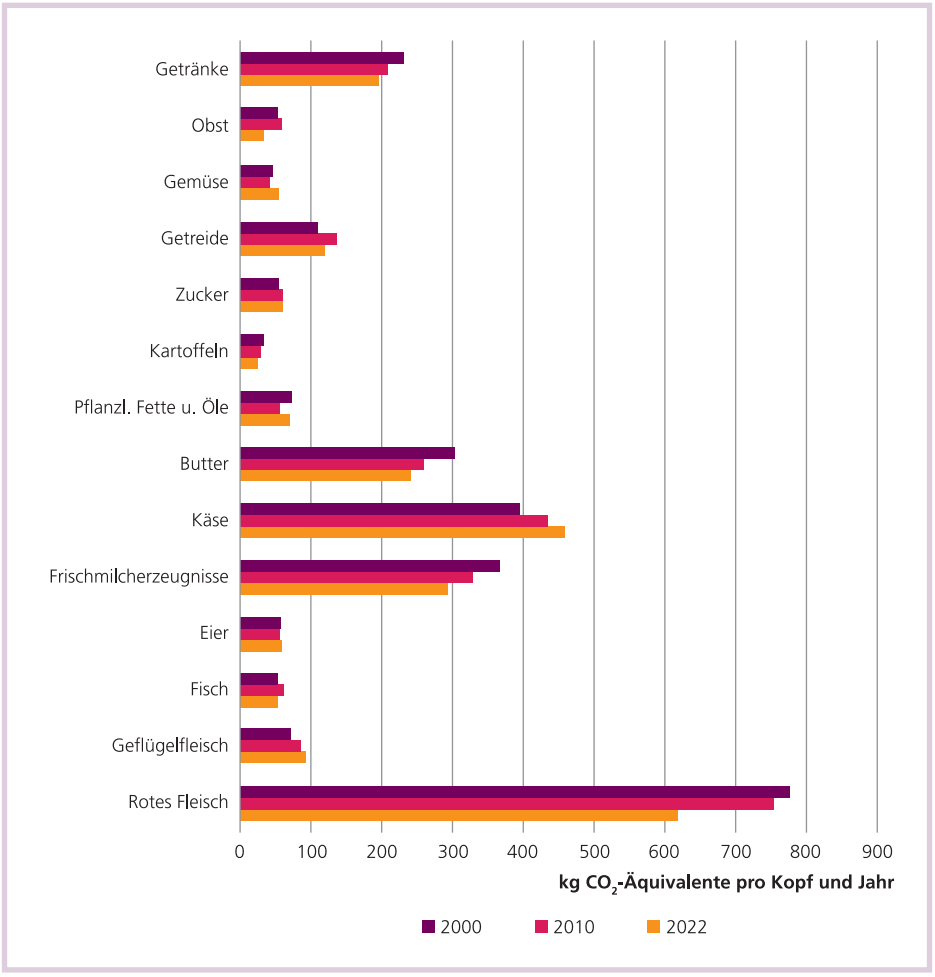


Abbildung 1/28: Beitrag des Lebensmittelverbrauchs zu den Treibhausgasemissionen (THGE) in den Jahren 2000, 2010 und 2022

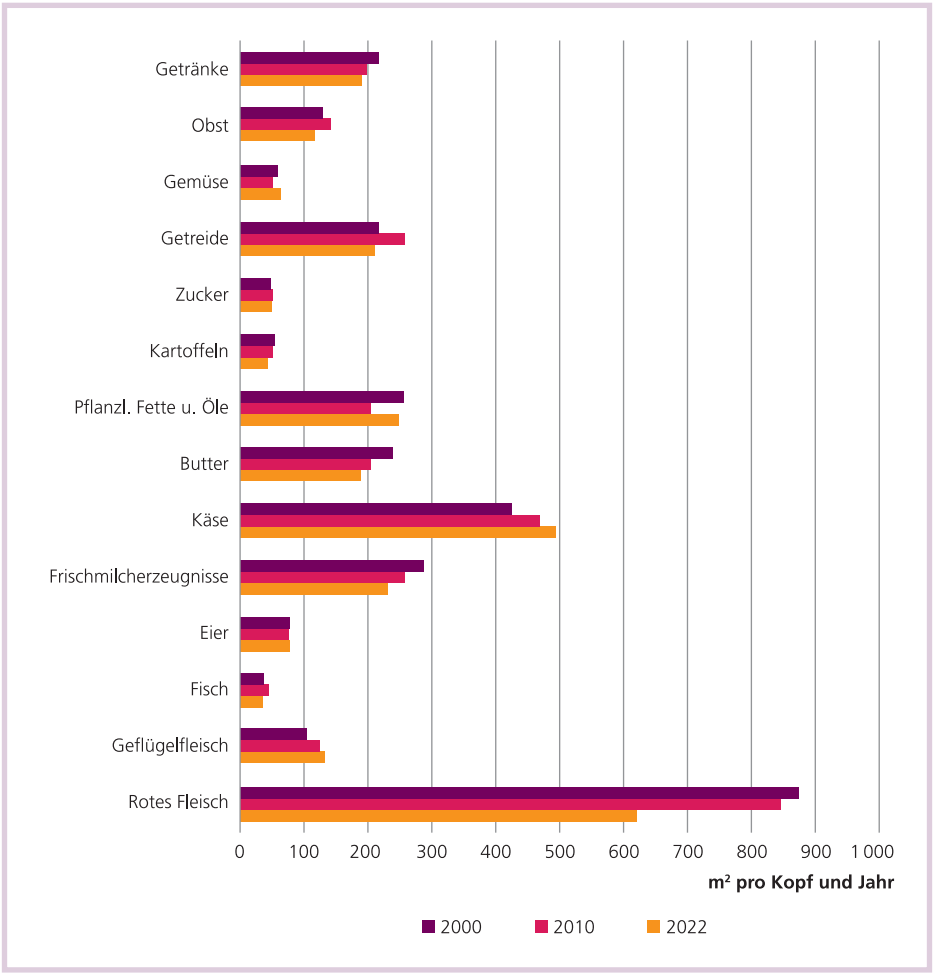


Abbildung 1/29: Beitrag des Lebensmittelverbrauchs zur Landnutzung in den Jahren 2000, 2010 und 2022

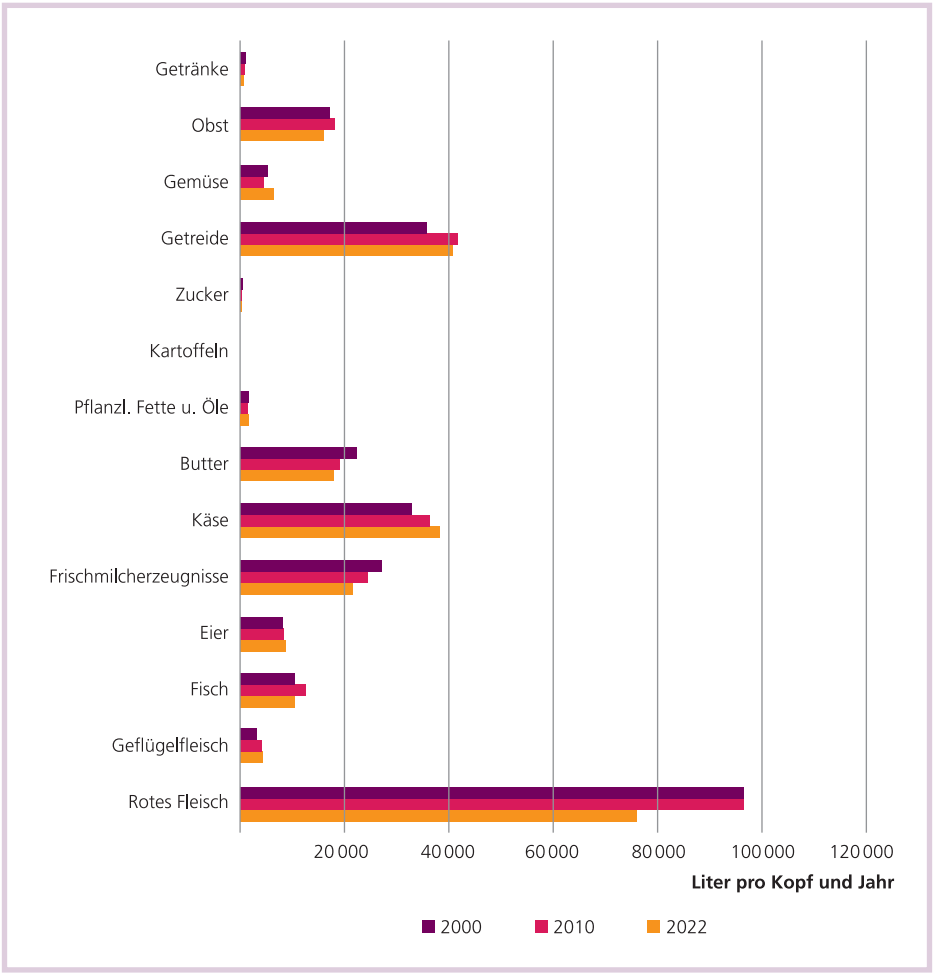


Abbildung 1/30: Beitrag des Lebensmittelverbrauchs zum Verbrauch von Frischwasser in den Jahren 2000, 2010 und 2022

1.4.3 Gesamtbetrachtung

Unter den Gesichtspunkten von Umwelt- und Klimaschutz ist eindeutig eine Ernährungsweise anzustreben, die sich vorwiegend aus pflanzlichen Produkten zusammensetzt. Vor allem die Reduktion des Verbrauchs von rotem Fleisch und Milchprodukten könnte zu deutlichen Entlastungen bei den Indikatoren THGE, Landnutzung und Frischwasserverbrauch führen. Umgekehrt würde beispielsweise selbst eine substanzielle Steigerung des Verbrauchs von Kartoffeln oder Gemüse keine bedeutenden negativen Auswirkungen auf die Erreichung von Umwelt- und Klimaschutzzielen mit sich bringen.

Diese Einschätzung deckt sich aber nur teilweise mit der Beurteilung unter gesundheitlichen Gesichtspunkten. In beiden Fällen wird jedoch klar, dass ein steigender Verbrauch von Getreide sowie Obst (einschließlich Nüssen) und Gemüse (einschließlich Hülsenfrüchten) viele Vorteile mit sich bringt. Dasselbe gilt für eine Senkung des Verbrauchs von rotem Fleisch.

Für die Milchprodukte Butter, Käse und Frischmilcherzeugnisse hingegen ergibt sich ein kontroverses Bild: Im Vergleich zum TMREL wäre eine Verbrauchssteigerung um ca. 30 % wünschenswert, wohingegen alle betrachteten Umwelt- und Klimaschutzparameter deutlich für eine Senkung des Verbrauchs von Milchprodukten sprechen. Wenn man jedoch genauer betrachtet, dass ein höherer Verbrauch von Milchprodukten nur eine schwache Reduktion der Krankheitslast ergeben würde (maximal 6 % der DALYs im Jahr 2022, Abb. 1/27), dann erscheint es unter Berücksichtigung von Umwelt- und Klimaschutz ratsam, auf eine Empfehlung zur Steigerung des Verbrauchs von Milchprodukten zu verzichten.

Neben den Milchprodukten weisen die vorliegenden Daten auch darauf hin, dass eine Steigerung des Fischverbrauchs deutliche gesundheitliche Vorteile mit sich brächte – in diesem Fall sogar scheinbar ohne ernsthafte Bedenken in Bezug auf Umwelt- oder Klimaschutz. Dabei ist allerdings zu beachten, dass der Aspekt des Artenschutzes und die Vermeidung der Überfischung von Gewässern in Kapitel 1.4.2 nicht berücksichtigt werden konnte, sodass sich insgesamt aus den vorliegenden Daten keine eindeutige Empfehlung zur Erhöhung des Fischverbrauchs ableiten lässt.

Bei den vorangegangenen Betrachtungen erweist sich der Verbrauch von Eiern als relativ unauffällig: Er liefert nur geringe Beiträge zur Krankheitslast und ist auch in Bezug auf die betrachteten Parameter von Umwelt- und Klimaschutz von nachrangiger Bedeutung.

Der Verbrauch von Kartoffeln und Geflügelfleisch erscheint im Hinblick auf Umwelt- und Klimaschutz empfehlenswert, allerdings liegen für eine gesundheitliche Beurteilung keine Daten zu DALYs oder TMREL vor.

Insgesamt führt die Auswertung der Daten der Agrarstatistik somit zu ähnlichen Ergebnissen wie die mathematische Herleitung der jüngsten lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der DGE für Deutschland [10]. Obwohl jene Arbeit von Schäfer et al. [10] auf anderen Daten beruht (Nationale Verzehrsstudie II statt Agrarstatistik sowie *SHARP Indicators Database* statt *Food's environmental impacts* von Poore und Nemecek [15]) und eine vollkommen andere methodische Herangehensweise gewählt wurde, ergibt sich in beiden Fällen, dass eine simultane Reduktion von Krankheits- und Umweltlast erzielt werden kann durch die Steigerung des Anteils an Gemüse, Obst und Nüssen sowie die Reduktion von Fleisch und Softdrinks [10].

1.5 Literaturverzeichnis

[1] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2023. Bundesinformationszentrum Landwirtschaft, Bonn, 67. Auflage (2024)

[2] Deutscher Fleischer-Verband e. V. (Hrsg.): Jahrbuch 2023. (2023) https://www.fleischerhandwerk.de/fileadmin/fleischerhandwerk/03_Presse/DFV_Jahrbuch_2023_150dpi.pdf (eingesehen am 24.06.2024)

[3] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): 13. DGE-Ernährungsbericht. Bonn (2016)

[4] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): 14. DGE-Ernährungsbericht. Bonn (2020)

[5] Amrhein V, Greenland S, McShane B: Scientists rise up against statistical significance. Nature 567 (2019) 305–307. doi:10.1038/d41586-019-00857-9

[6] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 1969. Frankfurt/M. (1969)

[7] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 1972. Frankfurt/M. (1973)

[8] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): 12. Ernährungsbericht 2012. Bonn (2012)

[9] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE. Infoblatt. Bonn, 10. Auflage (2017)

[10] Schäfer AC, Boeing H, Conrad J et al.: Wissenschaftliche Grundlagen der lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen für Deutschland. Methodik und Ableitungskonzepte. Ernährungs Umschau 71 (2024) M158–M166. doi:10.4455/eu.2024.009

[11] Schwingshackl L, Knüppel S, Michels N et al.: Intake of 12 food groups and disability-adjusted life years from coronary heart disease, stroke, type 2 diabetes, and colorectal cancer in 16 European countries. Eur J Epidemiol 34 (2019) 765–775. doi:10.1007/s10654-019-00523-4

[12] Gedrich K: Defining public health nutrition goals based on food balance sheets – proof-of-principle. Proceedings 91 (2023) 49. doi:10.3390/proceedings2023091049

[13] Willett W, Rockström J, Loken B et al.: Food in the anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet 393 (2019) 447–492. doi:10.1016/S0140-6736(18)31788-4

[14] Renner B, Arens-Azevêdo U, Watzl B et al.: DGE position statement on a more sustainable diet. Ernahrungs Umschau 68 (2021) 144–154. doi:10.4455/eu.2021.030

[15] Poore J, Nemecek T: Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science 360 (2018) 987–992. doi:10.1126/science.aaq0216

[16] Richter M: Umrechnungsfaktoren in Milchäquivalente. DGEwissen (2024) 43

[17] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 1992. Druckerei Henrich, Frankfurt/M. (1992)

[18] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 1996. Druckerei Henrich, Frankfurt/M. (1996)

[19] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 2000. Druckerei Henrich, Frankfurt/M. (2000)

[20] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 2004. Bonn (2004)

2 Einfluss des Haushaltseinkommens auf den Lebensmittelverzehr und die Nährstoffzufuhr – Ergebnisse der Bayerischen Verzehrsstudie III (2021–2023)*

Jakob Linseisen[1,2], Florian Rohm[1], Nina Wawro[1,3], Melanie Senger[4], Martin Kussmann[4], Sebastian Gimpfl[5], Kurt Gedrich[5]

[1] Lehrstuhl für Epidemiologie, Universität Augsburg, Augsburg
[2] Institut für Medizinische Informationsverarbeitung, Biometrie und Epidemiologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, München
[3] Institut für Epidemiologie, Helmholtz Zentrum München, Neuherberg
[4] Kompetenzzentrum für Ernährung, Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising
[5] ZIEL – Institute for Food & Health, AG Public Health Nutrition, Technische Universität München, Freising-Weihenstephan

Zusammenfassung

Einleitung: Während der SARS-CoV-2-Pandemie könnte das verfügbare Haushaltsnettoeinkommen wegen vermehrter Kurzarbeit, Arbeitslosigkeit und steigender Inflation die Ernährung beeinflusst haben. Diese Frage sollte anhand von Daten einer kürzlich abgeschlossenen Verzehrstudie untersucht werden.

Methodik: In der Bayerischen Verzehrsstudie III (BVS III), einer repräsentativ angelegten Studie zur Beschreibung der Ernährung Erwachsener in Bayern, wurden im Zeitraum von 2021 bis 2023 pro Teilnehmer*in wiederholte 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle telefonisch mithilfe der Software GloboDiet© erfasst. Das Nettoäquivalenzeinkommen wurde anhand der Angaben zum Haushaltsnettoeinkommen und zur Haushaltsgröße berechnet und als geringes, mittleres und hohes Einkommen klassifiziert. Insgesamt konnten Daten von 449 Männern und 576 Frauen in die Auswertung eingeschlossen werden. Mit dem Kruskall-Wallis-Test wurden Unterschiede zwischen den Einkommensgruppen untersucht, und Lebensmittelgruppen oder Nährstoffe mit signifikanten Testergebnissen wurden anhand von multivariablen linearen Regressionsmodellen weiter untersucht.

* Die Studie „Was isst Bayern?" – III. Bayerische Verzehrsstudie (BVS III) wurde mit finanzieller Förderung durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus (StMELF) durchgeführt. Die BVS III wird zu Kommunikationszwecken auch als Bayerische Ernährungsstudie bezeichnet.

Ergebnisse: Von 1 025 Teilnehmenden lebten 119 Männer und 160 Frauen in einem Haushalt mit niedrigem Nettoäquivalenzeinkommen; 60 Männer und 82 Frauen hatten ein hohes Nettoäquivalenzeinkommen. Die Unterschiede in der mittleren Zufuhr von Lebensmitteln und Nährstoffen zwischen den Einkommensgruppen waren bis auf wenige Ausnahmen nicht ausgeprägt und statistisch nicht signifikant. Männer und Frauen in der höheren Einkommensgruppe verzehrten weniger rotes Fleisch und verwendeten mehr Ersatzprodukte für Milch und Fleisch in ihrer Ernährung, aber die Unterschiede waren nicht signifikant. In multivariabel adjustierten Regressionsanalysen konnte eine signifikante Assoziation zwischen dem Haushaltsnettoeinkommen und dem Verzehr von Getreideprodukten (invers) sowie von Suppen/Soßen gezeigt werden. Hinsichtlich der Nährstoffzufuhr ist die signifikant höhere Zufuhr von Speisesalz (NaCl) bei Personen mit geringem Einkommen auffällig; dies könnte auch die Folge einer signifikant höheren Zufuhr von (stärker gesalzenen) Fertigprodukten, gerade aus der Gruppe Suppen/Soßen, sein.

Schlussfolgerung: Personen mit einem geringen Haushaltsnettoeinkommen unterscheiden sich in ihrer Ernährung nur in wenigen Punkten von Personen mit höherem Einkommen. Sie verzehren mehr Getreideprodukte, mehr Suppen/Soßen und weisen eine höhere Speisesalzzufuhr auf. Hinsichtlich der Prävention und Therapie von Bluthochdruck und seinen Folgeerkrankungen ist eine hohe Salzzufuhr als gesundheitlich nachteilig zu bewerten. Im Durchschnitt ist in allen Einkommensgruppen eine deutliche Abweichung von den lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) zu beobachten; diese beziehen sich auf eine Reihe von Lebensmittelgruppen, darunter Obst, Gemüse, Hülsenfrüchte, Nüsse, Vollkorn, Fleisch und Fleischwaren/Wurst.

Kernaussagen

- ➔ Der Einfluss des Einkommens auf den Lebensmittelverzehr und die Nährstoffzufuhr wurde in einer aktuellen, repräsentativ angelegten Querschnittsstudie untersucht.
- ➔ Weder der Verzehr von Fleisch noch von Obst und Gemüse war zwischen den Einkommensgruppen signifikant unterschiedlich.
- ➔ Personen mit geringem Einkommen verzehrten signifikant mehr Getreideprodukte, insbesondere Brot. Es bezieht sich nicht auf Vollkornprodukte, da die Ballaststoffzufuhr nicht unterschiedlich war.
- ➔ Personen mit geringem Einkommen verzehrten mehr Suppen und Soßen, möglicherweise mit hohem Convenience-Grad und hohem Speisesalzgehalt.
- ➔ Mit steigendem Einkommen sank die Speisesalzzufuhr signifikant.

➔ Mit Ausnahme der Speisesalzzufuhr waren keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der durchschnittlichen Vitamin- und Mineralstoffzufuhr zwischen den Einkommensgruppen nachweisbar.

➔ Die Abweichungen im mittleren Lebensmittelverzehr im Vergleich zu den lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen (Optimierungsergebnisse) der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) betreffen alle Einkommensgruppen gleichermaßen und beziehen sich auf eine Reihe von Lebensmittelgruppen, darunter Obst und Gemüse, Hülsenfrüchte, Nüsse, Getreideprodukte und speziell Vollkorn sowie Fleisch und Fleischwaren/Wurst.

2.1 Einleitung

Seit der Bayerischen Verzehrsstudie II (2002–2003) und der Nationalen Verzehrsstudie II (2005–2007) mit vier Folgeerhebungen im Nationalen Ernährungsmonitoring (NEMONIT) wurden in Deutschland keine größeren Verzehrstudien zum Ernährungsverhalten der Bevölkerung durchgeführt. Die Studie „Was isst Bayern?" – III. Bayerische Verzehrsstudie (BVS III) sollte diese Lücke für Bayern schließen und stellt aktuelle Querschnittsdaten zum Lebensmittelverzehr und zur Nährstoffzufuhr für die erwachsene Bevölkerung in Bayern bereit. Die BVS III wird zu Kommunikationszwecken auch als Bayerische Ernährungsstudie bezeichnet.

Unter den vielfältigen Einflussfaktoren auf die Ernährung trat in den letzten Jahren insbesondere die Frage nach dem Einfluss der finanziellen Situation von Haushalten auf die Lebensmittelauswahl, die Verzehrmenge und die damit erreichte Nährstoffzufuhr in den Vordergrund. Mit dem Anstieg der Preise – gerade auch für Lebensmittel und Speisen in der SARS-CoV-2-Pandemie – stieg für Personen und Haushalte mit einem geringeren Einkommen der Anteil der Ausgaben für Lebensmittel (in % der gesamten Haushaltsausgaben) stärker an als für Personen mit hohem Einkommen [1]. Bei einem geringen Haushaltsbudget sind somit Einsparmaßnahmen erforderlich, die sich auf den Kauf und die Auswahl von Lebensmitteln und Speisen und damit die Nährstoffzufuhr auswirken können. Die vorliegende Studie wurde während der Pandemie durchgeführt, also in einer Zeit mit einem relativ hohen Anteil von Kurzarbeit und Arbeitslosigkeit bei gleichzeitig steigender Inflation.

Ziel der vorliegenden Auswertung ist es daher, anhand von aktuellen Verzehrdaten der bayerischen Bevölkerung Unterschiede im Lebensmittelverzehr und der Nährstoffzufuhr in Abhängigkeit des verfügbaren Einkommens der Haushalte (Nettoäquivalenzeinkommen) zu beschreiben.

In einer repräsentativ angelegten Querschnittsstudie nehmen erfahrungsgemäß die am stärksten von finanziellen Einschränkungen betroffenen Personen, die in armutsgefährdeten Haushalten leben, kaum teil. Dabei sind die vorhandenen Daten zum Einfluss von Ernährungsarmut oder Ernährungsunsicherheit (engl. *food insecurity*) auf die Qualität der Ernährung und die Nährstoffzufuhr in Deutschland unzureichend [1]. Dieser spezifischen Bevölkerungsgruppe, ihrer Ernährungssituation und ihrem Ernährungsverhalten widmet sich die in Kapitel 4 beschriebene Studie [2].

In der Bayerischen Verzehrsstudie III (2021–2023), einer repräsentativ angelegten Querschnittsstudie, wurden aktuelle Verzehrdaten der bayerischen Bevölkerung erhoben. In der vorliegenden Auswertung werden die Unterschiede im Lebensmittelverzehr und der Nährstoffzufuhr in Abhängigkeit des verfügbaren Nettoäquivalenzeinkommens der Haushalte untersucht.

2.2 Methodik

2.2.1 Studienpopulation

Die BVS III wurde als repräsentative Studie für die bayerische Bevölkerung im Alter von 18 bis 75 Jahren geplant. In einem zweistufigen Zufallsverfahren (Auswahl von Gemeinden; in diesen: Zufallsauswahl der Personen über die Einwohnermeldeämter) wurden potenzielle Studienteilnehmende ausgewählt und kontaktiert. Nach Abzug qualitätsneutraler Ausfälle lag die Teilnahmequote bei 26 %, sodass etwa jede vierte zufällig ausgewählte Person an der Studie teilnahm. Im Rahmen der BVS III wurden insgesamt 1 503 Männer und Frauen im Alter von 18 bis 75 Jahren befragt.

2.2.2 Rekrutierung und Datenerhebung

Mit der praktischen Durchführung der Feldarbeit wurde das Marktforschungsunternehmen Cerner Enviza beauftragt. Die Hausbesuche erfolgten im Zeitraum von Oktober 2021 bis November 2022, die Ernährungserhebung wurde bis Januar 2023 durchgeführt. Der gesamte Studienzeitraum lag somit im Zeitraum der SARS-CoV-2-Pandemie, mit den bekannten Einschränkungen und entsprechenden Herausforderungen für die Durchführung.

Im persönlichen Eingangsinterview (im Rahmen des Hausbesuchs) wurden von den Teilnehmenden Informationen zu soziodemografischen Merkmalen, Ernährungsverhalten und Gesundheitszustand erhoben. Zusätzlich füllten die Teilnehmenden selbstständig per Tablet weitere Fragebögen, u. a. zum Ernährungsverhalten sowie zu Gesundheitsaspekten, Freizeit und Beruf aus.

Zur Erfassung des Lebensmittelverzehrs wurden in den folgenden sechs Wochen (nach dem Hausbesuch) wiederholte 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle (24HR) telefonisch erhoben. Es sollten pro Studienteilnehmer*in drei 24HR an zufällig ausgewählten Tagen (zwei Werktage, ein Wochenendtag) mithilfe der Software GloboDiet©, einer Weiterentwicklung von EPIC-SOFT©[1], standardisiert erfasst werden. Dabei wurden die Teilnehmenden telefonisch darüber befragt, was sie am Vortag gegessen und getrunken hatten. Die Datenerhebung erfolgte durch geschulte Interviewende des beauftragten Marktforschungsinstituts. Anschließend wurden die Daten einer intensiven Qualitätssicherung unterzogen.

[1] EPIC-SOFT© und GloboDiet© wurden von der *International Agency for Research on Cancer* (IARC) entwickelt; zuständig für die deutsche Version ist das Max Rubner-Institut (MRI)

2.2.3 Datenaufbereitung und -auswertung

Bei 1 148 Personen lagen zwei (n = 165) oder drei (n = 983) 24HR vor. 48 Personen wurden als extreme Underreporter mit einem Verhältnis der angegebenen Gesamtenergiezufuhr zum berechneten Grundumsatz von unter 0,6 identifiziert und von der vorliegenden Auswertung ausgeschlossen. Die folgenden Ergebnisse beruhen auf den Daten von 1 025 Teilnehmenden der BVS III, von denen Angaben zum verfügbaren Haushaltsnettoeinkommen vorlagen (Tab. 2/1).

Das Nettoäquivalenzeinkommen wurde anhand der Angaben zum Haushaltsnettoeinkommen und zur Haushaltsgröße berechnet. Hierzu wurde zunächst jeder abgefragten Einkommensgruppe der entsprechende Mittelwert zugeordnet (z. B.: 1 250 Euro bei Ankreuzen der Option „1 000 bis unter 1 500 Euro"). Die Haushaltsgröße wurde anhand der Gewichtungsfaktoren der modifizierten Skalen der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (*Organisation for Economic Co-operation and Development*, OECD) gewichtet [3]. Hierbei fließt der erste Erwachsene mit dem Faktor 1,0 in die Gewichtung ein, während die anderen Haushaltsmitglieder im Alter von 14 und mehr Jahren mit einem Faktor von 0,5 und alle weiteren mit 0,3 gewichtet werden. Durch Division des Haushaltsnettoeinkommens durch die gewichtete Haushaltsgröße wurde das Nettoäquivalenzeinkommen der Teilnehmenden berechnet. Entlang der Grenzen zur Armutsgefährdung und zum Einkommensreichtum erfolgte die Klassifizierung in geringes, mittleres und hohes Einkommen [4]. Hierbei gilt ein Nettoäquivalenzeinkommen unterhalb der Armutsgefährdungsschwelle, welche per Definition des Statistischen Bundesamts bei 60 % des nationalen Medianeinkommens liegt, als gering, während Nettoäquivalenzeinkommen über 200 % des Medianeinkommens, der Einkommensreichtumsschwelle, als hoch gelten. Der Median des nationalen Äquivalenzeinkommens lag in Deutschland im Jahr 2022, in das der Großteil der Datenerfassung in der BVS III fiel, bei 25 000 Euro/Jahr [5]. Demnach werden Äquivalenzeinkommen von unter 15 000 Euro/Jahr als gering eingestuft, Äquivalenzeinkommen zwischen 15 000 und 50 000 Euro/Jahr als mittleres Einkommen und Äquivalenzeinkommen über 50 000 Euro/Jahr als hohes Einkommen.

Den Teilnehmenden wurde anhand ihrer Angaben zum höchsten schulischen und beruflichen Abschluss nach der Internationalen Standardklassifikation des Bildungswesens (*International Standard Classification of Education*, ISCED) der entsprechende ISCED-97-Level zugewiesen [6]. Alle Teilnehmenden hatten zumindest die Grundschule besucht, sodass Level 0 nicht vergeben wurde. Es wurde unterschieden nach dem höchsten Schulabschluss: in Grundschulabschluss (Level 1), Haupt- oder Realschulabschluss ohne berufliche Ausbildung (Level 2), Haupt- oder Realschulabschluss mit beruflicher Ausbildung (Level 3), Fachhochschulreife, Abitur (Level 4), (Fach-)Hochschulabschluss (Level 5) und erfolgreiche Promotion (Level 6). Entsprechend der ISCED-Klassifikation des Statistischen Bundesamtes und des *German Microdata Labs* wurden die zugewiesenen ISCED-Levels für statistische Analysen anschließend zu 3 Bildungsstufen gruppiert [7]: niedrige Bildungsgruppe (Level 1 und 2), mittlere Bildungsgruppe (Level 3 und 4) und hohe Bildungsgruppe (Level 5 und 6).

Für die Ermittlung der Nährstoffzufuhr wurden die einzelnen Lebensmittel mit dem Bundeslebensmittelschlüssel (BLS), Version 3.02, verknüpft. Die Lebensmittel wurden zu Lebensmittel-Subgruppen und Lebensmittel-Hauptgruppen aggregiert. Für die Gruppierung wurde weitgehend die Systematik des BLS verwendet. Zusätzlich wurden die Subgruppen „fermentierte Milchprodukte", die Hauptgruppe „Ersatzprodukte" mit den Subgruppen

„Milchersatzprodukte“ und „Fleischersatzprodukte“ sowie die Hauptgruppe „Vollkornprodukte“ ausgewiesen. Die dargestellten Nährstoffe stellen eine Auswahl dar. Vitamin K und die meisten Spurenelemente werden wegen großer Unsicherheiten bezüglich der Richtigkeit und Aktualität der Angaben im BLS nicht dargestellt. Aufgrund des geringen Beitrags der Ernährung zur Vitamin-D-Versorgung werden auch Vitamin-D-Zufuhrmengen nicht dargestellt.

Für die Berechnung der mittleren Zufuhr pro Person wurden die 24HR für Werktag und Wochenendtag gewichtet. Im Folgenden werden deskriptive Daten der Ernährungsauswertung dargestellt. Die Ergebnisse sind als arithmetischer Mittelwert, Standardabweichung (SD), Median und Interquartilsabstand (*interquartile range,* IQR) dargestellt. Mit dem nichtparametrischen Kruskal-Wallis-Test wurden Unterschiede im Lebensmittelverzehr (Hauptgruppen) und der Zufuhr der dargestellten Nährstoffe zwischen den Einkommensgruppen getestet. Ein p-Wert $< 0{,}05$ wurde als statistisch signifikant gewertet. Der Einfluss des Einkommens (als kontinuierliche Variable) auf Lebensmittelverzehr und Nährstoffzufuhr wurde bei signifikantem oder nahezu signifikantem Kruskal-Wallis-Test mittels multivariabler linearer Regression modelliert.

2.3 Ergebnisse

2.3.1 Charakteristika der Stichprobe

Von 1 025 Teilnehmenden lebten 119 Männer und 160 Frauen in einem Haushalt mit niedrigem Nettoäquivalenzeinkommen; 60 Männer und 82 Frauen hatten ein hohes Nettoäquivalenzeinkommen (Tab. 2/1). Weitere Charakteristika der drei Einkommensgruppen sind in Tabelle 2/1 dargestellt. Ein niedriges Bildungsniveau (nach ISCED) war selten und eher bei Frauen zu finden. Es waren keine deutlichen Unterschiede im Anteil von Personen mit mittlerer und hoher Bildung zwischen den Einkommensgruppen zu erkennen.

Tabelle 2/1: Charakteristika der Männer und Frauen der BVS-III-Stichprobe, nach Einkommensgruppen (n = 1 025)

		Männer (n = 449)			**Frauen** (n = 576)		
		geringes	mittleres Einkommen	hohes	geringes	mittleres Einkommen	hohes
BMI[a] [kg/m²]	Mittelwert	26,7	27,0	26,1	24,8	25,2	24,4
	SD	4,4	4,1	3,6	4,4	5,6	4,7
		n (%)	**n (%)**	**n (%)**	**n (%)**	**n (%)**	**n (%)**
Altersgruppe [Jahre]	18–34	27 (22,7)	51 (18,9)	11 (18,3)	28 (17,5)	56 (16,8)	28 (34,1)
	35–49	30 (25,2)	79 (29,3)	12 (20,0)	46 (28,8)	109 (32,6)	11 (13,4)
	50–64	44 (37,0)	95 (35,2)	26 (43,3)	63 (39,4)	112 (33,5)	26 (31,7)
	65–75	18 (15,1)	45 (16,7)	11 (18,3)	23 (14,4)	57 (17,1)	17 (20,7)
	gesamt	119 (100)	270 (100)	60 (100)	160 (100)	334 (100)	82 (100)
Rauchen	aktuell	30 (25,2)	47 (17,4)	12 (20,0)	27 (16,9)	36 (10,8)	12 (14,6)
	früher	29 (4,4)	93 (34,4)	22 (36,7)	42 (26,3)	111 (33,2)	26 (31,7)
	nie	60 (50,4)	129 (47,8)	26 (43,3)	91 (56,9)	187 (56,0)	44 (53,7)
Bildung[b]	niedrig	2 (1,7)	4 (1,5)	1 (1,7)	10 (6,3)	19 (5,7)	2 (2,4)
	mittel	64 (53,8)	155 (57,4)	29 (48,3)	93 (58,1)	218 (65,3)	49 (60,0)
	hoch	53 (44,5)	111 (41,1)	30 (50,0)	57 (35,6)	97 (29,0)	31 (37,8)

n: Anzahl; SD: Standardabweichung

[a] Selbstangaben zu Körpergröße und Körpergewicht

[b] Bildung nach ISCED: niedrig (Level 1 und 2), mittel (Level 3 und 4), hoch (Level 5 und 6)

2.3.2 Lebensmittelverzehr

2.3.2.1 Lebensmittel tierischen Ursprungs

Der mittlere tägliche Verzehr von Lebensmitteln in den verschiedenen Einkommensgruppen ist in den Tabelle 2/2 und Tabelle 2/3 für Männer und Frauen getrennt beschrieben. Mit zunehmendem Einkommen sank der Fleischverzehr bei den Männern; der arithmetische Mittelwert betrug 61 g/Tag (geringes Einkommen) bzw. 59 g/Tag (mittleres Einkommen) und 53 g/Tag (hohes Einkommen). Bei den Frauen sank dagegen mit zunehmendem Einkommen der mittlere Wurstverzehr (29 vs. 27 vs. 24 g/Tag). Alle Unterschiede waren statistisch nicht signifikant.

Männer und Frauen in der hohen Einkommensgruppe wiesen den im Durchschnitt niedrigsten Fischverzehr auf; pro Tag wurden 19 g bzw. 15 g Fisch und Fischprodukte verzehrt.

Bei Männern mit hohem Einkommen (vs. mittlerem vs. niedrigem Einkommen) war der niedrigste durchschnittliche Verzehr von Milch und Milchprodukten (156 vs. 155 vs. 149 g/Tag) zu beobachten, bei gleichzeitig höchstem Verzehr von Milchersatzprodukten (12 vs. 8 vs. 19 g/Tag). Ein höherer Verzehr von Milchersatzprodukten war auch bei Frauen mit hohem Einkommen zu sehen (11 vs. 14 vs. 27 g/Tag); gleiches gilt für Fleischersatzprodukte, wenngleich in deutlich geringerer Menge (3 vs. 3 vs. 6 g/Tag). Mit zunehmendem Einkommen sank bei den Männern der Milchkonsum und stieg der Verzehr von Frischkäse/Quark und Joghurt/Kefir; bei Frauen stieg dagegen der Verzehr von Käse an.

2.3.2.2 Pflanzliche Lebensmittel

In der höchsten Einkommensgruppe wurde von Männern (geringes Einkommen: 147 g/Tag vs. mittleres Einkommen: 153 g/Tag vs. hohes Einkommen: 115 g/Tag) und Frauen (97 vs. 100 vs. 92 g/Tag) am wenigsten Brot verzehrt.

Mit zunehmendem Einkommen verzehrten Männer weniger Teigwaren (84 vs. 58 vs. 43 g/Tag) und mehr Reis (14 vs. 21 vs. 29 g/Tag); bei Frauen war das nicht zu beobachten. Insgesamt lag der Verzehr von Vollkornprodukten bei unter 20 g/Tag bei beiden Geschlechtern. Ein Einfluss des Einkommens auf die Verzehrmenge war weder bei Vollkornprodukten noch bei Gebäck zu erkennen.

Für den Verzehr von Getreideprodukten (Summe von Brot/Backwaren, Nährmittel, Vollkornprodukte) konnte im multivariablen linearen Regressionsmodell ein signifikant inverser Zusammenhang mit dem Einkommen festgestellt werden (Tab. 2/6).

Mit höherem Einkommen verzehrten Männer weniger Kartoffeln, eine Beobachtung, die auf Frauen nicht zutraf. Männer und Frauen in der höchsten Einkommensgruppe aßen mehr Obst und Hülsenfrüchte im Vergleich zu den beiden anderen Einkommensgruppen. Der Gemüseverzehr war jedoch bei Personen in der niedrigen Einkommensgruppe am höchsten.

2.3.2.3 Süßwaren, Suppen und Soßen

Frauen und Männer in der höchsten Einkommensgruppe wiesen im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen den niedrigsten Süßwarenverzehr auf; dies war vor allem auf den geringeren Verzehr von Schokolade, Schokoladenprodukten und Speiseeis zurückzuführen.

Mit zunehmendem Einkommen verzehrten Männer signifikant weniger Suppen und Soßen. Bei Frauen war das nicht so deutlich ausgeprägt. Im multivariaten linearen Regressionsmodell (Tab. 2/6) war ein signifikant inverser Einfluss des Einkommens auf den Verzehr von Suppen und Soßen nachweisbar.

Bis auf wenige Ausnahmen konnten keine ausgeprägten und statistisch signifikanten Unterschiede in der mittleren Zufuhr von Lebensmitteln zwischen den Einkommensgruppen festgestellt werden. Männer und Frauen in der höheren Einkommensgruppe verzehrten weniger rotes Fleisch und verwendeten mehr Ersatzprodukte für Milch und Fleisch in ihrer Ernährung, die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

2.3.2.4 Getränke

Die Unterschiede im Konsum alkoholfreier Getränke zwischen den Einkommensgruppen waren bei Männern deutlicher ausgeprägt als bei Frauen. Männer mit niedrigem Einkommen tranken mehr Wasser und Saftschorlen, aber weniger Kaffee und Tee als Männer mit mittlerem oder hohem Einkommen. Dagegen tranken Frauen in der Gruppe mit geringem Einkommen weniger Wasser und mehr Tee als Frauen in der mittleren und hohen Einkommensgruppe. In der höchsten Einkommensgruppe wurden mehr Säfte konsumiert als in der mittleren und niedrigen Gruppe.

Männer tranken aufgrund eines höheren Bierkonsums mehr alkoholhaltige Getränke als Frauen. Bei Frauen stieg der Verzehr alkoholhaltiger Getränke mit zunehmendem Einkommen an; dies lag insbesondere am gestiegenen Weinkonsum. So wurde in der Gruppe mit hohem Einkommen (72 ml/Tag) im Durchschnitt mehr als doppelt so viel Wein getrunken wie in der Gruppe mit geringem Einkommen (30 ml/Tag). Im multivariablen Regressionsmodell (Tab. 2/6) war ein signifikanter Einfluss des Einkommens auf den Konsum alkoholhaltiger Getränke oder von Ethanol nicht nachweisbar.

In multivariabel adjustierten Regressionsanalysen konnte eine signifikante Assoziation zwischen dem Haushaltsnettoeinkommen und dem Verzehr von Getreideprodukten (invers) sowie von Suppen/Soßen gezeigt werden.

Tabelle 2/2: Täglicher Verzehr von Lebensmitteln bei Männern, nach Einkommensgruppen (BVS III)

	Geringes Einkommen				Mittleres Einkommen				Hohes Einkommen				
Lebensmittelgruppe [g/Tag]	**MW**	**SD**	**Median**	**IQR**	**MW**	**SD**	**Median**	**IQR**	**MW**	**SD**	**Median**	**IQR**	***p-Wert*[a]**
Fleisch	61	70	41	97	59	60	45	80	53	62	35	79	*0,597*
Rindfleisch	14	29	0	22	12	25	0	15	12	24	0	11	
Schweinefleisch	17	36	0	17	17	29	0	28	19	43	0	17	
Geflügelfleisch	17	35	0	22	17	32	0	29	17	40	0	13	
Fleisch- und Wurstwaren	51	57	37	69	55	56	40	68	55	56	43	73	*0,567*
Wurstwaren	42	52	24	57	47	54	32	68	45	51	25	66	
Schinken, Pökelware	9	16	0	11	7	12	0	9	10	18	0	12	
Fisch/-waren	23	42	0	31	18	41	0	18	17	29	0	27	*0,652*
Ei/-produkte	24	41	10	33	18	24	8	28	21	24	9	37	*0,701*
Milch/-produkte	156	175	108	147	155	138	122	173	149	136	138	133	*0,693*
Milch	77	136	19	90	65	101	23	89	54	88	18	78	
Frischkäse, Quark	18	63	0	14	12	28	0	9	26	65	0	22	
fermentierte Milchprodukte (Joghurt, Kefir)	21	41	0	26	29	54	0	43	33	54	0	54	
sonstiger Käse	33	33	26	38	40	34	34	48	33	30	28	49	
Ersatzprodukte	15	60	0	0	10	33	0	0	24	68	0	0	*0,235*
Milchersatzprodukte	12	57	0	0	8	29	0	0	19	66	0	0	
Fleischersatzprodukte	3	13	0	0	2	10	0	0	5	20	0	0	
Butter	10	12	6	16	12	13	8	16	10	13	6	11	*0,229*
sonstige Speisefette und -öle	13	11	11	17	11	12	7	13	11	12	7	12	*0,095*
Brot und Backwaren	147	84	141	105	153	83	146	109	115	62	118	82	*0,007*
Weißbrot, Knäckebrot, Brötchen	66	52	58	79	62	53	55	69	47	45	41	69	
andere Brote (Mischbrot)	33	45	19	46	32	35	23	48	28	38	14	37	
Gebäck (feine Backwaren, etc.)	48	55	37	77	59	62	45	89	40	41	29	67	
Nährmittel	110	82	93	109	96	81	85	119	86	93	62	107	*0,048*
Reis	14	36	0	0	21	41	0	32	29	54	0	56	
Teigwaren	84	78	71	125	58	72	35	97	43	65	16	60	
Vollkornprodukte	18	26	0	30	20	27	0	36	18	27	0	32	*0,805*
Kartoffeln, Kartoffelprodukte	76	118	54	99	64	66	50	96	59	61	40	108	*0,769*
Gemüse	167	139	139	144	157	111	138	142	153	116	138	161	*0,923*
Hülsenfrüchte	9	19	0	3	9	25	0	1	13	61	0	0	*0,662*
Obst	88	102	51	138	90	103	60	133	110	149	67	163	*0,658*
Nüsse, Kerne und Samen	10	23	0	10	8	18	0	8	7	14	0	7	*0,896*
Marmelade, Gelee	5	10	0	9	7	12	0	11	5	10	0	7	*0,355*
Süßwaren	21	27	9	32	21	29	11	34	16	21	5	27	*0,537*
Suppen und Soßen	55	67	35	75	42	59	27	64	31	49	2	43	*0,008*
Süßspeisen, Desserts	15	39	0	0	14	39	0	0	18	47	0	1	*0,619*
Gewürze und Zutaten	20	23	15	24	18	17	15	23	18	19	14	26	*0,651*
alkoholfreie Getränke	1 839	1 020	1 674	1 534	1 684	835	1 595	1 178	1 608	833	1 619	1 203	*0,555*
Obst- und Gemüsesäfte	34	101	0	1	36	84	0	4	50	116	0	6	
Tafelwasser	1 518	1 089	1 321	1 755	1 404	867	1 316	1 270	1 287	860	1 320	1 472	
Saftschorlen	82	185	0	0	57	140	0	0	48	126	0	0	
Brausen, Limonaden	136	271	0	179	129	279	0	143	144	436	0	0	
Röstkaffee	274	270	225	429	322	301	258	389	330	330	254	321	*0,237*
Tee	180	322	0	232	204	338	0	321	221	362	0	352	*0,643*
Tee	89	203	0	25	99	222	0	71	126	268	0	0	
Früchtetee, Kräutertee	91	219	0	36	105	245	0	116	95	252	0	0	
alkoholhaltige Getränke	318	387	177	502	298	376	179	440	334	410	250	534	*0,802*
Bier	261	357	125	449	248	359	143	358	278	365	179	388	
Wein/Sekt	53	112	0	46	48	115	0	55	55	146	0	11	

IQR: Interquartilsabstand (*interquartile range*); MW: Mittelwert; n: Anzahl; SD: Standardabweichung

[a] Kruskal-Wallis-Test; statistische Signifikanz, wenn $p < 0,05$

← zurück zum Inhaltsverzeichnis

Tabelle 2/3: Täglicher Verzehr von Lebensmitteln bei Frauen, nach Einkommensgruppen (BVS III)

	Geringes Einkommen				Mittleres Einkommen				Hohes Einkommen				
Lebensmittelgruppe [g/Tag]	**MW**	**SD**	**Median**	**IQR**	**MW**	**SD**	**Median**	**IQR**	**MW**	**SD**	**Median**	**IQR**	***p-Wert*[a]**
Fleisch	40	43	33	53	40	43	30	60	38	46	24	56	*0,637*
Rindfleisch	11	28	0	14	7	17	0	0	9	22	0	0	
Schweinefleisch	10	19	0	11	12	25	0	10	7	18	0	0	
Geflügelfleisch	13	24	0	17	14	27	0	21	14	27	0	21	
Fleisch- und Wurstwaren	29	39	14	43	27	31	15	46	24	31	14	35	*0,675*
Wurstwaren	22	36	7	29	21	29	9	34	18	29	4	25	
Schinken, Pökelware	6	13	0	5	5	10	0	8	6	10	0	8	
Fisch/-waren	14	26	0	17	16	30	0	22	10	21	0	4	*0,570*
Ei/-produkte	17	20	14	27	17	21	9	26	17	20	10	25	*0,916*
Milch/-produkte	154	117	126	133	166	137	137	141	156	108	142	160	*0,808*
Milch	61	84	26	76	71	109	33	93	58	68	35	86	
Frischkäse, Quark	15	32	0	16	15	32	0	18	15	29	0	18	
fermentierte Milchprodukte (Joghurt, Kefir)	42	61	0	71	39	63	0	54	37	54	0	69	
sonstiger Käse	27	25	21	31	34	30	26	38	38	33	29	40	
Ersatzprodukte	14	37	0	0	17	44	0	0	33	101	0	0	*0,673*
Milchersatzprodukte	11	34	0	0	14	40	0	0	27	86	0	0	
Fleischersatzprodukte	3	12	0	0	3	13	0	0	6	21	0	0	
Butter	8	10	5	10	8	11	5	11	7	8	4	13	*0,424*
sonstige Speisefette und -öle	11	10	8	11	10	10	7	11	9	10	6	9	*0,465*
Brot und Backwaren	97	65	86	82	100	57	97	72	92	60	82	59	*0,162*
Weißbrot, Knäckebrot, Brötchen	35	31	31	44	36	35	29	47	33	29	28	42	
andere Brote (Mischbrot)	21	32	7	27	20	23	14	31	16	22	7	25	
Gebäck (feine Backwaren, etc.)	41	51	23	65	44	43	36	56	43	43	32	55	
Nährmittel	83	75	69	89	77	67	62	94	77	63	65	65	*0,827*
Reis	19	45	0	23	16	36	0	17	13	24	0	21	
Teigwaren	48	56	35	80	44	54	21	80	45	46	37	68	
Vollkornprodukte	17	24	7	23	17	25	9	25	13	18	0	23	*0,502*
Kartoffeln, Kartoffelprodukte	58	71	36	78	62	70	46	81	61	78	28	97	*0,391*
Gemüse	201	167	159	148	185	123	164	145	180	111	158	144	*0,952*
Hülsenfrüchte	11	23	0	10	9	19	0	6	12	27	0	11	*0,729*
Obst	127	126	107	135	133	115	115	165	152	139	130	132	*0,346*
Nüsse, Kerne und Samen	9	14	0	12	6	11	0	7	10	15	3	18	*0,005*
Marmelade, Gelee	7	10	0	10	5	10	0	7	4	9	0	6	*0,124*
Süßwaren	18	24	9	24	18	23	9	26	15	21	5	25	*0,407*
Suppen und Soßen	33	41	20	52	33	51	14	47	26	36	11	43	*0,588*
Süßspeisen, Desserts	13	32	0	6	12	33	0	0	11	33	0	0	*0,321*
Gewürze und Zutaten	19	17	16	19	19	17	16	23	19	21	15	22	*0,821*
alkoholfreie Getränke	1 574	682	1 640	966	1 559	740	1 530	927	1 674	716	1 536	1 045	*0,311*
Obst- und Gemüsesäfte	27	82	0	3	26	67	0	2	35	102	0	1	
Tafelwasser	1 400	694	1 500	980	1 388	748	1 375	993	1 476	749	1 445	1 106	
Saftschorlen	38	104	0	0	48	123	0	0	67	186	0	0	
Brausen, Limonaden	50	124	0	0	53	146	0	0	49	137	0	0	
Röstkaffee	318	280	274	315	286	230	250	317	332	291	256	314	*0,464*
Tee	338	456	168	509	296	433	143	378	243	413	0	332	*0,204*
Tee	118	255	0	89	100	237	0	89	85	197	0	89	
Früchtetee, Kräutertee	220	388	0	272	197	332	0	268	158	363	0	165	
alkoholhaltige Getränke	86	143	0	115	105	161	0	171	132	180	71	178	*0,088*
Bier	49	116	0	0	51	112	0	0	48	104	0	0	
Wein/Sekt	30	68	0	32	50	98	0	71	72	118	0	128	

IQR: Interquartilsabstand (*interquartile range*); MW: Mittelwert; n: Anzahl; SD: Standardabweichung

[a] Kruskal-Wallis-Test; statistische Signifikanz, wenn $p < 0,05$

← zurück zum Inhaltsverzeichnis

2.3.3 Energie- und Nährstoffzufuhr

In Tabelle 2/4 und Tabelle 2/5 wird die Zufuhr von Energie und energieliefernden Nährstoffen sowie von ausgewählten Vitaminen und Mineralstoffen bei Männern und Frauen in den drei Einkommensgruppen dargestellt.

2.3.3.1 Energie und energieliefernde Nährstoffe

Mit zunehmendem Einkommen nahmen Männer signifikant weniger Energie auf (geringes Einkommen: 2 219 kcal/Tag vs. mittleres Einkommen: 2 176 kcal/Tag vs. hohes Einkommen: 2 030 kcal/Tag). Dies war sowohl auf eine sinkende Zufuhr von Fett (und Fettsäuregruppen) als auch von Kohlenhydraten (und Stärke) und Protein zurückzuführen. Aus dem Verzehr von Kohlenhydraten stammten etwa 40 % der Energie (En%), aus Fett 39 bis 40 En% und aus Protein 15 En%. Bei Frauen bestanden zwischen den drei Einkommensgruppen keine Unterschiede in der Energiezufuhr.

Männer wiesen einen etwa doppelt so hohen Konsum von Alkohol (Ethanol) wie Frauen auf. In der Gruppe mit hohem Einkommen zeigten Frauen (2,1 vs. 2,8 vs. 3,7 En%) und Männer (5,1 vs. 4,6 vs. 5,8 En%) die höchste mittlere Zufuhr von Ethanol; dies entspricht den Ergebnissen zum Konsum von alkoholhaltigen Getränken (s. 2.3.3.2).

Die Zufuhr von Ballaststoffen lag im Mittel bei ca. 17–18 g/Tag bei beiden Geschlechtern; ein Einfluss des Einkommens war nicht erkennbar.

Auch in den nicht für Energie adjustierten linearen Regressionsmodellen zeigten sich keine signifikanten Assoziationen zwischen der Zufuhr von energieliefernden Nährstoffen und dem Einkommen.

2.3.3.2 Vitamine

Bei Männern und Frauen waren keine signifikanten Unterschiede in der Vitaminzufuhr zwischen den Einkommensgruppen zu beobachten. Die mittleren Vitaminzufuhrmengen waren eher in der Gruppe mit hohem Einkommen etwas niedriger und in der Gruppe mit niedrigem Einkommen etwas höher (Vitamin E, die meisten B-Vitamine).

2.3.3.3 Mineralstoffe

Alle betrachteten Mineralstoffe wurden von Männern im Durchschnitt in deutlich höheren Mengen aufgenommen als von Frauen. Mit zunehmendem Einkommen sank die Speisesalzzufuhr (NaCl), am stärksten war dieser Unterschied bei Männern zu sehen. Er sank von 11,9 g/Tag (geringes Einkommen) auf 9,9 g/Tag (mittleres Einkommen) und auf 4,8 g/Tag (hohes Einkommen). Mittels multivariabler linearer Regression konnte ein signifikant inverser Zusammenhang zwischen dem Haushaltsnettoeinkommen und der Speisesalzzufuhr nachgewiesen werden.

> Mit Ausnahme der Speisesalzzufuhr waren keine signifikanten Unterschiede in den durchschnittlichen Vitamin- und Mineralstoffzufuhrwerten zwischen den Einkommensgruppen nachweisbar. Die Speisesalzzufuhr war bei Personen mit geringem Einkommen signifikant höher.

Tabelle 2/4: Tägliche Energie- und Nährstoffzufuhr bei Männern, nach Einkommensgruppen (BVS III)

	Geringes Einkommen				Mittleres Einkommen				Hohes Einkommen				
Zufuhr pro Tag	**MW**	**SD**	**Median**	**IQR**	**MW**	**SD**	**Median**	**IQR**	**MW**	**SD**	**Median**	**IQR**	***p-Wert*[a]**
Energie [kcal]	2 219	624	2 152	784	2 176	534	2 166	746	2 030	741	1 791	925	*0,031*
Energie [kJ]	9 294	2 614	9 012	3.277	9 112	2 235	9 076	3 126	8 503	3 107	7 509	3 867	
Protein [g]	83,7	31,1	77,2	32,5	80,0	24,4	76,1	25,8	76,4	32,3	70,1	31,5	*0,105*
Fett [g]	94,3	37,4	87,8	39,0	93,5	29,9	92,0	39,1	83,8	37,9	76,8	46,4	*0,031*
SFA [g]	40,0	17,5	37,5	19,1	41,4	15,4	39,9	20,2	36,0	17,1	33,0	19,6	*0,015*
MUFA [g]	33,0	14,9	29,6	14,7	32,1	10,9	31,4	14,6	28,7	14,3	26,0	14,6	*0,016*
n-6-PUFA [g]	12,3	5,6	10,0	6,3	11,2	5,0	10,4	6,2	11,1	6,1	10,3	8,1	*0,260*
n-3-PUFA [g]	2,08	1,11	1,81	1,39	1,91	1,06	1,64	1,16	1,92	1,28	1,63	1,42	*0,155*
Kohlenhydrate [g]	218,8	72,1	209,7	83,8	216,2	66,8	204,9	87,7	201,1	87,0	174,5	99,5	*0,050*
Monosaccharide [g]	35,0	24,2	28,6	30,6	33,5	24,0	28,6	27,4	36,0	32,7	24,6	26,6	*0,780*
Saccharose [g]	41,2	27,7	33,4	32,4	42,5	26,0	37,8	28,1	41,2	31,6	33,0	38,6	*0,401*
Ballaststoffe [g]	18,4	7,7	17,1	8,4	18,0	6,5	16,8	9,3	17,7	8,2	15,8	11,4	*0,611*
Alkohol (Ethanol) [g]	15,5	18,6	8,2	27,2	14,3	17,2	8,5	21,5	16,5	21,7	9,9	23,2	*0,916*
Protein [En%]	15,4	3,4	14,7	4,3	15,1	3,7	14,8	4,3	15,6	4,5	15,1	3,8	*0,722*
Fett [En%]	38,4	7,5	38,7	9,3	39,1	7,0	39,0	8,6	37,3	9,4	37,2	11,4	*0,388*
Kohlenhydrate [En%]	40,4	8,4	39,9	10,6	40,5	7,3	40,8	9,3	40,5	9,2	41,0	13,4	*0,975*
Alkohol [En%]	5,1	6,2	2,9	8,7	4,6	5,5	3,1	7,3	5,8	6,7	3,6	8,3	*0,654*
Vitamin A (RAE) [mg]	1,18	1,09	0,85	0,70	1,28	1,20	0,94	0,76	1,04	0,71	0,84	0,66	*0,142*
Vitamin A (Retinol) [mg]	0,65	0,90	0,40	0,29	0,76	1,07	0,46	0,34	0,54	0,58	0,39	0,29	*0,025*
β-Carotin [mg]	3,15	2,92	2,24	2,54	3,16	2,72	2,42	2,61	2,98	2,72	2,29	2,31	*0,826*
Vitamin D [µg]	3,0	4,1	2,1	2,1	3,0	6,2	2,0	1,5	2,4	2,3	1,8	1,8	*0,211*
Vitamin E (TE) [mg]	13,61	7,15	11,65	7,77	11,77	5,61	11,11	6,25	12,45	5,90	11,78	8,59	*0,101*
Vitamin E (α-Tocopherol) [mg]	12,73	6,65	11,05	7,13	10,99	5,01	10,41	5,94	11,55	5,59	10,95	7,39	*0,095*
Thiamin (Vitamin B_1) [mg]	1,31	0,70	1,19	0,62	1,25	0,55	1,14	0,54	1,25	0,74	1,12	0,61	*0,509*
Riboflavin (Vitamin B_2) [mg]	1,44	0,76	1,29	0,69	1,39	0,53	1,27	0,65	1,38	0,57	1,24	0,69	*0,875*
Niacin, Nicotinsäure [mg]	20,10	9,63	18,66	10,60	18,62	7,10	17,55	9,15	19,19	9,84	16,61	11,27	*0,551*
Niacin-Äq. [mg]	36,53	14,38	33,60	15,29	34,47	10,76	32,97	13,62	34,48	14,77	30,77	14,69	*0,475*
Pantothensäure [mg]	4,35	2,44	3,84	1,89	4,15	1,62	3,85	1,80	4,40	2,37	3,55	2,19	*0,828*
Vitamin B_6 [mg]	1,56	0,75	1,41	0,79	1,47	0,55	1,38	0,61	1,54	0,80	1,34	0,69	*0,597*
Biotin [mg]	0,049	0,042	0,039	0,018	0,046	0,029	0,039	0,024	0,051	0,041	0,039	0,034	*0,763*
Folat [µg]	235	105	217	108	217	84	207	112	232	103	213	131	*0,294*
Vitamin B_{12} [µg]	6,2	6,6	4,9	4,0	5,3	2,5	4,8	2,9	5,5	4,1	4,5	3,5	*0,717*
Vitamin C [mg]	104,7	80,2	83,5	86,2	94,4	56,1	84,3	73,9	104,7	62,6	89,4	76,9	*0,526*
Natrium [g]	5,12	10,75	2,85	1,56	3,92	6,18	2,76	1,37	2,98	2,66	2,49	1,83	*0,206*
Chlorid [g]	7,90	15,85	4,31	2,40	6,01	9,20	4,34	2,08	4,79	4,01	4,12	2,59	*0,291*
Speisesalz (gesamt) [g]	11,91	26,18	6,15	3,65	8,96	15,00	6,27	2,96	6,77	6,36	5,76	3,34	*0,259*
Kalium [g]	2,86	1,02	2,75	1,11	2,69	0,76	2,62	1,02	2,69	0,87	2,55	1,21	*0,355*
Calcium [mg]	900	448	807	451	920	375	890	478	835	363	761	439	*0,220*
Magnesium [mg]	364	133	349	132	336	103	319	131	335	109	320	121	*0,161*
Phosphor [mg]	1 412	549	1 277	544	1 329	408	1 284	457	1 243	446	1 152	503	*0,087*
Schwefel [mg]	959	371	862	425	899	305	853	271	850	319	786	332	*0,087*
Eisen [mg]	12,12	4,21	10,93	4,81	11,49	3,89	10,71	4,23	11,36	4,56	10,99	6,98	*0,289*
Zink [mg]	10,97	4,23	10,00	3,94	10,80	3,31	10,22	3,66	10,30	3,93	9,32	5,36	*0,294*

Äq: Äquivalente; En%: Prozentualer Anteil an der Gesamtenergiezufuhr; IQR: Interquartilsabstand (*interquartile range*); MUFA: einfach ungesättigte Fettsäuren (*monounsaturated fatty acids*); MW: Mittelwert; n: Anzahl; PUFA: mehrfach ungesättigte Fettsäuren (*polyunsaturated fatty acids*); RAE: Retinolaktivitätsäquivalent (*retinol activity equivalent*); SD: Standardabweichung; SFA: gesättigte Fettsäuren (*saturated fatty acids*); TE: α-Tocopherol-Äquivalente (*tocopherol equivalents*)

[a] Kruskal-Wallis-Test; statistische Signifikanz, wenn $p < 0,05$

Tabelle 2/5: Tägliche Energie- und Nährstoffzufuhr bei Frauen, nach Einkommensgruppen (BVS III)

	Geringes Einkommen				Mittleres Einkommen				Hohes Einkommen				
Zufuhr pro Tag	**MW**	**SD**	**Median**	**IQR**	**MW**	**SD**	**Median**	**IQR**	**MW**	**SD**	**Median**	**IQR**	***p*-Wert[a]**
Energie [kcal]	1 649	460	1 583	649	1 653	419	1 611	576	1 650	435	1 599	470	*0,924*
Energie [kJ]	6 907	1 927	6 632	2 731	6 922	1 754	6 748	2 417	6 909	1 820	6 714	1 974	
Protein [g]	60,7	17,9	58,3	19,9	61,3	18,3	59,3	24,6	59,5	19,1	55,9	21,1	*0,598*
Fett [g]	73,0	25,3	70,4	34,4	72,3	24,1	69,8	30,9	71,5	23,1	67,7	27,9	*0,936*
SFA [g]	30,8	12,4	29,2	16,2	30,8	12,5	29,1	15,2	30,6	11,2	27,6	14,8	*0,999*
MUFA [g]	24,8	9,1	22,9	12,1	24,3	8,5	23,8	11,5	24,2	8,5	22,3	10,4	*0,897*
n-6-PUFA [g]	10,2	4,7	9,2	6,3	10,0	4,8	8,9	6,0	9,9	4,7	8,7	5,7	*0,598*
n-3-PUFA [g]	1,62	1,12	1,37	0,94	1,77	1,30	1,39	1,04	1,67	1,21	1,43	1,04	*0,728*
Kohlenhydrate [g]	167,3	57,4	156,6	72,2	166,6	51,1	159,2	66,9	164,7	50,6	163,2	57,0	*0,935*
Monosaccharide [g]	30,0	16,0	26,8	21,3	30,8	16,5	26,5	20,2	33,2	15,2	30,0	22,6	*0,147*
Saccharose [g]	37,2	23,5	31,9	29,5	35,5	19,0	31,8	24,4	36,2	20,8	30,9	23,6	*0,962*
Ballaststoffe [g]	16,9	7,0	15,9	7,8	16,5	6,2	15,7	7,0	17,1	7,4	15,7	8,5	*0,973*
Alkohol (Ethanol) [g]	4,9	7,9	0,5	7,3	6,4	10,3	0,7	9,3	8,7	12,7	3,3	12,3	*0,088*
Protein [En%]	15,3	3,5	15,0	3,9	15,3	3,5	15,0	4,3	14,8	3,1	13,9	4,1	*0,299*
Fett [En%]	40,4	7,3	40,6	10,7	39,9	7,1	39,8	10,0	39,6	6,1	39,5	8,2	*0,669*
Kohlenhydrate [En%]	41,3	7,4	41,5	10,3	41,2	7,5	41,0	9,9	41,0	7,8	40,9	11,6	*0,897*
Alkohol [En%]	2,1	3,5	0,2	3,3	2,8	4,4	0,3	3,7	3,7	5,7	1,6	5,0	*0,100*
Vitamin A (RAE) [mg]	1,21	1,33	0,91	0,70	1,14	0,91	0,90	0,72	1,25	0,99	1,02	0,73	*0,590*
Vitamin A (Retinol) [mg]	0,58	1,21	0,35	0,29	0,52	0,74	0,35	0,26	0,57	0,74	0,39	0,27	*0,563*
β-Carotin [mg]	3,77	3,39	2,88	3,12	3,68	3,13	2,86	2,99	4,04	3,95	3,07	3,51	*0,934*
Vitamin D [µg]	2,3	2,8	1,5	1,4	2,5	2,9	1,7	1,7	2,1	1,8	1,8	1,6	*0,452*
Vitamin E (TE) [mg]	12,05	5,82	10,71	7,32	11,78	5,54	11,02	6,75	11,57	6,16	10,67	5,71	*0,712*
Vitamin E (α-Tocopherol) [mg]	11,23	5,41	9,72	6,33	10,85	5,20	10,00	5,74	10,02	4,05	9,65	4,96	*0,442*
Thiamin (Vitamin B_1) [mg]	1,01	0,52	0,88	0,45	1,03	0,59	0,92	0,48	0,96	0,40	0,86	0,50	*0,751*
Riboflavin (Vitamin B_2) [mg]	1,20	0,51	1,09	0,55	1,19	0,50	1,10	0,53	1,13	0,41	1,07	0,48	*0,880*
Niacin, Nicotinsäure [mg]	14,59	6,13	13,63	7,01	14,12	6,33	12,91	7,16	13,34	5,62	12,19	8,41	*0,271*
Niacin-Äq. [mg]	26,51	8,45	24,99	10,80	26,25	8,83	25,14	10,95	25,12	8,79	23,12	10,81	*0,420*
Pantothensäure [mg]	3,77	1,88	3,26	1,63	3,72	1,90	3,24	1,69	3,61	1,54	3,29	1,53	*0,967*
Vitamin B_6 [mg]	1,21	0,62	1,09	0,52	1,20	0,62	1,08	0,55	1,17	0,46	1,17	0,48	*0,895*
Biotin [mg]	0,043	0,033	0,035	0,018	0,043	0,037	0,036	0,019	0,041	0,019	0,038	0,021	*0,671*
Folat [µg]	213	97	190	96	208	89	192	90	212	86	200	85	*0,786*
Vitamin B_{12} [µg]	4,3	5,9	3,3	1,8	4,1	3,7	3,4	2,5	3,6	2,2	3,2	2,1	*0,372*
Vitamin C [mg]	109,5	88,9	86,5	82,3	99,6	58,6	84,9	68,8	120,7	86,0	93,5	98,4	*0,344*
Natrium [g]	3,33	7,01	1,91	1,09	3,15	5,85	1,96	1,12	2,48	3,31	1,85	1,20	*0,322*
Chlorid [g]	5,35	10,39	3,26	1,78	5,04	8,71	3,28	1,81	3,98	4,95	2,89	1,84	*0,119*
Speisesalz (gesamt) [g]	7,77	17,11	4,37	2,57	7,33	14,24	4,48	2,43	5,72	8,08	4,05	2,75	*0,270*
Kalium [g]	2,48	0,84	2,34	0,86	2,44	0,70	2,37	0,94	2,48	0,84	2,43	0,83	*0,968*
Calcium [mg]	758	288	693	458	819	356	760	418	820	309	785	431	*0,193*
Magnesium [mg]	293	93	273	114	288	84	274	111	296	105	293	122	*0,914*
Phosphor [mg]	1 039	338	966	391	1 072	345	1 015	413	1 050	318	1 035	379	*0,492*
Schwefel [mg]	689	194	655	239	685	201	656	250	664	206	621	197	*0,512*
Eisen [mg]	9,65	3,52	9,05	3,82	9,74	3,04	9,29	3,87	9,76	3,30	9,03	3,76	*0,628*
Zink [mg]	8,31	2,82	7,86	3,17	8,43	2,60	8,13	3,57	8,35	2,73	7,91	3,06	*0,749*

Äq: Äquivalente; En%: Prozentualer Anteil an der Gesamtenergiezufuhr; IQR: Interquartilsabstand (*interquartile range*); MUFA: einfach ungesättigte Fettsäuren (*monounsaturated fatty acids*); MW: Mittelwert; n: Anzahl; PUFA: mehrfach ungesättigte Fettsäuren (*polyunsaturated fatty acids*); RAE: Retinolaktivitätsäquivalent (*retinol activity equivalent*); SD: Standardabweichung; SFA: gesättigte Fettsäuren (*saturated fatty acids*); TE: α-Tocopherol-Äquivalente (*tocopherol equivalents*)

[a] Kruskal-Wallis-Test; statistische Signifikanz, wenn $p < 0,05$

Männer in der niedrigen Einkommensgruppe wiesen die höchsten mittleren Zufuhrwerte für Kalium, Magnesium, Phosphor, Schwefel, Eisen und Zink auf. Die Unterschiede zu den beiden anderen Einkommensgruppen waren jedoch nicht sehr groß. Bei den Frauen fanden sich nur geringe Unterschiede in den Mittelwerten der genannten Mineralstoffe zwischen den Einkommensgruppen. Es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den drei Einkommensgruppen ermittelt.

Tabelle 2/6: Ergebnisse der multivariablen linearen Regressionsmodelle zum Einfluss des Nettoäquivalenzeinkommens auf den Verzehr ausgewählter Lebensmittelgruppen und Nährstoffe (BVS III)

	Variable	β-Schätzer	Standard-fehler	p-Wert	R^2
Lebensmittelverzehr					
Getreideprodukte [g/Tag][a, b]	Alter	-1,5419	0,1865	0,0000	
	Frauen	-25,1802	6,0552	0,0000	
	Energie (gesamt)	0,0910	0,0053	0,0000	
	NÄq.-Einkommen	**-5,1767**	**1,8957**	**0,0064**	
	mittlere Bildung	-7,2315	14,2817	0,6127	
	hohe Bildung	-10,0887	14,6614	0,4915	
	Ex-Raucher	5,5694	6,0477	0,3573	
	Raucher	-19,1689	7,6768	0,0127	0,36
Suppen und Soßen [g/Tag, log-transformiert][b]	Alter	-0,0106	0,0023	0,0000	
	Frauen	-0,1824	0,0769	0,0180	
	Energie (gesamt)	0,0002	0,0001	0,0017	
	NÄq.-Einkommen	**-0,0708**	**0,0251**	**0,0050**	
	mittlere Bildung	-0,0614	0,1946	0,7524	
	hohe Bildung	-0,1093	0,1980	0,5812	
	Ex-Raucher	0,1551	0,0780	0,0470	
	Raucher	0,1726	0,1003	0,0858	0,10
alkoholhaltige Getränke [g/Tag][b]	Alter	3,4628	0,5881	0,0000	
	Frauen	-131,9628	19,0992	0,0000	
	Energie (gesamt)	0,1176	0,0167	0,0000	
	NÄq.-Einkommen	**9,6007**	**5,9794**	**0,1087**	
	mittlere Bildung	69,3653	45,0472	0,1239	
	hohe Bildung	89,3872	46,2447	0,0535	
	Ex-Raucher	17,7775	19,0756	0,3516	
	Raucher	118,5609	24,2141	0,0000	0,21
Nährstoffzufuhr					
Speisesalz [g/Tag, log-transformiert][b]	Alter	-0,0025	0,0014	0,0654	
	Frauen	-0,0641	0,0442	0,1478	
	Energie (gesamt)	0,0005	0,0000	0,0000	
	NÄq.-Einkommen	**-0,0283**	**0,0138**	**0,0410**	
	mittlere Bildung	-0,1248	0,1043	0,2318	
	hohe Bildung	-0,1798	0,1071	0,0935	
	Ex-Raucher	-0,0084	0,0442	0,8498	
	Raucher	0,0275	0,0561	0,6244	0,21

NÄq.-Einkommen: Nettoäquivalenzeinkommen

[a] Summe aus Brot/Backwaren, Nährmittel, Vollkornprodukte

[b] adjustiert für Alter (Jahre; kontinuierliche Variable), Geschlecht (vs. Männer), Nettoäquivalenz-einkommen (pro 1 000 €; kontinuierliche Variable), Bildung (ISCED, vs. niedrige Bildung), rauchen (vs. nie geraucht), Gesamtenergiezufuhr (kcal; kontinuierliche Variable)

2.4 Diskussion

2.4.1 Methodische Aspekte

In dieser populationsbasierten Studie lag die Teilnahmequote bei 26 %. Ein wichtiger Einflussfaktor war dabei sicherlich die vorherrschende SARS-CoV-2-Pandemie. Der Anteil der Personen mit niedrigem Einkommen lag bei 25 % der Stichprobe (mit validen Ernährungsdaten), sodass nicht von einer selektiv niedrigeren Beteiligung von Personen in dieser Einkommensgruppe ausgegangen werden kann. Auffällig ist der relativ hohe Anteil von Personen mit hoher Bildung in der Gruppe mit niedrigem Einkommen. Die Folgen der Pandemie mit einem Anstieg von Kurzarbeit und Arbeitslosigkeit in bestimmten Branchen könnten zur Erklärung beitragen.

Bezüglich der Bildung von Einkommensgruppen wurde ein beschriebener Ansatz gewählt, der auf der Basis des selbstberichteten Haushaltsnettoeinkommens und der im Haushalt lebenden Personen fußt. Der Ansatz ist vergleichbar mit dem *poverty-income ratio*, das in den USA eingesetzt wird [8, 9]. Ein Großteil der Studienteilnehmenden war bereit, diese Frage zu beantworten; in der Gruppe mit akzeptablen Ernährungsdaten machten nur 36 Männer und 39 Frauen keine Angaben zu dieser Frage. Eine Validierung der Selbstangaben erfolgte nicht.

Ein Fragebogen zur Ermittlung von Ernährungsunsicherheit wurde in der Studie nicht eingesetzt. Schätzungsweise etwa 5 bis 20 % der Bevölkerung in Europa sind von Ernährungsunsicherheit betroffen [10]; häufig sind es Frauen, Kinder, Alleinerziehende und Ältere. Bei Personen, die Lebensmittelhilfe (z. B. Tafeln) nutzen, wird der Anteil auf 70 % geschätzt [11, 12]. Der betroffene Personenkreis ist schwerlich anhand von soziodemographischen Informationen zu identifizieren [11, 13]. Dieser Personenkreis könnte unter die hier untersuchte Gruppe mit geringem Nettoäquivalenzeinkommen fallen, allerdings können die Personen, die dabei tatsächlich von Ernährungsunsicherheit oder Ernährungsarmut betroffen sind, ohne Zusatzinformationen (z. B. über die *Food Insecurity Experience Scale* [FIES] der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen [*Food and Agriculture Organization of the United Nations*, FAO] [14]) nicht identifiziert und beschrieben werden.

2.4.2 Evidenz aus bisherigen Studien

Der sozioökonomische Status (SES) wird häufig definiert auf der Basis von Informationen zum Einkommen, zum höchsten erreichten Schulabschluss (Bildung) und zur beruflichen Ausbildung bzw. Stellung. Mehrere Auswertungen bevölkerungsbasierter Ernährungsstudien in Deutschland beschreiben die Lebensmittelauswahl und Nährstoffzufuhr nach SES-Gruppen [15–17]. Mader et al. [16] analysierten in ihrer Auswertung der Verzehrdaten von Kindern (KiGGS, 2003 bis 2012; Verzehrshäufigkeitsfragebogen (*Food Frequency Questionnaire*, FFQ) und Erwachsenen (NEMONIT, 2005 bis 2013; zwei 24HR) auch den Einfluss des Einkommens auf die Qualität der Ernährung (*Diet Scores*; Energiedichte). Die Analyse konnte keine direkten Zusammenhänge nachweisen. In einer deutlich älteren Studie mit Daten aus dem Nationalen Gesundheitssurvey (1991/1992; FFQ) kurz nach der Wiedervereinigung konnten jedoch Assoziationen zwischen Einkommensgruppen und

dem Verzehr ausgewählter Lebensmittelgruppen (rotes Fleisch, Salat, Weißbrot, Vollkornbrot, Hafermehl-Cerealien) gezeigt werden [18].

Studien aus den USA oder UK untersuchten verschiedene Komponenten des SES, darunter auch die Variable Einkommen, auf ihren Einfluss auf den Lebensmittelverzehr [8, 19, 20], die Nährstoffzufuhr [9, 19, 21], die Qualität der Ernährung (*diet quality scores*) oder die Erreichung von Ernährungsempfehlungen [22, 23]. In den Analysen, die auch die einzelnen Komponenten des SES analysierten, war Bildung meist die wichtigste Determinante für die Ernährung, und Einkommen hatte einen geringeren bis keinen Effekt.

In der SARS-CoV-2-Pandemie hat sich die finanzielle Situation vieler Haushalte infolge von Kurzarbeit oder Verlust des Arbeitsplatzes verschlechtert, während gleichzeitig die Lebensmittelpreise stark angestiegen sind [1]. Aus dieser Zeit liegen keine bevölkerungsbasierten Verzehrstudien zum Einfluss des Einkommens auf den Lebensmittelverzehr vor. Andere Studien, wie z. B. die Göttinger Panel-Erhebung oder die Konstanzer EUCLID-Studie, lieferten keine klaren Hinweise auf einen substanziellen Einfluss des Einkommens auf Ernährungsfaktoren [1]. Die hier vorgestellten Ergebnisse zum Einfluss des Nettoäquivalenzeinkommens auf die Ernährung Erwachsener in Bayern schließen somit eine Wissenslücke.

Die bisherige Forschungslage weist Bildung als eine wichtige Determinante für die Ernährung aus, der Effekt von Einkommen scheint hingegen gering zu sein.

In der vorliegenden deskriptiven Auswertung waren die Unterschiede in der mittleren Zufuhr von Lebensmitteln und Nährstoffen zwischen den drei Einkommensgruppen bis auf wenige Ausnahmen nicht ausgeprägt. Unterschiede zwischen den Einkommensgruppen waren eher bei den Männern als bei den Frauen zu sehen. So hatten Männer mit geringem Einkommen im Mittel eine höhere Energie-, Fett- und Kohlenhydratzufuhr als finanziell besser gestellte Männer. Auffällig war die hohe mittlere Speisesalzzufuhr bei Männern mit geringem Einkommen, vor allem im Vergleich zu Männern mit hohem Einkommen.

Tendenziell war in der Gruppe mit niedrigem Einkommen der Obstverzehr geringer und der Gemüseverzehr höher; frühere Studien berichteten dagegen auch von einem geringeren Verzehr von Gemüse (oder Subgruppen wie Salat) [18]. Personen mit niedrigem und mittlerem Nettoäquivalenzeinkommen verzehrten tendenziell mehr Getreideprodukte als Personen mit hohem Einkommen.

Auch der Verzehr von Fleisch könnte einkommenssensitiv sein [18]. Die Unterschiede im Verzehr von Lebensmitteln tierischer Herkunft waren zwischen den Einkommensgruppen in der vorliegenden Analyse jedoch gering; die Ergebnisse weisen auf einen geringeren Verzehr in der Gruppe mit hohem Einkommen im Vergleich zu mittlerem und niedrigem Einkommen hin.

Frauen mit geringem Einkommen konsumierten weniger alkoholhaltige Getränke als Frauen mit hohem Einkommen. Männer mit niedrigem Einkommen tranken weniger Kaffee und Tee, aber mehr Tafelwasser als Männer mit mittlerem oder hohem Einkommen. Vergleichbare Studien hierzu liegen nicht vor.

2.4.3 Bewertung des Lebensmittelverzehrs sowie der Energie- und Nährstoffzufuhr

Beim Vergleich der Ergebnisse des mittleren Verzehrs von Lebensmittelgruppen mit den Optimierungsergebnissen (OE) zu den lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) [24] zeigen sich deutliche Abweichungen (Tab. 2/7). So verzehrten erwachsene Männer und Frauen in Bayern in den Jahren 2021–2023 viel weniger Gemüse, Obst und Säfte als empfohlen (OE: 606 g/Tag); dies trifft in geringerem Maße auch für den Verzehr von Nüssen zu (OE: 13 g/Tag). In der Gruppe mit geringem Einkommen wurden mehr Gemüse, aber weniger Obst gegessen und Säfte getrunken als in der Gruppe mit hohem Einkommen. Der Kartoffelverzehr war doppelt so hoch wie in der Optimierung berechnet, dagegen war der mittlere Verzehr von Getreideprodukten niedriger. Der höchste Verzehr von Kartoffeln und Getreideprodukten fand sich bei Männern mit niedrigem Einkommen. Das OE zum Verzehr von Vollkornprodukten wird in der tatsächlichen Ernährung im Durchschnitt nicht erreicht. In der BVS II [25] wurden im Mittel ähnlich viele Kartoffeln verzehrt, der Verzehr von Getreideprodukten ist aber im Vergleich deutlich zurückgegangen. Personen in der hohen Einkommensgruppe verzehrten signifikant weniger Getreideprodukte als Personen mit geringem und mittlerem Einkommen.

Obwohl der Verzehr von rotem Fleisch und insbesondere von Fleisch-/Wurstwaren über die letzten 20 Jahre bei Männern und Frauen zurückging [25], liegen die hier berichteten Verzehrmengen im Mittel über den OE. Männer und Frauen mit hohem Einkommen verzehrten weniger rotes Fleisch (Schweinefleisch und Rindfleisch) als Personen mit mittlerem oder niedrigem Einkommen. Gemessen an den berechneten Milchäquivalenten liegt der durchschnittliche Verzehr von Milch und Milchprodukten von Männern und Frauen über dem OE.

Tabelle 2/7: Vergleich der Ergebnisse des mittleren Lebensmittelverzehrs von Männern und Frauen (BVS III) in drei Einkommensgruppen mit den Optimierungsergebnissen zu den lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen (FBDG) der DGE [25]

	Männer			Frauen			
	Einkommensgruppe						
Lebensmittelgruppe [g/Tag]	**gering**	**mittel**	**hoch**	**gering**	**mittel**	**hoch**	**DGE FBDG**[a] [g/Tag]
Gemüse	167	157	153	201	185	180	545
Obst	88	90	110	127	133	152	
Säfte	34	36	50	27	26	35	61
Hülsenfrüchte	9	9	13	11	9	12	5
Nüsse und Samen	10	8	7	9	6	10	13
Kartoffeln	76	64	59	58	62	61	37
Getreideprodukte (gesamt)	275	269	219	197	194	182	309
davon Vollkorn	18	20	18	17	17	13	31
Pflanzliche Öle	6	5	4	6	5	6	13
Rotes Fleisch[b]	44	41	37	27	26	24	11
Geflügel	17	17	17	13	14	14	23
Verarbeitetes Fleisch/Wurst	51	55	55	29	27	24	9
Fisch/-produkte	23	19	17	14	16	10	18
Ei/-produkte	24	18	21	17	17	17	12
Milch/-produkte	156	155	149	154	166	156	-
Milch-Äquivalente[c]	478	485	528	431	483	497	394
Ersatzprodukte (Fleisch-, Milch-)	15	10	24	14	17	33	-
Butter und Margarine (BVS III: Butter)	10	12	10	8	8	7	10

[a] Die DGE empfiehlt, bei wissenschaftlichen Arbeiten die in Schäfer et al. [25] publizierten Mengenangaben zu nutzen. In der vorliegenden Auswertung wurden die Ergebnisse der Modellvariante 3, Szenario 2 zugrunde gelegt.

[b] Errechnet aus Verzehr von Fleisch (gesamt) minus Geflügelfleisch.

[c] Berechnung Milchäquivalente mit folgenden Umrechnungsfaktoren: Milch, Milchmischgetränke: 1,0; Joghurt/Milchmischerzeugnisse: 1,4; Käse und Quark mit durchschnittlicher Trockenmasse: 7,2 [26]

Der Verzehr von Ersatzprodukten für Milch und Fleischwaren/Wurst ist erstmals in der BVS III ausgewiesen und weist auf die zunehmende Bedeutung insbesondere von Milchersatzprodukten hin. Männer und Frauen in der hohen Einkommensgruppe verzehren im Durchschnitt mehr Ersatzprodukte als Personen in den beiden Vergleichsgruppen.

Erfreulicherweise werden in der BVS III weniger gesüßte Erfrischungsgetränke getrunken; auch der Konsum von Bier und Wein ging in den letzten 20 Jahren zurück [25]. Dagegen wird deutlich mehr Wasser getrunken.

In der BVS III ist die Zufuhr von Energie und energieliefernden Nährstoffen im Vergleich zur BVS II vor 20 Jahren gesunken [27]. Wird die Nährstoffzufuhr auf die Energiezufuhr bezogen, so zeigt sich jedoch ein weitgehend stabiles Muster. Aus dem Verzehr von

Kohlenhydraten stammen etwa 40 En% und 39 bis 40 En% aus Fett. Mit zunehmendem Einkommen nehmen Männer weniger Energie über die Nahrung auf; dies ist sowohl auf eine sinkende Zufuhr von Fett (und Fettsäuregruppen) als auch von Kohlenhydraten (und Stärke) und Protein zurückzuführen. Der hohe Anteil von Fett an der Gesamtenergiezufuhr überschreitet den Richtwert der DGE/ÖGE von 30 bis maximal 35 En%. Auch die Ballaststoffzufuhr weicht vom DGE-/ÖGE-Richtwert von 30 g/Tag deutlich ab (Frauen mit 17 g/Tag und Männer mit 18 g/Tag). Ein Einfluss des Haushaltsnettoeinkommens bestand nicht.

Beim Vergleich der mittleren Zufuhr von Vitaminen in der BVS III mit den DGE-/ÖGE-Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr [28] lassen sich wenige Auffälligkeiten feststellen. Eine Ausnahme stellt die mittlere Folatzufuhr dar; sie liegt bei Frauen und Männern deutlich unter dem Referenzwert, unabhängig vom Einkommen. Um den Versorgungsstatus für Folat beurteilen zu können, müssten Biomarker im Blut analysiert werden. Im Vergleich zur bisherigen Bewertung der Vitaminzufuhr in Deutschland [29] ergeben sich keine Veränderungen in der Bewertung der Zufuhrdaten in den drei Einkommensgruppen.

Die Natrium- und Chloridzufuhr kann mithilfe von Ernährungserhebungsmethoden nicht präzise erfasst werden. Zusätzliches Salzen bei Tisch wird beispielsweise nicht erfasst, sodass es zu einer Unterschätzung der Zufuhr kommt. Dennoch zeigen die Daten zur Zufuhr von Speisesalz (NaCl) über den Verzehr von Lebensmitteln bereits deutlich, dass zu viel Speisesalz verzehrt wird. Dies belegt, dass das *Public Health*-Ziel [30, 31], die Speisesalzzufuhr zur Prävention (und Therapie) von Hypertonie zu senken, sicher noch nicht in ausreichendem Maße erreicht ist. Die höhere Speisesalzzufuhr bei Personen mit geringem Einkommen ist besonders beunruhigend.

In allen Einkommensgruppen ist eine deutliche Abweichung im mittleren Lebensmittelverzehr im Vergleich zu den lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der DGE zu beobachten; diese beziehen sich auf eine Reihe von Lebensmittelgruppen, darunter Obst, Gemüse, Hülsenfrüchte, Nüsse, Vollkorn, Fleisch und Fleischwaren/Wurst.

2.4.4 Fazit

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass die Unterschiede in der mittleren Zufuhr von Lebensmitteln (in Gruppen) und Nährstoffen zwischen den drei Einkommensgruppen bis auf wenige Ausnahmen nicht ausgeprägt und statistisch nicht signifikant waren.

Frauen und Männer in der hohen Einkommensgruppe folgen möglicherweise mehr den aktuellen Trends in der Ernährung. Sie verzehren weniger rotes Fleisch und signifikant weniger Getreideprodukte (vielleicht als Folge der Low-Carb-Welle und der Diskussion um mögliche Unverträglichkeiten von Weizenprotein etc.); sie verwenden dagegen mehr Ersatzprodukte für Milch und Fleisch in ihrer Ernährung.

Ein klares Ergebnis bezüglich der Nährstoffzufuhr ist die deutlich höhere Zufuhr von Speisesalz bei Personen mit geringem Einkommen. Dies könnte die Folge eines höheren Verzehrs von Brot (wichtige Salzquelle) und (stärker gesalzenen) Fertigprodukten, gerade aus der Gruppe Suppen/Soßen, sein. Für beides konnte ein signifikanter Zusammenhang mit dem Einkommen nachgewiesen werden. Da eine hohe Salzzufuhr als eindeutig

gesundheitlich nachteilig zu werten ist, stellt dieser Befund auch eine besondere Herausforderung und Ermutigung dar, weitere Anstrengungen zur Reduzierung der Speisesalzzufuhr zu unternehmen. Die vorliegende Arbeit identifizierte somit eine neue Risikogruppe für hohe Speisesalzzufuhr – und damit eine mögliche Zielgruppe für Interventionen. Neben Speisesalz bzw. Natrium waren keine signifikanten Unterschiede in der Zufuhr mit essenziellen Nährstoffen erkennbar.

Die Abweichungen im mittleren Lebensmittelverzehr im Vergleich zu den Optimierungsergebnissen zu den lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der DGE betreffen alle Einkommensgruppen gleichermaßen und beziehen sich auf eine Reihe von Lebensmittelgruppen, darunter Obst und Gemüse, Hülsenfrüchte, Nüsse, Getreideprodukte und speziell Vollkorn, Fleisch und Fleischwaren/Wurst.

Die relativ geringe Teilnahmequote und die bestehende Pandemie-Situation mögen zu einer Verzerrung der Ergebnisse beigetragen haben. Insbesondere der relative hohe Bildungsstand in der Gruppe mit geringem Einkommen ist auffällig. Inwiefern sich die Situation nach dem Ende der Pandemie verändert hat, müssen nachfolgende Surveys untersuchen.

2.5 Literaturverzeichnis

[1] Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE) beim BMEL: Ernährungsarmut unter Pandemiebedingungen. Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2023) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/agrarpolitik/ernaehrungsarmut-pandemie.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (eingesehen am 13.09.2024)

[2] Simmet A, Ehret J, Schleicher R et al.: Multidisciplinary study of the health and nutritional status of persons living in households at risk of poverty with children in Germany (MEGA_kids): study design and methods. Nutr Health 30 (2024) 409–418. doi:10.1177/02601060241242159

[3] European Commission, Eurostat, Asghar Zaidi, M., Hagenaars, A., de Vos, K.: Poverty statistics in the late 1980s: research based on micro-data. (1994) https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9c787f17-acb6-4f4b-badc-49a2310e65f7 (eingesehen am 06.11.2024)

[4] Bundesministerium für Arbeit und Soziales: 7. Armuts- & Reichtumsbericht der Bundesregierung. (2023) https://www.armuts-und-reichtumsbericht.de/DE/Bericht/Der-siebte-Bericht/siebter-bericht.html (eingesehen am 13.09.2024)

[5] Statistisches Bundesamt (Destatis): Einkommen und Lebensbedingungen, Armutsgefährdung. Einkommensverteilung (Nettoäquivalenzeinkommen). https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/Lebensbedingungen-Armutsgefaehrdung/Tabellen/einkommensverteilung-mz-silc.html (eingesehen am 13.09.2024)

[6] OECD: Classifying educational programmes: manual for ISCED-97 implementation in OECD countries. Paris (1999)

[7] Schroedter JH, Lechert Y, Lüttinger P: Die Umsetzung der Bildungsskala ISCED-1997 für die Volkszählung 1970, die Mikrozensus-Zusatzerhebung 1971 und die Mikrozensen 1976-2004 (Version 1). (2006) https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/26239/ssoar-2006-schroedter_et_al-die_umsetzung_der_bildungsskala_isced-1997.pdf?sequence=1&isAllowed=y&lnkname=ssoar-2006-schroedter_et_al-die_umsetzung_der_bildungsskala_isced-1997.pdf (eingesehen am 13.09.2024)

[8] Middaugh AL, Fisk PS, Brunt A et al.: Few associations between income and fruit and vegetable consumption. J Nutr Educ Behav 44 (2012) 196–203. doi:10.1016/j.jneb.2011.10.003

[9] Bailey RL, Akabas SR, Paxson EE et al.: Total usual intake of shortfall nutrients varies with poverty among US adults. J Nutr Educ Behav 49 (2017) 639-646.e3. doi:10.1016/j.jneb.2016.11.008

[10] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), IFAD (International Fund for Agricultural Development), Unicef et al.: The state of food security and nutrition in the world 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. (2022) https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/67b1e9c7-1a7f-4dc6-a19e-f6472a4ea83a/content (eingesehen am 13.09.2024)

[11] Bartelmeß T, Jasiok S, Kühnel E et al.: A scoping review of the social dimensions in food insecurity and poverty assessments. Front Public Health 10 (2022) 994368. doi:10.3389/fpubh.2022.994368

[12] Carrillo-Álvarez E: Perspective: food and nutrition insecurity in Europe: challenges and opportunities for dietitians. Adv Nutr 14 (2023) 995–1004. doi:10.1016/j.advnut.2023.07.008

[13] Depa J, Hilzendegen C, Tinnemann P et al.: An explorative cross-sectional study examining self-reported health and nutritional status of disadvantaged people using food banks in Germany. Int J Equity Health 14 (2015) 141. doi:10.1186/s12939-015-0276-6

[14] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (Hrsg.): Methods for estimating comparable prevalence rates of food insecurity experienced by adults throughout the world. (2016) https://www.fao.org/3/i4830e/i4830e.pdf (eingesehen am 13.09.2024)

[15] Heuer T, Krems C, Moon K et al.: Food consumption of adults in Germany: results of the German National Nutrition Survey II based on diet history interviews. Br J Nutr 113 (2015) 1603–1614. doi:10.1017/S0007114515000744

[16] Mader S, Rubach M, Schaecke W et al.: Healthy nutrition in Germany: a survey analysis of social causes, obesity and socioeconomic status. Public Health Nutr 23 (2020) 2109–2123. doi:10.1017/S1368980019004877

[17] Brettschneider A-K, Lage Barbosa C, Haftenberger M et al.: Adherence to food-based dietary guidelines among adolescents in Germany according to socio-economic status and region: results from Eating Study as a KiGGS Module (EsKiMo) II. Public Health Nutr 24 (2021) 1216–1228. doi:10.1017/S136898002100001X

[18] Helmert U, Mielck A, Shea S: Poverty, health, and nutrition in Germany. Reviews on environmental health 12 (1997) 159–170. doi:10.1515/REVEH.1997.12.3.159

[19] Maguire ER, Monsivais P: Socio-economic dietary inequalities in UK adults: an updated picture of key food groups and nutrients from national surveillance data. Br J Nutr 113 (2015) 181–189. doi:10.1017/S0007114514002621

[20] Irala-Estévez JD, Groth M, Johansson L et al.: A systematic review of socio-economic differences in food habits in Europe: consumption of fruit and vegetables. Eur J Clin Nutr 54 (2000) 706–714. doi:10.1038/sj.ejcn.1601080

[21] Novaković R, Cavelaars A, Geelen A et al.: Socio-economic determinants of micronutrient intake and status in Europe: a systematic review. Public Health Nutr 17 (2014) 1031–1045. doi:10.1017/S1368980013001341

[22] Liu J, Mozaffarian D: Trends in diet quality among U.S. adults from 1999 to 2020 by race, ethnicity, and socioeconomic disadvantage. Ann Intern Med 177 (2024) 841–850. doi:10.7326/M24-0190

[23] Carrasco-Marín F, Parra-Soto S, Bonpoor J et al.: Adherence to dietary recommendations by socioeconomic status in the United Kingdom biobank cohort study. Front Nutr 11 (2024) 1349538. doi:10.3389/fnut.2024.1349538

[24] Schäfer AC, Boeing H, Conrad J et al.: Wissenschaftliche Grundlagen der lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen für Deutschland. Methodik und Ableitungskonzepte. Ernährungs Umschau 71 (2024) M158-M166. doi:10.4455/eu.2024.009

[25] Wawro N, Kleiser C, Himmerich S et al.: Estimating usual intake in the 2nd Bavarian Food Consumption Survey: comparison of the results derived by the National Cancer Institute method and a basic individual means approach. Ann Nutr Metab 71 (2017) 164–174. doi:10.1159/000481148

[26] Breidenassel C, Schäfer AC, Micka M et al.: The Planetary Health Diet in contrast to the food-based dietary guidelines of the German Nutrition Society (DGE). A DGE statement. Ernährungs Umschau 69 (2022) 56-72. doi:10.4455/eu.2022.012

[27] Himmerich S, Gedrich K, Karg G: Bayerische Verzehrsstudie (BVS) II. Abschlussbericht. (2004) http://ernaehrungsdenkwerkstatt.de/fileadmin/user_upload/EDWText/TextElemente/Ernaehrungserhebungen/Bayerische_Verzehrsstudie_zwei.pdf (eingesehen am 13.09.2024)

[28] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), Österreichischen Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE): Referenzwerte https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/ (eingesehen am 13.09.2024)

[29] Bechthold A, Albrecht V, Leschik-Bonnet E et al.: Beurteilung der Vitaminversorgung in Deutschland. Teil 2: Kritische Vitamine und Vitaminzufuhr in besonderen Lebenssituationen. Ernährungs Umschau 59 (2012) 396–401

[30] Strohm D, Boeing H, Leschik-Bonnet E et al.: Speisesalzzufuhr in Deutschland, gesundheitliche Folgen und resultierende Handlungsempfehlung. Ernährungs Umschau 63 (2016) M146–M154. doi:10.4455/eu.2016.012

[31] Xun R, Gao Y, Zhen S et al.: Effects of behavioral interventions for salt reduction on blood pressure and urinary sodium excretion: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Glob Heart 18 (2023) 65. doi:10.5334/gh.1281

3 Die Entwicklung und Verbreitung von Übergewicht in Deutschland

Christina Holzapfel[1], Hans Hauner[2]

[1] Fachbereich Oecotrophologie, Hochschule Fulda, Fulda
[2] Institut für Ernährungsmedizin, Else Kröner-Fresenius-Zentrum für Ernährungsmedizin, Technische Universität München, TUM Universitätsklinikum, München

Zusammenfassung

Einleitung: Die weltweit zu beobachtende Epidemie von Übergewicht bzw. Adipositas stellt auch Deutschland vor große Herausforderungen. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund, dass Präadipositas und Adipositas zu den Hauptursachen von vielen ernährungsmitbedingten Krankheiten gehören, von Bedeutung. Damit verbunden sind auch verschiedene soziale und ökonomische Folgen.
Übergewicht ist zuallererst die Folge einer langfristigen positiven Energiebilanz, verursacht durch einen zunehmend sitzenden Lebensstil und eine energiereiche Ernährung.

Methodik: Die Häufigkeit, Entwicklung und unterschiedlichen Facetten der gesundheitlichen Bedeutung von Übergewicht werden für die verschiedenen Lebensphasen auf der Grundlage aktueller Daten und Studienergebnisse beleuchtet. Hierfür werden die verfügbaren Studiendaten aus großen nationalen Stichproben sowie aus weiteren regionalen oder gruppenspezifischen Erhebungen herangezogen.

Ergebnisse: Für Schwangere zeigen die jährlich durchgeführten Bundesauswertungen Geburtshilfe eine kontinuierliche Zunahme der Übergewichtsprävalenz bei der Erstuntersuchung. Die Rate aller Neugeborenen mit einem erhöhten Geburtsgewicht von ≥ 4 000 g lag in den letzten Jahren unverändert bei etwa 10 %. Für Kinder und Jugendliche gibt es keine aktuelleren repräsentativen Daten als die der KiGGS Welle 2 mit Prävalenzen von Übergewicht auf einem hohen Niveau. Im Erwachsenenalter nehmen die Prävalenzraten mit dem Alter zu, wobei Männer in allen Altersgruppen häufiger als Frauen betroffen sind. Die Gesamtprävalenz für Übergewicht (Body-Mass-Index [BMI] ≥ 25 kg/m²) im Alter zwischen 18 und 65 Jahren liegt laut der Daten aus dem Mikrozensus 2021 für Männer bei 60,8 % und für Frauen bei 37,7 %. Bei Personen über 65 Jahren zeigt sich ein rückläufiger Trend.

Diskussion: Die dargestellten Daten zur Prävalenz von Übergewicht zeigen deutlich, dass alle Altersgruppen der Bevölkerung in Deutschland betroffen sind. Adipositas ist ein gesamtgesellschaftliches Problem, das multifaktorielle Ursachen aufweist und gesundheitliche, soziale und negative ökonomische Folgen mit sich bringt. Vor allem

Personen mit niedrigem sozioökonomischen Status und mit Migrationshintergrund sind betroffen. Ein Portfolio von Präventionsmaßnahmen ist nötig, um das Risiko für die Entstehung von Adipositas sowie den damit assoziierten Erkrankungen zu reduzieren und das Gesundheitssystem zu entlasten. Den Lebensstilfaktoren Ernährung und Bewegung kommt dabei eine zentrale Rolle zu.

3

Kernaussagen

- ➔ Übergewicht bzw. Adipositas sind in allen Altersgruppen weitverbreitet und haben in bestimmten Personengruppen weiter zugenommen, vor allem während der COVID-19-Pandemie.
- ➔ Übergewicht vor und übermäßige Gewichtszunahme während der Schwangerschaft verlangen aufgrund der möglichen weitreichenden Folgen für den Schwangerschaftsverlauf und des erhöhten Risikos für Komplikationen bei der Geburt effektive Präventionsmaßnahmen.
- ➔ In allen Altersgruppen bestehen soziale Gradienten. Personengruppen mit niedrigerem sozioökonomischen Status sind besonders von Übergewicht betroffen und haben somit ein höheres Risiko, Begleit- und Folgeerkrankungen wie Typ-2-Diabetes, Bluthochdruck oder koronare Herzerkrankungen zu entwickeln.
- ➔ Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund sind häufiger von Übergewicht betroffen als Kinder und Jugendliche ohne Migrationshintergrund; bei Erwachsenen zeigte sich hier kein wesentlicher Unterschied.
- ➔ Ein Portfolio von verhältnispräventiven Maßnahmen ist nötig, um die Verbreitung von Übergewicht einzudämmen.
- ➔ Interdisziplinäre (Ernährungs-)Forschung ist nötig, um die Komplexität der Entstehung und Prävention von Übergewicht und Adipositas zu verstehen und mit entsprechenden Maßnahmen gegensteuern zu können.

3.1 Einleitung

Übergewicht (Body-Mass-Index [BMI] ≥ 25 kg/m²) ist durch eine über das Normalmaß hinausgehende Vermehrung des Körperfetts charakterisiert und wird als eines der größten globalen Gesundheitsprobleme angesehen [1, 2].

Die Ursachen für die Entstehung von Übergewicht in unserer Bevölkerung sind weitgehend bekannt: Die individuelle Energiezufuhr überschreitet dauerhaft den individuellen Energiebedarf, d. h. es liegt eine positive Energiebilanz vor [3]. Darüber hinaus ist Übergewicht mit verschiedenen biologischen, psychosozialen sowie umweltbedingten Faktoren assoziiert, die teilweise als ursächlich angesehen werden [2–6]. Eine positive Energiebilanz wird durch verschiedene Faktoren begünstigt. Dazu gehört, dass die genetische Disposition mit sogenannten adipogenen Umweltbedingungen interagiert. Eine adipogene Lebenswelt ist durch einen sitzenden Lebensstil und ein Überangebot an preiswerten, energiedichten Lebensmitteln sowie energiereichen Getränken gekennzeichnet [4]. Die uns umgebenden Lebenswelten – die allgemeine Lebens-, Familien- und Beziehungssituation, Kindertagesstätten und Schulen, Einrichtungen für Senior*innen, die Arbeits- und Wohnumgebung, die Sport- und Bewegungsmöglichkeiten – werden beeinflusst durch soziale, ökonomische und politische Rahmenbedingungen [7]. Gleichzeitig sind Bevölkerungsgruppen mit höheren Bildungsabschlüssen statistisch weniger häufig von Übergewicht betroffen, was auf einen Einfluss von Bildung hinweist [8].

Bei positiver Energiebilanz wird der größte Teil der überschüssigen Energie in Form von Körperfett subkutan oder intraabdominal (viszeral) gespeichert. Bei Erschöpfung dieser Speicherkapazitäten kann Energie auch „ektop", z. B. in Leber und Muskulatur, eingelagert werden [9]. Das Fettgewebe produziert als endokrin aktives Organ eine Vielzahl von Stoffwechselprodukten, Hormonen und Entzündungsmediatoren, die langfristig viele Organe schädigen [9, 10] und zu zahlreichen Begleit- und Folgeerkrankungen beitragen können [11]. Übergewicht bzw. Adipositas gehen nicht nur mit einem erhöhten Morbiditätsrisiko, sondern auch mit einem erhöhten Mortalitätsrisiko einher [12, 13].

> **Eine positive Energiebilanz, welche durch eine adipogene Lebenswelt begünstigt wird, ist die Hauptursache von Übergewicht. Übergewicht und Adipositas sind mit ernährungsbedingten Erkrankungen und einem erhöhten Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko assoziiert.**

Die Entwicklung von Übergewicht in Deutschland wird anhand der verfügbaren großen nationalen Stichproben sowie von Daten aus weiteren – zum Teil regionalen – Studien vorgestellt. Frühere Darstellungen in den DGE-Ernährungsberichten aus den Jahren 2008, 2012, 2016 und 2020 [14–17] werden damit fortgeschrieben und aktualisiert.

Die vorliegenden bevölkerungsbezogenen Daten zum Körpergewicht weisen einige methodische Schwächen auf. So beruht die Bewertung des Körpergewichts teilweise auf Selbstangaben zum Körpergewicht und zur Körperlänge. Selbstangaben können zu einer systematischen Fehleinschätzung führen, da z. B. Personen mit Übergewicht ihr tatsächliches Körpergewicht eher unter- und Personen mit Untergewicht dies eher überschätzen, während ältere Personen ihre tatsächliche Körperlänge gelegentlich überschätzen.

Darüber hinaus kann es bei freiwilligen Befragungen und Untersuchungen zu Verzerrungen der Stichprobe kommen, da Personen mit geringen Lese- und Schreibkompetenzen oder mit gering ausgeprägtem Gesundheitsbewusstsein in diesen häufig unterrepräsentiert sind. Auch dies kann zu einer Unterschätzung der tatsächlich in der Bevölkerung vorliegenden Verbreitung von Übergewicht und Adipositas führen [8, 18].

3.2 Definitionen

Der BMI[1] gilt als geeignetes und anerkanntes Maß für die Beurteilung des Körpergewichts, auch wenn dieser nicht für alle Bevölkerungsgruppen gleichermaßen anzuwenden ist. Zu einer Fehlbeurteilung des BMI kommt es, wenn die anthropometrischen und (patho-)physiologischen Besonderheiten nicht berücksichtigt werden oder ein berechneter BMI nicht eng mit der Körperfettmasse assoziiert ist. Dies kann u. a. bei sehr kleinen oder sehr großen sowie bei stark muskulösen Personen, bei Personen mit pathologischen Wassereinlagerungen sowie bei Schwangeren der Fall sein [19].

Das Körpergewicht kann durch die Berechnung des BMI in unterschiedliche Körpergewichtskategorien eingestuft werden (Tab. 3/1). Es wird darauf hingewiesen, dass Übergewicht als BMI ≥ 25 kg/m² definiert ist und somit Präadipositas (BMI 25–29,9 kg/m²) als auch Adipositas (BMI ≥30 kg/m²) miteinschließt (Tab. 3/1). Der BMI ist bis auf die bereits genannten Ausnahmen relativ eng mit dem Körperfettgehalt assoziiert [20].

Tabelle 3/1: Klassifikation des Körpergewichts bei Erwachsenen anhand des Body-Mass-Index (BMI) [19]

BMI [kg/m²]	**Kategorie**
< 18,5	Untergewicht
18,5–24,9	Normalgewicht
≥ 25	Übergewicht
25–29,9	Präadipositas
30–34,9	Adipositas Grad I
35–39,9	Adipositas Grad II
≥ 40	Adipositas Grad III

Ein Vorteil des BMI ist, dass er einfach und genau zu bestimmen und für Frauen und Männer gleichermaßen anwendbar ist [3]. Daher findet der BMI in allen großen nationalen und internationalen Studien Anwendung und lässt somit zeitliche sowie internationale Vergleiche zu [21].

[1] Body-Mass-Index (BMI) = Körpergewicht [kg]/Quadrat der Körperlänge [m²]

Neben dem BMI bestimmt das Fettverteilungsmuster das metabolische und kardiovaskuläre Gesundheitsrisiko. Intraabdominales, epikardiales und ektopes Fett sind eng mit kardiovaskulären Risikofaktoren und weiteren Komorbiditäten assoziiert [2, 22]. Auch wenn Adipositas mit erhöhten metabolischen Risikofaktoren einhergeht, gibt es auch Personen ohne metabolische Veränderungen oder Begleiterkrankungen. Neben der Einstufung des Adipositasgrades sind somit auch verschiedene Adipositastypen („metabolisch ungesund", „metabolisch gesund") mit unterschiedlichen Phänotypen und Prognosen zu berücksichtigen [23].

Die Berechnung des BMI ist auch für die Bewertung des Körpergewichts im Kindes- und Jugendalter geeignet. Allerdings erfolgt im Kindes- und Jugendalter die Bewertung des BMI auf der Grundlage von alters- und geschlechtsabhängigen Perzentilen einer Referenzpopulation (BMI-Perzentilen). Kinder und Jugendliche werden als übergewichtig klassifiziert, wenn der BMI-Wert oberhalb des 90. alters- und geschlechtsspezifischen Perzentils der Referenzpopulation liegt. Ein BMI-Wert über dem 97. Perzentil wird in dieser Altersgruppe als Adipositas definiert. Bei dieser Definition sind in der Gruppe der Personen mit Übergewicht diejenigen mit Adipositas stets enthalten [24, 25].

3.3 Übergewicht und COVID-19-Pandemie

Die COVID-19-Pandemie hat die Gesellschaft vor eine große Herausforderung gestellt. Vor allem die Einschränkungen des Bewegungsradius und andere Restriktionen während der Pandemie haben sich auf den Lebensstil sowie auf die mentale Gesundheit der Bevölkerung ausgewirkt. Besonders für Personen mit Adipositas stellte die Pandemie einen Teufelskreis dar (Abb. 3/1). Menschen mit Adipositas hatten ein erhöhtes Risiko für schwere COVID-19-Verläufe. Das Risiko für Hospitalisierung war bei Menschen mit Adipositas zweifach erhöht. Je höher der BMI, desto höher war das Risiko, an einer COVID-19-Infektion zu sterben. Die schwerwiegenden Verläufe lassen sich unter anderem darauf zurückzuführen, dass Adipositas – aufgrund von Fettansammlung im Bauch- und Rumpfbereich – mit einer reduzierten Lungenfunktion einhergeht. Zudem ist Adipositas mit einem verschlechterten Immunsystem vergesellschaftet [26].

> **Die COVID-19-Pandemie hat einen Anstieg des Körpergewichts begünstigt. Dies ist vor allem auf die Restriktionen während der COVID-19-Pandemie zurückzuführen, die zur Veränderung des Lebensstils geführt und die mentale Gesundheit beeinflusst haben.**

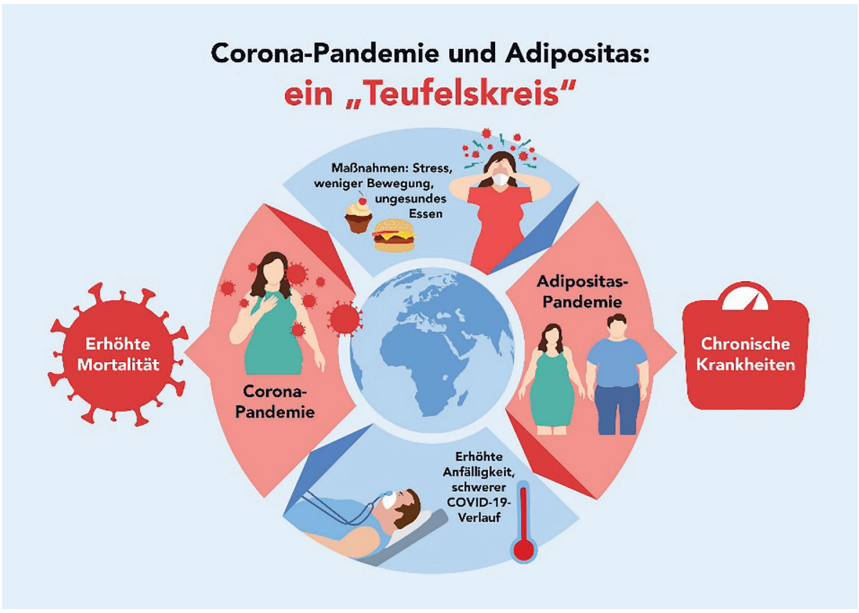


Abbildung 3/1: Corona-Pandemie und Adipositas: ein „Teufelskreis“ [27]
© Marion Feldmann / EKFZ

In mehreren repräsentativen deutschlandweiten Umfragen konnte gezeigt werden, dass sowohl im Kindes- als auch im Erwachsenenalter die COVID-19-Pandemie mit einer Veränderung des Körpergewichts einherging.

Eine Befragung im April 2021, ein Jahr nach Beginn der COVID-19-Pandemie, ergab, dass 40 % der befragten Erwachsenen (n = 1 001) laut Selbstangabe im Mittel 5,5 ± Standardabweichung (SD) 3,3 kg an Körpergewicht zugenommen hatten. Bei den Befragten mit einem BMI von über 30 kg/m² lag die durchschnittliche Gewichtszunahme bei 7,2 kg. Überdurchschnittlich häufig berichteten die 30- bis 44-Jährigen sowie die Befragten, die bereits Übergewicht oder Adipositas hatten, von einer Gewichtszunahme. Eine weitere Befragung im Juni 2022 führte zu ähnlichen Ergebnissen. Dabei traten die Veränderungen des Körpergewichts gleichzeitig mit einer geringeren körperlichen Aktivität, mit einer weniger gesundheitsfördernden Ernährungsweise und einem vermehrten Konsum von energiereichen Lebensmitteln auf [28].

Im Hinblick auf das Kindes- und Jugendalter haben zwei repräsentative deutschlandweite Elternbefragungen gezeigt, dass sich die COVID-19-Pandemie negativ auf die Gesundheit im Kindes- und Jugendalter ausgewirkt hat. Eine erste Befragung im September 2020 (n = 1 000) ergab, dass 9 % der Kinder und Jugendlichen (0–14 Jahre) COVID-19-bedingt an Körpergewicht zugenommen hatten. Vor allem waren davon Familien mit niedriger Schulbildung betroffen [29]. Eine weitere repräsentative Befragung im Frühjahr 2022 (n = 1 004) bestätigte diesen Befund. Nach Angabe der Eltern nahm jedes sechste

Kind im Alter zwischen 3 und 17 Jahren in Deutschland seit Beginn der COVID-19-Pandemie übermäßig an Gewicht zu. Dies ging mit einer geringeren Bewegungsaktivität und einer veränderten Ernährungsweise (z. B. mehr Süßwaren) einher [30].

Neben diesen repräsentativen Daten konnten auch andere Studien in Deutschland ähnliche negative Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf das Körpergewicht zeigen [31, 32]. Unklar ist bislang, ob und inwieweit diese Veränderungen seit Ende der COVID-19-Pandemie reversibel sind.

3.4 Übergewicht während der Schwangerschaft

Das Körpergewicht einer Frau vor sowie ihre Gewichtsentwicklung während einer Schwangerschaft sind von großer Bedeutung für den Schwangerschafts- und Geburtsverlauf. Pränatale Einflussfaktoren können die lebenslange Gesundheit einer Person nachhaltig beeinflussen [33, 34].

Daher stellt eine Schwangerschaft in einem gesunden Umfeld eine wichtige Voraussetzung für die spätere Gesundheit des Kindes dar. So kann z. B. eine Diabeteserkrankung der Mutter während der Schwangerschaft oder eine Unter- oder Überversorgung des ungeborenen Kindes mit Energie und Nährstoffen dessen Entwicklung beeinflussen und selbst noch im Erwachsenenalter mit negativen gesundheitlichen Folgen verbunden sein [35].

3.4.1 Verbreitung von Übergewicht vor und Gewichtszunahme während der Schwangerschaft

Für Deutschland liegen aus der jährlichen Bundesauswertung Geburtshilfe umfassende Daten zu allen Geburten vor, die in einem Krankenhaus erfolgt sind [36]. Diese bevölkerungsweiten Erfassungen des Gewichtsstatus stellen nahezu Vollerhebungen dar, die z. B. nicht durch Stichprobenfehler verzerrt sind und daher eine hohe Datenqualität aufweisen. Für einen Großteil (ca. 95 %) der Schwangeren liegen auch bei der Erstuntersuchung erfasste BMI-Daten vor (Abb. 3/2). Die Daten zum Körpergewicht und zur Körperlänge wurden dem Mutterpass entnommen oder in der Klinik gemessen.

Die Bundesauswertungen Geburtshilfe zeigen eine kontinuierliche Zunahme der Übergewichtsprävalenz von schwangeren Frauen bei der Erstuntersuchung: Während im Jahr 2007 34,1 % der Frauen zu Beginn der Schwangerschaft als übergewichtig eingestuft wurden (21,8 % präadipös, 12,3 % adipös), waren es zehn Jahre später, im Jahr 2017 39,2 % (23,5 % präadipös, 15,7 % adipös) (Abb. 3/2) [37, 38]. Im Jahr 2022 hatten 25,3 % aller Schwangeren bei der Erstuntersuchung einen BMI zwischen 25,0 und 29,9 kg/m^2 sowie 18,6 % einen BMI ≥ 30 kg/m^2, was eine weiterhin steigende Übergewichtsprävalenz von schwangeren Frauen bestätigt (43,9 %) [39].

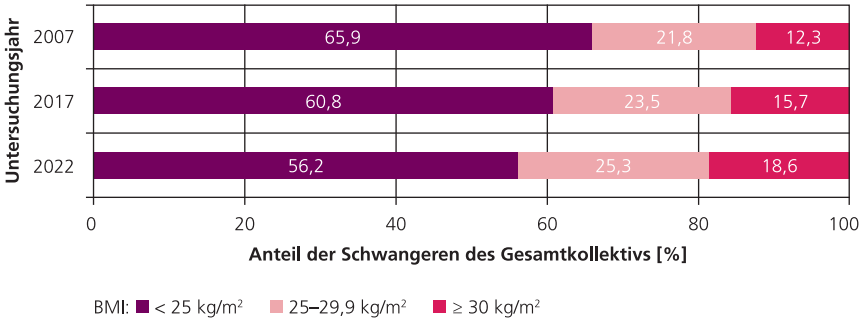


Abbildung 3/2: Gewichtsstatus von Schwangeren bei der Erstuntersuchung; Daten der Bundesauswertung Geburtshilfe für 2007, 2017 und 2022 [17, 37–39]

Laut den Bundesauswertungen Geburtshilfe hat die Übergewichtsprävalenz von schwangeren Frauen zu Beginn der Schwangerschaft über die Jahre kontinuierlich zugenommen.

In Abbildung 3/3 ist die Entwicklung des Gewichtsstatus von Schwangeren im Trend gezeigt. Über die Zeit wurde ein höherer durchschnittlicher BMI zu Beginn der Schwangerschaft beobachtet.

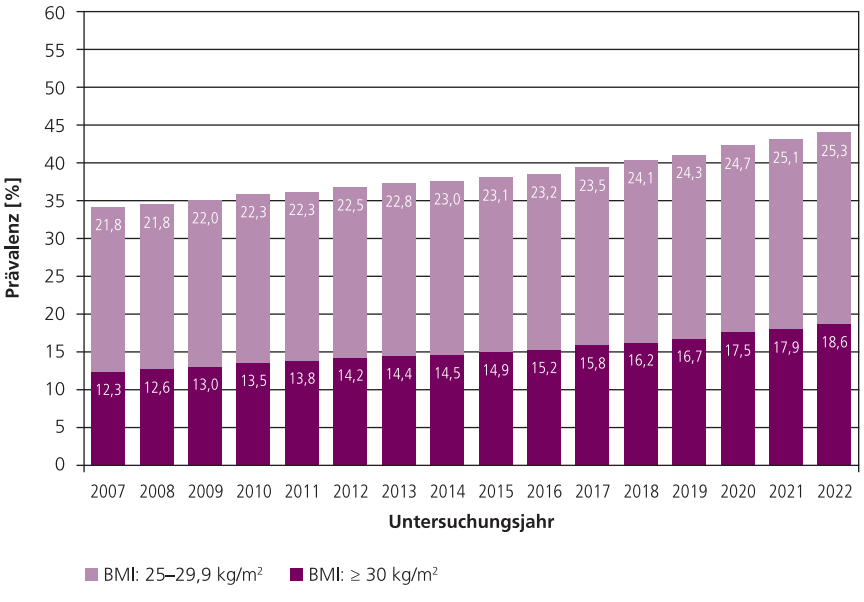


Abbildung 3/3: Entwicklung des Gewichtsstatus von Schwangeren bei der Erstuntersuchung (2007–2022); Daten der Bundesauswertung Geburtshilfe [17, 37–42]

3.4.2 Risiken bei Übergewicht vor und während der Schwangerschaft

Adipositas ist u. a. mit erhöhten Morbiditätsrisiken für Mutter und Kind verbunden [43]. Am wichtigsten sind dabei das erhöhte Risiko für Gestationsdiabetes, Hypertonie und Präeklampsie bei schwangeren Frauen. Auch andere Schwangerschafts- und Geburtskomplikationen sowie Früh- und Fehlgeburten sind mit dem BMI der Schwangeren assoziiert [33, 44–47]. Mütterliche Adipositas ist mit einem signifikant erhöhten Risiko für perinatale Sterblichkeit verbunden [48–51]. Ein um 5 kg/m² erhöhter prägravider BMI steigert das Risiko für intrauterinen Fruchttod um 24 % [50]. Es wird geschätzt, dass 11 % aller neonatalen Todesfälle ursächlich auf maternales Übergewicht bzw. Adipositas zurückzuführen sind [44, 47, 52].

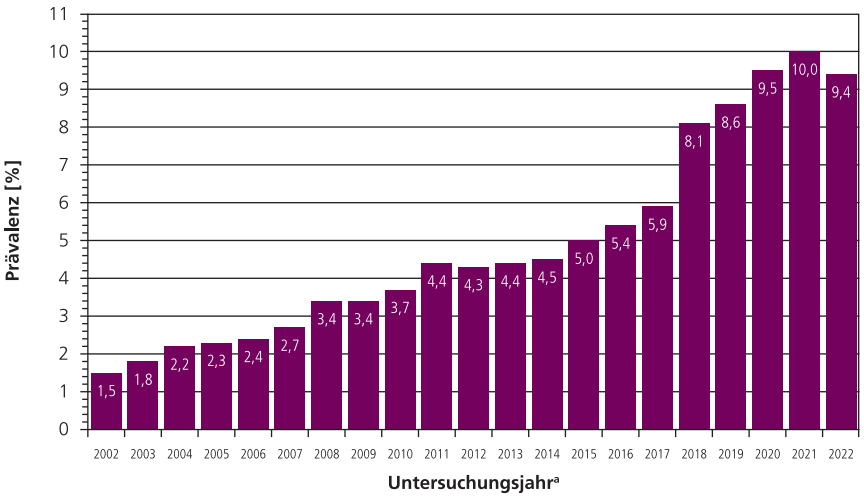
Zudem besteht für Frauen mit Übergewicht oder Adipositas und/oder mit sehr starker Gewichtszunahme während der Schwangerschaft ein erhöhtes Risiko, ein makrosomes Kind (Geburtsgewicht oberhalb des 95. Perzentils [> 4 350 g]) oder ein Kind mit einem für das Gestationsalter hohem Geburtsgewicht (> 90. Perzentil in Bezug auf das Gestationsalter [*large for gestational age*, LGA]) zu bekommen. Ein zu hohes Geburtsgewicht geht mit Geburtskomplikationen sowie mit einem erhöhten Risiko für Übergewicht einschließlich Adipositas im Verlauf des Kindes- und Jugendalters einher [53, 54].

Übergewicht und Adipositas sind häufig mit einer Fehlregulation der Hypothalamus-Hypophysen-Ovarialachse assoziiert und gehen u. a. mit einem erhöhten Risiko für eine Ovulations- oder Menstruationsstörung einher. Auch ist der Zeitraum vom Kinderwunsch bis zur Diagnose einer Schwangerschaft im Vergleich zu Frauen mit Normalgewicht verlängert [55]. Eine mit zunehmendem Übergewicht verminderte Fertilität wird aber auch bei Frauen ohne Zyklusstörungen beobachtet, sodass weitere Adipositas-assoziierte Mechanismen diskutiert werden [55].

> **Ein erhöhtes Körpergewicht zu Beginn der Schwangerschaft ist mit einem Gesundheitsrisiko sowohl für die Mutter als auch für das Kind verbunden.**

Die häufigste Schwangerschafts- und Adipositas-assoziierte Erkrankung ist der Gestationsdiabetes mellitus (GDM) [44, 45, 56]. Der GDM stellt eine Glukosetoleranzstörung dar, die erstmals in der Schwangerschaft diagnostiziert wird. Nach Bundesauswertungen des Instituts für Qualitätssicherung lag die dokumentierte Prävalenz im Jahr 2002 noch bei 1,5 % und ist seitdem stetig gestiegen. Im Jahr 2022 wurde bei 9,4 % der Schwangeren ein GDM dokumentiert (Abb. 3/4). Im Jahr 2013 wurde ein generelles zweistufiges Screening auf GDM in die Schwangerschaftsvorsorge aufgenommen, das einen Pretest und einen oralen Glukosetoleranztest umfasst. Eine zusätzliche Auswertung von mehr als 700 000 Schwangerschaften und Geburten pro Jahr zeigte zwischen 2013 und 2018 einen Prävalenzanstieg von 4,6 auf 6,8 % [57].

Die Auswertung eines Datensatzes der BARMER-Krankenkasse ergab einen Anstieg der Prävalenz des GDM von 9,4 % im Jahr 2010 auf 15,1 % im Jahr 2020. Die Inanspruchnahme des Screenings auf GDM nahm in diesem Zeittraum von 40,2 auf 93,3 % zu [58]. Eine Analyse der Studie „Gesund leben in der Schwangerschaft" (GeliS) mit mehr als 2 000 Frauen erbrachte auf der Grundlage eines oralen Glukosetoleranztests eine Gesamtprävalenz des GDM von 10,8 % im Zeitraum 2013–2015 [59].



[a] ab 2013 wurde das Screening auf GDM in die Schwangerschaftsvorsorge aufgenommen

Abbildung 3/4: Entwicklung der Prävalenz von Gestationsdiabetes (2002–2022); Daten der Bundesauswertung Geburtshilfe [17, 37–42]

Der weltweit zu beobachtende Anstieg der Prävalenzen des GDM wird in der S3-Leitlinie Gestationsdiabetes mellitus [60] einerseits auf ein geändertes Screeningverfahren sowie die Einführung neuer diagnostischer Grenzwerte und andererseits auf ein höheres Alter von Schwangeren sowie den gestiegenen Anteil von Frauen mit Übergewicht oder Adipositas vor der Schwangerschaft zurückgeführt [61]. Dabei spielt auch die Tatsache eine Rolle, dass die Prävalenz für GDM mit zunehmenden Alter der Schwangeren ansteigt [45].

3.4.3 Empfehlungen zur Gewichtszunahme während der Schwangerschaft

In den Handlungsempfehlungen des bundesweiten Netzwerks „Gesund ins Leben" zur Ernährung vor und während der Schwangerschaft wird der Konsens abgebildet, dass bei einer Frau mit Normalgewicht eine Körpergewichtszunahme von 10 bis 16 kg im Verlauf der Schwangerschaft angemessen ist, da dies mit einem geringen Risiko für Komplikationen bei Mutter und Kind assoziiert ist [33]. Da eine höhere Gewichtszunahme besonders bei Frauen mit prägravider Adipositas mit erhöhten Komplikationen und Risiken verbunden ist, wird für diese Zielgruppe eine Gewichtszunahme bis etwa 10 kg als ausreichend angesehen [53, 54].

Das *Institute of Medicine* (IOM, mittlerweile umbenannt in *National Academy of Medicine*) gibt für Frauen mit unterschiedlichem prägravidem Gewichtsstatus differenzierte Empfehlungen für eine Gewichtszunahme während der Schwangerschaft heraus (angestrebte Zunahme bei einem BMI vor der Schwangerschaft von 18,5 bis 24,9 kg/m²: 11,5 bis 16 kg; bei einem BMI von 25 bis 29,9 kg/m²: 7 bis 11,5 kg; bei einem BMI ≥ 30 kg/m²: 5 bis 9 kg) [62]. Gemessen an den IOM-Kriterien hatten 45,4 % der Teilnehmerinnen in der GeliS-Studie eine exzessive Gewichtszunahme. Dieser Anteil lag bei den Frauen mit Übergewicht, inklusive Adipositas, sogar über 60 % [59]. Neuere retrospektive Analysen zeigen die besten Gesundheitswerte für Mutter und Kind, wenn Schwangere mit Präadipositas oder Adipositas weniger Gewicht als vom IOM empfohlen zunehmen [63, 64], sodass derzeit eine Absenkung der aktuellen Empfehlungen für die Gewichtszunahme in der Schwangerschaft für Frauen mit Übergewicht gefordert wird.

Vor dem Hintergrund der aufgezeigten und in den letzten Jahrzehnten häufiger gewordenen Problematik sollten Frauen mit Übergewicht schon präkonzeptionell ein Körpergewicht im Normbereich anstreben, während der Schwangerschaft körperlich aktiv bleiben und die Energiezufuhr dem tatsächlichen Energieverbrauch anpassen [33, 65]. In einem systematischen Review mit Metaanalyse konnte gezeigt werden, dass eine gesundheitsfördernde, dem Energieverbrauch angepasste Ernährung und körperliche Aktivität zur Kontrolle der Gewichtszunahme während der Schwangerschaft wirksam sind und einer übermäßigen Gewichtszunahme bei Schwangerschaften von Frauen mit Präadipositas und Adipositas moderat entgegenwirken können [66]. In den letzten Jahren wurden in Deutschland größere Präventionsstudien bei schwangeren Frauen durchgeführt, die bestenfalls moderate Effekte zeigten [59, 67]. In die GeliS-Studie wurden in den Jahren 2013–2015 2 286 schwangere Frauen in gynäkologischen Praxen vor der 12. Schwangerschaftswoche eingeschlossen und erhielten nach Clusterrandomisierung in der Interventionsgruppe vier Beratungseinheiten für einen gesunden Lebensstil. Diese Intervention führte im Vergleich zu minimaler Beratung (Aushändigen einer Broschüre) zu keinen unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich der Gewichtszunahme der werdenden Mütter, des Auftretens eines GDM und anderer maternaler und kindlicher Endpunkte [59]. In der Studie „Gemeinsam gesund: Vorsorge plus für Mutter und Kind" (GeMuKi) mit 1 466 Teilnehmerinnen konnte bei ähnlichem Design in der Interventionsgruppe eine um 1 kg geringere Gewichtszunahme in der Schwangerschaft beobachtet werden; es fand sich keine Verbesserung aller anderen maternalen und kindlichen Endpunkte [67]. Ein systematischer Review mit Metaanalyse solcher Interventionsstudien konnte mit moderater Qualität der Evidenz keinen Zusammenhang der Intervention auf das Wachstum und den BMI der Kinder zeigen [68].

Die Gewichtszunahme in der Schwangerschaft beeinflusst auch den weiteren Gewichtsverlauf der Mütter nach der Entbindung. Eine Metaanalyse aus 2011 konnte zeigen, dass eine übermäßige Gewichtszunahme (d. h. mehr Gewicht als empfohlen wird) in der Schwangerschaft zu einem dauerhaft höheren Gewicht der Mütter führt [69]. Ein im Jahr 2024 veröffentlichter systematischer Review mit Metaanalyse konnte einen solchen Zusammenhang zwischen Gewichtszunahme in der Schwangerschaft und dem Gewichtsverbleib nach Entbindung bestätigen, betonte aber auch die Unsicherheiten, die sich aus der Heterogenität der verfügbaren Daten ergeben. Die Metaanalyse zeigte, dass jedes Kilogramm Gewichtszunahme in der Schwangerschaft mit einem zusätzlichen Gewichtsverbleib von 0,62 kg (6 bis 9 Monate nach der Schwangerschaft), 0,48 kg (1 bis 3 Jahre nach der Schwangerschaft) und 0,31 kg (5 bis 7 Jahre nach der Schwangerschaft) einhergeht [70].

Die Gewichtszunahme während der Schwangerschaft ist ein Prädiktor für den zusätzlichen Gewichtsverbleib bei der Mutter nach der Schwangerschaft.

3.5 Übergewicht im Säuglingsalter

Ein erhöhtes Geburtsgewicht kann langfristig ungünstige gesundheitliche Konsequenzen für das Kind haben [44]. Im Jahr 2022 kamen nach Daten der Bundesauswertung Geburtshilfe 10,3 % aller Neugeborenen mit einem erhöhten Geburtsgewicht von ≥ 4 000 g auf die Welt. Darunter befanden sich 1,2 % Neugeborene mit einem sehr hohen Geburtsgewicht von ≥ 4 500 g. Die Prävalenz für ein erhöhtes Geburtsgewicht ist somit seit 2007 unverändert. Der Anteil von neugeborenen Jungen und Mädchen mit einem niedrigen Geburtsgewicht (< 2 500 g) lag im Jahr 2022 bei 6,6 % [39] (Abb. 3/5).

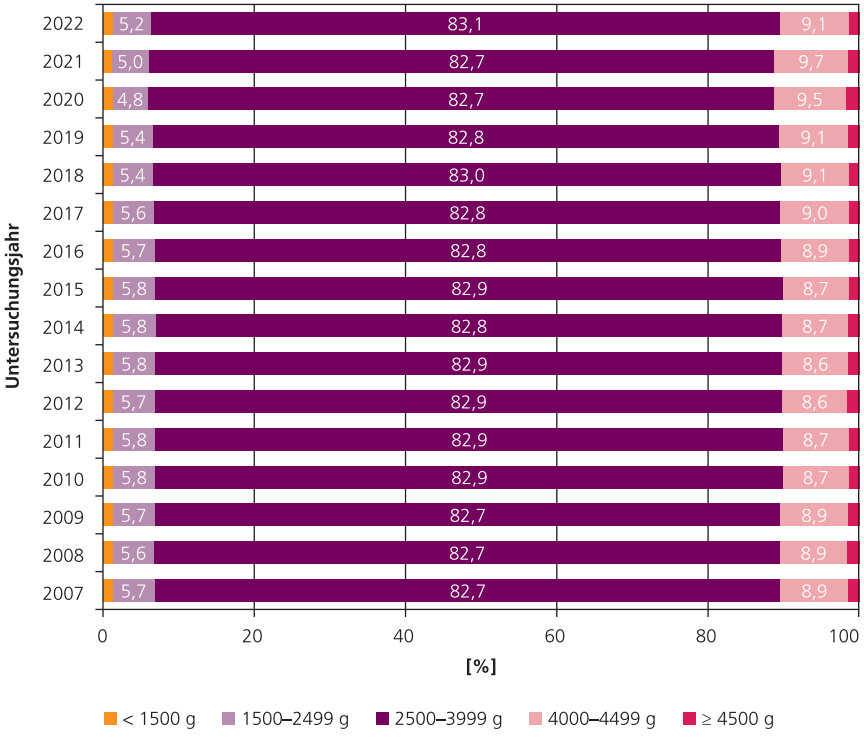


Abbildung 3/5: Vergleich der Geburtsgewichte von Säuglingen zwischen 2007 und 2022; Daten der Bundesauswertung Geburtshilfe [17, 37–42]

3.6 Übergewicht im Kindes- und Jugendalter

Im Rahmen der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS) wurden standardisiert gemessene Daten zu Körpergröße und -gewicht im Alter von 3 bis 17 Jahren erhoben (KiGGS Welle 2, 2014–2017) [71–73]. Seit des letzten DGE-Ernährungsberichts [17] gibt es hierzu keine neueren repräsentativen Datenerhebungen.

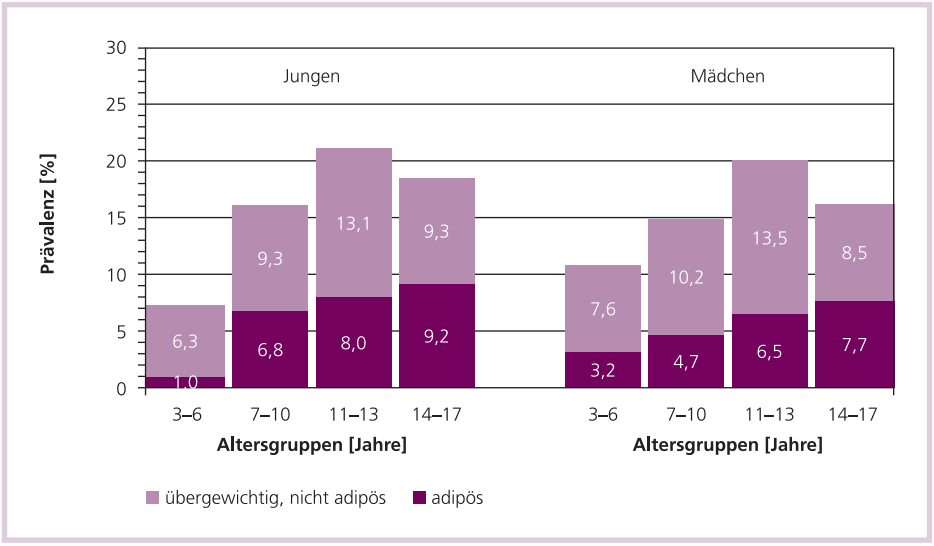


Abbildung 3/6: Prävalenz von Übergewicht ohne Adipositas (BMI > 90. bis 97. Perzentil) und Adipositas (BMI > 97. Perzentil) im Kindes- und Jugendalter nach Geschlecht und Altersgruppe (KiGGS Welle 2 [2014–2017]) [17, 71]

Insgesamt lag bei den 3- bis 17-Jährigen im Zeitraum 2014–2017 die Prävalenz von Übergewicht (inkl. Adipositas) (BMI > 90. Perzentil) bei 15,4 %, die von Adipositas (BMI > 97. Perzentil) bei 5,9 % [71]. Bis zum Alter von 13 Jahren ist bei Jungen und Mädchen ein Anstieg der Übergewichts- bzw. Adipositasprävalenz zu erkennen (Abb. 3/6).

Der Vergleich mit den Daten der KiGGS-Basiserhebung (2003–2006) zeigt, dass der Anteil der Kinder und Jugendlichen mit Übergewicht und Adipositas im Wesentlichen unverändert geblieben ist, aber weiterhin auf hohem Niveau stagniert (Abb. 3/7).

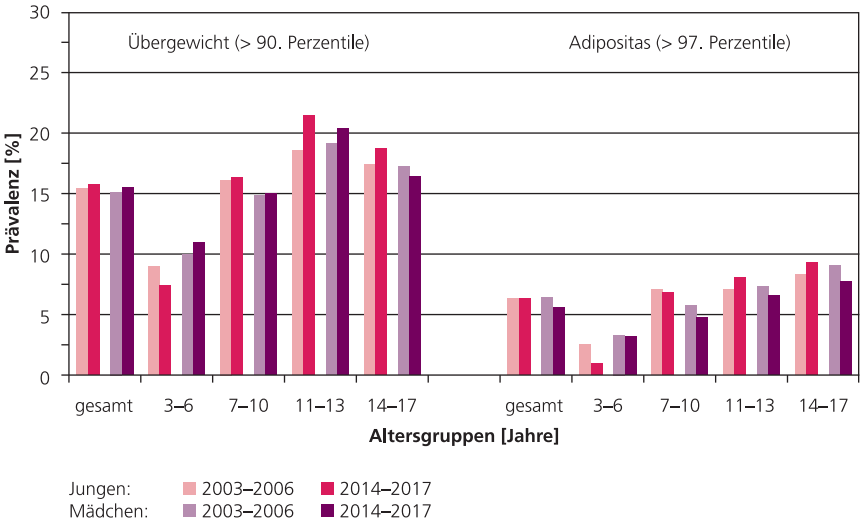


Abbildung 3/7: Vergleich der Prävalenz von Übergewicht inkl. Adipositas (BMI > 90. Perzentil) und Adipositas (BMI > 97. Perzentil) im Kindes- und Jugendalter in der KiGGS-Basiserhebung (2003–2006) und der KiGGS Welle 2 (2014–2017) [17, 71, 72]

Eine Auswertung des deutschen CrescNet-Registers zeigt, dass bei etwa der Hälfte der Jugendlichen mit Adipositas der stärkste Gewichtszuwachs bereits im Alter von 2 bis 6 Jahren stattgefunden hat [74]. Damit scheint sich die Persistenz der Adipositas bei Vorschulkindern erhöht zu haben.

Erstmalig wurden in einem Pilotprojekt Daten aus Schuleingangsuntersuchungen (n = 1 570 568) der Jahre 2015–2019 aus sechs Bundesländern (Bayern, Berlin, Brandenburg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen) zusammengetragen. Im Jahr 2015 lag die Adipositasprävalenz für dünn besiedelte ländliche Kreise zwischen 2,1 und 8,4 %, für kreisfreie Großstädte zwischen 1,5 und 6,7 % [75].

Kinder und Jugendliche beiderlei Geschlechts aus Familien mit niedrigem sozioökonomischen Status (SES) sind im Vergleich zu Gleichaltrigen aus Familien mit mittlerem oder höherem SES wesentlich häufiger von Übergewicht bzw. Adipositas betroffen. Der SES-Index wird aus den Ausgangsvariablen Bildung, Berufsstatus und Einkommen der Eltern berechnet [71, 76]. Vergleicht man die Zusammenhänge zwischen SES und der Prävalenz von Übergewicht (inkl. Adipositas) (BMI > 90. Perzentil) und Adipositas (BMI > 97. Perzentil) über die Zeit, so waren in beiden Erhebungszeiträumen (KiGGS-Basiserhebung [2003–2006] und KiGGS Welle 2 [2014–2017]) bei Mädchen und Jungen aus Familien mit niedrigem SES die Prävalenzen am höchsten. Die Übergewichtsprävalenz lag im ersten Untersuchungszeitraum bei 20,0 % in der niedrigsten SES-Gruppe und im zweiten Untersuchungszeitraum bei 25,5 %. Dies deutet darauf hin, dass sich die sozialen Unterschiede in der Übergewichtsprävalenz über die Zeit verstärkten [77].

Der sozioökonomische Status (SES) spielt bei der Übergewichtsprävalenz von Kindern und Jugendlichen eine Rolle. Kinder und Jugendliche aus Familien mit niedrigem SES weisen im Vergleich zu Gleichaltrigen aus Familien mit mittlerem oder höherem SES häufiger Übergewicht bzw. Adipositas auf.

3.7

Die KiGGS-Studie zeigt, dass die Prävalenz von Übergewicht bei Personen mit Migrationshintergrund erhöht ist [78]. Während bei den 11- bis 17-Jährigen ohne Migrationshintergrund die Prävalenz von Übergewicht bei 11,2 % liegt, so liegt sie bei Personen mit Migrationshintergrund bei 18,9 % (mit einseitigem Migrationshintergrund) bzw. 19,8 % (mit beidseitigem Migrationshintergrund) (Abb. 3/8).

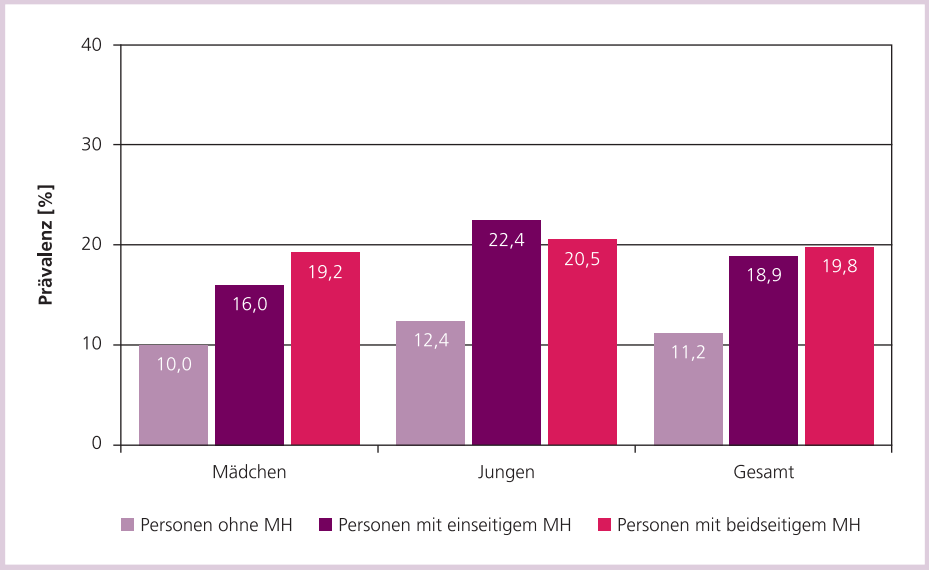


Abbildung 3/8: Prävalenz von Übergewicht (einschließlich Adipositas) bei 11- bis 17-Jährigen ohne und mit Migrationshintergrund (MH) der KiGGS Welle 2 (2014–2017) [78]

3.7 Übergewicht im Erwachsenenalter

Um die Entwicklung der Verbreitung von Übergewicht (BMI ≥ 25 kg/m²) im Erwachsenenalter in Deutschland zu verfolgen, können anthropometrische Daten aus der repräsentativen Mikrozensus-Befragung herangezogen werden. Die Datenerhebung im Mikrozensus wurde ab 2020 neu gestaltet (z. B. Fragenprogramm, Stichprobenkonzeption), sodass die Ergebnisse nur eingeschränkt mit denen aus den Vorjahren vergleichbar sind. Zudem werden ab dem Jahr 2020 die Daten mittels eines Online-Fragebogens erhoben. Insgesamt haben die Veränderungen zu hohen Ausfallquoten geführt, was bei der Interpretation der Daten zu berücksichtigen ist [17, 79, 80].

Bei der Bewertung der Mikrozensus-Daten ist zu beachten, dass es sich hierbei um Selbstangaben der befragten Personen handelt. Da bekannt ist, dass dabei das Körpergewicht systematisch im Mittel um ca. 1 bis 4 kg unterschätzt, während die Körperlänge um bis zu 4,5 cm überschätzt wird [81–83], ist hier von einer Unterschätzung der tatsächlichen Prävalenz von Präadipositas und Adipositas auszugehen. Die gleiche Limitation gilt für die Ergebnisse der telefonisch durchgeführten bundesweiten Studie „Gesundheit in Deutschland aktuell" (GEDA 2019/2020-EHIS) [84]. Die Befragung basierte auf den Inhalten der Europäischen Gesundheitsbefragung (*European Health Interview Survey*, EHIS). Die durch die Erhebungsmethode bedingten Unterschiede sind daher beim Vergleich verschiedener Datenquellen zum BMI zu berücksichtigen.

3.7.1 Verbreitung von Übergewicht im Erwachsenenalter (18 bis unter 65 Jahre)

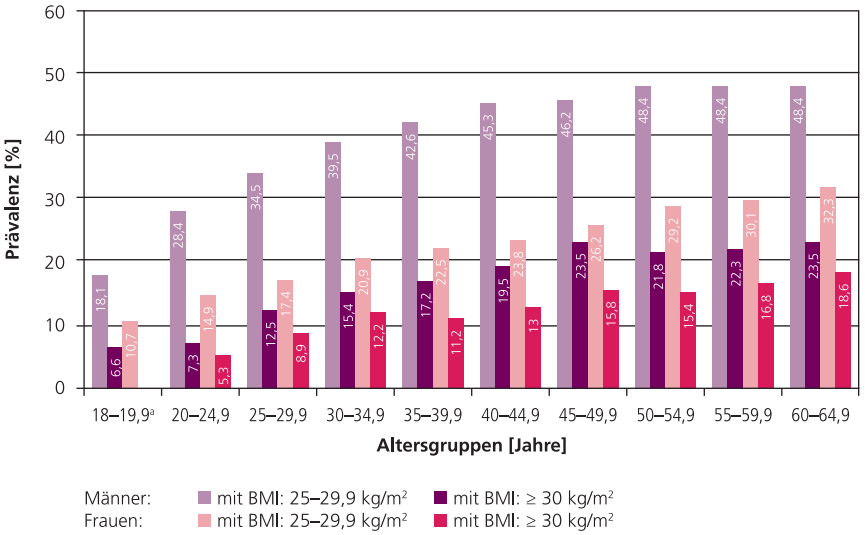
In Deutschland waren nach den Daten des Mikrozensus im Jahr 2021 erwachsene Männer im Alter von 18 bis unter 65 Jahren im Durchschnitt 180 cm groß und wogen 86,6 kg (1,1 kg mehr als im Jahr 2017); Frauen waren im Durchschnitt 167 cm groß und wogen 69,1 kg (0,9 kg mehr als im Jahr 2017) (Tab. 3/2).

Tabelle 3/2: Körpermaße sowie Prävalenz von Untergewicht und Übergewicht im Erwachsenenalter (18 bis < 65 Jahre) auf der Basis des Mikrozensus 2021 (gewichtete Durchschnittswerte) [17, 79, 80]

	Männer (18 bis < 65 Jahre)	**Frauen** (18 bis < 65 Jahre)
Körpergewicht [kg]	86,6	69,1
Körperlänge [cm]	180,0	167,0
BMI [kg/m²]	26,7	24,8
Untergewicht	0,2 %	3,7 %
Normalgewicht	38,5 %	58,5 %
Präadipositas	42,5 %	24,5 %
Adipositas	18,3 %	13,2 %

Den hier dargestellten Daten des Mikrozensus ist zu entnehmen (Tab. 3/2), dass im Alter zwischen 18 und 65 Jahren 42,5 % der Männer bzw. 24,5 % der Frauen präadipös und 18,3 % der Männer bzw. 13,2 % der Frauen adipös waren. Das ergibt eine Gesamtprävalenz für Übergewicht von 60,8 % für Männer und 37,7 % für Frauen. Dabei hat besonders die Verbreitung von Adipositas weiter zugenommen: Im Jahr 2021 hatten 18,3 % der Männer und 13,2 % der Frauen Adipositas (Tab. 3/2), während es 1999 noch 11,5 % der Männer und 9,9 % der Frauen waren.

Männer waren in allen Altersgruppen häufiger übergewichtig als Frauen (Abb. 3/9). So waren bei den 20- bis unter 25-Jährigen im Jahr 2021 35,7 % der Männer und 20,2 % der Frauen übergewichtig (inklusive Adipositas). Der Anteil von Personen mit Übergewicht nahm über die Altersgruppen hinweg zu und erreichte in der Altersgruppe 60 bis unter 65 Jahre mit 71,9 % bei den Männern bzw. 50,9 % bei den Frauen den Höchstwert.



[a] Die Daten für die 18- bis unter 20-Jährigen sind aufgrund der Fallzahl eingeschränkt. Für Frauen liegen keine Daten für BMI ≥ 30 vor.

Abbildung 3/9: Verbreitung von Präadipositas (BMI 25 bis 29,9 kg/m²) und Adipositas (BMI ≥ 30 kg/m²) im Erwachsenenalter (18 bis < 65 Jahre) auf der Basis des Mikrozensus 2021 [17, 79, 80]

Die Daten aus dem Mikrozensus 2021 zeigen eine Adipositasprävalenz von 18,3 % bei den Männern und 13,2 % bei den Frauen. Dieser geschlechtsspezifische Unterschied ist über alle Altersgruppen zu beobachten.

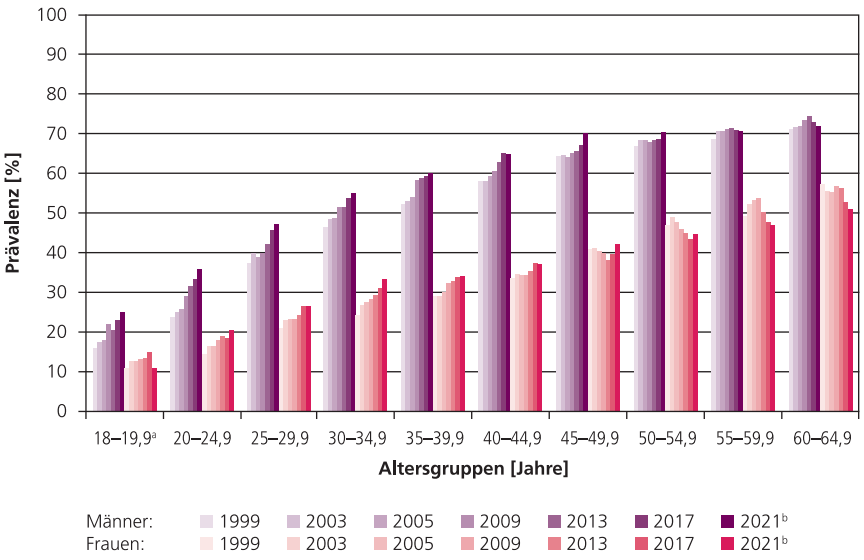
Betrachtet man die Daten aus der Studie GEDA 2019/2020-EHIS, so haben 53,5 % der Erwachsenen in Deutschland Übergewicht (einschließlich Adipositas). Insgesamt liegt die Adipositasprävalenz bei 19,0 %. Die Daten zeigen im Einklang zu den Daten aus dem Mikrozensus, dass Männer häufiger als Frauen betroffen sind und die Prävalenzen mit zunehmendem Alter ansteigen [85].

Erste Ergebnisse aus der Nationalen Kohorte (NAKO) weisen einen durchschnittlichen BMI bei den 20- bis 39-Jährigen von 25,5 kg/m² (Männer) und 24,2 kg/m² (Frauen) auf. Dieser steigt mit dem Alter an; bei den 40- bis 59-Jährigen lag der mittlere BMI bei 27,4 kg/m² (Männer) und 26,1 kg/m² (Frauen). Insgesamt waren in der NAKO-Studie bei den 20- bis 39-Jährigen 48,5 % der Männer und 32,1 % der Frauen übergewichtig sowie 12,6 % der Männer und 11,4 % der Frauen adipös. Bei den 40- bis 59-Jährigen waren 69,3 % der Männer und 49,2 % der Frauen übergewichtig; 22,8 % der Männer und 20,1 % der Frauen waren adipös. Die NAKO stellt eine prospektive Kohortenstudie, ausgelegt als Langzeitstudie, in Deutschland mit mehr als 200 000 Personen im Alter von 20 bis 69 Jahren dar. Die Basiserhebung fand in den Jahren 2014 bis 2018 statt [86]. Im Vergleich zum Mikrozensus lassen sich hier keine Trends abbilden, da bis dato nur zu

einem einzigen Zeitpunkt Daten vorliegen. Allerdings hat die NAKO den Vorteil, dass die Studienteilnehmenden sehr gut phänotypisiert wurden (der BMI beruht auf gemessenen Werten), unter anderem wurde in einer Subpopulation mit 30 000 Personen eine Magnetresonanztomographie (MRT) durchgeführt [87].

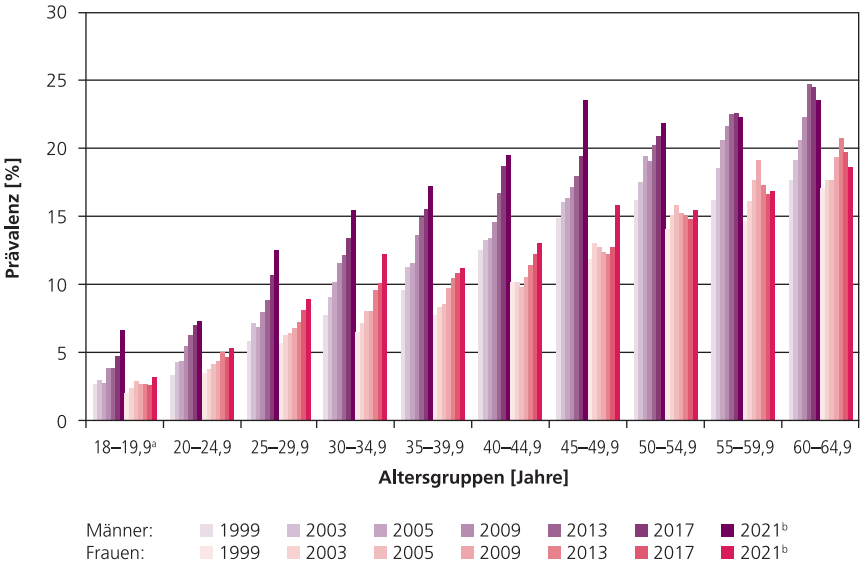
3.7.2 Entwicklung der Verbreitung von Übergewicht im Erwachsenenalter (18 bis unter 65 Jahre) zwischen 1999 und 2021

Eine differenzierte Analyse der Entwicklung der Verbreitung von Übergewicht in den Jahren 1999–2021 nach Geschlechts- und Altersgruppen zeigt, dass bei Männern und Frauen eine Zunahme der Prävalenz in der Altersgruppe 18 bis 44,9 Jahre stattgefunden hat, während die Prävalenz in der Altersgruppe 45 bis unter 65 Jahre stagniert (Männer) oder sogar rückläufig (Frauen) ist (Abb. 3/10).



[a] Die Daten für die 18- bis unter 20-Jährigen sind aufgrund der Fallzahl eingeschränkt.
[b] Ab 2020 geänderte Datenerhebung, sodass ein Vergleich über die Jahre nur eingeschränkt möglich ist.

Abbildung 3/10: Entwicklung der Verbreitung von Übergewicht (BMI ≥ 25 kg/m²; Präadipositas und Adipositas) bei Frauen und Männern im Erwachsenenalter (18 bis < 65 Jahre) in den Untersuchungen des Mikrozensus von 1999 bis 2021 [17, 79, 80]



[a] Die Daten für die 18- bis unter 20-Jährigen sind aufgrund der Fallzahl eingeschränkt.
[b] Ab 2020 geänderte Datenerhebung, sodass ein Vergleich über die Jahre nur eingeschränkt möglich ist.

Abbildung 3/11: Entwicklung der Verbreitung von Adipositas (BMI ≥ 30 kg/m²) bei Frauen und Männern im Erwachsenenalter (18 bis < 65 Jahre) in den Untersuchungen des Mikrozensus von 1999 bis 2021 [17, 79, 80]

Im Zeitraum von 22 Jahren hat bei den Männern gegenüber den Frauen in fast allen Altersgruppen eine stärkere Zunahme der Verbreitung von Adipositas stattgefunden. Während sich 1999 die Adipositasprävalenzen von Männern und Frauen in vielen Altersgruppen kaum unterschieden, sind inzwischen in allen Altersgruppen deutliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern erkennbar (Abb. 3/11).

3.7.3 Verbreitung von Übergewicht im Erwachsenenalter (18 bis unter 65 Jahre) bei Personen mit Migrationshintergrund

Im Jahr 2021 hatten fast 30 % der Gesamtbevölkerung in Deutschland einen Migrationshintergrund. Die meisten Personen mit Migrationshintergrund kommen aus einem europäischen Herkunftsland, wobei hier der größte Anteil bei Personen aus der Türkei liegt. Erwähnenswert ist, dass es keine einheitliche Definition von Migrationshintergrund gibt und oftmals nicht zwischen den Herkunftsländern unterschieden wird. Im Rahmen der Mikrozensus-Befragung wird zwischen Migrationshintergrund im engeren Sinne (nur Informationen über die Eltern verwendet, die auch im gleichen Haushalt leben) und Migrationshintergrund im weiteren Sinne (alle Informationen über die Eltern genutzt) unterschieden [88].

Bei Präadipositas gibt es zunächst keinen Unterschied zwischen Erwachsenen mit und ohne Migrationshintergrund (35,8 % versus 36,0 %). Bei Adipositas Grad I (BMI 30 bis 34,9 kg/m²) und Grad II (BMI 35 bis 39,9 kg/m²) beläuft sich der Unterschied in der Prävalenz im Jahr 2021 auf 1,3 Prozentpunkte (Abb. 3/12).

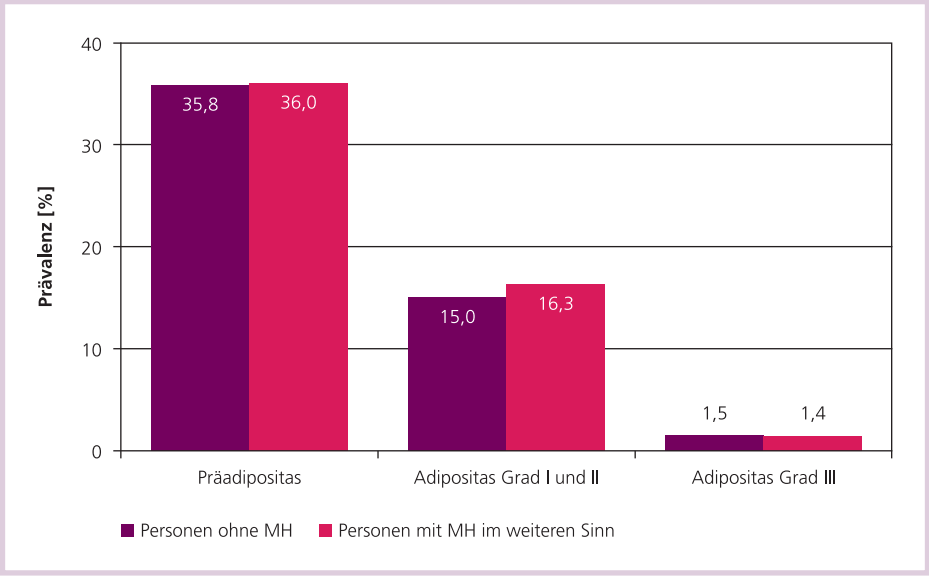


Abbildung 3/12: Verbreitung von Präadipositas (BMI 25 bis 29,9 kg/m²) und Adipositas (BMI ≥ 30 kg/m²) bei Erwachsenen (ab 18 Jahren) ohne und mit Migrationshintergrund (MH) auf der Basis des Mikrozensus 2021 [88]

In der Zeit von 2005–2021 hat die Übergewichtsprävalenz in allen Gruppen unabhängig vom Migrationsstatus zugenommen. Bei Personen ohne Migrationshintergrund lag die Übergewichtsprävalenz im Jahr 2005 bei 48,9 %, während sie im Jahr 2021 bei 52,3 % lag. Bei Personen mit Migrationshintergrund im weiteren Sinne ist die Übergewichtsprävalenz im selben Zeitraum von 47,8 auf 53,7 % angestiegen. In der Personengruppe mit Migrationshintergrund im engeren Sinne ist die Übergewichtsprävalenz ebenfalls von 48,1 auf 54,3 % gestiegen (Abb. 3/13).

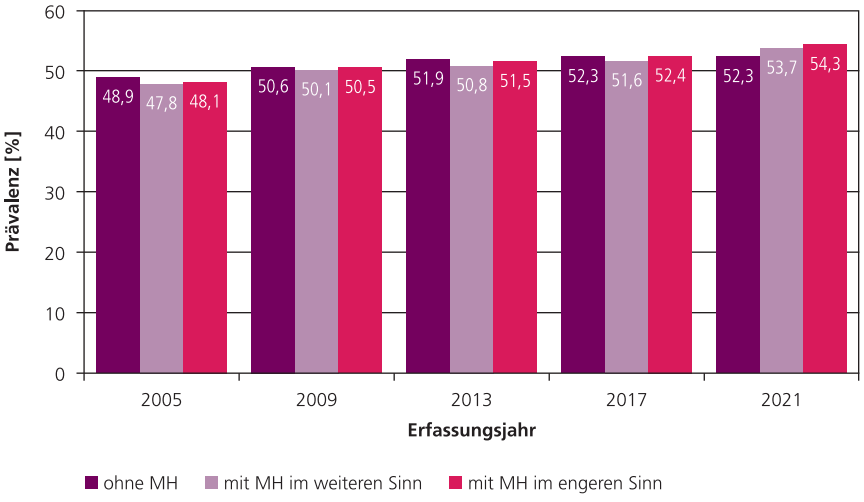


Abbildung 3/13: Entwicklung der Verbreitung von Übergewicht (BMI ≥ 25 kg/m²) bei Personen mit und ohne Migrationshintergrund (MH) im Erwachsenenalter (ab 18 Jahre) in den Untersuchungen des Mikrozensus von 2005 bis 2021 [88, 89]

Im Gegensatz zu den Kindern und Jugendlichen, für die gezeigt wurde, dass der Migrationshintergrund mit einer höheren Übergewichtsprävalenz einhergeht, zeigt sich bei den Erwachsenen kein wesentlicher Unterschied in der Prävalenz für Übergewicht und Adipositas zwischen Personen mit und ohne Migrationshintergrund.

Auch die Adipositasprävalenz ist zwischen den Jahren 2005 und 2021 stetig angestiegen, sowohl bei Erwachsenen ohne als auch mit Migrationshintergrund. Bei Personen ohne Migrationshintergrund lag die Adipositasprävalenz im Jahr 2005 bei 13,3 %, während sie im Jahr 2021 bei 16,5 % lag. Bei Personen mit Migrationshintergrund im weiteren Sinne ist die Übergewichtsprävalenz im selben Zeitraum von 13,8 % auf 17,8 % angestiegen. In der Personengruppe mit Migrationshintergrund im engeren Sinne ist die Übergewichtsprävalenz ebenfalls von 14,0 % auf 17,9 % gestiegen (Abb. 3/14).

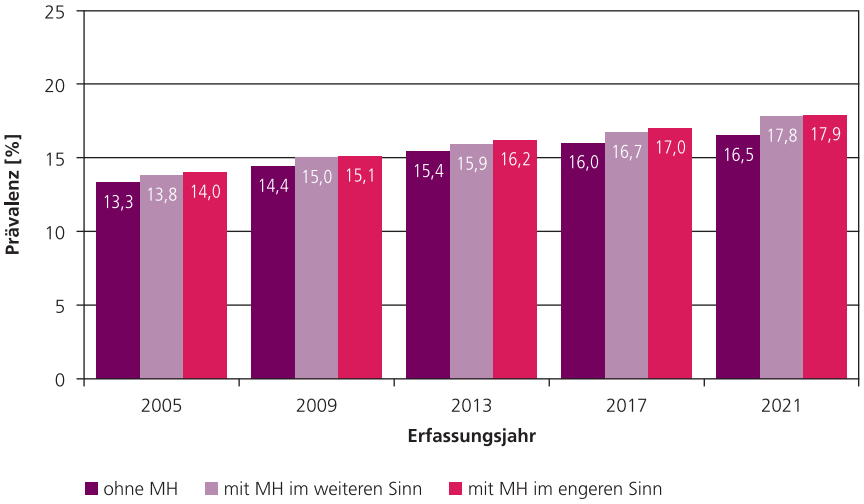


Abbildung 3/14: Entwicklung der Verbreitung von Adipositas (BMI ≥ 30 kg/m²) bei Personen mit und ohne Migrationshintergrund (MH) im Erwachsenenalter (ab 18 Jahre) in den Untersuchungen des Mikrozensus von 2005 bis 2021 [88, 89]

3.8 Übergewicht im Seniorenalter

3.8.1 Verbreitung von Übergewicht im Seniorenalter (65 Jahre und älter)

Laut Daten des Mikrozensus waren im Jahr 2021 Männer im Seniorenalter in Deutschland im Durchschnitt 175,7 cm groß und wogen 83,7 kg; gleich alte Frauen waren im Durchschnitt 163,4 cm groß und wogen 69,4 kg (Tab. 3/3). Im Vergleich zum Jahr 2017 gab es keine Änderungen beim Körpergewicht.

Insgesamt waren in dieser Altersgruppe 66,8 % der Männer und 52,7 % der Frauen übergewichtig, 19,8 % der Männer und 18,0 % der Frauen waren adipös. Während sich die Prävalenz von Präadipositas bei Männern und Frauen deutlich unterschied, fiel der Geschlechtsunterschied für Adipositas deutlich geringer aus.

Tabelle 3/3: Körpermaße sowie Prävalenz von Untergewicht und Übergewicht bei Personen im Alter von ≥ 65 Jahren auf der Basis des Mikrozensus 2021 (Durchschnittswerte) [79, 80]

	Männer (≥ 65 Jahre)	**Frauen** (≥ 65 Jahre)
Körpergewicht [kg]	83,7	69,4
Körperlänge [cm]	175,7	163,4
BMI [kg/m²]	27,1	26,0
Untergewicht	Keine Daten vorhanden	2,7 %
Normalgewicht	32,7 %	44,6 %
Präadipositas	47,0 %	34,7 %
Adipositas	19,8 %	18,0 %

Laut Auswertung der NAKO-Daten lag der durchschnittliche BMI bei den über 60-Jährigen bei 28,3 kg/m² (Männer) beziehungsweise 27,6 kg/m² (Frauen) [86]. Insgesamt waren in dieser Altersgruppe in der NAKO-Studie 78,5 % der Männer und 63,5 % der Frauen übergewichtig, 29,8 % der Männer und 28,4 % der Frauen waren adipös. Diese erheblichen Abweichungen in den Prävalenzraten machen erneut deutlich, wie sehr die Erhebungsmethode die Prävalenzen von Übergewicht und Adipositas modifiziert und dass Selbstangaben die tatsächlichen Prävalenzraten deutlich unterschätzen.

Eine differenzierte Betrachtung der Mikrozensus-Daten in unterschiedlichen Altersgruppen älterer Personen zeigt im höheren Alter – und hier besonders in der Altersgruppe 75 Jahre und älter – eine niedrigere Prävalenz von Übergewicht und Adipositas (Abb. 3/15). Insgesamt scheint im Vergleich zum Jahr 2017 die Prävalenz im höheren Alter abzunehmen [17]. Während im Jahr 2017 66 % der Männer (≥ 75 Jahre) und 55,7 % der Frauen (≥ 75 Jahre) übergewichtig waren, waren es im Jahr 2021 62,2 % bei den Männern und 50,9 % bei den Frauen [17].

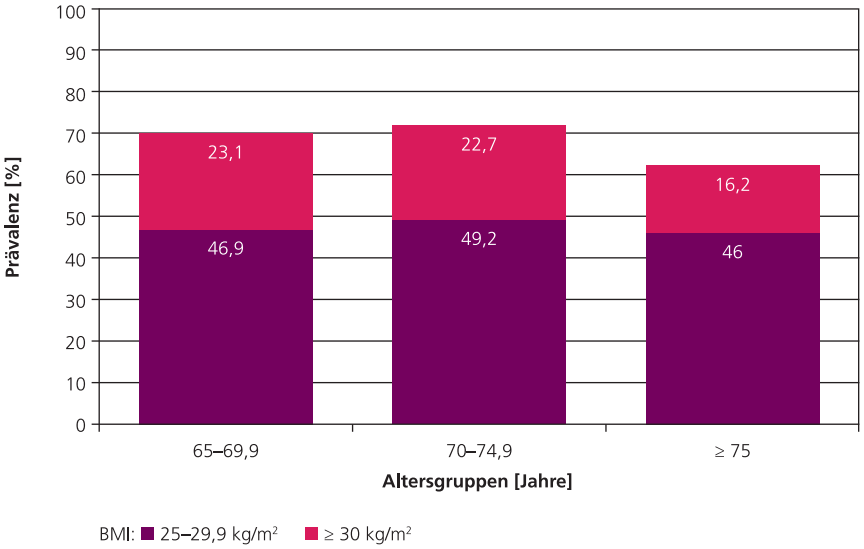


Abbildung 3/15a: Verbreitung von Präadipositas (BMI 25 bis 29,9 kg/m²) und Adipositas (BMI ≥ 30 kg/m²) bei Männern im Seniorenalter (≥ 65 Jahre) auf der Basis des Mikrozensus 2021 [79, 80]

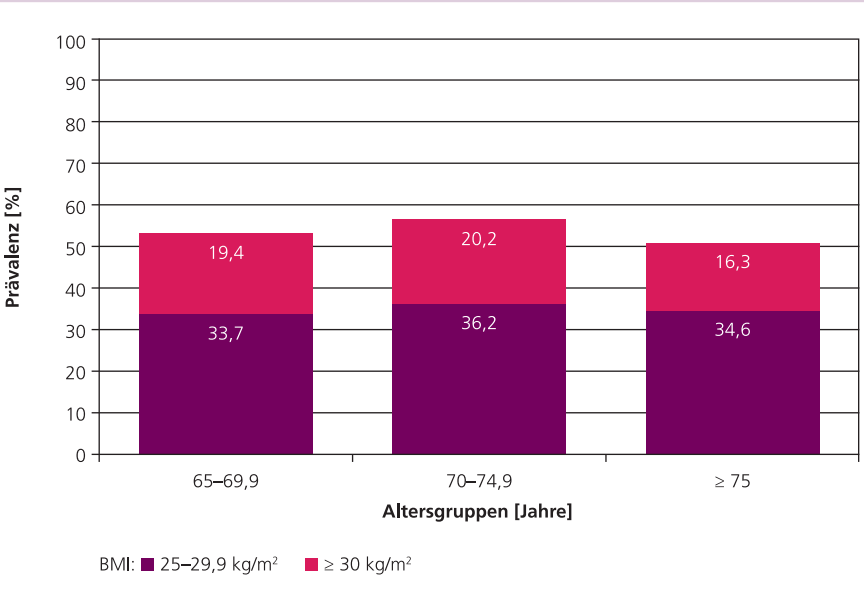


Abbildung 3/15b: Verbreitung von Präadipositas (BMI 25 bis 29,9 kg/m²) und Adipositas (BMI ≥ 30 kg/m²) bei Frauen im Seniorenalter (≥ 65 Jahre) auf der Basis des Mikrozensus 2021 [79, 80]

3.8.2 Entwicklung der Verbreitung von Übergewicht im Seniorenalter (65 Jahre und älter) zwischen 1999 und 2021

In der Altersgruppe 65 bis unter 70 Jahre sind bei den Männern und Frauen zwischen 1999 und 2021 keine größeren Veränderungen der Übergewichtsprävalenz eingetreten. Seit 2009 ist bei beiden Geschlechtern in der Altersgruppe 70 bis unter 75 Jahre die Prävalenz rückläufig. Dies trifft insbesondere auf die letzten vier Jahre zu (Abb. 3/16).

Anders hat sich dagegen die Prävalenz von Adipositas im Seniorenalter entwickelt. Es sind deutliche Zunahmen der Prävalenz zu erkennen (Abb. 3/17). Besonders deutliche Steigerungen finden sich in der Altersgruppe 75 Jahre und älter, wobei auch dieser Trend in den letzten vier Jahren rückläufig war.

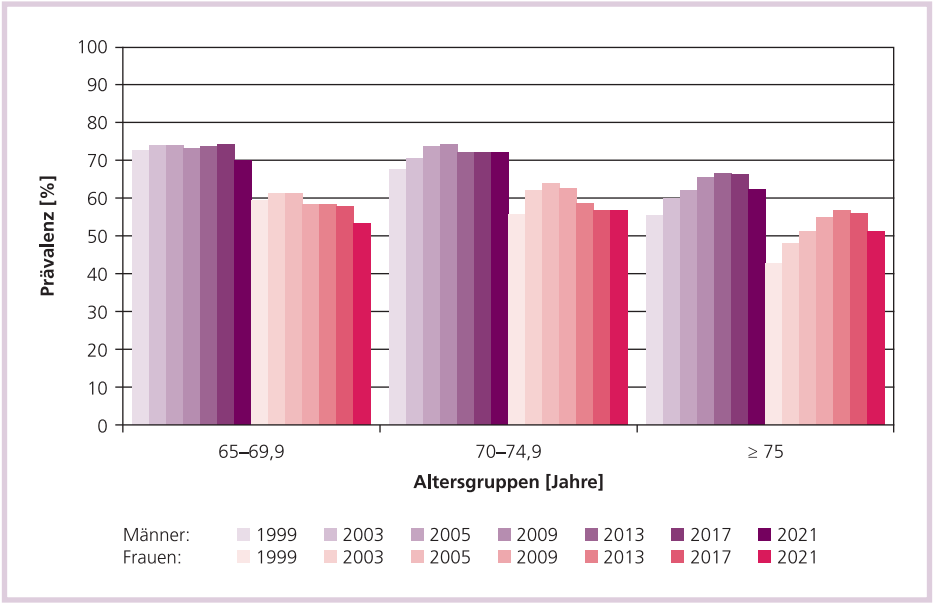


Abbildung 3/16: Entwicklung der Verbreitung von Übergewicht (BMI ≥ 25 kg/m²; Präadipositas und Adipositas) bei Frauen und Männern im Seniorenalter (≥ 65 Jahre) in den Untersuchungen des Mikrozensus von 1999 bis 2021 [17, 79, 80]

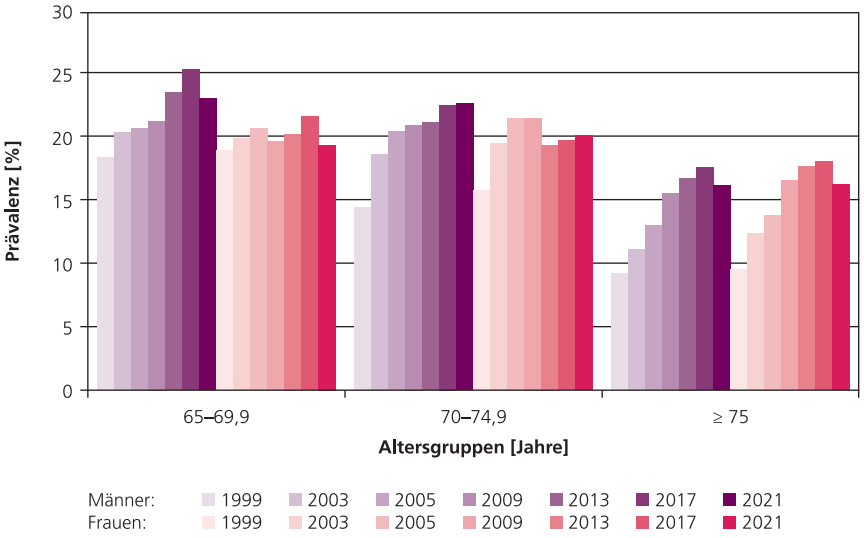


Abbildung 3/17: Entwicklung der Verbreitung von Adipositas (BMI > 30 kg/m²) bei Frauen und Männern im Seniorenalter (≥ 65 Jahre) in den Untersuchungen des Mikrozensus von 1999 bis 2021 [17, 79, 80]

Betrachtet man die Daten aus dem Mikrozensus über die vergangenen Jahre, so zeigt sich, dass sich die Übergewichtsprävalenz im Seniorenalter kaum verändert hat, jedoch die Adipositasprävalenz vor allem in der Altersgruppe 75 Jahre und älter zugenommen hat.

3.9 Maßnahmen zur Übergewichtsprävention

Zur Prävention von Übergewicht und Adipositas gibt es generell zwei Ansätze: Verhaltens- und Verhältnisprävention. Während sich die Verhaltensprävention auf das Individuum bezieht und zum Ziel hat, durch Aufklärung oder Information eine Verhaltensänderung zu erreichen, richtet sich die Verhältnisprävention an die gesamte Gesellschaft mit dem Ziel, die Verhältnisse und Lebensbedingungen so zu ändern, dass ein gesundheitsförderlicher Lebensstil erleichtert wird. Im Folgenden werden Ansätze der Verhältnisprävention beispielhaft dargestellt.

Eine verbesserte und einheitliche Lebensmittelkennzeichnung (z. B. *Front-of-Pack-Label*) schafft mehr Transparenz für die Verbraucher*innen und erleichtert bewusstere und gesundheitsorientierte Entscheidungen beim Lebensmittelkauf. Mit diesem Ziel wurde in Deutschland im Jahr 2020 der Nutri-Score zur Kennzeichnung verpackter Lebensmittel auf freiwilliger Basis eingeführt, nachdem eine vorherige Verbraucher*innenbefragung eine deutliche Präferenz für das 5-farbige Ampelsystem ergeben hatte. Die Verwendung des Nutri-Score bleibt den Unternehmen überlassen und ist damit freiwillig. Dementsprechend nutzt nur ein Teil der Unternehmen dieses Kennzeichnungssystem. Bemühungen, diese

Kennzeichnung verpflichtend einzuführen, blieben bis heute erfolglos. Bisher ist nicht klar, welchen Effekt die Verwendung des Nutri-Score und anderer Kennzeichnungssysteme auf die Lebensmittelauswahl hat. Modellierungen auf der Basis von Verbraucher*innen-befragungen lassen nur sehr moderate Effekte erwarten und „*real world*"-Daten fehlen [90].

Die erheblichen Werbeausgaben der Ernährungsindustrie und des Handels dienen in erster Linie der Vermarktung meist energiedichter Lebensmittel und Getränke. Es ist vielfach belegt, dass solche Werbemaßnahmen vor allem bei Kindern verfangen und die Auswahl der Lebensmittel und Getränke beeinflussen, weshalb eine Einschränkung oder ein Verbot von an Kinder gerichtete Lebensmittelwerbung gefordert wird [91, 92]. Allerdings gibt es bisher nur geringe Evidenz für einen Zusammenhang zwischen Lebensmittelmarketing und dem Auftreten einer Adipositas im Kindes- und Jugendalter [93]. Daher sind neben einer Eindämmung der an Kinder gerichteten Lebensmittelwerbung weitere Anreize und Nudging-Maßnahmen für gesunde Lebensmittel und Getränke nötig, um einen gesundheitsfördernden Lebensstil zu erleichtern [94].

Eine wichtige Determinante für die Ernährungsweise ist das Essangebot im Umfeld von Personen (z. B. Wohnumgebung, Gemeinschaftsverpflegung). Je ungünstiger die Ernährungsumgebung ist, desto schwieriger ist es für Personen, ihr Gewicht zu kontrollieren, insbesondere für Personen mit niedrigem SES [95]. In vielen Ländern gibt es Aktivitäten, um durch zusätzliche Steuern für ungesunde Lebensmittel, vor allem zuckergesüßte Getränke, den Verzehr dieser Produkte zu verringern. In einem *Scoping Review* wurde die Wirksamkeit von politischen Maßnahmen von Regierungen zur Eindämmung der Adipositas-Epidemie untersucht. Dabei zeigte sich, dass öffentliche Aufklärungskampagnen und Lebensmittelkennzeichnung nur einen sehr geringen Effekt auf die Adipositasprävalenz in der Bevölkerung haben. Lediglich die Besteuerung von zuckergesüßten Getränken hatte in Abhängigkeit von der Höhe der Zusatzsteuer Einfluss auf BMI und Adipositashäufigkeit [96]. Damit wird immer klarer, dass es ein Bündel von Maßnahmen braucht, um messbare Effekte auf Bevölkerungsebene zu erzielen [97]. Dazu gehören auch Maßnahmen, um die körperliche Bewegung zu fördern, die letztlich auch Verkehrsplanung und Gestaltung von öffentlichen Räumen betreffen.

Die kürzlich verabschiedete Ernährungsstrategie der Bundesregierung nennt eine Vielzahl von potenziell geeigneten Maßnahmen, um die Ernährungsqualität der Bevölkerung unter Beachtung ökologischer Nachhaltigkeit zu verbessern und Übergewicht bzw. Adipositas zu vermeiden. Es erfolgte aber keine dezidierte Festlegung auf konkrete Ziele und Maßnahmen, weshalb abzuwarten bleibt, inwieweit die Ernährungsstrategie einen Fortschritt gegenüber früheren Initiativen darstellt. Die Erfahrungen mit ähnlichen Bemühungen in der Vergangenheit hinsichtlich der Prävention von Adipositas stimmen skeptisch.

Erwähnenswert ist, dass die Erfolge staatlicher regulatorischer Maßnahmen in anderen Ländern bislang ebenfalls nur mäßig erfolgreich waren [96]. Dies bedeutet aber nicht, dass die vielen Einzelinitiativen von Organisationen und Institutionen grundsätzlich nutzlos sind, auch wenn deren Ergebnisse schwer zu messen sind bzw. ein möglicher Erfolg sich zeitverzögert erst nach vielen Jahren auszeichnet. Der enge Zusammenhang zwischen Bildung bzw. SES und Adipositashäufigkeit unterstreicht vielmehr, an welchen Stellschrauben gedreht werden kann, um in speziellen Zielgruppen und Settings zumindest Teilerfolge zu erzielen.

Eine Strategie zur Prävention von Übergewicht und Adipositas sind lebensmittelbezogene Ernährungsempfehlungen. Insbesondere die *Planetary Health Diet* ist in den Fokus der Öffentlichkeit geraten, da sie neben gesundheitlichen auch nachhaltigkeitsbezogene Gesichtspunkte und Ziele beinhaltet [98]. Die *Planetary Health Diet* beinhaltet vor allem eine deutliche Reduktion des derzeitig hohen Verzehrs tierischer Produkte und die Erhöhung des Verzehrs von pflanzlichen Lebensmitteln wie Gemüse, Obst und Hülsenfrüchten, welche in der Regel eine geringe Energiedichte und hohe Nährstoffdichte aufweisen [99]. Auch die neuen lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der DGE 2024 [100, 101], welche ebenfalls verstärkt den Aspekt der Nachhaltigkeit einbeziehen, sollen den Konsum von pflanzlichen Lebensmitteln fördern und den Verzehr von tierischen Produkten reduzieren. Allerdings ist bis dato die Datenlage zu limitiert, um einen Effekt der *Planetary Health Diet* auf das Körpergewicht nachweisen zu können [102]. Eine offene Frage ist auch, welche Zielgruppe und welcher Anteil der Bevölkerung bereit sein wird, von einer derzeit fleischbetonten Ernährung auf eine pflanzenbetonte Kost zu wechseln.

> Übergewichtsprävention ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe und bedarf eines Portfolios an Maßnahmen.

3.10 Fazit

Wie aufgezeigt wurde, stellen ein hoher BMI zu Beginn und eine zu hohe Gewichtszunahme während der **Schwangerschaft** besondere Probleme für Mutter und Kind dar. Aufgrund der großen Bedeutung pränataler Einflussfaktoren auf die gesunde Entwicklung von Kindern inklusive der Vermeidung von Übergewicht bzw. Adipositas im Kindes- und Jugendalter sollten präventive Maßnahmen bereits frühzeitig einsetzen.

Eine ausgewogene, abwechslungsreiche Ernährung und ein normales Ausgangsgewicht vor der Schwangerschaft sowie eine **angemessene Gewichtszunahme** und ein adäquates Bewegungsverhalten während der Schwangerschaft haben nach den Ergebnissen zahlreicher Beobachtungsstudien langfristige positive Auswirkungen auf die Gesundheit von Mutter und Kind. Die Ergebnisse von Interventionsstudien während und nach der Schwangerschaft zeigen dagegen nur sehr mäßige Ergebnisse für die Gewichtsentwicklung der Nachkommen und schwächen sich bereits während der ersten Lebensjahre deutlich ab [68]. Größere und aussagefähige Langzeitstudien bis ins Erwachsenenalter fehlen.

Ein aktuelles Problem ist, dass der Energiebedarf von Schwangeren erheblich überschätzt wird. Die in den aktuellen DGE/ÖGE-Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr abgeleiteten Empfehlungen für die tägliche Energiezufuhr während der Schwangerschaft sind für Frauen mit Normalgewicht, die ihre körperlichen Aktivitäten während der Schwangerschaft weitgehend beibehalten und deren Körpergewichtszunahme bis zum Ende der Schwangerschaft bei maximal 12 kg liegt, vorgesehen. Diese Empfehlungen werden aber der Realität nicht gerecht, da bei den meisten Schwangeren im letzten Trimester die körperlichen Aktivitäten zurückgehen und der schwangerschaftsbedingte Energiemehrbedarf weitgehend durch die inaktivitätsbedingte Energieeinsparung kompensiert wird [103].

Dies unterstreicht die Bedeutung und Notwendigkeit einer Beratung in der Schwangerschaft durch eine qualifizierte Fachkraft, welche Ernährung, Bewegung und Verhalten beinhaltet.

In der **Altersgruppe der Vorschulkinder** scheint der früher beobachtete Anstieg der Prävalenz von Übergewicht bzw. Adipositas gestoppt zu sein. Es besteht aber weiterhin ein erheblicher Einfluss des SES und der ethnischen Zugehörigkeit auf die Ernährung und die Gewichtsentwicklung von Kindern und Jugendlichen. Vor diesem Hintergrund sind weitere Maßnahmen wie die flächendeckende Umsetzung der DGE-Qualitätsstandards in der Gemeinschaftsverpflegung oder Ernährungsbildung zur Verhinderung einer frühzeitig im Leben beginnenden übermäßigen Gewichtszunahme und zur Reduzierung der hohen Prävalenz von Übergewicht bzw. Adipositas im Kindes- und Jugendalter dringend erforderlich.

Die für Deutschland vorliegenden repräsentativen Daten zur Prävalenz von Übergewicht und Adipositas im **Erwachsenenalter** zeigen sehr deutlich, dass heute die Mehrheit der Bevölkerung Schwierigkeiten hat, ihr Körpergewicht im Bereich des Normalgewichts (BMI zwischen 18,5 bis 24,9 kg/m²) zu halten. Mit zunehmendem Alter steigt sowohl bei Frauen als auch bei Männern die Übergewichts- inkl. der Adipositasprävalenz an.

Parallel zum weltweiten Anstieg der Verbreitung von Adipositas [1] haben auch die Prävalenzen des Typ-2-Diabetes [104] weltweit bei Erwachsenen deutlich zugenommen. Inzwischen liegt in Deutschland die Prävalenz des Diabetes bei ca. 11 % [105]. Der Anstieg der Prävalenz des Typ-2-Diabetes ist aber nicht auf eine Zunahme der Inzidenz, sondern überwiegend auf eine höhere Lebenserwartung dank besserer Diagnose und Behandlung zurückzuführen. Die Sterblichkeitsrate bei Diabetes mellitus hat abgenommen. Darüber hinaus haben Übergewicht und Adipositas erhebliche Auswirkungen auf die gesundheitliche Lebensqualität, die psychische Befindlichkeit und auch die soziale Einbindung [106].

Die zunehmende Verbreitung von Übergewicht inkl. Adipositas stellt auch noch im Seniorenalter bis ins hohe Alter ein erhebliches Gesundheitsproblem dar, obwohl der Trend leicht rückläufig ist. Hinzu kommt, dass ältere Menschen mit Pflegebedarf zunehmend von Adipositas betroffen sind und dies für pflegende Angehörige, ambulante Dienste oder Pflegekräfte in den Einrichtungen der Altenpflege eine höhere Pflegebelastung bedeutet.

Neben Einbußen in der Gesundheit haben Übergewicht bzw. Adipositas auch weitreichende ökonomische Konsequenzen für die Gesellschaft und die nationalen Gesundheitssysteme [107]. Bedingt durch die deutliche Zunahme der Adipositasprävalenz, der allgemeinen Kostensteigerung im Gesundheitswesen, den Fortschritten in der Medizin und der vollständigeren Erfassung aller Adipositaskosten (inkl. Kosten der weiteren Begleiterkrankungen, Arbeitsunfähigkeit, Rehabilitation, vorzeitige Pensionierung bzw. Verrentung, Arbeitslosigkeit, Unfälle) geht man von einer hohen gesundheitsökonomischen Belastung aus. Die anhand der Abrechnungsdaten einer deutschen Krankenkasse durchgeführten Berechnungen und Hochrechnungen weisen für den Zeitraum 2008 bis 2012 jährliche adipositasbedingte Kosten in Höhe von 63,04 Mrd. Euro aus [108]. Unter Berücksichtigung der Lebenszeitperspektive belastete ein Mann mit Adipositas die Sozialversicherungssysteme mit 166 911 Euro und eine Frau mit Adipositas mit 206 526 Euro. Die Autoren weisen darauf hin, dass somit die durch Fehlernährung und Bewegungsmangel verursachten Kosten und weitere Konsequenzen gravierender sind als die durch Tabakkonsum [108].

Es werden in Zukunft mehr denn je beträchtliche Anstrengungen in den Bereichen der Ernährung, der körperlichen Aktivität und der Lebensstile erforderlich sein, um die hohe Prävalenz von Übergewicht und Adipositas zu senken. Adipositas ist eine wichtige Ursache für eine erhöhte Morbidität und Mortalität und trägt somit zu den bestehenden großen sozialen Unterschieden in der Gesundheit bzw. Krankheitslast zwischen den genannten Bevölkerungsgruppen bei. Kombinierte Programme, bei denen Ernährung, körperliche Aktivität und Verhaltensänderungen einbezogen werden, sind am ehesten in der Lage, den BMI zu senken. In einigen anderen Ländern mit einer vergleichbaren Übergewichtsproblematik werden bereits weitergehende ernährungspolitische Maßnahmen und Strategien entwickelt, getestet oder auch umgesetzt.

Für Trendanalysen zum BMI und zur Verbreitung von Übergewicht und Adipositas im Erwachsenenalter stehen regelmäßig die Mikrozensus-Daten des Statistischen Bundesamtes zur Verfügung. Diese beruhen aber auf Selbstangaben der Teilnehmenden und dürften eher zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Verbreitung führen. Um präzisere Angaben zu erhalten, durch die sich evtl. Ergebnisse zukünftiger ernährungs- und gesundheitspolitischer Maßnahmen zuverlässig evaluieren lassen, ist ein regelmäßiges Monitoring repräsentativer Bevölkerungsstichproben mit standardisierten Messmethoden erforderlich unter Einbeziehung der oft schwer zu erreichenden Risikogruppen (z. B. Personen mit geringen Lese- und Schreibkompetenzen, Personen mit Migrationshintergrund).

Ergebnisse der Schuleingangsuntersuchungen des Öffentlichen Gesundheitsdienstes in den verschiedenen Bundesländern könnten für diese Altersgruppe zuverlässige Datenquellen sein, werden aber nur spärlich, wenig aktuell und mit großer Verzögerung veröffentlicht.

Zudem ist interdisziplinäre Forschung erforderlich, um die konkreten Ursachen für die Adipositas-Epidemie besser zu verstehen. Sowohl die DGE als auch die Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V. haben hierzu kürzlich den Bedarf an Ernährungsforschung in Deutschland definiert [109, 110].

Die Übergewichtsprävalenz in Deutschland ist hoch. Die sozialen, gesundheitlichen und ökonomischen Folgen eines zu hohen Körpergewichts sind bekannt. Dennoch fehlt es in Deutschland an der Einführung und Umsetzung wirksamer Präventionsmaßnahmen, an belastbaren und umfangreichen regelmäßigen Datenerhebungen sowie an interdisziplinärer Forschung.

3.11 Literatur

[1] NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC): Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. Lancet 403 (2024) 1027–1050. doi:10.1016/S0140-6736(23)02750-2

[2] Blüher M: Obesity: global epidemiology and pathogenesis. Nat Rev Endocrinol 15 (2019) 288–298. doi:10.1038/s41574-019-0176-8

[3] Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V.: S3-Leitlinie Adipositas - Prävention und Therapie. Version 5.0. (2024) https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/050-001 (eingesehen am 18.10.2024)

[4] WCRF (World Cancer Research Fund), AICR (American Institute for Cancer Research) (Hrsg.): Continuous Update Project Expert Report. Diet, nutrition, physical activity: energy balance and body fatness. The determinants of weight gain, overweight and obesity. (2018) https://www.wcrf.org/sites/default/files/Energy-Balance-and-Body-Fatness.pdf (eingesehen am 18.10.2024)

[5] Government Office for Science (Hrsg.): Tackling obesities: future choices – project report. (2007) https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a759da7e5274a4368298a4f/07-1184x-tackling-obesities-future-choices-report.pdf (eingesehen am 18.10.2024)

[6] Fiedler K, Hauner H, Hertwig R et al.: Übergewicht und Adipositas. Thesen und Empfehlungen zur Eindämmung der Epidemie. (2019) https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2019_Diskussionspapier_Adipositas_web.pdf (eingesehen am 18.10.2024)

[7] Robert Koch-Institut (RKI) (Hrsg.): AdiMon-Themenblatt: Adipositas der Eltern (Stand: 26. Februar 2018). (2018) https://www.rki.de/adimon (eingesehen am 18.10.2024)

[8] Schienkiewitz A, Mensink GB, Kuhnert R et al.: Übergewicht und Adipositas bei Erwachsenen in Deutschland. J Health Monitoring 2 (2017) 21–28. doi:10.17886/RKI-GBE-2017-025

[9] Bray GA, Kim KK, Wilding JPH: Obesity: a chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. Obes Rev 18 (2017) 715–723. doi:10.1111/obr.12551

[10] Jastreboff AM, Kotz CM, Kahan S et al.: Obesity as a disease: the obesity society 2018 position statement. Obesity 27 (2019) 7–9. doi:10.1002/oby.22378

[11] Kivimäki M, Strandberg T, Pentti J et al.: Body-mass index and risk of obesity-related complex multimorbidity: an observational multicohort study. Lancet Diabetes Endocrinol 10 (2022) 253–263. doi:10.1016/S2213-8587(22)00033-X

[12] The Global BMI Mortality Collaboration: Body-mass index and all-cause mortality: individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents. Lancet 388 (2016) 776–786. doi:10.1016/S0140-6736(16)30175-1

[13] Jayedi A, Soltani S, Zargar MS et al.: Central fatness and risk of all cause mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of 72 prospective cohort studies. BMJ 370 (2020) m3324. doi:10.1136/bmj.m3324

[14] Heseker H, Straßburg A: Ernährungssituation in Deutschland. 1.6 Verbreitung von Präadipositas und Adipositas in Deutschland. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 2008. Bonn (2008) 99–119

[15] Heseker H: Ernährungssituation in Deutschland. 1.7 Entwicklung von Übergewicht (Präadipositas und Adipositas) in Deutschland. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): 12. Ernährungsbericht 2012. Bonn (2012) 119–130

[16] Heseker H: Ernährungssituation in Deutschland. 1.4 Die Entwicklung und Verbreitung von Übergewicht (Präadipositas und Adipositas) in Deutschland. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): 13. DGE-Ernährungsbericht. Bonn (2016) 65–86

[17] Heseker H: Die Entwicklung und Verbreitung von Übergewicht (Präadipositas und Adipositas) in Deutschland. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) (Hrsg.): 14. DGE-Ernährungsbericht. Bonn (2020) 78–113

[18] Connor Gorber S, Tremblay M, Moher D et al.: A comparison of direct vs. self-report measures for assessing height, weight and body mass index: a systematic review. Obes Rev 8 (2007) 307–326. doi:10.1111/j.1467-789X.2007.00347.x

[19] WHO (World Health Organization): Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 894 (2000) 1

[20] Roberto CA, Swinburn B, Hawkes C et al.: Patchy progress on obesity prevention: emerging examples, entrenched barriers, and new thinking. Lancet 385 (2015) 2400–2409. doi:10.1016/S0140-6736(14)61744-X

[21] Dwyer J: Policy and healthy weight. Am J Clin Nutr 63, Suppl (1996) 415S–418S. doi:10.1093/ajcn/63.3.415

[22] Després JP: Health consequences of visceral obesity. Ann Med 33 (2001) 534–541. doi:10.3109/07853890108995963

[23] Blundell JE, Dulloo AG, Salvador J et al.: Beyond BMI - phenotyping the obesities. Obes Facts 7 (2014) 322–328. doi:10.1159/000368783

[24] Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter der Deutschen Adipositas Gesellschaft (AGA), Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG), Deutsche Gesellschaft für Kinder-und Jugendmedizin (DGKJ): Therapie und Prävention der Adipositas im Kindes- und Jugendalter. AWMF-Nr. 050-002, Version August 2019. (2019) https://register.awmf.org/assets/guidelines/050-002l_S3_Therapie-Praevention-Adipositas-Kinder-Jugendliche_2019-11.pdf (eingesehen am 18.10.2024)

[25] Kromeyer-Hauschild K, Wabitsch M, Kunze D et al.: Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. Monatsschr Kinderheilkd 149 (2001) 807–818

[26] Hauner H: The COVID-19 pandemic: a challenge for obesity research and management. Obes Facts 13 (2020) 1–2. doi:10.1159/000511186

[27] Technische Universität München (TUM): Corona-Pandemie und Adipositas: ein „Teufelskreis". (2021) https://mediatum.ub.tum.de/image/1613198.jpg (eingesehen am 18.10.2024)

[28] Hauner H, Blanken CPS, Holzapfel C: Long-lasting effects of the COVID-19 pandemic on lifestyle and body weight: results of representative cross-sectional surveys in adults in Germany. BMC Public Health 24 (2024) 1199. doi:10.1186/s12889-024-18680-x

[29] Koletzko B, Holzapfel C, Schneider U et al.: Lifestyle and body weight consequences of the COVID-19 pandemic in children: increasing disparity. Ann Nutr Metab 77 (2021) 1–3. doi:10.1159/000514186

[30] Weihrauch-Blüher S, Huizinga O, Joisten C et al.: Changes in lfestyle and body weight in children and adolescents during the COVID-19 pandemic: a representative survey of parents in Germany. Obes Facts 16 (2023) 301–312. doi:10.1159/000529116

[31] Vogel M, Geserick M, Gausche R et al.: Age- and weight group-specific weight gain patterns in children and adolescents during the 15 years before and during the COVID-19 pandemic. Int J Obes 46 (2022) 144–152. doi:10.1038/s41366-021-00968-2

[32] Galler A, Röbl M, Prinz N et al.: Weight development in children and adolescents with obesity during the COVID-19 pandemic. Dtsch Arztebl Int 119 (2022) 302–303. doi:10.3238/arztebl.m2022.0155

[33] Koletzko B, Cremer M, Flothkötter M et al.: Ernährung und Lebensstil vor und während der Schwangerschaft - Handlungsempfehlungen des bundesweiten Netzwerks Gesund ins Leben. Geburtshilfe Frauenheilkd 78 (2018) 1262–1282. doi:10.1055/a-0713-1058

[34] Gluckman PD, Hanson MA, Cooper C et al.: Effect of in utero and early-life conditions on adult health and disease. N Engl J Med 359 (2008) 61–73. doi:10.1056/NEJMra0708473

[35] Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe (Hrsg.): Adipositas und Schwangerschaft. S3-Leitlinie, AWMF-Registernummer 015/081. (2019) https://register.awmf.org/assets/guidelines/015-081l_S3_Adipositas-Schwangerschaft_2020_06.pdf (eingesehen am 18.10.2024)

[36] Robert Koch-Institut (RKI) (Hrsg.): AdiMon-Themenblatt: Schwangerschaft (Stand: 10. Juli 2019). (2019) https://www.rki.de/adimon (eingesehen am 18.10.2024)

[37] Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH (Hrsg.): BQS-Bundesauswertung 2008. Geburtshilfe.

[38] Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG) (Hrsg.): Geburtshilfe. Qualitätsindikatoren. Bundesauswertung zum Erfassungsjahr 2017. (2018) https://iqtig.org/downloads/auswertung/2017/16n1gebh/QSKH_16n1-GEBH_2017_BUAW_V02_2018-08-01.pdf (eingesehen am 18.10.2024)

[39] Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG) (Hrsg.): Bundesauswertung - Perinatalmedizin: Geburtshilfe. Erfassungsjahr 2022. (2023) https://iqtig.org/downloads/auswertung/2022/pmgebh/DeQS_PM-GEBH_2022_BUAW_Bund_2023-07-20.pdf (eingesehen am 18.10.2024)

[40] Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG) (Hrsg.): Bundesauswertung - Perinatalmedizin: Geburtshilfe. Erfassungsjahr 2019. (2020) https://iqtig.org/downloads/auswertung/2019/16n1gebh/QSKH_16n1-GEBH_2019_BUAW_V02_2020-07-14.pdf (eingesehen am 18.10.2024)

[41] Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG) (Hrsg.): Bundesauswertung - Perinatalmedizin: Geburtshilfe. Erfassungsjahr 2020. (2021) https://iqtig.org/downloads/auswertung/2020/16n1gebh/QSKH_16n1-GEBH_2020_BUAW_V01_2021-08-10.pdf (eingesehen am 18.10.2024)

[42] Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG) (Hrsg.): Bundesauswertung - Perinatalmedizin: Geburtshilfe. Erfassungsjahr 2021. (2022) https://iqtig.org/downloads/auswertung/2021/pmgebh/DeQS_PM-GEBH_2021_BUAW_V01_2022-06-30.pdf (eingesehen am 18.10.2024)

[43] Heslehurst N, Vieira R, Akhter Z et al.: The association between maternal body mass index and child obesity: a systematic review and meta-analysis. PLoS Med 16 (2019) e1002817. doi:10.1371/journal.pmed.1002817

[44] Stubert J, Reister F, Hartmann S et al.: Risiken bei Adipositas in der Schwangerschaft. Deutsches Ärzteblatt 115 (2018) 276–283. doi:10.3238/arztebl.2018.0276

[45] Melchior H, Kurch-Bek D, Mund M: The prevalence of gestational diabetes. Dtsch Arztebl Int 114 (2017) 412–418. doi:10.3238/arztebl.2017.0412

[46] Feig DS, Shah BR, Lipscombe LL et al.: Preeclampsia as a risk factor for diabetes: a population-based cohort study. PLoS Med 10 (2013) e1001425. doi:10.1371/journal.pmed.1001425

[47] Battarbee AN, Venkatesh KK, Aliaga S et al.: The association of pregestational and gestational diabetes with severe neonatal morbidity and mortality. J Perinatol 40 (2020) 232–239. doi:10.1038/s41372-019-0516-5

[48] Marchi J, Berg M, Dencker A et al.: Risks associated with obesity in pregnancy, for the mother and baby: a systematic review of reviews. Obes Rev 16 (2015) 621–638. doi:10.1111/obr.12288

[49] Persson M, Cnattingius S, Villamor E et al.: Risk of major congenital malformations in relation to maternal overweight and obesity severity: cohort study of 1.2 million singletons. BMJ 357 (2017) j2563. doi:10.1136/bmj.j2563

[50] Aune D, Saugstad OD, Henriksen T et al.: Maternal body mass index and the risk of fetal death, stillbirth, and infant death: a systematic review and meta-analysis. JAMA 311 (2014) 1536–1546. doi:10.1001/jama.2014.2269

[51] Lindam A, Johansson S, Stephansson O et al.: High maternal body mass index in early pregnancy and risks of stillbirth and infant mortality - a population-based sibling study in Sweden. Am J Epidemiol 184 (2016) 98–105. doi:10.1093/aje/kww046

[52] Johansson S, Villamor E, Altman M et al.: Maternal overweight and obesity in early pregnancy and risk of infant mortality: a population based cohort study in Sweden. BMJ 349 (2014) g6572. doi:10.1136/bmj.g6572

[53] Goldstein RF, Abell SK, Ranasinha S et al.: Association of gestational weight gain with maternal and infant outcomes: a systematic review and meta-analysis. JAMA 317 (2017) 2207–2225. doi:10.1001/jama.2017.3635

[54] Goldstein RF, Abell SK, Ranasinha S et al.: Gestational weight gain across continents and ethnicity: systematic review and meta-analysis of maternal and infant outcomes in more than one million women. BMC Med 16 (2018) 153–167. doi:10.1186/s12916-018-1128-1

[55] Silvestris E, de Pergola G, Rosania R et al.: Obesity as disruptor of the female fertility. Reprod Biol Endocrinol 16 (2018) 22. doi:10.1186/s12958-018-0336-z

[56] Sweeting A, Hannah W, Backman H et al.: Epidemiology and management of gestational diabetes. Lancet 404 (2024) 175–192. doi:10.1016/S0140-6736(24)00825-0

[57] Reitzle L, Schmidt C, Heidemann C et al.: Gestational diabetes in Germany: Development of screening participation and prevalence. J Health Monitoring 6 (2021) 3–18. doi:10.25646/8325

[58] Lappe V, Greiner GG, Linnenkamp U et al.: Gestational diabetes in Germany-prevalence, trend during the past decade and utilization of follow-up care: an observational study. Sci Rep 13 (2023) 16157. doi:10.1038/s41598-023-43382-6

[59] Kunath J, Günther J, Rauh K et al.: Effects of a lifestyle intervention during pregnancy to prevent excessive gestational weight gain in routine care - the cluster-randomised GeliS trial. BMC Med 17 (2019) 5. doi:10.1186/s12916-018-1235-z

[60] Schäfer-Graf U, Laubner K, Hummel S et al.: Gestationsdiabetes mellitus (GDM), Diagnostik, Therapie und Nachsorge – Kurzfassung der S3-Leitlinie (AWMF-Registernummer: 057-008). Diabetologie und Stoffwechsel 16 (2021) S215-S225. doi:10.1055/a-1581-6175

[61] Günther J, Hoffmann J, Stecher L et al.: How does antenatal lifestyle affect the risk for gestational diabetes mellitus? A secondary cohort analysis from the GeliS trial. Eur J Clin Nutr 76 (2022) 150–158. doi:10.1038/s41430-021-00910-9

[62] IOM (Institute of Medicine): Weight gain during pregnancy: reexamining the guidelines. (2009) http://nationalacademies.org/hmd/reports/2009/weight-gain-during-pregnancy-reexamining-the-guidelines.aspx (eingesehen am 18.10.2024)

[63] Wilkins EG, Sun B, Thomas AS et al.: Low gestational weight gain (+2.0 to 4.9 kg) for singleton-term gestations associated with favorable perinatal outcomes for all prepregnancy obesity classes. AJOG Glob Rep 3 (2023) 100246. doi:10.1016/j.xagr.2023.100246

[64] Johansson K, Bodnar LM, Stephansson O et al.: Safety of low weight gain or weight loss in pregnancies with class 1, 2, and 3 obesity: a population-based cohort study. Lancet 403 (2024) 1472–1481. doi:10.1016/S0140-6736(24)00255-1

[65] Dodd J, Thangaratinam S: Researchers' position statement on tackling obesity in pregnancy: the International Weight Management in Pregnancy (i-WIP) collaboration pleads for public health intervention. BJOG 123 (2016) 163–164. doi:10.1111/1471-0528.13766

[66] Shieh C, Cullen DL, Pike C et al.: Intervention strategies for preventing excessive gestational weight gain: systematic review and meta-analysis. Obes Rev 19 (2018) 1093–1109. doi:10.1111/obr.12691

[67] Krebs F, Lorenz L, Nawabi F et al.: Effectiveness of a brief lifestyle intervention in the prenatal care setting to prevent excessive gestational weight gain and improve maternal and infant health outcomes. Int J Environ Res Public Health 19 (2022) 5863. doi:10.3390/ijerph19105863

[68] Raab R, Michel S, Günther J et al.: Associations between lifestyle interventions during pregnancy and childhood weight and growth: a systematic review and meta-analysis. Int J Behav Nutr Phys Act 18 (2021) 8. doi:10.1186/s12966-020-01075-7

[69] Nehring I, Schmoll S, Beyerlein A et al.: Gestational weight gain and long-term postpartum weight retention: a meta-analysis. Am J Clin Nutr 94 (2011) 1225–1231. doi:10.3945/ajcn.111.015289

[70] Meyer D, Gjika E, Raab R et al.: How does gestational weight gain influence short- and long-term postpartum weight retention? An updated systematic review and meta-analysis. Obes Rev 25 (2024) e13679. doi:10.1111/obr.13679

[71] Schienkiewitz A, Brettschneider A-K, Damerow S et al.: Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter in Deutschland – Querschnittergebnisse aus KiGGS Welle 2 und Trends. J Health Monitoring 3 (2018) 16–23. doi:10.17886/RKI-GBE-2018-005.2

[72] Kurth B-M, Schaffrath Rosario A: Die Verbreitung von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Ergebnisse des bundesweiten Kinder- und Jugendgesundheitssurveys (KiGGS). Bundesgesundheitsbl 50 (2007) 736–743. doi:10.1007/s00103-007-0235-5

[73] Schienkiewitz A, Damerow S, Schaffrath Rosario A et al.: Body-Mass-Index von Kindern und Jugendlichen: Prävalenzen und Verteilung unter Berücksichtigung von Untergewicht und extremer Adipositas: Ergebnisse aus KiGGS Welle 2 und Trends. Bundesgesundheitsbl 62 (2019) 1225–1234. doi:10.1007/s00103-019-03015-8

[74] Geserick M, Vogel M, Gausche R et al.: Acceleration of BMI in early childhood and risk of sustained obesity. N Engl J Med 379 (2018) 1303–1312. doi:10.1056/NEJMoa1803527

[75] Kühnelt C, Starker A, Varnaccia G et al.: School entrance examinations as a small-scale data source for health monitoring of children using obesity as an example. J Health Monitoring 8 (2023) 6–19. doi:10.25646/11435

[76] Lampert T, Kroll L, Müters S et al.: Messung des sozioökonomischen Status in der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). Bundesgesundheitsbl 56 (2013) 631–636. doi:10.1007/s00103-012-1663-4

[77] Hoebel J, Waldhauer J, Blume M et al.: Socioeconomic status, overweight, and obesity in childhood and adolescence - secular trends from the nationwide German KiGGS study. Dtsch Arztebl Int 119 (2022) 839–845. doi:10.3238/arztebl.m2022.0326

[78] Koschollek C, Bartig S, Rommel A et al.: Die Gesundheit von Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund in Deutschland – Querschnittergebnisse aus KiGGS Welle 2. J Health Monitoring 4 (2019) 7–29. doi:10.25646/6070

[79] Statistisches Bundesamt (Destatis): Gesundheitszustand und –relevantes Verhalten. Körpermaße nach Altersgruppen: Frauen – Endergebnisse des Mikrozensus 2021. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Gesundheitszustand-Relevantes-Verhalten/Tabellen/liste-koerpermasse.html#119168 (2023) (eingesehen am 18.10.2024)

[80] Statistisches Bundesamt (Destatis): Gesundheitszustand und -relevantes Verhalten. Körpermaße nach Altersgruppen: Männer – Endergebnisse des Mikrozensus 2021. (2023) https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Gesundheitszustand-Relevantes-Verhalten/Tabellen/liste-koerpermasse.html#119172 (eingesehen am 14.11.2014)

[81] Kuczmarski MF, Kuczmarski RJ, Najjar M: Effects of age on validity of self-reported height, weight, and body mass index: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988–1994. J Am Diet Assoc 101 (2001) 28–34. doi:10.1016/S0002-8223(01)00008-6

[82] Sherry B, Jefferds ME, Grummer-Strawn LM: Accuracy of adolescent self-report of height and weight in assessing overweight status: a literature review. Arch Pediatr Adolesc Med 161 (2007) 1154–1161. doi:10.1001/archpedi.161.12.1154

[83] Nyholm M, Gullberg B, Merlo J et al.: The validity of obesity based on self-reported weight and height: implications for population studies. Obesity 15 (2007) 197–208. doi:10.1038/oby.2007.536

[84] Allen J, Born S, Damerow S et al.: Gesundheit in Deutschland aktuell (GEDA 2019/2020-EHIS) – Hintergrund und Methodik. J Health Monitoring 6 (2021) 72–87. doi:10.25646/8558

[85] Schienkiewitz A, Kuhnert R, Blume M et al.: Übergewicht und Adipositas bei Erwachsenen in Deutschland - Ergebnisse der Studie GEDA 2019/2020-EHIS. J Health Monitoring 7 (2022) 23–31. doi:10.25646/10292

[86] Stein MJ, Fischer B, Bohmann P et al.: Differences in anthropometric measures based on sex, age, and health status. Dtsch Arztebl Int 121 (2024) 207–213. doi:10.3238/arztebl.m2024.0016

[87] Haueise T, Schick F, Stefan N et al.: Analysis of volume and topography of adipose tissue in the trunk: results of MRI of 11,141 participants in the German National Cohort. Sci Adv 9 (2023) eadd0433. doi:10.1126/sciadv.add0433

[88] Statistisches Bundesamt (Destatis): Migration und Integration. Bevölkerung mit Migrationshintergrund. Ergebnisse des Mikrozensus. (2024) https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Migration-Integration/Publikationen/_publikationen-innen-migrationshintergrund.html (eingesehen am 18.10.2024)

[89] Statistisches Bundesamt (Destatis): Bevölkerung und Erwerbstätigkeit. Bevölkerung mit Migrationshintergrund - Ergebnisse des Mikrozensus 2021. (2023) https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Migration-Integration/Publikationen/Downloads-Migration/migrationshintergrund-2010220217004.pdf?__blob=publicationFile (eingesehen am 18.10.2024)

[90] Braesco V, Drewnowski A: Are font-of-pack nutrition labels influencing food choices and purchases, diet quality, and modeled health outcomes? A narrative review of four systems. Nutrients 15 (2023) 205. doi:10.3390/nu15010205

[91] Boyland EJ, Nolan S, Kelly B et al.: Advertising as a cue to consume: a systematic review and meta-analysis of the effects of acute exposure to unhealthy food and nonalcoholic beverage advertising on intake in children and adults. Am J Clin Nutr 103 (2016) 519–533. doi:10.3945/ajcn.115.120022

[92] Committee GR: Policies to protect children from the harmful impact of food marketing: WHO guideline. (2023) https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/370113/9789240075412-eng.pdf?sequence=1 (eingesehen am 18.10.2024)

[93] Boyland E, McGale L, Maden M et al.: Association of food and nonalcoholic beverage marketing with children and adolescents' eating behaviors and health: a systematic review and meta-analysis. JAMA Pediatr 176 (2022) e221037. doi:10.1001/jamapediatrics.2022.1037

[94] Holzapfel C: Effekte von Lebensmittelmarketing auf das Ernährungsverhalten. Adipositas 16 (2022) 92–97. doi:10.1055/a-1782-4924

[95] Neve KL, Isaacs A: How does the food environment influence people engaged in weight management? A systematic review and thematic synthesis of the qualitative literature. Obes Rev 23 (2022) e13398. doi:10.1111/obr.13398

[96] Alrubaian F, Mulla Z: Governments policy measures to address obesity among adults: a scoping review of the global evidence. Lancet 402, Suppl 1 (2023) S20. doi:10.1016/S0140-6736(23)02132-3

[97] Geffert K, Klinger C, Hebestreit A et al.: Ernährungsförderliche Politikmaßnahmen – eine Übersicht der Herausforderungen und Möglichkeiten für Deutschland im internationalen Vergleich. Adipositas 16 (2022) 98–105. doi:10.1055/a-1782-4959

[98] Willett W, Rockström J, Loken B et al.: Food in the anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet 393 (2019) 447–492. doi:10.1016/S0140-6736(18)31788-4

[99] Renner B, Arens-Azevêdo U, Watzl B et al.: DGE position statement on a more sustainable diet. Ernahrungs Umschau 68 (2021) 144–154. doi:10.4455/eu.2021.030

[100] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE): Gut essen und trinken – die DGE-Empfehlungen. (2024) https://www.dge.de/gesunde-ernaehrung/gut-essen-und-trinken/dge-empfehlungen/ (eingesehen am 18.10.2024)

[101] Schäfer AC, Boeing H, Conrad J et al.: Wissenschaftliche Grundlagen der lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen für Deutschland. Methodik und Ableitungskonzepte. Ernährungs Umschau 71 (2024) M158–M166. doi:10.4455/eu.2024.009

[102] Breidenassel C, Schäfer AC, Micka M et al.: The Planetary Health Diet in contrast to the food-based dietary guidelines of the German Nutrition Society (DGE). A DGE statement. Ernährungs Umschau 69 (2022) 56–72. doi:10.4455/eu.2022.012

[103] Rauh K, Gabriel E, Kerschbaum E et al.: Safety and efficacy of a lifestyle intervention for pregnant women to prevent excessive maternal weight gain: a cluster-randomized controlled trial. BMC Pregnancy Childbirth 13 (2013) 151. doi:10.1186/1471-2393-13-151

[104] GBD 2021 Diabetes Collaborators: Global, regional, and national burden of diabetes from 1990 to 2021, with projections of prevalence to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. Lancet 402 (2023) 203–234. doi:10.1016/S0140-6736(23)01301-6

[105] Seidel-Jacobs E, Tönnies T, Rathmann W: Epidemiologie des Diabetes in Deutschland. In: Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) und diabetesDE – Deutsche Diabetes-Hilfe (Hrsg.): Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2024. Die Bestandsaufnahme. Berlin (2024) 8–13

[106] Magliano DJ, Chen L, Carstensen B et al.: Trends in all-cause mortality among people with diagnosed diabetes in high-income settings: a multicountry analysis of aggregate data. Lancet Diabetes Endocrinol 10 (2022) 112–119

[107] Tremmel M, Gerdtham U-G, Nilsson PM et al.: Economic burden of obesity: a systematic literature review. Int J Environ Res Public Health 14 (2017) 435–453. doi:10.3390/ijerph14040435

[108] Effertz T, Engel S, Verheyen F et al.: The costs and consequences of obesity in Germany: a new approach from a prevalence and life-cycle perspective. Eur J Health Econ 17 (2016) 1141–1158. doi:10.1007/s10198-015-0751-4

[109] Linseisen J, Renner B, Buyken A et al.: Perspektiven für die Ernährungsforschung 2022. Ernährungs Umschau 69 (2022) 184–189. doi:10.4455/eu.2022.037

[110] Ständige Senatskommission zur gesundheitlichen Bewertung von Lebensmitteln (SKLM): Lebensmittel- und Ernährungsforschung in Deutschland. (2024) https://www.dfg.de/resource/blob/329680/09ce32c2d0ed8cd06629cbda0509d974/240229-sklm-bericht-2024-final-data.pdf (eingesehen am 18.10.2024)

4 Die Ernährungs- und Gesundheitssituation armutsgefährdeter Familien mit minderjährigen Kindern – Ergebnisse der Studie MEGA_kids*

Anja Simmet[1], Romy Schleicher[2], Michael Teut[2], Janine Ehret[1], Gerrit Hummel[1], Andreas Bschaden[1], Michaela Heinrich-Rohr[3], Nanette Ströbele-Benschop[1]

[1] Universität Hohenheim, Institut für Ernährungsmedizin, Fachgebiet Angewandte Ernährungspsychologie, Stuttgart
[2] Charité – Universitätsmedizin Berlin, Institut für Sozialmedizin, Epidemiologie und Gesundheitsökonomie, Berlin
[3] Duale Hochschule Schleswig-Holstein (DHSH), Fachbereich Soziale Arbeit, Kiel

Zusammenfassung

Einleitung: Im Jahr 2022 waren 12,2 Mio. Menschen in Deutschland, darunter insbesondere Kinder und Jugendliche, Alleinerziehende und Familien mit drei und mehr Kindern, armutsgefährdet. Aspekte der Ernährung und Gesundheit innerhalb armutsgefährdeter Bevölkerungsgruppen wurden in bisherigen Untersuchungen nur unzureichend abgebildet. Die Studie MEGA_kids hat das Ziel, die Ernährungs- und Gesundheitssituation von Personen in armutsgefährdeten Haushalten mit minderjährigen Kindern umfassend darzustellen.

Methodik: MEGA_kids ist eine aus vier Modulen bestehende Querschnittstudie, die quantitative und qualitative Methoden kombiniert. In dem ersten Modul BERNA wurden über standardisierte Fragebögen soziodemografische Angaben und zahlreiche Aspekte der Ernährungs- und Gesundheitssituation, wie z. B. der Lebensmittelverzehr, die Ernährungsunsicherheit und der subjektive Gesundheitsstatus der Kinder bzw. Jugendlichen im Alter zwischen 1 und 17 Jahren sowie Erwachsenen aus armutsgefährdeten Haushalten, erfasst. Zur Schätzung der Ausgaben für Lebensmittel und Mahlzeiten wurden zudem von den Haushalten über zwei Wochen gesammelte Kassenbelege ausgewertet. In dem zweiten Modul IDEE wurden über einen semi-strukturierten Interviewleitfaden Faktoren identifiziert, die aus Sicht von Erwachsenen in armutsgefährdeten Haushalten mit Kindern die Ernährungsqualität und -sicherheit beeinflussen. Im dritten Modul BEA wurden über zwei World-Cafés

* Die vorliegende Studie wurde im Rahmen des 15. DGE-Ernährungsberichts durchgeführt und aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) durch den Projektträger Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) gefördert (Förderkennzeichen 2820HS011 und 2821HS011). Der DGE-Ernährungsbericht wird von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) im Auftrag des BMEL herausgegeben.

und eine Fokusgruppe Interventionsideen zur Förderung einer gesunden Ernährung aus Sicht von Erwachsenen in armutsgefährdeten Haushalten mit Kindern explo-riert. Das vierte Modul KENNER befragte schließlich Eltern aus armutsgefährdeten Haushalten mit Kindern über ein Online-Erhebungsinstrument zu der Kenntnis, Inanspruchnahme und Bewertung von ernährungsbezogenen Präventionsangeboten und -maßnahmen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden die Ergebnisse dieses Moduls nicht im Rahmen dieses Kapitels dargestellt.

Ergebnisse: An BERNA nahmen Kinder, Jugendliche und Elternteile aus 498 Haus-halten, an IDEE 16 Elternteile und an BEA 25 Elternteile teil. Knapp 46 % der an BERNA teilnehmenden Eltern lebten zum Datenerhebungszeitpunkt weniger als ein Jahr in Deutschland. Insgesamt 22,4 % der Haushalte waren in den 30 Tagen vor der Befragung von moderater oder starker Ernährungsunsicherheit betroffen; es zeigt sich ein Zusammenhang der Ernährungsunsicherheit mit dem selbstberichteten Vor-liegen einer psychischen Erkrankung des teilnehmenden Elternteils (OR 3,68; p = 0,002). Unter sozialer Ernährungsunsicherheit litten 68,9 % der Elternteile. Die mediane Verzehrmenge von Fleisch und Wurstwaren und die mediane Energiezufuhr über nährstoffarme, energiedichte Lebensmittel lag sowohl bei Kindern und Jugendlichen als auch bei den Erwachsenen höher als empfohlen. Für diese beiden Lebensmittel-gruppen gaben die Haushalte über die zwei Wochen von allen Lebensmittelgruppen am meisten Geld aus. Demgegenüber verzehrten die Teilnehmenden insbesondere weniger Obst, Gemüse, Fisch und Getreideprodukte als empfohlen.

Die Teilnehmenden der qualitativen Teilstudien IDEE und BEA nannten hohe Lebensmittelpreise als eine der wichtigsten Herausforderungen einer gesundheits-fördernden Ernährung. Strategien zum Erfüllen der Ernährungsbedarfe schlossen den Einkauf vergünstigter Lebensmittel, Verzicht in anderen Lebensbereichen sowie Abstriche bei der Lebensmittelqualität, -menge und -vielfalt ein. Um eine gesund-heitsfördernde Ernährung bei geringem Haushaltsbudget sicherzustellen, wurden insbesondere verhältnispräventive Maßnahmen, wie z. B. günstigere Preise für ernährungsphysiologisch günstige Lebensmittel, vorgeschlagen.

Schlussfolgerung: Mögliche verhältnis- und verhaltenspräventive Maßnahmen zur Reduzierung der Ernährungsunsicherheit, zur Reduzierung des Verzehrs von Fleisch- und Wurstwaren sowie von nährstoffarmen, energiedichten Lebensmitteln und zur Förderung des Verzehrs pflanzenbasierter Lebensmittel bei Kindern, Jugend-lichen und Eltern aus armutsgefährdeten Haushalten werden exemplifiziert und die Notwendigkeit einer gesamtpolitischen Anstrengung verdeutlicht.

Danksagung

Wir möchten uns bei allen Teilnehmenden herzlich für ihre Bereitschaft bedanken, an der MEGA_kids-Studie teilzunehmen. Auch bedanken wir uns bei allen an der MEGA_kids-Studie mitwirkenden Studierenden, ohne deren überaus hohes Engagement die Realisierung dieses Projekts nicht möglich gewesen wäre.

Kernaussagen

- MEGA_kids bietet durch einen innovativen *Mixed-Methods*-Ansatz einen einmaligen Einblick in die Ernährungs- und Gesundheitssituation armutsgefährdeter Familien in Deutschland.
- Mehr als vier von zehn teilnehmenden haushaltsführenden Elternteilen lebten zum Datenerhebungszeitpunkt weniger als ein Jahr in Deutschland.
- Ernährungsunsicherheit war weitverbreitet unter den teilnehmenden Haushalten und zeigte einen signifikanten Zusammenhang mit dem selbstberichteten Vorliegen einer psychischen Erkrankung bei dem haushaltsführenden Elternteil.
- Ein geringes Haushaltsbudget schränkte die ernährungsbezogene Teilhabe vieler Teilnehmenden am gesellschaftlichen Leben ein.
- Wesentlich mehr Kinder bzw. Jugendliche und Elternteile, die zum Datenerhebungszeitpunkt mindestens ein Jahr in Deutschland lebten, waren von Adipositas betroffen als erst kürzlich migrierte Kinder bzw. Jugendliche und Elternteile.
- Die Betroffenen schlugen vorwiegend Maßnahmen der Verhältnisprävention vor, um den Zugang zu gesundheitsfördernden Lebensmitteln und Mahlzeiten zu erleichtern.

4.1 Einleitung

Im Jahr 2022 waren nach Angaben des Statistischen Bundesamts 14,7 % der Bevölkerung in Deutschland armutsgefährdet; 12,2 Mio. Menschen verfügten also über weniger als 60 % des mittleren Einkommens der Gesamtbevölkerung [1]. Alleinerziehende sowie Familien mit drei oder mehr Kindern zählten zu den Bevölkerungsgruppen mit einem besonders hohen Armutsrisiko [1].

Die in nationalen [2, 3] und internationalen Studien [4] aufgezeigten Gesundheitsbelastungen armutsgefährdeter Bevölkerungsgruppen lassen sich mutmaßlich auch durch ungünstiges Gesundheitsverhalten, einschließlich einer ernährungsphysiologisch ungünstigen Ernährung, erklären [5, 6]. Zu der Ernährung und den Bedingungen, unter denen armutsgefährdete und -betroffene Menschen ihre Ernährung realisieren (müssen), liegen nur vereinzelt Studien in Deutschland vor. Beispielsweise zeigen bevölkerungsweite Surveys wie die Nationale Verzehrsstudie II (NVS II) [7], die Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS) [8] oder die Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS) inklusive der Ernährungsstudie als KiGGS-Modul (EsKiMo) [9] einen deutlichen sozioökonomischen Gradienten hinsichtlich der Indikatoren zur Ernährungsqualität auf. So ist u. a. der Anteil an Kindern und Jugendlichen aus armutsgefährdeten Haushalten, der nicht täglich Obst isst, höher im Vergleich zu Kindern und Jugendlichen aus

wohlhabenderen Haushalten [2]. Allerdings bilden diese Studien die Ernährungsbedingungen dieser Bevölkerungsgruppe nur unzureichend ab. Beispielsweise wird in diesen bevölkerungsweiten Befragungen bisher die Ernährungsunsicherheit nicht erfasst (s. Infobox).

Gemäß der Vereinten Nationen besteht „Ernährungssicherheit (…) dann, wenn alle Menschen zu allen Zeiten physischen, sozialen und ökonomischen Zugang zu ausreichenden, sicheren und nahrhaften Lebensmitteln haben, die ihren Nahrungsbedarf und ihre Nahrungspräferenzen für ein aktives und gesundes Leben sichern" [10]. Von Ernährungsunsicherheit kann also immer dann gesprochen werden, wenn dieser Zugang eingeschränkt oder nicht gewährleistet ist.

Während dieser Definition folgend vier Dimensionen der Ernährungssicherheit (physische **Verfügbarkeit** der Lebensmittel [z. B. durch ausreichende Produktion], ökonomischer und physischer **Zugang** zu Lebensmitteln, Verwendung und physiologische **Verwertung** der Lebensmittel und **zeitliche Stabilität** der drei erstgenannten Dimensionen) auf unterschiedlichen Ebenen (global bis individuell) beschrieben werden [11], fokussiert sich der vorliegende Text auf die Dimension des im Fall der Ernährungsunsicherheit zumindest zeitweise **eingeschränkten ökonomischen Zugangs zu ausreichend Lebensmitteln**. Dieser wird zwar auch von dem Haushaltseinkommen determiniert [12, 13], ist allerdings nicht mit diesem, nicht mit Armut und auch nicht mit den Haushaltsausgaben für Lebensmittel gleichzusetzen [14]. Vielmehr werden dieser Dimension der Ernährungsunsicherheit **Erfahrungen** zugeschrieben, die mit einem eingeschränkten ökonomischen Zugang zu Lebensmitteln einhergehen.

Diese Erfahrungen lassen sich ähnlich Feichtingers Konzept der Ernährungsarmut als „soziales Totalphänomen" [15] in eine psychische, qualitative, quantitative und soziale „Domäne"[1] differenzieren [14]. Diese Differenzierung basiert u. a. auf Untersuchungen von Radimer et al. [18, 19] in den frühen 1990er Jahren und seither immer wieder bestätigten Beobachtungen, nach denen Betroffene mit zunehmendem Schweregrad der Ernährungsunsicherheit typische Erfahrungen teilen, die bei der Erfassung der Ernährungsunsicherheit (s. 4.2.1.3) erfragt werden [19, 20]: Bei angespanntem Lebensmittelbudget machen sich Betroffene zumindest zeitweise Sorgen, aufgrund Geldmangels nicht mehr genug Lebensmittel zu haben (**psychische Domäne**). Bei weiterer Verschärfung der Situationen wird die Lebensmittelvielfalt häufig auf günstige, sättigende Produkte eingeschränkt (**qualitative Domäne**), bevor bei weiterer Zuspitzung die Einschränkung der Lebensmittelmenge erfolgt (**quantitative Domäne**). Im schlimmsten Fall tritt physischer **Hunger** ein.

Im Gegensatz zu den ersten drei genannten Domänen der Ernährungsunsicherheit erfuhr die **soziale Domäne** der Ernährungsunsicherheit bisher nur unzureichende Aufmerksamkeit [21] und wurde in der Literatur weniger beschrieben: Während Feichtinger in sozialer Ernährungsarmut „jede Ernährung [subsumiert], die es nicht

[1] Die verwendeten Termini unterscheiden sich hier zwischen verschiedenen Autor*innen und schließen z. B. „Komponenten" [16], „(Kern-)Dimensionen" [14] und „Domänen" [17] ein. Zur Abgrenzung der o. g. übergeordneten Dimensionen haben wir hier den Begriff der „Domänen" von Johnson et al. [17] übernommen. Einige Autor*innen, wie z. B. Leroy et al. [16], nennen, basierend auf nationalen Definitionen der Ernährungsunsicherheit, weitere Domänen wie z. B. Lebensmittelsicherheit.

erlaubt, in einer gesellschaftlich akzeptierten Weise soziale Beziehungen aufzubauen, Rollen und Funktionen zu übernehmen, Rechte und Verantwortlichkeiten wahrzunehmen oder Sitten und Gebräuche einzuhalten, die jeweils im sozialen und kulturellen Umgang mit Essen in einer Gesellschaft zum Ausdruck kommen" [15], basiert das in der vorliegenden Studie verwendete Erhebungsinstrument zur Erfassung der sozialen Domäne [17] (s. 4.2.1.3) auf den Ergebnissen von Hamelin et al. [22], nach denen sich die soziale Domäne der Ernährungsunsicherheit dadurch auszeichnet, dass sich die Betroffenen von der Gesellschaft entfremdet („anders") fühlen und eine geringe Kontrolle über ihre Ernährungssituation angeben.

Abgesehen von thematischen Lücken ist fraglich, ob die früheren und aktuellen bevölkerungsweiten Gesundheits- und Ernährungsstudien Personen in armutsgefährdeten Haushalten ausreichend abbilden. So könnten beispielsweise Personen mit geringen Lese- und Schreibkompetenzen systematisch seltener an den standardisierten Datenerhebungen teilgenommen haben und unterrepräsentiert sein [2].

Ziel der Studie Multidisziplinäre Erhebung der Ernährungs- und Gesundheitssituation von Personen in armutsgefährdeten Haushalten mit Kindern (MEGA_kids) ist es, diese Lücken zu schließen und einen möglichst umfassenden Einblick in die Ernährungsbedingungen, die Ernährung und weitere Aspekte der Gesundheit von Personen in armutsgefährdeten Haushalten mit mindestens einem Kind unter 18 Jahren zu erhalten.

4.2 Methodik

Die Studie MEGA_kids setzt sich modular aus zwei quantitativen und zwei qualitativen Teilstudien zusammen. Tabelle 4/1 gibt einen Überblick über die drei für den vorliegenden Bericht verwendeten Teilstudien, bevor anschließend die Methoden der einzelnen Teilstudien detailliert beschrieben werden. Die vierte Teilstudie Kenntnis ernährungsbezogener verhaltens- und verhältnispräventiver Maßnahmen bei Erwachsenen aus armutsgefährdeten Haushalten mit Kindern (KENNER) wird aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht im Rahmen dieses Kapitels dargestellt.

Tabelle 4/1: Übersicht über 3 Teilstudien der Studie MEGA_kids

Kurzbezeichnung	Erhebungsdesign	Nettostichprobe
BERNA	standardisierte Befragung (schriftlich/mündlich), Sammeln von Kassenbelegen über 2 Wochen	498 Haushalte (jeweils Kinder/Jugendliche und Elternteile)
IDEE	leitfadengestütztes Interview	16 Haushalte (Elternteile)
BEA	Gruppendiskussion in 2 World-Cafés und einer Fokusgruppe	25 Haushalte (Elternteile)

BERNA: Befragung zur Ernährung von Personen in armutsgefährdeten Haushalten mit Kindern;
IDEE: Identifizierung von Einflussfaktoren auf die Ernährungssicherheit und -qualität aus Sicht von Erwachsenen aus armutsgefährdeten Haushalten mit Kindern;
BEA: Bedarfe und Ansatzpunkte zur Entwicklung verhaltens- und verhältnispräventiver ernährungsbezogener Angebote für Personen in armutsgefährdeten Haushalten mit Kindern

4.2.1 BERNA

4.2.1.1 Studienpopulation

Die Studienpopulation umfasste armutsgefährdete Haushalte in Deutschland, in denen mindestens ein Kind oder ein Jugendlicher bzw. eine Jugendliche im Alter zwischen 1 und 17 Jahren wohnte. Armutsgefährdete Haushalte waren definiert als Haushalte mit einem maximalen Nettoäquivalenzeinkommen von maximal 60 % des Medianeinkommens oder als Haushalte, deren Haushaltsvorstand (Person, die den größten finanziellen Beitrag zum Haushaltseinkommen beiträgt) zumindest ergänzend eine der folgenden Transferleistungen bezog: Arbeitslosengeld II, Leistungen nach dem Asylbewerberleistungsgesetz, Hilfe zum Lebensunterhalt, Grundsicherung bei Erwerbsminderung. Ferner galt, dass in den Haushalten mindestens ein Kind oder ein*e Jugendliche*r im Alter von 1 bis 17 Jahren seinen/ihren Lebensmittelpunkt haben musste, d. h. mindestens 15 von 28 Tagen in dem Haushalt wohnen musste. Befragt wurden neben dem Kind bzw. dem/der Jugendlichen die hauptsächlich haushaltsführende erwachsene Person; im Kontext dieses Kapitels ist dies die Person, die zumindest 50 % der Lebensmittelbesorgungen übernahm.

Die Befragung wurde differenziert für Haushalte, deren teilnehmendes Kind zum Erhebungszeitpunkt jünger als 12 Jahre bzw. mindestens 12 Jahre alt war. Letztgenannte wurden selbstständig befragt, während die Angaben zu jüngeren Kindern über den teilnehmenden haushaltsführenden Elternteil erhoben wurden. Lebte neben dem haushaltsführenden Elternteil ein weiterer Elternteil im Haushalt (z. B. leiblicher oder Stiefvater des Kindes), wurden ergänzend vereinzelte Daten auch zu dem zweiten Elternteil erhoben.

Sowohl die Jugendlichen ab 12 Jahren als auch die haushaltsführenden Personen mussten über ausreichende Kenntnisse der deutschen, englischen oder arabischen Sprache verfügen, um an der Befragung teilnehmen zu können. Je Haushalt konnten nur ein haushaltsführender Elternteil und ein Kind bzw. ein*e Jugendliche*r eingeschlossen werden.

Ausgeschlossen von dem Vorhaben wurden Haushalte, die von schwangeren Frauen geführt wurden, deren Kind(er) nicht im Alter von 1 bis 17 Jahren waren sowie Personen, die keinen eigenen Haushalt führten (z. B. Gemeinschaftsunterkünfte).

Es war für die Teilnahme an der Studie nicht erforderlich, dass es sich bei den befragten Personen um die leiblichen Eltern der Kinder handelte. Dennoch werden im Folgenden aus Gründen der Vereinfachung und Einheitlichkeit die Bezeichnungen Eltern(-teile), Mütter und Väter verwendet.

4.2.1.2 Sampling und Rekrutierung

Das Studienprotokoll aller Teilstudien des MEGA_kids-Projekts wurde ausführlich beschrieben [23].

Zunächst wurde eine stratifizierte Zufallsstichprobe von elf ländlichen/weniger ländlichen Landkreisen mit guter sozioökonomischer Lage, jenen mit weniger guter sozioökonomischer Lage sowie nicht-ländlichen Landkreisen bzw. kreisfreien Städten (s. Typologie des Landatlas des Thünen-Instituts [24]) gezogen. In jedem Landkreis bzw. jeder kreisfreien Stadt wurden gezielt Einrichtungen wie Tafeln, Sozialkaufhäuser, Jobcenter u. a. nach einer definierten Quote rekrutiert. Zudem wurde in ländlichen/weniger ländlichen Landkreisen mit weniger guter sozioökonomischer Lage und nicht-ländlichen Landkreisen bzw. kreisfreien Städten eine Zufallsstichprobe von jeweils fünf Kinderbetreuungseinrichtungen wie Kindertagesstätten (Kita) gezogen.

Die Rekrutierungsmethoden differenzierten nach Armutsgefährdung der Besucher*innen der jeweiligen Einrichtungen: Mit Verantwortlichen von 43 Einrichtungen, deren meiste Besucher*innen ein hohes Risiko der Armutsgefährdung aufwiesen (u. a. Tafeln, Jobcenter oder Familienzentren in sozial benachteiligten Stadtteilen), wurden Termine abgestimmt, an denen alle eintreffenden bzw. wartenden Besucher*innen der Einrichtung proaktiv von Studienmitarbeitenden zur Studienteilnahme eingeladen und bei Einverständnis bezüglich der Ein- und Ausschlusskriterien anhand einer Checkliste gescreent wurden.

Waren die Kriterien erfüllt, erhielt die an einer Teilnahme interessierte Person alle Studienmaterialien und es wurde die Rückgabe der ausgefüllten Studienmaterialien und der gesammelten Kassenbelege zwei Wochen später am gleichen Ort vereinbart. Alternativ konnten die Interessierten die Fragebögen vor Ort ausfüllen bzw. mündlich befragt werden oder die ausgefüllten Studienmaterialien in einem vorfrankierten Rückumschlag zurückschicken.

In weiteren 48 Einrichtungen mit niedrigem oder unspezifischem Besucher*innenverkehr, wie z. B. Secondhand-Läden, Kitas, Jugendclubs, Beratungsstellen, erfolgte die Rekrutierung aus Ressourcengründen ausschließlich passiv über Handzettel in den drei angebotenen Sprachen, wobei die Verantwortlichen der Einrichtungen ein Informationsschreiben erhielten und gegebenenfalls um deren Weitergabe an die Eltern gebeten wurden. Sich selbst meldende Teilnahmewillige wurden nach informierter Einwilligung telefonisch oder per E-Mail gescreent. Bei Zutreffen der Kriterien wurden ihnen die Studienmaterialien sowie ein frankierter und adressierter Rückumschlag zugesendet. Die teilnehmenden Haushalte erhielten eine Aufwandsentschädigung in Höhe von 15 Euro für das Ausfüllen der Fragebögen und 5 Euro für das Sammeln der Kassenbelege über zwei Wochen.

4.2.1.3 Inhalt der Erhebung und Datenerhebungsinstrumente

Folgende Daten wurden über standardisierte Fragebögen schriftlich oder mündlich erfasst:

Die **Soziodemografie** der haushaltsführenden Elternteile, Kinder und Jugendlichen sowie diverse **Aspekte der Gesundheit** (z. B. selbst eingeschätzter Gesundheitszustand, das Vorliegen konkreter chronischer Erkrankungen [Diabetes mellitus, Bluthochdruck, Rückenbeschwerden, Rheuma, Asthma bronchiale, psychische Erkrankungen, andere], Rauchstatus, körperliche Aktivität, Größe, Gewicht) und der **Ernährungsbedingungen** (z. B. Familienmahlzeiten, Inanspruchnahme von Mahlzeiten in Kinderbetreuungseinrichtungen und Schulen) wurden durch geringfügig angepasste Fragebögen aus KiGGS [25] bzw. DEGS [26] erfasst. Dabei unterschied sich die Erfassung einiger Aspekte zwischen Kindern, Jugendlichen ab 12 Jahren und Elternteilen. Für Kinder im Alter bis einschließlich 11 Jahre wurden z. B. die Eltern gebeten, Angaben zur Bewegungshäufigkeit der Kinder, differenziert nach „Spiel im Freien", „**Sport** in einem Verein" und „Sport außerhalb eines Vereins" zu machen. Die Jugendlichen und Eltern wurden hingegen gebeten, anzugeben, an wie vielen Tagen in der Woche sie körperlich so aktiv sind, dass sie ins Schwitzen oder außer Atem geraten, und wie viele Minuten sie an diesen Tagen körperlich aktiv sind.

Die selbsteingeschätzte **Kochkompetenz** (fünfstufige Antwort von „sehr gut" bis „gar nicht") und Quelle der Kochfähigkeiten wurden durch leicht angepasste Fragen (zusammengefasste Antwortkategorien) des in der NVS II zur Anwendung gekommenen computergestützten Interviews (*Computer Assisted Personal Interview,* CAPI) erhoben [27]. **Aspekte des Ernährungswissens** wurden durch ausgewählte Fragen des Fragebogens der NVS II erhoben [7, 28]. Den Teilnehmenden wurde jeweils eine Wissensfrage zur Bedeutung von probiotischem Joghurt, zu ACE-Getränken und zur Kampagne „5 am Tag" gestellt, neben der richtigen Antwort wurden jeweils zwei falsche Antworten sowie die Ausprägung „weiß nicht" angeboten.

Der Status der **Ernährungsunsicherheit** des Haushalts über die vorausgegangen 30 Tage wurden über die *Food Insecurity Experience Scale* (FIES) der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*, FAO) erfasst [20]. Die FIES misst über acht Items die Dimension des Zugangs der Ernährungsunsicherheit einschließlich psychische (z. B. sich sorgen, aufgrund Geldmangels nicht genug Essen zu haben), qualitative (z. B. aufgrund Geldmangels nur eine limitierte Auswahl an Lebensmitteln essen zu können) und quantitative (z. B. aufgrund Geldmangels eine Mahlzeit auslassen bis hin zu physischem Hunger) Domäne. Je Frage werden vier Antwortkategorien („ja", „nein", „weiß nicht", „Antwort verweigern") angeboten. Um die **soziale Domäne der Ernährungsunsicherheit** zu erfassen, wurde eine Subskala, bestehend aus vier Items der *Four Domain Food Insecurity Scale* (4D-FIS), genutzt (z. B. sich schämen und versuchen, seine Ernährungssituation vor anderen zu verstecken), die auf einer vierstufigen Antwortskala („stimme vollkommen zu", „stimme eher zu", „stimme eher nicht zu", „stimme überhaupt nicht zu") beantwortet werden konnte [17].

Die **Nutzung von Tafeln, Suppenküchen und vergleichbaren Organisationen sowie die Einnahme von warmen Mahlzeiten in Jugendclubs** wurde über eigens entwickelte Fragen erfasst, die z. T. schon in früheren Befragungen eingesetzt wurden [29].

Für die **Erfassung der Ernährung** des haushaltsführenden Elternteils wurde der semi-quantitative Verzehrhäufigkeitsfragebogen (*Food Frequency Questionnaire*, FFQ) der DEGS [30] und für die Erfassung der Ernährung des Kindes bzw. Jugendlichen der FFQ der KiGGS genutzt [31].

Der DEGS FFQ basiert auf dem KiGGS FFQ, dessen Entwicklung andernorts ausführlich beschrieben wurde [30, 31]. Der KiGGS FFQ „Was isst Ihr Kind?" umfasst 48 Lebensmittelkategorien inklusive Getränken, die Jugendversion „Was isst du?" und der DEGS FFQ umfassen inklusive alkoholischer Getränke 54 Lebensmittelkategorien. Alle drei Versionen erfragen jeweils die Häufigkeit des Verzehrs sowie anhand lebensmittelgruppenspezifischer Portionsgrößen die verzehrte Menge je Verzehrereignis. Bei einem Großteil der Fragen sind zur Veranschaulichung der Portionsgrößen Fotos abgebildet.

Fehlende Werte wurden durch zweimalige Anrufversuche bei den Teilnehmenden zu vervollständigen versucht.

Zusätzlich wurden die teilnehmenden Haushalte gebeten, über einen Zeitraum von zwei Wochen **Kassenbelege** von Lebensmittel-/Mahlzeiteneinkäufen (inkl. Außer-Haus-Verzehr) zu sammeln.

4.2.1.4 Datenvorbereitung

Das **Alter** der Teilnehmenden wurde aus der Differenz des Geburtsdatums und des Abschlussdatums des FFQ errechnet. Fehlte letzteres, wurde der letzte Rekrutierungstag in dem jeweiligen Landkreis imputiert. Anschließend wurde das Alter der Elternteile und der Kinder bzw. Jugendlichen für die deskriptive Darstellung kategorisiert.

Die **Dauer des Aufenthalts** der Elternteile bzw. der Kinder und Jugendlichen in Deutschland wurde über die Differenz zwischen Jahr der Migration nach Deutschland und dem Jahr der Datenerhebung (2022) errechnet und anschließend dichotomisiert in „vor weniger als einem Jahr nach Deutschland migriert" (< 1 Jahr) und „vor einem oder mehr Jahren nach Deutschland migriert oder seit der Geburt in Deutschland lebend" (≥ 1 Jahr).

Die auf die Frage „Wo lebt Ihr Kind hauptsächlich?" angebotenen Antwortoptionen umfassten „leibliche Eltern", „Mutter und ihrem/ihrer Partner*in", „Vater und seiner/seinem Partner*in", „nur Mutter", „nur Vater", „Großeltern oder anderen Verwandten", „Pflegeeltern/Adoptiveltern", „in einem Heim" und „woanders, nämlich". Zur Darstellung der **Familiensituation** wurden die ersten drei Ausprägungen zusammengefasst in die Ausprägung „Zwei-Eltern-Familie", „nur Mutter" und „nur Vater" wurden kombiniert in „Ein-Eltern-Familien" und die sonstigen Ausprägungen in „sonstige Familienzusammensetzung".

Für den **Bildungsgrad** wurden die Angaben zu dem allgemeinbildenden Abschluss und des berufsbildenden Abschlusses der Mutter bzw. des Vaters kombiniert und die kombinierten Bildungsabschlüsse auf Basis der internationalen Klassifikation *Comparative Analysis of Social Mobility in Industrial Nations* (CASMIN) zugeordnet, resultierend in neun Gruppen [32]. Anschließend wurde die Verteilung, stratifiziert für Mütter und Väter, in Terzile geteilt und das untere Terzil der niedrigen Bildung, das mittlere Terzil der mittleren Bildung und das höchste Terzil der hohen Bildung zugeordnet. Hierbei handelt es sich also um die Verteilung innerhalb der Studienpopulation und nicht notwendigerweise um jene der Allgemeinbevölkerung.

Analog zum Armuts- und Reichtumsbericht der Bundesregierung [33] wurde das bedarfsgewichtete **Haushaltseinkommen**, das sogenannte Nettoäquivalenzeinkommen, berechnet.

Der subjektive Gesundheitszustand der Kinder und Jugendlichen und der haushaltsführenden Elternteile (sehr gut oder gut vs. mittelmäßig, schlecht oder sehr schlecht), die sportliche Aktivität der Kinder (mindestens einmal/Woche vs. weniger als einmal/Woche) und der haushaltsführenden Elternteile (mindestens 2,5 Stunden/Woche vs. weniger als 2,5 Stunden/Woche), der Rauchstatus (mindestens gelegentlich rauchend vs. nicht rauchend), Familienmahlzeiten (mindestens dreimal/Woche vs. weniger), Inanspruchnahme warmer Mahlzeiten in der Kinderbildungseinrichtung (Inanspruchnahme mindestens dreimal/Woche vs. weniger) und die Inanspruchnahme einer Tafel (Inanspruchnahme mindestens dreimal/Monat vs. weniger) wurden jeweils dichotomisiert.

Der **Body-Mass-Index** (BMI) wurde aus Größe und Gewicht der Teilnehmenden berechnet und anschließend in Kategorien eingeteilt. Die Einteilung des BMI in Untergewicht (< 18,5 kg/m^2), Normalgewicht (18,5–24,9 kg/m^2), Präadipositas (25,0–29,9 kg/m^2) und Adipositas (≥ 30 kg/m^2) erfolgte für die Erwachsenen ab 18 Jahren anhand der durch die Weltgesundheitsorganisation (*World Health Organization*, WHO) definierten Grenzwerte [34]. Für die Kinder und Jugendlichen wurden die aktuellen alters- und geschlechtsspezifischen Referenzperzentile nach Kromeyer-Hausschild [35] verwendet.

Für die haushaltsführenden Elternteile wurde geprüft, ob sie die Empfehlung der WHO zu körperlicher Aktivität [36] erreichen, indem die Anzahl der Tage, an denen die Elternteile so aktiv sind, dass sie ins Schwitzen oder außer Atem geraten, mit der Dauer der körperlichen Aktivität an diesen Tagen multipliziert wurde. Lag die so ermittelte Gesamtdauer körperlicher Aktivität unter 2,5 Stunden/Woche, galt die Empfehlung der WHO als nicht erfüllt.

Entsprechend den Empfehlungen der FAO wurden mittels Rasch-Modell die psychometrischen Eigenschaften der FIES zur Erfassung der **Ernährungsunsicherheit** ermittelt [37]. Die Validität und Reliabilität des Messinstruments ist demnach in der Studienpopulation zufriedenstellend. Da fehlende Werte über die acht Items ungefähr gleich verteilt waren, wurden, analog zu Depa et al. [38], teilnehmende Haushalte mit maximal einem fehlenden Wert in die Analysen eingeschlossen und der fehlende Wert mit „nein" imputiert. Basierend auf der Anzahl affirmativer Antworten auf die acht Items wurden die Haushalte wie folgt den Kategorien der Ernährungsunsicherheit zugeordnet: 0 affirmative Antworten „ernährungssicher", 1 bis 3 affirmative Antworten „mild ernährungsunsicher", 4 bis 7 affirmative Antworten „moderat ernährungsunsicher" und 8 affirmative Antworten „stark ernährungsunsicher". Entsprechend den Empfehlungen der FAO wurde die Variable anschließend dichotomisiert in „ernährungssicher/mild ernährungsunsicher" vs. „moderat/stark ernährungsunsicher" [20].

Für die Kategorisierung der **sozialen Domäne der Ernährungsunsicherheit** wurden die Antworten „stimme vollkommen zu" und „stimme eher zu" als affirmativ zusammengefasst und basierend auf der Anzahl der affirmativen Antworten auf die vier Items die Teilnehmenden wie folgt zugeordnet: 0 affirmative Antworten „sozial ernährungssicher", 1 bis 3 affirmative Antworten „mild sozial ernährungsunsicher", 4 affirmative Antworten „stark sozial ernährungsunsicher" [17].

Für die Berechnung des **Lebensmittelverzehrs** wurden fehlende Daten zunächst analog zu Haftenberger et al. [30] und Kleiser et al. [39] ersetzt. Auch die Berechnung der verzehrten Menge in Gramm je erfragter Lebensmittelgruppe pro Tag bzw. pro Woche erfolgte analog. Da die Empfehlungen der Optimierten Mischkost (OMK) für sogenannte „geduldete Lebensmittel" auf deren Energiegehalt basieren [40], erfolgte für diese Lebensmittelkategorie die Berechnung des Energiegehalts in Kilokalorien (kcal). Dazu wurde die durchschnittliche Energie pro Maßeinheit (z. B. 1 Kugel Eis, 1 Stück Kuchen, 1 Dessertschale Chips) über den Bundeslebensmittelschlüssel (BLS 3.02) identifiziert und die Mengen entsprechend kodiert. Anschließend wurden die meisten im FFQ erfragten Lebensmittelgruppen Lebensmittelkategorien zugeordnet. Da sich die Empfehlung der OMK und jene der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) für Erwachsene in der Zuordnung zu den Kategorien bei einigen Lebensmitteln unterscheiden, wurde dies auch bei den FFQ-Daten differenziert. Für jede der Lebensmittelkategorien wurde der beobachtete Verzehr mit dem gemäß OMK alters- und geschlechtsspezifisch empfohlenen Verzehr [40] bzw. den im März 2024 veröffentlichten Orientierungswerten zu den lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen (*Food-Based Dietary Guidelines*, FBDG) „Gut essen und trinken" der DGE [41] narrativ verglichen. Die FBDG der DGE umfassen bis auf wenige Ausnahmen qualitative Aussagen und beruhen auf Berechnungen für Mischköstler*innen mit einem Energiebedarf von etwa 2 000 kcal/Tag. Für den Zweck des vorliegenden Berichts wurde gemäß Interpretationshilfe der DGE zur Verwendung der lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen [42] entschieden, die Orientierungswerte als Mengenangaben der FBDG für die Gegenüberstellung zu verwenden. Milchprodukte wurden über die in [43] genannten Umrechnungsfaktoren in Milchäquivalente (M-Äq) umgerechnet (Frischkäse, Hüttenkäse, Weich-, Schnitt- und Hartkäse: 7,2; Quark, Joghurt oder Dickmilch: 1,4).

Von der weiteren Analyse zum Lebensmittelverzehr wurden analog zu der KiGGS-Auswertung (persönliche Mitteilung von Gert Mensink) erwachsene und minderjährige Teilnehmende, die entweder den Verzehr von mehr als 15 kg Getränke oder mehr als 10 kg Lebensmittel exkl. Getränke oder die mehr als 4 kg Getränke und mehr als 6 kg Lebensmittel exkl. Getränke angegeben haben, ausgeschlossen. Zudem wurden Teilnehmende ausgeschlossen, die weniger als 200 g Getränke oder Lebensmittel exkl. Getränke oder weniger als 500 g Getränke und Lebensmittel angegeben haben. Schließlich wurden noch Teilnehmende ausgeschlossen, die mehr als zwanzig fehlende Werte bei der Anzahl der Portionen aufwiesen.

Die Eingabe der **Kassenbelege** erfolgte mittels Microsoft Excel (Version 2016) auf Ebene der Wocheneinkäufe. Dafür wurden die Kassenbelege dem entsprechenden Haushalt zugeordnet und alle Lebensmittel pro Kassenbeleg erfasst. Die Angaben aus den Kassenzetteln wurden 18 an den *Healthy Eating Index* für DEGS (HEI-DEGS) [44] angelehnten Lebensmittelkategorien zugeordnet. Nach erfolgreicher Zuordnung wurde für jedes Lebensmittel der Preis in Euro unter Berücksichtigung von Rabatten eingegeben. Zur Identifizierung der einzelnen Lebensmittel dienten die Informationen auf den Kassenbelegen. Bei unzureichender Kennzeichnung auf den Kassenbelegen wurden zusätzlich der Online-Shop der jeweiligen Einkaufsstätte und weitere Internetseiten systematisch durchsucht und die Information, sofern verfügbar, ergänzt.

4.2.1.5 Statistische Analysen

Die Daten wurden deskriptiv über absolute und relative Häufigkeiten (nominale und ordinale Daten) sowie über Mittelwert, Standardabweichung, Median, 10. und 90. Perzentil beschrieben.

Da die Daten zumindest in Landkreisen geclustert vorliegen und eine Unabhängigkeit der Beobachtungen daher nicht angenommen werden konnte, wurden anschließend verallgemeinerte lineare gemischte Modelle (*generalized linear mixed models*) berechnet, in der die Landkreise als zufällige Effekte aufgenommen wurden. Die Verteilung aller Outcome-Variablen war binomial (nominale Variable mit zwei Ausprägungen), die Verknüpfungsfunktion eine Logit-Funktion. In einem ersten Schritt wurden für alle nicht soziodemografischen Outcome-Variablen die Prädiktoren Alter (in Jahren), Geschlecht (männlich, weiblich), zweistufige Aufenthaltsdauer des haushaltsführenden Elternteils bzw. des/der Kindes/r bzw. Jugendlichen in Deutschland (weniger als ein Jahr, mindestens ein Jahr in Deutschland) sowie dreistufiger Bildungsgrad des haushaltsführenden Elternteils bzw. höchster Bildungsgrad der Eltern (niedrig, mittel, hoch) ins Modell aufgenommen.

Für die Ernährungsunsicherheit als Outcome-Variable wurden weitere Prädiktoren als feste Effekte in die Analyse eingeschlossen und nacheinander alle Prädiktoren mit $p > 0{,}15$ entfernt. Folgende mögliche Prädiktoren wurden geprüft: das Äquivalenzeinkommen (in Euro), die Erwerbstätigkeit (erwerbstätig, nicht erwerbstätig), ob alleinerziehend oder nicht alleinerziehend, der Rauchstatus (rauchend, nicht rauchend), das Vorliegen von Diabetes mellitus und psychischen Erkrankungen (jeweils vorliegend, nicht vorliegend) und die Urbanität des Landkreises gemäß Typologie des Landatlas (urban, nicht urban). Die Auswahl der zu untersuchenden Prädiktoren basierte auf nationaler und internationaler Literatur [38, 45–48]. Die Ergebnisse werden für die einzelnen Prädiktoren als Chancenverhältnis (*Odds Ratios*, OR) mit 95 %-Konfidenzintervallen (CI) dargestellt. Als statistisch signifikant werden p-Werte $< 0{,}05$ angesehen. Für die Auswertung wurde das Programm IBM SPSS statistics V27 verwendet.

4.2.2 IDEE und BEA

Der Interviewstudie IDEE sowie der Studie BEA mit Durchführung von Gruppendiskussionen wurde ein gemeinsames Rekrutierungs- und Auswertungskonzept zugrunde gelegt. Aufgrund der großen Schnittmenge zwischen beiden wird die Methodik im Folgenden für beide qualitativen Studien gemeinsam dargelegt.

4.2.2.1 Studienpopulation IDEE und BEA

Die Studienpopulation entspricht der Studie BERNA, wobei lediglich haushaltsführende Erwachsene mit für ein Gespräch hinreichenden Deutschkenntnissen eingeschlossen wurden. Kinder und Jugendliche nahmen nicht teil.

4.2.2.2 Sampling und Rekrutierung

Teilnehmende, welche in die Studie BERNA eingeschlossen wurden, wurden auch über die mögliche zusätzliche Teilnahme an einer qualitativen Studie (IDEE bzw. BEA) aufgeklärt. Das Rekrutierungsteam in BERNA klärte Interessierte über den Umfang der Teilnahme an

den qualitativen Studien auf und beantwortete Fragen, bevor sich die Interessierten für oder gegen die Bereitschaft zur Teilnahme am Interview oder einer Gruppendiskussion entschieden. Interessierte konnten der Weitergabe ihrer E-Mail-Adresse oder Telefonnummer an das Studienteam der qualitativen Untersuchung schriftlich zustimmen. Bei einer anschließenden telefonischen oder schriftlichen Kontaktaufnahme wurden erneut die Bereitschaft sowie Terminpräferenzen für eine Gruppendiskussion erfragt (BEA) bzw. ein Interviewtermin vereinbart (IDEE). Interessierte konnten lediglich an einer der beiden qualitativen Studien teilnehmen.

Da Eingeladene häufig angaben, nicht von einer fremden Person kontaktiert werden zu wollen, schloss sich eine Studienmitarbeiterin der qualitativen Studien dem BERNA-Rekrutierungsteam an einem der Austragungsorte von BEA an. So konnte bereits im Rahmen der Rekrutierung in BERNA Kontakt und Vertrauen zu möglichen Teilnehmenden hergestellt werden. Menschen mit fehlenden oder geringen Deutschkenntnissen wurden aufgrund der Sprachbarriere nicht zum qualitativen Studienteil eingeladen. Um eine hinreichende Anzahl von Teilnehmenden für Gruppendiskussionen in BEA zu erreichen, wurden Standorte mit hoher Anzahl von Teilnehmenden mit hinreichenden Deutschkenntnissen in BERNA ausgewählt. Die beiden World-Cafés wurden in einem nicht-ländlichen sowie im urbanen Raum eines eher ländlichen Kreises durchgeführt. Ergänzend wurde eine Fokusgruppe in einem ländlichen Landkreis mit weniger guter sozioökonomischer Lage durchgeführt. Hier wurde durch BERNA sowie über lokale Gemeinschaftszentren auf die Veranstaltung aufmerksam gemacht.

Die Rekrutierung der Teilnehmenden für das World-Café im urbanen Raum verlief aufgrund von Rekrutierungsschwierigkeiten nicht über die Teilnahme an BERNA. Unter den BERNA-Teilnehmenden in den zufällig gezogenen Großstädten gab es nicht hinreichend Interessierte an den qualitativen Studienteilen sowie zu hohe Sprachbarrieren. Ein Bezirk der Großstadt wurde in Hinblick auf erwartete hinreichende Kenntnisse der deutschen Sprache der Bevölkerung sowie auf vorhandene soziale Einrichtungen ausgewählt, welche Möglichkeiten zum Kontakt mit der Zielgruppe bieten sollten. In diversen sozialen Einrichtungen wurden Interessierte auf die Gruppendiskussion aufmerksam gemacht und eingeladen. Die Teilnahme an BERNA war für sie hier zusätzlich möglich.

4.2.2.3 Ablauf

Die zwei World-Cafés und die Fokusgruppe in BEA fanden in Räumlichkeiten einer Kirche sowie zwei Jugend- und Familienzentren statt. Die beiden World-Cafés wurden jeweils im Bezirk der jeweiligen Stadt durchgeführt, in welchem die Mehrzahl der Teilnehmenden lebte und eingeladen wurde. Die Teilnehmenden diskutierten in drei moderierten Kleingruppen mit wechselnden Gruppenkonstellationen an vier Tischen, welche jeweils einem Themenbereich zugeordnet waren. Somit wurden jeweils drei der vier Themen parallel diskutiert. Nach Gesprächen von ca. 20 Minuten wechselten sie zu einem anderen Tisch, um dort in einer neuen Konstellation ein weiteres Thema zu erörtern. Nach vier 20-Minuten-Zyklen hatten alle Teilnehmenden alle vorgegebenen ernährungsbezogenen Themen diskutiert. Teilnehmende der moderierten Fokusgruppe in einem ländlichen Kreis diskutierten die vier vorgegebenen Themen nacheinander ohne Veränderung der Gruppenkonstellation.

Die Einzelinterviews in IDEE fanden telefonisch oder vor Ort statt. Ein zeitlicher Umfang von ca. 60 bis 120 Minuten wurde eingeplant. Die Interviews und Gruppengespräche wurden als Audio-Aufnahme aufgezeichnet. Das schriftliche Einverständnis zur Teilnahme und Datenverarbeitung wurde vorab postalisch oder vor Ort vor Beginn des Interviews bzw. der Diskussionen eingeholt.

Als Aufwandsentschädigung erhielten die Teilnehmenden 30 Euro in bar oder als Gutschein für einen Supermarkt oder einen Online-Händler.

4.2.2.4 Erhebungsinstrumente

In IDEE wurde, angelehnt an Feichtingers vier Domänen der Ernährungsarmut [15], ein semi-strukturierter Interviewleitfaden zu den folgenden Themenbereichen erstellt: Besorgen von Lebensmitteln, Zubereitung von Mahlzeiten, Vorstellungen und Herausforderungen von gesunder Ernährung, Essen im Sozialleben, weitere Belastungen im Alltag und mögliche Abhilfe sowie als sinnvoll erachtete ernährungsbezogene Unterstützungsmaßnahmen.

Der Diskussionsleitfaden für die World-Cafés bzw. die Fokusgruppe in BEA startete mit der Eingangsfrage „Was ist für Sie eine gute Ernährung?" Darauffolgend wurde zu vier Hauptthemen jeweils eine zentrale Frage mit jeweils möglichen Unterfragen gestellt: erleichternde bzw. erschwerende Bedingungen einer guten Ernährung sowie zwei Impulse zum Perspektivwechsel, welche Ideen für verhaltens- und verhältnispräventive Maßnahmen zur Verbesserung der Ernährungssituation ihrer Familie anregen sollten. Als letztes wurden die Meinungen und Bereitschaft zur Inanspruchnahme verschiedener hypothetischer Angebote der Teilnehmenden erfragt. Die Moderierenden konnten die Unterfragen bei Bedarf nutzen, um die ernährungsbezogenen Diskussionen zu vertiefen.

4.2.2.5 Analyse

Die Audio-Aufnahmen der Interviews und Gruppendiskussionen wurden wörtlich transkribiert und mittels qualitativer Inhaltsanalyse unter Nutzung der Software MAXQDA ausgewertet. Hierbei wurde sowohl ein induktiver als auch ein direktiver methodischer Ansatz umgesetzt [49]. Daten von IDEE und BEA wurden zunächst separat analysiert, anschließend wurden die Ergebnisse zusammengeführt.

4.3 Ergebnisse

4.3.1 BERNA

4.3.1.1 Soziodemografische Beschreibung der Studienpopulation von BERNA

Von 517 Haushalten, für die zumindest teilweise Daten vorliegen, wurden 19 Haushalte von allen weiteren Analysen ausgeschlossen, weil das Kind einen anderen Lebensmittelpunkt hatte (n = 7), weil der Geburtstag des Kindes fehlte (n = 7), weil das Kind zum Zeitpunkt der Befragung jünger als ein Jahr (n = 2) oder älter als 17 Jahre alt war (n = 2) oder weil der Haushalt doch nicht armutsgefährdet war (n = 1). Insgesamt gingen somit **498 Haushalte** in die Analysen ein.

Für einzelne Auswertungen wurden weitere Haushalte aufgrund fehlender Werte oder unplausibler Daten ausgeschlossen, sodass die Anzahl gültiger Angaben je Variable variieren kann.

Tabelle 4/2 zeigt die soziodemografischen Charakteristika der Haushalte nach Aufenthaltsdauer des haushaltsführenden Elternteils in Deutschland. Insgesamt wurden 245 Mädchen und 251 Jungen für die Befragung gewonnen.

Haushalte, deren haushaltsführender Elternteil zum Erhebungszeitpunkt weniger als ein Jahr in Deutschland lebte, unterschieden sich von jenen Haushalten, deren haushaltsführender Elternteil schon länger in Deutschland lebte, in zahlreichen soziodemografischen Charakteristika. Insgesamt 88,0 % (n = 184/209) der haushaltsführenden Elternteile, welche weniger als ein Jahr in Deutschland lebten, wurden in der Ukraine geboren.

Tabelle 4/2: Soziodemografische Charakteristika der teilnehmenden Haushalte nach Aufenthaltsdauer des haushaltsführenden Elternteils in Deutschland (Angaben absolut und in %)

		Aufenthaltsdauer des haushaltsführenden Elternteils in Deutschland	
	gesamt	**< 1 Jahr**	**≥ 1 Jahr**
Haushalte gesamt	498 (100)	209 (44,5)	261 (55,5)
Geschlecht des/der Kindes/r oder Jugendlichen			
Junge	251 (50,6)	118 (56,5)	125 (48,3)
Mädchen	245 (49,4)	91 (43,5)	134 (51,7)
gesamt[a]	496 (100)	209 (100)	259 (100)
Alter des/der Kindes/r oder Jugendlichen in Jahren			
1–3	59 (11,8)	26 (12,4)	32 (12,3)
4–6	74 (14,9)	34 (16,3)	34 (13,0)
7–9	103 (20,7)	55 (26,3)	46 (17,6)
10–12	85 (17,1)	35 (16,7)	46 (17,6)
13–14	77 (15,5)	28 (13,4)	41 (15,7)
15–17	100 (20,1)	31 (14,8)	62 (23,8)
gesamt[a]	498 (100)	209 (100)	261 (100)
Geschlecht des haushaltsführenden Elternteils			
männlich	93 (18,9)	26 (12,4)	62 (23,8)
weiblich	400 (81,1)	183 (87,6)	199 (76,2)
gesamt[a]	493 (100)	209 (100)	261 (100)
Alter des haushaltsführenden Elternteils in Jahren			
18–29	45 (9,2)	18 (8,7)	25 (9,7)
30–39	195 (40,0)	94 (45,6)	90 (34,9)
40–49	194 (39,8)	81 (39,3)	107 (41,5)
≥ 50	53 (10,9)	13 (6,3)	36 (14,0)
gesamt[a]	487 (100)	206 (100)	258 (100)
Familienstand des haushaltsführenden Elternteils			
verheiratet, mit Ehepartner*in zusammenlebend	250 (52,1)	94 (45,2)	151 (59,2)
verheiratet, von Ehepartner*in getrennt lebend	72 (15,0)	50 (24,0)	18 (7,1)
ledig	72 (15,0)	23 (11,1)	46 (18,0)
geschieden	70 (14,6)	33 (15,9)	33 (12,9)
verwitwet	16 (3,3)	8 (3,8)	7 (2,7)
gesamt[a]	480 (100)	208 (100)	255 (100)

▶ Fortsetzung **Tabelle 4/2**

		Aufenthaltsdauer des haushaltsführenden Elternteils in Deutschland	
	gesamt	**< 1 Jahr**	**≥ 1 Jahr**
Haushalte gesamt	498 (100)	209 (44,5)	261 (55,5)
Familienform			
Zwei-Eltern-Familie	286 (59,3)	100 (48,1)	177 (68,9)
Ein-Eltern-Familie	183 (38,0)	98 (47,1)	78 (30,4)
Sonstiges	13 (2,7)	10 (4,8)	2 (0,8)
gesamt[a]	482 (100)	208 (100)	257 (100)
Bildungsgrad des haushaltsführenden Elternteils			
niedrig	154 (35,2)	10 (5,3)	142 (59,7)
mittel	115 (26,3)	38 (20,0)	72 (30,3)
hoch	168 (38,4)	142 (74,7)	24 (10,1)
gesamt[a]	437 (100)	190 (100)	238 (100)
Erwerbstätigkeit des haushaltsführenden Elternteils			
erwerbstätig	93 (19,9)	17 (8,3)	72 (28,6)
nicht erwerbstätig	374 (80,1)	187 (91,7)	180 (71,4)
gesamt[a]	467 (100)	204 (100)	252 (100)
Nettoäquivalenzeinkommen in Euro			
< 665	289 (69,6)	154 (81,9)	128 (59,3)
665–787	63 (15,2)	27 (14,4)	33 (15,3)
788–897	21 (5,1)	4 (2,1)	16 (7,4)
898–999	10 (2,4)	0 (0)	10 (4,6)
1 000–1 095	14 (3,4)	2 (1,1)	12 (5,6)
> 1095	18 (4,3)	1 (0,5)	17 (7,9)
gesamt[a]	415 (100)	188 (100)	216 (100)
Typologie des Landkreises der kreisfreien Stadt			
ländlich oder weniger ländlich und weniger gute sozioökonomische Lage	134 (26,9)	64 (30,6)	61 (23,4)
ländlich oder weniger ländlich und gute sozioökonomische Lage	84 (16,9)	43 (20,6)	35 (13,4)
nicht ländlich	280 (56,2)	102 (48,8)	165 (63,2)
gesamt	498 (100)	209 (100)	261 (100)

[a] Abweichende Angaben zu n = 498 beruhen auf fehlenden Angaben

4.3.1.2 Aspekte der Gesundheit und des Gesundheitsverhaltens der Kinder und Jugendlichen

Der subjektive **Gesundheitszustand** der Kinder bzw. Jugendlichen wurde in der überwiegenden Mehrheit von den Eltern bzw. von den Jugendlichen selbst als sehr gut oder gut eingeschätzt (Tab. 4/3). Bei insgesamt 10,2 % (n = 48/470) der Kinder und Jugendlichen war die subjektiv berichtete Gesundheit allerdings nur mittelmäßig, schlecht oder sehr schlecht.

Der Anteil der Kinder und Jugendlichen mit nur mittelmäßigem, schlechtem oder sehr schlechtem eingeschätzten Gesundheitszustand nahm bei beiden Geschlechtern, insbesondere bei den teilnehmenden Mädchen, mit zunehmendem Alter zu (Tab. 4/3). Auch kontrolliert für Geschlecht und zweistufige Aufenthaltsdauer der Kinder und Jugendlichen in Deutschland sowie für den dreistufigen Bildungsgrad des haushaltsführenden Elternteils erhöhte das Alter signifikant die Chance eines nur mittelmäßigen, schlechten oder sehr schlechten subjektiven Gesundheitszustands (*Odds Ratio* [OR]: 1,13; 95 % CI: 1,05–1,22; $p < 0{,}001$; n = 413).

Bezüglich der **BMI-Kategorien** zeigte sich, dass insgesamt 20,5 % der teilnehmenden Kinder und Jugendlichen von Übergewicht (10,0 %, n = 44/439) oder Adipositas (10,5 %, n = 46/439) betroffen waren (vgl. Tab. 4/3).

Im Vergleich zu kürzlich migrierten Kindern und Jugendlichen (3,4 %, n = 7/204) waren deutlich mehr Kinder und Jugendliche, die sich zum Erhebungszeitpunkt mindestens ein Jahr in Deutschland aufhielten, von Adipositas betroffen (15,7 %, n = 35/223; für n = 12 Kinder/Jugendliche keine Angaben zur Aufenthaltsdauer vorliegend). Auch kontrolliert für Alter, Geschlecht der Kinder bzw. Jugendlichen und Bildungsgrad der Eltern hatten Kinder und Jugendliche, die sich zum Erhebungszeitpunkt schon mindestens ein Jahr in Deutschland aufhielten bzw. hier geboren wurden, im Vergleich zu kürzlich migrierten Kindern und Jugendlichen eine höhere Chance, von Adipositas betroffen zu sein (OR: 3,43; 95 % CI: 1,26–9,37; $p = 0{,}016$; n = 394).

> **Wesentlich mehr Kinder und Jugendliche (15,7 %), die zum Datenerhebungszeitpunkt mindestens ein Jahr in Deutschland lebten oder hier geboren worden waren, waren von Adipositas betroffen als erst kürzlich migrierte (< 1 Jahr in Deutschland lebende) Kinder und Jugendliche (3,4 %).**

Während mit 86,7 % (n = 247/285) die Mehrheit der Kinder im Alter zwischen 1 und einschließlich 11 Jahren zum Erhebungszeitpunkt mindestens dreimal/Woche im Freien spielte, trieben 64,9 % (n = 185/285) seltener als einmal/Woche in einem Verein und mehr als die Hälfte der Kinder (55,4 %, n = 158/285) seltener als einmal/Woche außerhalb eines Vereins Sport. Wird der Sport in einem Verein oder außerhalb eines Vereins kombiniert, so trieben 60,4 % (n = 172/285) der Kinder mindestens einmal/Woche Sport. Dabei nahm kontrolliert für Geschlecht, Bildungsgrad des haushaltsführenden Elternteils und Aufenthaltsdauer des Kindes die Chance, mindestens einmal/Woche Sport zu treiben, mit zunehmendem Alter zu (OR: 1,28; 95 % CI: 1,16–1,41; $p < 0{,}001$; n = 262). Kinder, die in Deutschland geboren wurden oder schon seit mindestens einem Jahr hier lebten, hatten im Vergleich zu kürzlich migrierten Kindern eine etwas höhere Chance, mindestens einmal/Woche Sport zu treiben (OR: 2,60; 95 % CI: 1,22–5,54; $p = 0{,}011$; n = 262).

Tabelle 4/3: Aspekte der Gesundheit und des Gesundheitsverhaltens der Kinder und Jugendlichen nach Geschlecht und Alter (Angaben absolut und in %)

	gesamt[a]	Mädchen				Jungen			
			Alter in Jahren[b]				Alter in Jahren[b]		
		gesamt	1–5	6–11	12–17	gesamt	1–5	6–11	12–17
Gesundheitszustand									
sehr gut oder gut	422 (89,8)	202 (87,4)	49 (96,1)	82 (91,1)	71 (78,9)	219 (92,0)	52 (96,3)	87 (92,6)	80 (88,9)
mittelmäßig, schlecht oder sehr schlecht	48 (10,2)	29 (12,6)	2 (3,9)	8 (8,9)	19 (21,1)	19 (8,0)	2 (3,7)	7 (7,4)	10 (11,1)
BMI-Kategorien									
Untergewicht (BMI-Perzentile < 10)	62 (14,1)	38 (17,8)	10 (21,3)	13 (15,5)	15 (18,3)	24 (10,6)	10 (20,0)	8 (9,0)	6 (6,9)
Normalgewicht (BMI-Perzentile 10–90)	287 (65,4)	136 (63,8)	24 (51,1)	59 (70,2)	53 (64,6)	151 (66,8)	30 (60,0)	56 (62,9)	65 (74,7)
Übergewicht (BMI-Perzentile > 90–97)	44 (10,0)	21 (9,9)	6 (12,8)	7 (8,3)	8 (9,8)	23 (10,2)	1 (2,0)	13 (14,6)	9 (10,3)
Adipositas (BMI-Perzentile > 97)	46 (10,5)	18 (8,5)	7 (14,9)	5 (6,0)	6 (7,3)	28 (12,4)	9 (18,0)	12 (13,5)	7 (8,0)

BMI: Body-Mass-Index
[a] Abweichende Angaben zu n = 498 beruhen auf fehlenden Angaben
[b] Bis zum Alter von einschließlich 11 Jahren wurden die Angaben für das Kind von den Eltern getroffen, ab 12 Jahren stammen die Angaben von dem/der Jugendlichen selbst

4.3.1.3 Aspekte der Gesundheit und des Gesundheitsverhaltens der Eltern

Insgesamt schätzten 43,4 % (n = 208/479) der haushaltsführenden Elternteile ihren **Gesundheitszustand** als mittelmäßig (36,1 %, n = 173/479), schlecht (5,8 %, n = 28/479) oder sehr schlecht (1,5 %, n = 7/479) ein (Tab 4/4). Zwar beurteilten etwas mehr haushaltsführende Väter (51,6 %, n = 47/91) als haushaltsführende Mütter (41,6 %, n = 161/387) ihren Gesundheitszustand als mittelmäßig bis sehr schlecht, allerdings war der Einfluss des Geschlechts auf die Chance einer nur mittelmäßigen bis sehr schlechten subjektiven Gesundheit statistisch nicht signifikant. Mit zunehmendem Alter stieg jedoch signifikant die Chance, dass die Elternteile ihren Gesundheitszustand nur mittelmäßig, schlecht oder sehr schlecht einschätzten (OR: 1,06; 95% CI: 1,03–1,09; $p < 0,001$). Zudem hatten haushaltsführende Elternteile mit niedrigem Bildungsgrad im Vergleich zu Elternteilen mit hohem Bildungsgrad eine höhere Chance, ihren Gesundheitszustand nur mittelmäßig oder schlechter einzuschätzen (OR: 2,36; 95 % CI: 1,21–4,60; $p = 0,012$).

Mit 51,9 % (n = 247/476) bejahte mehr als die Hälfte der teilnehmenden haushaltsführenden Elternteile die Frage nach dem Vorliegen **chronischer Erkrankungen**, wobei am häufigsten, nämlich von mehr als jedem vierten teilnehmenden Elternteil (28,4 %, n = 135/476), das Vorliegen von Rückenbeschwerden bejaht wurde. Rund jeder zehnte haushaltsführende Elternteil litt zum Erhebungszeitpunkt gemäß Selbstangabe unter Hypertonie (12,4 %, n = 59/476) und/oder einer psychischen Erkrankung (10,7 %, n = 51/476) und 5,5 % (n = 26/476) bejahte das Vorliegen von Diabetes mellitus.

> Mehr als die Hälfte der Elternteile litt gemäß Selbstangabe unter mindestens einer chronischen Erkrankung.

Bezüglich der **BMI-Kategorien** waren 51,1 % (n = 224/438) der Mütter und 58,2 % (n = 163/280) der Väter von Präadipositas oder Adipositas betroffen (Tab. 4/4), wobei deutlich mehr haushaltsführende Elternteile, die sich zum Erhebungszeitpunkt mindestens ein Jahr in Deutschland aufhielten, von Adipositas betroffen waren (39,1 %, n = 90/230) als erst kürzlich migrierte Elternteile (11,6 %, n = 23/198). Die Chance von Adipositas betroffen zu sein, war für schon länger in Deutschland lebende Elternteile auch kontrolliert für Alter, Geschlecht und Bildungsgrad im Vergleich zu kürzlich migrierten Elternteilen entsprechend höher (OR: 3,67; 95 % CI: 1,79–7,52; $p < 0,001$; n = 391).

> Wesentlich mehr teilnehmende Elternteile (39,1 %), die zum Datenerhebungszeitpunkt mindestens ein Jahr in Deutschland lebten, waren von Adipositas betroffen als erst kürzlich migrierte Elternteile (11,6 %).

Insgesamt 29,0 % (n = 140/483) der haushaltsführenden Elternteile gab an, sehr stark oder stark auf ausreichend körperliche **Bewegung** zu achten, während 26,3 % (n = 127/483) aussagte, wenig bis gar nicht darauf zu achten. Nur 24,4 % (n = 91/373) der haushaltsführenden Elternteile erreichte jedoch die Empfehlung der WHO zu körperlicher Aktivität [36] und war mindestens 2,5 Stunden/Woche körperlich so aktiv, dass sie ins Schwitzen oder außer Atem gerieten. Weder Geschlecht noch Alter, zweistufige Aufenthaltsdauer in Deutschland oder höchster Bildungsgrad zeigte einen Zusammenhang mit der Chance, die Empfehlung zu erreichen.

Rund 28 % der Mütter und 40 % der Väter gab an, zumindest gelegentlich zu **rauchen** (Tab. 4/4). Insgesamt rauchte in 44,2 % (n = 215/486) der Haushalte mindestens ein Elternteil. Kontrolliert für Alter, Geschlecht und Aufenthaltsdauer des haushaltsführenden Elternteils hatten Elternteile mit einem niedrigen Bildungsgrad im Vergleich zu Elternteilen mit einem hohen Bildungsgrad eine höhere Chance, mindestens gelegentlich zu rauchen (OR: 2,67; 95 % CI: 1,30–5,47; p = 0,007; n = 419).

Tabelle 4/4: Aspekte der Gesundheit und des Gesundheitsverhaltens der Eltern nach Geschlecht (Angaben absolut und in %)

	gesamt[a]	Mütter	Väter
Gesundheitszustand[b]			
sehr gut oder gut	271 (56,6)	226 (58,4)	44 (48,4)
mittelmäßig, schlecht oder sehr schlecht	208 (41,8)	161 (41,6)	47 (51,6)
Vorliegen chronischer Erkrankung[b]			
ja	247 (51,9)	198 (51,4)	48 (53,3)
nein	229 (48,1)	187 (48,6)	42 (46,7)
BMI-Kategorien			
Untergewicht (BMI < 18,5 kg/m²)	11 (2,5)	12 (2,7)	2 (0,7)
Normalgewicht (BMI 18,5–24,9 kg/m²)	194 (44,1)	202 (46,1)	115 (41,1)
Präadipositas (BMI 25,0–29,9 kg/m²)	120 (27,3)	114 (26,0)	104 (37,1)
Adipositas (BMI ≥ 30,0 kg/m²)	115 (26,1)	110 (25,1)	59 (21,1)
körperliche Bewegung[b]			
≥ 2,5 Stunden/Woche	91 (24,4)	75 (24,6)	16 (23,5)
< 2,5 Stunden/Woche	282 (75,6)	230 (75,4)	52 (76,5)
Rauchstatus			
nicht rauchend	321 (67,6)	340 (71,9)	199 (59,9)
rauchend	154 (32,4)	133 (28,1)	133 (40,1)

[a] Es wurden jeweils die Angaben des haushaltsführenden Elternteils angeführt
Abweichende Angaben zu n = 498 beruhen auf fehlenden Angaben
[b] Angaben nur für haushaltsführenden Elternteil vorliegend

4.3.1.4 Ernährungsbedingungen

Insgesamt 56,2 % (n = 221/393) der Kinder und Jugendlichen, die zum Zeitpunkt der Datenerhebung eine Kinderbetreuungseinrichtung wie Kita, Krippe oder ähnliches oder eine Schule besuchten, gaben an, die Möglichkeit einer warmen **Mahlzeit in der Kinderbetreuungseinrichtung bzw. Schule** zu haben. Mehr als jedes zweite erst kürzlich migrierte Kind bzw. dessen teilnehmender Elternteil (54,7 %, n = 88/161) verneinte diese Möglichkeit (seit mindestens einem Jahr in Deutschland lebende bzw. hier geborene Kinder: 35,3 %, n = 79/224; für n = 8 Kinder bzw. Jugendlichen keine Angaben zur Aufenthaltsdauer in Deutschland vorliegend). Von den 221 Kindern und Jugendlichen, die die Möglichkeit einer warmen Mahlzeit in der Kinderbetreuungseinrichtung oder Schule hatten, nahm 62,9 % (n = 139/221) diese mindestens dreimal/Woche in Anspruch (Tab. 4/5). Dabei nahm die Chance, eine warme Mahlzeit in der Kinderbetreuungseinrichtung bzw. Schule mindestens dreimal/Woche in Anspruch zu nehmen, signifikant mit dem Alter ab (OR: 0,75; 95 % CI: 0,68–0,82; $p < 0,001$; n = 200).

Von 245 Haushalten liegen Angaben zu den Gründen einer Nicht- bzw. seltenen Inanspruchnahme einer warmen Mahlzeit in der Betreuungseinrichtung bzw. Schule vor. Demnach wurde mit Abstand am häufigsten von den Jugendlichen bzw. stellvertretend den Eltern der Kinder genannt, dass das Kind bzw. der/die Jugendliche zu Hause eine warme Mahlzeit erhalte (56,3 %, n = 138/245). Am zweithäufigsten wurde angegeben, dass das Essen in der Bildungseinrichtung zu teuer sei (19,2 %, n = 47/245) (Abb. 4/1).

Insgesamt 90,3 % (n = 421/466) der teilnehmenden Haushalte gaben an, dass bei ihnen **Familienmahlzeiten** eingenommen werden. Tabelle 4/5 zeigt jeweils die Anzahl und den Anteil der Kinder und Jugendlichen, die die jeweilige Mahlzeit häufig (d. h. mindestens dreimal/Woche) als Familienmahlzeit einnahmen. Demnach gaben 77,0 % (n = 359/466) der Kinder und Jugendlichen an, das Abendessen häufig als Familienmahlzeit einzunehmen, während dies für das Frühstück nur auf 54,9 % (n = 256/466) der Kinder und Jugendlichen zutraf. Für alle drei Mahlzeitenarten nahm der Anteil der Kinder und Jugendlichen, die die Mahlzeit häufig als Familienmahlzeit einnahmen, mit zunehmendem Alter ab.

Tabelle 4/5: Möglichkeit und Inanspruchnahme von warmen Mahlzeiten in einer Kinderbetreuungseinrichtung oder Schule sowie Einnahme von Familienmahlzeiten der Kinder und Jugendlichen nach Alter und Geschlecht (Angaben absolut und in %)

	gesamt[a]	Mädchen				Jungen			
		Alter in Jahren				Alter in Jahren			
		gesamt	1–5	6–11	12–17	gesamt	1–5	6–11	12–17
Mahlzeiten in Kinderbetreuungseinrichtung bzw. Schule									
Möglichkeit[b]	221 (53,5)	120 (60,3)	26 (81,3)	50 (62,5)	44 (50,6)	100 (51,8)	18 (69,2)	38 (45,8)	44 (52,4)
Inanspruchnahme mind. dreimal/Woche[c]	139 (62,9)	77 (64,2)	21 (80,8)	41 (82,0)	15 (34,1)	61 (61,0)	16 (88,9)	27 (71,1)	18 (40,9)
Einnahme als Familienmahlzeit dreimal/Woche									
Frühstück	256 (54,9)	121 (52,6)	34 (66,7)	53 (59,6)	34 (37,8)	134 (57,0)	36 (66,7)	53 (57,6)	45 (50,6)
Mittagessen	258 (55,4)	124 (53,9)	24 (47,1)	52 (58,4)	48 (53,3)	133 (56,6)	33 (61,1)	56 (60,9)	44 (49,4)
Abendessen	359 (77,0)	181 (78,7)	44 (86,3)	73 (82,0)	64 (71,1)	178 (75,7)	44 (81,5)	70 (76,1)	64 (71,9)

[a] Abweichende Angaben zu n = 498 bzw. zu der Gesamtanzahl beruhen auf fehlenden Angaben
[b] Die relative Anzahl bezieht sich auf die Kinder und Jugendlichen, die eine Kinderbetreuungseinrichtung oder Schule besuchen
[c] Die relative Anzahl bezieht sich auf die Kinder und Jugendlichen, die die Möglichkeit einer warmen Mahlzeit in der Kinderbetreuungseinrichtung oder Schule haben

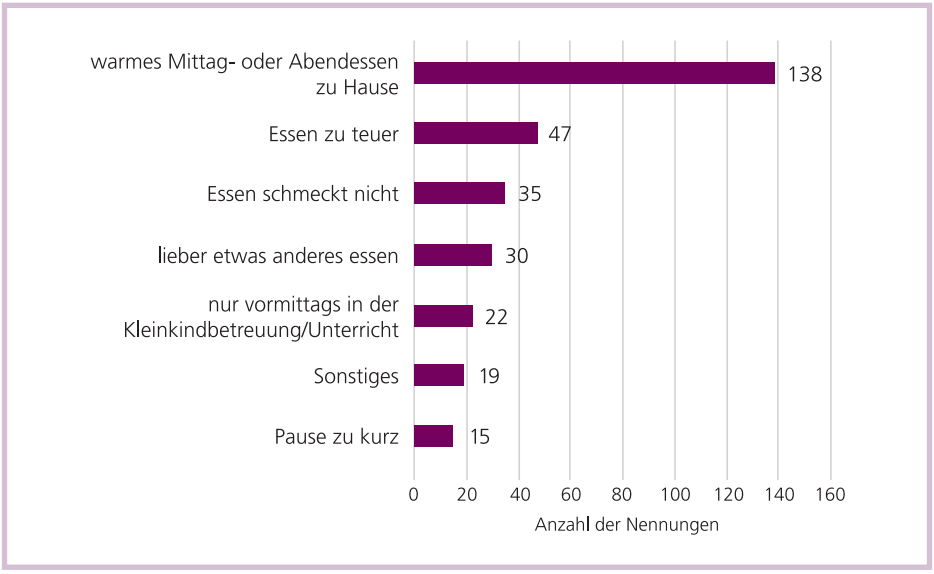


Abbildung 4/1: Gründe für die Nicht- bzw. seltene Inanspruchnahme einer warmen Mahlzeit in der Kinderbetreuungseinrichtung bzw. Schule (Mehrfachantworten möglich, n = 245)

Analog zur NVS II [7] wurden **Aspekte des Ernährungswissens** bei den haushaltsführenden Elternteilen erfasst. Dazu wurde die Kenntnis von probiotischem Joghurt, von ACE-Getränken und der Kampagne „5 am Tag" erfragt. Insgesamt 43,4 % (n = 212) der 488 Befragten kannten probiotischen Joghurt und insgesamt 30,3 % (n = 148/488) wussten, um was es sich bei ACE-Getränken handelt. Von am wenigsten haushaltsführenden Elternteilen wurde schließlich die richtige Antwort auf die Frage gewusst, was es mit der Kampagne „5 am Tag" auf sich hat: Nur 24,8 % (n = 121/488) wussten, dass es sich um eine Initiative zum Verzehr von 5 Portionen Gemüse und Obst am Tag handelt; 18,4 % (n = 90/488) der Teilnehmenden glaubten, dass die Kampagne für „5 Mahlzeiten am Tag" werbe.

Im Vergleich zu kürzlich migrierten Elternteilen kannten deutlich mehr haushaltsführende Elternteile, die zum Erhebungszeitpunkt schon mindestens ein Jahr in Deutschland lebten, ACE-Getränke (20,6 %, n = 43/209 vs. 38,5 %, n = 100/260) und die Kampagne „5 am Tag" (16,7 %, n = 35/209 vs. 31,2 %, n = 81/260), während sich dieses Verhältnis bei dem probiotischen Joghurt umdrehte (63,6 %, n = 133/209 vs. 28,8 %. n = 75/260). Auch adjustiert für Geschlecht, Alter und Bildungsgrad des haushaltsführenden Elternteils hat die Aufenthaltsdauer in Deutschland jeweils einen signifikanten positiven bzw. negativen Einfluss auf die Chance, die jeweilige Frage richtig zu beantworten (jeweils Aufenthaltsdauer in Deutschland < 1 Jahr vs. ≥ 1 Jahr: probiotischer Joghurt: OR: 2,41; 95 % CI: 1,32–4,39; p = 0,004; ACE-Getränke: OR: 0,29; 95 % CI: 0,15–0,57; p < 0,001; „5 am Tag": OR: 0,33; 95 % CI: 0,17–0,65; p = 0,001; n = 426). Zudem hatten haushaltsführende Elternteile mit niedrigem Bildungsgrad im Vergleich zu Elternteilen mit hohem Bildungsgrad eine deutlich geringere Chance, probiotischen Joghurt zu kennen (OR: 0,23; 95 % CI: 0,12–0,45; p < 0,001; n = 426) und haushaltsführende Männer im Vergleich zu Frauen eine niedrigere Chance, die Kampagne „5 am Tag" zu kennen (OR: 0,43; 95 % CI: 0,22–0,83; p = 0,012; n = 426).

Jeweils mehr als die Hälfte der teilnehmenden haushaltsführenden Elternteile kannte nicht die richtige Bedeutung von probiotischem Joghurt, ACE-Getränken bzw. der Kampagne „5 am Tag".

Der Großteil der Eltern (82,7 %, n = 400/484) gab an, dass ihr Haushalt in den 30 Tagen vor dem Datenerhebungszeitpunkt mindestens einmal das Angebot einer **Tafel genutzt** habe.[2] Insgesamt 58,9 % (n = 285) der Haushalte nahmen diese in dem Zeitraum mindestens dreimal in Anspruch. Dabei war die Chance der Haushalte, deren haushaltsführender Elternteil schon länger in Deutschland lebte, die Tafel mindestens dreimal in den vorausgegangen 30 Tagen in Anspruch zu nehmen, im Vergleich zu Haushalten, deren haushaltsführender Elternteil erst kürzlich nach Deutschland migrierte, signifikant niedriger (OR: 0,42; 95 % CI: 0,23–0,76; p = 0,005, n = 423).

Demgegenüber wurde von nur 18,5 % (n = 82/443) der Haushalte in den 30 Tagen vor dem Datenerhebungszeitpunkt mindestens einmal eine **Suppenküche** oder vergleichbare Einrichtung genutzt. Zwar nahmen, verglichen mit schon länger in Deutschland lebenden Haushalten (15,2 %, n = 37/243), etwas mehr Haushalte, in denen der haushaltsführende Elternteil erst kürzlich nach Deutschland migrierte (21,5 %, n = 40/186), in diesem Zeitraum mindestens eine warme Mahlzeit in einer solchen Einrichtung ein, allerdings zeigte keine der untersuchten soziodemografischen Merkmale einen signifikanten Einfluss auf die Chance, mindestens einmal eine Suppenküche zu nutzen.

Mehr als 80 % der teilnehmenden Haushalte nutzte in den 30 Tagen vor der Datenerhebung das Angebot einer Tafel.

Auf die Frage „Wie gut können Sie Ihrer Meinung nach **kochen**?", antworteten 81,6 % (n = 395/484) der Elternteile mit „sehr gut" oder „gut". Die Chance „wenig" bis „gar nicht" kochen zu können im Verhältnis zu „sehr gut" oder „gut" kochen zu können, war für haushaltsführende Männer höher als für Frauen (OR: 3,25; 95 % CI: 1,04–10,21; p = 0,044; n = 423). Insgesamt gaben 9,7 %, (n = 9/93) der haushaltsführenden Männer und 1,3 % (n = 5/390) der haushaltsführenden Frauen an, „wenig" bis „gar nicht" kochen zu können. Die meisten haushaltsführenden Elternteile gaben an, das Kochen von ihren Eltern gelernt (64,2 %, n = 312/484) oder sich selbst beigebracht (51,0 %, n = 248/484) zu haben (Abb. 4/2). Insgesamt 117 von 484 haushaltsführenden Elternteilen gaben an, Kochen (auch) über Medien, wie z. B. Fernsehen und Zeitschriften, gelernt zu haben. Demgegenüber haben gemäß Selbstauskunft 46 Elternteile, also weniger als jeder zehnte Elternteil, Kochen in der Schule oder Ausbildung gelernt.

Mehr als die Hälfte der haushaltsführenden Elternteile (51,1 %, n = 234/458) gaben an, täglich aus Grundzutaten/frischen Lebensmitteln eine warme Mahlzeit zuzubereiten, wobei sich hier deutliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern zeigten: Während 55,5 % (n = 207/373) der haushaltsführenden Mütter angaben, täglich eine warme Mahlzeit

[2] Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die meisten Teilnehmenden über Einrichtungen wie u. a. Tafeln, Sozialkaufhäuser und Jobcenter rekrutiert wurden.

zuzubereiten, taten dies bei den haushaltsführenden Vätern nur 31,0 % (n = 26/84). Auch adjustiert für Alter, Bildungsgrad und Aufenthaltsdauer in Deutschland zeigte sich für haushaltsführende Väter im Vergleich zu Müttern eine deutlich geringere Chance, mindestens dreimal/Woche eine warme Mahlzeit zuzubereiten (OR: 0,23; 95 % CI: 0,12–0,44; p < 0,001; n = 399).

Mehr als 80 % der teilnehmenden haushaltsführenden Elternteile gab an, sehr gut oder gut kochen zu können; mehr als jeder zweite gab an, täglich aus Grundzutaten/frischen Lebensmitteln eine warme Mahlzeit zuzubereiten.

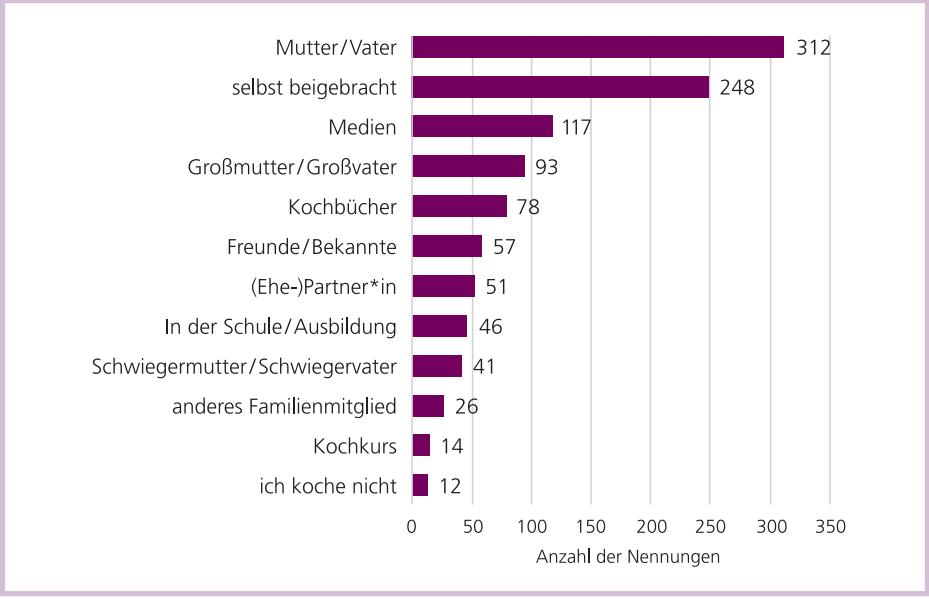


Abbildung 4/2: Quelle der Kochkompetenz der haushaltsführenden Elternteile (Mehrfachantworten möglich, n = 484)

Bezüglich der **Ausgaben für Lebensmittel** zeigte sich, dass die 308 Haushalte, für deren Einkäufe Kassenbelege vorlagen, durchschnittlich am meisten für nährstoffreiche, energiedichte Lebensmittel, wie z.B. süße und fettreiche Snacks, sowie für Fleisch- und Wurstwaren, ausgaben (Abb. 4/3). Hierbei ist zu beachten, dass in dieser Berechnung Lebensmittel von der Tafel oder ähnlichen Organisationen nicht berücksichtigt wurden.

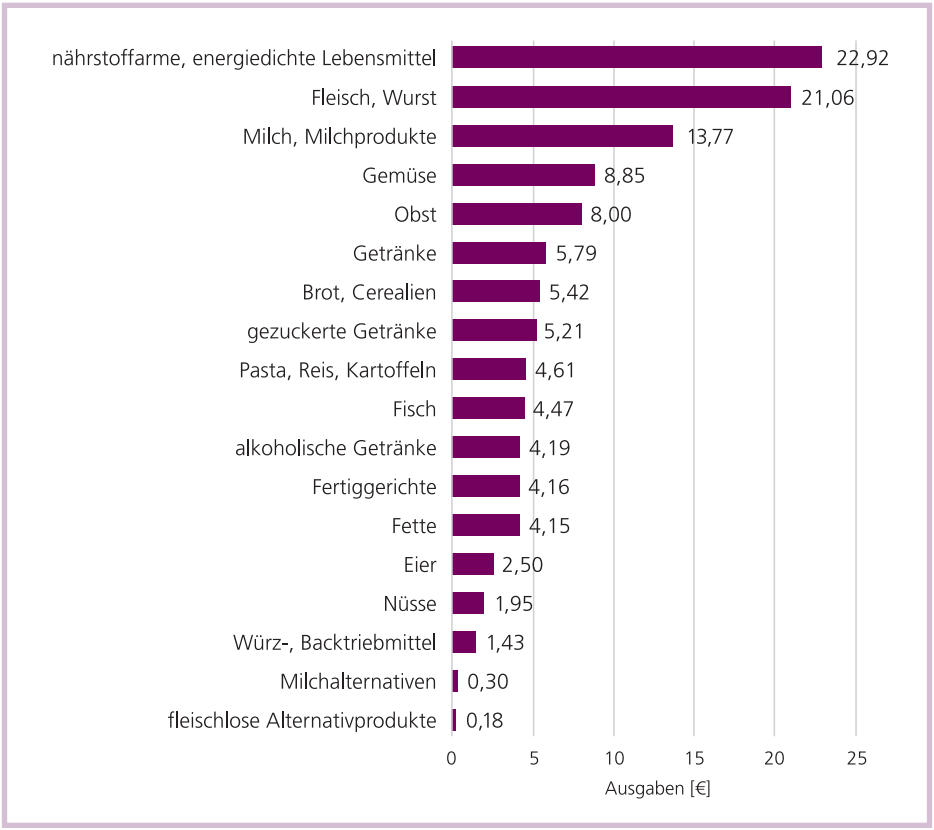


Abbildung 4/3: Durchschnittliche Ausgaben pro Haushalt über zwei Wochen nach Lebensmittelgruppe (n = 308)

Die teilnehmenden Haushalte gaben über zwei Wochen von allen Lebensmittelgruppen am meisten für nährstoffarme, energiedichte Lebensmittel, wie z. B. süße und fettreiche Snacks, sowie für Fleisch- und Wurstwaren aus.

Abbildung 4/4 zeigt die Anzahl affirmativer Antworten auf die acht FIES-Items zur Erfassung der Zugangs-Dimension der **Ernährungsunsicherheit**. Demnach wurde das Item „Kam es in den letzten 30 Tagen schon mal vor, dass Sie oder jemand anderes in Ihrem Haushalt nur zwischen wenigen verschiedenen Lebensmitteln wählen konnten, weil Sie nicht genug Geld hatten?“ mit Abstand von den meisten Haushalten bejaht (51,1 %, n = 205/401). Von jeweils mehr als einem Drittel der haushaltsführenden Elternteile wurde zudem bejaht, dass sie oder jemand anderes im Haushalt sich in den vorausgegangen 30 Tagen Sorgen gemacht habe, dass das Essen ausgehe (36,2 %, n = 145/401) bzw. sie oder er sich nicht gesund und abwechslungsreich ernähren konnte, weil sie nicht genug Geld hatten (35,9 %, n = 144/401). Mehr als jeder zehnte haushaltsführende Elternteil gab an, dass sie oder eine andere Person im Haushalt in den vorausgegangenen 30 Tagen aufgrund von Geldmangel Hunger gelitten habe (11,5 %, n = 46/401).

Insgesamt waren in den 30 Tagen vor dem Befragungszeitpunkt 77,6 % (n = 311/401) der Haushalte ernährungssicher oder mild ernährungsunsicher, 19,2 % (n = 77/401) der Haushalte waren moderat ernährungsunsicher, d. h. sie bejahten vier bis sieben Items und schränkten aufgrund Geldmangels Qualität und Quantität verzehrter Lebensmittel ein, und 3,2 % (n = 13/401) waren stark ernährungsunsicher, d. h. sie bejahten alle acht Items zur Erfassung der Ernährungsunsicherheit und litten unter physischem Hunger.

Insgesamt waren in den 30 Tagen vor dem Befragungszeitpunkt rund 78 % der Haushalte ernährungssicher oder mild ernährungsunsicher, rund 19 % der Haushalte waren moderat ernährungsunsicher und rund 3 % waren stark ernährungsunsicher.

In der multivariaten Analyse ergab sich für das Alter, das Geschlecht, die zweistufige Aufenthaltsdauer, die Erwerbstätigkeit des haushaltsführenden Elternteils, das Vorliegen von Diabetes mellitus beim haushaltsführenden Elternteil und die Urbanität des Landkreises kein signifikanter Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeit, moderat oder stark ernährungsunsicher zu sein. Tabelle 4/6 zeigt die Ergebnisse für die im Modell verbliebenen Prädiktoren.

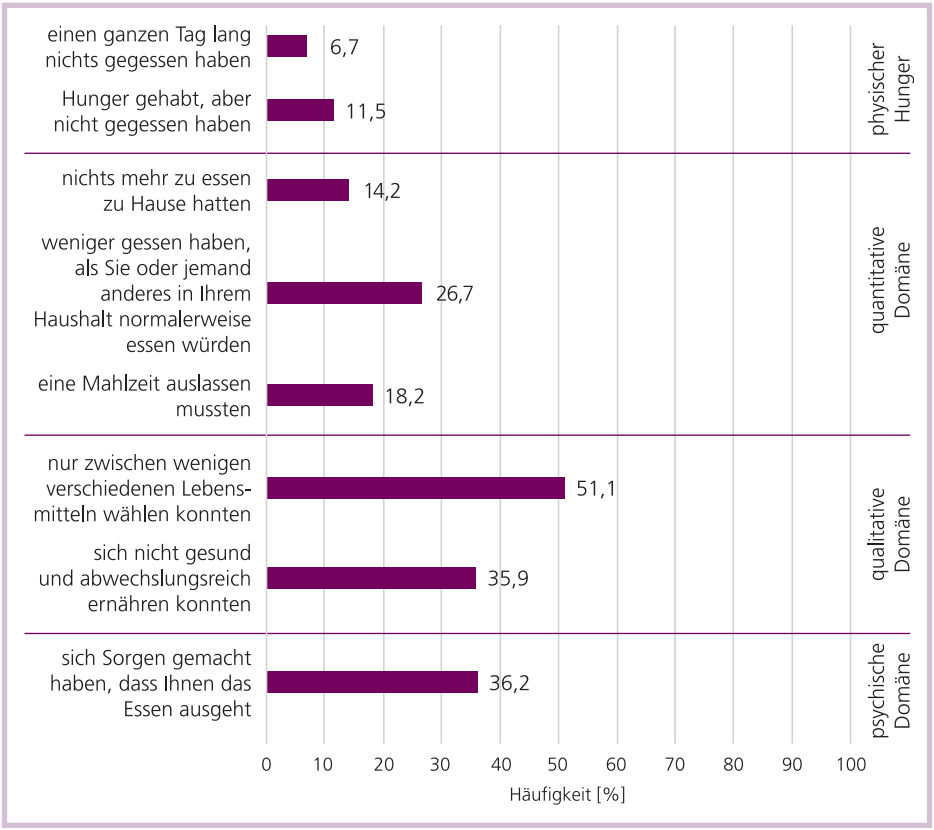


Abbildung 4/4: Häufigkeit der affirmativen Antworten auf die acht Items der *Food Insecurity Experience Scale* (FIES) „Kam es in den letzten 30 Tagen vor, dass Sie oder jemand anderen in Ihrem Haushalt …, weil Sie nicht genug Geld hatten?" in % der Haushalte nach Domäne der Ernährungsunsicherheit (Zugangs-Dimension) (n = 401)

Tabelle 4/6: Verallgemeinertes lineares gemischtes Modell: Zusammenhänge soziodemografischer und gesundheitsbezogener fester Effekte[a] und der Ernährungsunsicherheit[b]

	OR (95 % CI)	p-Wert
Bildungsgrad		
niedrig	1	
mittel	0,96 (0,45–2,05)	0,92
hoch	0,40 (0,19–0,83)	0,015[c]
Äquivalenzeinkommen	0,99 (0,99–1,00)	0,012[c]
Familienform		
nicht alleinerziehend	1	
alleinerziehend	1,60 (0,87–2,96)	0,13
Rauchstatus		
nicht rauchend	1	
rauchend	1,64 (0,86–3,12)	0,13
psychische Erkrankung		
nicht vorliegend	1	
vorliegend	3,68 (1,63–8,31)	0,002[c]

OR: *Odds ratio*; CI: Konfidenzintervall
[a] Bis auf das Äquivalenzeinkommen liegen alle Prädiktoren auf Ebene des haushaltsführenden Elternteils vor
[b] moderate/starke Ernährungsunsicherheit vs. Ernährungssicherheit/milde Ernährungsunsicherheit
[c] statistische Signifikanz, wenn $p < 0,05$

Ernährungsunsicherheit zeigt einen signifikanten Zusammenhang mit dem Vorliegen einer psychischen Erkrankung bei dem haushaltsführenden Elternteil.

Die **soziale Domäne der Ernährungsunsicherheit** wurde nicht auf Haushaltsebene, sondern auf individueller Ebene des haushaltsführenden Elternteils erfasst. Am häufigsten (n = 242) wurde von den 469 teilnehmenden Elternteilen mit gültigen und vollständigen Angaben das Item „Ich hatte in den letzten 30 Tagen das Gefühl, wenig Einfluss auf meine Ernährungssituation zu haben" bejaht, am seltensten mit n = 169 Nennungen das Item „Ich habe mich in den letzten 30 Tagen geschämt oder versucht, meine Ernährungssituation vor anderen zu verstecken" (Tab. 4/7). Mehr als jeder fünfte haushaltsführende Elternteil bejahte alle vier Items der 4D-FIS und galt damit als stark sozial ernährungsunsicher; 31,1 % konnten als sozial ernährungssicher eingestuft werden (Tab. 4/8).

Hinsichtlich der Chance, mild oder stark sozial ernährungsunsicher zu sein, zeigte sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang mit dem Alter, dem Geschlecht, dem Bildungsgrad oder der Aufenthaltsdauer des haushaltsführenden Elternteils in Deutschland.

Tabelle 4/7: Anzahl der affirmativen Antworten auf die soziale Subskala der *Four Domain Food Insecurity Scale* (4D-FIS) (Angaben absolut und in %)

Item[a]	n[b]	%
Ich hatte in den letzten 30 Tagen das Gefühl, wenig Einfluss auf meine Ernährungssituation zu haben.	242	51,6
Ich fand es während der letzten 30 Tage unfair, dass manche Menschen sich alle Lebensmittel leisten können und ich mir nicht die Lebensmittel leisten kann, die ich brauche.	233	49,7
Ich habe mich in den letzten 30 Tagen geschämt oder versucht, meine Ernährungssituation vor anderen zu verstecken.	169	36,0
Ich habe mich in den letzten 30 Tagen anders gefühlt als andere Menschen, weil ich mir nicht genug Lebensmittel leisten konnte.	186	39,7

n: Anzahl
[a] Angaben nur für haushaltsführenden Elternteil vorliegend
[b] Abweichende Angaben zu n = 498 beruhen auf fehlenden Angaben

Tabelle 4/8: Soziale Ernährungsunsicherheit der haushaltsführenden Elternteile (Angaben absolut und in %)

soziale Ernährungsunsicherheit[a]	n	%
sozial ernährungssicher	146	31,1
mild sozial ernährungsunsicher	225	48,0
stark sozial ernährungsunsicher	98	20,9
gesamt[b]	469	100,0

n: Anzahl
[a] Angaben nur für haushaltsführenden Elternteil vorliegend
[b] Abweichende Angaben zu n = 498 beruhen auf fehlenden Angaben

Insgesamt 68,9 % der teilnehmenden Elternteile waren von milder oder starker sozialer Ernährungsunsicherheit betroffen.

4.3.1.5 Lebensmittelverzehr der Kinder und Jugendlichen

Insgesamt wurden 83 Kinder und Jugendliche wegen unplausibler Verzehrdaten von den Analysen ausgeschlossen, sodass insgesamt Angaben von 415 Kindern und Jugendlichen vorlagen, wobei die Anzahl gültiger Werte je Lebensmittelgruppe abweichen kann.

Tabelle 4/9 und Tabelle 4/10 zeigen die Orientierungswerte gemäß OMK sowie die Lebensmittelverzehrmengen der teilnehmenden Mädchen bzw. Jungen.

Der Median der verzehrten **Gemüse**menge war bei den Mädchen und Jungen in allen Altersstufen deutlich niedriger als die gemäß OMK alters- und geschlechtsspezifisch empfohlenen Menge. Ein etwas differenzierteres Bild ergab sich bei dem **Obst**verzehr. Demnach erreichte die mediane Verzehrmenge bei den 1- bis 3-jährigen und 7- bis 9-jährigen Mädchen sowie bei den 7- bis 9-jährigen Jungen die empfohlene Menge Obst, während die mediane Verzehrmenge der Mädchen und Jungen der anderen Altersstufen niedriger war als die empfohlene Menge. Auch die mediane Verzehrmenge von **Brot und Getreide** lag bei Mädchen und Jungen in allen Altersstufen deutlich unter den Empfehlungen. Außer bei den 10- bis 12-jährigen Mädchen war der Median der verzehrten Menge an **Kartoffeln, Nudeln oder Reis** bei den teilnehmenden Mädchen und Jungen ebenfalls niedriger als die empfohlene Menge. Während der Median der verzehrten Menge an **Milchprodukten** bei den 1- bis 3-jährigen und 4- bis 6-jährigen Mädchen sowie bei den 1- bis 3-jährigen und 10- bis 12-jährigen Jungen die Empfehlung erreichte, lag die mediane Verzehrmenge bei den Mädchen und Jungen der anderen Altersstufen niedriger als die empfohlene Verzehrmenge. Demgegenüber war der Median der verzehrten Menge an **Fleisch- und Wurstwaren** bei den Mädchen und Jungen aller Altersstufen deutlich höher als die gemäß OMK empfohlene Verzehrmenge. Außer bei 13- bis 14-jährigen Mädchen und 1- bis 3-jährigen Jungen lag die mediane Verzehrmenge von **Eiern** innerhalb der Empfehlungen. Die mediane Verzehrmenge von **Fisch** war hingegen sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen in allen Altersstufen niedriger als empfohlen. Für die Kategorie Öle, Butter und Margarine lagen lediglich Angaben zu **Butter und Margarine** vor. Die mediane Verzehrmenge lag sowohl bei Mädchen als auch Jungen in allen Altersstufen unterhalb der auch Öle umfassenden Empfehlungen. Der Median der über **sogenannte „geduldete Lebensmittel"** aufgenommenen Energie war bei den Mädchen und Jungen aller Altersstufen deutlich höher als gemäß OMK maximal „geduldet".

> Die mediane Verzehrmenge von Gemüse, Brot und Getreide und Fisch lag bei den teilnehmenden Mädchen und Jungen über alle Altersstufen hinweg deutlich unter der empfohlenen Verzehrmenge. Für einige Altersstufen zeigten sich auch für Obst, Beilagen und Milchprodukte deutliche negative Abweichungen der medianen Verzehrmengen von den Empfehlungen.

Tabelle 4/9: Orientierungswerte gemäß OMK und Lebensmittelverzehrmenge der an BERNA teilnehmenden Mädchen nach Alter

Lebensmittelgruppe		Alter in Jahren					
		1–3	4–6	7–9	10–12	13–14	15–17
Getränke [ml/Tag]	OMK	600	750	850	950	1 000	1 100
	n	22	35	38	32	30	33
	Md	901,8	792,9	934,4	1 149,1	1 094,6	1 341,1
	P10	301,6	300,7	346,0	451,0	221,3	391,4
	P90	3853,2	1 992,9	4 298,5	5 060,8	3 033,3	3563,4
Gemüse/Rohkost [g/Tag]	OMK	190	230	270	300	320	340
	n	22	35	38	33	32	34
	Md	94,6	75,0	36,6	67,9	63,1	63,8
	P10	3,8	11,6	3,5	6,1	2,9	8,4
	P90	295,6	257,2	200,1	227,8	195,7	206,3
Obst [g/Tag]	OMK	180	210	250	280	300	310
	n	22	35	38	34	32	34
	Md	300,0	150,0	262,5	150,0	150,0	133,9
	P10	75,0	55,7	37,5	13,4	7,8	10,0
	P90	600,0	600,0	600,0	450,0	810,0	750,0
Brot/ Getreide(flocken) [g/Tag]	OMK	110	130	160	180	190	200
	n	22	33	37	33	32	34
	Md	53,0	63,7	88,8	110,7	119,0	100,0
	P10	9,6	34,4	30,4	51,1	20,2	14,2
	P90	157,5	251,1	265,0	252,5	335,5	433,5
Kartoffeln/Nudeln/ Reis [g/Tag]	OMK	100	120	140	160	170	180
	n	22	35	39	34	32	34
	Md	79,9	102,0	118,8	159,8	105,0	107,5
	P10	33,0	33,8	46,9	59,0	34,2	35,5
	P90	243,6	225,0	195,5	441,1	288,8	308,9
Milch/ -produkte[a] [g M-Äq/Tag]	OMK	300	350	420	470	490	520
	n	22	35	39	34	32	34
	Md	375,0	357,6	347,7	390,8	253,7	212,6
	P10	103,0	77,4	162,1	141,4	45,5	75,9
	P90	767,0	874,9	1 067,4	1 035,0	1 186,0	836,7

▶ Fortsetzung **Tabelle 4/9**

Lebensmittelgruppe		Alter in Jahren					
		1–3	4–6	7–9	10–12	13–14	15–17
Fleisch/Wurst [g/Tag]	OMK	30	35	40	50	50	50
	n	22	34	38	34	32	33
	Md	43,3	60,3	86,7	87,4	92,2	60,9
	P10	2,3	15,1	25,4	23,0	17,4	8,7
	P90	109,0	263,0	233,0	205,5	401,7	533,6
Eier [Stück/Woche]	OMK	1–2	2	2–3	2–3	3	3
	n	21	35	39	34	32	34
	Md	1,5	1,5	3,0	2,4	2,3	3,0
	P10	0,1	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0
	P90	7,0	7,0	7,0	9,0	9,5	14,0
Fisch [g/Woche]	OMK	60	70	80	90	100	100
	n	22	35	39	34	32	34
	Md	45,0	42,2	47,8	28,1	14,1	33,8
	P10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	P90	304,9	274,5	337,5	303,8	1 125,0	225,0
Margarine/ Butter[b] [g/Tag]	OMK	20	20	25	30	30	30
	n	22	35	39	34	32	34
	Md	2,0	2,5	2,5	2,3	0,2	1,6
	P10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	P90	5,0	7,0	5,0	7,9	5,0	12,5
„geduldete Lebensmittel“ [max. kcal/Tag]	OMK	115	135	160	180	190	190
	n	22	33	36	31	30	34
	Md	137,2	258,6	390,1	303,4	271,9	347,1
	P10	33,9	80,1	136,3	111,2	67,9	65,7
	P90	239,1	487,9	1 336,2	1 102,9	1 043,4	1 265,3

M-Äq: Milchäquivalente; Md: Median; n: Anzahl; OMK: Optimierte Mischkost; P10: 10. Perzentil; P90: 90. Perzentil

[a] Die Verzehrmenge an Milchprodukten wird in Milchäquivalenten ausgedrückt (Umrechnungsfaktoren: Frischkäse, Hüttenkäse, Weich-, Schnitt- und Hartkäse: 7,2; Quark, Joghurt oder Dickmilch: 1,4)

[b] Für Öle liegen keine Verzehrmengen vor, sodass sich die Daten, anders als die OMK, ausschließlich auf Margarine und Butter beziehen

Tabelle 4/10: Orientierungswerte gemäß OMK und Lebensmittelverzehrmenge der an BERNA teilnehmenden Jungen nach Alter

Lebensmittelgruppe		Alter in Jahren					
		1–3	4–6	7–9	10–12	13–14	15–17
Getränke [ml/Tag]	OMK	600	750	850	950	1 200	1 400
	n	23	30	46	44	27	3
	Md	900,0	1 158,5	1 282,1	1 028,6	1 617,0	2 328,6
	P10	465,5	403,9	435,8	230,8	529,9	666,1
	P90	4 011,1	4 612,7	4 460,0	3 100,0	5 277,5	5 281,3
Gemüse/Rohkost [g/Tag]	OMK	190	230	270	300	390	440
	n	25	32	48	43	28	38
	Md	80,4	47,8	74,8	50,0	79,0	32,8
	P10	2,7	3,8	12,0	0,5	5,5	0,0
	P90	168,3	295,0	267,0	196,8	265,3	326,1
Obst [g/Tag]	OMK	180	210	250	280	360	410
	n	25	32	48	44	28	38
	Md	150,0	133,9	300,0	150,0	150,0	150,0
	P10	48,2	14,2	30,5	69,6	25,5	31,6
	P90	510,0	405,0	630,0	750,0	1 350,0	426,3
Brot/ Getreide(flocken) [g/Tag]	OMK	110	130	160	180	230	260
	n	26	31	46	41	28	38
	Md	50,2	85,7	111,8	108,0	187,5	133,9
	P10	17,3	20,4	27,3	36,1	82,0	16,8
	P90	257,8	212,5	418,1	312,1	443,8	426,3
Kartoffeln/Nudeln/ Reis [g/Tag]	OMK	100	120	140	160	200	230
	n	26	31	48	43	27	39
	Md	91,7	64,3	129,5	101,8	132,1	127,9
	P10	49,0	30,1	75,5	48,9	54,3	49,6
	P90	261,0	287,1	371,5	232,3	377,5	461,6
Milch/ -produkte[a] [g M-Äq/Tag]	OMK	300	350	420	470	600	680
	n	25	32	47	43	28	39
	Md	357,4	314,7	374,3	553,4	458,1	516,5
	P10	76,1	102,4	91,5	200,0	56,8	93,0
	P90	863,7	1 279,8	1 133,8	1 237,4	1 910,0	1 608,0

▶ Fortsetzung **Tabelle 4/10**

Lebensmittelgruppe		Alter in Jahren					
		1–3	4–6	7–9	10–12	13–14	15–17
Fleisch/Wurst [g/Tag]	OMK	30	35	40	50	60	70
	n	24	31	48	43	28	38
	Md	52,0	67,3	119,5	105,4	106,6	142,7
	P10	13,8	20,1	39,6	29,2	19,6	49,5
	P90	188,7	195,6	275,8	323,5	348,6	396,0
Eier [Stück/Woche]	OMK	1–2	2	2–3	2–3	3	3–4
	n	26	32	48	44	28	38
	Md	3,0	1,5	3,0	3,0	3,0	3,0
	P10	0,3	0,1	0,6	0,9	0,0	0,2
	P90	11,9	13,1	14,0	11,0	11,0	14,3
Fisch [g/Woche]	OMK	60	70	80	90	110	130
	n	26	32	48	44	28	38
	Md	28,1	42,2	56,3	36,6	40,0	45,0
	P10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	P90	135,0	472,5	270,0	261,6	317,3	203,6
Margarine/ Butter[b] [g/Tag]	OMK	20	20	25	30	35	40
	n	26	32	47	44	27	39
	Md	1,3	0,5	1,1	2,3	1,1	1,3
	P10	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
	P90	10,0	9,3	10,0	10,0	11,0	10,0
„geduldete Lebensmittel" [max. kcal/Tag]	OMK	115	135	160	180	230	260
	n	25	29	45	43	27	37
	Md	188,0	255,3	332,3	325,8	389,9	382,5
	P10	14,3	42,5	108,0	146,0	185,2	112,7
	P90	622,9	1 086,8	1 430,7	1 134,8	1 518,2	2 078,4

M-Äq: Milchäquivalente; Md: Median; n: Anzahl; OMK: Optimierte Mischkost; P10: 10. Perzentil; P90: 90. Perzentil

[a] Die Verzehrmenge an Milchprodukten wird in Milchäquivalenten ausgedrückt (Umrechnungsfaktoren: Frischkäse, Hüttenkäse, Weich-, Schnitt- und Hartkäse: 7,2; Quark, Joghurt oder Dickmilch: 1,4)

[b] Für Öle liegen keine Verzehrmengen vor, sodass sich die Daten, anders als die OMK, ausschließlich auf Margarine und Butter beziehen

Die mediane Verzehrmenge von Fleisch und Wurst lag bei den teilnehmenden Mädchen und Jungen über alle Altersstufen hinweg über der empfohlenen Verzehrmenge. Der Median der über sogenannte „geduldete Lebensmittel" aufgenommenen Energie war ebenfalls deutlich höher als gemäß OMK maximal „geduldet".

Abb. 4/5 zeigt den Anteil der Getränkearten an der Gesamttrinkmenge der Kinder und Jugendlichen. Den größten Anteil an den Getränken machte bei beiden Geschlechtern und in allen Altersstufen Wasser (z. B. Leitungswasser, Mineralwasser) aus, während insbesondere bei den teilnehmenden Jungen der Anteil zuckergesüßter Getränke an der Gesamttrinkmenge mit steigendem Alter zunahm. Eine nur untergeordnete Rolle spielten in allen Altersgruppen und beiden Geschlechtern kalorienreduzierte Getränke (Light-Getränke), Gemüsesaft und Kaffee.

Mit 83,7 % (n = 128/153) gab die Mehrheit der Jugendlichen ab 12 Jahren an, keinen Alkohol in den vier Wochen vor der Befragung getrunken zu haben.

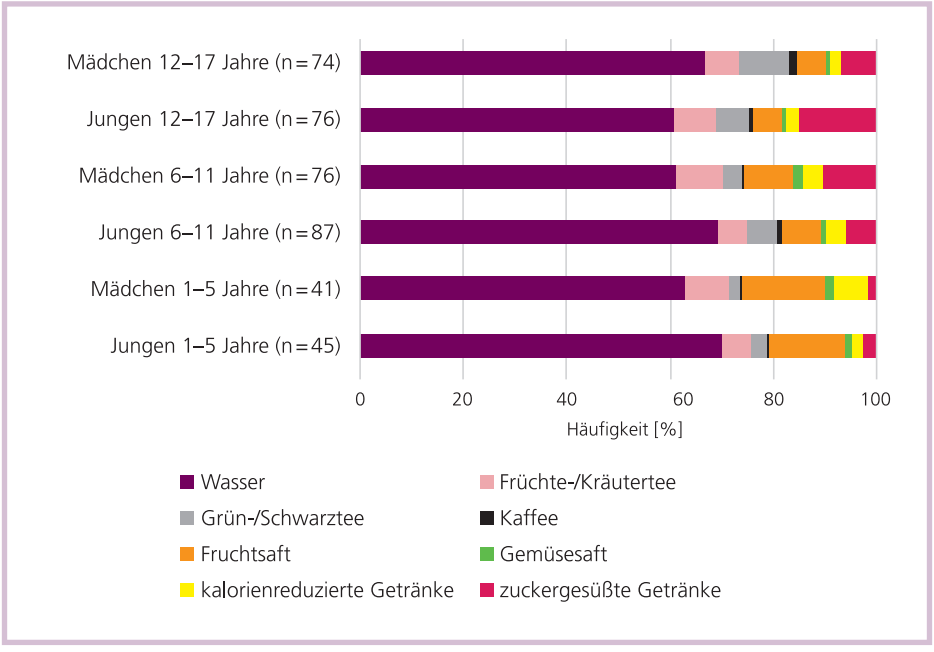


Abbildung 4/5: Anteil der Getränkearten an der Gesamttrinkmenge (exkl. Milch und alkoholhaltige Getränke) in Prozent nach Alter und Geschlecht

4.3.1.6 Lebensmittelverzehr der Eltern

Insgesamt fehlte für 38 der teilnehmenden Haushalte der Verzehrhäufigkeitsfragbogen für den haushaltsführenden Elternteil oder dieser enthielt unplausible Daten, sodass diese Haushalte von den nachfolgenden Analysen ausgeschlossen wurden. Tabelle 4/11 stellt den Lebensmittelgruppenverzehr der teilnehmenden Elternteile nach Geschlecht dar.

Im medianen Mittel tranken die Mütter und Väter 1,8 l/Tag und erreichten somit die empfohlenen 1,5 l/Tag an **Getränken** exklusive Milch und alkoholhaltiger Getränke. Von den Müttern gab 57,1 % (n = 210/368), von den Vätern 57,6 % (n = 49/85) an, in den vier Wochen vor der Befragung zumindest gelegentlich Alkohol getrunken zu haben. Die mediane Verzehrmenge von **Obst und Gemüse** lag sowohl bei Müttern (256,0 g/Tag) als auch bei Vätern (232,1 g/Tag) deutlich unter den im Rahmen der Orientierungswerte der lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der DGE empfohlenen Obst- und Gemüsemenge (550 g/Tag). Damit verzehrten die befragten Eltern nur rund zwei statt der empfohlenen fünf Portionen Obst und Gemüse pro Tag. Auch die mediane Verzehrmenge von **Hülsenfrüchten** lag sowohl bei den Müttern (46,8 g/Woche) als auch bei den Vätern (93,8 g/Woche) unterhalb der Orientierungswerte zu den FBDG (125 g/Woche). Da durch den FFQ der Verzehr von Samen nicht explizit erfasst wird, wird die Kategorie „Nüsse und Samen" nur durch den Verzehr von **Nüssen** abgebildet. Der mediane Verzehr lag bei Müttern und Vätern (jeweils 1,1 g/Tag) deutlich unterhalb der gemäß der neuen FBDG empfohlenen Menge (25 g/Tag). Die mediane Verzehrmenge an **Kartoffeln** inklusive z. B. Salzkartoffeln, Bratkartoffeln und Kartoffelpuffer (exklusive Pommes), lag bei den Müttern (393,8 g/Woche) und Vätern (310,9 g/Woche) höher als die in den Orientierungswerten angegebene Verzehrmenge (250 g/Woche). Demgegenüber lag die mediane Verzehrmenge von **Getreideprodukten** einschließlich Cerealien, Brot, Nudeln und Reis sowohl bei den teilnehmenden Müttern (157,1 g/Tag) als auch bei den Vätern (183,5 g/Tag) deutlich unter der empfohlenen Menge (300 g/Tag). Der Median der verzehrten Menge an **Butter und/oder Margarine** lag sowohl bei den Müttern (2,5 g/Tag) als auch bei den Vätern (2,1 g/Tag) innerhalb des von der DGE angegebenen Orientierungswerts (10 g/Tag). Die mediane Verzehrmenge von **Milchprodukten** inklusive z. B. Milch, Joghurt und Käse lag bei den Müttern (432,3 M-Äq g/Tag) bzw. bei den Vätern (367,4 M-Äq g/Tag) nur knapp über bzw. unter den Orientierungswerten (400 M-Äq g/Tag). Die mediane Menge an verzehrtem **Fisch** pro Woche lag hingegen sowohl für Mütter (53,4 g/Woche) als auch für Väter (56,3 g/Woche) deutlich niedriger als empfohlen (120–240 g/Woche).

> Die mediane Verzehrmenge an Obst und Gemüse und Nüsse, Hülsenfrüchten und Fisch lag sowohl bei den teilnehmenden Müttern als auch den Vätern unterhalb der im Rahmen der lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen für gesunde Erwachsene empfohlenen Menge.

Demgegenüber war der Median der Verzehrmenge an Fleisch bei den Müttern (447,5 g/Woche) und Vätern (427,2 g/Woche) deutlich höher als die maximal empfohlenen zwei Portionen **Fleisch** pro Woche (120–240 g). Die mediane Verzehrmenge von **Wurst** pro Woche lag bei den Müttern (60,0 g/Woche) und Vätern (42,5 g/Woche) hingegen innerhalb der empfohlenen Menge (60 g). Die DGE empfiehlt nicht mehr als 300 g Fleisch und Wurst pro Woche [41]. Der Median lag für diese Produktgruppen zusammen sowohl bei den Müttern (550,9 g/Woche) als auch Vätern (646,3 g/Woche) weit über dieser Maximalmenge.

Der Median verzehrter **Eier** lag sowohl bei den Müttern (3 Eier/Woche) als auch bei den Vätern (3,5 Eier/Woche) (gegebenenfalls zusätzlich zu verarbeiteten Eiern, z. B. in Kuchen) deutlich höher als im Rahmen der Orientierungswerte zu den lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der DGE für gesunde Erwachsene angegeben (1 Stück/Woche). Die mediane Energiezufuhr über nährstoffarme, energiereiche Lebensmittel, wie z. B. Süßigkeiten, Chips und süßes Gebäck, war sowohl bei den Müttern (260,0 kcal/Tag) als auch bei den Vätern (330,7 kcal/Tag) deutlich höher als 162 kcal/Tag (entspricht 8 % von 2 029 kcal (vgl. [50])).

Die mediane Verzehrmenge an Fleisch und Eiern pro Woche sowie die mediane Energiezufuhr über nährstoffarme, energiedichte Lebensmittel pro Tag war sowohl bei den teilnehmenden Müttern als auch bei den Vätern deutlich höher als empfohlen.

Tabelle 4/11: Lebensmittelverzehr der haushaltsführenden Mütter und Väter

	Mütter				Väter			
	n	Median	P10	P90	n	Median	P10	P90
Getränke [l/Tag]	352	1,8	0,7	5,5	83	1,8	0,4	5,8
Alkohol [g/Tag]	368	0,4	0,0	4,3	85	0,4	0,0	8,6
Obst und Gemüse [g/Tag]	364	256,0	73,0	808,0	84	232,1	30,1	656,0
Saft [g/Woche]	369	150,0	0,0	1400,0	86	250,0	17,5	2565,0
Hülsenfrüchte [g/Woche]	371	46,8	0,0	442,5	86	93,8	0,0	1050,0
Nüsse [g/Tag]	371	1,1	0,0	12,5	86	1,1	0,0	12,5
Kartoffeln [g/Woche]	371	393,8	128,1	1143,8	86	310,9	54,2	1324,4
Getreide, Brot, Nudeln [g/Tag]	367	157,1	57,1	376,3	84	183,5	58,5	472,1
Butter/Margarine [g/Tag]	373	2,5	0,1	10,0	86	2,1	0,0	10,0
Milch/-produkte[a] [g M-Äq/Tag]	364	432,3	134,2	1407,6	86	367,4	1016,9	1389,9
Fisch [g/Woche]	366	53,4	0,0	246,4	86	56,3	0,0	638,4
Fleisch [g/Woche]	364	447,5	113,1	1412,8	86	427,2	128,6	1698,1,0
Wurst [g/Woche]	372	60,0	0,0	340,0	85	42,5	0,0	468,0
Eier [Stück/Woche]	371	3,0	0,6	11,0	86	3,5	0,6	14,0
Süßigkeiten/Snacks [kcal/Tag]	349	260,0	63,4	956,2	82	330,7	62,4	1231,5

M-Äq: Milchäquivalente; n: Anzahl; P10: 10. Perzentil; P90: 90. Perzentil

[a] Die Verzehrmenge an Milchprodukten wird in Milchäquivalenten ausgedrückt (Umrechnungsfaktoren: Frischkäse, Hüttenkäse, Weich-, Schnitt- und Hartkäse: 7,2; Quark, Joghurt oder Dickmilch: 1,4).

4.3.2 IDEE und BEA

4.3.2.1 Soziodemografische Beschreibung der Studienpopulation von IDEE und BEA

Insgesamt 18 Personen aus 18 Haushalten nahmen an einem Interview von durchschnittlich 72 Minuten Dauer im Rahmen der Teilstudie IDEE teil. An BEA nahmen Elternteile aus insgesamt 27 Haushalten teil.

In den soziodemografischen Angaben stellte sich nach Ablauf der Gruppendiskussionen und Interviews heraus, dass zwei Teilnehmenden in IDEE und einer/einem Teilnehmer*in in BEA doch ein höheres Haushaltseinkommen zur Verfügung stand, als sie bei Einschluss angegeben hatten und es der Definition der Armutsgefährdung in Deutschland entspricht. Ihren Aussagen zufolge schränken sie sich insbesondere in ihrer Ernährungsvielfalt deutlich weniger ein als es die anderen Teilnehmenden aus ihrem Alltag berichteten. Die Beiträge dieser Teilnehmenden sowie einer weiteren Person in BEA, bei welcher nicht geklärt werden konnte, ob ihr Kind[3] überwiegend im eigenen Haushalt oder im Heim versorgt wird, wurden daher von der Auswertung ausgeschlossen. Somit konnten schließlich die Daten von 16 Teilnehmenden in IDEE sowie 25 Teilnehmenden in BEA ausgewertet werden (Tab. 4/12).

Acht zunächst an BEA Interessierte mussten aufgrund von Krankheit oder kurzfristiger Verpflichtungen absagen, sieben weitere blieben der Veranstaltung ohne Nennung von Gründen fern. Sechs Interessierte beider Studienteile waren bei Kontaktaufnahme nicht mehr erreichbar und sieben weitere konnten aus Zeitmangel nicht teilnehmen.

Die soziodemografischen Charakteristika der Teilnehmenden und ihrer Haushalte, die subjektive Einschätzung des Gesundheitszustands sowie Angaben u. a. zur Ernährungssicherheit und der Tafelnutzung der Teilnehmenden der qualitativen Studien BEA und IDEE sind Tabellen 4/12 und 4/13 zu entnehmen.

Die Stichprobe beider qualitativer Studien bestand aus überwiegend weiblichen, in Deutschland geborenen und ausschließlich länger als ein Jahr in Deutschland lebenden Teilnehmenden. Im Durchschnitt lebten zwei Kinder bzw. Jugendliche in den teilnehmenden Haushalten. In einem ländlichen Kreis mit guter sozioökonomischer Lage konnte keine hinreichende Zahl von Interessierten für eine Diskussionsveranstaltung in BEA gewonnen werden, sodass lediglich IDEE-Teilnehmende aus diesen Kreisen vertreten sind.

[3] Im Ergebnisteil zu IDEE und BEA wird aus Perspektive der teilnehmenden Eltern von „Kindern" gesprochen; gemeint sind damit, wenn nicht anders benannt, minderjährige Kinder/Jugendliche.

Tabelle 4/12: Soziodemografische Charakteristika, Lage des Wohnorts und subjektiver Gesundheitszustand in IDEE und BEA (wenn nicht anders angegeben, Angaben absolut und in %)

		IDEE	BEA
Anzahl Teilnehmende		16	25
Geschlecht	weiblich	13 (81,3)	23 (92,0)
	männlich	3 (18,7)	2 (8,0)
Ländlichkeit und sozioökonomische Lage der Landkreise	ländlich mit guter sozioökonomischer Lage	5 (31,25)	0
	ländlich mit weniger guter sozioökonomischer Lage	6 (37,5)	13 (52,0)
	nicht ländlich	5 (31,25)	12 (48,0)
Weitere soziodemografische Angaben vorliegend für: Anzahl der Teilnehmenden		16	23
Alter der Teilnehmenden	MW SD	43,6 (± 10,8)	37,9 (± 7,6)
Anzahl der Kinder im Alter von 1 bis 17 Jahren im Haushalt	MW SD	2,1 (± 1,5)	2,1 (± 1,1)
Anzahl volljähriger Personen im Haushalt	MW SD	2,3 (± 1,0)	k. A.
Anzahl von Haushalten, die von Alleinerziehenden geführt werden		4 (25,0)	11 (47,8)
anderes Geburtsland	Mutter des Kindes	5 (31,3)	2 (8,7)
	Vater des Kindes	6 (37,5)	3 (13,0)
	keine Angabe zum Vater	3 (18,8)	7 (30,4)
andere Nationalität	Mutter des Kindes	4 (25,0)	3 (13,0)
	Vater des Kindes	7 (44,0)	3 (13,0)
	keine Angabe zum Vater	3 (18,8)	6 (26,1)
Gesundheitszustand des/der Teilnehmenden	sehr gut/gut	9 (56,25)	12 (52,2)
	mittelmäßig/schlecht	7 (43,75)	10 (43,5)
	sehr schlecht	0	1 (4,3)
Gesundheitszustand des Kindes (Einschätzung der Teilnehmenden)	sehr gut/gut	14 (87,5)	18 (78,0)
	mittelmäßig/schlecht	2 (12,5)	3 (13,0)
	sehr schlecht	0	1 (4,0)
	keine Angabe	0	1 (4,0)

MW: Mittelwert; SD: Standardabweichung

Tabelle 4/13: Bildungsgrad, Erwerbstätigkeit, Ernährungssicherheit und Tafelnutzung der Teilnehmenden in IDEE und BEA (wenn nicht anders angegeben, Angaben absolut und in %)

		IDEE	BEA
Anzahl Teilnehmende		16	23
Schulabschluss	Allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife	3 (18,7)	1 (4,3)
	Mittlere Reife/10. Klasse	6 (37,5)	12 (52,2)
	Volks- oder Hauptschulabschluss	7 (43,8)	7 (30,4)
	ohne Schulabschluss	0	3 (12,9)
höchste abgeschlossene Ausbildung	Lehre (beruflich-betriebliche Ausbildung)	9 (56,3)	12 (52,2)
	Berufsschule, Handelsschule (beruflich-schulische Ausbildung)	2 (12,5)	2 (8,7)
	Fachschule (z. B. Meister-, Technikerschule, Berufs- oder Fachakademie)	2 (12,5)	0
	Universität, Hochschule	0	1 (4,3)
	Anderer Ausbildungsabschluss	1 (6,3)	2 (8,7)
	kein beruflicher Abschluss	1 (6,3)	4 (17,4)
	noch in beruflicher Ausbildung	0	1 (4,3)
	keine Angabe	1 (6,3)	1 (4,3)
Erwerbstätige im Haushalt	1 Person im Haushalt	7 (43,8)	11 (47,8)
	≥ 2 Personen im Haushalt	2 (12,5)	2 (8,7)
	aktuell keine Erwerbstätigkeit	7 (43,8)	10 (43,5)
Ernährungssicherheit	ernährungssicher/mild ernährungsunsicher	6 (37,5)	8 (34,8)
	moderat oder stark ernährungsunsicher	5 (31,3)	8 (34,8)
	keine Angabe	5 (31,3)	7 (30,4)
Tafelnutzung/Suppenküchen u. ä.	keine Nutzung	3 (18,8)	17 (73,9)
	zweimal/Monat	1 (6,3)	2 (8,7)
	≥ viermal/Monat	12 (75,0)	4 (17,4)

4.3.2.2 Konzepte gesunder Ernährung

Auf die Frage, was sie unter „gesunder Ernährung" verstehen, nannte die Mehrzahl der Teilnehmenden in beiden Studienteilen (IDEE und BEA) den Verzehr von möglichst frischen, unbehandelten Lebensmitteln, insbesondere Obst und Gemüse. Lebensmittel, welche unter Nutzung von Pflanzenschutzmitteln, Konservierungsmitteln und Verpackungsmaterial u. ä. hergestellt und verarbeitet wurden, sowie Fertiggerichte und Fast-Food-Produkte seien zu meiden. Tiefgekühltes Gemüse wurde von einigen Teilnehmenden als ähnlich nährreich eingestuft wie frisches. Die Mehrzahl der Teilnehmenden legte Wert auf Fleisch in der Ernährung der Familie, wobei geringe Mengen sowie eine hohe Qualität betont wurden. Genannte Kriterien zur Qualität umfassten eine tierfreundliche Haltung, Verzicht auf zu viele Medikamente in der Haltung sowie auf Zusatzstoffe, geringen Wasserverlust beim Braten und geringen Fettanteil. Einige Teilnehmenden bevorzugten es, in der Metzgerei statt im Supermarkt Fleisch zu kaufen. Eine zuckerarme Ernährung wurde als gesund eingestuft. Seltener wurden Vollkornprodukte sowie eine fettarme Ernährung genannt.

4.3.2.3 Wahrgenommene Herausforderungen einer gesunden Ernährung

In beiden Teilstudien wurden die hohen Preise von als gesund eingestuften Lebensmitteln, insbesondere von frischem Obst und Gemüse, beklagt und diskutiert.

Teilnehmende der World-Cafés beschrieben, dass das Bewerben und die allgemeine Sichtbarkeit z. B. von Süßwaren und Fast-Food-Produkten in der Umwelt in ihren Kindern Bedürfnisse nach diesen wecke, so z. B. durch Automaten in der Schule, in Supermärkten, in digitaler und analoger Werbung sowie durch Produkte, welche von Mitschüler*innen verzehrt würden. Für einige Teilnehmende sei das dauerhafte Begrenzen der Ernährung ihrer Kinder auf gesunde Lebensmittel dadurch erschwert.

Beklagt wurde, dass in den meisten verarbeiteten Produkten (u. a. Fertigprodukten) Zucker in zum Teil erheblichen Mengen enthalten sei. Auf diese werde in einigen Haushalten, z. B. bedingt durch Zeitmangel oder geringes Budget, zurückgegriffen. Für einige Teilnehmende sei dagegen Tiefkühlgemüse eine passende, gesündere Option.

Über einige Jugendliche wurde berichtet, dass sie tagsüber nichts essen würden, zum Beispiel da es „uncool" sei, in der Kantine oder allgemein vor anderen zu essen. So würden sie dann zu Hause, wegen Heißhungers, Süßigkeiten verzehren. Süßwaren werden von einzelnen Teilnehmenden des World-Cafés zudem als Belohnung genutzt oder als günstige Snacks, wenn Freund*innen der Kinder zu Besuch in den Haushalt der Teilnehmenden kommen. In IDEE schätzten einige Teilnehmende den Verzehr von Süßwaren in ihrem Haushalt insgesamt als gering ein, berichteten jedoch anschließend vom regelmäßigen Einkauf und Verzehr dieser Produkte. Als Strategie zur Reduktion des Zuckerkonsums wurde häufig die Wahl von Getränken ohne Zucker oder mit geringerem Zuckergehalt genannt, wie z. B. mit Wasser verdünnter Saft. Zugleich beschrieben viele Teilnehmende, deutlich mehr Zucker zu sich zu nehmen, als sie sich wünschen. Typische Situationen, in denen sie zu Süßwaren oder Kartoffelchips greifen würden, umfassen Stress und emotionale Belastung, finanzielle Sorgen, bestimmte Phasen des Regelzyklus, Heißhungerattacken und Kreislaufprobleme nach Auslassen von Mahlzeiten, schlechten Schlaf sowie „Süßigkeitensucht".

4.3.2.4 Herausforderungen beim Besorgen von Lebensmitteln

Zu den Herausforderungen beim Besorgen der Lebensmittel zählten vor allem ein zu knappes Budget für eine gesunde Ernährung, das Fehlen eines Autos auf dem Land, die Kosten für die Fahrt zum Supermarkt sowie der begrenzte Zugang zu preisreduzierten Lebensmitteln. Insbesondere hohe Anfahrtskosten und Zeitmangel bei Arbeitstätigkeit wurden als relevante Hindernisse angegeben.

Ein zu knappes Budget war mit Abstand das häufigste beschriebene Problem in den Interviews und World-Cafés. 15 der 16 armutsgefährdeten Interviewteilnehmenden gaben an, sich aufgrund ihres niedrigen Einkommens und hoher Lebensmittelpreise bei der Ernährung in der Menge, der Lebensmittelqualität und der -auswahl einzuschränken sowie spezielle Strategien einzusetzen, um dennoch ihre Ernährungsbedarfe so gut wie möglich zu erfüllen. Der Anstieg der Lebensmittelpreise im Jahr 2022 und 2023 sowie der Anstieg der Energiekosten habe sich zusätzlich drastisch auf das Haushaltsbudget der Familien ausgewirkt. Gesundheitliche Gründe führten laut Teilnehmenden zu zusätzlichen Kosten für Alternativen, wie z. B. lactosefreie Produkte, welche teils nicht erschwinglich seien.

> Die Teilnehmenden gaben an, dass hohe Lebensmittelpreise für sie eine gesunde Ernährung erschweren.

4.3.2.5 Strategien zum Erfüllen der Ernährungsbedarfe bei geringem Haushaltsbudget

Im Rahmen der Interviews und Gruppendiskussionen beschrieben die Teilnehmenden ihre Strategien im Umgang mit Budgetknappheit beim Besorgen von Lebensmitteln sowie wahrgenommene erleichternde Umstände, welche im Folgenden dargelegt werden.

Fokus auf Preisreduktionen bzw. Lebensmittel im Angebot

Nahezu alle armutsgefährdeten Familien gaben an, beim Einkauf, besonders von frischen Lebensmitteln, auf preisreduzierte bzw. sehr günstige Produkte zu setzen. Hierbei würden vorab Prospekte, Werbungen und Apps der Supermärkte nach Angeboten geprüft sowie für kurzfristige Angebote bestimmte Wochentage und Tageszeiten anvisiert. Für verschiedene Angebote müssten unterschiedliche Supermärkte angefahren werden. Körperlich und finanziell in der Mobilität eingeschränkte Teilnehmende gaben an, dass der wöchentliche Besuch mehrerer Supermärkte für sie jedoch nur schwer umzusetzen sei. In ländlichen Regionen seien die Kosten für Benzin oder den öffentlichen Nahverkehr beim Nutzen von Angeboten mit einzukalkulieren. Lebensmittel im Angebot seien häufig schon vormittags ausverkauft. In einem World-Café im urbanen Raum beklagten arbeitstätige Teilnehmende, abends nur noch geringe Chancen auf den Kauf im Angebot zu haben.

Nutzen von Lebensmittelspenden

14 von 18 Interviewteilnehmenden berichteten, regelmäßig Lebensmittelspenden von gemeinnützigen Organisationen (z. B. der Tafel) zu erhalten. Einzelne äußerten Schamgefühle über ihre Abhängigkeit von der Tafel und verschweigen diese daher gegenüber ihrem Umfeld. Für die Mehrheit der tafelnutzenden Interviewpartner*innen würden die Spenden eine wichtige Unterstützung darstellen. Allerdings gelte es, die Lebensmittel sehr aufmerksam auf ihre Verzehrbarkeit zu prüfen, häufig sei einiges zu entsorgen. Aufgrund der zunehmenden Zahl neuer Kund*innen würden inzwischen Tafelspenden je Haushalt deutlich geringer ausfallen als früher. In den World-Cafés im urbanen Raum wurde angemerkt, dass es lange Wartelisten zur Registrierung gebe und selbst registrierte Kund*innen nach langem Anstehen mit nahezu „leeren Händen" zurückkämen. Wesentlich seltener wurde das Nutzen von Foodsharing genannt. Teilnehmende beschrieben, wie Supermärkte eine private Kontaktperson über zeitnah verfallende Lebensmittel informieren, sodass diese die Produkte kostenfrei abholen könne. Die Kontaktperson informiere dann in einer Foodsharing-Nachrichtengruppe über deren Verfügbarkeit.

Planen der Einkäufe und Mahlzeiten

Das ausführliche Planen von Einkäufen spielt in fast allen armutsgefährdeten Haushalten der Interviewteilnehmenden eine wichtige Rolle. So würden zunächst andere Quellen von Nahrung, wie Spenden oder selbst Angebautes, berücksichtigt und schließlich, basierend auf angekündigten Preisreduktionen der Supermärkte, ein Wochenplan für Mahlzeiten erstellt. Aktuelle Ernährungsbedürfnisse der Familie, wie Appetit auf bestimmte Lebensmittel oder Gerichte, könnten in vielen Haushalten nicht mehr berücksichtigt werden. Das Planen und Priorisieren von Lebensmitteln habe mit dem Lebensmittelpreisanstieg in den Jahren 2022 und 2023 zunehmend an Bedeutung gewonnen. Um den Überblick über das Budget im laufenden Monat zu behalten, bedienen sich die Teilnehmenden verschiedener Strategien, wie den Kauf von lediglich abgepacktem reduziertem Gemüse, da hier der Preis festgeschrieben sei, das ausschließliche Zahlen mit Bargeld sowie das Aufteilen verfügbarer Finanzen in verschiedene Umschläge, entsprechend den wöchentlichen Bedarfen.

Anlegen von Vorräten

Einige Interviewteilnehmende berichteten, Vorräte von Grundnahrungsmitteln wie Reis, Linsen u. a. für Zeiten mit geringerem Budget anzulegen. Vorräte von weiteren Lebensmitteln, z. B. Käse und Fleisch, seien am ehesten im Angebot möglich. Auch bei Vergünstigungen stelle ein Teil der Teilnehmenden jedoch fest, dass ihr Geld für einmalig größere Mengen meist nicht ausreicht. Lediglich Teilnehmende aus Haushalten mit zusätzlich verfügbaren Quellen von Nahrungsmitteln, z. B. Foodsharing, eigenem Anbau oder durch Mitarbeit bei der Tafel, gaben an, Gemüse oder Obst konservieren und davon Vorräte anlegen zu können.

Konservieren von Lebensmitteln

Zu den beschriebenen Maßnahmen zum Konservieren von Nahrung, welche nicht zeitnah verzehrt werden kann, gehörten das portionierte Einfrieren von Lebensmitteln, wie z. B. Brot, Gemüse und Fleisch, Suppen und Soßen, das Einkochen und das Herstellen von Marmelade und Apfelsaft. Voraussetzung sei, sich Wissen über die Eigenschaften der Nahrungsmittel anzueignen. Einzelne im urbanen Raum lebende Teilnehmende gaben an,

häufig oder sogar täglich und nur geringe Mengen von Nahrung einkaufen zu gehen, um das Wegwerfen verdorbener Nahrungsmittel zu vermeiden. Teilnehmende des World-Cafés im urbanen Raum diskutierten zudem die Grenzen des Konservierens durch Mangel an Stauraum in ihrer Wohnung und ihrem Gefrierfach.

Eigener Anbau und Nutzung natürlicher Quellen

Um sich mit mehr gesunden, frischen und unverarbeiteten Lebensmitteln versorgen zu können, pflanzen fünf Teilnehmende selbst Lebensmittel an, halten Nutztiere (z. B. Hühner und Schafe), angeln oder ernten Früchte in der natürlichen Umgebung. Die genutzten Möglichkeiten reichen dabei vom Bepflanzen von Randbeeten vor dem Wohnblock bis hin zu einem Schrebergarten der Eltern oder eigenen Gärten unterschiedlicher Größe. Im urbanen Raum diskutierten World-Café-Teilnehmende die notwendigen finanziellen und zeitlichen Ressourcen für das Bewirtschaften eines Gartens in der Stadt, welche vielen Teilnehmenden oft nicht zur Verfügung stünden.

Verzicht auf weitere Ausgaben für Erwachsene des Haushalts

Teilnehmende gaben an, auf weitere für die Erwachsenen eigentlich notwendigen Ausgaben zu verzichten, um alle Bedarfe der Heranwachsenden, insbesondere deren Ernährungsbedarfe, weiterhin zu erfüllen. Dies betreffe z. B. Kleidungsbedarfe der Erwachsenen, Fahrtickets, Ersatz oder Reparatur kaputter Geräte, mit Freund*innen außer Haus einen Kaffee oder Tee trinken gehen, Friseurbesuche und weiteres.

Verzicht auf bestimmte Lebensmittel und Abstriche bei der Lebensmittelvielfalt und -qualität

In beiden Teilstudien wurden Abstriche bei der Lebensmittelqualität als wichtige Strategie zur Verringerung der finanziellen Ausgaben beschrieben. Obwohl viele Teilnehmende gerne frische, unverpackte und unbehandelte Produkte, wenn möglich mit Bio-Siegel, kaufen möchten und in der Vergangenheit gekauft haben, seien nun geringe Preise das wichtigste Kriterium. Sie bedauerten, sich frisches oder hochwertigeres Fleisch bzw. Wurst, teils aus artgerechter Haltung, aus der Metzgerei nicht mehr leisten zu können und stattdessen auf günstigeres Fleisch zurückgreifen oder ganz verzichten zu müssen. Auch Fisch mit höherer Qualität, Eier vom Erzeuger, länger haltbares Brot aus der Bäckerei oder selbst gebackenes Brot mit hochwertigem Mehl sowie gesunde Snacks und Vollkornprodukte könne sich die Mehrzahl der Teilnehmenden nicht mehr leisten. Einzelne Teilnehmende einer Diskussionsrunde begründeten das vermehrte Nutzen süßer Aufstriche damit, dass diese für mehr Brote reichen würden als Käse- und Wurstpakete. Ein Teil der Familien sehe sich gezwungen, preisbedingt vermehrt auf Fertig- und Tiefkühlprodukte zurückzugreifen.

Dass den Kindern durch das Sparen kaum noch eine Vielfalt oder etwas Besonderes angeboten werden könne, wurde in den Gruppendiskussionen bedauert. So würden Teilnehmende gern die Erfahrung mit einer breiteren Geschmackspalette ermöglichen. Dies sei finanziell entweder von vornherein ausgeschlossen oder das finanzielle Opfer sei nicht erträglich, wenn es den Kindern nicht schmecke und es nicht gegessen werde.

Reduktion der Nahrungsmenge und Auslassen von Mahlzeiten

Einige Teilnehmende berichteten, gelegentlich oder regelmäßig Mahlzeiten auslassen zu müssen sowie auf bestimmte Nahrungsmittel im Haushalt zu verzichten oder den Verzehr zu reduzieren. Dabei handle es sich z. B. um Nüsse, Käse, Quark, Joghurt, lactosefreie Milch, Fisch und Fleisch. Besonders betreffe dies Elternteile, seltener auch Jugendliche. Eltern beschrieben ihren eigenen Verzicht als notwendig, um ihre Kinder hinreichend versorgen zu können. Eine Teilnehmerin gab an, mithilfe von Zuckerhaltigem oder einer über mehrere Tage eingeteilten Frucht ihren Kreislauf am Nachmittag stabilisieren und ihren Konzentrationsschwierigkeiten entgegenwirken zu müssen.

Aufnahme von Schulden

Sind kleinere oder größere Ausgaben notwendig, während die finanziellen Mittel dazu fehlen, leihen sich wenige Teilnehmende Geld von Familie und dem Freundeskreis, belasten ihre Kreditkarte oder überziehen ihr Konto am Ende des Monats, um dieses am Folgemonat wieder auszugleichen. Neben Lebensmitteln umfassen derartige Ausgaben auch Privatrezepte, Zuzahlungen für Medikamente, Energienachzahlungen und Aktivitäten der Kinder mit Freund*innen. Das Abzahlen dieser Schulden führe jedoch langfristig zu Einschnitten im Haushaltsbudget.

Weitere Strategien

Diverse weitere Strategien wurden zum Erfüllen der Ernährungsbedarfe herangezogen, unter anderem der Verkauf von Schmuck, das Sammeln von Pfandflaschen, Tanken im naheliegenden Nachbarland sowie kreative Formen des Kochens, wobei weniger oder kein Gemüse oder Fleisch verarbeitet und dennoch geschmackliche Variation ermöglicht wird.

> Zu den wichtigsten Strategien zum Erfüllen der Ernährungsbedarfe der teilnehmenden Haushalte gehörten aus Sicht der Teilnehmenden Planen, Einkauf im Angebot, Nutzen von Lebensmittelspenden, Verzicht in anderen Lebensbereichen sowie Abstriche bei der Lebensmittelqualität, -menge und -vielfalt.

4.3.2.6 Wahrgenommene erleichternde Faktoren beim Erfüllen der Ernährungsbedarfe

Die wichtigsten als erleichternd wahrgenommenen Faktoren bei geringem Haushaltsbudget umfassten die gelegentliche Unterstützung durch das soziale Umfeld, kostenfreie Mahlzeiten und Lebensmittel am Arbeitsplatz und in den Schulen sowie Lebensmittelspenden und Foodsharing.

Unterstützung durch das soziale Umfeld

Wenige Teilnehmende, welche Unterstützung durch ihre Eltern bzw. die Großeltern der Heranwachsenden erfahren, gaben an, in Ausnahmesituationen auf Hilfen in Form von Geld, Lebensmitteln und weiteren notwendigen Ressourcen zurückgreifen zu können.

Dennoch habe eine Teilnehmende, bei welcher die Großeltern unterstützen, regelmäßig Mahlzeiten ausfallen lassen müssen. In geringerem Maße werde Unterstützung von Geschwistern angenommen. Eine Teilnehmende, welche mit weiteren alleinerziehenden Müttern befreundet sei, beschrieb eine große gegenseitige Hilfsbereitschaft sowie praktische und finanzielle Unterstützung unter diesen Freundinnen. Unterstützt werde dieser Gemeinschaftssinn durch Aktivitäten und Angebote im lokalen Familienzentrum.

Kostenfreie Lebensmittel am Arbeitsplatz und in Schulen

Drei Teilnehmende gaben an, dass ein Erwachsener ihres Haushalts bei der Arbeit täglich eine bis zwei kostenlose, frisch gekochte Mahlzeiten erhalte. Dies war jeweils in sozial ausgerichteten bzw. in Non-Profit-Organisationen der Fall. In einer Einrichtung durften auch Ehrenamtliche sowie die Kinder aller Mitarbeitenden mitessen. Sie ziehe daher viele Menschen und ehrenamtliche Mitarbeitende an und habe dadurch ein aktives Community-Leben entwickelt. Des Weiteren könnten Mitarbeiter*innen bestimmter Tafelausgabestellen ca. zweimal/Woche Lebensmittel kostenfrei mit nach Hause nehmen. Einzelne erwähnten, dass ihre Kinder seit Kurzem kostenlos in der Schule essen können, was ebenso eine wichtige Entlastung darstelle. Der Prozess der Beantragung sei jedoch zunächst problematisch gewesen. Andere Teilnehmende gaben an, auf das Schul- bzw. Kita-Essen der Kinder aufgrund der zu hohen Preise verzichten zu müssen.

> Unterstützung durch das soziale Umfeld, kostenfreie Lebensmittel und Mahlzeiten sowie Lebensmittelspenden erleichterten aus Sicht der Teilnehmenden die Ernährungssituation ihrer Familie, wenn ihnen diese zur Verfügung standen.

4.3.2.7 Mahlzeiten und Aspekte der Zubereitung

Zu den Prioritäten bei der Zubereitung der Mahlzeiten gehöre es, dass sie sättigend seien und aus frischen Lebensmitteln ohne Zusatzstoffe bestehen sowie dass die Familie mindestens einmal täglich eine warme, selbst gekochte Mahlzeit verzehre. Häufig werde darauf Wert gelegt, dass die Kinder zumindest gelegentlich mithelfen, um kochen zu lernen. Einige Teilnehmende hätten sich aus verschiedenen Gründen neue Kochfertigkeiten mithilfe von digitalen Medien, Büchern sowie Familienangehörigen angeeignet.

Aufgrund des geringen Budgets müssten überwiegend dieselben Gerichte gegessen und auf Teile einer als vollwertig wahrgenommenen Mahlzeit, mit Fleisch und Fisch und ausreichend Gemüse, verzichtet werden. In Familien mit Jugendlichen stelle eine ausreichende Größe der Mahlzeit eine Herausforderung dar.

Nudeln kombiniert mit verfügbaren Lebensmitteln sei in den verschiedenen Familien eine sehr häufige Mahlzeit, da sie sehr günstig, sättigend und bei Kindern beliebt sei. Andere Gerichte schließen Kartoffeln, Linsen- oder Bohnensuppen, Pizza (günstige Tiefkühlpizzen, selbst belegt oder selbstgebacken), Schmorgerichte und überbackene Brotscheiben ein.

In sechs Familien der Interviewstudie aßen die Heranwachsenden mittags in der Kita oder Schule. Andere aßen stattdessen zu Hause oder ließen das Mittagessen ausfallen, z. B. weil ihnen das Schulessen zu teuer sei, nicht schmecke oder nicht von guter Qualität sei. Die anderen Mahlzeiten bestünden demnach in den meisten teilnehmenden Haushalten aus Brot mit Käse oder Wurst und gegebenenfalls etwas Gemüse oder Salat. Beim Frühstück wurden Optionen wie Haferflocken, Obst, süße Cerealien, Brot mit Aufschnitt oder süßem Aufstrich, warmes Essen (z. B. Suppe oder Ei) oder das Auslassen des Frühstücks genannt.

Einzelne Teilnehmende beschrieben das Thema Essen als etwas allgemein Anstrengendes, da mit der begrenzten Auswahl täglich Lösungen für eine abwechslungsreiche gesunde Ernährung gefunden werden müssten. Arbeitstätige und Teilnehmende mit Kleinkindern empfanden den Zeitaufwand fürs Kochen, z. B. für das Vorbereiten von Gemüse, als sehr hoch und würden daher gelegentlich Tiefkühlgemüse, Fertiggerichte und Tütensuppen nutzen.

Präferenzen der verschiedenen Familienmitglieder schienen die Auswahl an Gerichten in manchen Familien zusätzlich einzugrenzen. Eine ausreichende Versorgung mit einer Vielfalt von Gemüse sei besonders bei jüngeren Kindern erschwert. Die Eltern kochen in diesen Fällen entweder Suppen, Auflauf, gefüllte Weinblätter oder Schmorgerichte, in denen das Gemüse gegessen werde, oder bieten lediglich jene Sorten und Lebensmittel an, die nicht abgelehnt würden.

In einem World-Café wurden zudem die Stromkosten fürs Kochen und Aufbacken diskutiert. Uneinigkeit herrschte über die Praktikabilität und Verstaubarkeit weiterer Küchengeräte, die zur Zeitersparnis dienen sollten, z. B. zum Zerkleinern von Gemüse. Erleichternd wäre mehr Platz in der Küche, dem Kühlschrank und dem Gefrierfach, um Gekochtes konservieren zu können.

Wurst, Fleisch und Fisch in den Mahlzeiten

Viele Teilnehmende betrachteten es als der Gesundheit zuträglich, zumindest ein- bis zweimal wöchentlich Fleisch von hinreichender Qualität auf dem Speiseplan zu haben. Einige Eltern gaben an, zugunsten ihrer Kinder auf bestimmte Lebensmittel verzichten zu müssen oder sich nicht satt zu essen. Fisch wurde als teuer eingestuft und wesentlich seltener als Teil der Mahlzeiten genannt. Während sich drei Teilnehmende auch für vegetarische oder vegane Ernährung interessierten, wurde in allen am Interview teilnehmenden Familien zumindest selten Fleisch, Wurst oder Fisch gegessen. In einigen Haushalten gehöre Wurst oder Fleisch zu einer Brotmahlzeit oder einer warmen Mahlzeit, den Aussagen zufolge, zu den täglichen Ernährungsroutinen. Dass sie sich demnächst oder derzeit bereits kaum noch Fleisch, frische Wurst und Fisch leisten könnten, empfanden viele Teilnehmende als eine besonders schwierige, zum Teil auch der Gesundheit abträgliche Situation.

Snacks und Lebensmittel zwischen den Mahlzeiten

Die Snack-Präferenz vieler Teilnehmenden sei Obst. Die gewünschten Mengen wären jedoch nicht für alle zahlbar, während Süßwaren als deutlich günstiger eingestuft wurden. In zwei Haushalten waren Nüsse ein gelegentlicher Snack, für andere seien diese gar nicht mehr erschwinglich. Kuchen werde in einigen Haushalten nur wenige Male jährlich, in zwei Haushalten jedoch wöchentlich gebacken. Süßwaren, Pudding, süßer Joghurt oder Kartoffelchips dienten in einigen Haushalten entweder als regelmäßiger Snack

oder Nachtisch, zum Überbrücken einer langen Zeit zwischen den Mahlzeiten, als etwas Besonderes für seltene Anlässe oder als Belohnung.

Außer-Haus-Essen

Die Mehrzahl der Teilnehmenden gab an, sich entweder gar keine Mahlzeit außerhalb des eigenen Haushalts leisten zu können oder selten sehr günstige Auswärts-Speisen zu kaufen, meist auf Wunsch der Kinder, z. B. in asiatischen oder Fast-Food-Restaurants, Döner-, Pizza- oder Burger-Läden. Zwei Familien gaben an, des Öfteren in sehr günstigen Restaurants oder in Gaststätten im Nachbarland essen zu gehen. Eine Familie, welche über mehr Ersparnisse und finanzielle Unterstützung verfügte, berichtete, ca. zweimal im Monat in Restaurants mit üblichen Preisen auszugehen.

> Ein geringes Haushaltsbudget wurde als Herausforderung in Bezug auf die Umsetzung einer ausgewogenen Ernährung, ursächlich für fehlenden oder begrenzten Zugang zu gesunden Snacks und für den Verzicht auf Außer-Haus-Mahlzeiten sowie Sorgen, sich bald keine Fleisch- und Fischwaren mehr leisten zu können, beschrieben.

4.3.2.8 Soziale Aspekte der Ernährung

Gemeinsames Essen – im Haushalt und außer Haus

In der Mehrheit der am Interview teilnehmenden Haushalte saßen die Familien mindestens einmal am Tag für eine Mahlzeit zusammen. Mit Freund*innen außer Haus zu trinken oder zu essen sei für fast alle Erwachsenen nie oder nur sehr selten in günstigen Restaurants möglich. Vier Interviewteilnehmende beschrieben, sie könnten gelegentlich Gäste bewirten. In mindestens vier anderen teilnehmenden Haushalten sei dies jedoch ausgeschlossen. In vier weiteren Familien werde gemeinsames Essen mit Freund*innen durch Teilen der Kosten für Zutaten oder Begrenzen des Treffens auf einen Tee ermöglicht. Einladungen bei anderen Personen seien für manche eine ersehnte seltene Gelegenheit, Gemeinschaft zu erleben sowie sich eine Pause von der Sorge ums Essen zu gönnen. Da man sich nicht revanchieren könne, würden derartige Einladungen nur begrenzt angenommen. Auch gelegentliches gemeinsames Essen der Kinder mit Freund*innen, wie Pizza oder Döner, sei nicht in allen teilnehmenden Haushalten möglich. Einzelne gaben an, gar nicht oder selten an Zusammenkünften der erweiterten Familie teilzunehmen, da sie es sich z. B. nicht leisten könnten, etwas zum Grillen beizutragen. Fehlendes Verständnis für die Situation im sozialen Umfeld verursache Gefühle von Scham und Demütigung.

Ein Positivbeispiel für soziale Teilhabe stelle an einem der Interviewstandorte ein wiederkehrendes Stadtfest dar, bei welchem jeder etwas mitbringen sowie für wenig Geld etwas zu essen kaufen könne. Dies sei eine willkommene Gelegenheit, um Kontakte zu knüpfen, insbesondere für Familien ohne etabliertes soziales Netzwerk am Wohnort.

Auch das in 4.3.2.6 beschriebene Familienzentrum fördere die soziale Einbindung der in seiner Nähe lebenden Familien.

Ein geringes Haushaltsbudget für Lebensmittel und die daraus sich ergebende Ernährungsunsicherheit schränkte aus Sicht von vielen Teilnehmenden ihre Teilhabe am gesellschaftlichen Leben sowie das Pflegen sozialer Kontakte deutlich ein. Dies betraf auch soziale Zusammenkünfte im öffentlichen Raum (wie Essen oder Trinken im Café) sowie das Fehlen der Möglichkeit, bei privaten Zusammenkünften Lebensmittel beitragen oder Gäste einladen zu können.

Weitere Auswirkungen des geringen Budgets auf das Sozialleben

Die Teilnehmenden gaben in weiteren Bereichen des Soziallebens an, den eigenen Bedarf zugunsten der Kinder zurückzustellen, vor allem, um den Kindern Wünsche zu erfüllen, z. B. in Bezug auf Freizeitaktivitäten und Kleidungswünsche. Weitere Lösungsversuche schlossen Nebenjobs der Jugendlichen ein, Verschieben sozialer Gelegenheiten auf Anfang des neuen Monats sowie Überziehen des Kontos.

Dennoch müssten die Kinder und Jugendlichen auf diverse soziale und weitere Gelegenheiten verzichten, die unter ihren finanziell besser gestellten Gleichaltrigen üblich seien. Tabelle 4/14 zeigt eine Übersicht von sozialen Gelegenheiten, auf welche viele Teilnehmende laut eigenen Angaben verzichten müssen. Diese Abwägungen wurden jeweils auch in Bezug auf Ausgaben und Investitionen für die Ernährung priorisiert und getroffen.

Tabelle 4/14: Begrenzt oder nicht erfüllbare soziale Gelegenheiten durch finanzielle Hürden nach Angaben der Teilnehmenden

Für Kinder und Jugendliche begrenzt oder nicht erfüllbar	Für Erwachsene begrenzt oder nicht erfüllbar
• Einladen und Bewirten von Freund*innen • Kostspielige Anfahrten zu Aktivitäten	
• mehrtägige Ausflüge; teure Klassenfahrten • Ausgehen mit Freund*innen • gelegentliche Freizeitaktivitäten (Kino, Schwimmbad, Rummel, Zoo, Indoor-Spielplätze u. a.) • Treiben (von mehr als) einer Sportart: günstige Optionen seien überlaufen, Wartelisten	• Klassentreffen, Single-Events oder Ausgehen mit Freund*innen, Kennenlernen neuer Menschen (Kosten für ein Getränk) • Vereinsmitgliedschaft und -aktivitäten • Anmeldung bei Single-Portalen

4.3.2.9 Belastungen in weiteren Lebensbereichen in Verbindung mit Ernährung und Vorschläge zur Unterstützung

In den Interviews wurde eine Vielzahl weiterer Herausforderungen der Familien deutlich. In Verbindung mit diesen zusätzlichen Belastungen sowie der Sorge, sich nicht genügend Essen leisten zu können, wurden häufig Existenz- und Zukunftsängste sowie starke psychische Belastungen beschrieben, welche wiederum den Umgang mit den bestehenden Problemen erschweren würden. Zwei Teilnehmende nannten zusätzlich Angst vor dem Jugendamt, das sich laut Hörensagen in ihrem Stadtteil oder bei bestimmten Erkrankungen des Kindes einschalte.

In zehn der armutsgefährdeten Haushalte benötige mindestens eine Person aus gesundheitlichen Gründen regelmäßige medizinische Behandlung oder Betreuung und sei dadurch in der Lebensqualität, der Erwerbstätigkeit oder im Bildungsweg eingeschränkt. Zudem gaben drei Teilnehmende an, an einer psychischen Erkrankung zu leiden. Ausgaben für Medikamente, Hilfsmittel, Wegekosten z. B. für Arztbesuche und weitere Bedarfe führen laut den Berichten zu Einschnitten im Haushaltsbudget, welche teils durch die Reduktion der Nahrungsmenge und -qualität sowie durch Aufnehmen von Schulden ausgeglichen werden müssten.

Tabelle 4/15 zeigt Herausforderungen in verschiedenen anderen Lebensbereichen, welche die Teilnehmenden in Verbindung mit einem geringen Haushaltsbudget und Ernährungsunsicherheit schildern sowie Vorschläge für Unterstützungsmaßnahmen, die ihre und andere armutsgefährdete Familien dahingehend entlasten könnten.

Tabelle 4/15: Vorschläge der Teilnehmenden in IDEE für Maßnahmen zur Bewältigung von Herausforderungen in verschiedenen anderen Lebensbereichen

Herausforderungen in verschiedenen Lebensbereichen	als hilfreich wahrgenommene Maßnahmen
gesundheitliche Herausforderungen	• finanzielle Hilfe im Bereich Mobilität • finanzielle Hilfe für Medikamente, Hilfsmittel, bedarfsgerechte Kleidung • Beratungsangebote für besondere Bedarfe • Hilfe bei Anträgen und Korrespondenz • realistische, den Fähigkeiten entsprechende Umschulungen
Probleme bzgl. Arbeitstätigkeit bzw. eines Zuverdienstes	• Verfügbarkeit eines Kita-Platzes als Voraussetzung der Erwerbstätigkeit • geringere Abzüge bei Geringverdiener*innen, höherer möglicher Zuverdienst zu Erwerbsminderungsrente • Berufsausbildung für Geflüchtete, auch > 30 Jahren
Probleme mit Bürokratie	• leicht zugängliche Unterstützung bei Anträgen und Korrespondenz (insbes. für multipel belastete Familien) oder • Abbau von bürokratischen Hürden
geringe soziale Teilhabe	• günstigere oder kostenfreie Sport- und ähnliche Angebote für alle Kinder und Jugendlichen • günstigerer oder kostenfreier Eintritt bei Ausflügen für Heranwachsende in Schwimmbad, Zoo, Kino etc. • günstigere oder kostenfreie Optionen sozialer Teilhabe für Erwachsene (z. B. Vereinsleben, Gemeinschaftszentren und Veranstaltungen)
zu hohe Lebenshaltungs- und weitere Kosten	• Erhöhung des Kindergeldes • bezahlbares Wohnen, bezahlbare Lebensmittel • Unterstützung bei Nachzahlungen, z. B. bei hohen Schwankungen der Strompreise

Weitere Hilfen, welche einzelnen Teilnehmenden bereits zur Verfügung standen und als effektiv wahrgenommen wurden, umfassten die private Weitergabe genutzter Kinderkleidung, kostenlose Mahlzeiten und Lebensmittel beim Arbeitgeber und sozialen Organisationen, kostenlose Nachhilfe (soziale Initiativen), soziale Medien als Hausaufgabenhilfe und die gemeinnützige rechtliche Opfervertretung.

Finanzielle und gesundheitliche Einschränkungen der teilnehmenden Haushalte wurden als mit Zukunftsängsten und psychischer Belastung verbunden beschrieben.

4.3.2.10 Vorschläge für ernährungsbezogene verhaltenspräventive Maßnahmen

Teilnehmende der Gruppendiskussionen plädierten für saisonales Einkaufen sowie Kaufen direkt vom Erzeuger, um durch das Auslassen von Zwischenhändlern Geld zu sparen. Des Weiteren wurde das Kaufen in großen Mengen zum Sparen und Anlegen von Vorräten diskutiert. Hierfür seien die Preise im Jahr 2022 jedoch zu hoch gewesen und es benötige einen großen Kühl- und Gefrierschrank. Das Begrenzen ungesunder Lebensmittel, insbesondere des Zuckerkonsums, wurde diskutiert, was mit diversen Herausforderungen einhergehe (s. 4.3.2.3). Auch wurde es von einzelnen als sinnvoll betrachtet, sich mehr über gesunde Ernährung zu informieren, übriggebliebene Lebensmittel mit anderen zu tauschen sowie gegebenenfalls an Tauschprogrammen gemeinnütziger Organisationen teilzunehmen. Für Letzteres gab es jedoch nur wenige Beispiele.

4.3.2.11 Vorschläge für ernährungsbezogene verhältnispräventive Maßnahmen

Teilnehmende der World-Cafés entwickelten Vorschläge für Maßnahmen, welche ihnen zu einer gesünderen Ernährung verhelfen könnten. Dabei wurden sie von den Moderierenden dazu aufgefordert, sich vorzustellen, dass „alles möglich wäre".

Einen wesentlichen Anteil der Diskussionen stellte der Preis von gesunden Lebensmitteln dar, welcher im Supermarkt letztlich die entscheidende Rolle spiele. Gesunde Lebensmittel, insbesondere aus biologischem Anbau, müssten erschwinglicher sein als ungesunde Lebensmittel wie z. B. Süßwaren und Fertigprodukte. Wenn Ungesundes teurer werde, werde es bei geringem Budget uninteressant. Mithilfe von steuerlicher Regulierung der Preise und deutlich höheren Subventionen für den Anbau von gesunden und regionalen Lebensmitteln könnten diese Preisunterschiede hergestellt werden. Wichtig sei zudem, den Erhalt der Lebensgrundlage der Landwirt*innen sicherzustellen. Fertiggerichte wurden stark diskutiert: diese müssten entweder in Bezug auf die Inhaltsstoffe gesünder oder in Bezug auf den Preis teurer werden. Zugleich seien derzeit einige der Interviewteilnehmenden zeitlich und finanziell auf vorhandene Fertiggerichte angewiesen. Mithilfe von subventionierten günstigen Grundnahrungsmitteln könnte das Kochen zusätzlich gefördert und der Kauf und Verzehr von Fertiggerichten reduziert werden.

Als sehr hilfreich wurden kostenfreie Schul- und Kita-Mahlzeiten diskutiert. Jedoch wurde die derzeitige Qualität dieses Essens kritisiert, das häufig weder gesund noch genießbar und zum Teil hinsichtlich der Portionsgröße nicht ausreichend sei. Die Teilnehmenden schlugen die (Wieder-)Einführung von Schulküchen vor, sodass Transport und längere Lagerung des Essens wegfallen und Kochen als Unterrichtsfach für Kinder, unter Umständen auch für interessierte Eltern, angeboten werden könne. Vielen Teilnehmenden war

es zudem ein Bedürfnis, die Lebensmittelverschwendung in Supermärkten zu verringern, z. B. durch Schaffen einer gesetzlichen Grundlage, welche dafür sorgen könnte, dass mehr Nahrung gespendet bzw. günstiger verkauft statt entsorgt werden würde.

Tabelle 4/16 zeigt eine Übersicht über die Wünsche und Vorschläge der Interview- und World-Café-Teilnehmenden für eine erschwingliche, gesündere Ernährung.

Tabelle 4/16: Vorschläge und gewünschte Maßnahmen der Teilnehmenden für eine erschwingliche, gesunde Ernährung

	Vorgeschlagene Maßnahmen
Bezahlbarkeit von Lebensmitteln; Zugang zu günstigen oder kostenfreien Mahlzeiten	• Geringerer Anstieg der Lebensmittelpreise • bezahlbare regionale Produkte, z. B. durch Unterstützung sowie Direktvermarktung hiesiger Landwirtschaftsbetriebe (Stände, Automaten etc.), Auslassen der Zwischenhändler • Maßnahmen gegen Lebensmittelverschwendung, Ausbau von Tafeln und Foodsharing • kostenlose und ausgewogene Schul- bzw. Kita-Mahlzeiten • Freizeitangebote für Kinder mit integrierter Mahlzeit, insbes. in den Ferien • Lebensmittelgutscheine für oder Austeilen von Grundnahrungsmitteln an armutsgefährdete Personen • günstigerer Service in anderen Bereichen, z. B. bei Nutzung des Nahverkehrs, Elektrizität u. ä.
gesündere Ernährung ermöglichen	• Gesundes erschwinglich und günstiger als Lebensmittel, welche als ungesund angesehen werden (z. B. Süßwaren, Produkte mit Zuckerersatz, Energydrinks etc.) • höhere Subventionen für Betriebe, welche gesunde Lebensmittel in Deutschland herstellen • Ausbau und größere Sichtbarkeit des Nutri-Scores • geringere Sichtbarkeit und Verfügbarkeit von Süßwaren, Knabberartikeln und Fast Food in den Medien, im Supermarkt und an Schulen; das Gegenteil für nährstoffreiche, frische Lebensmittel • Förderung von Möglichkeiten zum Lebensmittelanbau, z. B. private oder Nachbarschaftsgärten, öffentliche Flächen u. ä. • kommunale und gemeinnützige Streuobstwiesen • systematische Unterstützung bei Zucker- bzw. „Süßigkeitenabhängigkeit", ähnlich wie bei anderen Suchterkrankungen (durch Krankenversicherung)
Bildung im Bereich Ernährung	• Einheiten zu gesunder Ernährung und dem Anbau von Lebensmitteln in Kitas und Schulen • Workshops zu den Themen gemeinschaftliches Kochen, gesunde Ernährung, Konservieren, Kochen bei bestimmten Erkrankungen oder Allergien • Informationen zu gesunden bzw. ungesunden Lebensmitteln

4.4 Diskussion

MEGA_kids bietet erstmals umfassend quantitative und qualitative Ernährungs- und Gesundheitsdaten von in Deutschland lebenden armutsgefährdeten Familien.

Die Daten dieser Studie wurden zu einer Zeit erfasst, in der zwei wesentliche Kontextbedingungen die Lebensrealität vieler armutsgefährdeter Familien beeinflusst haben dürften: Zum einen flüchteten nach Beginn des russischen Angriffskriegs hunderttausende Ukrainer*innen nach Deutschland. Hier angekommen, suchten viele von ihnen zunächst Hilfe bei Jobcentern, Kleiderkammern und den Tafeln [51]. Zum anderen war 2022 die Inflation so hoch wie seit der Wiedervereinigung nicht mehr und führte zu deutlich steigenden Preisen auch im Lebensmittelbereich [52]. Die Ergebnisse der MEGA_kids-Studie spiegeln die Ernährungs- und Gesundheitssituation der Teilnehmenden in diesem Kontext wider.

4.4.1 Studienpopulation

Die Studienpopulation unterscheidet sich maßgeblich von bevölkerungsweiten Surveys wie DEGS [53], KiGGS bzw. EsKiMo [9], der NVS [7, 54] und dem Nationalen Ernährungsmonitoring [55] dadurch, dass ausschließlich Personen aus armutsgefährdeten Haushalten befragt wurden.

Ein Vergleich der vorliegenden Ergebnisse mit Ergebnissen der genannten Studien wird dadurch erschwert, dass bei letzteren zumeist zusammengesetzte Indizes oder einzelne Indikatoren (z. B. Bildungsgrad) zur Darstellung des sozioökonomischen Status (SES) verwendet wurden, jedoch eine Differenzierung der Ergebnisse nach Armutsgefährdung kaum vorgenommen wurde. Vergleiche der vorliegenden Ergebnisse mit Ergebnissen der genannten oder anderen Studien werden, wenn immer möglich, mit armutsgefährdeten Subgruppen der Studienbevölkerung durchgeführt. Ist dies nicht möglich, werden die Ergebnisse mit jenen des niedrigsten sozioökonomischen Status (z. B. niedriger Bildungsgrad) verglichen, wenngleich diese Vergleiche aufgrund der unterschiedlichen Einflüsse sozioökonomischer Indikatoren auf Ernährungs- und Gesundheitsoutcomes [56, 57] mit Vorsicht interpretiert werden sollten. Anders als in bisherigen Surveys lebte zudem rund 45 % der an BERNA teilnehmenden haushaltsführenden Elternteile zum Datenerhebungszeitpunkt seit weniger als einem Jahr in Deutschland. Im Vergleich zu schon länger in Deutschland lebenden armutsgefährdeten Befragten war ein größerer Anteil der kürzlich mehrheitlich aus der Ukraine geflüchteten Teilnehmenden weiblich, hoch gebildet und zum Zeitpunkt der Datenerhebung vom Partner getrennt lebend. Diese Beschreibung der ukrainischen Teilnehmenden deckt sich mit jüngsten Ergebnissen des Sozioökonomischen Panels (SOEP) unter ukrainischen Geflüchteten [58]. Gemäß dieser Ergebnisse war zwar ein Großteil der in Deutschland lebenden ukrainischen Geflüchteten im Jahr 2022 arbeitslos [59], allerdings dürfte der Anteil ukrainischer Geflüchteter an der armutsgefährdeten Bevölkerung Deutschlands erheblich niedriger sein als in der BERNA-Stichprobe. Zudem ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten, dass sich kürzlich migrierte und schon länger in Deutschland lebende Befragte mutmaßlich auch in weiteren, nicht erfassten Kontextbedingungen wie z. B. der Dauer der Armutserfahrung und den kriegsbedingten aktuellen psychischen Belastungen unterscheiden. Die Übertragbarkeit der vorliegenden Ergebnisse auf alle armutsgefährdeten Haushalte mit Kindern in Deutschland ist auch daher nicht möglich.

Die Teilnehmenden unterschieden sich in mehreren sozioökonomischen Charakteristika wie z. B. dem Bildungsgrad maßgeblich von der repräsentativen armutsgefährdeten Bevölkerung in Deutschland.

4.4.2 Ernährungsbedingungen, Gesundheit und Gesundheitsverhalten

Bisher gehört die Bestimmung der Prävalenz der Ernährungsunsicherheit in Deutschland im Gegensatz zu anderen Hocheinkommensländern [12, 60] nicht zum Gesundheits- und Ernährungsmonitoring. Gleichwohl rückt das Thema zunehmend in den gesellschaftlichen, wissenschaftlichen und politischen Fokus. Die Notwendigkeit einer stärkeren wissenschaftlichen und politischen Beachtung dieses Themas wird von den vorliegenden Ergebnissen bestätigt: Demnach war mehr als jeder fünfte teilnehmende Haushalt in dem Grundbedürfnis nach ausreichenden Lebensmitteln in den 30 Tagen vor der Befragung moderat oder stark eingeschränkt. Damit war die Prävalenz der moderaten bis starken Ernährungsunsicherheit etwas höher als bei einer Befragung von knapp 1 000 Tafel-Kund*innen im Jahr 2020 und 2021 (17,7 %) [61]. Einschränkend ist allerdings zu berücksichtigen, dass sich die Prävalenz im Jahr 2020/2021 auf Personen, die in BERNA ermittelte Prävalenz hingegen auf Haushalte bezieht, was bedeutet, dass der Haushalt dann als ernährungsunsicher gilt, sobald eine Person des Haushalts von Ernährungsunsicherheit betroffen ist.

Übereinstimmend mit anderen Untersuchungen [62, 63] erhöhte in der vorliegenden Studie eine **psychische Erkrankung** des haushaltsführenden Elternteils die Chance der Ernährungsunsicherheit des Haushalts deutlich und auch dann noch, wenn die Beziehung für zahlreiche andere Variablen wie das Einkommen und den Bildungsgrad des haushaltsführenden Elternteils kontrolliert wird. Während durch BERNA die Frage nach der Richtung des Zusammenhangs nicht beantwortet werden kann, zeigen longitudinale Studien in anderen Hocheinkommensländern auf, dass es sich vermutlich um einen bidirektionalen Zusammenhang zwischen der Ernährungsunsicherheit und schlechterer psychischer Gesundheit handelt [63, 64].

Auch in den qualitativen Daten zeigen sich Hinweise auf einen solchen Zusammenhang. Finanziell bedingte existenzielle Ängste, auch in Bezug auf eine hinreichende Ernährung, wurden von fast allen armutsgefährdeten Interviewteilnehmenden berichtet. Weitere genannte Quellen **psychischer Belastungen** der Teilnehmenden standen überwiegend mit ihrer Situation der Armutsgefährdung in Verbindung und können nicht vollkommen getrennt vom Erfüllen der Ernährungsbedarfe betrachtet werden. Diese umfassen u. a. gesundheitliche und damit verbundene finanzielle Probleme, bürokratische Hürden zum rechtzeitigen Zugang staatlicher Hilfen sowie die Reduktion des sozialen Netzwerks und damit der Zugang zu Ressourcen und Unterstützung. Zugleich gaben Interviewteilnehmende eine psychische Erkrankung auch als einen der Gründe an, welche zu ihrer Erwerbslosigkeit und aktuellen finanziellen Situation geführt haben.

Eltern ernährungsunsicherer Haushalte wenden oft zahlreiche Strategien an, um **Kinder** vor den Konsequenzen des angespannten Lebensmittelbudgets zu schützen [65, 66]. So berichteten die IDEE- und BEA-Teilnehmenden, dass sie auf eigentlich notwendige Ausgaben verzichten, um die Bedarfe und Bedürfnisse der Kinder und Jugendlichen mit

den verfügbaren finanziellen Mitteln bestmöglich zu erfüllen. Allerdings könnten sie ihren Kindern bei den Mahlzeiten kaum Abwechslung bieten, da ihre Ernährung überwiegend auf sehr günstigen, preisreduzierten und gespendeten Lebensmitteln basiere. Ähnlich wie in früheren qualitativen Studien in Deutschland [67, 68] stellten Fertigprodukte und Nudeln mit Soße auch in dieser Studie eine preiswerte Übergangslösung für Phasen mit besonders geringem Budget und aufgebrauchten Vorräten für einen Teil der Teilnehmenden dar.

Da bei BERNA die Ernährungsunsicherheit auf Haushaltsebene und nicht auf individueller Ebene erfasst wurde, kann durch die vorliegende Studie nicht die Frage beantwortet werden, in welchem Ausmaß die Kinder und Jugendlichen der teilnehmenden Familien trotz dieser Bemühungen von Ernährungsunsicherheit betroffen waren. Längsschnittstudien in anderen Hocheinkommensländern zeigen, dass das Aufwachsen insbesondere in chronischer Ernährungsunsicherheit mit einem erhöhten Risiko für eine schlechtere psychische und physische Gesundheit der Heranwachsenden in späteren Lebensphasen einhergeht, auch dann, wenn weitere Risikofaktoren wie z. B. eine schlechtere psychische Gesundheit der Eltern und ein niedriges Einkommen berücksichtigt werden [69–71].

Wenngleich die Folgen des Aufwachsens in Ernährungsunsicherheit für die spätere Entwicklung der Kinder und Jugendlichen durch die vorliegende Studie nicht abgeleitet werden können, deuten internationale Studienergebnisse auf langfristig erhöhte Risiken für negative physische und psychische Folgen bei den Kindern und Jugendlichen hin.

Ein Großteil der bisher genannten Studien untersuchte lediglich die unter 4.1 genannten ersten drei Domänen der Zugangs-Dimension der Ernährungsunsicherheit (psychisch, qualitativ und quantitativ); die **soziale Domäne der Ernährungsunsicherheit** erfuhr hingegen bisher nur unzureichende Aufmerksamkeit [21]. In BERNA wurde die soziale Domäne der Ernährungsunsicherheit mit der Subskala eines neuen und in Deutschland noch nicht validierten Erhebungsinstruments [17] erfasst. Demnach waren in den 30 Tagen vor der Datenerhebung rund 70 % der teilnehmenden Elternteile von milder oder starker sozialer Ernährungsunsicherheit betroffen. Fraglich bleibt jedoch, ob das tatsächliche Ausmaß sozialer Ernährungsunsicherheit durch diese Subskala valide gemessen wurde. So wurden etwa Einschränkungen in der ernährungsbezogenen sozialen Teilhabe wie z. B. hinsichtlich der Möglichkeit des gemeinsamen Trinkens und Essens mit Freund*innen nicht direkt erfasst. Ein Teil der Interviewteilnehmenden in IDEE beschrieb, kaum noch soziale Kontakte jenseits des Haushalts pflegen zu können. Ursache dafür sei ein Mangel der finanziellen Möglichkeiten, um auszugehen, Menschen zu sich einzuladen oder etwas zum gemeinsamen Essen beizutragen. Geringe wahrgenommene soziale Eingebundenheit und Einsamkeit könnten weitere Risikofaktoren für die psychische und physische Gesundheit [72] von unter Ernährungsunsicherheit leidenden Familien darstellen und die von der Mehrheit der Interviewteilnehmenden beschriebene psychische Belastung und existentiellen Ängste womöglich verstärken. Die Erfassung der Möglichkeit, mit den verfügbaren finanziellen Mitteln Kommensalität, also gemeinsames Essen und Trinken, zu gestalten, wäre bei der Erhebung von sozialer Ernährungsunsicherheit daher sinnvoll.

Soziale Aspekte der Ernährungsunsicherheit wurden bisher national und international wenig untersucht, können aber zur psychischen Belastung der Betroffenen beitragen.

Während in der vorliegenden Studie also Erkrankungen im Besonderen und der subjektive Gesundheitszustand im Allgemeinen (Daten nicht gezeigt) mit der Ernährungsunsicherheit zusammenhängen, zeigen bevölkerungsweite Studien einen Zusammenhang zwischen relativer Armut und dem **subjektiven Gesundheitszustand** bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen [2, 73, 74]. Vor diesem Hintergrund scheint es wenig überraschend, dass ungeachtet der unter 4.4.1 skizzierten methodischen Einschränkungen eines direkten Vergleichs der Anteil der an BERNA teilnehmenden Kinder bzw. Jugendlichen (89,9 %) und Erwachsenen (58,4 % der Frauen, 48,4 % der Männer), die ihren Gesundheitszustand als sehr gut oder gut einschätzten niedriger war als in der sogenannten Allgemeinbevölkerung (Kinder und Jugendliche: 95,7 %, Frauen: 68,6 %, Männer: 71,6 %) [75, 76]. Bezieht sich der Vergleich hingegen nur auf KiGGS-Teilnehmende aus armutsgefährdeten Haushalten, so ist der Anteil der Kinder und Jugendlichen, die ihren Gesundheitszustand als mittelmäßig, schlecht oder sehr schlecht einschätzten, bei den Jungen ähnlich (BERNA: 8,0 %; KiGGS: 9 %), bei den an BERNA teilnehmenden Mädchen jedoch höher (BERNA: 12,6 %, KiGGS: 7 %) als bei den Teilnehmenden der zweiten KiGGS-Welle aus armutsgefährdeten Haushalten [2]. Bei Vergleichen der erwachsenen BERNA-Teilnehmenden mit den Teilnehmenden anderer Studien ist zu beachten, dass letztere in der Regel die erwachsene Bevölkerung über die gesamte Altersspanne oder zumindest über das gesamte Erwerbsalter abbilden, während BERNA ausschließlich Eltern von minderjährigen Kindern einschloss. Dessen ungeachtet geht bei den erwachsenen BERNA-Teilnehmenden analog zu der Allgemeinbevölkerung [76] ein niedriger Bildungsgrad im Vergleich zu einem hohen Bildungsgrad signifikant mit einer niedrigeren Chance eines sehr guten oder guten subjektiven Gesundheitszustands einher.

Auch bezüglich der **Adipositasprävalenz** zeigen sich zwischen der Allgemeinbevölkerung und der BERNA-Population Unterschiede: So ist diese bei den an BERNA teilnehmenden Mädchen etwas niedriger (8,5 %), bei den Jungen etwas höher (12,4 %) als bei den aus armutsgefährdeten Haushalten Teilnehmenden der zweiten KiGGS-Welle (Mädchen und Jungen jeweils 10,1 %, [2]), wobei sich diese Unterschiede auch durch zufällige Schwankungen erklären ließen. Wird die BERNA-Stichprobe hingegen auf die Kinder und Jugendlichen beschränkt, die zum Datenerhebungszeitpunkt mindestens ein Jahr in Deutschland lebten, so ist die Adipositasprävalenz mit 15,7 % erheblich höher als in der armutsgefährdeten KiGGS-Population. Dieser Unterschied könnte möglicherweise noch unterschätzt werden, da die KiGGS-Teilnehmenden gewogen und gemessen wurden [77], während die Angaben der BERNA-Teilnehmenden aus Selbstauskünften der Eltern bzw. Jugendlichen selbst resultieren und insbesondere das selbstberichtete Gewicht niedriger geschätzt worden sein könnte [78].

Die Adipositasprävalenz der an BERNA teilnehmenden Mütter (38,4 %) bzw. Väter (23,5 %), die zum Erhebungszeitpunkt schon mindestens ein Jahr in Deutschland wohnten, war deutlich höher als in der Allgemeinbevölkerung insgesamt (30- bis 44-jährige Frauen: 17,3 %, 30- bis 44-jährige Männer: 17,3 %) und etwas höher als in der Allgemeinbevölkerung mit niedriger Bildung (30-bis 44-jährige Frauen: 31,5 %, 30- bis 44-jährige Männer: 17,1 %, [79]).

Die seit mindestens einem Jahr in Deutschland lebenden oder hier geborenen teilnehmenden Kinder und Jugendlichen wiesen eine wesentlich höhere Adipositasprävalenz auf als armutsgefährdete Mädchen und Jungen der Allgemeinbevölkerung.

Der Anteil der an BERNA teilnehmenden Kinder und Jugendlichen, der die Möglichkeit einer **warmen Mahlzeit in der Kinderbetreuungseinrichtung oder Schule** hat (56,2 %), weicht erheblich von dem entsprechenden Anteil in der Allgemeinbevölkerung (bezogen auf Schulkinder: 86,6 %, [80]) und auch von dem Anteil der Mädchen und Jungen aus Haushalten mit niedrigem SES ab (bezogen auf Schulkinder: 82,8 %, [80]). Möglicherweise ist dieser Unterschied zum Teil durch ein unterschiedliches Verständnis der Phrase „die Möglichkeit haben", in der Befragung zurückzuführen. So waren unter den Teilnehmenden ohne Möglichkeit für eine Inanspruchnahme insgesamt 46 Teilnehmende, die angaben, keine Möglichkeit zu haben und gleichzeitig angaben, das Angebot nicht regelmäßig zu nutzen, weil das Essen zu teuer sei. Die qualitativen Daten unterstützen diesen Beweggrund. Dies könnte ein Hinweis auf ein Informationsdefizit über die Kostenübernahme durch das Bildungs- und Teilhabepaket sein, zumal deutlich mehr kürzlich migrierte Kinder (vertreten durch die Eltern) bzw. Jugendliche diese Möglichkeit nicht zu haben glauben (54,7 %) als schon länger in Deutschland lebende Kinder und Jugendliche (35,3 %). Bei bestehendem Angebot nutzten jedoch wesentlich mehr an BERNA teilnehmende Kinder und Jugendliche das Angebot (62,9 %) als die Kinder und Jugendlichen der Allgemeinbevölkerung (43,2 %, [80]) bzw. Kinder und Jugendliche aus Haushalten mit niedrigem SES (38,5 %, [80]). Von einem Teil der Interviewteilnehmenden in IDEE wurde das staatlich finanzierte Essen in einer Einrichtung als entlastend wahrgenommen, wobei die Beantragung der Kostenübernahme neben weiteren bürokratischen Notwendigkeiten Anstrengung koste. Analog zur Allgemeinbevölkerung [80] essen auch unter den BERNA-Teilnehmenden signifikant weniger Jugendliche regelmäßig eine warme Mahlzeit in der Schule als jüngere Kinder.

Im Vergleich zu der Allgemeinbevölkerung gaben deutlich weniger teilnehmende Eltern bzw. Jugendliche an, dass ihr Kind bzw. sie die Möglichkeit einer warmen Mahlzeit in der Schule hätten. Dies könnte möglicherweise zumindest anteilig auf Barrieren bezüglich der Kostenübernahme durch das Bildungs- und Teilhabepaket zurückzuführen sein.

Wie auch in der Allgemeinbevölkerung [81] war bei den BERNA-Teilnehmenden das Abendessen die Mahlzeit, die am häufigsten als **Familienmahlzeit** eingenommen wurde, und wie in der Allgemeinbevölkerung [81] nahmen auch bei BERNA weniger jugendliche Teilnehmende regelmäßig eine Familienmahlzeit ein als jüngere Kinder. Die **selbsteingeschätzte Kochkompetenz** der BERNA-Teilnehmenden weicht hingegen erheblich von der Allgemeinbevölkerung ab. Während 84,0 % der an BERNA teilnehmenden Mütter und 69,4 % der Väter angaben, sehr gut oder gut kochen zu können, waren dies in der Allgemeinbevölkerung lediglich 65,2 % und 31,9 % [7]. Demgegenüber gaben weniger an BERNA teilnehmende Frauen (55,5 %) und Väter (31 %) an, täglich aus frischen

Grundzutaten eine Mahlzeit zu **kochen**, als in der Allgemeinbevölkerung (Frauen: 61,4 %, Männer: 40,2 %) [82]. Auch hierbei ist zu berücksichtigen, dass sich die Allgemeinbevölkerung auf die gesamte erwachsene Altersspanne (18–79 Jahre) und sämtliche Haushaltsformen bezieht, während bei BERNA bekanntermaßen ausschließlich Eltern eingeschlossen wurden.

Im Vergleich zu den Ergebnissen der NVS II wussten erheblich weniger BERNA-Teilnehmende die richtige Antwort auf die erfragten Aspekte des **Ernährungswissens**. Während in der NVS II 58,2 %, 66,7 % und 29,0 % der Teilnehmenden die richtige Antwort für probiotischen Joghurt, ACE-Getränke und die Kampagne „5 am Tag" nannten [7], waren dies bei BERNA nur 43,4 %, 30,3 % und 24,8 %. Hierbei zeigen sich wenig überraschend deutliche Unterschiede nach zweistufiger Aufenthaltsdauer der Eltern in Deutschland. Analog zur Allgemeinbevölkerung [7] zeigen sich zwar Unterschiede nach Bildung, der Einfluss des Bildungsgrades bleibt jedoch kontrolliert für Alter, Geschlecht und Aufenthaltsdauer des haushaltsführenden Elternteils nur für die Kenntnis von probiotischem Joghurt signifikant. Grundlegendes Wissen zur Relevanz von Gemüse und Obst sowie zum geringen gesundheitlichen Wert von nährstoffarmen, energiereichen Lebensmitteln wie Süßwaren und Kartoffelchips scheint, den qualitativen Daten zufolge, verbreitet zu sein. Fehlannahmen könnten, wie weiter unten dargestellt, jedoch in Bezug auf Wurst und Fleisch vorliegen.

4.4.3 Lebensmittelverzehr

Ähnlich wie die Mädchen und Jungen sowie Erwachsenen der Allgemeinbevölkerung [9, 54] aßen mehr als die Hälfte der an BERNA teilnehmenden Mädchen und Jungen und Elternteile weniger pflanzliche Lebensmittel wie Gemüse und sättigende Beilagen als empfohlen. Dagegen war die mediane Verzehrmenge von Fleisch und Wurstwaren sowie die mediane Energiemenge über sogenannte „geduldete Lebensmittel", also nährstoffarme, energiedichte Lebensmittel, deutlich zu hoch.

Werden einzelne Lebensmittelgruppen exemplarisch mit Daten der Allgemeinbevölkerung verglichen, zeigt sich z. B. für Gemüse, dass die mediane verzehrte Menge bei den 7- bis 9-jährigen (36,6 g/Tag) und 10- bis 12-jährigen (67,9 g/Tag) an BERNA teilnehmenden Mädchen und Jungen (7- bis 9-jährig: 74,8 g/Tag, 10- bis 12-jährig: 50,0 g/Tag) von der Gemüseverzehrmenge der 6- bis 11-jährigen Mädchen und Jungen der Allgemeinbevölkerung (jeweils 71 g/Tag) abwich. Deutlich größer waren jedoch die Unterschiede bei den Jugendlichen: So verzehrten die 13- bis 14-jährigen (63,1 g/Tag) und 15- bis 17-jährigen (63,8 g/Tag) an BERNA teilnehmenden Mädchen und Jungen (13- bis 14-jährig: 79,0 g/Tag, 15- bis 17-jährig: 32,8 g/Tag) im Vergleich zu den 12- bis 17-jährigen Mädchen (160 g/Tag) und Jungen (135 g/Tag) der Allgemeinbevölkerung [9] besonders wenig Gemüse. Die mediane Obstverzehrmenge war hingegen bei den an BERNA teilnehmenden Mädchen (7- bis 9-jährig: 262,5 g/Tag, 10- bis 12-jährig: 150,0 g/Tag, 13- bis 14-jährig: 150,0 g/Tag, 15- bis 17-jährig: 133,9 g/Tag) und Jungen (7- bis 9-jährig: 300,0 g/Tag, 10- bis 12-jährig: 150,0 g/Tag, 13- bis 14-jährig: 150,0 g/Tag, 15- bis 17-jährig: 150,0 g/Tag) höher als bei den Mädchen (6- bis 11-jährig: 100 g/Tag, 12- bis 17-jährig: 121 g/Tag) und Jungen (6- bis 11-jährig: 98 g/Tag, 12- bis 17-jährig: 98 g/Tag) der Allgemeinbevölkerung [9]. Insbesondere für armutsgefährdete Familien könnten die hohen Kosten für Gemüse im Vergleich zu nährstoffarmen, energiereichen Lebensmitteln [83, 84] einer der Gründe für diesen Befund sein. So ergab eine Auswertung der VeChi-Youth-Daten im Jahr 2022,

dass eine nachhaltige, pflanzenbasierte Ernährung für Kinder und Jugendliche mit Arbeitslosengeld II nicht realisierbar war [85]. Auch viele Teilnehmende der World-Cafés und Interviews beklagten den hohen Preis für Obst und Gemüse. Gleichwohl machte Gemüse nach Süßigkeiten, Snacks und anderen nährstoffarmen, energiedichten Lebensmitteln sowie Fleisch- und Wurstwaren (nur) den viertgrößten Posten der Lebensmittelausgaben der teilnehmenden Haushalte aus. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass ein Großteil der Haushalte mindestens gelegentlich eine Tafel nutzte und Obst und Gemüse zu den am meisten verteilten Lebensmitteln der Tafeln in Deutschland zählt [86]. Damit dürfte es sich bei den Ausgaben für Gemüse bei vielen Haushalten um Zukäufe zu den von der Tafel erhaltenen Lebensmitteln handeln. Ob das Tafel-Angebot die im Vergleich zu Mädchen und Jungen der Allgemeinbevölkerung höhere mediane Obstverzehrmenge der an BERNA teilnehmenden Mädchen und Jungen erklärt oder ob hierfür weitere Ursachen infrage kommen, kann durch die vorliegende Studie nicht beantwortet werden. Festzuhalten bleibt, dass auch mit von der Tafel erhaltenen Lebensmitteln ein Großteil der teilnehmenden Kinder, Jugendlichen und Erwachsenen nicht die Verzehrempfehlung für Obst und Gemüse erreichte.

Ungeachtet methodischer Einschränkungen eines direkten Vergleichs verzehrten die teilnehmenden Kinder und die Jugendlichen im medianen Mittel weniger Gemüse und mehr Obst als die Kinder und Jugendlichen der Allgemeinbevölkerung. Teilnehmende Eltern beklagten den hohen Preis von Obst und Gemüse.

Für den **Verzehr von Fleisch- und Wurstwaren** zeigen sich ebenfalls Unterschiede zwischen der Allgemeinbevölkerung und den BERNA-Teilnehmenden: Werden die Mediane der Verzehrmenge der Mädchen und Jungen der Allgemeinbevölkerung [9] für Fleisch, Innereien, Geflügel und Wurstwaren ungeachtet methodischer Einschränkungen addiert, ergibt sich für die 6- bis 11-jährigen Mädchen eine mediane Verzehrmenge von 44 g/Tag und damit eine niedrigere Menge als bei den an BERNA teilnehmenden, etwa gleichaltrigen Mädchen (7- bis 9-jährig: 86,7 g/Tag, 10- bis 12-jährig: 87,4 g/Tag). Auch die an BERNA teilnehmenden Jungen (7- bis 9-jährig: 119,6 g/Tag, 10- bis 12-jährig: 105,4 g/Tag) wiesen eine deutlich höhere Verzehrmenge an Fleisch und Wurstwaren auf als die etwa gleichaltrigen Jungen der Allgemeinbevölkerung (51 g/Tag, [9]). Ein ähnliches, wenn auch nicht ganz so ausgeprägtes Bild zeigte sich für die älteren Mädchen (BERNA: 13- bis 14-jährig: 92,2 g/Tag, 15- bis 17-jährig: 60,9 g/Tag, Allgemeinbevölkerung: 12- bis 17-jährig 59 g/Tag) und Jungen (BERNA: 13- bis 14-jährig: 106,6 g/Tag, 15- bis 17-jährig: 142,7 g/Tag, Allgemeinbevölkerung: 12- bis 17-jährig: 98 g/Tag, [9]). Während die NVS II für Frauen 84 g (588 g/Woche) und für Männer einen durchschnittlichen täglichen Verzehr von 156 g (1 092 g/Woche) ergab [54], betrug die mediane Verzehrmenge für die an BERNA teilnehmenden Mütter rund 551 g und für Väter 646 g Wurst und Fleisch pro Woche. Zudem lässt sich festhalten, dass die an BERNA teilnehmenden Kinder und Jugendlichen sowie Mütter und Väter im medianen Mittel mehr Fleisch- und Wurstwaren verzehrten als empfohlen. Der hohe selbstangegebene Verzehr von Fleisch- und Wurstwaren der an BERNA teilnehmenden Kinder und Jugendlichen und Elternteile spiegelt sich auch in den hohen Ausgaben der Haushalte für diese Lebensmittelgruppe wider.

Warum die Mütter bei BERNA im Gegensatz zu vorherigen Studien einen etwas höheren Fleischverzehr aufwiesen als die teilnehmenden Männer, könnte möglicherweise in der geringen Anzahl haushaltsführender Männer begründet sein, lässt sich allerdings anhand der vorliegenden Daten nicht abschließend beantworten. Die höhere mediane Fleisch- und Wurstverzehrmenge der Frauen und Männer der Allgemeinbevölkerung im Vergleich zu den BERNA-Teilnehmenden könnte zumindest teilweise in einem generell abnehmenden Trend im Fleischverzehr [87] sowie in unterschiedlichen Erhebungsmethoden (s. u.) begründet sein. Letzteres trifft auch als mögliche Erklärung für die höhere Fleisch- und Wurstverzehrmenge der an BERNA teilnehmenden Kinder und Jugendlichen im Vergleich zu der Allgemeinbevölkerung zu. Eine weitere mögliche Erklärung findet sich in den qualitativen Daten. Demnach betonte die Mehrzahl der Teilnehmenden, dass sie Fleisch für eine gesunde Ernährung zwar für nötig hielten, allerdings nur in geringen Mengen. Zugleich wurden von einem Teil der Teilnehmenden tägliche Mahlzeiten mit Wurst oder Fleisch beschrieben. Ein hoher Stellenwert dieser Lebensmittelgruppe wurde durch die Sorge deutlich, aufgrund der steigenden Preise den gewohnten, und teils als notwendig wahrgenommenen Verzehr von Fleisch und Wurst nicht mehr gewährleisten zu können. Es liegt nahe, dass die der Gesundheit zuträgliche Verzehrmenge von Wurst und Fleisch sowohl in der Allgemeinbevölkerung als auch in finanziell benachteiligten Familien überschätzt und möglicherweise die negativen Folgen eines zu hohen Verzehrs [88] unterschätzt werden.

4.4

Einerseits lag die mediane Verzehrmenge an Fleisch und Wurst bei den teilnehmenden Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen deutlich über den Empfehlungen; andererseits hatten teilnehmende Elternteile Sorge, aufgrund der gestiegenen Preise den gewohnten, teils als notwendig wahrgenommenen Verzehr von Fleisch und Wurst nicht mehr gewährleisten zu können.

Die über sogenannte **geduldete Lebensmittel** aufgenommene Energie lag bei den an BERNA teilnehmenden Mädchen und Jungen in allen Altersstufen deutlich über der laut OMK geduldeten Menge.

Bei allen diesen Vergleichen muss allerdings beachtet werden, dass bei BERNA die Verzehrdaten über einen FFQ, bei EsKiMo hingegen über 4-tägige Wiegeprotokolle und ein computergestütztes *Diet-History*-Interview [9] und bei der NVS II ebenfalls über ein *Diet-History*-Interview [7] bzw. zwei 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle [54] erhoben wurden, sodass Unterschiede auch methodenbedingt entstanden sein könnten.

In beiden qualitativen Teilstudien betrachteten mehrere Teilnehmende ihren eigenen Konsum nährstoffarmer, energiedichter Lebensmittel wie z. B. Süßigkeiten als nicht übermäßig, jedoch als höher als gewünscht. Einige schätzten den Zucker- bzw. Süßwarenkonsum in ihrem Haushalt insgesamt als gering ein, beschrieben jedoch später den regelmäßigen Einkauf und Verzehr dieser Lebensmittel. Da sich die berichtete Menge nicht wesentlich von der der Allgemeinbevölkerung unterscheidet, könnte die subjektive Unterschätzung im Interview durch Vergleiche mit dem sozialen Umfeld begründet sein. Genannte Situationen, in denen „geduldete Lebensmittel" verzehrt werden, schlossen u. a. emotionale Belastung und Stress sowie (Heiß-)Hungerphasen beim Auslassen einer Mahlzeit ein, welche sich möglicherweise aufgrund von finanziellen Engpässen häufen

könnten. Stress [89] und höhere Preise für gesundheitsfördernde Lebensmittel [83] könnten armutsgefährdete Familien daher zusätzlich vulnerabel für den Verzehr nährstoffarmer, energiedichter Lebensmittel machen. Nicht nur, jedoch besonders in Bezug auf Kinder und Jugendliche, schienen die Teilnehmenden der Gruppendiskussionen hier verhältnispräventive Maßnahmen zu unterstützen. Als besonders nachteilhaft wurde die große Auswahl und Sichtbarkeit nährstoffarmer, energiedichter Lebensmittel in der digitalen und analogen Lebenswelt, im Supermarkt sowie auf Kinder und Jugendliche zielende Werbung in den Medien und beim Einkaufen empfunden. Der von den BEA-Teilnehmenden genannte Einfluss von Werbung auf die Präferenz der Kinder für Süßigkeiten und andere nährstoffarme Produkte konnte auch in zahlreichen Studien empirisch belegt werden [90, 91].

4.4.4 Stärken und Limitationen

Zu den Stärken der MEGA_kids-Studie zählt im Besonderen das ***Mixed-Methods*-Design**, welches die Synthese aus quantitativen und qualitativen Daten erlaubt. Die umfangreichen über die standardisierten Fragebögen, die Kassenbelege und die qualitativen Methoden erfassten Daten gestatten einen bisher einmaligen Einblick in die Ernährungs- und Gesundheitssituation der teilnehmenden armutsgefährdeten Familien.

In der vorgestellten quantitativen Teilstudie BERNA wurden etablierte, größtenteils **validierte Erhebungsinstrumente** zu einer Vielzahl von ernährungs- und gesundheitsbezogenen Aspekten eingesetzt und den Teilnehmenden eine an ihre jeweiligen Bedürfnisse angepasste Datenerhebung (schriftlich oder mündlich) ermöglicht. In den qualitativen Teilstudien kamen **unterschiedliche Forschungsformate** zum Einsatz, sodass sich ihre Ergebnisse komplementieren und ein breiteres Spektrum von Themen abdecken. Die Anwendung des World-Café- und Fokusgruppen-Formats in BEA gestattete einen dynamischen Austausch über ernährungsbezogene Überzeugungen, alltagspraktische Probleme und Lösungsansätze. Aufgrund der geringen Gruppengrößen konnte sichergestellt werden, dass alle Teilnehmenden zu Wort kamen. Im Interview-Format bei der IDEE-Studie konnten tiefere Einblicke in die Hintergründe von alltäglich getroffenen Entscheidungen im Bereich Ernährung gewonnen werden. Details über die angewendeten ernährungsbezogenen Strategien sowie psychosoziale Folgen von Ernährungsunsicherheit wurden so gesammelt.

Es wurden diverse Maßnahmen zur Verbesserung der **Zielgruppenerreichung** eingesetzt wie z. B. der Einsatz von mehrsprachigen weiblichen und männlichen Feldmitarbeitenden aus diversen Kulturkreisen, z. T. mit eigener Armutserfahrung, die attraktive Gestaltung von Handzetteln über Text und Piktogramme und die niedrigschwellige und flexible Kontaktmöglichkeit für Teilnahmeinteressierte zu dem Studienteam. Die **einrichtungsbasierte Rekrutierung** erlaubte den Zugang zur Zielgruppe in Settings, die in vielen Fällen fester Bestandteil der Alltagsroutine der Teilnehmenden war. Auf diese Weise konnte insbesondere bei **proaktiver, persönlicher Rekrutierung** ein niedrigschwelliger Zugang zur Studienteilnahme ermöglicht werden. Zwar wurden verschiedene Einrichtungen rekrutiert, allerdings kamen aus Ressourcengründen nur in Einrichtungen mit Armutsbezug (z. B. Tafeln, Jobcenter) proaktive persönliche Rekrutierungsmaßnahmen zur Anwendung. Erwartungsgemäß konnten durch die proaktive Rekrutierung mehr Teilnehmende rekrutiert werden als durch die ausschließlich passive Rekrutierungsstrategien (z. B. Handzettel) in Einrichtungen ohne Armutsbezug, z. B. Kitas. Armutsgefährdete Familien, die Einrichtungen mit Armutsbezug nicht nutzen, z. B. weil sie sich nicht als armutsgefährdet identifizieren,

werden durch die vorliegenden Ergebnisse daher nicht ausreichend repräsentiert. Zudem brachte dieser Zugangsweg mit sich, dass wie unter 4.4.1 beschrieben, deutlich mehr kürzlich nach Deutschland migrierte Haushalte an BERNA teilnahmen als geplant und die Studienpopulation somit nicht die armutsgefährdete Bevölkerung repräsentiert. Die Zustimmung der BERNA-Teilnehmenden zur Kontaktaufnahme für die qualitativen Teilstudien war optional. Die Gründe für die Ablehnung einer Kontaktaufnahme können vielfältig sein. Rückmeldungen bei der Rekrutierung lassen vermuten, dass die Sorge vor Anrufen durch Unbekannte oder vor unerwünschten Kontaktversuchen per E-Mail für einige BERNA-Teilnehmende eine Rolle gespielt hat. Bei bereits hergestelltem Kontakt verhinderten mangelnde zeitliche Ressourcen und Überforderung der Interessierten sowie Verzögerungen durch das postalische Versenden der Einwilligungserklärung zur Studienteilnahme bei wenigen Interessierten den Studieneinschluss. Die Variablen Teilnahmebereitschaft, Zeit und Stellenwert der Studie für die Interessierten könnten zu einem möglichen **Selektionsbias** bei der Teilnahme an den Interviews und Gruppendiskussionen geführt haben. Zudem wurden BERNA-Teilnehmende mit geringen Deutschkenntnissen nicht in IDEE oder BEA eingeschlossen. Die Besonderheiten der Situation armutsgefährdeter Familien mit geringen oder fehlenden Deutschkenntnissen konnte in den qualitativen Daten daher nicht beleuchtet werden.

Aufgrund des **Querschnittsdesigns** der Studie sind kausale Rückschlüsse nicht möglich. Ferner basieren, abgesehen von den Daten der Kassenbelege, alle Daten auf **Selbstangabe** und unterliegen damit dem Risiko der sozialen Erwünschtheit, des Erinnerungsbias und weiterer systematischer Fehler. Ferner lagen für nahezu alle Fragen fehlende Werte vor, die die Ergebnisse verzerrt haben könnten. Die erhobenen qualitativen Daten basieren auf dem subjektiven Erleben und subjektiven Beobachtungen der Teilnehmenden und können somit ebenfalls Wahrnehmungstäuschungen unterliegen. Bestimmte ernährungsbezogene Strategien könnten zudem als Tabuthema wahrgenommen und daher möglicherweise nicht umfassend beschrieben worden sein. Des Weiteren fand der überwiegende Teil der **Interviews telefonisch** statt. Dies ermöglichte den meisten Interviewpartner*innen trotz ihrer Pflichten in der Kinderbetreuung, kurzfristigen Amts- und Arztterminen, der Arbeitstätigkeit, der Selbstisolation bei COVID-19-Symptomen u. Ä., an der Studie teilzunehmen. Das Sprechen über ihre psychische Gesundheit und die umfangreichen Berichte der Teilnehmenden lassen vermuten, dass ein für das Thema Ernährung hinreichender Vertrauensaufbau am Telefon gelingen konnte. Es ist jedoch anzunehmen, dass ein Gespräch vor Ort zusätzliche Einblicke in die Lebenswelt der Teilnehmenden erlaubt hätte.

Inwiefern die **Kassenbelege** die tatsächlichen Ausgaben der teilnehmenden Haushalte für Lebensmittel abbilden, kann nicht überprüft werden. Zwar erhielten die Teilnehmenden eine Anleitung zum Sammeln der Kassenbelege und die Vollständigkeit der Belege wurde bei deren Abgabe erfragt, allerdings wurden die Kassenbelege angesichts der prekären Lebenssituation vieler Teilnehmender keinem Plausibilitätscheck unterzogen, d. h. es wurden auch dann die Daten aus den Belegen erfasst, wenn z. B. für den Zeitraum über zwei Wochen nur ein einziger Beleg mit wenigen gelisteten Lebensmitteln abgegeben wurde. Der bei Elternteilen eingesetzte **FFQ** zeigt zwar eine zufriedenstellende Validität in der Allgemeinbevölkerung, ergibt allerdings für einige Lebensmittelgruppen, wie z. B. gekochtes Gemüse, größere Abweichungen zu der Referenzmethode (zwei 24-Stunden-Erinnerungsprotokollen) [30]. Eine Validierung für die Studienpopulation von MEGA_kids liegt zudem nicht vor. Elternteile von 1- bis 11-jährigen Kindern hatten häufig nur ein eingeschränktes Wissen darüber, was ihre Kinder tagsüber in Kinderbetreuungseinrichtungen wie Krippe,

Kita oder in der Schule aßen, sodass die Angaben für diese Altersgruppe mit Vorsicht interpretiert werden müssen. Ferner muss im Kontext der aufgezeigten Prävalenz der Ernährungsunsicherheit berücksichtigt werden, dass der semiquantitative FFQ den gewöhnlichen Lebensmittelverzehr über die vorausgegangen vier Wochen und die Kassenbelege die Ausgaben für Lebensmittel und Mahlzeiten über die vorausgegangen zwei Wochen erfassen. Menschen in ernährungsunsicheren Haushalten können jedoch ein an das zyklische Muster des Einkommensmonats angepasstes Ernährungsmuster aufweisen [92, 93], das durch einen ausreichenden oder übermäßigen Verzehr von Lebensmitteln am Anfang des Einkommensmonats und zu Einschränkungen in der Qualität, insbesondere in der Vielfalt, und der Quantität der Ernährung in den sogenannten „Zieh-, Streck- oder Gummiwochen" [67] am Ende des Einkommensmonats charakterisiert wird. Eine solche zeitliche Variabilität, die für das Adipositasrisiko als besonders nachteilig diskutiert wird [94], kann durch den FFQ und die Kassenbelege nicht identifiziert werden.

In den Interviews und Gruppendiskussionen zeigte sich eine große Vielfalt in den Lebenssituationen der Teilnehmenden, den Strategien im Umgang mit ernährungsbezogenen Herausforderungen sowie in den vorgeschlagenen Lösungsansätzen. Nicht für alle identifizierten Themen konnte jedoch eine **Saturierung** erreicht werden. Es ist daher davon auszugehen, dass weitere Gespräche eine Vertiefung der dargestellten Inhalte ermöglichen würden.

> Bei der Interpretation der Studienergebnisse sollten die im Studiendesign und den Methoden begründeten Einschränkungen berücksichtigt werden.

4.5 Handlungsempfehlungen

4.5.1 Wissen schaffen

Armutsgefährdete Bevölkerungsgruppen gelten nicht nur als vulnerabel gegenüber ernährungsbezogenen und gesundheitlichen Belastungen; für viele Forschende gelten sie auch als besonders schwer zu erreichen [95]. Um die regelmäßige **Beteiligung armutsgefährdete Bevölkerungsgruppen an der Ernährungs- und Gesundheitsforschung** zu gewährleisten, müssen geeignete Zugangswege identifiziert, die vorhandenen Erhebungsinstrumente auf Passung zu der Zielgruppe überprüft und gegebenenfalls innovative Erhebungsmethoden wie Photovoice [66] erprobt werden.

In der vorliegenden Studie war die materielle und insbesondere soziale Ernährungsunsicherheit unter den Teilnehmenden weitverbreitet. Wie viele Menschen in Deutschland tatsächlich von Ernährungsunsicherheit betroffen sind und wie sich die Prävalenz der Ernährungsunsicherheit im Zeitverlauf entwickelt, kann durch MEGA_kids jedoch nicht beantwortet werden. Die Autor*innen schließen sich daher dem Gutachten „Politik für eine nachhaltigere Ernährung" des Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz beim Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (WBAE) [96] an und empfehlen ein **systematisches Monitoring der Ernährungsunsicherheit** sowohl in der armutsgefährdeten als auch in der Allgemeinbevölkerung. Dabei sollten verstärkt soziale Aspekte der Ernährungsunsicherheit in den Blick genommen und zu deren Erfassung **valide Erhebungsinstrumente** geprüft und gegebenenfalls entwickelt werden.

Während in anderen Hocheinkommensländern der Einfluss der **Ernährungsumgebung** auf das Ernährungsverhalten [97] und die Ernährungssicherheit [48] Gegenstand zahlreicher Untersuchungen ist, wird in Deutschland das Ernährungsverhalten in wissenschaftlichen Untersuchungen fast ausschließlich über individuelle und allenfalls noch soziale Faktoren zu erklären versucht. Damit wird die Verantwortung für eine nachhaltige, gesundheitsfördernde Ernährung zum Individuum verschoben [96, 98], obgleich die wenigen Studien zu diesem Thema aufzeigen, dass armutsgefährdete Bevölkerungsgruppen auch in Aspekten der Ernährungsumgebung wie dem Zugang zu Fast-Food-Restaurants oder fehlenden Transportmöglichkeiten zum nächsten Supermarkt benachteiligt sein könnten [99, 100]. Um politische Entscheidungsträger*innen umfassend informieren zu können, ist daher die Berücksichtigung der Ernährungsumgebung in wissenschaftlichen ernährungsbezogenen Studien geboten. Dafür sollten die Förderbedingungen entsprechend angepasst und interdisziplinäre Forschungsnetzwerke weiterentwickelt werden.

> **Die Datengrundlage zu der Ernährungs- und Gesundheitssituation von Personen aus armutsgefährdeten Haushalten mit Kindern sollte durch ein Bündel an Maßnahmen, darunter u. a. die Identifizierung und Optimierung von Zugangswegen und Erhebungsinstrumenten sowie die Implementierung eines systematischen Monitorings der Ernährungsunsicherheit, verbessert werden.**

4.5.2 Verhältnisorientiert handeln

Es gilt als Konsens, dass ausschließlich an Betroffene gerichtete verhaltenspräventive ernährungsbezogene Maßnahmen nur begrenzt wirksam sind [98]. Zudem könnten gemäß einer Übersichtsarbeit von McGill et al. [101] personenorientierte Maßnahmen zur Verbesserung der Ernährungsqualität, wie z. B. Ernährungsberatung im Gegensatz zu z. B. am Preis ansetzenden Maßnahmen, die gesundheitliche Ungleichheit vergrößern. Statt einer ausschließlichen Fokussierung auf verhaltenspräventiven Maßnahmen sollten zusätzlich **verhältnispräventive Maßnahmen** initiiert, also an dem Lebensumfeld der Betroffenen angesetzt werden.

Zunächst muss sichergestellt sein, dass sich eine nachhaltige, nährstoffreiche und kulturell akzeptable Ernährung mit **Transferleistungen** wie dem Bürgergeld für Kinder und Erwachsene realisieren lässt. Aus Sicht der Autor*innen können Tafeln und ähnlichen Einrichtungen diese Aufgabe aus diversen Gründen, wie z. B. aufgrund der starken Variabilität des Angebots [86], nicht übernehmen, sondern sollten allenfalls als ergänzendes, nicht notwendiges Angebot verstanden werden.

Auch aufgrund der in anderen Studien aufgezeigten langfristigen Folgen eines Aufwachsens in chronischer Ernährungsunsicherheit für die funktionelle und psychische Gesundheit der Kinder und Jugendlichen [69–71] sollten Maßnahmen zur **Reduzierung der Ernährungsunsicherheit** in Haushalten mit Kindern multiprofessionell und multisektoral diskutiert und umgesetzt werden. Dazu könnte ergänzend beispielsweise der Ausbau verlässlicher, niedrigschwelliger Unterstützungsangebote (z. B. Familien-/

Gemeinschaftszentren mit Mittagstisch) zählen. Zur **Förderung ernährungsbezogener sozialer Teilhabe** sollten innovative Ansätze, wie z. B. Restaurants und Cafés mit differenzierten Preisen bzw. Zuschüssen für armutsgefährdete Familien [102], diskutiert und gegebenenfalls erprobt werden.

In Anbetracht des zum Teil eingeschränkten Zugangs der Teilnehmenden zu **Mahlzeiten in den Kinderbetreuungseinrichtungen und Schulen** sollte dieser Zugang für Kinder und Jugendliche aus armutsgefährdeten Haushalten, z. B. durch weniger bürokratischen Aufwand, deutlich vereinfacht werden. Zudem sollten angesichts des hohen Fleisch- und Wurstverzehrs und geringen Gemüseverzehrs der teilnehmenden Kinder und Jugendlichen die DGE-Qualitätsstandards für die Verpflegung in Kitas und Schulen [103, 104] berücksichtigt und eine pflanzenbasierte Ernährung mit geringe(re)n Mengen an tierischen Lebensmitteln gefördert werden. Dabei ist auch aus Sicht der Teilnehmenden die Qualität der Mahlzeiten zu verbessern.

Bei der Entwicklung und Identifizierung geeigneter Maßnahmen zur Verbesserung der Ernährungssituation armutsgefährdeter Familien sollte die Zielgruppe **partizipativ beteiligt** werden. In der vorliegenden Studie wurde die Bedeutung verhältnispräventiver Maßnahmen auch aus Sicht der Betroffenen bestätigt. So plädierten sie z. B. für Preisreduktionen für gesunde und Preiserhöhungen für ungesunde Lebensmittel mit Hilfe von steuerlicher Regulierung und Subventionen. Wie einige der Vorschläge effektiv umgesetzt werden könnten, wird bereits in anderen Ländern untersucht, so z. B. die Reduktion der Sichtbarkeit und relativen Verfügbarkeit von Lebensmittel mit einer hohen Energie- und niedrigen Nährstoffdichte, Vergünstigungen für gesundheitsfördernde Lebensmittel [105] sowie Steuererhöhungen auf zuckerhaltige Produkte [106]. Der Wunsch nach einem Ausbau legaler Wege der Lebensmittelrettung und einer gesetzlichen Grundlage hierfür wird vom Netzwerk der Verbraucherzentralen in Deutschland zur Bekämpfung der Ernährungsunsicherheit unterstützt [107]. Weitere Vorschläge beinhalteten Hilfe zur Selbsthilfe, wie das Fördern von Selbstversorgungsmöglichkeiten durch eigenständigen Anbau von Lebensmitteln.

In Ergänzung verhältnisorientierter Maßnahmen sollten gezielt **verhaltenspräventive Maßnahmen** entwickelt werden, die die Lebensbedingungen armutsgefährdeter Familien berücksichtigen. So wies der Vergleich der quantitativen Verzehrdaten mit den qualitativen Daten dieser Studie auf die Möglichkeit eines Informationsdefizits in Bezug auf die Empfehlungen zur Verzehrmenge von Fleisch- und Wurstwaren hin. Zur Reduzierung dieses Defizits sollten passende Ansätze (z. B. stärkere Berücksichtigung des Themas im Schulunterricht) entwickelt und erprobt werden. Zu diskutierende Maßnahmen zur Verbesserung der Zielgruppenerreichung der Informations- und Wissenskampagnen schließen etwa die Erschließung neuer Kommunikationskanäle z. B. über Tafeln und die Verfügbarkeit der entsprechenden Materialien in mehreren Sprachen ein.

Schließlich ist die Verbesserung der Gesundheits- und Ernährungssituation armutsgefährdeter Familien keine Aufgabe der Ernährungs- und Gesundheitspolitik allein. Vielmehr sollten sozialpolitische Entscheidungen sowie jene anderen Politikfelder, etwa der Wohnungspolitik, stets die potenziellen Auswirkungen auf die Ernährungssicherheit und -situation armutsgefährdeter Haushalte berücksichtigen.

4.6 Literaturverzeichnis

[1] Statistisches Bundesamt (Destatis): Armutsgefährdungsquote nach Sozialleistungen nach Haushaltstyp. (2023) https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/Lebensbedingungen-Armutsgefaehrdung/Tabellen/armutsgef-quote-typ-mz-silc.html (eingesehen am 09.09.2024)

[2] Lampert T, Kuntz B: Auswirkungen von Armut auf den Gesundheitszustand und das Gesundheitsverhalten von Kindern und Jugendlichen: Ergebnisse aus KiGGS Welle 2. Bundesgesundheitsbl 62 (2019) 1263–1274. doi:10.1007/s00103-019-03009-6

[3] Pförtner T-K, Schumann N: Armut, öffentliche Sozialtransfers und Gesundheit: Eine Analyse zur subjektiven Gesundheit von Sozialleistungsbeziehern in Deutschland. Gesundheitswesen 78 (2016) e69–e79. doi:10.1055/s-0035-1564206

[4] Raphael D: Poverty in childhood and adverse health outcomes in adulthood. Maturitas 69 (2011) 22–26. doi:10.1016/j.maturitas.2011.02.011

[5] James WP, Nelson M, Ralph A et al.: Socioeconomic determinants of health. The contribution of nutrition to inequalities in health. BMJ 314 (1997) 1545–1549. doi:10.1136/bmj.314.7093.1545

[6] Nelson M: Childhood nutrition and poverty. Proc Nutr Soc 59 (2000) 307–315. doi:10.1017/s0029665100000343

[7] Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel (MRI): Nationale Verzehrsstudie II. Ergebnisbericht, Teil 1. Karlsruhe (2008)

[8] Mensink GBM, Truthmann J, Rabenberg M et al.: Obst- und Gemüsekonsum in Deutschland. Bundesgesundheitsbl 56 (2013) 779–785. doi:10.1007/s00103-012-1651-8

[9] Mensink GBM, Haftenberger M, Lage Barbosa C et al.: EsKiMo II – Die Ernährungsstudie als KiGGS-Modul. (2020) https://edoc.rki.de/bitstream/handle/176904/6887.2/EsKiMoII_Projektbericht.pdf?sequence=3&isAllowed=y (eingesehen am 09.09.2024)

[10] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations): Rome Declaration on World Food Security and World Food Summit Plan of Action. (1996) https://www.fao.org/3/w3613e/w3613e00.htm (eingesehen am 09.09.2024)

[11] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations): An introduction to the basic concepts of food security. (2008) https://www.fao.org/4/al936e/al936e00.pdf (eingesehen am 05.11.2024)

[12] Coleman-Jensen A, Rabbitt MP, Gregory CA et al.: Household food security in the United States in 2021 https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/104656/err-309.pdf?v=2891.3 (eingesehen am 09.09.2024)

[13] Loopstra R, Tarasuk V: Severity of household food insecurity is sensitive to change in household income and employment status among low-income families. J Nutr 143 (2013) 1316–1323. doi:10.3945/jn.113.175414

[14] Coates J, Frongillo EA, Rogers BL et al.: Commonalities in the experience of household food insecurity across cultures: what are measures missing? J Nutr 136 (2006) 1438S–1448S. doi:10.1093/jn/136.5.1438S

[15] Feichtinger E: Armut und Ernährung. Literaturanalyse unter besonderer Berücksichtigung der Konsequenzen für Ernährungs- und Gesundheitsstatus und der Ernährungsweise in der Armut. WZB Discussion Paper, No. P 96-202. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB). Berlin (1996)

[16] Leroy JL, Ruel M, Frongillo EA et al.: Measuring the food access dimension of food security: a critical review and mapping of indicators. Food Nutr Bull 36 (2015) 167–195. doi:10.1177/0379572115587274

[17] Johnson CM, Ammerman AS, Adair LS et al.: The Four Domain Food Insecurity Scale (4D-FIS): development and evaluation of a complementary food insecurity measure. Transl Behav Med 10 (2020) 1255–1265. doi:10.1093/tbm/ibaa125

[18] Radimer KL, Olson CM, Greene JC et al.: Understanding hunger and developing indicators to assess it in women and children. JNE 24 (1992) 36S–44S. doi:10.1016/S0022-3182(12)80137-3

[19] Radimer KL, Olson CM, Campbell CC: Development of indicators to assess hunger. J Nutr 120, Suppl 11 (1990) 1544–1548. doi:10.1093/jn/120.suppl_11.1544

[20] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (Hrsg.): Methods for estimating comparable prevalence rates of food insecurity experienced by adults throughout the world. (2016) https://www.fao.org/3/i4830e/i4830e.pdf (eingesehen am 09.09.2024)

[21] Bartelmeß T, Jasiok S, Kühnel E et al.: A scoping review of the social dimensions in food insecurity and poverty assessments. Front Public Health 10 (2022) 994368. doi:10.3389/fpubh.2022.994368

[22] Hamelin A-M, Beaudry M, Habicht J-P: Characterization of household food insecurity in Québec: food and feelings. Soc Sci Med 54 (2002) 119–132. doi:10.1016/s0277-9536(01)00013-2

[23] Simmet A, Ehret J, Schleicher R et al.: Multidisciplinary study of the health and nutritional status of persons living in households at risk of poverty with children in Germany (MEGA_kids): study design and methods. Nutr Health (2024). doi:10.1177/02601060241242159

[24] Thünen-Institut für Ländliche Räume: Thünen Landatlas. (2020) https://karten.landatlas.de/ (eingesehen am 09.09.2024)

[25] Hölling H, Schlack R, Kamtsiuris P et al.: Die KiGGS-Studie. Bundesweit repräsentative Längs- und Querschnittstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen im Rahmen des Gesundheitsmonitorings am Robert Koch-Institut. Bundesgesundheitsbl 55 (2012) 836–842. doi:10.1007/s00103-012-1486-3

[26] Scheidt-Nave C, Kamtsiuris P, Gößwald A et al.: German health interview and examination survey for adults (DEGS) – design, objectives and implementation of the first data collection wave. BMC Public Health 12 (2012) 730. doi:10.1186/1471-2458-12-730

[27] Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel (MRI): CAPI-Interview der Nationalen Verzehrsstudie (NVS) II. (2005) https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Institute/EV/NVS_II_CAPI_Interview.pdf (eingesehen am 09.09.2024)

[28] Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel (MRI): Fragebogen der Nationalen Verzehrsstudie (NVS) II. (2005) https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Institute/EV/NVS_II_Fragebogen.pdf (eingesehen am 09.09.2024)

[29] Depa J, Hilzendegen C, Tinnemann P et al.: An explorative cross-sectional study examining self-reported health and nutritional status of disadvantaged people using food banks in Germany. Int J Equity Health 14 (2015) 141. doi:10.1186/s12939-015-0276-6

[30] Haftenberger M, Heuer T, Heidemann C et al.: Relative validation of a food frequency questionnaire for national health and nutrition monitoring. Nutr J 9 (2010) 36. doi:10.1186/1475-2891-9-36

[31] Mensink GBM, Burger M: Was isst du? Ein Verzehrshäufigkeitsfragebogen für Kinder und Jugendliche. Bundesgesundheitsbl 47 (2004) 219–226. doi:10.1007/s00103-003-0794-z

[32] Brauns H, Scherer S, Steinmann S: The CASMIN educational classification in international comparative research. In: Hoffmeyer-Zlotnik JHP, Wolf C (Hrsg.): Advances in cross-national comparison. A European working book for demographic and socio-economic variables. Springer, New York (2003) 221–244

[33] Bundesministerium für Arbeit und Soziales: Der fünfte Armuts- und Reichtumsbericht der Bundesregierung. Kurzfassung. (2017) https://www.armuts-und-reichtumsbericht.de/SharedDocs/Downloads/Berichte/5-arb-kurzfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (eingesehen am 09.09.2024)

[34] WHO (World Health Organization): Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 894 (2000) 1

[35] Kromeyer-Hauschild K, Moss A, Wabitsch M: Referenzwerte für den Body-Mass-Index für Kinder, Jugendliche und Erwachsene in Deutschland. Adipositas 09 (2015) 123–127. doi:10.1055/s-0037-1618928

[36] WHO (World Health Organization): Global recommendations on physical activity for health. (2010) https://www.who.int/publications/i/item/9789241599979 (eingesehen am 09.09.2024)

[37] Nord M: Introduction to item response theory applied to food security measurement: basic concepts, parameters and statistics. (2014) https://www.fao.org/3/i3946e/i3946e.pdf (eingesehen am 09.09.2024)

[38] Depa J, Gyngell F, Müller A et al.: Prevalence of food insecurity among food bank users in Germany and its association with population characteristics. Prev Med Rep 9 (2018) 96–101. doi:10.1016/j.pmedr.2018.01.005

[39] Kleiser C, Mensink GBM, Scheidt-Nave C et al.: HuSKY: a healthy nutrition score based on food intake of children and adolescents in Germany. Br J Nutr 102 (2009) 610–618. doi:10.1017/S0007114509222689

[40] Forschungsdepartment Kinderernährung, Universitätskinderklinik Bochum: Empfehlungen für die Ernährung von Kindern und Jugendlichen. Die Optimierte Mischkost. (2020)

[41] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE): Gut essen und trinken – Der DGE-Ernährungskreis. (2024) https://www.dge.de/gesunde-ernaehrung/dge-ernaehrungsempfehlungen/dge-ernaehrungskreis/ (eingesehen am 09.09.2024)

[42] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE): Interpretationshilfe FBDG der DGE für Deutschland. Interpretationshilfe Verwendung der lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der DGE in der Forschung. (2024) https://www.dge.de/fileadmin/dok/wissenschaft/publikationen/Interpretationshilfe_DGE_FBDG_DEundENG.pdf (eingesehen am 09.09.2024)

[43] Richter M: Umrechnungsfaktoren in Milchäquivalente. DGEwissen (2024) 43

[44] Kuhn D-A: Entwicklung eines Index zur Bewertung der Ernährungsqualität in der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). (2017) https://edoc.rki.de/bitstream/handle/176904/5437/kuhn.pdf?sequence=1&isAllowed=y (eingesehen am 09.09.2024)

[45] Azevedo FM, de Morais NS, Silva DLF et al.: Food insecurity and its socioeconomic and health determinants in pregnant women and mothers of children under 2 years of age, during the COVID-19 pandemic: a systematic review and meta-analysis. Front Public Health 11 (2023) 1087955. doi:10.3389/fpubh.2023.1087955

[46] Carter KN, Lanumata T, Kruse K et al.: What are the determinants of food insecurity in New Zealand and does this differ for males and females? Aust N Z J Public Health 34 (2010) 602–608. doi:10.1111/j.1753-6405.2010.00615.x

[47] Bastian A, Parks C, Yaroch A et al.: Factors associated with food insecurity among pregnant women and caregivers of children aged 0-6 years: a scoping review. Nutrients 14 (2022) 2407. doi:10.3390/nu14122407

[48] Carter MA, Dubois L, Tremblay MS: Place and food insecurity: a critical review and synthesis of the literature. Public Health Nutr 17 (2014) 94–112. doi:10.1017/S1368980013000633

[49] Hsieh H-F, Shannon SE: Three approaches to qualitative content analysis. Qual Health Res 15 (2005) 1277–1288. doi:10.1177/1049732305276687

[50] aid infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e. V.: Die aid-Ernährungspyramide – Richtig essen lehren und lernen. (2012)

[51] Tafel Deutschland: Krieg in der Ukraine und Inflation werden für die Tafeln zur Belastungsprobe. (2022) https://www.tafel.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilungen-2022/krieg-in-der-ukraine-und-inflation-werden-fuer-die-tafel-zur-belastungsprobe (eingesehen am 05.11.2024)

[52] Statistische Ämter des Bundes und der Länder: Inflation 2022. Energie und Lebensmittel: Auswirkungen auf die Verbraucherpreise 2022. (2022) https://www.statistikportal.de/de/inflation (eingesehen am 09.09.2024)

[53] Gößwald A, Lange M, Kamtsiuris P et al.: DEGS: Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland. Bundesweite Quer- und Längsschnittstudie im Rahmen des Gesundheitsmonitorings des Robert Koch-Instituts. Bundesgesundheitsbl 55 (2012) 775–780. doi:10.1007/s00103-012-1498-z

[54] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (Hrsg.): 12. Ernährungsbericht 2012. Bonn (2012)

[55] Gose M, Krems C, Heuer T et al.: Trends in food consumption and nutrient intake in Germany between 2006 and 2012: results of the German National Nutrition Monitoring (NEMONIT). Br J Nutr 115 (2016) 1498–1507. doi:10.1017/S0007114516000544

[56] Alkerwi A, Vernier C, Sauvageot N et al.: Demographic and socioeconomic disparity in nutrition: application of a novel Correlated Component Regression approach. BMJ Open 5 (2015) e006814. doi:10.1136/bmjopen-2014-006814

[57] Galobardes B, Lynch J, Smith GD: Measuring socioeconomic position in health research. Br Med Bull 81-82 (2007) 21–37. doi:10.1093/bmb/ldm001

[58] Brücker H, Ette A, Grabka MM et al.: Ukrainian refugees in Germany: evidence from a large representative survey. CPoS 48 (2023) 395–424. doi:10.12765/CPoS-2023-16

[59] Brücker H, Kosyakova Y, Schwanhäuser S et al.: Geflüchtete aus der Ukraine in Deutschland: Flucht, Ankunft und Leben. (2022) https://www.diw.de/documents/dokumentenarchiv/17/diw_01.c.861918.de/221214-gesamtbrosch%C3%BCre-ukraine.pdf (eingesehen am 09.09.2024)

[60] Li, T.: Fafard St-Germain, AA, Tarasuk V: Household food insecurity in Canada, 2022. Research to identify policy options to reduce food insecurity (PROOF). (2023) https://proof.utoronto.ca/wp-content/uploads/2023/11/Household-Food-Insecurity-in-Canada-2022-PROOF.pdf (eingesehen am 09.09.2024)

[61] Simmet A, Bschaden A, Ketel J et al.: Ernährungsunsicherheit während der COVID-19-Pandemie unter Tafel-Kund*innen. Ernährungs Umschau (2024) accepted for publication

[62] Cain KS, Meyer SC, Cummer E et al.: Association of food insecurity with mental health outcomes in parents and children. Acad Pediatr 22 (2022) 1105–1114. doi:10.1016/j.acap.2022.04.010

[63] Maynard M, Andrade L, Packull-McCormick S et al.: Food insecurity and mental health among females in high-income countries. Int J Environ Res Public Health 15 (2018) 1424. doi:10.3390/ijerph15071424

[64] Bruening M, Dinour LM, Chavez JBR: Food insecurity and emotional health in the USA: a systematic narrative review of longitudinal research. Public Health Nutr 20 (2017) 3200–3208. doi:10.1017/S1368980017002221

[65] Leung CW, Laraia BA, Feiner C et al.: The psychological distress of food insecurity: a qualitative study of the emotional experiences of parents and their coping strategies. J Acad Nutr Diet 122 (2022) 1903-1910.e2. doi:10.1016/j.jand.2022.05.010

[66] Lindow P, Yen IH, Xiao M et al.: 'You run out of hope': an exploration of low-income parents' experiences with food insecurity using Photovoice. Public Health Nutr 25 (2022) 987–993. doi:10.1017/S1368980021002743

[67] Lehmkühler SH, Justus Liebig University Giessen: Die Gießener Ernährungsstudie über das Ernährungsverhalten von Armutshaushalten (GESA): qualitative Fallstudien. (2002) https://jlupub.ub.uni-giessen.de/handle/jlupub/17679 (eingesehen am 26.01.2024)

[68] Yildiz J: Auswirkungen eines verringerten Haushaltsbudgets auf den Lebensmittelkonsum. Eine empirische Untersuchung zu den finanziell bedingten Veränderungen am Lebensmitteleinkauf und beim Ernährungsverhalten. (2014) https://jlupub.ub.uni-giessen.de/items/caaab3bd-3eb0-4b16-8375-f8dc43e8f0d4 (eingesehen am 09.09.2024)

[69] Ryu J-H, Bartfeld JS: Household food insecurity during childhood and subsequent health status: the early childhood longitudinal study – kindergarten cohort. Am J Public Health 102 (2012) e50-e55. doi:10.2105/AJPH.2012.300971

[70] Paquin V, Muckle G, Bolanis D et al.: Longitudinal trajectories of food insecurity in childhood and their associations with mental health and functioning in adolescence. JAMA Netw Open 4 (2021) e2140085. doi:10.1001/jamanetworkopen.2021.40085

[71] Lee T-H, Kuo J-H, Liu C-Y et al.: Trajectory of food insecurity and its association with longitudinal mental health and sleep outcomes in adolescents from economically disadvantaged families. Nutrients 13 (2021) 1696. doi:10.3390/nu13051696

[72] Leigh-Hunt N, Bagguley D, Bash K et al.: An overview of systematic reviews on the public health consequences of social isolation and loneliness. Public Health 152 (2017) 157–171. doi:10.1016/j.puhe.2017.07.035

[73] Pförtner T-K, Demirer I: Erwerbsarmut und subjektive Gesundheit während der COVID-19-Pandemie: Eine Zeitvergleichsstudie mit Daten des Sozio-oekonomischen Panels 1995–2021. Bundesgesundheitsbl 66 (2023) 869–881. doi:10.1007/s00103-023-03734-z

[74] Pförtner T-K, Schmidt-Catran AW: In-work poverty and self-rated health in a cohort of working Germans: a hybrid approach for decomposing within-person and between-persons estimates of in-work poverty status. Am J Epidemiol 185 (2017) 274–282. doi:10.1093/aje/kww218

[75] Poethko-Müller C, Kuntz B, Lampert T et al.: Die allgemeine Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland – Querschnittergebnisse aus KiGGS Welle 2 und Trends. J Health Monitoring 3 (2018) 8–15. doi:10.17886/RKI-GBE-2018-004

[76] Heidemann C, Scheidt-Nave C, Beyer A-K et al.: Gesundheitliche Lage von Erwachsenen in Deutschland – Ergebnisse zu ausgewählten Indikatoren der Studie GEDA 2019/2020-EHIS. J Health Monitoring 6 (2021) 3–27. doi:10.25646/8456

[77] Schienkiewitz A, Brettschneider A-K, Damerow S et al.: Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter in Deutschland – Querschnittergebnisse aus KiGGS Welle 2 und Trends. J Health Monitoring 3 (2018) 16–23. doi:10.17886/RKI-GBE-2018-005.2

[78] Brettschneider A-K, Rosario AS, Ellert U: Validity and predictors of BMI derived from self-reported height and weight among 11- to 17-year-old German adolescents from the KiGGS study. BMC Res Notes 4 (2011) 414. doi:10.1186/1756-0500-4-414

[79] Schienkiewitz A, Mensink GB, Kuhnert R et al.: Übergewicht und Adipositas bei Erwachsenen in Deutschland. J Health Monitoring 2 (2017) 21–28. doi:10.17886/RKI-GBE-2017-025

[80] Heide K, Brettschneider A-K, Lehmann F et al.: Utilization of school meals. Results from the nationwide nutrition survey EsKiMo II. Ernahrungs Umschau 66 (2019) 92–99. doi:10.4455/eu.2019.017

[81] Frank M, Brettschneider A-K, Barbosa CL et al.: Prevalence and temporal trends of shared family meals in Germany. Results from EsKiMo II. Ernahrungs Umschau 66 (2019) 60–67. doi:10.4455/eu.2019.013

[82] Borrmann A, Mensink GBM: Kochhäufigkeit in Deutschland. J Health Monitoring 1 (2016) 43–49. doi:10.17886/RKI-GBE-2016-037

[83] Darmon N, Drewnowski A: Contribution of food prices and diet cost to socioeconomic disparities in diet quality and health: a systematic review and analysis. Nutr Rev 73 (2015) 643–660. doi:10.1093/nutrit/nuv027

[84] Monsivais P, Drewnowski A: Lower-energy-density diets are associated with higher monetary costs per kilocalorie and are consumed by women of higher socioeconomic status. J Am Diet Assoc 109 (2009) 814–822. doi:10.1016/j.jada.2009.02.002

[85] Hohoff E, Zahn H, Weder S et al.: Food costs of children and adolescents consuming vegetarian, vegan or omnivore diets: results of the cross-sectional VeChi Youth Study. Nutrients 14 (2022) 4010. doi:10.3390/nu14194010

[86] Simmet A, Tinnemann P, Stroebele-Benschop N: The German Food Bank System and its users – a cross-sectional study. Int J Environ Res Public Health 15 (2018) 1485. doi:10.3390/ijerph15071485

[87] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE): Versorgungsbilanzen Fleisch. (2024) https://www.bmel-statistik.de/ernaehrung/versorgungsbilanzen/fleisch (eingesehen am 09.09.2024)

[88] Bouvard V, Loomis D, Guyton KZ et al.: Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. Lancet Oncol 16 (2015) 1599–1600. doi:10.1016/S1470-2045(15)00444-1

[89] Araiza AM, Lobel M: Stress and eating: definitions, findings, explanations, and implications. Social & Personality Psych 12 (2018) e12378. doi:10.1111/spc3.12378

[90] Boyland EJ, Nolan S, Kelly B et al.: Advertising as a cue to consume: a systematic review and meta-analysis of the effects of acute exposure to unhealthy food and nonalcoholic beverage advertising on intake in children and adults. Am J Clin Nutr 103 (2016) 519–533. doi:10.3945/ajcn.115.120022

[91] Sadeghirad B, Duhaney T, Motaghipisheh S et al.: Influence of unhealthy food and beverage marketing on children's dietary intake and preference: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. Obes Rev 17 (2016) 945–959. doi:10.1111/obr.12445

[92] Tarasuk V, McIntyre L, Li J: Low-income women's dietary intakes are sensitive to the depletion of household resources in one month. J Nutr 137 (2007) 1980–1987. doi:10.1093/jn/137.8.1980

[93] Kharmats AY, Jones-Smith JC, Cheah YS et al.: Relation between the Supplemental Nutritional Assistance Program cycle and dietary quality in low-income African Americans in Baltimore, Maryland. Am J Clin Nutr 99 (2014) 1006–1014. doi:10.3945/ajcn.113.075994

[94] Dinour LM, Bergen D, Yeh M-C: The food insecurity-obesity paradox: a review of the literature and the role food stamps may play. J Am Diet Assoc 107 (2007) 1952–1961. doi:10.1016/j.jada.2007.08.006

[95] Bonevski B, Randell M, Paul C et al.: Reaching the hard-to-reach: a systematic review of strategies for improving health and medical research with socially disadvantaged groups. BMC Med Res Methodol 14 (2014) 42. doi:10.1186/1471-2288-14-42

[96] Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE) beim BMEL (Hrsg.): Politik für eine nachhaltigere Ernährung. Eine integrierte Ernährungspolitik entwickeln und faire Ernährungsumgebungen gestalten. Gutachten. (2020) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/agrarpolitik/wbae-gutachten-nachhaltige-ernaehrung.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (eingesehen am 09.09.2024)

[97] Madlala SS, Hill J, Kunneke E et al.: Adult food choices in association with the local retail food environment and food access in resource-poor communities: a scoping review. BMC Public Health 23 (2023) 1083. doi:10.1186/s12889-023-15996-y

[98] Pudel V: Verhältnisprävention muss Verhaltensprävention ergänzen. Ernährungs Umschau 53 (2006) 95–98

[99] Schneider S, Gruber J: Neighbourhood deprivation and outlet density for tobacco, alcohol and fast food: first hints of obesogenic and addictive environments in Germany. Public Health Nutr 16 (2013) 1168–1177. doi:10.1017/S1368980012003321

[100] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.): Nahversorgung in ländlichen Räumen. (2013) https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmvbs/bmvbs-online/2013/DL_ON022013.pdf;jsessionid=4EEF1EC18BC9109A48A73BEF5307D9E7.live11294?__blob=publicationFile&v=1 (eingesehen am 09.09.2024)

[101] McGill R, Anwar E, Orton L et al.: Are interventions to promote healthy eating equally effective for all? Systematic review of socioeconomic inequalities in impact. BMC Public Health 15 (2015) 457. doi:10.1186/s12889-015-1781-7

[102] Allen L, O'Connor J, Amezdroz E et al.: Impact of the Social Café Meals program: a qualitative investigation. Aust J Prim Health 20 (2014) 79–84. doi:10.1071/PY12102

[103] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE): DGE-Qualitätsstandard für die Verpflegung in Kitas. Bonn, 6. Auflage, 2. korrigierter und aktualisierter Nachdruck (2023)

[104] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE): DGE-Qualitätsstandard für die Verpflegung in Schulen. Bonn, 5. Auflage, 2. korrigierter und aktualisierter Nachdruck (2023)

[105] Gittelsohn J, Trude ACB, Kim H: Pricing strategies to encourage availability, purchase, and consumption of healthy foods and beverages: a systematic review. Prev Chronic Dis 14 (2017) E107. doi:10.5888/pcd14.170213

[106] Andreyeva T, Marple K, Marinello S et al.: Outcomes following taxation of sugar-sweetened beverages: a systematic review and meta-analysis. JAMA Netw Open 5 (2022) e2215276. doi:10.1001/jamanetworkopen.2022.15276

[107] Netzwerk der Verbraucherzentralen: Containern von Lebensmitteln: Was das ist und warum es verboten ist. (2023) https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/digitale-welt/datenschutz/containern-von-lebensmitteln-was-das-ist-und-warum-es-verboten-ist-85065 (eingesehen am 09.09.2024)

5 Personalisierte Ernährung: Erfahrungen und Entwicklungen

Hannelore Daniel[1], Britta Renner[2], Theresa Maria Ting[3], Jessica Tauer[3], Anette Buyken[4], Jakob Linseisen[5,6] für die Arbeitsgruppe „Personalisierte Ernährung" der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V.

[1] ex. Lehrstuhl für Ernährungsphysiologie, Technische Universität München, Freising
[2] Lehrstuhl für Psychologische Diagnostik & Gesundheitspsychologie, Universität Konstanz, Konstanz
[3] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), Bonn
[4] Professur für Public Health Nutrition, Universität Paderborn, Paderborn
[5] Lehrstuhl für Epidemiologie, Universität Augsburg, Augsburg
[6] Institut für Medizinische Informationsverarbeitung, Biometrie und Epidemiologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, München

Zusammenfassung

Personalisierte Ernährung (PE) hat sich als Forschungsfeld und in kommerziellen Anwendungen vor rund zwanzig Jahren etabliert und wurde in der Folge der Genomforschung vor allem als eine Ernährung verstanden, die den genetischen Dispositionen der Individuen gerecht werden soll. Derweil haben umfangreiche Studien zur Varianz des menschlichen Genoms und des Mikrobioms im Darm gezeigt, dass eine extrem große Zahl von Einflussgrößen den ernährungsmitbedingten Erkrankungen zugrunde liegt. Auch die Varianz des Darmmikrobioms ist sehr groß und bisher weitgehend unerklärt. Daraus ergibt sich, dass die PE-Konzepte dieser Komplexität kaum gerecht werden können, da sie bisher nur auf wenigen Parametern und/oder Genvarianten als Grundlage der individualisierten Empfehlungen oder Produkte zu Ernährung und Lebensstil gründen. Besonders im Kontext der *Precision Nutrition* wird deshalb vielfach argumentiert, es müssten noch sehr viel mehr biologische Kenngrößen zur Steigerung der Präzision einfließen. Diese Kenngrößen werden mithilfe verschiedener Plattformtechnologien zur Analyse und Darstellung des Transkriptoms, Proteoms und Metaboloms erzeugt. Inwieweit die Einbettung dieser zusätzlichen Parameter tatsächlich einen Mehrwert generiert, muss die Zukunft zeigen. Zentral bleibt ohnehin die Frage, ob solche Ansätze der Individualisierung tatsächlich geeignet sind, eine gesundheitsfördernde Ernährungsweise herbeizuführen. Die wenigen Studien, die dies wissenschaftlich untersucht haben, liefern recht kohärent den Befund, dass die Personalisierung und individuelle Ansprache per se einen Nutzen gegenüber generischen Empfehlungen zeigt, dass aber die Einbeziehung biomedizinischer Parameter (gleich welcher Art) nur einen geringen oder keinen zusätzlichen Nutzen generiert.

Es erschien daher notwendig, in kritischer Reflexion zukünftig PE-Maßnahmen sehr viel mehr auf die psychosozialen Determinanten des Verhaltens und deren Modifikation auszurichten. In interdisziplinärer Konstellation erarbeitete die Arbeitsgruppe

„Personalisierte Ernährung" der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) daher ein adaptives System zur Verhaltensänderung (*adaptive personalized nutrition advice system,* APNAS), welches auf Daten zur Ernährungsumwelt sowie den Ressourcen und Möglichkeiten des Individuums gründet und ihm bei allen Essens-Entscheidungen vor Ort in beratender Funktion gemäß den selbst definierten Zielen Unterstützung bietet. Biomedizinische Größen spielen in diesem Konzept keine prominente Rolle mehr. Das neue APNAS nutzt die Chancen digitaler Werkzeuge zur Erfassung der relevanten Daten zur Lebenssituation und zum ernährungsbezogenen Verhalten, um die Nutzer*innen in bidirektionaler Kommunikation zu unterstützen. Dies setzt jedoch die Nutzung von Datenbanken (zu Rezepturen und Lebensmittelzusammensetzung) und Algorithmen zur Ableitung der Empfehlungen voraus, und erfordert ein hohes Maß an Daten- und Persönlichkeitsschutz. Für die Kommunikation können Chatbots (Sprachagenten) oder Avatare dienen, die an die individuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten der Person, wie etwa das Sprachverständnis, angepasst sind. Ein solches System könnte erstmals auch jene Zielgruppen erreichen, die vermutlich den größten Nutzen aus dieser Art persönlicher Beratung beziehen würden. Darüber hinaus können in ein solches System auch eine Vielzahl anderer Parameter, die zunehmend an Bedeutung bei Konsumentscheidungen gewinnen, integriert werden. Im Ernährungsbereich wären somit neben Gesundheit auch Umwelt, Tierwohl und soziale Aspekte in der Lebensmittelproduktionskette sowie weitere individuelle Werte in die Entscheidungsprozesse einzubetten. Da Chatbots und Avatare – wenn einmal generiert – vielfach verwendbar sind und die Inhalte mittels künstlicher Intelligenz sehr schnell und in jeder Sprache erstellt werden können, bietet ein solches System nicht nur eine besondere Breitenwirksamkeit, sondern ist – nach Etablierung – auch gleichzeitig sehr kostengünstig.

DGE-Arbeitsgruppe „Personalisierte Ernährung"

Hannelore Daniel (Vorsitz), Jakob Linseisen (Vorsitz), Janine Bröder, Anette Buyken, Johanna Conrad, Paola Ferrario, Kurt Gedrich, Christina Holzapfel, Michael Leitzmann, Stefan Lorkowski, Britta Renner, Marie-Christine Simon, Christian Sina, Melanie Waldenberger, Bernhard Watzl, Jan Wirsam

Kernaussagen

➔ Bisherige Konzepte der PE basierten vor allem auf biomedizinischen Kenngrößen (Genotyp, Mikrobiomsignatur u. a.), um daraus personalisierte Supplemente, fertige Menüs oder Dienstleistungen in Form von Empfehlungen zu Ernährung und Lebensstil anzubieten. Allerdings haben diese Ansätze in der wissenschaftlichen Prüfung anhand messbarer Gesundheitsindikatoren oder in verändertem Ernährungsverhalten kaum einen Nutzen dokumentieren können. Darüber hinaus sind sie aufgrund der Kosten bisher nur privilegierten Gruppen vorbehalten und im Sinne von *Public Health* daher wenig relevant.

➔ Digitale Werkzeuge und künstliche Intelligenz bieten die Chance auf die Entwicklung komplett neuartiger PE-Ansätze. Sie nutzen verfügbare Parameter aus dem individuellen Konsumverhalten (z. B. wann und wo wird was konsumiert) sowie beständig wachsende Datenbanken mit den Informationen zu den Nährstoff- und Energiegehalten und/oder Gesundheits- und Nachhaltigkeitsindikatoren einzelner Lebensmittel oder Menüs. Algorithmen generieren daraus Lösungsvorschläge entlang vordefinierter Ziele, die mittels Chatbots oder in Form personalisierter Avatare dem Individuum in passender Sprache die Handlungsoptionen zum Zeitpunkt der Entscheidung nahebringen.

➔ In diesem neuen APNAS-Ansatz stehen Verhalten und Verhaltensmodifikation im Fokus; biomedizinische Größen spielen nur eine untergeordnete Rolle. Eingebettet in ein adaptives Feedback-System von Erfassung und Entscheidungshilfen steht das Individuum in seiner spezifischen sächlichen und sozialen Ernährungsumgebung sowie mit seinen Ressourcen im Mittelpunkt. Die digitale Umwelt nutzend, werden für das Individuum anhand der mit ihm gemeinsam definierten Ziele an jedem Ort und just in time Dienstleistungen oder Produkte angeboten. In einer Feedback-Schleife kann dies als lernendes System zur Begleitung einer gesundheitsförderlichen und nachhaltigeren Ernährung genutzt werden.

5.1 Einleitung

Personalisierte Ernährung (PE) ist bisher nie verbindlich definiert worden, sodass großer Interpretationsspielraum besteht. PE wird häufig als Ernährung verstanden, die den genetischen Dispositionen eines Individuums entsprechen soll. Sie wird gelegentlich gleichgesetzt mit der praktischen Umsetzung von Erkenntnissen basierend auf *nutrigenetics* und *nutrigenomics*, die sich als Forschungsrichtungen in Folge der Sequenzierung des Humangenoms etablierten [1, 2]. Als sinnverwandte Begrifflichkeiten finden sich darüber hinaus u. a. Präzisionsernährung (*Precision Nutrition*), zielgerichtete Ernährung (*tailored/targeted nutrition*) oder genbasierte Ernährung. Ziel aller PE-Ansätze ist jedoch, dem Individuum durch Verzehrempfehlungen, Dienstleistungen oder Produkte Unterstützung für eine Ernährungsweise zu bieten, die sowohl den Nährstoffbedarf deckt als auch der Gesundheitsvorsorge dient. Andere Aspekte des Lebensmittelverzehrs und Lebensstils blieben bisher dagegen weitgehend unbeachtet.

Definition der DGE-Arbeitsgruppe für „Personalisierte Ernährung"

Personalisierte Ernährung wird als ein umfassender Ansatz verstanden, bei dem Ernährungsempfehlungen und -dienstleistungen oder Produkte offeriert werden, die
1) auf die individuellen Bedarfe und Bedürfnisse von Personen abgestimmt sind;
2) dem Erhalt oder Erwerb von Gesundheit und Wohlbefinden bzw. der Therapie von ernährungsmitbedingten Krankheiten (inklusive Lebensmittelintoleranzen) dienen und
3) die Realisierung einer nachhaltigeren Ernährung (in den zusätzlichen Dimensionen Umwelt, Tierwohl und Soziales) unterstützen.

Persönliche Ernährungsberatung durch eine Fachkraft kann als Urform der PE gesehen werden und stellt im Grunde nichts Neues dar. Allerdings wurde das Feld infolge der Genomforschung neu definiert als eine Anwendung, die genetische Unterschiede der Individuen einschließt und auf deren Grundlage spezifischere, individualisierte Ernährungsempfehlungen formuliert werden können. Was jedoch auch als neu angesehen werden kann, ist die Berücksichtigung zusätzlicher Variablen wie z. B. Ergebnisse aus den Mikrobiomanalysen (Stuhlanalysen), die heute neben den soziodemografischen, anthropometrischen und sonstigen Informationen zur Ernährungsweise und körperlichen Aktivität des Individuums in die abgeleiteten individualisierten Empfehlungen einfließen können. Als neu kann ebenfalls die Nutzung technischer Möglichkeiten des digitalisierten Alltags gesehen werden, die einerseits vitale Körperfunktionen direkt und in Echtzeit erfassen oder algorithmus-basierte Empfehlungen individualisiert an die Konsument*innen zu liefern vermögen [3].

5.2 Entwicklung des Forschungsbereichs und aktueller Stand

Eine erste Publikation mit der Begrifflichkeit PE findet sich in der wissenschaftlichen Literatur datierend aus dem Jahr 1972 [4]. Seitdem ist eine Vielzahl an Publikationen zum Thema erschienen. Nachdem 2001 die Blaupause des menschlichen Genoms vorgelegt wurde [5, 6] und bereits 2003 erste Unternehmen die Genotypisierung und darauf basierende Empfehlungen zu Ernährung und Lebensstil anboten [7], rückte diese Art der PE auch in die öffentliche Wahrnehmung. Im Jahr 2005 fand die erste internationale Konferenz zur PE mit mehr als 200 Teilnehmenden, darunter auch zahlreiche führende Unternehmen der Lebensmittel- und Gesundheitsbranche, statt [8]. Seitdem unterliegt das Themenfeld sowohl in seiner akademischen als auch kommerziellen Ausrichtung Popularitätsschwankungen. Darüber hinaus trat eine gewisse Ernüchterung ein, da auf der Grundlage unzähliger sogenannter genomweiter Assoziationsstudien eine unerwartet große Zahl von Genvarianten identifiziert wurde, die an ernährungsmitbedingten Erkrankungen beteiligt sind. Da immer größere Kohorten weltweit auf prädisponierende Genvarianten untersucht werden, wird die Zahl der identifizierten Genorte, sogenannter (Gen-)Loci[1], weiter steigen, zumal nur in großen Populationen die Varianten mit kleinen Effektgrößen aufgefunden werden können. Es kann daher angenommen werden, dass – bis auf ausgesprochen seltene Varianten – alle wesentlichen Genvarianten bereits bekannt sind, die eine Kondition bedingen. So sind allein für Hypertonie als wichtigstem Risikofaktor für kardiovaskuläre Erkrankungen ca. 1 000 verschiedene Loci identifiziert worden [9]. Für Typ-2-Diabetes sind mehr als 400 Loci beschrieben worden [10, 11]. Einfluss auf die Entwicklung von Übergewicht haben mehr als 900 Loci [12], von denen eine Vielzahl ebenfalls prädisponierend für Typ-2-Diabetes und kardiovaskuläre Erkrankungen wirken. Einige wenige Genvarianten haben bemerkenswerte Effektgrößen. Ein solches Beispiel ist das FTO-Gen (*fat mass and obesity-associated gene*). Es wird bei mehr als der Hälfte aller Europäer*innen in einer Variante in heterozygoter Form vorgefunden, die die Entwicklung einer Adipositas begünstigt und in der homozygoten Ausprägung – bei rund 17 % der Europäer*innen vorliegend – etwa 3 kg zusätzliches Körpergewicht herbeiführen kann [13]. Natürlich wurde in der Genotypisierung die Chance gesehen, frühzeitig und präziser individuelle Gesundheitsrisiken zu identifizieren, und somit auch gezielt Maßnahmen zur Prävention einzuleiten. Dies hat sich aber nur in begrenztem Maße als zutreffend erwiesen. Besonders in der Diagnostik der nicht übertragbaren

[1] Die physischen Positionen bestimmter Gene im Genom

und ernährungsmitbedingten Erkrankungen, wie Typ-2-Diabetes oder kardiovaskuläre Krankheiten, wurde kein überzeugender Mehrwert durch die Genotypisierungen gegenüber den klassischen diagnostischen Verfahren erreicht [14]. Bessere Erfolge finden sich dagegen bei der Genotypisierung, die im Rahmen einer Pharmakotherapie das Ansprechen der Patient*innen auf einzelne Medikamente vorhersagen kann [15].

Neben der Genetik spielt auch die Epigenetik bei der Ausprägung des Genoms und seiner biologischen Wirkungen eine bedeutende Rolle. Die Epigenetik umfasst verschiedene Prozesse und Ebenen der Genregulation und hat in den letzten Jahren viele neue Befunde hervorgebracht, doch haben sich daraus bisher keine praktischen Anwendungen für die PE ergeben. So sind auch noch keine Studien zur PE bekannt geworden, die epigenetische Marker in einen prognostischen Ansatz gebracht hätten. Der Sachstand zur Genetik und Epigenetik im Kontext der PE wurde von der DGE-Arbeitsgruppe erarbeitet und als Übersichtsarbeit in 2022 vorgelegt [16]. Neuere Studien zeigen nur einen begrenzten Einfluss der Ernährung (bis auf Alkohol) auf epigenomweite Methylierungsmuster [17].

5.2

In den letzten Jahren hat sich in der Folge der schnelleren und kostengünstigeren Sequenzierungsverfahren mit der Mikrobiomforschung ein neues Forschungsfeld etabliert, das zeitnah auch in die Ansätze zur PE Einzug hielt. Das Mikrobiom als die Gesamtheit aller Mikroorganismen, die in und auf dem Menschen siedeln, lässt sich heute schnell für jedes Körperkompartiment analysieren. Die Mehrzahl der Organismen besiedelt dabei den Gastrointestinaltrakt mit einem ausgeprägten Gradienten zunehmender Dichte von oral zu anal [18]. In der überwiegenden Zahl der Studien zum Darmmikrobiom kommen Stuhlproben als Quelle zur Erfassung der Organismen-Diversität und -Dichte zum Einsatz. Die dazu angewendeten Sequenzierungstechniken und bioinformatischen Analysen sind nicht standardisiert, ebenso wenig die Probennahme und Prozessierung. Dies bedeutet, dass die erhobenen Befunde stark von den jeweiligen Verfahren abhängig sind. Trotz einer exponentiellen Zunahme der Zahl an Publikationen zum menschlichen Darmmikrobiom, die derweil in die Zehntausende gehen, bleiben bisher noch immer 80 bis 85 % der vorhandenen Varianz in der Organismenvielfalt unerklärt [19]. Ebenso ist bisher nicht hinreichend definiert, was ein „gesundes Mikrobiom" kennzeichnet [20]. Unter den geschätzten rund 200 bisher identifizierten Einflussgrößen [19, 21] auf die Mikrobiomdiversität finden sich unter anderem:

- Alter
- Geschlecht
- BMI
- Konsistenz und Farbe der Stuhlprobe
- Gastrointestinale Transitzeit
- Blutparameter wie Triglyceride, LDL, Cholesterol, Glucose, Leukocyten
- Blutgruppe
- Erkrankungen wie Reizdarmsyndrom, Depression, Anämie, Allergien, Osteoporose, hoher Blutdruck etc.
- Wohnort
- Mitbewohner*innen (Familie/Partner*innen)
- Haustiere
- Hygienestandards
- Sport (Art/Intensität)
- Einnahme von Medikamenten (Statine, Metformin, ACE-Inhibitoren, Beta-Blocker, Protonenpumpenhemmer, Opiate etc.)
- Ernährung (eine Vielzahl von Lebensmittelgruppen und Ernährungsweisen)

Bisherige Konzepte der PE basierten vor allem auf biomedizinischen Kenngrößen (Genotyp, Mikrobiomsignatur u. a.), um daraus personalisierte Supplemente, fertige Menüs oder Dienstleistungen in Form von Empfehlungen zu Ernährung und Lebensstil anzubieten.

Dabei scheint jeder dieser individuellen Parameter nur einen marginalen Effekt auf die bisher erklärte Varianz in der Diversität des Mikrobioms zu haben [19]. Sowohl in Assoziationsstudien als auch in Interventionsstudien mit kleineren Personengruppen zeigen die Ernährungsweise sowie der Verzehr einzelner Lebensmittel(-gruppen) nur geringe Effekte auf die Diversität des Stuhlmikrobioms. Gleiches gilt für die Effekte von fermentierbaren Ballaststoffen; diese können zwar die absolute Anzahl an Bifidobakterien markant erhöhen, die Diversität des Mikrobioms bleibt aber weitgehend unverändert [22, 23]. Kennzeichnend für nahezu alle Studien zum menschlichen Mikrobiom ist, dass mit den genetischen Methoden nur die relative Häufigkeit von einzelnen Bakterienfamilien oder Spezies als Teil der Gesamtpopulation der Organismen betrachtet werden kann und nicht die absolute Zahl, da das eine Zählung in der Stuhlprobe oder den Einsatz von qPCR-Techniken notwendig machen würde. Dies wäre aber entscheidend für die Beurteilung der biochemischen bzw. metabolischen Aktivitäten, die von einzelnen Spezies ausgehen. Insgesamt werden quantitative Aspekte in der Mikrobiomanalyse gegenwärtig nur unzureichend berücksichtigt. Das betrifft u. a. auch die Stuhlmenge und -frequenz, die sich bei vielen Erkrankungen verändern und auch von etlichen Medikamenten beeinflusst werden. Hier stellt sich die Frage, inwieweit das Stuhlmikrobiom nicht nur anzeigt, was im Körper passiert, sondern auch ursächlich an der Entstehung von bestimmten Erkrankungen beteiligt ist. Quantitative Aspekte betreffen auch die gesamte bakterielle Biomasse des Menschen. Sie wurde mit ca. 200 g berechnet, wovon die größte Menge im Dickdarm zu finden ist [24]. Das Dickdarmvolumen beträgt beim Menschen zwischen 500 und 900 ml [25], und daraus resultiert bei einem Wassergehalt von > 80 % eine Menge von ca. 100 bis 150 g fester Bestandteile, die neben Pflanzenresten zu ca. 30 bis 40 % aus Bakterien bestehen [26]. In der Laienpresse – zum Teil aber selbst in der Fachpresse – werden noch immer 1,5 bis 2,5 kg Darmmikrobiom ausgewiesen. Diese Zahl basiert auf falschen Annahmen in einer Publikation aus dem Jahr 1972 [27]. Auch die Menge an Bakterien, die pro Tag mit dem Stuhl ausgeschieden wird, wird häufig überbewertet; sie beträgt in Europa durchschnittlich ca. 15 g [26]. In einer umfassenden und kritischen Analyse hat sich die DGE-Arbeitsgruppe mit dem Sachstand zur Mikrobiomforschung und seiner Bedeutung im Kontext der PE beschäftigt [28]. Im Ergebnis zeigt sich, dass Ernährungsempfehlungen auf der Grundlage von Stuhlanalysen als wissenschaftlich nicht hinreichend begründbar betrachtet werden müssen, da neben technischen Unzulänglichkeiten bei der Analyse vor allem nach wie vor ein unzureichendes Verständnis eines „gesunden Mikrobioms" besteht.

Kommerzielle Angebote zu personalisierter Ernährung und Lebensstil

PE sah und sieht im kommerziellen Bereich ein Kommen und Gehen meist kleinerer Unternehmen. Aber auch große Investitionen von beispielsweise rund 30 Mio. Dollar eines großen Lebensmittelherstellers in den USA in eine Firma, die personalisierte Menüs im Lieferdienst anbot, haben über Jahre keine Erträge erbracht und führten zur Insolvenz. Auch das bekannteste Unternehmen der Genotypisierungsbranche – gegründet bereits 2006 – erfährt über Jahre einen drastischen Verlust seines Börsenwertes und wird derweil als Pennystock klassifiziert. Die letzten Jahre haben dennoch eine Reihe von Neugründungen gesehen, die vor allem in der Folge der Mikrobiomforschung in den Markt eintraten. Auch wenn es bisher keine wissenschaftlichen Studien gibt, die die Effektivität der auf Mikrobiomanalysen basierenden Empfehlungen auf die Gesundheit und/oder das Wohlbefinden belegen, proliferieren diese Angebote. Aufgrund der fehlenden Evidenz und der technischen Unzulänglichkeiten in der Mikrobiomanalyse aus Stuhlproben werden in den USA mittlerweile Forderungen laut, den Markt dieser *Direct-to-Consumer*-Angebote zu regeln [29]. Aufgrund der Tatsache, dass in einigen Studien die Daten zum Mikrobiom auch mit Unterschieden in den postprandialen Glucosespiegeln in Zusammenhang gebracht wurden, sind kommerzielle Angebote entstanden, die Ergebnisse von Stuhlanalysen des Mikrobioms mit den Ergebnissen von Bluetooth-gekoppelten Sensoren zur kontinuierlichen Registrierung des Glucoseverlaufs (*continuous glucose monitoring,* CGM) im Blut (genauer im interstitiellen Raum) kombinieren. Die so untersuchten Personen erhalten dann Ernährungsempfehlungen zur Modulation der postprandialen Glucoseverläufe als Teil des Gesundheitsmanagements. Studien der letzten Jahre zeigen nun, dass der gastrointestinalen Transitzeit (Passagegeschwindigkeit) eine enge und vermutlich auch kausale Beziehung zwischen Mikrobiomdiversität und den postprandialen Glucoseverläufen zukommt. Dies lässt sich experimentell gut belegen und wird vermutlich physiologisch vorwiegend durch die Peptidhormone glucoseabhängiges insulinotropes Peptid (GIP), Peptid YY (PYY) und *Glucagon-like Peptide-1* (GLP-1) und deren Wirkung auf die Darmmotilität und die glucoseabhängige Insulinsekretion vermittelt [14, 30, 31]. Inwieweit damit Maßnahmen zur Modifikation des Mikrobioms tatsächlich auch die Blutglucosekontrolle beeinflussen, müssen weitergehende Studien klären. Eine kürzlich erschienene Publikation [32] mit umfassender Phänotypisierung einschließlich Mikrobiomanalyse von über 340 Proband*innen mit einer appbasierten PE über 18 Wochen führte im Vergleich zur Kontrolle zu moderaten Effekten (Beta-Diversität) der Ernährungsumstellung im PE-Arm auf das Mikrobiom, nicht aber auf Kenngrößen der Blutglucosehomöostase.

Die zentrale Frage im Kontext der PE ist daher, ob die Kenntnis individueller genetisch bedingter und/oder phänotypbedingter Risiken die Bereitschaft beim Individuum erhöht, Empfehlungen zur Ernährung bzw. zum Gesundheitsmanagement umzusetzen. Hier zeigen diverse Studien, dass PE im Vergleich zu generischen Ernährungsempfehlungen durchaus einen größeren Effekt auf die Adhärenz hat, die Kommunikation genetischer und/oder phänotypischer Risiken darüber hinaus aber keinen Mehrwert erbringt [33]. Dies gilt gleichermaßen für die Ergebnisse aus Studien zur Gewichtsreduktion [34, 35] wie auch zur Umsetzung einer gesundheitsfördernden Ernährung bei Gesunden oder auch Menschen mit Diabetes [16, 36]. So mehren sich insgesamt die kritischen Stimmen, die PE (oder auch *Precision Nutrition*) überzogene Auslobungen vorwerfen und ihr die Evidenz für die Wirksamkeit absprechen [37, 38].

Dass die Kenntnis individueller genetisch bedingter und/oder phänotypbedingter Risiken die Bereitschaft beim Individuum nicht signifikant fördert, Empfehlungen zur Ernährung bzw. zum Gesundheitsmanagement umzusetzen, ist wissenschaftlich mehrfach belegt.

5.3 Personalisierte Ernährung in neuem Ansatz

Die DGE-Arbeitsgruppe „Personalisierte Ernährung" hat aufbauend auf den Erfahrungen, die mit bisherigen PE-Ansätzen gewonnen wurden, ein neues Konzept entwickelt und als Übersichtsarbeit 2023 vorgelegt [39]. Es beschreibt ein adaptives personalisiertes Ernährungsberatungssystem (*adaptive personalized nutrition advice system,* APNAS). Art und Zeitpunkt von personalisierten Empfehlungen passen sich hierin an die individuellen Bedürfnisse und Fähigkeiten des zu beratenden Menschen in seiner realen Ernährungsumgebung an. Dazu wurde ein Rahmenmodell erarbeitet, welches sich in drei Teilbereiche gliedert:

- Psychosoziale Determinanten und Ernährungsumgebungen rücken in den Mittelpunkt des Ansatzes, während biomedizinische Kenngrößen eine geringere Bedeutung bekommen. Individuelle Fähigkeiten und Fertigkeiten, aber auch Einschränkungen (z. B. finanzielle Ressourcen) des Individuums sind zentrale Elemente im Handlungsraum.
- Ernährungsbezogene Informationen sollen in situ und just in time bereitgestellt werden, um Prozesse der Verhaltensänderung zu personalisieren und gezielt zu initiieren.
- Ziele und Maßnahmen werden zwischen Individuum und PE-Anbieter in einem partizipativen Dialog abgestimmt und iterativ angepasst. Das APNAS-Konzept sieht ein selbstlernendes System vor, das als Wegbegleitung für eine gesundheitsfördernde und nachhaltigere Ernährung dienen kann.

Digitale Ernährungsumgebungen ermöglichen in diesem Modell einerseits eine kontinuierliche Registrierung des Konsum-/Essverhaltens und/oder des Gesundheitsstatus in Echtzeit, andererseits erlauben sie auch die individuelle Beratung und Unterstützung an nahezu jedem Ort und zu jeder Zeit, wenn Entscheidungen zum Essen getroffen werden. Im Folgenden werden die einzelnen Komponenten des APNAS in Herleitung, Bedeutung und Anwendung beschrieben.

Personalisierte Ernährungsempfehlungen in einem partizipativen Dialog an vereinbarten und erreichbaren Zielen ausrichten

PE-Ansätze konzentrierten sich bisher insbesondere auf inter- und intraindividuelle Unterschiede in den physiologischen Stoffwechselantworten auf Lebensmittel bzw. die Ernährung in ihrer Gesamtheit sowie die Auswirkungen auf die Gesundheit [40, 41]. Essen erfüllt jedoch neben physiologischen auch wichtige psychosoziale Funktionen; daher muss PE neben den bisher dominierenden biomedizinischen bzw. gesundheitlichen Zielvorgaben auch andere Ziele integrieren. So müssen neben Ansprüchen an ein besseres Gewichtsmanagement, optimierte Nährstoffversorgung oder gesundheitliche Risikominimierung auch Aspekte wie Genussoptimierung, soziale Bedürfnisse, Zeitmanagement oder Schonung finanzieller Ressourcen in PE-Vorhaben einfließen. Zielkonflikte sind dabei offensichtlich und erfordern die Integration intelligenter Kompromissfindungsstrategien in das Instrumentarium zur Unterstützung des individuellen Ernährungsverhaltens.

Nicht nur Ziele, sondern auch Wege besser individualisieren

PE-Konzepte gehen oftmals von der Annahme aus, dass die regelmäßige Bereitstellung von individualisierten Gesundheitsinformationen bereits zu einer Verhaltensänderung mit positiven Auswirkungen auf die Gesundheit führt. Gleichzeitig wird durch die Kommunikation individueller Risiken eine Motivationssteigerung erwartet. Es kann kein Zweifel daran bestehen, dass die individuelle Ansprache ein wesentlicher Erfolgsfaktor der Ernährungsberatung ist – ob persönlich oder auf elektronischem Weg. Personalisierte Ziele finden größere Akzeptanz [42] als allgemein formulierte Ziele wie die lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der DGE. Eine Grundlage für diesen „Personalisierungs-Effekt" ist der aus der Psychologie bekannte „Barnum-Effekt" (auch als „Forer-Effekt" bekannt). Dieser beschreibt die Tendenz von Menschen, allgemeingültige Aussagen und Empfehlungen für die eigene Person als zutreffend und informativ zu akzeptieren, wenn sie glauben, dass diese individuell für sie erstellt wurden [43, 44]. Wenn Aussagen und Empfehlungen als zutreffend und aussagekräftig für die eigene Person angesehen werden, kann dies durch einen „selbsterfüllenden Prophezeiungseffekt" [45, 46] zu einer entsprechenden Änderung der damit verbundenen Einstellungen und Verhaltensweisen führen. In einer experimentellen Studienserie konnte beispielsweise nachgewiesen werden, dass das bloße Wissen um ein persönliches genetisches Risiko damit konsistente physiologische Reaktionen hervorruft [47]. Eine Personalisierung kann also spezifische Erwartungen bei den betreffenden Personen auslösen, die dann wiederum „selbsterfüllende", psychologische, verhaltensbezogene und physiologische Reaktionen bedingen können. Allerdings zeigen fast alle experimentellen Studien zur Wirksamkeit von PE bzw. Lebensstilintervention mit der Kommunikation individueller, u. a. auch genetischer Risiken, keinen über die persönliche Ansprache hinausgehenden zusätzlichen Nutzen [48–50]. Hingegen können personalisierte Ziele durchaus auch negative Auswirkungen haben: Werden individuelle Ziele zu ehrgeizig gesteckt und ist damit die Differenz zum Ist-Zustand zu groß, führt dies häufig zu entmutigenden Rückschlägen oder gar Misserfolgen, was eine geringere Selbstwirksamkeit bedingen kann [51].

Handlungslücken müssen gezielt überbrückt werden

Trotz des öffentlichen Interesses und des kollektiven Bestrebens, sich gesünder zu ernähren, erreichen viele Menschen dieses – oftmals selbstgesteckte Ziel – nicht [52]. Die auf Gruppen ausgerichteten Empfehlungen, wie sie von allen Fachgesellschaften formuliert werden, könnten eine enorme Wirksamkeit für die Verbesserung der öffentlichen Gesundheit entfalten, wenn mehr Menschen dazu in der Lage wären, die relevanten Handlungslücken im Alltag zu schließen, z. B. täglich 5 Portionen Gemüse und Obst zu verzehren. Es geht also nicht nur um Motivation, sondern auch um Befähigung. Die Personalisierung ist somit zwar hilfreich, verbleibt aber ohne adäquate Handlungsoptionen erfolglos, wenn sie nicht auf die Lebensumstände und Persönlichkeitsmerkmale abgestimmt ist. Es scheint daher zwingend geboten, diese Handlungslücke in zukünftigen PE-Konzepten zu schließen.

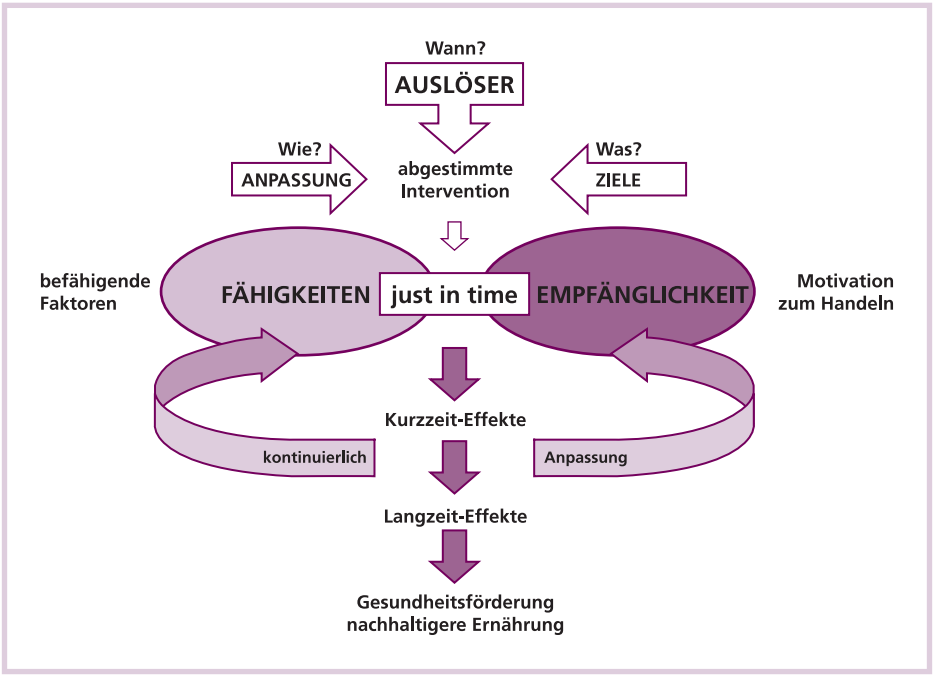


Abbildung 5/1: Rahmen für *Just-in-Time Adaptive Interventions* (JITAI) zur Optimierung der Erfolge einer Verhaltensänderung; übernommen und übersetzt von Renner et. al. [39] (ursprünglich adaptiert von Nahum-Shani et al. [53])

PE-Ansätze verfehlen *Public Health*-Ziele

In nahezu allen bekannten PE-Ansätzen fanden Faktoren der unmittelbaren Ernährungsumgebung des Individuums bisher keine Berücksichtigung. Allerdings haben die Ernährungsumgebungen einen bemerkenswerten Einfluss auf die Auswahl von Lebensmitteln [54]; dies gilt insbesondere für den Zugang zu ernährungsphysiologisch günstigeren Lebensmitteln in benachteiligten Regionen [55, 56]. Inwieweit PE ohne hinreichende Berücksichtigung von Faktoren der konkreten Lebensumwelt eines Individuums überhaupt zu einer nachhaltigen Veränderung des Einkaufs- und Essverhaltens beitragen kann, wird daher zunehmend kritisch hinterfragt. Da bisherige PE-Konzepte als kommerzielle Offerten vornehmlich privilegierte Personen angesprochen haben, wird ihnen ohnehin abgesprochen, nennenswert zur Gesundheit der Bevölkerung im Ganzen beitragen zu können [57]. Da soziale Benachteiligung eine wesentliche Determinante für die Entwicklung vieler Krankheiten, einschließlich der ernährungsmitbedingten Krankheiten, darstellt [58], könnten die PE-Konzepte in ihrer derzeitigen Form eine bereits bestehende soziale Ungleichheit weiter verstärken und sich somit letztlich ungünstig auf *Public Health* auswirken [57].

PE muss die Dynamik und Multifunktionalität des individuellen Essverhaltens berücksichtigen

Essverhalten ist ein komplexer und dynamischer Prozess, der sich nicht nur zwischen Individuen unterscheidet, sondern auch innerhalb eines Individuums unter dem Einfluss vieler interner und externer Determinanten [59–61]. Der Prozess wird stark durch die jeweilige

Ernährungsumgebung und die individuellen Präferenzen beeinflusst, die wiederum durch das soziale Umfeld sowie soziale Normen geprägt werden. Um dieser Komplexität und Dynamik des Essverhaltens gerecht zu werden sowie der jeweiligen Ernährungsumgebung zu entsprechen, bedarf es zeitnaher und örtlich definierter Impulse zur Förderung einer Verhaltensänderung.

PE-Ansätze, die dieser Komplexität Rechnung tragen, werden zukünftig auf große Datenmengen aus digitalen Ökosystemen und Wearables (Sensoren zur Erfassung von Vitalparametern) oder auf andere gesundheitsrelevante Instrumente zurückgreifen. Die Interpretation der Ergebnisse der Datenanalysen benötigt entsprechende Algorithmen für die Entscheidungsfindung und Ableitung der personalisierten Empfehlungen. Es gibt bereits digitale Ernährungsplattformen, die dies ansatzweise umsetzen [62–64].

Exkurs: Einsatz von Methoden des Maschinellen Lernens in der PE [65]

Neue Technologien erleichterten das Sammeln von Daten zu Ernährung, Lebensstil und individueller Umgebung (per GPS-Kopplung). Mittels neuer Sensoren können auch Daten verschiedener biochemischer, Vital- und Lebensstilparameter (Bewegung, Puls, EKG, Blutglucosespiegel, Schlafquantität und -qualität) kontinuierlich digital registriert werden. Die Prozesse zur Datengenerierung und -sammlung wurden präziser, schneller und günstiger. Maschinelles Lernen (*machine learning*, ML) kann verwendet werden, um diese Daten auszuwerten und komplexe Zusammenhänge zu erkennen. Im Rahmen der Entwicklung werden die erhobenen Daten in einen Trainings- und einen Test-Datensatz aufgeteilt. Auf Basis des Trainings-Datensatzes wird ein Vorhersagemodell entwickelt. Die Qualität des Vorhersagemodells wird anhand des Test-Datensatzes geprüft. Ziel ist es, das Vorhersagemodell auf neue, ähnliche Datensätze anwenden zu können.

PE-Ansätze können auch biomedizinische oder genetische Kenngrößen (inklusive Genom, Epigenom, Metabolom oder Mikrobiom) nutzen und durch Subgruppenanalysen Personengruppen identifizieren, die in einer ähnlichen Art und Weise reagieren. Falls die Effekte innerhalb einer Personengruppe variieren, können alternativ oder zusätzlich individuelle Effekte geschätzt werden. Als Methoden dienen neben ML und den Subgruppenanalysen auch lineare gemischte Modelle.

Sollen zukünftig auch andere Parameter der Dimensionen einer nachhaltigeren Ernährung, also Parameter zu den Effekten auf Umwelt, Tierwohl und Soziales, berücksichtigt werden [66], so sind die dazu notwendigen Daten aus geeigneten Datenbanken erforderlich. Vor allem Algorithmen auf der Grundlage von ML oder neuronalen Netzen finden Einsatz, um aus der enormen Datendichte anwendungsgerechte Empfehlungen abzuleiten.

PE muss statische durch adaptive Ansätze zur Verhaltensänderung ersetzen

Ursache-Wirkungs-Beziehungen werden oft als statisch angesehen [67]. Menschen reagieren jedoch auf externe Stressoren – je nach Umgebung – unterschiedlich, so auch beim Ernährungsverhalten [68–70]. So wird beispielsweise Stress häufig als ein wichtiger Einflussfaktor angesehen, der zur Entstehung von Übergewicht, einschließlich Adipositas, beiträgt [71, 72]. Wenn man davon ausgeht, dass diese Beziehung statisch und einheitlich ist, würde dies keine Personalisierung der Beratung erfordern. Stressreaktionen und emotionales Essen variieren nicht nur von Person zu Person, sondern auch innerhalb einer Person, je nach sozialem und physischem Umfeld, weshalb die Anpassung von Ernährungsempfehlungen an den sich verändernden Zustand von Personen in unterschiedlichen Umgebungen wirksamer sein kann (siehe z. B. [73]). PE-Ansätze müssen dies entsprechend berücksichtigen. Einen Rahmen hierfür bilden die just in time adaptiven Interventionen (*Just-in-Time Adaptive Interventions*, JITAI), in denen Empfehlungen dynamisch an die individuellen Bedürfnisse und jeweiligen Umgebungsfaktoren angepasst werden [53], indem sie genau dann gegeben werden, wenn:

a) eine Person im Begriff ist, ein von ihr selbst als negativ definiertes Verhalten zu zeigen, jedoch die Möglichkeit hat, ein positives Verhalten zu zeigen;

b) eine Person für Unterstützung empfänglich ist und auch die Fähigkeit und Motivation hat, diese umzusetzen.

Wie nie zuvor kann dieser JITAI-Ansatz heute durch Nutzung mobiler digitaler Anwendungen realisiert werden. Zahlreiche mobile Apps nutzen individuelle Daten und personalisierte psychologische und verhaltensverändernde Techniken (*Behaviour Change Techniques*, BCTs), um das Ernährungsverhalten und ernährungsbezogene Gesundheitsergebnisse der Nutzer*innen zu verbessern. Erfolge solcher Ernährungs-Apps wurden durch eine umfassende Metaanalyse belegt [74]. Allerdings verwendeten die meisten Apps nur 4 von 16 Typen psychologischer BCTs, nämlich Zielsetzung, Feedback und Selbstkontrolle, Information und Bereitstellung sozialer Unterstützung, die sich mit erfolgreichen konventionellen Einzel- und Gruppeninterventionen decken. Obwohl die ersten Ergebnisse vielversprechend sind, befindet sich die Forschung zu JITAI noch in einem frühen Stadium [67].

Es besteht jedoch kein Zweifel, dass die enorme Breite und Dichte (auch in zeitlicher Auflösung) anfallender Daten in ihrer Verarbeitung, Interpretation und Ableitung von Empfehlungen bzw. Produkten menschliche Fähigkeiten übersteigt. Werkzeuge der Künstlichen Intelligenz (KI) sind daher für PE-Modelle wie das APNAS unerlässlich. Auch Konzepte wie die eines „digitalen Zwillings" können in zukünftige PE-Vorhaben eingebettet werden, da sie den realen Individuen Szenarien und Handlungsoptionen bieten, die Entscheidungsfindungen erleichtern. Noch nie gab es so viele Möglichkeiten, Entscheidungen zum Essen zu treffen, die heute im Rahmen von *One Health*[2] oder einer nachhaltigeren Ernährung [66], über den Genuss und die Gesundheit hinaus, viele andere Faktoren im Konsum berücksichtigen sollen. Gleichzeitig bietet die digitale Umwelt wie nie zuvor auch die große Chance, den Konsument*innen die Entscheidungsfindung zu erleichtern. Dafür braucht es aber einen verlässlichen und vertrauenswürdigen Rechtsrahmen, der unter den Beteiligten (Anbietende und Nutzende) ausgehandelt werden muss. Da es sich bei den meisten Daten um persönliche, sensible Daten handelt, muss deren Erhebung, Verarbeitung, Speicherung

[2] *One Health* ist ein integrierter, vereinheitlichender Ansatz, der darauf abzielt, die Gesundheit von Menschen, Tieren und Ökosystemen nachhaltig auszugleichen und zu optimieren [75].

und Verwendung durch ein transparentes Datenmanagement- und Datenschutzkonzept geregelt werden [76, 77]. Zudem muss den Nutzenden ein einfacher Zugang zu den eigenen Daten gewährleistet werden. Dies ist z. B. durch ein kund*innenzentriertes Ernährungsinformationssystem möglich.

Das APNAS-Konzept der DGE-Arbeitsgruppe „Personalisierte Ernährung" beschreibt ein neues adaptives personalisiertes Ernährungsberatungssystem, das auf individuell vereinbarte Ziele ausgerichtet ist und Verhaltensänderungsprozesse in den Mittelpunkt stellt. Dies umfasst eine gravierende Änderung und Erweiterung der derzeit im Fokus stehenden biomedizinischen PE-Ziele (s. 5.2) um neue individuelle und angepasste Zielpräferenzen. Es schließt eine Personalisierung der Prozesse zur Verhaltensänderung mit ein, indem das System in situ und just in time Informationen in realen Ernährungsumgebungen bereitstellt, die die individuellen Fähigkeiten und Einschränkungen in verschiedenen Kontexten berücksichtigen (z. B. verfügbare Verhaltensoptionen und wirtschaftliche Ressourcen). Schließlich basiert es auf einem partizipativen Dialog zwischen Nutzer*innen und Expert*innen (z. B. realen oder virtuellen Diätassistent*innen oder Ernährungsberater*innen) bei der Festlegung von Zielen und der Ableitung von Prozessen zur Verhaltensänderung (Abb. 5/2).

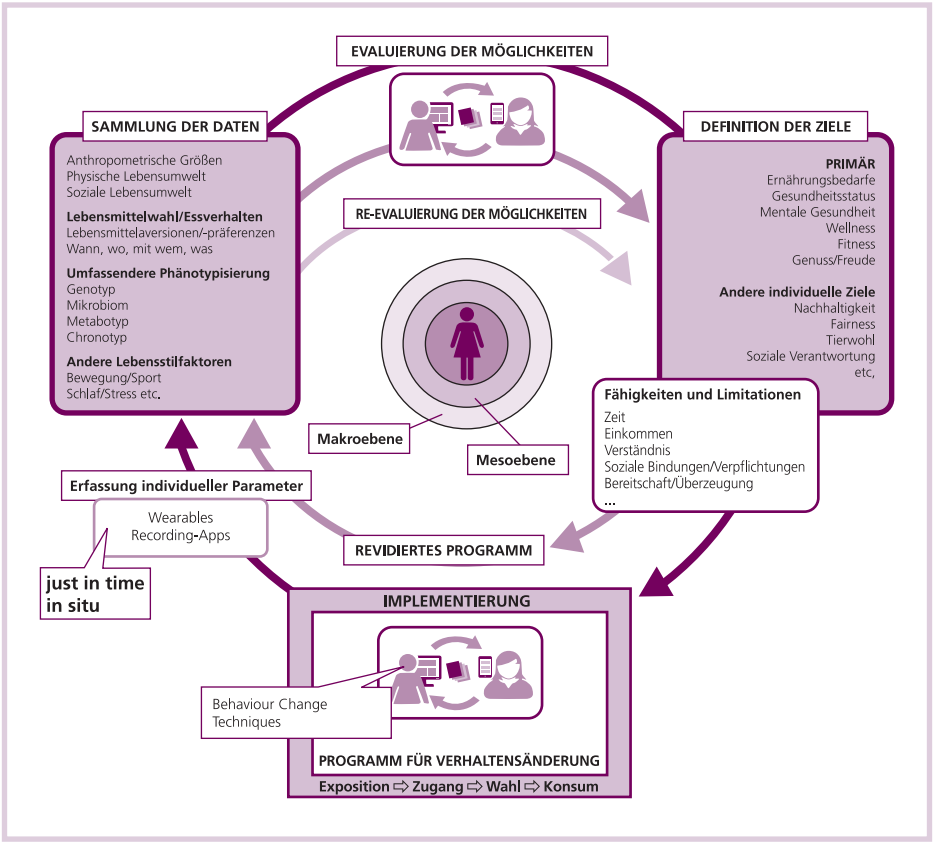


Abbildung 5/2: Das adaptive personalisierte Ernährungsberatungssystem (*adaptive personalized nutrition advice system*, APNAS) mit seinen Kernelementen; übernommen und adaptiert von Renner et al. [39]

Das adaptive personalisierte Ernährungsberatungssystem (*adaptive personalized nutrition advice system,* APNAS) der DGE-Arbeitsgruppe „Personalisierte Ernährung" ist auf partizipativ vereinbarte Ziele ausgerichtet und stellt Verhaltensänderungsprozesse in den Mittelpunkt.

Das APNAS besteht aus den folgenden vier Kernelementen (s. Abb. 5/2):

1) **Erhebung individueller Daten:** Hier werden zunächst persönliche, gesundheitliche und umweltbezogene Merkmale zur Ableitung von individuellen Zielpräferenzen und Ansatzpunkte für die Prozesse der Verhaltensänderung erfasst. Diese werden schrittweise durch individuelle Daten vervollständigt, die in situ und just in time erhoben werden, um die JITAI auf der Grundlage individueller Daten zunehmend anzupassen und so die Prozesse der Verhaltensänderung zu personalisieren. Die hochauflösende, multidimensionale Verhaltenserfassung durch mobile Geräte im Alltag bietet ein großes Potenzial, um idiosynkratische (nicht normkonforme) Verhaltenssignaturen in situ und just in time zu beurteilen, ohne auf menschliche Erinnerungen oder Eingaben angewiesen zu sein. Ähnlich wie bei der physiologischen Erfassung wird auch bei der Verhaltenserfassung zunehmend Maschinelles Lernen (*machine learning*, ML) zur Mustererkennung und Vorhersage eingesetzt (z. B. zur Identifizierung von Situationen und Zeitpunkten für Interventionen, um eine personalisierte Intervention vor einem Essanlass oder in einer bestimmten Umgebung auszulösen).

2) **Konkrete Ziele setzen:** Basierend auf den individuellen Daten werden über die Gesundheitsaspekte hinaus weitere konkrete Ziele gesetzt, z. B. langfristige Ziele zum Wohlbefinden, der Fitness oder eines nachhaltigeren Konsums. Dabei gilt zu beachten, dass die Ziele zu den grundlegenden Mustern des Essverhaltens, z. B. soziale Traditionen und Kommensalität (d. h. das gemeinsame Zubereiten und Essen), passen müssen. Kurzfristige und langfristige Ziele können sich dabei voneinander unterscheiden. In der Regel zeigt sich eine dynamische, multidimensionale Zielstruktur mit teilweise konkurrierenden Zielen, die eine flexible und situationsabhängige Abwägung, Priorisierung und Kompromissfindung erfordert.

3) **Verhaltensänderungsprozesse ermöglichen:** Im Zentrum der Personalisierung steht die Ermöglichung der Verhaltensänderung. PE-Beratungen und Interventionen müssen an die sich verändernden internen und kontextuellen Zustände jedes Individuums in situ und just in time angepasst werden, sodass die Individuen diese unmittelbar im jeweiligen Kontext in konkretes Verhalten umsetzen können. Dabei unterscheiden sich aber Art und Umfang der Handlungen möglicherweise. Die Priorisierung der Ziele, die auf die individuellen Präferenzen und Kapazitäten abgestimmt sind, ermöglicht die Entwicklung von neuen Gewohnheiten und letztlich langfristig veränderten Verhaltensmustern.

4) **Partizipativer Dialog zwischen Individuum und PE-Anbieter:** Im gesamten Prozess muss das Individuum auf allen Ebenen der Entscheidungsfindung nicht nur konsultiert, sondern aktiv eingebunden werden. Dabei sollten die von der Person wahrgenommenen Fähigkeiten und Einschränkungen berücksichtigt werden. Die Strategie passt sich somit an die Person an und nicht umgekehrt. In diesem Dialog ist insbesondere die individuelle Skalierung von PE zu definieren: In welcher Intensität

und in welchen Situationen werden PE-Empfehlungen beispielsweise gewünscht? Inwieweit besteht eine Bereitschaft, individuelle Daten für die PE zur Verfügung zu stellen? Digitale integrative Plattformen bieten die Möglichkeit, Nutzer*innen auf allen Ebenen der Entscheidungsfindung durch (tatsächliche oder virtuelle) partizipative Interaktion aktiv einzubinden. Dies hat Auswirkungen auf Expert*innenteams, virtuelle coachende Personen und Beratungsprogramme, die neben Ernährungswissen auch Kenntnisse über Verhaltensänderungen und digitale Systeme voraussetzen.

Die Schaffung eines digitalen APNAS-Ökosystems ist mit vielen Herausforderungen verbunden und aktuell eine Zukunftsvision. Bereits jetzt werden aber in anderen Bereichen kommerziell intensiv Daten gesammelt, um Entscheidungen und Verhalten zu beeinflussen, was die enorme Wirkung sowie das Potenzial adaptiver Systeme verdeutlicht [78–80]. So lernen Systeme beispielsweise, Präferenzen von Nutzer*innen zu erkennen. An diese können Empfehlungen individuell angepasst werden, sodass sich auch das (Online-)Verhalten der Nutzer*innen verändert. Diese Anwendungen/Dienste werden zunehmend automatisiert, interaktiv und personalisiert. Sie zielen darauf ab, JITAI zu schaffen, die an die Fähigkeiten einer Person in einem bestimmten Kontext angepasst sind. Neue Technologien wie Chatbots erleichtern die Entwicklungen, indem sie menschliche Konversation imitieren und so personalisierte, menschenähnliche Interaktion in nahezu jeder Sprache ermöglichen [80]. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass die KI eine prominente Rolle in der Ernährungsberatung – sowohl in der Datendurchdringung, bei den Zieldefinitionen und bei den Handlungsoptionen – einnehmen wird. Dies gilt sowohl für digitale wie nicht digitale Beratungsangebote.

Im APNAS-Ansatz stehen Verhalten und Verhaltensmodifikation im Fokus; biomedizinische Größen spielen nur eine untergeordnete Rolle. Eingebettet in ein zirkuläres System von Erfassung und Entscheidungshilfen steht das Individuum in seiner spezifischen sächlichen und sozialen Ernährungsumgebung sowie mit seinen Ressourcen im Mittelpunkt.

Als Teil eines digitalen APNAS-Ökosystems könnten Nutzer*innen beispielsweise zu Hause vor Ort Rezeptvorschläge erhalten, die sie mit den aktuell verfügbaren Zutaten vor Ort und gemäß ihren Vorlieben und ihren Zielen zubereiten können. Die Vision besteht also darin, auf die Entscheidungen der Nutzer*innen einzugehen, indem die Ernährungsempfehlungen vor Ort und im Laufe der Zeit entsprechend den individuellen Zielvorstellungen (z. B. Lebensmittelpräferenzen, Nachhaltigkeitsaspekte), den individuellen Fähigkeiten (z. B. Kochkenntnisse) und den Einschränkungen (z. B. verfügbare Zutaten und Küchengeräte) angepasst werden. Dabei lernt das System durch KI, die Reaktion der Nutzer*innen zu verstehen und zeitnah alternative Handlungsoptionen im vorher definierten Rahmen und gemäß der Zielsetzung zu generieren. Durch die Verknüpfung von verschiedenen Technologien und Diensten mit integrierten Anwendungsprogrammierschnittstellen können beispielsweise auch Angebote und Rabatte des umliegenden Einzelhandels und der Küchengerätehersteller eingebunden werden. Diese wären dann Teil dieses sogenannten digitalen Ökosystems; sie können ihre Produkte und Dienstleistungen entsprechend den Nutzungsprofilen anpassen. So werden der Zugang und die Angebotsarchitektur der Umgebung auf den einzelnen Nutzenden zugeschnitten, indem außer- und innerhäusliche Bereiche miteinander verknüpft werden. Dadurch entstehen JITAI, die sich an die Fähigkeiten der Individuen im jeweiligen Kontext anpassen können.

Insbesondere auch die Entwicklungen in der Robotik eröffnen hier neue Perspektiven. Kochroboter sind bereits heute in der Lage, mehr als 150 Menüs pro Stunde zuzubereiten. Eine Individualisierung der Mahlzeit unter Berücksichtigung von nutritiven Bedarfen sowie Geschmackspräferenzen lässt sich somit leichter realisieren und wird in erster Linie nur noch von der Logistik der Bevorratung und Bereitstellung der Zutaten limitiert. Kochroboter werden das Versorgungsmanagement verändern und dies gleichermaßen im Bereich Gastronomie wie auch der Gemeinschaftsverpflegung (Kantinen, Kliniken, Altenpflegeeinrichtungen). Hier wird eine Individualisierung ermöglicht, die nicht nur die Qualität der Mahlzeiten verbessern kann, sondern durch Wegfall von Personalkosten auch die Herstellung günstiger werden lässt.

Im APNAS werden mittels digitaler Werkzeuge die relevanten Daten zur Lebenssituation und zum ernährungsbezogenen Verhalten erfasst und dafür genutzt, die Nutzer*innen mittels bidirektionaler Kommunikation zu unterstützen.

Natürlich werfen insbesondere digitale Ökosysteme und der Einsatz digitaler Technologien fundamentale Fragen in Bezug auf die Selbstbestimmtheit des Individuums und seiner Daten auf. Es gibt daher einen intensiven öffentlichen Diskurs über die potenziell schädlichen Auswirkungen von digitalen Ökosystemen und die Nutzung von KI-Ansätzen. Ferner könnte auch der aus *Public Health*-Sicht zentral geäußerte Einwand gegenüber der PE, dass diese die soziale Ungleichheit weiter verstärkt, angeführt werden, da die Gefahr besteht, mit diesen Anwendungen in erster Linie bereits sehr privilegierte Personengruppen anzusprechen. Diese Bedenken sind berechtigt, aber APNAS bieten auch die Chance – wenn kostenfrei durch die öffentliche Hand bereitgestellt – alle sozialen Nutzungsebenen in ihren Fähigkeiten, Fertigkeiten und Beschränkungen zu erreichen, zumal die Forschung zeigt, dass Zugang zur Digitalisierung weitestgehend unabhängig von sozialer Zugehörigkeit gegeben ist [81]. Um die Handlungslücke auf Bevölkerungsebene zu schließen, muss das APNAS deshalb erschwinglich, zugänglich, sicher und vertrauenswürdig sein bei gleichzeitig offener Dateninfrastruktur für weitere Angebote. Neben den technischen Herausforderungen steht dies gegebenenfalls auch im Konflikt mit den Interessen von Beteiligten, da Daten und Algorithmen oft Bestandteil von Geschäftsmodellen sind. Perspektivisch könnten digitale APNAS ein Teil der Öffentlichkeit in einer befähigten Datengesellschaft sein [82, 83].

Die Sammlung von Daten und Nutzung von Datenbanken (u. a. zu Rezepturen und Lebensmittelzusammensetzung) sowie von Algorithmen zur Ableitung der individualisierten Empfehlungen erfordern ein hohes Maß an Daten- und Persönlichkeitsschutz.

5.4 Forschungsbedarf und Vorschläge für die zukünftige Entwicklung

PE als Instrument der Transformation

Entscheidungsprozesse zur Ernährung werden beständig komplexer. So sind nach wie vor Genusswert, Convenience und Preis entscheidende Faktoren, doch finden zunehmend auch Gesundheit, Nachhaltigkeit, Tierwohl, soziale Verträglichkeit und Fairness Berücksichtigung bei Kaufentscheidungen. Ausgewogene Urteile in der individuellen Wertematrix zu treffen wird vor dem Hintergrund einer sich weiter ausdifferenzierenden Umwelt aus Produkten und Dienstleistungen täglich schwieriger.

Inwieweit hier neue Klassifizierungssysteme auf Produkten als Entscheidungshilfen großen Nutzen generieren können, wird sich zeigen. Was als besondere Problematik besteht, ist die Qualität und Verlässlichkeit der Bewertungsindikatoren. Es scheint dringend angezeigt, hier eine harmonisierte Bewertungsgrundlage zu schaffen, die Konsument*innen vertrauenswürdige Informationen bietet. Neben klassischen Hilfen und Ratgebersystemen bieten die digitalen Ökosysteme nun ein neues Repertoire an Werkzeugen, die Menschen informierte Entscheidungen erleichtern können, wenn die Ziele vorher gemeinsam mit der Einzelperson festgelegt wurden, und zwar am Ort und im Moment der Entscheidung. Auf den Sektor Lebensmittel/Ernährung übertragen stellt das von der DGE-Arbeitsgruppe entwickelte APNAS-Konzept einen Einstieg in ein solches Beratungssystem dar. Es stellt erstmals die individuelle Ernährungsumgebung der Person, ihren persönlichen Wertekanon sowie ihre dialogisch erarbeiteten Ziele in den Mittelpunkt. Mit der Nutzung von KI-Werkzeugen, d. h. sowohl von algorithmischen Optimierungsprozessen als auch von Sprachmodellen, können Individuen in allen gesellschaftlichen Gruppen gezielt angesprochen werden.

In ein APNAS investieren

Es scheint eine wertvolle Investition, ein solches APNAS-Modell für die Anwendung im Alltag zu erarbeiten und in diversen Bevölkerungsgruppen und für verschiedene Bedürfnisebenen in Feldversuchen zu testen. Einen vergleichbaren Ansatz der öffentlichen personalisierten Gesundheitsförderung, der gleichermaßen Nachhaltigkeit und andere Zielfaktoren berücksichtigt und damit als Transformationswerkzeug dienen kann, gibt es bisher nicht. Es wäre somit ein absolut neuer und zukunftsgerichteter Ansatz, würde dies in der Trägerschaft einer öffentlichen Einrichtung etabliert werden können. Dies würde im Gegensatz zu möglichen kommerziellen Anbietern oder solchen in öffentlich-privater Trägerschaft sicherstellen, dass es keine oder eine deutlich geringere soziale Benachteiligung gibt und die Personalisierungsansätze nicht nur privilegierten Gruppen vorbehalten bleiben.

Ein Ernährungsinformationssystem als offene Dateninfrastruktur schaffen

Datenmanagementkonzepte sind im medizinischen Kontext etabliert und können als Blaupause auch für PE-Ansätze wie APNAS dienen. Jede Person hat dabei die Hoheit über die eigenen Daten. Diese können in ein an APNAS gekoppeltes Ernährungsinformationssystem eingespeist werden, das auch den Import aus digitalen Systemen (Sensoren, Datenbanken usw.) skalierbar ermöglicht (s. Abb. 5/3). Das System versetzt die Nutzer*innen in die Lage, ihre Ernährung umfassend und zielorientiert zu managen und aktiv zu gestalten. Wenn

Nutzer*innen ihre Daten als Spende für Forschungszwecke zur Verfügung stellen, sollte dies spezifisch gewürdigt bzw. incentiviert werden. Die Daten eines Ernährungsinformationssystems könnten zukünftig einen entscheidenden Beitrag für zeitnahe Erhebungen zum Lebensmittelverzehr, Nachhaltigkeitsverhalten und Gesundheitsstatus leisten und nationale Verzehrstudien ergänzen. Ein Ernährungsinformationssystem sollte darüber hinaus mit weiteren Datensätzen verknüpfbar sein und den FAIR-Prinzipien[1] entsprechen. Dies entspricht auch den Forderungen des Wissenschaftsrates in seiner Stellungnahme zu „Perspektiven der Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften" von 2024 [85]. Hier heißt es zur Dateninfrastruktur u. a.: „Eine solche Aufbereitung ist voraussetzungsreich und ressourcenintensiv, sollte aber angesichts ihrer überragenden Bedeutung konsequent vorangetrieben werden. Dies gilt insbesondere für die Verknüpfung von heterogenen Daten im Sinne der systemischen Forschung" (S. 47 in [85]). Dies entspricht auch den Empfehlungen des Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE) in seinem Gutachten zu einer nachhaltigeren Ernährung zur Förderung von digitalen Ökosystemen und eines Bundesnachhaltigkeitsschlüssels [66] sowie der Senatskommission zur gesundheitlichen Bewertung von Lebensmitteln (SKLM) der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) in ihrem Positionspapier [86] zur zukunftsfähigen Gestaltung der Lebensmittel- und Ernährungsforschung in Deutschland.

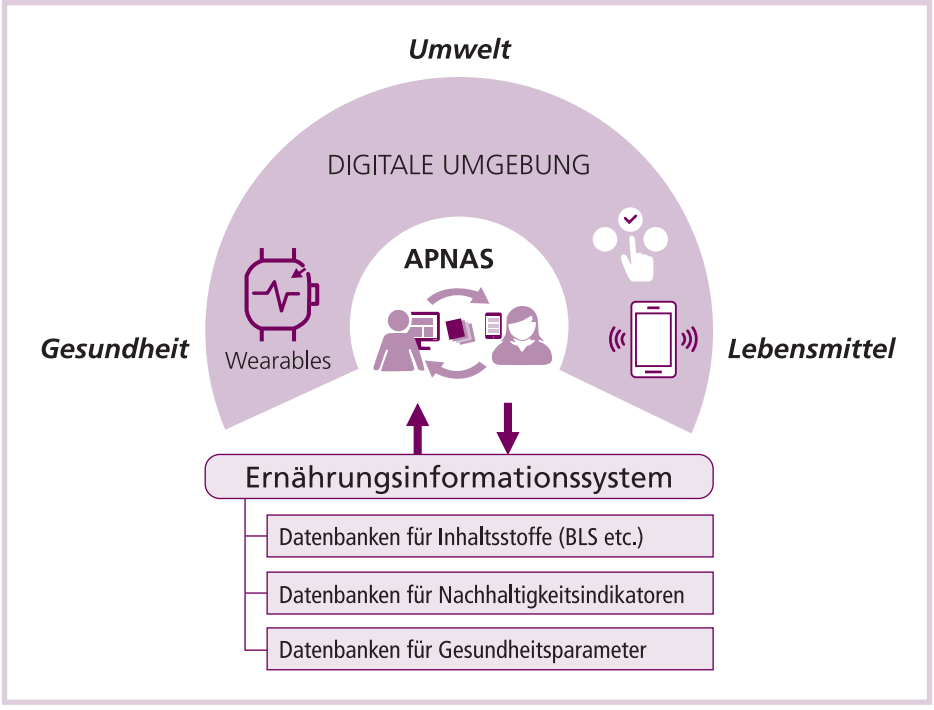


Abbildung 5/3: Das adaptive personalisierte Ernährungsberatungssystem (*adaptive personalized nutrition advice system*, APNAS) im bidirektionalen Austausch von erhobenen persönlichen Daten in Anbindung an das Ernährungsinformationssystem mit diversen Datenbanken und zur Bereitstellung von Hilfen bei Entscheidungen zur Ernährung

[1] Die sogenannten FAIR-Prinzipien sind internationale Leitlinien, die im Umgang mit wissenschaftlichen (Forschungs-) Daten erfüllt werden sollen, um eine nachhaltige weitere Nutzung zu sichern. Das Akronym FAIR steht für *Findable* (auffindbar), *Accessible* (zugänglich), *Interoperable* (interoperabel) und *Reusable* (wiederverwendbar) [84].

Im Gegensatz zu bisherigen Vorgehensweisen bei der Datenerhebung würde ein Ernährungsinformationssystem eingebettet bzw. erweitert um ein APNAS neben der Bereitstellung von Daten für den öffentlichen Träger auch den Menschen, die die Daten liefern, einen unmittelbaren Alltagsnutzen bieten. Unter dem Titel „Transformationsorientierten Transfer stärken" fordert der Wissenschaftsrat ein, dass alle Akteur*innen aus Wissenschaft und Wirtschaft mit Verbraucher*innen die Transformationsprozesse des Lebensmittel- und Ernährungssystems gemeinsam angehen [85]. Dies wäre mit dem vorgeschlagenen Werkzeug in einmaliger Weise zu erfüllen.

Ein großer Forschungsverbund, der ein solches APNAS mit eingebettetem Ernährungsinformationssystem entwickelt und testet, muss interdisziplinär aufgestellt sein. Die DGE-Arbeitsgruppe „Personalisierte Ernährung" stellt in ihrem interdisziplinären Zuschnitt mit Expert*innen aus Medizin, Epidemiologie, Naturwissenschaften, Ernährungswissenschaften, Psychologie und *Public Health* bereits einen Nukleus dar, der Befähigung zur Zusammenarbeit und seine Produktivität mit mehreren internationalen Publikationen belegt hat. Im Sinne der Empfehlungen des Wissenschaftsrats „Vielfalt strategisch weiterentwickeln" [85] bräuchte die Etablierung des APNAS weitere Expertise u. a. aus den Bereichen Datenmanagement und -sicherheit, KI sowie Umwelt- und Agrarwissenschaften und Ethik.

Einen Forschungsraum PE einrichten

In seinen Empfehlungen zur Einrichtung sogenannter Forschungszentren für Ernährungssysteme *(food systems research hubs,* FSRHs) beschreibt der Wissenschaftsrat ein Instrument zur Transformation [85], das mit den hier vorgestellten APNAS- und Ernährungsinformationssystem-Werkzeugen und der diese umfassenden Wissenschaftsgemeinschaft in bester Weise entspricht. FSRHs sollen „im Sinne eines stabilen und längerfristig geförderten Zusammenschlusses starker Partnereinrichtungen" fungieren und „komplexe Themen unter einer systemischen und transformationsorientierten Perspektive" unter „einem konzeptionellen Dach mit gemeinsamer *Governance*" bearbeiten (S. 86 in [85]). Es scheint aus Sicht der Autor*innen wünschenswert und zielführend, einen FSRH zur PE zu etablieren, der bereits ein interdisziplinäres Fundament aufweist und unter Beteiligung weiterer Akteur*innen die Entwicklungsarbeiten aufnimmt und die Wirksamkeit des Instrumentariums und Qualität der Daten prüft. Die Personalisierung als Säule einer Transformationsstrategie, um gesundheitsfördernde und nachhaltigere Lebensmittel- und Ernährungssysteme zu schaffen, ist bisher ein einmaliges, neuartiges Konzept.

5.5 Fazit

Die derzeitigen PE-Konzepte haben keinen gesamtgesellschaftlichen Nutzen gezeigt und selbst für die Einzelperson nur marginale Verbesserungen gebracht. Nutzer*innen kommerzieller PE-Angebote sind gegenwärtig primär privilegierte, gesundheitsbewusste und technikaffine Menschen. Vielfach ist der Einstieg in ein PE-Programm mit den Zielen Gewichtsverlust und Fitnesssteigerung verbunden. Selten wurden bisher in wissenschaftlichen Studien zu PE oder in entsprechenden kommerziellen Angeboten das jeweilige natürliche und soziale Lebensumfeld oder die individuellen Befähigungskriterien erfasst und in die Handlungssphären eingebettet. Nahezu alle bekannten PE-Konzepte waren bisher eindimensional auf die körperliche Gesundheit ausgerichtet. In einer komplexeren Welt und mit dem Einzug neuer Werte im Sinne einer nachhaltigeren Ernährung (Tierwohl,

Umwelt, Soziales) in den Wertekanon der Konsument*innen müssen PE-Konzepte von morgen auch ihre Zielspektren erweitern. Um erfolgreich zu sein, sollten die neuen PE-Ansätze Techniken der Verhaltensänderung und digitale Ökosysteme für JITAI nutzen, die hier eingebettet in ein entwickeltes APNAS vorgestellt werden. Die Etablierung eines Ernährungsinformationssystems und des APNAS als verbraucher*innengerechtes Werkzeug im Rahmen eines FSRH bieten ein neuartiges Instrument für die Transformation des Ernährungssystems und ermöglicht auch ein Monitoring des Erfolgs.

5.6 Literaturverzeichnis

[1] Peregrin T: The new frontier of nutrition science: nutrigenomics. J Am Diet Assoc 101 (2001) 1306. doi:10.1016/S0002-8223(01)00309-1

[2] Ordovas JM, Mooser V: Nutrigenomics and nutrigenetics. Curr Opin Lipidol 15 (2004) 101–108. doi:10.1097/00041433-200404000-00002

[3] Daniel H: Personalisierte Ernährung zwischen Theorie und Praxis. DGEwissen (2021) 60–63

[4] Nizel AE: Personalized nutrition counseling. ASDC J Dent Child 39 (1972) 353–360

[5] Venter JC, Adams MD, Myers EW et al.: The sequence of the human genome. Science 291 (2001) 1304–1351. doi:10.1126/science.1058040

[6] International Human Genome Sequencing Consortium: Initial sequencing and analysis of the human genome. Nature 409 (2001) 860–921. doi:10.1038/35057062

[7] Roberts G, Grimaldi K: Sciona and genetic testing. Nat Genet 33 (2003) 121. doi:10.1038/ng0203-121

[8] Palou A: From nutrigenomics to personalised nutrition. Genes Nutr 2 (2007) 5–7. doi:10.1007/s12263-007-0022-9

[9] Cabrera CP, Ng FL, Nicholls HL et al.: Over 1000 genetic loci influencing blood pressure with multiple systems and tissues implicated. Hum Mol Genet 28 (2019) R151–R161. doi:10.1093/hmg/ddz197

[10] Mahajan A, Taliun D, Thurner M et al.: Fine-mapping type 2 diabetes loci to single-variant resolution using high-density imputation and islet-specific epigenome maps. Nat Genet 50 (2018) 1505–1513. doi:10.1038/s41588-018-0241-6

[11] Spracklen CN, Horikoshi M, Kim YJ et al.: Identification of type 2 diabetes loci in 433,540 East Asian individuals. Nature 582 (2020) 240–245. doi:10.1038/s41586-020-2263-3

[12] Yengo L, Sidorenko J, Kemper KE et al.: Meta-analysis of genome-wide association studies for height and body mass index in ~700000 individuals of European ancestry. Hum Mol Genet 27 (2018) 3641–3649. doi:10.1093/hmg/ddy271

[13] Frayling TM, Timpson NJ, Weedon MN et al.: A common variant in the FTO gene is associated with body mass index and predisposes to childhood and adult obesity. Science 316 (2007) 889–894. doi:10.1126/science.1141634

[14] Daniel H: Personalisierte Ernährung. Zwischen Vergangenheit und Zukunft. Ernährung im Fokus (2022) 92–94

[15] Zhang G, Nebert DW: Personalized medicine: Genetic risk prediction of drug response. Pharmacol Ther 175 (2017) 75–90. doi:10.1016/j.pharmthera.2017.02.036

[16] Holzapfel C, Waldenberger M, Lorkowski S et al.: Genetics and epigenetics in personalized nutrition: evidence, expectations, and experiences. Mol Nutr Food Res 66 (2022) e2200077. doi:10.1002/mnfr.202200077

[17] Hellbach F, Sinke L, Costeira R et al.: Pooled analysis of epigenome-wide association studies of food consumption in KORA, TwinsUK and LLS. Eur J Nutr 62 (2023) 1357–1375. doi:10.1007/s00394-022-03074-9

[18] Armet AM, Deehan EC, O'Sullivan AF et al.: Rethinking healthy eating in light of the gut microbiome. Cell Host Microbe 30 (2022) 764–785. doi:10.1016/j.chom.2022.04.016

[19] Gacesa R, Kurilshikov A, Vich Vila A et al.: Environmental factors shaping the gut microbiome in a Dutch population. Nature 604 (2022) 732–739. doi:10.1038/s41586-022-04567-7

[20] Shanahan F, Ghosh TS, O'Toole PW: The healthy microbiome - what is the definition of a healthy gut microbiome? Gastroenterology 160 (2021) 483–494. doi:10.1053/j.gastro.2020.09.057

[21] Zhernakova A, Kurilshikov A, Bonder MJ et al.: Population-based metagenomics analysis reveals markers for gut microbiome composition and diversity. Science 352 (2016) 565–569. doi:10.1126/science.aad3369

[22] Vandeputte D, Falony G, Vieira-Silva S et al.: Prebiotic inulin-type fructans induce specific changes in the human gut microbiota. Gut 66 (2017) 1968–1974. doi:10.1136/gutjnl-2016-313271

[23] Canfora EE, van der Beek CM, Hermes GDA et al.: Supplementation of diet with galacto-oligosaccharides increases bifidobacteria, but not insulin sensitivity, in obese prediabetic individuals. Gastroenterology 153 (2017) 87–97.e3. doi:10.1053/j.gastro.2017.03.051

[24] Sender R, Fuchs S, Milo R: Are we really vastly outnumbered? Revisiting the ratio of bacterial to host cells in humans. Cell 164 (2016) 337–340. doi:10.1016/j.cell.2016.01.013

[25] Nilsson M, Sandberg TH, Poulsen JL et al.: Quantification and variability in colonic volume with a novel magnetic resonance imaging method. Neurogastroenterol Motil 27 (2015) 1755–1763. doi:10.1111/nmo.12673

[26] Stephen AM, Wiggins HS, Cummings JH: Effect of changing transit time on colonic microbial metabolism in man. Gut 28 (1987) 601–609. doi:10.1136/gut.28.5.601

[27] Sender R, Fuchs S, Milo R: Revised estimates for the number of human and bacteria cells in the body. PLoS Biol 14 (2016) e1002533. doi:10.1371/journal.pbio.1002533

[28] Simon M-C, Sina C, Ferrario PG et al.: Gut microbiome analysis for personalized nutrition: the state of science. Mol Nutr Food Res 67 (2023) e2200476. doi:10.1002/mnfr.202200476

[29] Hoffmann DE, Rosenvinge EC v., Roghmann M-C et al.: The DTC microbiome testing industry needs more regulation. Science 383 (2024) 1176–1179. doi:10.1126/science.adk4271

[30] Asnicar F, Leeming ER, Dimidi E et al.: Blue poo: impact of gut transit time on the gut microbiome using a novel marker. Gut 70 (2021) 1665–1674. doi:10.1136/gutjnl-2020-323877

[31] Daniel H: Gut physiology meets microbiome science. Gut. Microb 4 (2023) 1–14. doi:10.1017/gmb.2022.10

[32] Bermingham KM, Linenberg I, Polidori L et al.: Effects of a personalized nutrition program on cardiometabolic health: a randomized controlled trial. Nat Med 30 (2024) 1888–1897. doi:10.1038/s41591-024-02951-6

[33] Celis-Morales C, Livingstone KM, Marsaux CF et al.: Effect of personalized nutrition on health-related behaviour change: evidence from the Food4me European randomized controlled trial. Int J Epidemiol 46 (2017) 578–588. doi:10.1093/ije/dyw186

[34] Höchsmann C, Yang S, Ordovás JM et al.: The Personalized Nutrition Study (POINTS): evaluation of a genetically informed weight loss approach, a Randomized Clinical Trial. Nat Commun 14 (2023) 6321. doi:10.1038/s41467-023-41969-1

[35] Popp CJ, Hu L, Kharmats AY et al.: Effect of a personalized diet to reduce postprandial glycemic response vs a low-fat diet on weight loss in adults with abnormal glucose metabolism and obesity: a randomized clinical trial. JAMA Netw Open 5 (2022) e2233760. doi:10.1001/jamanetworkopen.2022.33760

[36] Said MA, Verweij N, van der Harst, Pim: Associations of combined genetic and lifestyle risks with incident cardiovascular disease and diabetes in the UK Biobank Study. JAMA Cardiol 3 (2018) 693–702. doi:10.1001/jamacardio.2018.1717

[37] Bailey RL, Stover PJ: Precision nutrition: the hype is exceeding the science and evidentiary standards needed to inform public health recommendations for prevention of chronic disease. Annu Rev Nutr 43 (2023) 385–407. doi:10.1146/annurev-nutr-061021-025153

[38] Neu J: The evolution of personalized nutrition. Nat Med 30 (2024) 1826–1827. doi:10.1038/s41591-024-03000-y

[39] Renner B, Buyken AE, Gedrich K et al.: Perspective: a conceptual framework for adaptive personalized nutrition advice systems (APNASs). Adv Nutr 14 (2023) 983–994. doi:10.1016/j.advnut.2023.06.009

[40] Adams SH, Anthony JC, Carvajal R et al.: Perspective: guiding principles for the implementation of personalized nutrition approaches that benefit health and function. Adv Nutr 11 (2020) 25–34. doi:10.1093/advances/nmz086

[41] Ordovas JM, Ferguson LR, Tai ES et al.: Personalised nutrition and health. BMJ 361 (2018) bmj.k2173. doi:10.1136/bmj.k2173

[42] Jinnette R, Narita A, Manning B et al.: Does personalized nutrition advice improve dietary intake in healthy adults? A systematic review of randomized controlled trials. Adv Nutr 12 (2021) 657–669. doi:10.1093/advances/nmaa144

[43] Forer BR: The fallacy of personal validation; a classroom demonstration of gullibility. J Abnorm Psychol 44 (1949) 118–123. doi:10.1037/h0059240

[44] Snyder CR, Shenkel RJ, Lowery CR: Acceptance of personality interpretations: the "Barnum Effect" and beyond. J Consult Clin Psychol 45 (1977) 104–114. doi:10.1037//0022-006x.45.1.104

[45] Merton RK: The self-fulfilling prophecy. Antioch Rev 8 (1948) 193–210. doi:10.2307/4609267

[46] Stukas AA, Snyder M: Self-fulfilling prophecies: Encyclopedia of Mental Health. Elsevier (2016) 92–100

[47] Turnwald BP, Goyer JP, Boles DZ et al.: Learning one's genetic risk changes physiology independent of actual genetic risk. Nat Hum Behav 3 (2019) 48–56. doi:10.1038/s41562-018-0483-4

[48] Godino JG, van Sluijs EMF, Marteau TM et al.: Lifestyle advice combined with personalized estimates of genetic or phenotypic risk of type 2 diabetes, and objectively measured physical activity: a randomized controlled trial. PLoS Med 13 (2016) e1002185. doi:10.1371/journal.pmed.1002185

[49] Hollands GJ, French DP, Griffin SJ et al.: The impact of communicating genetic risks of disease on risk-reducing health behaviour: systematic review with meta-analysis. BMJ 352 (2016) i1102. doi:10.1136/bmj.i1102

[50] Li SX, Ye Z, Whelan K et al.: The effect of communicating the genetic risk of cardiometabolic disorders on motivation and actual engagement in preventative lifestyle modification and clinical outcome: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. British Journal of Nutrition 116 (2016) 924–934. doi:10.1017/S0007114516002488

[51] Bagozzi RP, Edwards EA: Goal-striving and the implementation of goal intentions in the regulation of body weight. Psychol Health 15 (2000) 255–270. doi:10.1080/08870440008400305

[52] Ge L, Sadeghirad B, Ball GDC et al.: Comparison of dietary macronutrient patterns of 14 popular named dietary programmes for weight and cardiovascular risk factor reduction in adults: systematic review and network meta-analysis of randomised trials. BMJ 369 (2020) m696. doi:10.1136/bmj.m696

[53] Nahum-Shani I, Hekler EB, Spruijt-Metz D: Building health behavior models to guide the development of just-in-time adaptive interventions: a pragmatic framework. Health Psychol 34S (2015) 1209–1219. doi:10.1037/hea0000306

[54] Mozaffarian D, Angell SY, Lang T et al.: Role of government policy in nutrition-barriers to and opportunities for healthier eating. BMJ 361 (2018) k2426. doi:10.1136/bmj.k2426

[55] Mohammed SH, Habtewold TD, Birhanu MM et al.: Neighbourhood socioeconomic status and overweight/obesity: a systematic review and meta-analysis of epidemiological studies. BMJ Open 9 (2019) e028238. doi:10.1136/bmjopen-2018-028238

[56] Althoff T, Nilforoshan H, Hua J et al.: Large-scale diet tracking data reveal disparate associations between food environment and diet. Nat Commun 13 (2022) 267. doi:10.1038/s41467-021-27522-y

[57] Chatelan A, Bochud M, Frohlich KL: Precision nutrition: hype or hope for public health interventions to reduce obesity? Int J Epidemiol 48 (2019) 332–342. doi:10.1093/ije/dyy274

[58] Phelan JC, Link BG, Tehranifar P: Social conditions as fundamental causes of health inequalities: theory, evidence, and policy implications. J Health Soc Behav 51, Suppl (2010) S28–S40. doi:10.1177/0022146510383498

[59] Chevance G, Perski O, Hekler EB: Innovative methods for observing and changing complex health behaviors: four propositions. Transl Behav Med 11 (2021) 676–685. doi:10.1093/tbm/ibaa026

[60] Redelmeier DA, Katz J, Kahneman D: Memories of colonoscopy: a randomized trial. Pain 104 (2003) 187–194. doi:10.1016/s0304-3959(03)00003-4

[61] Wahl DR, Villinger K, Blumenschein M et al.: Why we eat what we eat: assessing dispositional and in-the-moment eating motives by using ecological momentary assessment. JMIR Mhealth Uhealth 8 (2020) e13191. doi:10.2196/13191

[62] Kirk D, Catal C, Tekinerdogan B: Precision nutrition: a systematic literature review. Comput Biol Med 133 (2021) 104365. doi:10.1016/j.compbiomed.2021.104365

[63] Sempionatto JR, Montiel VR-V, Vargas E et al.: Wearable and mobile sensors for personalized nutrition. ACS Sens 6 (2021) 1745–1760. doi:10.1021/acssensors.1c00553

[64] Verma M, Hontecillas R, Tubau-Juni N et al.: Challenges in personalized nutrition and health. Front Nutr 5 (2018) 117. doi:10.3389/fnut.2018.00117

[65] Ferrario PG, Gedrich K: Machine learning and personalized nutrition: a promising liaison? Eur J Clin Nutr 78 (2024) 74–76. doi:10.1038/s41430-023-01350-3

[66] Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE) beim BMEL (Hrsg.): Politik für eine nachhaltigere Ernährung. Eine integrierte Ernährungspolitik entwickeln und faire Ernährungsumgebungen gestalten. Gutachten. (2020) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/agrarpolitik/wbae-gutachten-nachhaltige-ernaehrung.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (eingesehen am 01.10.2024)

[67] Hekler E, Tiro JA, Hunter CM et al.: Precision health: the role of the social and behavioral sciences in advancing the vision. Ann Behav Med 54 (2020) 805–826. doi:10.1093/abm/kaaa018

[68] Kaiser B, Gemesi K, Holzmann SL et al.: Stress-induced hyperphagia: empirical characterization of stress-overeaters. BMC Public Health 22 (2022) 100. doi:10.1186/s12889-021-12488-9

[69] Sproesser G, Schupp HT, Renner B: The bright side of stress-induced eating: eating more when stressed but less when pleased. Psychol Sci 25 (2014) 58–65. doi:10.1177/0956797613494849

[70] Evers C, Dingemans A, Junghans AF et al.: Feeling bad or feeling good, does emotion affect your consumption of food? A meta-analysis of the experimental evidence. Neurosci Biobehav Rev 92 (2018) 195–208. doi:10.1016/j.neubiorev.2018.05.028

[71] Hill D, Conner M, Clancy F et al.: Stress and eating behaviours in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. Health Psychol Rev 16 (2022) 280–304. doi:10.1080/17437199.2021.1923406

[72] Tomiyama AJ: Stress and obesity. Annu Rev Psychol 70 (2019) 703–718. doi:10.1146/annurev-psych-010418-102936

[73] Elliston KG, Ferguson SG, Schüz N et al.: Situational cues and momentary food environment predict everyday eating behavior in adults with overweight and obesity. Health Psychol 36 (2017) 337–345. doi:10.1037/hea0000439

[74] Villinger K, Wahl DR, Boeing H et al.: The effectiveness of app-based mobile interventions on nutrition behaviours and nutrition-related health outcomes: a systematic review and meta-analysis. Obes Rev 20 (2019) 1465–1484. doi:10.1111/obr.12903

[75] World Health Organization (WHO): One Health. (2023) https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/one-health (eingesehen am 01.10.2024)

[76] Ahlgren J, Nordgren A, Perrudin M et al.: Consumers on the Internet: ethical and legal aspects of commercialization of personalized nutrition. Genes Nutr 8 (2013) 349–355. doi:10.1007/s12263-013-0331-0

[77] Berciano S, Figueiredo J, Brisbois TD et al.: Precision nutrition: maintaining scientific integrity while realizing market potential. Front Nutr 9 (2022) 979665. doi:10.3389/fnut.2022.979665

[78] Thomas Craig KJ, Morgan LC, Chen C-H et al.: Systematic review of context-aware digital behavior change interventions to improve health. Transl Behav Med 11 (2021) 1037–1048. doi:10.1093/tbm/ibaa099

[79] Klurfeld DM, Hekler EB, Nebeker C et al.: Technology innovations in dietary intake and physical activity assessment: challenges and recommendations for future directions. Am J Prev Med 55 (2018) e117–e122. doi:10.1016/j.amepre.2018.06.013

[80] Kraak VI, Zhou MI, Rincón-Gallardo Patiño S: Digital marketing to young people: consequences for the health and diets of future generations. UNSCN Nutrition 45 (2020) 9–24

[81] Fernandez MA, Raine KD: Digital food retail: public health opportunities. Nutrients 13 (2021) 3789. doi:10.3390/nu13113789

[82] Kagermann H, Wilhelm U (Hrsg.): European Public Sphere. Gestaltung der digitalen Souveränität Europas. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Berlin (2020)

[83] World Economic Forum (Hrsg.): Empowered data societies: A human-centric approach to data relationships. (2021) https://www3.weforum.org/docs/WEF_Empowered_Data_Societies_2021.pdf (eingesehen am 01.10.2024)

[84] Wilkinson MD, Dumontier M, Aalbersberg IJJ et al.: The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. Sci Data 3 (2016) 160018. doi:10.1038/sdata.2016.18

[85] Wissenschaftsrat (Hrsg.): Perspektiven der Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften. (2024) https://www.wissenschaftsrat.de/download/2024/1956-24.pdf?__blob=publicationFile&v=7 (eingesehen am 01.10.2024)

[86] Ständige Senatskommission zur gesundheitlichen Bewertung von Lebensmitteln (SKLM): Lebensmittel- und Ernährungsforschung in Deutschland. (2024) https://www.dfg.de/resource/blob/329680/09ce32c2d0ed8cd06629cbda0509d974/240229-sklm-bericht-2024-final-data.pdf (eingesehen am 01.10.2024)

6 Front-of-Pack-Nährwert-kennzeichnung: Nutri-Score

Martin Liehr, Tanja Schubert, Nikolas Roh, Paulina Hudec, Leandra Kripylo

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Berlin

Zusammenfassung

Erweiterte Nährwertkennzeichnungen bzw. sogenannte *Front-of-Pack Nutrition Label* (FOPNL) (Nährwertkennzeichnung auf der Vorderseite der Packung) stellen ernährungspolitische Maßnahmen dar, mit denen den Verbraucher*innen eine ernährungsphysiologisch günstigere Lebensmittelauswahl erleichtert werden soll. In diversen europäischen Staaten zählen FOPNL daher zum Repertoire des ernährungspolitischen Maßnahmenkatalogs. Die Verwendung von FOPNL innerhalb der Europäischen Union ist derzeit nicht einheitlich geregelt, weshalb die Ernährungspolitik europäischer Staaten teils verschiedene Ansätze von FOPNL verfolgt. Seit November 2019 ist der Nutri-Score Teil der Ernährungspolitik der Bundesregierung. Die fünfstufige Farb-Buchstaben-Kombination soll Verbraucher*innen eine zusätzliche Orientierung bei der Lebensmittelauswahl bieten, indem der Vergleich der Nährstoffzusammensetzung innerhalb einer Produktgruppe erleichtert wird. Der aktuelle Beitrag bietet einen Überblick zum aktuellen Stand der Arbeiten am Nutri-Score, einschließlich seiner zurückliegenden Umsetzung als erweiterte Nährwertkennzeichnung für Deutschland sowie seiner perspektivischen Weiterentwicklung.

Kernaussagen

- Der Nutri-Score ist ein wichtiger Bestandteil der deutschen Ernährungspolitik, mit dem Verbraucher*innen der Vergleich der Nährstoffzusammensetzung von Lebensmitteln erleichtert werden soll.
- Das europäische Lebensmittelkennzeichnungsrecht sieht bislang keine verpflichtende Verwendung von erweiterten Nährwertkennzeichnungen (auch *Front-of-Pack Nutrition Label*; FOPNL) vor, weshalb die EU-Mitgliedstaaten lediglich eine Empfehlung für ein FOPNL aussprechen können.
- Ein von der EU-Kommission angekündigter Legislativvorschlag für eine EU-weit einheitliche und zudem verbindliche erweiterte Nährwertkennzeichnung wurde von einer Vielzahl europäischer Staaten begrüßt, bis zum jetzigen Zeitpunkt aber nicht vorgelegt.

➔ Gemeinsam mit anderen europäischen Staaten koordiniert das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) stellvertretend für Deutschland den Nutri-Score im europäischen Kontext mit dem Ziel, eine einheitliche und praktikable Anwendung zu gewährleisten und den Nutri-Score auf europäischer Ebene zu etablieren.

➔ Teil der internationalen Kooperation ist ein Gremium von Expert*innen, dessen unabhängige Wissenschaftler*innen einen weiterentwickelten Nutri-Score-Algorithmus erarbeitet haben.

6.1 Einleitung

Erweiterte Nährwertkennzeichnungen bzw. sogenannte *Front-of-Pack Nutrition Label* (FOPNL) stellen ernährungspolitische Maßnahmen dar, mit denen Verbraucher*innen eine ernährungsphysiologisch günstigere Lebensmittelauswahl erleichtert werden soll [1].

Seit dem Jahr 2016 müssen Lebensmittelhersteller auf verpackten Lebensmitteln Angaben zum Energiegehalt sowie den Gehalten an Fett, gesättigten Fettsäuren, Kohlenhydraten, Zucker, Eiweiß und Salz machen. Diese Pflichtangaben regelt die Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 betreffend die Information der Verbraucher*innen über Lebensmittel (Lebensmittel-Informationsverordnung, LMIV) [2]. Nach der LMIV dürfen Lebensmittelhersteller die Angaben zum Energiegehalt und zu Nährstoffmengen zusätzlich in anderer Form darstellen, zum Beispiel als Bilder oder Symbole. Diese Darstellungen, die auch als erweiterte Nährwertkennzeichnungen bzw. FOPNL bezeichnet werden, müssen bestimmte Anforderungen erfüllen, damit sie den rechtlichen Vorgaben entsprechen und damit zulässig sind. Für Mitgliedstaaten der Europäischen Union sieht das geltende Recht die Möglichkeit vor, bestimmte Formen und Modelle der erweiterten Nährwertkennzeichnung zu empfehlen. Vorgaben für eine verpflichtende Verwendung von FOPNL, wie sie beispielsweise in einzelnen Staaten Südamerikas existieren, sieht das aktuelle europäische Lebensmittelkennzeichnungsrecht hingegen nicht vor.

Am 20. Mai 2020 veröffentlichte die Europäische Kommission die Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen „Vom Hof auf den Tisch – eine Strategie für ein faires, gesundes und umweltfreundliches Lebensmittelsystem" einschließlich eines dazugehörigen Anhangs [3]. Die Strategie, die nach Angaben der Kommission ein Kernelement des europäischen Grünen Deals repräsentiert, soll unter anderem zur Schaffung fairer Ernährungsumgebungen, welche die Entscheidung für eine gesunde und nachhaltige Ernährung erleichtern und damit der Gesundheit und Lebensqualität der Verbraucher*innen zugutekommen, beitragen [4]. Zu den Maßnahmen, mit deren Hilfe die Europäische Kommission diese Ziele zu erreichen versucht, zählt auch die Vorlage eines Legislativvorschlags für eine harmonisierte obligatorische Nährwertkennzeichnung auf der vorderen Verpackungsseite von Lebensmitteln, also FOPNL. Zu der angekündigten Vorlage eines entsprechenden Legislativvorschlags, den die Bundesregierung begrüßt und unterstützt, ist es bisher nicht gekommen.

Die Möglichkeit, einzelstaatliche Empfehlungen für ein bestimmtes FOPNL auszusprechen, um auf diese Weise Verbraucher*innen bei der Lebensmittelauswahl zu unterstützen, wird bereits von diversen europäischen Staaten wahrgenommen [1, 5]. Bei der Wahl des jeweiligen FOPNL haben sich verschiedene Ansätze unterschiedlich stark etabliert. In den vergangenen Jahren wurde in der EU mit einer Ausnahme immer der Nutri-Score empfohlen.

Deutschland zählt seit September 2020 zu den europäischen Staaten, die ein FOPNL empfehlen und hierbei auf den Nutri-Score als Modell setzen. Ausgangspunkt für die Empfehlung des Nutri-Score war dabei die Strategie der Bundesregierung, den gesundheitsförderlichen Lebensstil der Bevölkerung durch eine weiterentwickelte, leicht verständliche und transparente Kennzeichnung von verarbeiteten und vorverpackten Produkten zu unterstützen [6].

6.2 Erweiterte Nährwertkennzeichnung in Deutschland

6.2.1 Ausgangslage und Prozess

Im Koalitionsvertrag für die 19. Wahlperiode des Deutschen Bundestages haben die beteiligten Parteien vereinbart, ein erweitertes Nährwertkennzeichnungs-System für Deutschland einzuführen. Es sollte sich an bereits bestehende Systeme anlehnen und in Zusammenarbeit mit Lebensmittel- und Verbraucherverbänden unter besonderer Berücksichtigung der Interessen kleiner und mittlerer Unternehmen erarbeitet werden [6]. Die Bundesregierung hat den hierzu vorgesehenen Konsultationsprozess unter anderem mit Vertreter*innen der Koalitionsfraktionen des Deutschen Bundestages, des Lebensmittelverbands Deutschland e. V. und des Bundesverbands der Verbraucherzentralen und Verbraucherverbände – Verbraucherzentrale Bundesverband e. V. (vzbv) zu Beginn des Jahres 2019 auf der Basis einer wissenschaftlichen Bewertung verschiedener erweiterter Nährwertkennzeichnungs-Systeme durch das Max Rubner-Institut (MRI) [7], das Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, aufgenommen. Unter einvernehmlicher Zustimmung der beteiligten Kreise wurde beschlossen, eine Auswahl von vier verschiedenen Nährwertkennzeichnungs-Modellen, nämlich den Nutri-Score, das skandinavische *Keyhole* (Schlüsselloch), einen Vorschlag der Lebensmittelwirtschaft (sog. BLL-Modell) und einen Modell-Vorschlag des MRI in einer unabhängigen Verbraucherforschung zu untersuchen.

Das Ergebnis der hierzu im Sommer 2019 durchgeführten Verbraucherforschung war eindeutig und zeigte, dass der Nutri-Score das System ist, das von den Verbraucher*innen in Deutschland am besten wahrgenommen und verstanden wird und damit das für die Einführung in Deutschland zu präferierende Modell ist [8, 9].

Auf der Grundlage der wissenschaftlichen Bewertung des MRI, den gemeinsamen Gesprächsrunden mit den beteiligten Kreisen und den Ergebnissen der unabhängigen Verbraucherforschung leitete das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) im Oktober 2019 den Rechtsetzungsprozess ein, um den Nutri-Score im nationalen Recht zu verankern. Der hierzu vom BMEL vorgelegte Verordnungsentwurf wurde nach erfolgreicher Ressortabstimmung den beteiligten Akteuren, insbesondere den Verbänden der Lebensmittelwirtschaft (darunter auch Handel und Handwerk) und der Verbraucherschaft sowie Vertreter*innen des Gesundheitsbereiches vorgestellt. Nach Abschluss einer gesonderten Anhörung von Vertreter*innen der Länder wurde der Verordnungsentwurf im März 2020 bei der Europäischen Kommission notifiziert. Nach Ablauf der sechsmonatigen

Stillhaltefrist wurde die Verordnung am 19. August 2020 vom Bundeskabinett gebilligt und am 9. Oktober 2020 im Bundesrat beraten. Der Rechtsetzungsprozess wurde am 6. November 2020 mit dem Inkrafttreten der Ersten Verordnung zur Änderung der Lebensmittelinformations-Durchführungsverordnung abgeschlossen und der Nutri-Score damit erfolgreich im nationalen Recht verankert [10].

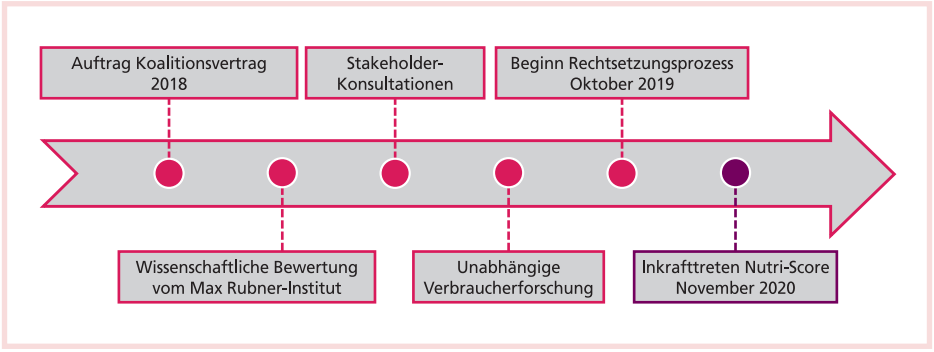


Abbildung 6/1: Übersicht des Umsetzungsprozesses zur Einführung einer erweiterten Nährwertkennzeichnung in Deutschland

6.3 Erweiterte Nährwertkennzeichnung

6.3.1 Typologie

Gemeinsames Ziel von FOPNL ist es, die Produktauswahl hin zu ernährungsphysiologisch günstiger bewerteten Lebensmitteln zu erleichtern, das bedeutet, Verbraucher*innen die Auswahl zwischen Produkten derselben Produktgruppe zu vereinfachen [1]. Im Rahmen des Nutri-Score berücksichtigt ein Produktgruppen-bezogener Vergleich z. B. gleiche Produkte unterschiedlicher Produzenten (Marke A gegen Marke B), ähnliche Produkte derselben Produktkategorie (beispielsweise Früchtemüsli gegen Schoko-Cerealien) sowie Produkte, die Alternativen für spezifische Verzehrgelegenheiten darstellen (beispielsweise Sahnejoghurt gegen Schokoladenpudding als Dessert).

FOPNL stellen eine zusätzliche und produktspezifische Information dar. Ihr Informationsgehalt knüpft in der Regel komplementär an die Aussagen der allgemeinen Ernährungsempfehlungen an, welche Verbraucher*innen eine Orientierung dazu bieten, welche Produktgruppen im Rahmen einer ausgewogenen Ernährungsweise vorrangig verzehrt und welche eher in Maßen konsumiert werden sollten [5, 11]. Zusätzlich zum erleichterten Produktvergleich können FOPNL Lebensmittelproduzenten einen Anreiz bieten, die Rezeptur ihrer Produkte hin zu einer ernährungsphysiologisch günstigeren Zusammensetzung zu verändern [1]. Auf diese Weise können FOPNL auch zu einer ernährungsphysiologisch günstigeren Ernährung beitragen.

FOPNL sollen den nährwertbezogenen Vergleich von Lebensmitteln erleichtern und damit die allgemeinen Ernährungsempfehlungen ergänzen.

Zur Zielerreichung verfolgen die einzelnen FOPNL unterschiedliche Ansätze, die z. B. danach unterteilt werden können, wie ein bestimmtes Lebensmittel bzw. dessen Nährstoffzusammensetzung betrachtet wird [1, 5]. So existieren einerseits FOPNL, welche die Nährstoffgehalte eines bestimmten Lebensmittels beschreibend darstellen, indem sie z. B. in Relation zu einer bestimmten Referenzmenge gesetzt werden. Deskriptive Ansätze, die im Kern lediglich der heute schon rechtlich zulässigen Wiederholung bestimmter Nährwerte auf der Verpackungsvorderseite entsprechen, werden aktuell lediglich von wenigen Staaten unterstützt.

Bei den meisten derzeit angewandten FOPNL handelt es sich – entsprechend den wissenschaftlichen Empfehlungen – um bewertende Modelle, also um Ansätze, mit denen die Gehalte ausgewählter Nähr- und Inhaltsstoffe (sog. nährstoffspezifische Modelle) oder gar das Lebensmittel als Ganzes (sog. Gesamtindikator-Systeme, einschließlich Positivkennzeichnungen) bewertet werden. Ein häufig auftretendes Charakteristikum bewertender FOPNL sind Farben, Worte oder Warnsymbole, die – mitunter auch in Kombination – verwendet werden, um die einzelnen Nährstoffgehalte bzw. das Lebensmittel als Ganzes einzustufen.

Je nach zugrundeliegendem Ansatz werden bewertende FOPNL mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen assoziiert. Nährstoffspezifische Modelle, die lediglich eine Bewertung von einzelnen Nähr- und Inhaltsstoffen vornehmen, gleichzeitig aber auf eine Gesamtbewertung des Lebensmittels verzichten, setzen beispielsweise ein grundlegendes ernährungsphysiologisches Wissen voraus [7]. So müssen Verbraucher*innen Zahlen und Angaben des Modells selbst einordnen, anschließend eine Gewichtung der einzelnen Nähr- und Inhaltsstoffe vornehmen, um schließlich zu einer eigenen zusammenfassenden Bewertung des Produktes als Ganzes zu kommen. Eine vergleichbare Interpretation nehmen Gesamtindikator-Systeme wie der Nutri-Score den Verbraucher*innen ab. Andererseits können nährstoffspezifische Modelle insbesondere für Verbraucher*innen hilfreich sein, die auf spezifische Nährstoffe achten möchten.

Ein weiteres Kriterium, nach dem sich bewertende FOPNL sinnvoll einteilen lassen, ist die Art und Weise der zugrundeliegenden Klassifizierung. Während sogenannte Schwellenwertmodelle Grenzwerte für Nährstoffgehalte heranziehen, um Produkte und Nährstoffe in ernährungsphysiologisch günstig und ungünstig zu kategorisieren, ermöglichen sogenannte Stufenmodelle aufgrund ihrer kontinuierlichen Bewertungsweise eine differenziertere Bewertung.

Die derzeit innerhalb Europas empfohlenen FOPNL unterscheiden sich mitunter deutlich hinsichtlich ihrer Aufmachung und dem jeweils verfolgten Bewertungsansatz. Ein FOPNL, das sich bereits gut etabliert hat und von den Regierungen mehrerer europäischer Staaten zur erweiterten Nährwertkennzeichnung von Lebensmitteln empfohlen wird, ist der Nutri-Score [12].

6.4 Erweiterte Nährwertkennzeichnung Nutri-Score

Der Nutri-Score ist ein FOPNL, das von der zuständigen Markeninhaberin des Nutri-Score, der *Santé publique France*, einer Behörde im nachgeordneten Bereich des französischen Gesundheitsministeriums, beim Amt der Europäischen Union für geistiges Eigentum als Marke eingetragen wurde. Seit seiner Einführung in Frankreich im Jahr 2017 kamen weitere Staaten, nämlich Belgien, Deutschland, Luxemburg, die Niederlande und die Schweiz hinzu, die den Nutri-Score nun offiziell als FOPNL empfehlen. Auch in Spanien und Portugal wird eine Empfehlung des Nutri-Score diskutiert [12, 13].

Nach verbreiteter Rechtsauffassung, unter anderem der EU-Kommission und der Bundesregierung, handelt es sich beim Nutri-Score um eine freiwillige Angabe nach Artikel 36 LMIV. Teilweise, so unter anderem in Frankreich und Italien, wird dieser auch als eine „weitere Form der Angabe und der Darstellung" der Nährwertdeklaration nach Artikel 35 LMIV angesehen. Zudem wird der Nutri-Score nach einer verbreiteten Rechtsauffassung bei Verwendung des „hellgrünen B" und des „grünen A" als eine nährwertbezogene Angabe nach Artikel 2 Absatz 2 Nummer 4 der Verordnung (EG) Nr. 1924/2006 über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel angesehen [1, 14].

Beim Nutri-Score handelt es sich um ein FOPNL, das auf eine zusammenfassende und zudem stufenweise Bewertung der Nährstoffzusammensetzung eines Lebensmittels setzt (Gesamtindikator-System), um Verbraucher*innen den Vergleich von Lebensmitteln zu erleichtern.

Abbildung 6/2: Nutri-Score-Logo in den Klassifizierungen A–E

Die Bewertung, die mithilfe des Nutri-Score vorgenommen wird, basiert dabei auf der Berechnung eines Nährwertprofils, das ursprünglich im Vereinigten Königreich von der *Food Standards Agency* für die Regulierung der Werbung für Kinder entwickelt wurde [15]. Zum Zwecke der erweiterten Nährwertkennzeichnung wurde die Berechnungsgrundlage des Nutri-Score von einem unabhängigen Team von Wissenschaftler*innen der Pariser *Université 13* unter der Leitung von Serge Hercberg, Professor der Ernährungswissenschaften, weiterentwickelt [7, 16].

Gemäß den Benutzungsbedingungen des Nutri-Score, welche die praktische Anwendung des Nutri-Score regeln, können grundsätzlich alle vorverpackten Lebensmittel, die eine LMIV-konforme Nährwertdeklaration tragen, mit dem Nutri-Score gekennzeichnet werden [17, 18]. Vom Anwendungsbereich ausgenommen sind unter anderem Getränke mit einem Alkoholgehalt von mehr als 0,5 Vol.-% sowie Lebensmittel für bestimmte Bevölkerungsgruppen, wie etwa Säuglings- oder Sportlernahrung. Maßgebend für die Berechnung des Nutri-Score sind die Angaben aus der Nährwertdeklaration und dem Zutatenverzeichnis, genauer gesagt die Informationen über den Energiegehalt sowie die Gehalte ausgewählter Nähr- und Inhaltsstoffe pro 100 Gramm bzw. 100 Milliliter eines Lebensmittels. Die Berechnung des Nutri-Score erfolgt schrittweise nach dem folgenden Ablauf:

(1) Zuordnung des Lebensmittels zu einer Lebensmittelkategorie sowie Ermittlung von Punkten für bestimmte Nährstoffgehalte:

a) Zuordnung des Lebensmittels zur jeweiligen Bewertungskategorie (allgemeine/feste Lebensmittel, Fette/Öle/Nüsse und Samen, Käse oder Getränke)

b) Punktevergabe für die Gehalte an Energie sowie bestimmten Nähr- und Inhaltsstoffen, deren übermäßiger Verzehr sich negativ auf die Gesundheit auswirken könnte (Zucker, gesättigte Fettsäuren und Salz)

c) Punktevergabe für die Gehalte an Nähr- und Inhaltsstoffen, die einen eher positiven gesundheitlichen Einfluss haben (Ballaststoffe, Eiweiß, Anteil an Obst, Gemüse und Hülsenfrüchten)

(2) Berechnung der Nährwertpunktzahl:
Die Nährwertpunktzahl ergibt sich aus der Summe der Punkte, die für ungünstige Nähr- und Inhaltsstoffe vergeben wurden, abzüglich der Punkte der günstigen Nähr- und Inhaltsstoffe. Es gilt: Je geringer die Nährwertpunktzahl, umso günstiger der Nährwert eines Lebensmittels und der jeweilige Nutri-Score.

(3) Einordnung in den Nutri-Score:
Die Nährwertpunktzahl wird abschließend anhand einer vorgegebenen Zuordnung in die einzelnen Stufen von A bis E eingeordnet.

Der Nutri-Score wird stets in Kombination mit der Nährwertdeklaration verwendet. Seine Berechnung erfolgt nach einem von unabhängigen Wissenschaftler*innen entwickelten Algorithmus und basierend auf einheitlichen Referenzmengen von 100 Gramm bzw. 100 Millilitern eines Lebensmittels.

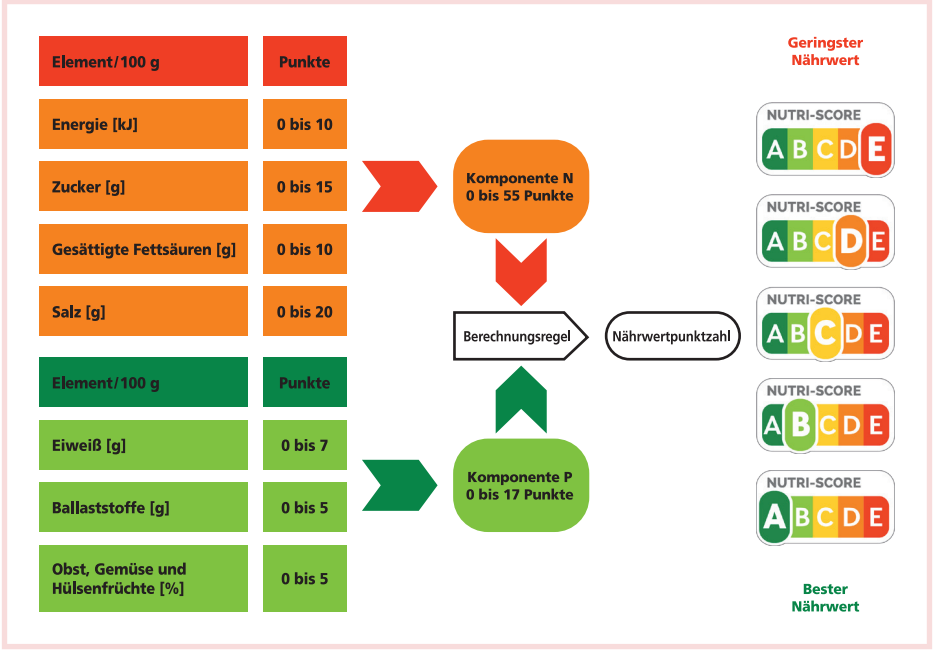


Abbildung 6/3: Schema zur Veranschaulichung der grundlegenden Berechnung des Nutri-Score (nach dem Fragen-und-Antworten-Katalog der *Santé publique France* zum Nutri-Score [18])

6.4.1 Verwendung des Nutri-Score

Mit dem Inkrafttreten der Ersten Verordnung zur Änderung der Lebensmittelinformations-Durchführungsverordnung am 6. November 2020 haben Unternehmen der Lebensmittelwirtschaft die Möglichkeit, den Nutri-Score in Deutschland rechtssicher zu verwenden. Die Rahmenbedingungen für die Verwendung des Nutri-Score sind in den sogenannten Benutzungsbedingungen beschrieben, die beim Europäischen Markenamt hinterlegt sind. Sie werden in gemeinsamer Zusammenarbeit der *Santé publique France* und den Vertreter*innen der anderen, am Nutri-Score beteiligten, Staaten weiterentwickelt. Teil der Benutzungsbedingungen ist eine Grafik-Charta, welche die Vorgaben für die korrekte Verwendung des Nutri-Score-Logos, z. B. in Bezug auf die Platzierung und die zu wählende Größe des Logos oder die Verwendung des Logos in der Werbung, beschreibt [19]. Zur praktischen Umsetzung und Einhaltung der Benutzungsbedingungen stehen Unternehmen ein umfangreicher Fragen-und-Antworten-Katalog sowie eine Excel-Tabelle, mit der die Berechnung des Nutri-Score vorgenommen werden kann, zur Verfügung [18, 20].

Eine Voraussetzung dafür, dass erweiterte Nährwertkennzeichnungen ihr Ziel, Verbraucher*innen den Vergleich von Lebensmitteln zu erleichtern, erreichen können, ist, dass sie auf möglichst großen Teilen des Produktsortiments abgebildet werden. Wird die Verwendung einzelner FOPNL lediglich empfohlen, so wie es beispielweise das derzeitige europäische Lebensmittelkennzeichnungsrecht zulässt, hängt die Zielerreichung daher maßgeblich von der freiwilligen Teilnahme und Unterstützung des jeweiligen FOPNL durch die Unternehmen der Lebensmittelwirtschaft ab. Um eine breite Nutzung zu erreichen ist es daher hilfreich, den Unternehmen in Deutschland die Teilnahme am Nutri-Score so einfach wie möglich zu gestalten und sie hierbei bestmöglich zu unterstützen. Hierfür wurde die Einführung des Nutri-Score durch verschiedene Informationsmaßnahmen, mit denen die Hintergründe und Vorteile des Nutri-Score erläutert werden, begleitet [21]. Auch das gemeinnützige Unternehmen RAL Logo Lizenz, das im Auftrag des BMEL die Funktion eines sogenannten nationalen Regulators übernimmt und als solcher die Verwendung des Nutri-Score in Deutschland kontrolliert, bietet Unterstützung, indem es insbesondere am Nutri-Score teilnehmenden und interessierten Unternehmen als Ansprechpartner für Anwendungsfragen beratend zur Seite steht [22]. Technische Anwendungsfragen werden zudem auch im Rahmen der internationalen Kooperation der am Nutri-Score beteiligten Staaten beraten, um auf diese Weise die gemeinsam verwalteten Dokumente, allen voran die Benutzungsbedingungen, effizient und praxistauglich zu gestalten.

> **FOPNL wie der Nutri-Score können derzeit ausschließlich auf freiwilliger Basis verwendet werden. Die Benutzungsbedingungen geben vor, wie der Nutri-Score in der Praxis anzuwenden ist. Ihre Einhaltung wird durch die Regulatoren kontrolliert.**

6.4.2 Internationale Koordination des Nutri-Score

Nach der Einführung des Nutri-Score im Oktober 2017 durch Frankreich setzten sich mittlerweile auch Belgien, Deutschland, Luxemburg, die Niederlande, die Schweiz und Spanien („*Countries officially engaged in Nutri-Score*", COEN) für die Umsetzung des Systems in dem jeweiligen Staatsgebiet ein. Im Januar 2021 verabschiedeten die COEN

eine gemeinsame Grundsatzvereinbarung, mit der die internationale Kooperation der COEN in Form der sogenannten *Europäischen Governance* formalisiert und die koordinierte Verwaltung und Implementierung des Nutri-Score auf den verschiedenen Staatsgebieten gewährleistet werden soll [23]. Nach der Grundsatzvereinbarung erfolgt die Zusammenarbeit der COEN über zwei Gremien, den sogenannten Lenkungsausschuss und das Wissenschaftliche Gremium [12].

Der Lenkungsausschuss setzt sich aus Vertreter*innen der mit der Einführung des Nutri-Score in den sieben Staaten befassten nationalen Behörden zusammen. Er soll die Verwendung des Nutri-Score für die Wirtschaftsteilnehmer, einschließlich kleiner und mittlerer Unternehmen, erleichtern und dank harmonisierter Verfahren den Verbraucher*innen ein einfaches und effizientes Instrument an die Hand geben. Der Lenkungsausschuss verfolgt bei seiner Koordinierung des Nutri-Score im europäischen Kontext einen möglichst inklusiven Ansatz. So ermöglicht der Lenkungsausschuss beispielweise Staaten, die ein begründetes Interesse am Nutri-Score haben, an den Entwicklungen und Sitzungen des Lenkungssauschusses teilzunehmen. Auch die Belange der beteiligten Akteure, etwa der Wirtschaft, sollen bei den Arbeiten des Lenkungsausschusses einfließen, um unter Berücksichtigung dieser Sichtweisen eine zielgerichtete und zweckdienliche Koordination des Nutri-Score zu ermöglichen. Zu diesem Zweck diente auch der im Sommer 2021 vom Lenkungsausschuss initiierte Aufruf an die Öffentlichkeit, Vorschläge zur Weiterentwicklung des Nutri-Score-Algorithmus einzureichen.

Die *Europäische Governance* sieht außerdem eine Bewertung des Nutri-Score-Algorithmus durch ein wissenschaftliches Gremium aus unabhängigen Expert*innen der COEN vor [12]. Das Wissenschaftliche Gremium wurde ebenfalls 2021 von den COEN ins Leben gerufen. Sein Mandat umfasst die unabhängige Beratung zu möglichen Aktualisierungen des Nutri-Score-Algorithmus und die Bereitstellung wissenschaftlicher Erkenntnisse für die Untermauerung der Wirkungen des Nutri-Score auf die öffentliche Gesundheit [24].

Zu seiner Arbeitsweise und inhaltlichen Fortschritten hat das Wissenschaftliche Gremium mehrere Arbeitsberichte veröffentlicht [25–27].

> **Die am Nutri-Score beteiligten oder interessierten Staaten nutzen eine gemeinsame Verwaltungsstruktur, um den Nutri-Score im europäischen Kontext zu koordinieren und weiterzuentwickeln.**

6.4.3 Weiterentwicklung des Nutri-Score-Algorithmus

6.4.3.1 Evaluierung der ursprünglichen Berechnungsgrundlage

Gemäß ihrem Mandat evaluieren die unabhängigen Vertreter*innen des Wissenschaftlichen Gremiums seit Februar 2021 die Berechnungsgrundlage des Nutri-Score [24]. Ziel der Evaluation ist es, Bereiche zu identifizieren, in denen der Nutri-Score perspektivisch verbessert werden könnte und hierfür geeignete Lösungsvorschläge zu erarbeiten. Mithilfe dieser Modifikationen soll vorrangig eine größere Übereinstimmung zwischen den Bewertungen des Nutri-Score und den allgemeinen Ernährungsempfehlungen in den COEN erzielt werden.

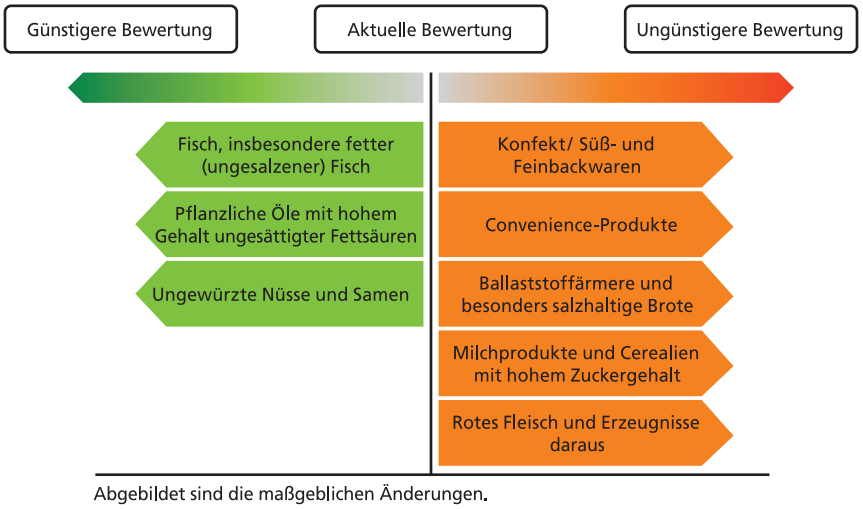
Die Vorgehensweise seiner Evaluierung beschreibt das Wissenschaftliche Gremium in einem ausführlichen Bericht [25]. Demzufolge werden zur Identifizierung von Bereichen, in denen der Nutri-Score optimiert werden kann, verschiedene Kriterien und Aspekte betrachtet. Hierzu zählt insbesondere die Übereinstimmung der Nutri-Score-Bewertung mit der Ernährungspolitik der COEN sowie den dort existierenden allgemeinen Ernährungsempfehlungen. Eine weitere Grundlage für die Evaluierung bilden die umfangreichen Literaturrecherchen zu neuen Erkenntnissen zum Zusammenhang zwischen Ernährung und dem Auftreten ernährungsmitbedingter Erkrankungen sowie deren Markern. Ergänzend betrachtet werden die Nutri-Score-Bewertungen im Zusammenhang mit der Zusammensetzung von Lebensmitteln in verschiedenen Staaten sowie Elemente, die vom Lenkungsausschuss als zu berücksichtigende Elemente hervorgehoben wurden. Einen wesentlichen Teil der Evaluierung stellen zudem Anfragen und Stellungnahmen von verschiedenen Interessengruppen dar, darunter Unternehmen sowie Verbände der Lebensmittelwirtschaft, der Verbraucherschaft und aus dem Gesundheitsbereich, die im Rahmen eines Aufrufes des Lenkungsausschusses an diesen übermittelt wurden [28].

Die Evaluation des Wissenschaftlichen Gremiums zeigte, dass die bisherige Berechnungsgrundlage zur Erreichung des übergeordneten Ziels einer größeren Übereinstimmung zwischen den Nutri-Score-Bewertungen und den allgemeinen Ernährungsempfehlungen an verschiedenen Stellen optimiert werden könnte. Hierzu zählen unter anderem das Bewertungssystem für pflanzliche Speiseöle mit günstigem Nährwertprofil sowie Fisch und Meeresfrüchte, die Differenzierbarkeit anhand des Nutri-Score für Vollkornprodukte und Getränke sowie eine Übereinstimmung mit den Empfehlungen für stark zuckerhaltige oder salzige Produkte [25–27].

6.4.3.2 Änderungen am Algorithmus und deren Einfluss auf Produktgruppen

In Form von zwei Berichten, die das Wissenschaftliche Gremium 2022 (Bericht für allgemeine/feste Lebensmittel, Fette und Öle) bzw. 2023 veröffentlichte (Bericht für Getränke), beschreibt das Wissenschaftliche Gremium ausführlich seine Vorschläge für Anpassungen des Algorithmus, mit denen der Nutri-Score optimiert werden soll [26, 27]. Die Änderungsvorschläge, denen der Lenkungsausschuss zugestimmt hat, sind umfangreich und betreffen unter anderem die Zuordnung von Lebensmitteln zur Bewertungskategorie, die berücksichtigten Nähr- und Inhaltsstoffe und deren Bepunktung, die Regeln zur Berücksichtigung des Proteingehaltes sowie die Schwellenwerte für die Zuordnung des Logos zur Gesamtpunktzahl [26, 27].

Je nach Produktgruppe können die Änderungen am Algorithmus zu unterschiedlichen Veränderungen bei der jeweiligen Bewertung führen. Die Abbildungen 6/4 und 6/5 zeigen eine Auswahl dazu, wie sich die Änderungen am Nutri-Score-Algorithmus auf bestimmte Produktgruppen auswirken können.



6.4

Abbildung 6/4: Einfluss der Änderungen am Nutri-Score-Algorithmus (Kategorie allgemeine/feste Lebensmittel, Fette und Öle) auf ausgewählte Produktgruppen (nach dem Fragen-und-Antworten-Katalog der *Santé publique France* zum Nutri-Score [18])

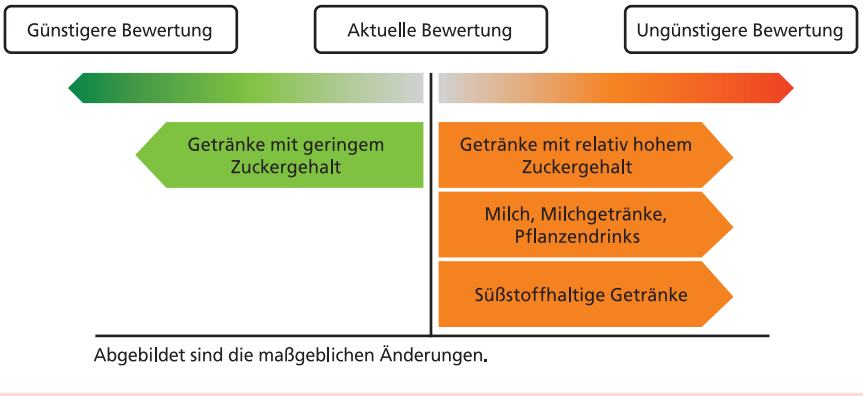


Abbildung 6/5: Einfluss der Änderungen am Nutri-Score-Algorithmus (Kategorie Getränke) auf ausgewählte Produktgruppen (nach dem Fragen-und-Antworten-Katalog der *Santé publique France* zum Nutri-Score [18])

Mittels verschiedener Anpassungen an der Berechnungsgrundlage des Nutri-Score wurde die Schnittmenge zwischen den Bewertungen des Nutri-Score und den Aussagen der allgemeinen Ernährungsempfehlungen vergrößert. Zahlreiche Lebensmittel sind damit besser nach den Gehalten an Zucker, Fett, Salz und Ballaststoffen differenzierbar.

6.4.3.3 Umsetzung des weiterentwickelten Algorithmus

Die Umsetzung des weiterentwickelten Nutri-Score-Algorithmus wird von Vertreter*innen des Lenkungsausschusses koordiniert. Sie haben sich auf ein gemeinsames Verfahren geeinigt, mit dem die Umsetzung des weiterentwickelten Algorithmus insbesondere für die teilnehmenden Unternehmen so praktikabel und einfach wie möglich gestaltet werden soll. Der weiterentwickelte Nutri-Score-Algorithmus ist am 1. Januar 2024 in den COEN in Kraft getreten. Seither ist zur Berechnung des Nutri-Score grundsätzlich der weiterentwickelte Algorithmus anzuwenden [17]. Für Produkte, die bereits vor dem 1. Januar 2024 mit dem Nutri-Score gekennzeichnet wurden, steht den verantwortlichen Unternehmen eine 24-monatige Übergangsfrist zur Verfügung, innerhalb der sie bis zur Umstellung noch den bisherigen Algorithmus verwenden können. Auf diese Weise soll Unternehmen eine ausreichende Zeitspanne zur Umsetzung geboten und einer vermeidbaren Vernichtung von Lebensmitteln entgegengewirkt werden. Ab dem 1. Januar 2026 hat die Berechnung des Nutri-Score dann umfänglich und für alle Produkte gleichermaßen nach dem weiterentwickelten Algorithmus zu erfolgen.

Die Vertreter*innen des Lenkungsausschusses haben sich zudem zum Ziel gesetzt, Unternehmen und Verbraucherverbände künftig stärker in die Arbeit am Nutri-Score einzubinden. Im Rahmen von regelmäßigen Userforen sollen sie über aktuelle Entwicklungen am Nutri-Score informiert und zu technischen und praktischen Umsetzungsfragen angehört werden. Darüber hinaus berät der Lenkungsausschuss über eine Ausweitung des Anwendungsbereiches des Nutri-Score auf die Außer-Haus-Verpflegung.

6.5 Bisherige Umsetzung des Nutri-Score in Deutschland

Seit Inkrafttreten der ersten Verordnung zur Änderung der Lebensmittelinformations-Durchführungsverordnung am 6. November 2020 hat sich eine zunehmende Zahl an Unternehmen für eine Verwendung des Nutri-Score registriert. Zum jetzigen Zeitpunkt beläuft sich die Zahl der Unternehmen, die sich für eine Verwendung des Nutri-Score in Deutschland registriert haben, auf mehr als 870. Insgesamt wurden von diesen Unternehmen mehr als 1 280 Marken angemeldet (Stand 06/2024).

Die bisher zunehmende Unterstützung des Nutri-Score durch die Lebensmittelwirtschaft spiegelt sich unter anderem in seinem Bekanntheitsgrad bei den Verbraucher*innen wider. Basierend auf den Ergebnissen des Ernährungsreports 2023 des BMEL nimmt ein Großteil der Bevölkerung (84 % der Befragten) den Nutri-Score beim Einkauf eines Lebensmittels wahr [29]. Ein Anstieg von 40 % im Vergleich zur Erhebung aus dem Jahr 2021, in der 44 % der Befragten angaben, den Nutri-Score auf der Produktverpackung wahrzunehmen [30]. Im Vergleich zur Vorjahreserhebung war ein Anstieg von 13 % zu beobachten [31]. Bei 34 % der Befragten, die den Nutri-Score im Laden schon einmal auf Produktverpackungen wahrgenommen haben, kommt es nach eigener Angabe vor, dass Lebensmittel innerhalb einer Produktgruppe anhand der Angaben miteinander verglichen werden. Für 37 % derjenigen Befragten, die den Nutri-Score auf Produktverpackungen wahrgenommen haben, beeinflusst die Bewertung auch ihre Kaufentscheidung [29]. Gestützt werden diese Ergebnisse durch die Beobachtungen einer vom BMEL beauftragten Evaluation, in der sowohl auf Seiten der Verbraucher*innen als auch auf Seiten der Lebensmittelunternehmen ein hoher Bekanntheitsgrad des Nutri-Score beobachtet werden

konnte [32, 33]. Auch der Informationsgrad ist im Zeitverlauf auf ein aber nach wie vor ausbaufähiges Maß gestiegen.

Die Einführung des Nutri-Score in Deutschland wurde insbesondere von Vertreter*innen der Verbraucherschaft und des Gesundheitsbereiches begrüßt [34–37]. Bereits im Rahmen der zurückliegenden Stakeholder-Beteiligung haben sie sich insbesondere für farbig bewertende Modelle wie den Nutri-Score ausgesprochen. Nichtsdestotrotz ist der Nutri-Score für diese beteiligten Kreise nicht frei von Kritik. So führe allen voran der freiwillige Charakter des Nutri-Score dazu, dass der Nutri-Score nicht sein volles Potenzial bei der Unterstützung der Verbraucher*innen entfalten könne, wie es bei beispielsweise bei einer verpflichtenden und damit umfänglichen Verwendung der Fall wäre. Aus diesem Grund fordern die Verbraucherschaft und der Gesundheitsbereich einen verpflichtenden Nutri-Score und begrüßten die Ankündigung der Europäischen Kommission, einen Vorschlag für ein EU-weit einheitliches und zudem verpflichtendes erweitertes Nährwertkennzeichnungs-System vorlegen zu wollen [36, 38–40].

6.6 Zusammenfassung und Fazit

Seit seiner Einführung im Herbst 2020 ist der Nutri-Score ein wichtiger Bestandteil der Ernährungspolitik der deutschen Bundesregierung. Kennzeichnend für den Nutri-Score sind unter anderem seine wissenschaftliche Grundlage sowie seine durch unabhängige Expert*innen ermöglichte Weiterentwicklung, die den Nutri-Score zu einem guten Beispiel dafür machen, wie wissenschaftliche Evidenz zur Förderung einer günstigeren Ernährungsweise beitragen soll. Der Nutri-Score profitiert zusätzlich zu seiner Wissenschaftlichkeit auch von seinem partizipativen Umsetzungsprozess, bei dem die beteiligten Interessengruppen ihre Positionen eingebracht und damit auf die bestehenden Chancen und Herausforderungen bei der Verwendung des Nutri-Score in Deutschland hingewiesen haben. Diese Beiträge stellen bis heute wichtige Erkenntnisse im Umgang mit erweiterten Nährwertkennzeichnungen dar, die den COEN-Lenkungsausschuss bei der gemeinsamen Koordination des Nutri-Score unterstützen. Die Entscheidung der COEN, den Nutri-Score weiterzuentwickeln, ermöglicht es, wissenschaftsbasierte Lösungen für eventuelle Limitierungen bzw. Vorschläge für eine noch wirksamere Kennzeichnung zu erarbeiten und damit gleichzeitig die Lernfähigkeit des Systems unter Beweis zu stellen. Von großer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang, dass die Weiterentwicklung des Nutri-Score im Rahmen einer Kooperation europäischer Staaten erfolgt, zu deren Zielen auch gehört, den Nutri-Score unter Berücksichtigung der jeweiligen Ernährungsgewohnheiten sowie im Hinblick auf die Etablierung eines gesamteuropäischen Modells einer FOPNL weiterzuentwickeln.

6.7 Literaturverzeichnis

[1] Europäische Kommission: Bericht der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat über die Verwendung zusätzlicher Formen der Angabe und Darstellung der Nährwertdeklaration. (2020) https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-11/labelling-nutrition_fop-report-2020-207_de.pdf (eingesehen am 27.09.2023)

[2] Europäisches Parlament, Rat der Europäischen Union: Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2011 betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1924/2006 und (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Richtlinie 87/250/EWG der Kommission, der Richtlinie 90/496/EWG des Rates, der Richtlinie 1999/10/EG der Kommission, der Richtlinie 2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2002/67/EG und 2008/5/EG der Kommission und der Verordnung (EG) Nr. 608/2004 der Kommission. (2011) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1169&qid=1696578285622 (eingesehen am 27.09.2023)

[3] Europäische Kommission: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Region „Vom Hof auf den Tisch" – eine Strategie für ein faires, gesundes und umweltfreundliches Lebensmittelsystem. (2020) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0381 (eingesehen am 27.09.2023)

[4] Europäische Kommission: Pressemitteilung „Europas Widerstandsfähigkeit stärken: Wie wir den Verlust an biologischer Vielfalt stoppen und ein gesundes und nachhaltiges Lebensmittelsystem aufbauen". (2020) https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_20_884 (eingesehen am 29.09.2023)

[5] Storcksdieck genannt Bonsmann S, Marandola G, Ciriolo E et al.: Front-of-pack nutrition labelling schemes: a comprehensive review, EUR 29811 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg (2020) https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC113586 (eingesehen am 29.09.2023) doi:10.2760/180167

[6] Die Bundesregierung: Ein neuer Aufbruch für Europa Eine neue Dynamik für Deutschland Ein neuer Zusammenhalt für unser Land Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD 19. Legislaturperiode. (2018) https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/koalitionsvertrag-zwischen-cdu-csu-und-spd-195906 (eingesehen am 29.09.2023)

[7] Max Rubner-Institut: Beschreibung und Bewertung ausgewählter „Front-of-Pack"-Nährwertkennzeichnungs-Modelle. (2020) https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Themen/Naehrwertkennzeichnung/200721__MRI-Bericht-FoP-NWK-Modellen_inkl-KOM-Bericht-Titel.pdf (eingesehen am 29.09.2023) doi: 10.25826/20200722-124647

[8] INFO GmbH Markt- und Meinungsforschung: Evaluation von erweiterten Nährwertkennzeichnungs-Modellen, Ergebnisbericht der Repräsentativerhebung. Im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft. (2019) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/Lebensmittel-Kennzeichnung/Ergebnisbericht-Repraesentativerhebung-TeilA_eNWK.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (eingesehen am 06.10.2023)

[9] INFO GmbH Markt- und Meinungsforschung: Evaluation von erweiterten Nährwertkennzeichnungs-Modellen – Ergebnisbericht der Fokusgruppendiskussionen. Im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft. (2019) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/Lebensmittel-Kennzeichnung/Ergebnisbericht_Fokusgruppenbefragung_TeilB_eNWK.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (eingesehen am 06.10.2023)

[10] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Verordnung zur Durchführung unionsrechtlicher Vorschriften betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel (Lebensmittelinformations-Durchführungsverordnung – LMIDV). (2017) https://www.gesetze-im-internet.de/lmidv/BJNR227210017.html (eingesehen am 06.10.2023)

[11] WHO/FAO (World Health Organization/Food and Agriculture Organization): Preparation and use of food-based dietary guidelines. Report of a joint FAO/WHO consultation. (1998) https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/42051/WHO_TRS_880.pdf?sequence=1 (eingesehen am 13.06.2024)

[12] Die am Nutri-Score teilnehmenden Länder: Internationale Absichtserklärung der am Nutri-Score teilnehmenden Länder – Grundsatzvereinbarung & Verwaltungsstruktur. (2021) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/Lebensmittel-Kennzeichnung/nutri-score-grundsatzvereinbarung.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (eingesehen am 06.10.2023)

[13] Gabinete da Secretária de Estado da Promoção da Saúde: Despacho n.º 3637/2024. (2024) https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/despacho/3637-2024-859190971 (eingesehen am 13.06.2024)

[14] Parliamentary question. European Parliament: Answer given by Mr Andriukaitis on behalf of the European Commission. Parliamentary question – P-003026/2019(ASW). (2019) https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/P-9-2019-003026-ASW_EN.html (eingesehen am 01.07.2024)

[15] Rayner M, Scarborough P, Boxer A et al.: Nutrient profiles: Development of Final Model. Final Report. (2005) https://www.researchgate.net/publication/266447771_Nutrient_profiles_Development_of_Final_Model_Final_Report/link/5440d4fe0cf218719077d82d/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19 (eingesehen am 13.10.2023)

[16] Julia C, Hercberg S: Nutri-Score: Evidence of the effectiveness of the French front-of-pack nutrition label. Ernährungs Umschau 64 (2017) 181–187. https://www.ernaehrungs-umschau.de/fileadmin/Ernaehrungs-Umschau/pdfs/pdf_2017/12_17/EU12_2017_WuF_Nutriscore_englisch.pdf (eingesehen am 09.10.2023) doi: 10.4455/eu.2017.048

[17] Santé Publique France: Conditions of Use of the « Nutri-Score » Logo Version dated 24 of April 2023 and approved by Santé Publique France. (2023) https://www.santepubliquefrance.fr/media/files/02-determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/nutri-score/reglement-usage-en (eingesehen am 09.10.2023)

[18] Santé Publique France: Nutri-Score Questions & Answers English version. (2023) https://www.santepubliquefrance.fr/media/files/02-determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/nutri-score/q-a-en (eingesehen am 09.10.2023)

[19] Santé Publique France: Corporate Graphic Charter. (2023) https://www.santepubliquefrance.fr/media/files/02-determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/nutri-score/annexe2-charte-graphique-en (eingesehen am 09.10.2023)

[20] Santé Publique France: Excel-Tabelle zur Berechnung des Nutri-Score. (2023) https://www.santepubliquefrance.fr/media/files/02-determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/nutri-score/tableur-calcul-nutri-score-en (eingesehen am 09.10.2023)

[21] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Wissenswertes für Verbraucherinnen und Verbraucher – Der Nutri-Score einfach erklärt. (2024) https://www.bmel.de/DE/themen/ernaehrung/lebensmittel-kennzeichnung/freiwillige-angaben-und-label/nutri-score/nutri-score-erklaert-verbraucherinfo.html (eingesehen am 24.07.2024)

[22] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Pressemitteilung Nr. 21/2023: Regulator übernimmt die Marktüberwachung und Missbrauchsverfolgung des Nutri-Score in Deutschland. (2023) https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2023/021-nutriscore.html (eingesehen am 02.10.2023)

[23] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Pressemitteilung: 7 europäische Länder vereinbaren, die Anwendung des Nutri-Score zu erleichtern. (2021) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/Lebensmittel-Kennzeichnung/pressemitteilung-coen-nutri-score.html (eingesehen am 02.10.2023)

[24] Die am Nutri-Score teilnehmenden Länder: International Scientific Committee in charge of coordinating the scientific-based update of the Nutri-Score in the context of its European expansion – Mandate. (2021) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/_Food-and-Nutrition/nutri-score-mandate-scientific-committee.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (eingesehen am 02.10.2023)

[25] Wissenschaftliches Gremium der am Nutri-Score beteiligten Staaten: Update of the Nutri-Score algorithm. Yearly report from the Scientific Committee of the Nutri-Score. (2021) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/Lebensmittel-Kennzeichnung/nutri-score-zwischenbericht-wissenschaftl-gremium.html (eingesehen am 02.10.2023)

[26] Wissenschaftliches Gremium der am Nutri-Score beteiligten Staaten: Update of the Nutri-Score algorithm. Update report from the Scientific Committee of the Nutri-Score. (2022) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/_Food-and-Nutrition/nutri-score-update-algorithm.html (eingesehen am 02.10.2023)

[27] Wissenschaftliches Gremium der am Nutri-Score beteiligten Staaten: Update of the Nutri-Score algorithm for beverages. Second update report from the Scientific Committee of the Nutri-Score V2-2023. (2023) https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/documents/rapport-synthese/update-of-the-nutri-score-algorithm-for-beverages.-second-update-report-from-the-scientific-committee-of-the-nutri-score-v2-2023 (eingesehen am 02.10.2023)

[28] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Übermittlung von Stellungnahmen an das wissenschaftliche Gremium zur Bewertung des Algorithmus des Nutri-Score. (2021) https://www.bmel.de/DE/themen/ernaehrung/lebensmittel-kennzeichnung/freiwillige-angaben-und-label/nutri-score/aufruf-stellungnahmen-nutriscore-algorithmus.html (eingesehen am 09.10.2023)

[29] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Deutschland, wie es isst. Der BMEL-Ernährungsreport 2023. (2023) https://www.bmel.de/DE/themen/ernaehrung/ernaehrungsreport2023.html (eingesehen am 13.10.2023)

[30] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Deutschland, wie es isst Der BMEL-Ernährungsreport 2021. (2021) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/ernaehrungsreport-2021.html (eingesehen am 09.10.2023)

[31] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Deutschland, wie es isst. Der BMEL-Ernährungsreport 2022. (2022) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/ernaehrungsreport-2022.html (eingesehen am 04.10.2023)

[32] INFO GmbH Markt- und Meinungsforschung: Kampagnenevaluation Nutri-Score 2020. Vorhermessung. (2020) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/Lebensmittel-Kennzeichnung/nutriscore-evaluation-nullmessung.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (eingesehen am 09.10.2023)

[33] INFO GmbH Markt- und Meinungsforschung: Kampagnenevaluation Nutri-Score 2022. Nachhermessung. (2022) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/Lebensmittel-Kennzeichnung/nutriscore-evaluation-nachhermessung.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (eingesehen am 09.10.2023)

[34] Verbraucherzentrale Bundesverband: Pressemitteilung: Der Nutri-Score kommt – vorerst aber nur freiwillig. (2020) https://www.vzbv.de/pressemitteilungen/der-nutri-score-kommt-vorerst-aber-nur-freiwillig (eingesehen am 04.10.2023)

[35] AOK Bundesverband: Stellungnahme des AOK-Bundesverbandes zum Referentenentwurf des BMEL – Erste Verordnung zur Änderung der Lebensmittel-Durchführungsverordnung vom 21.11.2019. (2019) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Glaeserne-Gesetze/Stellungnahmen/1VO-Aend-Lebensmittelinformations-DVO-AOK.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (eingesehen am 19.03.2024)

[36] Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V.: Stellungnahme der DGKJ zur Ersten Verordnung zur Änderung der Lebensmittelinformations-Durchführungsverordnung. (2019) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Glaeserne-Gesetze/Stellungnahmen/1VO-Aend-Lebensmittelinformations-DVO-dgkj.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (eingesehen am 19.03.2024)

[37] Deutsche Adipositas Gesellschaft: Verbändeanhörung des Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 17.12.2019. Stellungnahme der DAG zum Referentenentwurf des BMEL: 1. Verordnung zur Änderung der LMIDV. (2019) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Glaeserne-Gesetze/Stellungnahmen/1VO-Aend-Lebensmittelinformations-DVO-dag.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (eingesehen am 19.03.2024)

[38] Berufsverband der Kinder- und Jugendärzte e.V.: Stellungnahme des Berufsverbandes der Kinder- und Jugendärzte (BVKJ) e.V. zum Referentenentwurf „Erste Verordnung zur Änderung der Lebensmittelinformations-Durchführungsverordnung" vom 21.11.2019. (2019) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Glaeserne-Gesetze/Stellungnahmen/1VO-Aend-Lebensmittelinformations-DVO-bvkj.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (eingesehen am 19.03.2024)

[39] Deutsche Diabetes Gesellschaft e.V.: Stellungnahme Referentenentwurf „Erste Verordnung zur Änderung der Lebensmittelinformations-Durchführungsverordnung". (2019) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Glaeserne-Gesetze/Stellungnahmen/1VO-Aend-Lebensmittelinformations-DVO-ddg.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (eingesehen am 19.03.2024)

[40] Verbraucherzentrale Bundesverband: Pressemitteilung: Nutri-Score europaweit verbindlich einführen. (2020) https://www.vzbv.de/pressemitteilungen/nutri-score-europaweit-verbindlich-einfuehren (eingesehen am 09.10.2023)

7 Editorial zur Einordnung des Konzepts von stark verarbeiteten Lebensmitteln (ultra-processed foods, UPF)

Jakob Linseisen[1], Volker Böhm[2], Janine Bröder[3], Johanna Conrad[3], Ralf Greiner[4], Bettina Hieronimus[4], Marina Liaskos[5], Jörg Meier[6], Sabine Rohrmann[7], Sascha Rohn[8], für die Arbeitsgruppe „(Stark) verarbeitete Lebensmittel" der DGE

[1] Lehrstuhl für Epidemiologie, Universität Augsburg, Augsburg
[2] Institut für Ernährungswissenschaften, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Jena
[3] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), Bonn
[4] Institut für Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik, Max Rubner-Institut (MRI), Karlsruhe
[5] Institut für Physiologie und Biochemie der Ernährung, Max Rubner-Institut (MRI), Karlsruhe
[6] Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften, Hochschule Neubrandenburg, Neubrandenburg
[7] Institut für Epidemiologie, Biostatistik und Prävention, Universität Zürich, Zürich
[8] Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie, Technische Universität Berlin, Berlin

Das Konzept zur Einordnung von Lebensmitteln in Kategorien entsprechend des Grads ihrer Verarbeitung ist ein neuer Ansatz zur Bewertung von Lebensmitteln, welcher in den letzten Jahren eine stetige Zunahme an Aufmerksamkeit erfahren hat. Die bekannteste Operationalisierung dieses Konzepts ist die NOVA-Klassifizierung, welche von Monteiro et al. erstmals 2010 vorgestellt [1] und seitdem mehrmals aktualisiert bzw. ergänzt wurde [2]. Es ist das aktuell am häufigsten in wissenschaftlichen Publikationen verwendete Klassifizierungssystem (s. Kapitel 9). Insbesondere die Nutzung eines solchen Konzepts in der Ernährungsberatung scheint hilfreich und vielversprechend, da in der NOVA-Klasse IV (stark verarbeitet), sogenannte *ultra-processed foods* (UPF), konkret Lebensmittel und Getränke, welche als stark verarbeitet definiert werden, eingeordnet sind. UPF durchlaufen a) im Herstellungsprozess mehrere, teils industrielle, Verarbeitungsverfahren und enthalten b) sogenannte „formulierte" Zutaten, für welche Primärerzeugnisse industriell bearbeitet wurden [2]. UPF sind oftmals, aber nicht ausschließlich, Lebensmittel, welche hohe Mengen an Zucker, Fett und Salz und zugleich geringe Mengen an Mikronährstoffen enthalten und somit eine hohe Energiedichte aufweisen [3]. Ein hoher, regelmäßiger Verzehr von Lebensmitteln mit solch ungünstigen Nährstoffprofilen ist nicht zu empfehlen [4]. Die Nährstoffzusammensetzung wird jedoch in der Bewertung nach NOVA nicht berücksichtigt [2, 5]; nur eines der anderen verfügbaren Klassifizierungsschemata, das SIGA-Schema [6], berücksichtigt diese. Die Einordnung von Lebensmitteln durch die NOVA-Klassifizierung ist zudem nicht trivial und mit deutlicher Varianz zwischen den Personen, die eine Zuordnung vornehmen, verbunden [7, 8].

Kritiker*innen der NOVA-Klassifizierung sehen daher keinen Zusatznutzen, der über die bekannten Ernährungsempfehlungen hinausgeht. Die größte Herausforderung von Klassifizierungskonzepten liegt in der Notwendigkeit einer wissenschaftlichen analytischen Grundlage der Klassifizierung von Lebensmitteln nach Verarbeitungsgrad und einer grundlegenden Definition des Grads einer Be- und Verarbeitung. Erst wenn diese Grundlagen gegeben sind, wird die Forschung zum Einfluss des Verzehrs von UPF auf die Gesundheit sinnvoll. Tatsächlich wurde der Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und verschiedenen Krankheitsendpunkten schon in vielen Beobachtungsstudien untersucht ([9–11], s. Kapitel 9). Wenngleich teils positive Zusammenhänge gezeigt werden konnten, bleibt die Frage nach den grundlegenden Ursachen – den biologischen Mechanismen – dieser Zusammenhänge jedoch offen. Die Arbeitsgruppe „(Stark) verarbeitete Lebensmittel" der DGE beschäftigte sich sowohl mit den verschiedenen Klassifizierungssystemen als auch mit der vorliegenden wissenschaftlichen Evidenz zum Einfluss auf die Entwicklung von Krankheiten. Die Mitglieder dieser Arbeitsgruppe haben zwei Beiträge für den 15. DGE-Ernährungsbericht erarbeitet.

Das **Kapitel 8 „Einordnung von Lebensmitteln nach dem Verarbeitungsgrad und Bewertung gängiger Klassifizierungssysteme in der Ernährungsforschung"** beschreibt die lebensmitteltechnologischen Verfahren und lebensmittelchemischen Veränderungen bei der Verarbeitung von Lebensmitteln, vom Rohstoff hin zum verzehrfähigen Produkt. Zudem werden die häufig in Studien eingesetzten Systeme zur Klassifizierung von Lebensmitteln nach ihrem Verarbeitungsgrad (IARC-EPIC [12], IFIC [13], UNC [14], NOVA [1] und SIGA [6]) beschrieben und verglichen. Dabei werden wichtige Aspekte, wie die Frage nach der Veränderung der Matrix eines Lebensmittels oder der Verwendung von Zusatzstoffen, auch im Hinblick auf die Haltbarkeit dieser Produkte, adressiert. Des Weiteren werden die Probleme und etwaigen Widersprüche von UPF-Konzepten (insbesondere der NOVA-Klassifizierung) herausgearbeitet. Die Fragen nach den Kennzeichen einer starken Be- und Verarbeitung, die oftmals einer „industriellen" Herstellung zugeschrieben werden, werden kritisch diskutiert, da diese zumeist in den Klassifizierungen im Zusammenhang mit unerwünschten Veränderungen in den Ausgangsstoffen genannt werden. In diesem Kontext wird auch häufig die Verwendung von Zusatzstoffen genannt, die in der Definition von UPF zu berücksichtigen sind. Insgesamt wird herausgearbeitet, dass sich Kriterien, die jeweils einen Verarbeitungsgrad beschreiben, eher nachrangig auf die angewendeten Verarbeitungsverfahren und ihre Wirkung auf Primärerzeugnisse beziehen, sondern vielmehr auf andere Merkmale, wie die Verarbeitungsziele, verschiedene Zutaten und Zusatzstoffe sowie Verpackung und Haltbarkeit.

Zudem existieren viele Produkte, deren Zuordnung zu einer Verarbeitungskategorie nach der NOVA-Klassifizierung zuweilen uneindeutig bzw. teilweise widersprüchlich ist. So wird Brot als unverpackte Variante der Kategorie III (verarbeitet) zugeordnet und verpacktes Brot der Kategorie IV (stark verarbeitet).

Im **Kapitel 9 „Verzehr stark verarbeiteter Lebensmittel und ernährungsmitbedingte Erkrankungen: Eine systematische Übersichtsarbeit"** wird die vorliegende wissenschaftliche Evidenz zum Einfluss eines hohen Konsums von UPF auf die Entwicklung ausgewählter Erkrankungen systematisch erfasst und bewertet. Hier werden Ergebnisse von Beobachtungsstudien betrachtet. Diese können nur in Kombination mit weiteren Daten (idealerweise aus Interventionsstudien) und der Kenntnis plausibler Wirkmechanismen (experimentelle Studien) einen kausalen Zusammenhang herstellen.

Die analytische Erfassung einer (üblichen) Ernährung ist an sich schon schwierig, bedingt durch Einschränkungen in der Genauigkeit (*precision*) und Richtigkeit (*validity*) der Daten. Dazu kommen nun Unklarheiten bei der Kategorisierung der verzehrten Lebensmittel in NOVA-Gruppen auf Basis der vorhandenen Informationen aus der Ernährungserhebung in Kohortenstudien. Eine valide Kategorisierung anhand der vorliegenden Daten scheint derzeit nicht möglich [7, 8]. Letztlich müssen die Verarbeitungsschritte und die Rezepturen der Lebensmittel mit ihrer exakten Inhaltsstoffzusammensetzung bekannt sein, um eine möglichst präzise Einteilung zu erlauben.

Beide Kapitel umreißen die gegenwärtigen Probleme eines geeigneten UPF-Konzepts und dessen Anwendung in der wissenschaftlichen Forschung. Trotz aller Kritik an gegenwärtigen UPF-Konzepten haben diese auch ihre Berechtigung, indem sie Verbraucher*innen auf einfache und verständliche Weise darlegen, dass als UPF beschriebene Lebensmittel nur in beschränktem Maße verzehrt werden sollten. Auch andere Modelle zur einfachen Kennzeichnung von Lebensmitteln, wie z. B. der Nutri-Score (s. Kapitel 6), haben offensichtliche Limitationen; deren Definition ist jedoch bekannt und wissenschaftlich nachvollziehbar, wenn auch diskutierbar.

Die Ergebnisse einer Interventionsstudie mit *Cross-over*-Design zum Einfluss eines starken Verzehrs von UPF (vs. niedrigem UPF-Verzehr) auf das Körpergewicht [15] demonstrieren eindringlich, wie stark das Körpergewicht unter Intervention ansteigt und unter Kontrollernährung wieder sinkt bzw. stabil bleibt. Nachfolgende Interpretationen dieses Ergebnisses beziehen sich insbesondere auf die hohe Energiedichte von UPF, deren hohe Schmackhaftigkeit (*palatability*) für Konsument*innen und den geringen Anteil an z. B. Ballaststoffen (Lebensmittelmatrix). Diese Faktoren führen zum Eintrag einer hohen Energiemenge bei geringem Zeitaufwand für das Kauen und letztlich auch bei schneller Absorption (wie am Beispiel von Glucose sichtbar). In der Summe wird somit sehr viel Energie pro Zeiteinheit verzehrt, noch bevor physiologische Sättigungsmechanismen greifen können. Ist der Effekt so einfach zu erklären? Wenn ja, kennen wir die Probleme und können diese mit objektiv messbaren Größen exakt beschreiben. Versucht das UPF-Konzept damit nur bereits bekanntes Wissen in neuen Kleidern zu beschreiben? Vielleicht. Klar ist aber, dass bekanntes Ernährungswissen nicht zu einer deutlich besseren Ernährung geführt hat. Im Gegenteil, die enorme Ausbreitung von Adipositas und Typ-2-Diabetes weltweit konnte bisher nicht eingedämmt werden. Vielleicht hilft das UPF-Konzept, die Verbraucher*innen auf einfache und plakative Weise zu erreichen, und so einen wichtigen Beitrag zur Bekämpfung ernährungsmitbedingter Erkrankungen zu leisten.

Bei einem ähnlichen, vor allem in den USA bekannten Konzept des „Clean Eating" werden nicht nur verarbeitete Lebensmittel und Produkte mit Zusätzen vermieden; hier wird versucht, so einfach und so frisch wie möglich zu essen. Dieses Konzept ist für viele Menschen allein aus zeitlichen (bisweilen auch aus finanziellen) Gründen schwierig umzusetzen. Daher stellt sich die Frage, wie ein Konzept aussehen könnte, das einerseits wissenschaftlich fundiert ist und andererseits die Verbraucher*innen erreicht und so zu einer Verbesserung der Ernährung führt. Solange wir ein solches Konzept nicht haben, sollten wir das gegenwärtig genutzte UPF-Konzept, also die NOVA-Klassifizierung, nicht einfach als unwissenschaftlich ablehnen, sondern versuchen, ein besseres Konzept zu entwickeln und einzusetzen. Die SIGA-Klassifizierung wäre eine Möglichkeit [6].

7.1 Literaturverzeichnis

[1] Monteiro CA, Levy RB, Claro RM et al.: A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. Cad Saude Publica 26 (2010) 2039–2049. doi:10.1590/s0102-311x2010001100005

[2] Monteiro CA, Cannon G, Lawrence M et al.: Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. (2019) https://www.fao.org/3/ca5644en/ca5644en.pdf (eingesehen am 07.03.2023)

[3] Martini D, Godos J, Bonaccio M et al.: Ultra-processed foods and nutritional dietary profile: a meta-analysis of nationally representative samples. Nutrients 13 (2021) 3390. doi:10.3390/nu13103390

[4] Lichtenstein AH, Appel LJ, Vadiveloo M et al.: 2021 Dietary guidance to improve cardiovascular health: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation 144 (2021) e472–e487. doi:10.1161/CIR.0000000000001031

[5] Moubarac J-C, Parra DC, Cannon G et al.: Food classification systems based on food processing: significance and implications for policies and actions: a systematic literature review and assessment. Curr Obes Rep 3 (2014) 256–272. doi:10.1007/s13679-014-0092-0

[6] Davidou S, Christodoulou A, Fardet A et al.: The holistico-reductionist Siga classification according to the degree of food processing: an evaluation of ultra-processed foods in French supermarkets. Food Funct 11 (2020) 2026–2039. doi:10.1039/c9fo02271f

[7] Braesco V, Souchon I, Sauvant P et al.: Ultra-processed foods: how functional is the NOVA system? Eur J Clin Nutr 76 (2022) 1245–1253. doi:10.1038/s41430-022-01099-1

[8] Sadler CR, Grassby T, Hart K et al.: "Even we are confused": a thematic analysis of professionals' perceptions of processed foods and challenges for communication. Front Nutr 9 (2022) 826162. doi:10.3389/fnut.2022.826162

[9] Wang Z, Lu C, Cui L et al.: Consumption of ultra-processed foods and multiple health outcomes: an umbrella study of meta-analyses. Food Chem 434 (2024) 137460. doi:10.1016/j.foodchem.2023.137460

[10] Barbaresko J, Bröder J, Conrad J et al.: Ultra-processed food consumption and human health: an umbrella review of systematic reviews with meta-analyses. Crit Rev Food Sci Nutr (2024) 1–9. doi:10.1080/10408398.2024.2317877

[11] Lane MM, Gamage E, Du S et al.: Ultra-processed food exposure and adverse health outcomes: umbrella review of epidemiological meta-analyses. BMJ 384 (2024) e077310. doi:10.1136/bmj-2023-077310

[12] Slimani N, Deharveng G, Southgate DAT et al.: Contribution of highly industrially processed foods to the nutrient intakes and patterns of middle-aged populations in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition study. Eur J Clin Nutr 63, Suppl 4 (2009) S206–S225. doi:10.1038/ejcn.2009.82

[13] Eicher-Miller HA, Fulgoni, Victor L., III, Keast DR: Contributions of processed foods to dietary intake in the US from 2003-2008: a report of the Food and Nutrition Science Solutions Joint Task Force of the Academy of Nutrition and Dietetics, American Society for Nutrition, Institute of Food Technologists, and International Food Information Council. J Nutr 142 (2012) 2065S–2072S. doi:10.3945/jn.112.164442

[14] Poti JM, Mendez MA, Ng SW et al.: Is the degree of food processing and convenience linked with the nutritional quality of foods purchased by US households? Am J Clin Nutr 101 (2015) 1251–1262. doi:10.3945/ajcn.114.100925

[15] Hall KD, Ayuketah A, Brychta R et al.: Ultra-processed diets cause excess calorie intake and weight gain: an inpatient randomized controlled trial of ad libitum food intake. Cell Metab 30 (2019) 67–77.e3. doi:10.1016/j.cmet.2019.05.008

8 Einordnung von Lebensmitteln nach dem Verarbeitungsgrad und Bewertung gängiger Klassifizierungssysteme in der Ernährungsforschung

Diana Behsnilian[1], Janine Bröder[2], Jessica Tauer[2], Esther Mayer-Miebach[1]

[1] Institut für Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik, Max Rubner-Institut (MRI), Karlsruhe
[2] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), Bonn

Zusammenfassung

Ein Ernährungsmuster mit hohem Anteil an stark verarbeiteten Lebensmitteln wird heute als Risikofaktor für eine Vielzahl ernährungsmitbedingter Erkrankungen wie Adipositas, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Typ-2-Diabetes postuliert. Um die Zusammenhänge zwischen dem Verzehr verarbeiteter und insbesondere stark verarbeiteter Lebensmittel und ernährungsmitbedingten Erkrankungen zu bewerten, wurden in den letzten Jahren Klassifizierungssysteme entwickelt. Lebensmittel werden dabei in unterschiedliche Verarbeitungsgrade gruppiert und als (i) unverarbeitet, (ii) wenig verarbeitet, (iii) verarbeitet und (iv) stark verarbeitet bezeichnet. Anhand dieser Klassifizierungssysteme lässt sich der Anteil stark verarbeiteter Lebensmittel an der Ernährung abschätzen.

Der vorliegende Beitrag beschreibt zuerst Verarbeitungsverfahren und deren Anwendungsbereiche sowie die Auswirkungen des Einsatzes heute gängiger Verarbeitungsverfahren auf die Primärerzeugnisse. Anschließend werden häufig in Studien eingesetzte Systeme zur Klassifizierung von Lebensmitteln nach ihrem Verarbeitungsgrad beschrieben und verglichen. Anhand der unterschiedlichen Ziele und Schwerpunktsetzungen der Systeme erschließen sich einerseits die Schwierigkeiten bei der Anwendung der Lebensmittelklassifizierung und andererseits deutliche Einschränkungen in der Vergleichbarkeit.

Die Qualität verarbeiteter Lebensmittel und ihre physiologische Wirkung werden maßgeblich durch (i) die Wirkung der angewendeten Verarbeitungsverfahren auf die zur Herstellung verarbeiteter Produkte verwendeten Lebensmittelrohstoffe (Primärerzeugnisse) und (ii) durch die Art und die Menge der verwendeten Zutaten bestimmt. Dennoch beziehen sich die Kriterien zur Beschreibung der Verarbeitungsgrade der heute bekannten Klassifizierungssysteme, mit Ausnahme eines Systems (SIGA-Klassifizierung), eher auf Verarbeitungsziele und Convenience-Stufen und nur nachrangig auf die Wirkung der Verarbeitungsverfahren auf Primärerzeugnisse. Zudem werden die verwendeten Zutaten, dazu gehören auch Zusatzstoffe, mehr oder weniger differenziert bewertet. Lediglich das SIGA-System beschreibt klare Kriterien für die Bewertung der Zucker-, Fett- und Salzgehalte und der Art der verwendeten Zutaten einschließlich Zusatzstoffen.

Derzeit existiert noch kein wissenschaftlicher Konsens über einheitliche, objektive und eindeutige Kriterien für eine Beschreibung von Verarbeitungsgraden. In der Fachliteratur wird deshalb die Entwicklung eines praxisorientierten, differenzierten und allgemeingültigen Systems zur Klassifizierung von Lebensmitteln nach dem Verarbeitungsgrad zwingend empfohlen.

Danksagung

Die Autorinnen danken den weiteren Mitgliedern der DGE-Arbeitsgruppe „(Stark) verarbeitete Lebensmittel" Prof. Dr. Jakob Linseisen, Prof. Dr. Volker Böhm, Dr. Johanna Conrad, Dr. Bettina Hieronimus, Dr. Marina Liaskos, Prof. Dr. Jörg Meier, Prof. Dr. Sascha Rohn und Prof. Dr. Sabine Rohrmann sowie Birte Peterson-Sperlich aus dem Referat Wissenschaft der DGE für ihre wertvollen Anregungen während der Erarbeitung des Beitrags.

Kernaussagen

- Ausgehend von dem Ziel, im Rahmen von Ernährungsstudien auf wissenschaftlicher Basis die Wirkung stark verarbeiteter Lebensmittel auf die Gesundheit des Menschen zu erfassen, werden seit 2009 Klassifizierungssysteme zur Einordnung verarbeiteter Lebensmittel nach ihrem Verarbeitungsgrad entwickelt. Diese Klassifizierungssysteme (IRAC-EPIC, IFIC, UNC, NOVA und SIGA) unterscheiden sich teilweise erheblich hinsichtlich der Definition von Verarbeitungsgraden und den Kriterien der Lebensmittelzuordnung. In der Folge sind die Ergebnisse von Ernährungsstudien vom jeweils angewendeten Klassifizierungssystem abhängig und nur eingeschränkt vergleichbar.

- Auch nach einem Aufruf der FAO im Jahr 2015 zur Standardisierung konnten bis heute keine allgemeingültigen Ordnungskriterien vereinbart werden. Auf Basis eines von der FAO herausgegebenen Reports über das NOVA-Klassifizierungssystem aus dem Jahr 2019 wird dieses Klassifizierungssystem in ernährungsepidemiologischen Studien häufig angewendet.

- Bei der Herstellung verarbeiteter Produkte werden Struktur und Inhaltsstoffe der verwendeten Lebensmittelrohstoffe (Primärerzeugnisse) durch die Anwendung von Verarbeitungsverfahren modifiziert und im Rahmen von Rezepturen mit weiteren Zutaten versetzt. Das SIGA-System – als Weiterentwicklung des NOVA-Systems – erlaubt im Gegensatz zu NOVA und allen weiteren Klassifizierungssystemen die getrennte Erfassung der Beiträge von Verarbeitungsverfahren und Rezepturen zur gesundheitlichen Wirkung verarbeiteter Lebensmittel.

➔ Keines der Klassifizierungssysteme ist in der aktuellen Fassung geeignet, um wichtige Verarbeitungsziele wie Ernährungssicherung, klima- und umweltgerechte Ressourcennutzung angemessen zu berücksichtigen.

➔ Um den Forschungsstand über die Wirkungsweisen von Verarbeitungsverfahren und Zutaten auf die Entstehung ernährungsmitbedingter Erkrankungen zu erweitern und zu verbessern, sind systematische und interdisziplinäre Studien hinsichtlich möglicher Einflussfaktoren (u. a. Energiedichte, Lebensmittelstruktur, Prozesskontaminanten, Zusatzstoffe) notwendig.

8.1 Einleitung

Neben einem zu geringen Konsum von Gemüse, Obst und Getreide bezeichnet die Weltgesundheitsorganisation (*World Health Organization*, WHO) Übergewicht, eine übermäßige Energiezufuhr sowie einen übermäßigen Konsum gesättigter Fettsäuren, trans-Fettsäuren, Zucker und Salz als Hauptrisikofaktoren für ernährungsmitbedingte Erkrankungen (Typ-2-Diabetes, Adipositas-, Herz-Kreislauf- und Krebserkrankungen) [1]. Aufgrund steigender Erkrankungszahlen fordern die WHO und die Europäische Union (EU) seit einigen Jahren, die Zucker-, Fett- und Salzgehalte von Lebensmitteln zu reduzieren [2–7]. Als Indikator für eine energiedichte und nährstoffarme Ernährung gilt der Anteil stark verarbeiteter Lebensmittel an der täglichen Energiezufuhr [8]. Studien zum Lebensmittelangebot zeigen, dass der Anteil stark verarbeiteter Lebensmittel in mehr als der Hälfte von insgesamt 28 Ländern bei 30 bis 60 % liegt und weltweit weiter steigt. Gleichzeitig ist ein beträchtlicher Teil der Bevölkerung in vielen dieser Länder übergewichtig [9–12]. Daher wird ein möglicher Zusammenhang zwischen dem regelmäßigen Verzehr stark verarbeiteter Lebensmittel und ernährungsmitbedingten Erkrankungen postuliert [13].

Verarbeitete Lebensmittel werden auf sehr unterschiedliche Weisen hergestellt. Für einige Produktgruppen hat die Deutsche Lebensmittelbuch-Kommission (DLMBK) Informationen zu Beschaffenheitsmerkmalen der Primärerzeugnisse sowie zur Herstellung bestimmter Lebensmittel in ihren Leitsätzen zusammengefasst [14]. Konkrete Verarbeitungsverfahren und Rezepturen liegen in der EU im Ermessen der Hersteller und sind mit Ausnahme der auf Produktverpackungen angegebenen Zutatenlisten sowie weiterer, auf freiwilliger Basis publizierter, Informationen nicht bekannt und teilweise patentrechtlich geschützt. Angaben zu den angewendeten Verarbeitungsverfahren fehlen in der Regel. Daher ist es schwierig, Lebensmittel auf Basis ihres Verarbeitungsgrads zu beschreiben. In der Folge basieren viele ernährungsepidemiologische Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen dem Verzehr verarbeiteter Lebensmittel und dem Risiko für ernährungsmitbedingte Erkrankungen auf unterschiedlichen, jeweils studieneigenen Definitionen von Verarbeitungsgraden und der jeweiligen Zuordnung von Lebensmitteln. Da nationale Ernährungsempfehlungen auf die Ergebnisse dieser Studien zurückgehen, hat die FAO 2015 empfohlen, standardisierte Analysen über die Art der Verarbeitung der untersuchten Lebensmittel den ernährungsepidemiologischen Untersuchungen voranzustellen [15].

Bis heute wurden so verschiedene Klassifizierungssysteme für verarbeitete Lebensmittel auf Basis des Verarbeitungsgrads entwickelt, die im Rahmen des vorliegenden Beitrags beschrieben werden (s. 8.3). Ziel dieser Klassifizierungssysteme ist es, ein standardisiertes Modell zur Bewertung der Zusammenhänge zwischen dem Verzehr verarbeiteter und insbesondere stark verarbeiteter Lebensmittel und dem Risiko für ernährungsmitbedingte Erkrankungen bereitzustellen. Dabei werden Lebensmittel je nach Verarbeitungsgrad unterschiedlich gruppiert: (i) unverarbeitet, (ii) wenig verarbeitet, (iii) verarbeitet und (iv) stark verarbeitet. In der Originalliteratur werden bestimmte Lebensmittel teilweise mit einer Wertung verbunden und als „hoch- bzw. ultra-hochverarbeitet" bzw. „übermäßig verarbeitet" (*ultra-processed*) bezeichnet, was nachfolgend nicht übernommen wird.

Der vorliegende Beitrag fasst den aktuellen Stand des Wissens über Klassifizierungssysteme für verarbeitete Lebensmittel auf Basis von Verarbeitungsgraden zusammen (s. 8.3). Zunächst werden heute angewendete Verarbeitungsverfahren beschrieben und im Hinblick auf die Art und das Ausmaß der durch sie verursachten Veränderungen von Struktur und Inhaltsstoffen von Primärerzeugnissen (s. 8.2.2 und 8.2.3) dargestellt. Darüber hinaus wird auf die Bedeutung der Rezeptur für die Herstellung verarbeiteter Lebensmittel eingegangen (s. 8.2.4). Auf dieser Basis werden die untersuchten Klassifizierungssysteme verglichen und bewertet.

8.2 Lebensmittelherstellung

Im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 178/2002[1] sind Lebensmittel „alle Stoffe oder Erzeugnisse, die dazu bestimmt sind oder von denen nach vernünftigem Ermessen erwartet werden kann, dass sie in verarbeitetem, teilweise verarbeitetem oder unverarbeitetem Zustand von Menschen aufgenommen werden" [16]. Die in dieser Verordnung (VO) genannten Erzeugnisse sind in der VO (EG) Nr. 852/2004 als „Erzeugnisse aus primärer Produktion einschließlich Anbauerzeugnisse, Erzeugnisse aus der Tierhaltung, Jagderzeugnisse sowie Fischerei- und Aquakulturerzeugnisse" (Primärerzeugnisse) beschrieben [17]. Ob ein Lebensmittel bzw. ein Primärerzeugnis direkt, also im unverarbeiteten Zustand, oder erst nach geeigneter Verarbeitung verzehrfähig ist, geht aus beiden VO nicht unmittelbar hervor. So kann beispielsweise ein Apfel direkt oder verarbeitet als Apfelmus oder -saft verzehrt werden, eine Kartoffel dagegen nie roh, sondern immer in gegartem (verarbeitetem) Zustand. Im vorliegenden Beitrag ist die Verarbeitung bzw. der Verarbeitungsgrad von Lebensmitteln von zentraler Bedeutung. Um Verwirrung zu vermeiden, werden nachfolgend alle Lebensmittel, die als Rohstoffe zur Herstellung verarbeiteter Lebensmittel verwendet werden, als Primärerzeugnisse bezeichnet.

[1] Zu den Lebensmitteln zählen gemäß VO (EG) Nr. 178/2002 auch „Getränke, Kaugummi sowie alle Stoffe – einschließlich Wasser –, die dem Lebensmittel bei seiner Herstellung oder Ver- oder Bearbeitung absichtlich zugesetzt werden".

8.2.1 Ziele der Lebensmittelverarbeitung

Die verschiedenen Ziele der Lebensmittelverarbeitung können anhand von Qualitätsparametern beschrieben werden.

Lebensmittel sollen nach Tauscher et al. [18] und Pfannhauser [19]

- sicher sein (gesetzlich vorgeschriebene Qualität),
- gesunderhaltend wirken (ernährungsphysiologische Qualität),
- ansprechend aussehen, riechen und schmecken (sensorische und techno-funktionelle Qualität), sowie
- lagerfähig und einfach zu handhaben sein (technologische Qualität).

Qualitätsmerkmale, die für bestimmte Lebensmittel einzuhalten sind (gesetzlich vorgeschriebene Qualität oder Basisqualität) sind verschiedenen Verordnungen und Richtlinien zu entnehmen. Neben Vorschriften für die Zulassung neuartiger Lebensmittel nach der Novel-Food-Verordnung [20] sind dies in erster Linie Rechtsgrundlagen für die Lebensmittelhygiene [21]. Neben der Lebensmittelsicherheit (als Minimalanforderung) sind heute weitere Verarbeitungsziele von Interesse. Viele Primärerzeugnisse werden nicht direkt verzehrt, sondern vor dem Verzehr im Haushalt, der Außer-Haus-Verpflegung (Gastronomie, Gemeinschaftsverpflegung) oder im Ernährungsgewerbe (Handwerk, Industrie) als Mahlzeiten zubereitet, zu lagerfähigen Zwischenprodukten (Halbfertigprodukten) für die Herstellung von Mahlzeiten sowie zu lagerfähigen, verzehrfertig vorbereiteten Lebensmitteln verarbeitet. Ein Verarbeitungsziel insbesondere des Ernährungsgewerbes ist, neben der Sicherheit und Lagerfähigkeit von Lebensmitteln, die Herstellung von Convenience-Produkten. Der Begriff Convenience-Produkt steht dabei einerseits für direkt verzehrfertige Lebensmittel sowie andererseits für vorgefertigte Produkte für den Lebensmitteleinzelhandel und die Außer-Haus-Verpflegung. Insgesamt werden sechs Convenience-Stufen – unbehandelt, küchenfertig, garfertig, aufbereitfertig, regenerierfertig, verzehrfertig – unterschieden [22]. Aus heutiger Sicht kommen weitere Aspekte der Lebensmittelqualität mit Verarbeitungsbezug (sozio-ökologische Qualität) hinzu [23–25]. So wird eine umweltverträgliche, weitgehend klimaneutrale und ressourcenschonende Verarbeitung künftig erfordern, dass Lebensmittel nicht allein aus Primärerzeugnissen, sondern auch aus nicht traditionell genutzten Rohstoffen hergestellt werden. Dies umfasst die Nutzung von Verarbeitungsreststoffen wie u. a. die Pressrückstände aus der Gemüse- und Fruchtsaftherstellung und der Speiseölgewinnung [26, 27] sowie von pflanzlichen Proteinen (u. a. aus Getreide und Leguminosen) als Ersatz für tierische Proteine bei Milch- und Fleischersatzprodukten [28]. Hinzu kommt die Erschließung und Aufbereitung neuartiger Lebensmittelrohstoffe wie beispielsweise Proteinisolate aus Insekten oder Algen mit dem Ziel, die Ernährung einer wachsenden Weltbevölkerung zu sichern [29–31]. Die Nutzung neuartiger Lebensmittelrohstoffe erfordert in der EU die Genehmigung nach der Novel-Food-Verordnung [20]. So war die getrocknete Larve des Mehlkäfers (*Tenebrio molitor*), auch Mehlwurm genannt, das erste Insekt, das als neuartiges Lebensmittel zugelassen wurde [32].

Neben den Verarbeitungszielen Sicherheit und Lagerfähigkeit von Lebensmitteln und Herstellung von Convenience-Produkten stehen im Zusammenhang mit Ernährungssicherung und umweltverträglichen, weitgehend klimaneutralen und ressourcenschonenden Verarbeitungsverfahren nicht traditionell genutzte Rohstoffe stark im Fokus.

8.2.2 Verarbeitungsverfahren und Anwendungsbereiche

Primärerzeugnisse werden seit Jahrtausenden verarbeitet (u. a. gebraten, getrocknet, gekocht), um ihre Verdaulichkeit, Sicherheit, Lagerfähigkeit und Schmackhaftigkeit zu verbessern. Seit der Antike wird Brot gebacken, Wein und Käse hergestellt, Gemüse getrocknet oder in Essig eingelegt, Fleisch geräuchert und gesalzen [33]. Nach geltender Rechtslage wird Verarbeitung als „eine wesentliche Veränderung des ursprünglichen Erzeugnisses, beispielsweise durch Erhitzen, Räuchern, Pökeln, Reifen, Trocknen, Marinieren, Extrahieren, Extrudieren oder durch eine Kombination dieser verschiedenen Verfahren" definiert [17]. „Lebensmittel, die aus der Verarbeitung unverarbeiteter (Primär-)Erzeugnisse hervorgegangen sind" werden als „Verarbeitungserzeugnisse" bezeichnet, die „Zutaten enthalten (können), die zu ihrer Herstellung oder zur Verleihung besonderer Merkmale erforderlich sind" [17].

Unverarbeitete Lebensmittel sind demnach Primärerzeugnisse, „die keiner Verarbeitung unterzogen wurden, einschließlich (Primär-)Erzeugnisse, die geteilt, ausgelöst, getrennt, in Scheiben geschnitten, ausgebeint, fein zerkleinert, enthäutet, gemahlen, geschnitten, gesäubert, garniert, enthülst, geschliffen, gekühlt, gefroren, tiefgefroren oder aufgetaut wurden" [17]. Gemäß VO (EG) Nr. 1333/2008, Anhang II [34] gilt dies unverändert, wenn bestimmte Primärerzeugnisse mit bestimmten Zusatzstoffen versetzt werden. Beispiele dafür sind mit Schellack (E 904) überzogene Früchte, mit Zitronensäure (E 330) behandelter Frischfisch, unter Stickstoffatmosphäre (E 941) verpacktes Frischfleisch sowie Magnesiumcarbonate (E 504) als Rieselhilfe für Salz. Unter Verarbeitungsverfahren werden im vorliegenden Beitrag alle für den Verzehr, die Zubereitung sowie die Erhöhung der Lagerfähigkeit eines Primärerzeugnisses erforderlichen Schritte verstanden, wobei mögliche Anwendungsbereiche und Verarbeitungsziele berücksichtigt werden. Zutaten wie u. a. Zucker, Fette, Öle und Salz sowie Zusatzstoffe sind in der Regel Bestandteile von Rezepturen (s. 8.2.4).

Tabelle 8/1 zeigt eine Auswahl heutiger Verarbeitungsverfahren, gruppiert im Hinblick auf ihre Veränderung der Primärerzeugnisse, und mögliche Anwendungsbereiche nach eigener Darstellung.

Tabelle 8/1: Verarbeitungsverfahren gruppiert nach der durch sie verursachten Veränderung der Primärerzeugnisse (Quelle: Eigene Darstellung)

Anwendungsbereich[a]	A	B	C	D
Primärerzeugnis nicht wesentlich verändert (nach VO (EG) Nr. 852/2004)				
Entfernen von Schmutz und unerwünschten Bestandteilen: Waschen, Sieben, Schälen, Entsteinen	✓	✓	✓	✓
Zerkleinern, Schneiden	✓	✓	✓	✓
Kältebehandlung: Kühlen, Gefrieren	✓	✓	✓	✓
Kältebehandlung: Tiefkühlgefrieren[b]	-	-	-	✓
Portionieren, Verpacken (einfach, Vakuum)	✓	✓	✓	✓
Portionieren, Verpacken (Schutzgas)	-	✓	✓	✓
Primärerzeugnis gering bis stark verändert aber noch erkennbar				
Wärmebehandlung zum Garen: Pochieren, Dünsten, Sieden, Sous-vide, Frittieren, Schmoren	✓	✓	✓	✓
Wärmebehandlung zum Konservieren: Trocknen, Pasteurisieren, Sterilisieren, Rösten	✓	✓	✓	✓
Milchsäurefermentation	✓	✓	✓	✓
Konservierung: Zuckern, Säuern, Salzen, Räuchern, Pökeln	✓	✓	✓	✓
Primärerzeugnis stark verändert und nicht mehr erkennbar				
Extrahieren, Trennen, Fraktionieren: Quetschen, Pressen, Filtrieren, Sieben, Zentrifugieren, Sichten	✓	✓	✓	✓
Mahlen	✓	✓	✓	✓
Fermentation: alkoholische Gärung	(✓)	(✓)	✓	✓
Dispergieren: Emulgieren, Schäumen	✓	✓	✓	✓
Kaltextrusion	-	✓	✓	✓
Heißextrusion	-	-	✓	✓
Hochdruckhomogenisierung	-	-	-	✓
Hydrierung, Umesterung (Margarine, Back-/Streichfette)	-	-	-	✓
Raffinieren (Zucker)	-	-	-	✓

✓ anwendbar; (✓) bedingt anwendbar; - nicht anwendbar

[a] Anwendungsbereich: (A) Haushalt, (B) Außer-Haus-Verpflegung, (C) Handwerk, (D) Industrie

[b] Tiefkühlgefrieren oder Tiefkühlen: industrielles Verfahren; Lebensmittel werden schockgefrostet bei Temperaturen unter –25 °C

Alle Verarbeitungsverfahren beruhen auf physikalischen, biologischen sowie chemischen Vorgängen und verändern in der Regel die Struktur wie auch die Inhaltsstoffzusammensetzung der Primärerzeugnisse (s. 8.2.3). Aus rechtlicher Sicht verursachen die im ersten Abschnitt der Tabelle 8/1 aufgeführten Verarbeitungsverfahren keine „wesentliche Veränderung des ursprünglichen Erzeugnisses" [17]. Allerdings sind enzymatische und oxidative Veränderungen der Inhaltsstoffe u. a. bei geschnittenen Früchten und Gemüsen nachgewiesen [35]. Die meisten Verarbeitungsverfahren können nicht nur im Ernährungsgewerbe (Handwerk, Industrie) – also im gewerblichen/industriellen Produktionsmaßstab –, sondern in allen Bereichen, d. h. auch im Haushalt und in der Außer-Haus-Verpflegung angewendet werden. Weil viele Verbraucher*innen diese Verarbeitungsverfahren kennen, können sie auch als „gängige Verarbeitungsverfahren" bezeichnet werden. Der Anwendungsbereich hat keinen Einfluss auf die durch Verarbeitungsverfahren verursachten Veränderungen; die jeweils hergestellten Lebensmittel unterscheiden sich nicht. Während viele Lebensmittel und Mahlzeiten im Haushalt, in der Außer-Haus-Verpflegung und im Lebensmittelhandwerk in der Regel unmittelbar oder nach vergleichsweise kurzer Lagerdauer verzehrt werden, sind die industriell hergestellten Fertig- und Halbfertigprodukte nahezu immer längerfristig lagerbar. Hierfür setzt die Industrie teils Zusatzstoffe ein (s. 8.2.4). Wenige Verarbeitungsverfahren sind aufgrund der erforderlichen Apparate (u. a. Hydrieranlagen) und Chemikalien (u. a. Lösungsmittel) auf die Industrie beschränkt (Tab. 8/1).

Darüber hinaus gibt es weitere, in der Regel nicht-thermische Verarbeitungsverfahren (gepulste elektrische Felder, kaltes Plasma, Ohm'sche Erhitzung), die Gegenstand der aktuellen Forschung sind [36]. Lebensmittel, die unter Anwendung dieser Verarbeitungsverfahren (die vor dem 15. Mai 1997 nicht für die Lebensmittelherstellung in der EU verwendet wurden) behandelt wurden, müssen in die Unionsliste [37] der nach Novel-Food-Verordnung [20] zugelassenen Lebensmittel aufgenommen werden. Erst dann dürfen sie innerhalb der EU als Lebensmittel in Verkehr gebracht werden. Von dieser Regelung ausgenommen sind Lebensmittel, wenn das verwendete Herstellungsverfahren keine „bedeutende Veränderung seiner Zusammensetzung oder Struktur bewirkt, die seinen Nährwert, seine Verstoffwechselung oder seinen Gehalt an unerwünschten Stoffen beeinflusst" [20].

Die Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierender Strahlung (Elektronen-, Gammastrahlen) ist im Gegensatz zu anderen EU-Ländern in Deutschland nicht zulässig. Bestimmte mittels ionisierender Strahlung behandelte Lebensmittel dürfen allerdings in Deutschland gemäß EU-Richtlinien [38, 39] sowie nach Allgemeinverfügung gemäß § 54 Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) durch das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) in Verkehr gebracht werden. Aktuell sind dies getrocknete aromatische Kräuter und Gewürze sowie tiefgekühlte Froschschenkel [40].

Die überwiegende Zahl heutiger Verarbeitungsverfahren wird in Haushalt, Außer-Haus-Verpflegung und im Ernährungsgewerbe angewendet. Wenige Verarbeitungsverfahren sind aufgrund der erforderlichen Apparaturen (u. a. Hydrieranlagen) und Materialien (u. a. organische Lösungsmittel) ausschließlich industriell anwendbar.

8.2.3 Wirkung von Verarbeitungsverfahren auf Primärerzeugnisse

Primärerzeugnisse bestehen hauptsächlich aus Proteinen, Fetten und Kohlenhydraten (Makronährstoffe) und weiteren, in geringen Mengen enthaltenen Stoffen wie u. a. Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente (Mikronährstoffe) sowie sekundäre Pflanzenstoffe. Diese Inhaltsstoffe liegen im Primärerzeugnis weder homogen verteilt noch in freier Form vor. Sie bilden zusammen komplexe Mikrostrukturen mit unterschiedlichen, teils räumlich begrenzten komponentenspezifischen Bereichen (Matrizes). Unterschiedliche Makronährstoffe bilden innerhalb derselben Mikrostruktur in der Regel unterschiedliche Matrizes [41]. Die Inhaltsstoffe einer Matrix interagieren, was ihnen eine andere Funktionalität verleiht als im freien oder isolierten Zustand [41–43]. Diese nativen Mikrostrukturen bestimmen damit die funktionellen Eigenschaften der Primärerzeugnisse und im Besonderen ihre ernährungsphysiologische Qualität [44, 45]. Bei der Lebensmittelherstellung werden Verfahren mit unterschiedlichen Einflüssen auf die Mikrostruktur und die Matrizes der Primärerzeugnisse angewendet, sodass sich auch die funktionellen Eigenschaften, die ernährungsphysiologische Qualität und damit die gesundheitsbezogene Wirkung von verarbeiteten Lebensmitteln und Primärerzeugnissen in der Regel unterscheiden.

Ein Beispiel dafür ist Stärke, die aus D-Glucose-basierten Polysacchariden besteht, die kettenförmig entweder linear (Amylose) oder stark verzweigt (Amylopektin) vorliegen und als unlösliche, semi-kristalline Stärkekörner in Zellen der Getreidekörner eingeschlossen sind [46]. Es wird heute angenommen, dass Stärkekörner aus einem überwiegend aus Amylose geformten Kern mit amorpher Struktur bestehen, der abwechselnd von semikristallinen und amorphen Amylopektin- und Amyloseschichten umgeben ist [46]. Mechanische Verarbeitungsverfahren (u. a. Mahlen oder Walzen) brechen die Getreidekörner auf, während die darin in einer Glutenmatrix eingeschlossenen Stärkekörner nur in sehr geringem Umfang aufgeschlossen werden [41]. Im nativen Zustand können die Polysaccharide im Stärkekorn vom stärkeabbauenden Verdauungsenzym α-Amylase im Mund und im oberen Dünndarm praktisch nicht abgebaut werden. Nach Wasserzusatz und thermischer bzw. kombinierter thermisch/mechanischer Verarbeitung (u. a. Backprozess oder Extrusion) nehmen Stärkekörner Wasser auf, quellen und brechen auf, sodass eine gelatineartige Masse entsteht (Gelatinisierung oder Verkleisterung). Die freigesetzten Polysaccharidketten werden enzymatisch abbaubar und damit verdaulich [47]. Während des Abkühlens bilden sich erneut teilweise kristalline, für α-Amylase nicht mehr abbaubare Strukturen aus [47]. Ernährungsphysiologisch bedeutend sind alle beschriebenen Strukturmodifizierungen, da Stärke mit D-Glucose als Hauptabbauprodukt einer der wichtigsten Energieträger in der menschlichen Ernährung ist, jedoch abhängig von der verzehrten Menge und der Stärkequelle mit der Entstehung ernährungsmitbedingter Erkrankungen assoziiert wird [48]. Der Vorteil der Getreideverarbeitung liegt darin, dass Getreidestärke so überhaupt erst verdaulich wird. Nachteilig ist, dass gleichzeitig die Energiedichte stark ansteigt. Unterschiedliche Forschungsansätze zielen deshalb auf eine verringerte Glucoseaufnahme aus stärkereichen, energiedichten Lebensmitteln ab. Möglich ist dies beispielsweise auf Basis α-Amylase-hemmender Polyphenole und polyphenolreicher Pflanzenextrakte [49, 50], durch die Reduzierung des Stärkeanteils stärkereicher Produkte wie Frühstückszerealien anhand ballaststoffreicher Zusätze [26] sowie durch chemische Modifizierung und/oder durch angepasste Prozessbedingungen bei mechanischen und thermischen Verarbeitungsverfahren [47, 51].

Ein weiteres Beispiel für das Zusammenwirken von Verarbeitungsverfahren und ernährungsphysiologischer Qualität auf struktureller und molekularer Ebene sind bioaktive sekundäre Pflanzenstoffe mit gesundheitsfördernder Wirkung [52, 53]. Fettlösliche Carotinoide sind innerhalb der Zellen des pflanzlichen Gewebes (d. h. innerhalb einer Matrix) abhängig von der Art des Carotinoids in unterschiedliche Organellen eingelagert: *all-E*-Lycopin liegt innerhalb von Chromoplasten in kristalliner Form vor, wohingegen *all-E*-β-Carotin in Lipidtröpfchen gelöst in Chromoplasten enthalten ist. Im Verdauungstrakt werden beide Carotinoide nur in sehr beschränktem Umfang freigesetzt und in den Blutkreiskauf aufgenommen [54]. Wird carotinoidreiches Obst und Gemüse thermisch behandelt (u. a. blanchiert, gekocht bzw. sterilisiert), werden Carotinoide verstärkt freigesetzt und damit bioverfügbar [55]. Abhängig vom konkreten Verarbeitungsverfahren werden pflanzliche Zellen einschließlich der Organellen aufgebrochen und/oder kristalline Carotinoide in eine amorphe Form transferiert und/oder über die Bildung von Mizellen in eine bioverfügbare Form gebracht [41, 53]. Da Carotinoide temperatur- und sauerstoffsensitiv sind, nimmt ihr Gehalt bei thermischer Behandlung ab, während gleichzeitig der Anteil bioverfügbarer *Z*-Isomere ansteigt [56, 57]. Auch mechanische Verarbeitungsverfahren (u. a. mahlen oder pürieren) steigern die Bioverfügbarkeit, jedoch in deutlich geringerem Ausmaß [57]. Einerseits steigern thermische und mechanische Verarbeitungsverfahren dementsprechend die Bioverfügbarkeit der Carotinoide, andererseits sinkt gleichzeitig der Gehalt der thermisch und oxidativ instabilen Carotinoide.

Die neben den Carotinoiden ebenfalls zu den sekundären Pflanzenstoffen zählenden, wasserlöslichen Polyphenole sind wie die Carotinoide in den Matrizes pflanzlicher Mikrostrukturen lokalisiert [43, 58] und werden abhängig von den Verarbeitungsbedingungen während der Lebensmittelherstellung verfügbar bzw. abgebaut [59, 60].

8.2

Sollen im Hinblick auf umweltverträgliche, weitgehend klimaneutrale Erzeugung und nachhaltige Verwendung der gängigen Primärerzeugnisse auch Reststoffe sowie neue und neuartige Lebensmittelrohstoffe zum Einsatz kommen, erfordert dies meist die Isolierung der gewünschten Inhaltsstoffe. So sind beispielsweise Süßlupinen proteinreich, enthalten jedoch in geringen Mengen toxikologisch relevante Chinolizidinalkaloide (u. a. Lupinin, Spartein oder β-Isospartein) mit leicht adstringierendem und bitterem Geschmack [61]. Mithilfe geeigneter Extraktionsverfahren können Alkaloide weitgehend entfernt und Proteineigenschaften sowie sensorische und techno-funktionelle Eigenschaften so angepasst werden, dass das Lupinenprotein wahlweise als Fettersatz, Emulgator, Schaumbildner oder Gelbildner dienen kann [62]. Damit werden Lupinenproteine als nicht traditionelle Rohstoffquelle durch Verarbeitungsmaßnahmen zur Lebensmittelherstellung nutzbar.

Die Modifizierung von Struktur und Inhaltsstoffen der Primärerzeugnisse durch Verarbeitungsverfahren kann sich damit zugleich günstig und ungünstig auf die ernährungsphysiologische Qualität verarbeiteter Lebensmittel auswirken. Vor- und Nachteile ergeben sich auch für weitere qualitätsbestimmende funktionelle Eigenschaften verarbeiteter Lebensmittel: Im Hinblick auf die Lebensmittelsicherheit sind u. a. die verarbeitungsbedingte Reduzierung der mikrobiellen Belastung sowie der Abbau antinutritiver und gesundheitsabträglicher Inhaltsstoffe von Primärerzeugnissen (u. a. Nitrat, Phytinsäure, Allergene) von Vorteil, während die Bildung von Prozesskontaminanten (u. a. Acrylamid, Furane) nachteilig und unerwünscht ist. Sensorische Qualitätsmerkmale (u. a. Geschmack, Geruch und Farbe) sowie techno-funktionelle (u. a. Textur, Wasserbindevermögen) und technologische Eigenschaften (u. a. Lagerfähigkeit, Handhabbarkeit) können ebenso positiv oder negativ verändert werden. Die summarische Bewertung der einzelnen

Wirkungen ist hochkomplex. Sie ist am ehesten auf Basis konkreter Primärerzeugnisse und verfahrenstechnischer Grundoperationen jeweils für bestimmte gewünschte funktionelle Eigenschaften belastbar einzuschätzen. Eines der Forschungsziele im Bereich der Inhaltsstoffanalytik ist daher schon seit einiger Zeit die gleichzeitige Erfassung möglichst vieler Analyten [63, 64]. Um die ernährungsphysiologische Qualität verarbeiteter Lebensmittel zu bewerten, werden Ansätze vorgeschlagen, die nicht auf der jeweils bekannten Wirkung einzelner Lebensmittelinhaltsstoffe beruhen, sondern Lebensmittel nach dem Grad ihrer Verarbeitung klassifizieren [65, 66].

Die meisten der heute angewendeten Verarbeitungsverfahren verändern die native Mikrostruktur der Primärerzeugnisse. Dabei kann die Bioverfügbarkeit von Nährstoffen, Mikronährstoffen und bioaktiven Stoffen verbessert und/oder der Gehalt temperatur- und sauerstoffsensitiver Inhaltsstoffe verringert werden. Daher unterscheiden sich Primärerzeugnis und verarbeitetes Lebensmittel im Hinblick auf ihre ernährungsphysiologische Qualität.

8.2.4 Wirkung der Rezeptur

Die Rezeptur, d. h. die Art und die Menge der verwendeten Zutaten, bestimmt die Energie- und Nährstoffdichte verarbeiteter Lebensmittel und trägt maßgeblich zu ihrer ernährungsphysiologischen Qualität bei. Im Sinne der EU-Verordnung zur „Information der Verbraucher über Lebensmittel" [67] umfassen Zutaten „jeden Stoff und jedes Erzeugnis, einschließlich Aromen, Zusatzstoffe und Enzyme, sowie jeden Bestandteil einer zusammengesetzten Zutat, der bei der Herstellung oder Zubereitung eines Lebensmittels verwendet wird und der – gegebenenfalls in veränderter Form – im Enderzeugnis vorhanden bleibt". Zutaten wie Zucker und Fette erfüllen bei der Lebensmittelherstellung eine Vielzahl technologischer Funktionen mit Einfluss auf die Lebensmittelsicherheit, sensorische Merkmale und techno-funktionelle Eigenschaften und sind somit oft unverzichtbare Komponenten einer Rezeptur. Werden allerdings große Mengen dieser Zutaten eingesetzt, werden fett- und/oder zuckerreiche Lebensmittel mit hoher Energiedichte erzeugt. Untersuchungen zeigten einen positiven Zusammenhang zwischen der Zufuhr energiedichter Nahrung und dem Körpergewicht [68].

Zucker, Fette/Öle und Salz sind häufig unverzichtbare Komponenten einer Rezeptur, weil damit eine Vielzahl technologischer Funktionen, die Sicher heit, sensorische Merkmale und techno-funktionelle Eigenschaften von Lebensmitteln gezielt eingestellt werden können. Die verwendeten Mengen dieser Zutaten bestimmen gleichzeitig die Energiedichte der Produkte, die sehr stark variieren kann.

Bei industriell hergestellten Lebensmitteln ist der Einsatz von Lebensmittelzusatzstoffen weitverbreitet. Laut *Nutrinet-Santé*-Studie enthalten 53 % der Produkte auf dem französischen Markt mindestens einen und 11,3 % mindestens fünf Zusatzstoffe [69]. Lebensmittelzusatzstoffe werden einem Lebensmittel bei der Herstellung, Verarbeitung, Zubereitung, Behandlung, Verpackung, Beförderung oder Lagerung aus technologischen Gründen zugesetzt [34]. Dadurch werden Zusatzstoffe selbst oder ihre Nebenprodukte zu einem Bestandteil des Lebensmittels. In der EU sind derzeit mehr als 320 Lebensmittelzusatzstoffe zugelassen. Für die Zulassung muss nachgewiesen werden, dass der Stoff in der vorgesehenen Konzentration und Anwendung gesundheitlich unbedenklich ist (Sicherheitsbewertung), seine Verwendung technologisch notwendig ist und die jeweilige Anwendung nicht zur Täuschung der Verbraucher*innen führt. Die Sicherheit aller Lebensmittelzusatzstoffe, die vor dem 20. Januar 2009 in der EU zugelassen wurden, war abschließend bis Ende 2020 neu zu bewerten [70], um bei der Zulassung aktuelle wissenschaftliche Daten berücksichtigen zu können. Für viele Zusatzstoffe (Farbstoffe, Konservierungs- und Antioxidationsmittel) ist die Neubewertung abgeschlossen. In der Folge wurden die ADI[2]-Werte (*Acceptable Daily Intake*) verschiedener Zusatzstoffe erstmalig festgelegt oder herabgesetzt und zugelassene Höchstmengen angepasst. Wurden Zusatzstoffe nach der Neubewertung als nicht sicher eingestuft, wie beispielsweise Titandioxid (E 171), wurde die Zulassung entzogen [71, 72]. Wenn aufgrund fehlender wissenschaftlicher Daten die Neubewertung eines Zusatzstoffs nicht möglich war, die Sicherheit nicht bestätigt werden konnte oder die Expositionsbewertung auf eine mögliche Überschreitung des ADI-Werts bei einer oder mehreren Bevölkerungsgruppen hindeutete, wurden zusatzstoffspezifische Aufrufe zur Dateneinreichung veröffentlicht, wie u. a. für mehrere Süßungsmittel. Die gesundheitliche Unbedenklichkeit ist die Grundvoraussetzung für die Zulassung von Zusatzstoffen bzw. für den erfolgreichen Abschluss jeder Neubewertung. Alle Zusatzstoffe werden auf individueller Basis bewertet, sodass mögliche gesundheitsrelevante Effekte eines kombinierten Verzehrs mehrerer Zusatzstoffe, d. h. kumulative, interaktive oder synergistische Effekte, bei der Sicherheitsbewertung und Zulassung derzeit unberücksichtigt bleiben [73]. Unter Berücksichtigung der aktuellen wissenschaftlichen Datenlage können mögliche negative Wechselwirkungen derzeit nicht ausgeschlossen werden [69]. Im Rahmen eines laufenden EU-finanzierten Forschungsprojekts *„Exposure to 'cocktails' of food additives and chronic disease risk"* (2020–2025) wird anhand epidemiologischer Studien und In-vitro- bzw. In-vivo-Tests die Exposition gegenüber Lebensmittelzusatzstoffen im Zusammenhang mit Adipositas, Krebs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie Mortalität erforscht [74]. Derzeit wird zudem über mögliche negative Effekte verschiedener Zusatzstoffe auf die Barrierefunktion des Darms und das Darmmikrobiom diskutiert [75–77]. Aktuelle Forschungsschwerpunkte umfassen den Einfluss von Emulgatoren auf entzündliche Darmerkrankungen [78–82] sowie mögliche Veränderungen des Darmmikrobioms durch Süßungsmittel [83]. Die aktuelle Datenlage ist gering und teilweise kontrovers [83–85]. Die Wirkung von Zusatzstoffen auf das Darmmikrobiom wurde für die Sicherheitsbewertung bei der Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (*European Food Safety Authority,* EFSA) noch nicht berücksichtigt [86]. Das Thema wurde jedoch als relevanter Forschungsschwerpunkt im Bereich Lebensmittelsicherheit bis 2030 identifiziert und die Notwendigkeit zur Erhebung belastbarer Daten für die Sicherheitsbewertung von Zusatzstoffen wurde anerkannt [87, 88].

8.2

[2] Der ADI-Wert beschreibt jene Menge eines Stoffs, die ein Mensch lebenslang täglich zu sich nehmen kann, ohne dass ein nennenswertes Risiko für seine Gesundheit besteht.

Verarbeitungsverfahren und Rezeptur bestimmen gleichermaßen und unabhängig vom Ort der Herstellung maßgeblich die ernährungsphysiologische Qualität verarbeiteter Lebensmittel und ihre gesundheitsbezogene Wirkung.

8.3 Systeme zur Klassifizierung von Lebensmitteln nach dem Verarbeitungsgrad

Zur Klassifizierung von Lebensmitteln wurden bis heute mehrere Systeme mit grundlegend unterschiedlicher Zielsetzung entwickelt. Ziele sind u. a. die Erhebung von Lebensmittelverzehrdaten sowie Abschätzungen der Aufnahme bestimmter Lebensmittel und/oder der Exposition mit Inhaltsstoffen. Beispiele sind verschiedene Lebensmitteldatenbanken mit überschneidender Ausrichtung wie u. a. FoodEx2 oder der Bundeslebensmittelschlüssel (BLS). FoodEx2 wurde von der EFSA entwickelt, um innerhalb der EU einerseits die Risiken aus dem Verzehr potenziell gesundheitsgefährdender Lebensmittelkontaminanten und andererseits die Nährstoffaufnahme der Bevölkerung einschätzen zu können [89]. Der BLS, die nationale Nährstoffdatenbank der Bundesrepublik Deutschland, wurde als Standardinstrument zur Auswertung der Energie- und Nährstoffzufuhr aus Ernährungsstudien und Verzehrerhebungen konzipiert [90]. Solche Systeme sind jedoch nicht geeignet, um mögliche Zusammenhänge zwischen dem Verzehr stark verarbeiteter Lebensmittel und gesundheitsabträglicher Ernährung auf wissenschaftlicher Basis zu bewerten. Eine Leitlinie der FAO empfiehlt hierzu seit 2015 die Berücksichtigung von Informationen über die Art und den Grad der Verarbeitung [15]. Klassifizierungssysteme mit diesem Ziel gruppieren Lebensmittel nach dem Verarbeitungsgrad und werden im nachfolgenden Kapitel ausführlich beschrieben.

8.3.1 Beschreibung

Um potenzielle Wirkungen des Verzehrs stark verarbeiteter Lebensmittel auf ernährungsmitbedingte Erkrankungen bewerten zu können, haben verschiedene Gruppen von Wissenschaftler*innen seit 2009 Strategien zur Einordnung von Lebensmitteln erarbeitet und publiziert [66, 91–96]. Die daraus resultierenden Klassifizierungssysteme IRAC-EPIC, IFIC, UNC, NOVA und SIGA werden nachfolgend beschrieben und miteinander verglichen (s. 8.3.2).

8.3.1.1 IARC-EPIC

Um den Einfluss stark verarbeiteter Lebensmittel auf die Nährstoffzufuhr und die Entstehung von Krebs und chronischen Erkrankungen darzustellen, wurden im Rahmen der *European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition* (EPIC)-Studie der Internationalen Agentur für Krebsforschung (*International Agency for Research on Cancer*, IARC) drei Lebensmittelkategorien mit unterschiedlichen Verarbeitungsgraden definiert [91]:

I nicht verarbeitet
II wenig verarbeitet
III stark verarbeitet

Nicht verarbeitete Lebensmittel (I) werden definiert als alle Lebensmittel, die roh und ohne jegliche weitere Verarbeitung und/oder Zubereitung verzehrt werden; ausgenommen sind dabei Waschen, Schneiden, Schälen und Pressen. Wenig verarbeitete Lebensmittel (II) werden in zwei Subkategorien unterteilt. Zur ersten Subkategorie (IIa) zählen im Ernährungsgewerbe (Handwerk, Industrie) hergestellte Lebensmittel, die gering verarbeitet wurden, und ohne weitere Zubereitung verzehrt werden. Hierzu zählen rohe, vakuumverpackte oder unter kontrollierter Atmosphäre verpackte Lebensmittel und Trockenfrüchte, tiefgekühlte Grundnahrungsmittel, natives Olivenöl, Obst und Gemüse in Wasser, Salzlake oder im eigenen Saft. Die zweite Subkategorie (IIb) beinhaltet Lebensmittel, die zu Hause verarbeitet und aus rohen bzw. mäßig verarbeiteten Lebensmitteln zubereitet werden. Beispiele sind Gemüse-, Fleisch- und Fischgerichte, zusammengestellt aus rohen, frischen Lebensmitteln und/oder vakuumverpackten, tiefgefrorenen und/oder sterilisierten (Dosenkonserven) Zutaten; gekochter Vollkornreis oder gegarte Eier (u. a. gekocht, gebraten oder pochiert). Als stark verarbeitet (III) werden Lebensmittel bezeichnet, die abgesehen von Erhitzen und Kochen keine oder nur eine minimale Zubereitung erfordern, wie u. a. Frühstückscerealien, Käse, Fertigsoßen und Konservenprodukte sowie Lebensmittel aus Bäckereien und Gastronomiebetrieben. Darüber hinaus werden konkrete Verarbeitungsverfahren für jeweils separat zu betrachtende Produktgruppen beschrieben und festgelegt. Für stark verarbeitete Gemüse- und Hülsenfrüchte (Kategorie III) sind dies Salzen, Pökeln, Konzentrieren, Fermentieren, Trocknen oder Konservieren in handelsüblicher Sauce oder Fett. Dagegen können wenig verarbeitete Produkte dieser Gruppe (Kategorie II) ausschließlich im eigenen Saft oder in Wasser/Salzlake konserviert werden. In der Konsequenz gelten gebackene Bohnen in Tomatensauce als stark verarbeitet, Bohnen in Salzlake dagegen als wenig verarbeitet [91].

8.3.1.2 IFIC

Das Klassifizierungssystem der interdisziplinären US-Arbeitsgruppe *International Food Information Council* (IFIC) basiert auf einer Definition verarbeiteter Lebensmittel und differenziert diese nach dem Verarbeitungsgrad in insgesamt fünf Kategorien [92]. Hintergrund sind Untersuchungen zur Nährstoffaufnahme in Abhängigkeit vom Verarbeitungsgrad. Berücksichtigt wird dabei, dass Verarbeitungsverfahren und Rezepturen die ernährungsphysiologischen Eigenschaften von Primärerzeugnissen verringern, erhöhen oder unbeeinflusst lassen können. Als verarbeitet werden alle Lebensmittel außer unbehandelte Primärerzeugnisse verstanden. Im Gegensatz zu lebensmittelrechtlichen Vorgaben der EU [17] gelten damit auch alle Primärerzeugnisse als verarbeitet, die gewaschen, gereinigt, gemahlen, geschnitten, gehackt, gefroren, gemischt oder verpackt wurden. Verarbeitet sind zudem erhitzte, pasteurisierte, blanchierte, gekochte, konservierte oder getrocknete Primärerzeugnisse, deren ursprüngliche Struktur und Inhaltsstoffzusammensetzung verändert wurde. Auch nach Zusatz von Zutaten wie Salz, Zucker, Fetten, Nährstoffen, Konservierungsmitteln, Aromen und Lebensmittelzusatzstoffen gelten Primärerzeugnisse als verarbeitet. Das Hauptkriterium bei der Einteilung verarbeiteter Lebensmittel in Kategorien ist der vor dem Verzehr erforderliche Aufwand für die Zubereitung (Convenience-Stufe). Die Kategorien sind:

I wenig verarbeitet
II konserviert
III Mischungen aus zusammengesetzten Zutaten
IV verzehrfertig
V Fertiggerichte

Wenig verarbeitet (I) sind Primärerzeugnisse, die ihre Haupteigenschaften durch die Verarbeitung beibehalten. Beispiele sind gewaschenes, verpacktes Obst und Gemüse sowie gemahlene oder geröstete Nüsse und Kaffeebohnen. Primärerzeugnisse, die verarbeitet werden, um den Nährstoffgehalt zu erhalten und die Haltbarkeit zu verlängern, sind konserviert (II). Hierzu zählen u. a. Thunfisch- und Gemüsekonserven, blanchiertes und tiefgekühltes Obst und Gemüse oder pürierte und eingekochte Babynahrung. Als Mischungen aus zusammengesetzten Zutaten (III) werden Lebensmittel bezeichnet, die zur Verbesserung der sensorischen Qualität (Geschmack, Aussehen) mit Zutaten wie Süßstoffen, Gewürzen, Ölen, Aromen, Farb- und Konservierungsstoffen versetzt wurden. Beispiele sind Instantprodukte wie Kartoffelpüree- oder Salatdressingpulver, Fertigteigmischungen oder Fertigsoßen. Verzehrfertige Produkte (IV) bedürfen keiner oder einer sehr geringen Zubereitung wie u. a. Instant-Haferflocken, Frühstücksbreie, Marmeladen, Erdnussbutter, Müsliriegel, Joghurt und kohlensäurehaltige Getränke. Die letzte Kategorie Fertiggerichte (V) fasst alle Lebensmittel zusammen, die für eine einfache Zubereitung hergestellt wurden [92].

8.3.1.3 UNC

Ein weiteres Klassifizierungssystem wurde im Rahmen einer Studie der *University of North Carolina* (UNC) mit dem Ziel der Bewertung des Beitrags verarbeiteter und Convenience Lebensmittel zur Zufuhr gesättigter Fettsäuren, Zucker und Natrium in den USA im Zeitraum von 2010 bis 2012 erarbeitet [93]. Die UNC-Autor*innen modifizierten die erste Version des später weiterentwickelten NOVA-Systems für industriell verarbeitete Lebensmittel von 2010 (s. 8.3.1.4), um das Klassifizierungssystem an die Komplexität des US-amerikanischen Lebensmittelangebots anzupassen. Die Lebensmittel wurden nach dem Verarbeitungsgrad kombiniert mit dem Ziel der Verarbeitung in drei Hauptkategorien und jeweils zwei oder drei Subkategorien klassifiziert:

I nicht und minimal verarbeitet
  a nicht/minimal verarbeitet
  b verarbeitete Grundzutaten
  c Verfahren zur Grundkonservierung oder zum Vorkochen

II mäßig verarbeitet
  a zur Geschmacksverbesserung
  b Getreideprodukte hergestellt aus Vollkornmehl mit Zugabe von Wasser, Salz und/oder Hefen

III stark verarbeitet
  a stark verarbeitete Zutaten
  b stark verarbeitete eigenständige Produkte

Für die Zuordnung zu den Hauptkategorien ist das Verarbeitungsverfahren mit der jeweils stärksten Wirkung auf Struktur- und Inhaltsstoffe von Primärerzeugnissen ausschlaggebend. Nicht/wenig verarbeitete Lebensmittel und Getränke (Subkategorie Ia) bestehen aus nur einer Zutat und wurden nicht oder nur geringfügig verändert. Beispiele dafür sind gemäß UNC Milch, Sahne, gefrorenes/getrocknetes Gemüse/Obst, geröstete und gemahlene Kaffeebohnen. Als verarbeitete Grundzutaten (Ib) werden isolierte Lebensmittelzutaten, einschließlich u. a. Zucker, Fette/Öle, Fruchtsaft und Vollkornmehl bezeichnet, die durch Aufreinigung anhand physikalischer oder chemischer Verfahren oder extraktiv gewonnen werden. Der Subkategorie Verfahren zur Grundkonservierung oder zum Vorkochen (Ic) werden Lebensmittel zugeordnet, die mittels physikalischer oder chemischer Verfahren zur Verlängerung der Haltbarkeit verarbeitet wurden. Beispiele sind Gemüse-, Obst- und Fleischkonserven, Weißmehl sowie Pasta und Instantreis. Die Kategorie II (mäßig verarbeitet) umfasst Lebensmittel, deren Primärerzeugnis nach Zusatz von Süßstoffen, Salz, Aromen oder Fetten/Ölen (IIa) weiter zu erkennen ist, sowie Produkte, die aus Vollkornmehlen mit Zugabe von Wasser, Salz und/oder Hefen hergestellt werden (IIb). Als stark verarbeitete Lebensmittel (III) werden Formulierungen aus mehreren Zutaten bezeichnet, die jeweils so stark verarbeitet sind, dass das Primärerzeugnis nicht mehr erkennbar ist. Dabei wird zwischen stark verarbeiteten Zutaten (IIIa) (u. a. Soßen, Margarine, Ketchup und Garnierungen) und stark verarbeiteten eigenständigen Produkten (IIIb) (u. a. Brot aus raffiniertem Getreide, gesüßte Getränke, Süßigkeiten und vorbereitete oder verzehrfertige Gerichte) unterschieden [93].

8.3.1.4 NOVA

Das NOVA-Klassifizierungssystem wurde 2010 von einer brasilianischen Arbeitsgruppe beschrieben [94], um den Zusammenhang zwischen dem Verzehr stark verarbeiteter Lebensmittel und der Wirkung auf die menschliche Gesundheit bzw. auf Krankheitsrisiken zu erfassen und zu beschreiben [94]. Das System wird seitdem laufend überprüft und weiterentwickelt. Die aktuelle Version des NOVA-Systems aus dem Jahr 2019 [95] gruppiert alle industriell verarbeiteten Lebensmittel in insgesamt vier Kategorien, die unterschiedliche Grade der Verarbeitung und die Verwendung von Zutaten wiedergeben (Tab. 8/2):

I nicht/wenig verarbeitet
II verarbeitete haushaltsübliche Zutaten
III verarbeitet
IV stark verarbeitet

Nicht/wenig verarbeitete Lebensmittel (I) werden entweder direkt oder nach minimaler Verarbeitung verzehrt. Nicht/wenig verarbeitet sind demnach alle essbaren Anteile landwirtschaftlicher Erzeugnisse aus Pflanzen (u. a. Früchte, Blätter, Wurzeln und Knollen, Getreide und Hülsenfrüchte), Erzeugnisse vom Tier (u. a. Eier, Milch, Fleisch, Fisch und Meeresfrüchte) sowie Pilze, Algen und Wasser. Die Kategorie I umfasst u. a. gängige Verarbeitungsverfahren: Zerkleinern, Fermentieren, Garen, Kochen, Rösten, Kühlen, Tiefkühlen, Vakuumverpacken. Hervorgehoben wird, dass alle Lebensmittel dieser Kategorie eine niedrige Energiedichte aufweisen und reich an Mikronährstoffen sind. Die Kategorie II (verarbeitete haushaltsübliche Zutaten) beinhaltet verarbeitete, energiedichte bzw. natriumreiche haushaltsübliche Zutaten wie Zucker, Stärke, Fette, Öle bzw. Salz, die überwiegend als Bestandteile von Mahlzeiten verzehrt werden. Die Kategorie III (verarbeitete Lebensmittel) setzt sich aus Primärerzeugnissen (I), haushausüblichen Zutaten (II) und/oder Zusatzstoffen zusammen, die in Lebensmittelhandwerk und -industrie verarbeitet wurden, sensorisch modifiziert, haltbar/lagerfähig und häufig moderat bis stark energiedicht sind. Lebensmittel der Kategorien I und III gelten für die NOVA-Autor*innen als ernährungsphysiologisch ausgewogen, die jedoch bei übermäßigem Gebrauch verarbeiteter haushaltsüblicher Zutaten (II) energiedicht und damit gesundheitsabträglich werden können. Sie werden von den NOVA-Autor*innen als Grundlage etablierter Ernährungsgewohnheiten bewertet. Die Kategorie IV (stark verarbeitet) umfasst Lebensmittel und Getränke, die als „Formulierungen" von Zutaten definiert werden, zu deren Herstellung mehrere industrielle Verfahren erforderlich sind. Sie werden als ernährungsphysiologisch unausgewogen beschrieben und unterscheiden sich darin von den Kategorien I und III. Zudem sind sie direkt oder nach kurzer Vorbereitung (u. a. Erhitzen oder Backen) durch Verbraucher*innen verzehrfertig und insgesamt bequem zu handhaben.

Tabelle 8/2: Kriterien zur Beschreibung unterschiedlicher Lebensmittelverarbeitungsgrade (Kategorien) mit Einordnung von Lebensmitteln (Auswahl) gemäß NOVA-Klassifizierung [95]

Kategorie	Merkmal	Lebensmittel
I nicht/wenig verarbeitet	- einzelne Primärerzeugnisse verzehrfertig zubereitet - ohne/wenig Zucker, Salz, Fette, Öle (II) - reich an Mikronährstoffen: u. a. Vitamine, Mineralien - niedrige Energiedichte	Wasser; Gemüse, Obst: frisch, gekühlt, tiefgekühlt, getrocknet, frische und pasteurisierte Säfte; Getreide, Hülsenfrüchte: Körner, Grieß, Mehle, Flocken, Pasta, Couscous, Polenta; Eier: frisch, gekühlt, tiefgekühlt, Eipulver; Milch: frisch, pasteurisiert, Milchpulver; Fleisch, Geflügel, Fisch, Meeresfrüchte: vollständig, Steaks, Filets; Lebensmittel mit Vitamin- und Mineralstoffzusätzen; Pilze, Algen
II verarbeitete haushaltsübliche Zutaten	- Zucker, Fette/Öle (teils mit Zusätzen), Salz, Stärke - hohe Energiedichte (außer Salz) - Verzehr immer in Kombination mit Kategorie I, III, IV	Zucker: Saccharose aus Rüben oder Zuckerrohr, Sirupe, Honig; Fette: Butter, gesalzene Butter, Schmalz; Öle: Saaten, Nüsse, Früchte; Salz: Meersalz, jodiertes Tafelsalz; Stärke: Mais, Getreide
III verarbeitet	- Lebensmittel bestehend aus Primärerzeugnissen (I), haushausüblichen Zutaten (II) und/oder Zusatzstoffen - in Lebensmittelhandwerk und -industrie verarbeitet - haltbar/lagerfähig, sensorisch modifiziert - häufig moderate bis hohe Energiedichte	Obst, Gemüse, Hülsenfrüchte, Fisch: Konserven; Fleisch-, Fischprodukte: gesalzen/gepökelt, geräuchert, getrocknet, sterilisiert; Konserven; Brot (unverpackt), Käse
IV stark verarbeitet	- industriell „formulierte" Zutaten (Industriezutaten): Primärerzeugnisse chemisch modifiziert und rekombiniert, haushaltsübliche Zutaten (II), Zusatzstoffkombinationen - kombinierte industrielle Verarbeitungsverfahren - extrem lange haltbar/lagerfähig, aufwendig verpackt - häufig verzehrfertig (teils nach Erhitzen) - hohe Energiedichte - häufig im Übermaß verzehrt	verzehrfertige Lebensmittel: Brot (verpackt), Biskuit, Kekse, Kuchen, Knabberartikel, Eiscreme, Süßwaren, gesüßte Getränke, Brotaufstriche; vorgefertigte Mahlzeiten (Fleisch, Fisch, Gemüse, Kartoffeln, Getreide): Pizza, Eintöpfe, Suppen, Fertiggerichte; gebrauchsfertige haushaltsübliche Zutaten: Soßen, Brühen, Hefeextrakt, Margarine; Industriezutaten: Zuckerersatz (Maissirup, Fruchtsaftkonzentrate), Proteinisolate, Separatorenfleisch; Babynahrung/-produkte

8.3.1.5 SIGA

Die SIGA-Klassifizierung wurde 2018 von einer französischen Arbeitsgruppe als Erweiterung bzw. Ergänzung des NOVA-Systems für industriell verarbeitete Lebensmittel eingeführt [66, 96]. Ziel der Ergänzungen ist es, objektive, klare und wertungsfreie Kriterien für die Beschreibung/Klassifizierung von verarbeiteten und stark verarbeiteten Lebensmitteln zu definieren. Lebensmittel werden nach dem Verarbeitungsgrad und der Nährstoffzusammensetzung (Nährstoffdichte bzw. -gehalt) unterschieden, um ihre ernährungsphysiologische Qualität abzubilden. Neben den Effekten der Verarbeitungsverfahren auf Primärerzeugnisse werden dabei Art und Menge der verwendeten Zutaten berücksichtigt.

So entscheidet der Gehalt an haushaltsüblichen Zutaten darüber, inwieweit verarbeitete und stark verarbeitete Lebensmittel als ernährungsphysiologisch ausgewogen oder als zu energiedicht anzusehen sind. Darüber hinaus werden Art und Anzahl stark verarbeiteter Zutaten (u. a. Proteinisolate oder hydrolysierte Zucker) und Zusatzstoffe im Lebensmittel berücksichtigt (Tab. 8/3 und Abb. 8/1). Die vier Kriterien für die Klassifizierung sind:

(I) Einfluss von Verarbeitungsverfahren auf Struktur und Inhaltstoffe von Primärerzeugnissen und/oder Zutaten

(II) Zusatz von Zucker, Fett und/oder Salz
Das SIGA-System unterscheidet zwischen ernährungsphysiologisch ausgewogenen und unausgewogenen verarbeiteten Lebensmitteln. Unterschieden wird auf Basis der Obergrenzen für Zucker-, Fett- und/oder Salzgehalte, die von der britischen Lebensmittelbehörde (*Food Standard Agency*, FSA) empfohlen werden:
Lebensmittel: Zucker < 12,5 g/100 g; Fett < 17,5 g/100 g; Salz < 1,5 g/100 g
Getränke: Zucker < 6,25 g/100 ml; Fett < 8,75 g/100 ml; Salz < 0,75 g/100 ml

(III) Marker für stark verarbeitete Lebensmittel
Bestimmte Zutaten sind als sogenannte Marker (M) für stark verarbeitete Lebensmittel definiert und in zwei Kategorien unterteilt. Dabei werden jeweils Herstellungsverfahren berücksichtigt:
M1 – In der Natur vorkommende, mittels unterschiedlicher Verfahren (u. a. Lösungsmittelextraktion oder Ultrafiltration) aus geeigneten Primärerzeugnissen isolierte Zutaten, deren ursprünglicher Zustand dabei stark verändert wird, und/oder chemisch synthetisch hergestellte, naturidentische Stoffe
M2 – Zutaten, die chemisch-synthetisch oder mithilfe unterschiedlicher Verfahren (u. a. Hydrolyse, Hydrierung oder Extrusion) aus Primärerzeugnissen hergestellt werden, deren ursprünglicher Zustand dabei erheblich verändert wird

(IV) Zusatzstoffe, die im SIGA-System als gesundheitsbedenklich bzw. als potenzielles Gesundheitsrisiko bewertet werden (R-Zusatzstoffe). Für die SIGA-Bewertung werden Stellungnahmen der EFSA und der *French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety* (ANSES) sowie aktuelle wissenschaftliche Studien berücksichtigt.

Das SIGA-System umfasst drei Hauptkategorien, die anhand der Wirkung der Verarbeitungsverfahren auf die Primärerzeugnisse definiert sind: (A) unverarbeitet und minimal verarbeitet, (B) verarbeitet sowie (C) stark verarbeitet. Verarbeitete und stark verarbeitete Lebensmittel werden weiter nach dem Salz-, Zucker- und/oder Fettgehalt in die Subkategorien ernährungsphysiologisch ausgewogen (B1, C01) oder nicht ausgewogen (B2, C02) unterteilt. Zudem werden stark verarbeitete Lebensmittel nach Anzahl und Typ der Marker für stark verarbeitete Lebensmittel und/oder R-Zusatzstoffen in insgesamt fünf Kategorien (C01, C02, C1, C2, C3) unterteilt. Bei minimal verarbeiteten und verarbeiteten Lebensmitteln ist ein begrenzter Gehalt an Zusatzstoffen ohne potenzielles Gesundheitsrisiko möglich [66, 96].

Tabelle 8/3: Kriterien zur Beschreibung unterschiedlicher Lebensmittelverarbeitungsgrade gemäß Klassifizierungssystem SIGA mit Beispielen für Lebensmittel, Marker für starke Verarbeitung und R-Zusatzstoffe[a] [66, 96]

A	**nicht/minimal verarbeitet:** *Primärerzeugnis unverändert oder leicht verändert*		
	Zutaten	Verfahren	Beispiele für Lebensmittel
A0	rohe Lebensmittel	schneiden, schälen	Rohmilch, Obst, Gemüse, Nüsse, Fleisch, Eier
A1	hergestellt aus rohen Zutaten (A0)	kochen, filtern, pressen, mahlen	Tomatenkonzentrat, tiefgefrorenes Obst oder Gemüse, Fisch oder Fleisch gegrillt
A2	haushaltsübliche Zutaten[b]		native Öle, Butter, Zucker, Honig, Salz
B	**verarbeitet:** *Primärerzeugnis verändert*		
	Zutaten	Zucker-, Fett-, Salzgehalt	Beispiele für Lebensmittel
B1	hergestellt aus rohen Zutaten (A0) und/oder A1-Lebensmittel mit A2-haushaltsüblichen Zutaten	ausgewogen	Brot, Gemüsekonserven, Fischkonserven in nativem Öl, Gemüsesäfte mit Salz, Mandelmilch mit Zucker, Käse
B2	und der Einsatz von nicht R-Zusatzstoffen ist möglich	nicht ausgewogen	Obstkonserven mit Zucker, gesalzene Mandel, luftgetrocknete Schinken, Butterkeks
C	**stark verarbeitet:** *Primärerzeugnis stark verändert und beinhaltet Marker für starke Verarbeitung (M1, M2) und/oder R-Zusatzstoffe*		
	Zutaten	Zucker-, Fett-, Salzgehalt	Beispiele für Marker und R-Zusatzstoffe
C01 C02	1 x M1	ausgewogen nicht ausgewogen	**M1 –** Proteinisolate, raffinierte Öle, Stärke, Aromaextrakte und Naturaromen, Hefeextrakte, Pektine (E 440i), Lecithin (E 222), Xanthan (E 415) **M2 –** hydrolysierte Zucker (durch Spaltung von Stärke u. a. Glukosesirupe, Dextrose), synthetische Aromen, modifizierten Stärke (E 1404–E 1450), Carboxymethylcellulose (E 466), synthetische Süßungsmittel (u. a. Sucralose, E 955) **R-Zusatzstoffe –** Nitrite/Nitrate (E 249–E 252), Phosphate (E 338–E 452)
C1	2 – 4 x M1		
C2	≥ 5 x M1 und/oder 1 x M2 und/oder 1 x R-Zusatzstoff		
C3	≥ 2 x M2 und/oder ≥ 2 x R-Zusatzstoffe		

[a] nach SIGA-Definition gesundheitsbedenklich bzw. mit potenziellem Gesundheitsrisiko
[b] ausgeschlossen: raffinierte Öle (M1), teilgehärtete Öle und Fette (M2)

Um den Zusammenhang zwischen dem Verzehr stark verarbeiteter Lebensmittel und dem Risiko für ernährungsmitbedingte Erkrankungen zu bewerten, wurden die Klassifizierungssysteme IARC-EPIC, IFIC, UNC, NOVA und SIGA erarbeitet. Alle Systeme berücksichtigen klassische Verarbeitungsziele wie u. a. Sicherheit, Lagerfähigkeit und sensorische Eigenschaften.

8.3.2 Vergleich und Bewertung

Alle beschriebenen Klassifizierungssysteme basieren auf der Einordnung von Primärerzeugnissen und daraus hergestellten, verarbeiteten Lebensmitteln nach definierten Verarbeitungsgraden. Die jeweils angewendeten Kriterien zur Beschreibung der Verarbeitungsgrade sind in Tabelle 8/4 zusammengefasst.

Tabelle 8/4: Vergleich ausgewählter Lebensmittelklassifizierungssysteme

	IARC-EPIC	IFIC	UNC	NOVA	SIGA
Verarbeitungsgrade					
Hauptkategorien	3	5	3	4	3
Gesamtkategorien[a]	3	5	7	4	10
Kriterien					
Verarbeitungsverfahren - Art der Verfahren - Anwendungsbereich - Wirkung der Verarbeitung	 - ✓ -	 - - -	 - (✓) (✓)	 (✓) (✓) (✓)	 (✓) (✓) ✓
Verarbeitungsziele (Sicherheit, Lagerfähigkeit, sensorische Eigenschaften)	(✓)	✓	✓	✓	(✓)
Convenience-Stufe	(✓)	✓	-	(✓)	-
Anzahl der Zutaten	-	(✓)	✓	✓	✓
Zugabe von Zusatzstoffen	-	-	(✓)	✓	✓
Ernährungsphysiologische Qualität (Zucker, Salz, Fett)	-	-	-	(✓)	✓

✓ ausschlaggebendes Kriterium; ✓ ja; (✓) teilweise erwähnt, nicht explizit oder sehr vage formuliert; - keine Angabe
[a] Summe der Haupt- und Subkategorien

Alle Systeme berücksichtigen wichtige Ziele der Verarbeitung, wie u. a. Sicherheit, Lagerfähigkeit, sensorische Eigenschaften. Noch nicht im Fokus stehen Verarbeitungsziele, die schon heute an Bedeutung gewonnen haben, wie die Sicherung der Ernährung sowie umweltverträgliche, weitgehend klimaneutrale und ressourcenschonende Verarbeitungsverfahren. Die Verwendung von Zutaten und Zusatzstoffen wird fast immer bewertet, allerdings mehr oder weniger differenziert und nur selten im Hinblick auf Energie- und Nährstoffdichte und damit auf die ernährungsphysiologische Qualität verarbeiteter Lebensmittel. Der vor dem Verzehr erforderliche Aufwand für die Zubereitung bzw. die für Verbraucher*innen bequeme Handhabung der Fertiglebensmittel (Convenience-Stufe) wird im IFIC-System hervorgehoben. Obwohl der Verarbeitungsgrad der Lebensmittel als Basis aller Klassifizierungssysteme angegeben wird, liegen den jeweils definierten Verarbeitungsgraden weder konkrete Verarbeitungsverfahren zugrunde, noch wird berücksichtigt, inwieweit die ursprüngliche Struktur und die Inhaltsstoffe der Primärerzeugnisse erhalten bleiben oder modifiziert werden. Unberücksichtigt bleibt teilweise auch der Anwendungsbereich, d. h. in Haushalt, Außer-Haus-Verpflegung, Handwerk bzw. Industrie und damit

auch, in welchem Maßstab Lebensmittel verarbeitet werden. Das NOVA-System und folglich die zwei davon abgeleiteten Systeme UNC und SIGA wurden ausschließlich für die Klassifizierung industriell verarbeiteter Lebensmittel entwickelt. Die „in Haushalt oder Gastgewerbe" eingesetzten Verarbeitungsverfahren sind nach Monteiro et al. [97] „per Definition nicht industriell" und aus diesem Grund in der NOVA-Klassifizierung nicht berücksichtigt. Diese Annahme ist aus technologischer Sicht nicht sachlich begründet, weil in allen Anwendungsbereichen, d. h. im Haushalt, in der Außer-Haus-Verpflegung sowie im Handwerk und in der Industrie von wenigen Ausnahmen abgesehen, die gleichen Verarbeitungsverfahren eingesetzt werden (s. 8.2.2). Einzig das IARC-EPIC Klassifizierungssystem berücksichtigt unter Kategorie II.2, einer der Subkategorien der wenig verarbeiteten Lebensmittel, auch Lebensmittel die zu Hause verarbeitet oder zubereitet wurden. Unabhängig vom Verarbeitungsort (zu Hause, in der Außer-Haus-Verpflegung oder im Ernährungsgewerbe) können sich während der Anwendung thermischer Verarbeitungsverfahren (u. a. Kochen, Backen, Braten oder Grillen) potenziell schädliche Prozesskontaminanten wie u. a. Acrylamid oder Furane bilden. Insgesamt beziehen sich die Kriterien, die jeweils einen Verarbeitungsgrad beschreiben, eher nachrangig auf Verarbeitungsverfahren und ihre Wirkung auf Primärerzeugnisse als vielmehr auf Verarbeitungsziele, Zutaten und Zusatzstoffe sowie Convenience. Die Beschreibung „Kategorisierung nach Verarbeitungsgrad" ist daher nicht für alle Systeme zielführend.

Alle Klassifizierungssysteme empfehlen sich als Modell zur wissensbasierten Definition von Verarbeitungsgraden für eine wissenschaftlich unabhängige Bewertung der ernährungsphysiologischen Qualität verarbeiteter Lebensmittel. Schon die teils sehr großen Unterschiede in der Beschreibung von Verarbeitungsgraden der einzelnen Klassifizierungssysteme deuten jedoch darauf hin, wie sehr die Ergebnisse und damit verbunden die Aussagekraft von Studien über die Beteiligung stark verarbeiteter Lebensmittel an der Entstehung ernährungsmitbedingter Erkrankungen vom jeweiligen Klassifizierungssystem beeinflusst werden können. Weiter verdeutlicht und bestätigt wird dies im Zusammenhang mit dem praktischen Einsatz und der Robustheit der Klassifizierungssysteme, die im Rahmen mehrerer Studien untersucht wurden. Crino et al. [98] kommen zu dem Ergebnis, dass Klassifizierungssysteme mit Subkategorien innerhalb eines Verarbeitungsgrads im Hinblick auf ihre Einsetzbarkeit und mögliche Schlussfolgerungen zur Entstehung ernährungsmitbedingter Erkrankungen von Vorteil sind. Untersuchungen zum Einfluss verarbeiteter Lebensmittel auf die Ernährungsqualität zeigten abhängig vom eingesetzten Klassifizierungssystem (UNC, IFIC und NOVA) große Diskrepanzen beim Vergleich der Auswertungsergebnisse (*inter-rate reliability*) einer Studie mit 100 häufig von Kindern verzehrten Produkten [99]. Um den Anteil der im Jahr 2000 in Portugal verzehrten, stark verarbeiteten Lebensmittel darzustellen, wurden 556 Produkte nach verschiedenen Systemen klassifiziert [100]. Der Anteil stark verarbeiteter Lebensmittel betrug je nach System 10,2 % (NOVA), 15,2 % (UNC), 17,7 % (IFIC) oder 47,4 % (IARC-EPIC). De Araújo et al. zogen daraus die Schlussfolgerung, dass sich die großen Diskrepanzen zwischen diesen Klassifizierungssystemen auch auf die abgeleiteten Ergebnisse auswirken [100]. Auch bei einer Studie in Spanien wurde ein starker Einfluss der Klassifizierungssysteme auf die Ergebnisse beobachtet [101]. Die Verteilung der verzehrten stark verarbeiteten Lebensmittel betrug in diesem Fall 7,9 % (NOVA), 19,7 % (UNC), 20 % (IFIC) und 45,9 % (IARC-EPIC). Insgesamt lässt sich festhalten, dass generalisierte Aussagen über die Zusammenhänge ernährungsmitbedingter Erkrankungen und dem Verzehr stark verarbeiteter Lebensmittel nicht unabhängig vom eingesetzten Klassifizierungssystem abgeleitet werden können.

Die FAO hat 2019 einen Report über das NOVA-Klassifizierungssystem herausgegeben, ohne dieses jedoch zu empfehlen[3] [95]. Seitdem nutzen viele Ernährungsstudien zum Einfluss verarbeiteter und stark verarbeiteter Lebensmittel dieses Klassifizierungssystem. Daher wird dieses System mit dem darauf aufbauenden SIGA-System im Folgenden verglichen und bewertet.

Zum NOVA-Klassifizierungssystem hat die FAO 2019 einen Report herausgegeben, allerdings ohne dieses Klassifizierungssystem zu empfehlen. Seitdem nutzen viele Ernährungsstudien dieses System, obwohl die FAO bisher keines der Klassifizierungssysteme empfohlen hat.

Das SIGA-System legt dem NOVA-System vergleichbare Klassifizierungskriterien zugrunde (Abb. 8/1), berücksichtigt jedoch weitere wichtige Aspekte und kann damit als Weiterentwicklung des NOVA-Systems betrachtet werden.

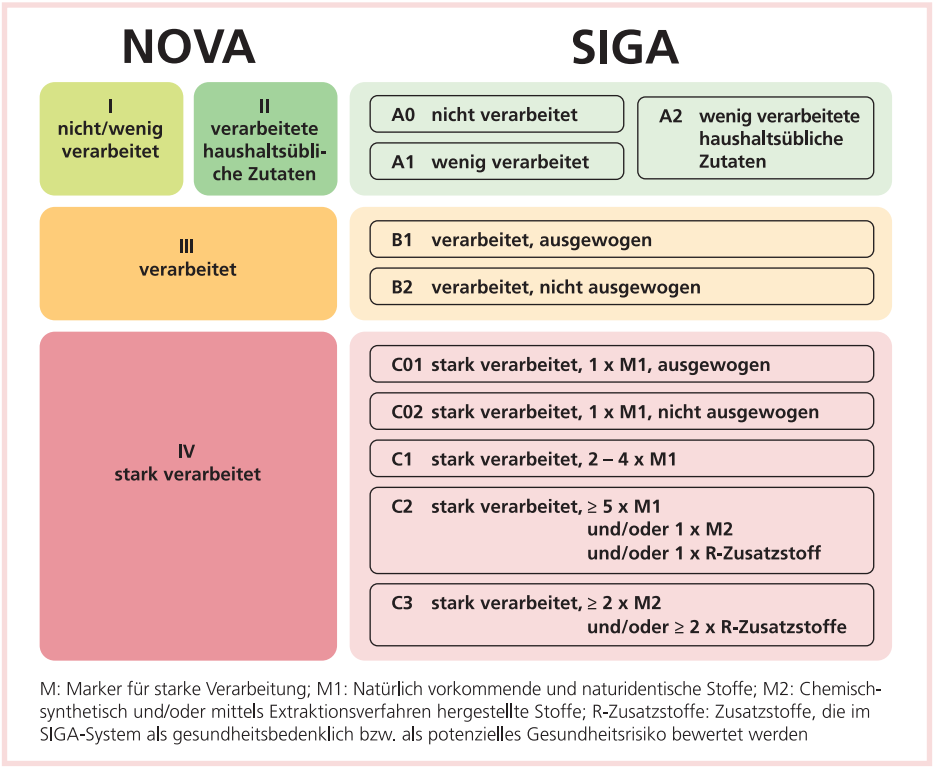


Abbildung 8/1: Weiterentwicklung des SIGA-Systems aus dem NOVA-System (in Anlehnung an [102])

[3] Impressum: „The views expressed in this information product are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views or policies of FAO, nor do they constitute a validation of the NOVA classification system."

Die Definitionen der Verarbeitungsgrade beider Systeme unterscheiden sich im Wesentlichen durch die im SIGA-System detaillierten Angaben zu Art und Gehalt der verwendeten Zutaten (Tab. 8/3). Damit wird einerseits die Energiedichte aus haushaltsüblichen Zutaten erfasst, andererseits werden Zutaten und Zusatzstoffe berücksichtigt, die in der Natur vorkommen bzw. naturidentisch sind oder chemisch/synthetisch oder extraktiv hergestellt wurden. Darüber hinaus werden Zusatzstoffe ausgewiesen, die mit potenziellen Gesundheitsrisiken verbunden sind. Im Unterschied zum NOVA-System können im SIGA-System abhängig von der Energiedichte und dem Salzgehalt sowohl verarbeitete als auch stark verarbeitete Lebensmittel ernährungsphysiologisch ausgewogen sein oder zu viel Zucker, Fette, Öle und Salz enthalten. Wichtig ist diese Unterscheidung insbesondere im Hinblick darauf, dass Lebensmittel einerseits stark verarbeitet, andererseits jedoch ernährungsphysiologisch ausgewogen sein können. Im NOVA-System gelten alle stark verarbeiteten Lebensmittel ausnahmslos als ernährungsphysiologisch unausgewogen. Weil auch alle industriell hergestellten Zutaten dieser Kategorie IV zugeordnet werden, sind demnach auch eine Vielzahl der im Zuge der Ernährungssicherung aktuell und künftig entwickelten neuartigen Lebensmittelrohstoffe lediglich aufgrund ihres Herstellungsverfahrens und ohne Beachtung ihrer Nährstoffzusammensetzung als stark verarbeitet und ernährungsphysiologisch unausgewogen zu bewerten [95]. Dies betrifft z. B. die Einordnung und Bewertung von Lebensmitteln, die unter Verwendung u. a. von Proteinisolaten aus heute noch nicht genutzten Rohstoffquellen hergestellt wurden. Diese Lebensmittel müssen im Hinblick auf die Ernährungssicherung und/oder auf den Klima- und Umweltschutz isolierte Zutaten enthalten, um u. a. gegenwärtig vom Tier stammende Lebensmittel zu ersetzen sowie um ausreichende Mengen an Lebensmitteln bereitzustellen. Auch traditionell (noch) nicht bzw. erst seit kurzem genutzte Isolate aus Primärerzeugnissen oder aus Reststoffen der Lebensmittelherstellung sind entsprechend einzuordnen. Weiter werden die Beiträge von Verarbeitungsverfahren und Rezepturen zur gesundheitlichen Wirkung verarbeiteter Lebensmittel im NOVA-System nicht getrennt voneinander berücksichtigt. Die konkreten Risikofaktoren für ernährungsmitbedingte Erkrankungen bleiben damit unklar, wie sich am Beispiel extrudierter Frühstückscerealien sehr gut zeigen lässt. Kommerziell erhältlichen, extrudierten Frühstückscerealien wird heute bis zu über 40 % Zucker zugesetzt [103], was technologisch nicht zwingend erforderlich ist, jedoch die Energiedichte der Produkte stark erhöht. Nach dem NOVA-System sind bereits extrudierte Produkte unabhängig vom Zuckerzusatz stark verarbeitet, sodass hohe Zuckergehalte als potenzieller Risikofaktor ernährungsmitbedingter Erkrankungen im Rahmen von Ernährungsstudien, die lediglich das NOVA-System nutzen, für extrudierte Produkte nicht erfasst werden. Mögliche negative gesundheitliche Folgen können in diesem Fall ausschließlich auf das Verarbeitungsverfahren, nicht jedoch auf die Inhaltsstoffe zurückgeführt werden. Im SIGA-System hingegen kann die gesundheitsbezogene Wirkung zucker-, salz- und fettreicher stark verarbeiteter Lebensmittel auf die Gehalte an diesen Zutaten zurückgeführt werden. Weiter gibt die Einordnung anhand der Marker Hinweise auf Zucker-, Fett- und Salzersatzstoffe, die im Rahmen der aktuellen Lebensmittelreformulierung in größerer Anzahl eingesetzt werden könnten.

Das SIGA-System scheint zum aktuellen Zeitpunkt das größte Potenzial zu haben, den Einfluss von Verarbeitungsverfahren und Nährstoffzusammensetzung auf die menschliche Gesundheit getrennt voneinander bewerten zu können. Da es 2018 eingeführt wurde, liegen bislang noch keine Ernährungsstudien vor, die dieses System zur Einordnung der verwendeten Lebensmittel zugrunde legen, und eine Bewährung in der Praxis steht noch aus.

Das SIGA-System erlaubt im Gegensatz zum NOVA-System die getrennte Erfassung der Beiträge von Verarbeitungsverfahren und Rezepturen zur gesundheitlichen Wirkung verarbeiteter Lebensmittel und ermöglicht es so, beispielsweise die Höhe der Zuckermenge im Produkt als Risikofaktor für ernährungsmitbedingte Erkrankungen zu bewerten.

Kein Klassifizierungssystem berücksichtigt Ernährungssicherung und umweltverträgliche, weitgehend klimaneutrale und ressourcenschonende Verarbeitungsverfahren als Verarbeitungsziel. Das SIGA-System bietet grundsätzlich die Möglichkeit, diese neuen Verarbeitungsaspekte einzuordnen.

8.4 Fazit und Forschungsbedarf

Das Ziel der bis heute entwickelten Lebensmittelklassifizierungssysteme nach dem Verarbeitungsgrad war es, ein standardisiertes Modell zur Bewertung der Zusammenhänge zwischen dem Verzehr (insbesondere stark) verarbeiteter Lebensmittel und dem Risiko ernährungsmitbedingter Erkrankungen zu entwickeln. Gegenwärtig weist das SIGA-System mit der Unterscheidung zwischen den Wirkungen von Verarbeitungsverfahren und Rezeptur, d. h. der Verwendung haushaltsüblicher Zutaten wie Zucker, Fett/Öl und Salz sowie potenziell gesundheitsschädlicher Zutaten, wie bestimmter Zusatzstoffe und deren Kombination, diesbezüglich das größte Potenzial auf. Die Option zur Berücksichtigung künftig wichtiger Verarbeitungsziele machen das SIGA-System außerdem zukunftstauglich. Derzeit existiert allerdings noch kein wissenschaftlicher Konsens über einheitliche, objektive und eindeutige Kriterien für eine Beschreibung von Verarbeitungsgraden [104]. Auch wenn alle beschriebenen Klassifizierungssysteme versuchen, Kriterien für unterschiedliche Verarbeitungsgrade zu beschreiben, wird die Wirkung von Verarbeitungsverfahren auf chemische, physikalische oder ernährungsphysiologische Eigenschaften der Produkte anhand der angewendeten Prozessparameter (u. a. Temperatur, Druck oder Zeit) nicht berücksichtigt. Nur sehr wenig Studien versuchen bislang Kriterien für eine Beschreibung von Verarbeitungsgraden und/oder messbare Kennzeichen für die Beschreibung der Wirkung von Verarbeitungsverfahren abhängig von Produktgruppe zu definieren. Ein Beispiel ist die Klassifizierung von Milchprodukten in Abhängigkeit von der Intensität der angewendeten thermischen Verfahren (pasteurisiert je nach Temperatur oder sterilisiert) ohne oder in Kombination mit Homogenisierungsverfahren im Rahmen der Verzehreinschätzung bei finnischen Kindern [105]. Für Brot wurden Aromakomponenten identifiziert, um Verarbeitungsmethoden und Herstellungsorte (Haushalt, Handwerk, Industrie) unterscheiden zu können [106]. Um den Forschungsstand hinsichtlich der Wirkungsweisen von Verarbeitungsverfahren und Zutaten inklusive Zusatzstoffen auf die

Entstehung ernährungsmitbedingter Erkrankungen zu erweitern und zu verbessern, ist die Entwicklung eines praxisorientierten, robusten sowie differenzierten und weitgehend allgemeingültigen Klassifizierungssystems anzustreben. Für eine erfolgreiche Umsetzung ist die Zusammenarbeit von Vertreter*innen der Ernährungswissenschaft und der Lebensmittelwissenschaft
und -technologie einschließlich der Einbindung von Verbraucher*innen und Politik essenziell [107, 108]. Viele Studien, die bisher unterschiedliche Klassifizierungssysteme und individuelle Definitionen stark verarbeiteter Lebensmittel nutzen, weisen auf gesundheitliche Risiken hin, die mit einem höheren Verzehr stark verarbeiteter Lebensmittel assoziiert sind. Die genaueren Ursachen für die Studienergebnisse bleiben angesichts der beschriebenen Mängel vieler heutiger Klassifizierungssysteme allerdings offen. Systematische und interdisziplinäre Studien auf der Basis desselben robusten Klassifizierungssystems sind notwendig, um den Einfluss von verschiedenen möglichen Faktoren (u. a. Energiedichte, Lebensmittelstruktur/-matrix, Prozesskontaminanten und Zusatzstoffe) auf die beobachteten Zusammenhänge aufzuklären [107, 109–113].

8.5 Literatur

[1] WHO (World Health Organization) (Hrsg.): European food and nutrition action plan 2015–2020. (2014) https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/329405/9789289051231-eng.pdf (eingesehen am 12.11.2024)

[2] WHO (World Health Organization) (Hrsg.): Guideline: sugars intake for adults and children. (2015) https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/668769/retrieve (eingesehen am 25.11.2022)

[3] WHO (World Health Organization) (Hrsg.): Incentives and disincentives for reducing sugar in manufactured foods. (2017) https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345828/WHO-EURO-2017-3404-43163-60439-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y (eingesehen am 25.11.2022)

[4] WHO (World Health Organization) (Hrsg.): Guideline: sodium intake for adults and children. (2012) https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/110243/retrieve (eingesehen am 25.11.2022)

[5] Europäische Kommission (Hrsg.): EU framework for national initiatives on selected nutrients. Annex II: added sugars. (2015) https://health.ec.europa.eu/system/files/2016-11/added_sugars_en_0.pdf (eingesehen am 25.11.2022)

[6] Europäische Kommission (Hrsg.): EU framework for national initiatives on selected nutrients. Annex I: saturated fat. (2012) http://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/observatorio/Marco_europeo_-_GRASAS.pdf (eingesehen am 25.11.2022)

[7] Europäische Kommission (Hrsg.): EU framework for national salt initiatives. (2008) https://health.ec.europa.eu/document/download/c68fda96-0a61-4d01-bb2e-a4b0265bb7dd_en?filename=euframework_national_salt_en.pdf (eingesehen am 12.11.2024)

[8] Vandevijvere S, Monteiro C, Krebs-Smith SM et al.: Monitoring and benchmarking population diet quality globally: a step-wise approach. Obes Rev 14 (2013) 135–149

[9] Mertens E, Colizzi C, Peñalvo JL: Ultra-processed food consumption in adults across Europe. Eur J Nutr 61 (2022) 1521–1539

[10] Monteiro CA, Moubarac JC, Levy RB et al.: Household availability of ultra-processed foods and obesity in nineteen European countries. Public Health Nutr 21 (2018) 18–26

[11] Moubarac JC, Batal M, Louzada ML et al.: Consumption of ultra-processed foods predicts diet quality in Canada. Appetite 108 (2017) 512–520

[12] Martínez Steele E, Baraldi LG, da Costa Louzada ML et al.: Ultra-processed foods and added sugars in the US diet: evidence from a nationally representative cross-sectional study. BMJ Open 6 (2016) e009892

[13] Lane MM, Davis JA, Beattie S et al.: Ultraprocessed food and chronic noncommunicable diseases: A systematic review and meta-analysis of 43 observational studies. Obes Rev 22 (2021) e13146

[14] Deutsche Lebensmittelbuch-Kommission: Die Leitsätze aus den Fachausschüssen. https://www.deutsche-lebensmittelbuch-kommission.de/ (eingesehen am 24.11.2022)

[15] FAO (Food and Agriculture Organization) (Hrsg.): Guidelines on the collection of information on food processing through food consumption surveys. (2015) http://www.fao.org/3/i4690e/I4690E.pdf (eingesehen am 25.11.2022)

[16] Europäisches Parlament, Europäischer Rat (Hrsg.): Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit. (2002) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0178 (eingesehen am 12.11.2024)

[17] Europäisches Parlament, Europäischer Rat (Hrsg.): Verordnung (EG) Nr. 852/2004 vom 29. April 2004 über Lebensmittelhygiene. Stand 24.03.2021. (2004) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02004R0852-20210324 (eingesehen am 12.11.2024)

[18] Tauscher B, Brack G, Flachowsky G et al.: Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren. Statusbericht 2003. In: Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) (Hrsg.): Schriftenreihe des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft / Reihe A, Angewandte Wissenschaft. Heft 499. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup (2003)

[19] Pfannhauser W: Lebensmittelqualität - was ist das? Die Ernährung/Nutrition 20 (1996) 5–8

[20] Europäisches Parlament, Europäischer Rat (Hrsg.): Verordnung (EU) 2015/2283 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2015 über neuartige Lebensmittel, zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 258/97 des Europäischen Parlaments und des Rates und der Verordnung (EG) Nr. 1852/2001 der Kommission. (2015) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R2283 (eingesehen am 12.11.2024)

[21] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.): Rechtsgrundlagen für die Lebensmittelhygiene. (2020) https://www.bmel.de/DE/themen/verbraucherschutz/lebensmittel-hygiene/rechtsgrundlagen-lebensmittelhygiene.html (eingesehen am 25.11.2022)

[22] Arens-Azevêdo U, Bölts M, Schnur E et al.: Beurteilung ausgewählter Convenience-Produkte in der Gemeinschaftsverpflegung und Handlungsempfehlungen zur Optimierung. (2020) https://www.dge.de/fileadmin/dok/gemeinschaftsgastronomie/publikationen/Convenienceprodukte-GV.pdf (eingesehen am 12.11.2024)

[23] Crippa M, Solazzo E, Guizzardi D et al.: Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. Nature Food 2 (2021) 198–209

[24] Lillford P, Hermansson A-M: Global missions and the critical needs of food science and technology. Trends Food Sci Technol 111 (2021) 800–811

[25] Rodriguez-Amaya DB, Amaya-Farfan J, Lund DB: Societal role of food processing: envisaging the future. In: Rodriguez-Amaya DB, Amaya-Farfan J (Hrsg.): Chemical changes during processing and storage of foods. Academic Press (2021) 1–20

[26] Schmid V, Mayer-Miebach E, Behsnilian D et al.: Enrichment of starch-based extruded cereals with chokeberry (Aronia melanocarpa) pomace: Influence of processing conditions on techno-functional and sensory related properties, dietary fibre and polyphenol content as well as in vitro digestibility. LWT 154 (2022) 112610

[27] Ballesteros LF, Teixeira JA, Mussatto SI: Chemical, functional, and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin. Food Bioprocess Technol 7 (2014) 3493–3503

[28] Messina M, Sievenpiper JL, Williamson P et al.: Perspective: soy-based meat and dairy alternatives, despite classification as ultra-processed foods, deliver high-quality nutrition on par with unprocessed or minimally processed animal-based counterparts. Adv Nutr 13 (2022) 726–738

[29] Breidenassel C, Schäfer AC, Micka M et al.: Einordnung der Planetary Health Diet anhand einer Gegenüberstellung mit den lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der DGE. Ernahrungs Umschau 69 (2022) M252–M268

[30] WHO (World Health Organization), FAO (Food and Agriculture Organization) (Hrsg.): Sustainable healthy diets: guiding principles. (2019) https://www.fao.org/3/ca6640en/ca6640en.pdf (eingesehen am 25.11.2022)

[31] Willett W, Rockström J, Loken B et al.: Food in the anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet 393 (2019) 447–492

[32] Europäische Kommission (Hrsg.): Durchführungsverordnung (EU) 2021/882 der Kommission vom 1. Juni 2021 zur Genehmigung des Inverkehrbringens getrockneter Larven von Tenebrio molitor als neuartiges Lebensmittel gemäß der Verordnung (EU) 2015/2283 des Europäischen Parlaments und des Rates sowie zur Änderung der Durchführungsverordnung (EU) 2017/2470 der Kommission. (2021) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R0882 (eingesehen am 12.11.2024)

[33] Carmody RN, Wrangham RW: Cooking and the human commitment to a high-quality diet. Cold Spring Harb Symp Quant Biol 74 (2009) 427–434

[34] Europäisches Parlament, Europäischer Rat (Hrsg.): Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 von 16. Dezember 2008 über Lebensmittelzusatzstoffe. Stand 08.08.2021. (2008) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R1333-20210808 (eingesehen am 12.11.2024)

[35] Watada AE, Qi L: Quality of fresh-cut produce. Postharvest Biol Technol 15 (1999) 201–205

[36] Knorr D, Augustin MA: Food processing needs, advantages and misconceptions. Trends Food Sci Technol 108 (2021) 103–110

[37] Europäisches Parlament, Europäischer Rat (Hrsg.): Durchführungsverordnung (EU) 2017/2470 der Kommission vom 20. Dezember 2017 zur Erstellung der Unionsliste der neuartigen Lebensmittel gemäß der Verordnung (EU) 2015/2283 des Europäischen Parlaments und des Rates über neuartige Lebensmittel. Stand 26.07.2022. (2017) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02017R2470-20220726 (eingesehen am 12.11.2024)

[38] Europäisches Parlament, Europäischer Rat (Hrsg.): Richtlinie 1999/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Februar 1999 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über mit ionisierenden Strahlen behandelte Lebensmittel und Lebensmittelbestandteile. Stand 11.12.2008. (1999) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:01999L0002-20081211 (eingesehen am 12.11.2024)

[39] Europäisches Parlament, Europäischer Rat (Hrsg.): Richtlinie 1999/3/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Februar 1999 über die Festlegung einer Gemeinschaftsliste von mit ionisierenden Strahlen behandelten Lebensmitteln und Lebensmittelbestandteilen. (1999) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0003 (eingesehen am 12.11.2024)

[40] Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (Hrsg.): Bestrahlung von Lebensmitteln. https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/01_Lebensmittel/03_Verbraucher/10_LMBestrahlen/lm_LM_Bestrahlen_node.html (eingesehen am 25.11.2022)

[41] Aguilera JM: The food matrix: implications in processing, nutrition and health. Crit Rev Food Sci Nutr 59 (2019) 3612–3629

[42] Aguilera JM: Rational food design and food microstructure. Trends Food Sci Technol 122 (2022) 256–264

[43] Liu X, Le Bourvellec C, Renard CMGC: Interactions between cell wall polysaccharides and polyphenols: Effect of molecular internal structure. Compr Rev Food Sci Food Saf 19 (2020) 3574–3617

[44] Capuano E, Janssen A: Food matrix and macronutrient digestion. Annu Rev Food Sci Technol 12 (2021) 193–212

[45] Parada J, Aguilera JM: Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. J Food Sci 72 (2007) R21–R32

[46] Wang S, Copeland L: Molecular disassembly of starch granules during gelatinization and its effect on starch digestibility: a review. Food Funct. 4 (2013) 1564–1580

[47] Dhital S, Warren FJ, Butterworth PJ et al.: Mechanisms of starch digestion by α-amylase – structural basis for kinetic properties. Crit Rev Food Sci Nutr 57 (2017) 875–892

[48] Miao M, Hamaker BR: Food matrix effects for modulating starch bioavailability. Annu Rev Food Sci Technol 12 (2021) 169–191

[49] Sun L, Miao M: Dietary polyphenols modulate starch digestion and glycaemic level: a review. Crit Rev Food Sci Nutr 60 (2020) 541–555

[50] Barrett AH, Farhadi NF, Smith TJ: Slowing starch digestion and inhibiting digestive enzyme activity using plant flavanols/tannins – a review of efficacy and mechanisms. LWT 87 (2018) 394–399

[51] Dhital S, Bhattarai RR, Gorham J et al.: Intactness of cell wall structure controls the in vitro digestion of starch in legumes. Food and Funct 7 (2016) 1367–1379

[52] Bub A, Malpuech-Brugère C, Orfila C et al.: A dietary intervention of bioactive enriched foods aimed at adults at risk of metabolic syndrome: protocol and results from PATHWAY-27 pilot study. Nutrients 11 (2019) 1814

[53] Maiani G, Periago Castón MJ, Catasta G et al.: Carotenoids: actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. Mol Nutr Food Res 53 (2009) S194–S218

[54] Schweiggert RM, Mezger D, Schimpf F et al.: Influence of chromoplast morphology on carotenoid bioaccessibility of carrot, mango, papaya, and tomato. Food Chem 135 (2012) 2736–2742

[55] Gärtner C, Stahl W, Sies H: Lycopene is more bioavailable from tomato paste than from fresh tomatoes. Am J Clin Nutr 66 (1997) 116–122

[56] Unlu NZ, Bohn T, Francis DM et al.: Lycopene from heat-induced cis-isomer-rich tomato sauce is more bioavailable than from all-trans-rich tomato sauce in human subjects. Br J Nutr 98 (2007) 140–146

[57] Fröhlich K, Kaufmann K, Bitsch R et al.: Effects of ingestion of tomatoes, tomato juice and tomato purée on contents of lycopene isomers, tocopherols and ascorbic acid in human plasma as well as on lycopene isomer pattern. Br J Nutr 95 (2006) 734–741

[58] Renard CMGC, Watrelot AA, Le Bourvellec C: Interactions between polyphenols and polysaccharides: mechanisms and consequences in food processing and digestion. Trends Food Sci Technol 60 (2017) 43–51

[59] Dufour C, Loonis M, Delosière M et al.: The matrix of fruit & vegetables modulates the gastrointestinal bioaccessibility of polyphenols and their impact on dietary protein digestibility. Food Chem 240 (2018) 314–322

[60] Kulling SE, Rawel HM: Chokeberry (Aronia melanocarpa)– a review on the characteristic components and potential health effects. Planta Med 74 (2008) 1625–1634

[61] Pickardt C, Eisner P, Bader S: Protein preparations from lupine seeds and production thereof. (2014) https://patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/US8728542.pdf (eingesehen am 25.11.2022)

[62] Eisner P, Fischl R, Mittermaier S et al.: Emulsionen mit Lupinproteine. (2016) https://patentimages.storage.googleapis.com/b1/94/46/d71aeedcf4458a/WO2016000939A1.pdf (eingesehen am 25.11.2022)

[63] Li S, Tian Y, Jiang P et al.: Recent advances in the application of metabolomics for food safety control and food quality analyses. Crit Rev Food Sci Nutr 61 (2021) 1448–1469

[64] Rowland I, Gibson G, Heinken A et al.: Gut microbiota functions: metabolism of nutrients and other food components. Eur J Nutr 57 (2018) 1–24

[65] Moughan PJ: Holistic properties of foods: a changing paradigm in human nutrition. J Sci Food Agric 100 (2020) 5056–5063

[66] Fardet A: Characterization of the degree of food processing in relation with its health potential and effects. Adv Food Nutr Res 85 (2018) 79–129

[67] Europäisches Parlament, Europäischer Rat (Hrsg.): Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2011 betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1924/2006 und (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Richtlinie 87/250/EWG der Kommission, der Richtlinie 90/496/EWG des Rates, der Richtlinie 1999/10/EG der Kommission, der Richtlinie 2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2002/67/EG und 2008/5/EG der Kommission und der Verordnung (EG) Nr. 608/2004 der Kommission. Stand 01.01.2018. (2011) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02011R1169-20180101 (eingesehen am 12.11.2024)

[68] Bechthold A: Food energy density and body weight. A scientific statement from the DGE. Ernahrungs Umschau 61 (2014) 2–11

[69] Chazelas E, Deschasaux M, Srour B et al.: Food additives: distribution and co-occurrence in 126,000 food products of the French market. Sci Rep 10 (2020) 3980

[70] Europäische Kommission (Hrsg.): Verordnung (EU) Nr. 257/2010 zur Aufstellung eines Programms zur Neubewertung zugelassener Lebensmittelzusatzstoffe gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über Lebensmittelzusatzstoffe. Stand 27.03.2021. (2010) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02010R0257-20210327 (eingesehen am 12.11.2024)

[71] EFSA Panel on Food Additives and Flavourings (FAF), Younes M, Aquilina G et al.: Safety assessment of titanium dioxide (E171) as a food additive. EFSA Journal 19 (2021) 6585

[72] Europäische Kommission (Hrsg.): Verordnung (EU) Nr. 2022/63 der Kommission vom 14. Januar 2022 zur Änderung der Anhänge II und III der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich des Lebensmittelzusatzstoffs Titandioxid (E 171). (2022) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0063 (eingesehen am 12.11.2024)

[73] Rotter S, Beronius A, Boobis AR et al.: Overview on legislation and scientific approaches for risk assessment of combined exposure to multiple chemicals: the potential EuroMix contribution. Crit Rev Toxicol 48 (2018) 796–814

[74] Europäische Kommission (Hrsg.): Exposure to 'cocktails' of food additives and chronic disease risk. (2020) https://cordis.europa.eu/project/id/864219/de (eingesehen am 25.11.2022)

[75] Cao Y, Liu H, Qin N et al.: Impact of food additives on the composition and function of gut microbiota: a review. Trends Food Sci Technol 99 (2020) 295–310

[76] Partridge D, Lloyd KA, Rhodes JM et al.: Food additives: assessing the impact of exposure to permitted emulsifiers on bowel and metabolic health – introducing the FADiets study. Nutr Bull 44 (2019) 329–349

[77] Roca-Saavedra P, Mendez-Vilabrille V, Miranda JM et al.: Food additives, contaminants and other minor components: effects on human gut microbiota—a review. J Physiol Biochem 74 (2018) 69–83

[78] Chassaing B, Compher C, Bonhomme B et al.: Randomized controlled-feeding study of dietary emulsifier carboxymethylcellulose reveals detrimental impacts on the gut microbiota and metabolome. Gastroenterol 162 (2022) 743–756

[79] Bancil AS, Sandall AM, Rossi M et al.: Food additive emulsifiers and their impact on gut microbiome, permeability, and inflammation: mechanistic insights in inflammatory bowel disease. J Crohns Colitis 15 (2021) 1068–1079

[80] Naimi S, Viennois E, Gewirtz AT et al.: Direct impact of commonly used dietary emulsifiers on human gut microbiota. Microbiome 9 (2021) 66

[81] Miclotte L, de Paepe K, Rymenans L et al.: Dietary emulsifiers alter composition and activity of the human gut microbiota in vitro, irrespective of chemical or natural emulsifier origin. Front Microbiol 11 (2020) 577474

[82] Rinninella E, Cintoni M, Raoul P et al.: Food additives, gut microbiota, and irritable bowel syndrome: a hidden track. Int J Environ Res Public Health 17 (2020) 8816

[83] Raoul P, Cintoni M, Palombaro M et al.: Food additives, a key environmental factor in the development of IBD through gut dysbiosis. Microorganisms 10 (2022) 167

[84] Schiffman SS, Nagle HT: Revisited: assessing the in vivo data on low/no-calorie sweeteners and the gut microbiota. Food Chem Toxicol 132 (2019) 110692

[85] Vo TD, Lynch BS, Roberts A: Dietary exposures to common emulsifiers and their impact on the gut microbiota: is there a cause for concern? Compr Rev Food Sci Food Saf 18 (2019) 31–47

[86] Miclotte L, van de Wiele T: Microbiota interactions with processed foods, food additives and metabolic disorders. In: Glibetic M (Hrsg.): Comprehensive gut microbiota. Elsevier, Oxford (2022) 176–181

[87] EFSA (European Food Safety Authority), Bronzwaer S, Kass G et al.: Food safety regulatory research needs 2030. EFSA Journal 17 (2019) e170622

[88] Merten C, Schoonjans R, Di Gioia D et al.: Editorial: exploring the need to include microbiomes into EFSA's scientific assessments. EFSA Journal 18 (2020) e18061

[89] EFSA (European Food Safety Authority): The food classification and description system FoodEx 2 (revision 2). EFSA supporting publication 12 (2015) 804E

[90] Hartmann BM, Vásquez-Caicedo AL, Bell S et al.: The German nutrient database: basis for analysis of the nutritional status of the German population. J Food Compos Anal 21 (2008) S115–S118

[91] Slimani N, Deharveng G, Southgate DAT et al.: Contribution of highly industrially processed foods to the nutrient intakes and patterns of middle-aged populations in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition study. Eur J Clin Nutr 63, Suppl 4 (2009) S206–S225

[92] Eicher-Miller HA, Fulgoni VL 3rd, Keast DR: Contributions of processed foods to dietary intake in the US from 2003–2008: a report of the food and nutrition science solutions joint task force of the academy of nutrition and dietetics, American Society for Nutrition, Institute of Food Technologists, and International Food Information Council. J Nutr 142 (2012) 2065S–2072S

[93] Poti JM, Mendez MA, Ng SW et al.: Is the degree of food processing and convenience linked with the nutritional quality of foods purchased by US households? Am J Clin Nutr 101 (2015) 1251–1262

[94] Monteiro CA, Levy RB, Claro RM et al.: A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. Cad Saude Publica 26 (2010) 2039–2049

[95] Monteiro CA, Cannon G, Lawrence M et al.: Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. (2019) https://www.fao.org/3/ca5644en/ca5644en.pdf (eingesehen am 25.11.2022)

[96] Davidou S, Christodoulou A, Fardet A et al.: The holistico-reductionist Siga classification according to the degree of food processing: an evaluation of ultra-processed foods in French supermarkets. Food and Funct 11 (2020) 2026–2039

[97] Monteiro CA, Cannon G, Moubarac JC et al.: The UN decade of nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. Public Health Nutr 21 (2018) 5–17

[98] Crino M, Barakat T, Trevena H et al.: Systematic review and comparison of classification frameworks describing the degree of food processing. Nutr Food Technol 3 (2017)

[99] Bleiweiss-Sande R, Chui K, Evans EW et al.: Robustness of food processing classification systems. Nutrients 11 (2019) 1344

[100] de Araújo TP, de Moraes MM, Afonso C et al.: Food processing: comparison of different food classification systems. Nutrients 14 (2022) 729

[101] Martinez-Perez C, San-Cristobal R, Guallar-Castillon P et al.: Use of different food classification systems to assess the association between ultra-processed food consumption and cardiometabolic health in an elderly population with metabolic syndrome (PREDIMED-Plus Cohort). Nutrients 13 (2021) 2471

[102] SIGA: De la classification NOVA à la classification Siga, points communs et différences. (2019) https://siga.care/blog/classification-nova-et-classification-siga/ (eingesehen am 25.11.2022)

[103] Pfau C, Ehnle-Lossos M, Goos-Balling E et al.: Häufig im Lebensmitteleinzelhandel gekaufte industriell vorgefertigte Produkte und ihre Energie- und Nährwertgehalte, insbesondere Fett, Zucker und Salz: Reformulierung. (2018) https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00042107# (eingesehen am 25.11.2022)

[104] Sadler CR, Grassby T, Hart K et al.: Processed food classification: conceptualisation and challenges. Trends Food Sci Technol 112 (2021) 149–162

[105] Koivusaari K, Niinistö S, Takkinen HM et al.: A novel processing-based classification and conventional food grouping to estimate milk product consumption in Finnish children. Int Dairy J 86 (2018) 96–102

[106] Maurice B, Saint-Eve A, Pernin A et al.: How different are industrial, artisanal and homemade soft breads? Foods 11 (2022) 1484

[107] Souchon I, Braesco V: Classer les aliments selon leur niveau de transformation – Quels sont les différents systèmes et leurs limites ? Cahiers de Nutrition et de Diététique 57 (2022) 194–209

[108] Sadler CR, Grassby T, Hart K et al.: "Even We Are Confused": A thematic analysis of professionals' perceptions of processed foods and challenges for communication. Front Nutr 9 (2022) 826162

[109] Miclotte L, van de Wiele T: Food processing, gut microbiota and the globesity problem. Crit Rev Food Sci Nutr 60 (2020) 1769–1782

[110] Juul F, Vaidean G, Parekh N: Ultra-processed foods and cardiovascular diseases: potential mechanisms of action. Adv Nutr 12 (2021) 1673–1680

[111] Kliemann N, Al Nahas A, Vamos EP et al.: Ultra-processed foods and cancer risk: from global food systems to individual exposures and mechanisms. Br J Cancer 127 (2022) 14–20

[112] Taneri PE, Wehrli F, Roa-Díaz ZM et al.: Association between ultra-processed food intake and all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis. Am J Epidemiol 191 (2022) 1323–1335

[113] Forde CG, Bolhuis D: Interrelations between food form, texture, and matrix influence energy intake and metabolic responses. Curr Nutr Rep 11 (2022) 124–132

9 Verzehr stark verarbeiteter Lebensmittel und ernährungsmitbedingte Erkrankungen: eine systematische Übersichtsarbeit

Janine Bröder[1], Jessica Tauer[1], Marina Liaskos[2], Bettina Hieronimus[2] für die Arbeitsgruppe „(Stark) verarbeitete Lebensmittel" der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V.

[1] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), Bonn
[2] Institut für Physiologie und Biochemie der Ernährung, Max Rubner-Institut (MRI), Karlsruhe

Zusammenfassung

Einleitung: Ein hoher Anteil stark verarbeiteter Lebensmittel – im Englischen häufig als *ultra-processed foods* (UPF) benannt – an der täglichen Energiezufuhr gilt als Indikator für eine energiedichte, nährstoffarme Ernährung. Darüber hinaus wird postuliert, dass ein hoher UPF-Verzehr die Inzidenz von chronischen, nicht übertragbaren Erkrankungen erhöht. Diese systematische Übersichtsarbeit hat das Ziel, den aktuellen Stand der Forschung zum Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und folgenden Endpunkten zu untersuchen: a) Übergewicht/Adipositas, b) Hypertonie, c) Metabolisches Syndrom (MetS), d) Typ-2-Diabetes (T2DM), e) kardiovaskuläre Erkrankungen (*cardiovascular diseases*; CVD) und f) Allergien.

Methodik: Für jeden Endpunkt wurde eine systematische Literaturrecherche in drei wissenschaftlichen Literaturdatenbanken durchgeführt und die identifizierten Primärstudien mittels Vier-Augen-Prinzip auf Basis vorab definierter Einschlusskriterien geprüft und anschließend analysiert. Zur Beurteilung der methodischen Qualität der eingeschlossenen Primärstudien wurde mittels ROBINS-I das Verzerrungsrisiko (*risk of bias*) entlang von sieben Domänen bewertet.

Ergebnisse: Insgesamt wurden 37 Studien eingeschlossen, und zwar 14 zu Übergewicht/Adipositas, fünf zu Hypertonie, zwei zu MetS, fünf zu T2DM, zehn zu CVD und eins zu Allergien. Für die Endpunkte Übergewicht/Adipositas, Hypertonie, T2DM und CVD zeigte sich überwiegend eine positive Assoziation zwischen dem UPF-Verzehr und dem relativen Risiko für diese Erkrankungen bei Erwachsenen. Für MetS und Allergien ist die Datenlage unzureichend und für Übergewicht/Adipositas im Kindes- und Jugendalter heterogen, weshalb für diese Endpunkte keine Aussagen zum Zusammenhang mit dem UPF-Verzehr ableitbar sind. Bis auf eine Studie haben alle eingeschlossenen Arbeiten die NOVA-Klassifizierung für die Lebensmitteleinordung nach Verarbeitungsgrad verwendet. Für zehn der eingeschlossenen Studien wurde ein moderates und für 27 Studien ein hohes Risiko für Verzerrungen festgestellt.

Schlussfolgerung: Für vier der untersuchten Endpunkte zeigte sich eine überwiegend risikosteigernde Assoziation zwischen dem UPF-Verzehr und den untersuchten Endpunkten. Allerdings ist die Anwendung des NOVA-Klassifizierungssystems zur Einordnung von Lebensmitteln nach ihrem Verarbeitungsgrad mit Einschränkungen verbunden. Für ein differenziertes Verständnis der diskutierten mit UPF assoziierten Wirkmechanismen (u. a. Energiedichte, Lebensmittelstruktur/-matrix, Prozesskontaminanten und Zusatzstoffe) und/oder deren Kombinationen mit Gesundheitsrisiken sind einheitliche Kriterien, valide Erhebungsinstrumente sowie die Durchführung weiterer Studien, insbesondere Interventionsstudien, notwendig.

Danksagung

Die Autorinnen danken den Mitgliedern der DGE Arbeitsgruppe „(Stark) verarbeitete Lebensmittel" Prof. Dr. Jakob Linseisen, Dr. Diana Behsnilian, Prof. Dr. Volker Böhm, Dr. Johanna Conrad, Dr. Esther Mayer-Miebach, Prof. Dr. Jörg Meier, Prof. Dr. Sascha Rohn und Prof. Dr. Sabine Rohrmann sowie Birte Peterson-Sperlich aus dem Referat Wissenschaft der DGE für ihre fachliche Unterstützung und wertvollen Anregungen während der Erarbeitung des Beitrags.

Kernaussagen

- Stark verarbeitete Lebensmittel (UPF) umfassen Lebensmittel und Getränke, bei deren Herstellung die eingesetzten Rohstoffe einem umfangreichen industriellen Verarbeitungsprozess unterzogen wurden und die in der Regel eine Vielzahl von zusätzlichen Zutaten, insbesondere Zusatzstoffe (z. B. Aromen, Konservierungsmittel, Farbstoffe) und energiereiche Inhaltsstoffe mit geringer Essenzialität (gesättigte Fettsäuren, Zucker) enthalten.
- Zur Aufbereitung des aktuellen Forschungsstands zum Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und sechs Endpunkten konnten in der vorliegenden systematischen Literaturrecherche 37 Studien eingeschlossen werden.
- Für die Endpunkte Übergewicht/Adipositas, Hypertonie, T2DM und CVD ist ein hoher UPF-Verzehr mit einem höheren Erkrankungsrisiko im Erwachsenenalter assoziiert.
- Für MetS und Allergien ist die Datenlage unzureichend und für Übergewicht/Adipositas im Kindes- und Jugendalter heterogen, weshalb für diese Endpunkte keine Aussagen zum Zusammenhang ableitbar sind.
- Für ein differenziertes Verständnis der im Zusammenhang mit UPF diskutierten Wirkmechanismen (u. a. Energiedichte, Lebensmittelstruktur/-matrix, Prozesskontaminanten und Zusatzstoffe) und/oder deren Kombinationen mit Gesundheitsrisiken sind einheitliche Kriterien, valide Erhebungsinstrumente sowie die Durchführung weiterer Studien, insbesondere Interventionsstudien, notwendig.

9.1 Einleitung

Stark verarbeitete Lebensmittel sind in den vergangenen Jahren vermehrt in das Interesse der Öffentlichkeit gerückt. Seit der Begriff *ultra-processed foods* (UPF) erstmals von der Arbeitsgruppe von Monteiro et al. eingeführt und seitdem mehrfach konzeptionell überarbeitet wurde [1–3], mehren sich wissenschaftliche Arbeiten, die den Zusammenhang zwischen einem höheren Verzehr von UPF und gesundheitlichen Risiken untersuchen. Als UPF werden industriell hergestellte und verpackte Lebensmittel und Getränke bezeichnet, bei denen die eingesetzten Rohstoffe vielen Verarbeitungsschritten unterzogen wurden und die abhängig von der Rezeptur weitere, insbesondere energiereiche Zutaten und Zusatzstoffe enthalten. Der Anteil essenzieller Inhaltsstoffe ist dabei oftmals gering. Allerdings unterscheiden sich die gängigen Klassifizierungssysteme zur Einordnung verarbeiteter Lebensmittel nach ihrem Verarbeitungsgrad hinsichtlich ihrer Definitionen und den zugrunde liegenden Kriterien teilweise erheblich. Kapitel 8 des 15. DGE-Ernährungsberichts befasst sich mit der konzeptionellen Einordnung von Lebensmitteln nach dem Verarbeitungsgrad und der Bewertung gängiger Klassifizierungssysteme für verarbeitete Lebensmittel [4].

UPF machen heute einen großen Anteil der verzehrten Lebensmittel in westlichen Nationen aus. Nationale Erhebungen aus den USA und dem Vereinigten Königreich zeigen, dass im Schnitt ca. 57 % der täglichen Energie aus UPF stammt. In Kanada, Australien und Frankreich sind es durchschnittlich 48 %, 42 % und 31 % [5]. Auf der Datenbasis der Nationalen Verzehrsstudie II (NVS II) wurde errechnet, dass Anfang der 2000er-Jahre auch in Deutschland mehr als die Hälfte der täglichen Gesamtenergiezufuhr von Erwachsenen aus UPF stammte [6].

Chronische, nicht übertragbare Erkrankungen und Übergewicht tragen auch in Deutschland einen erheblichen Anteil zur Krankheitslast bei. Hier lag der Anteil der Personen über 18 Jahren mit Übergewicht 2016 bei 57 %, etwa die Hälfte davon waren adipös (26 %) [7]. Der Bevölkerungsanteil an Menschen mit Übergewicht wird in den kommenden Jahren voraussichtlich weiter steigen, was mit einer Verringerung der gesunden Lebensjahre (*Disability Adjusted Life Years,* DALYs) und höheren Kosten für das Gesundheitssystem einhergehen wird. Ernährungsmitbedingte nicht übertragbare Erkrankungen wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Typ-2-Diabetes (T2DM) gehören zu den häufigsten Todesursachen in Deutschland [7]. Die Behandlung dieser Erkrankungen belastet die Gesundheitssysteme schon heute in hohem Maße. Dabei liegen für Herz-Kreislauf-Erkrankungen die Krankheitskosten mit 7 Milliarden Euro an erster Stelle [7].

Der UPF-Verzehr wird in der Literatur mit Adipositas und chronischen Erkrankungen wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, T2DM oder der Gesamtsterblichkeit in Verbindung gebracht [9–13]. Der beobachtete Zusammenhang basiert bislang weitestgehend auf Querschnitt- und Kohortenstudien, wobei die zugrunde liegenden Wirkmechanismen bisher wenig untersucht wurden.

9.1.1 Zielsetzung und Fragestellung

Das Ziel dieser Arbeit ist, den aktuellen Stand der Forschung zum Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und folgenden Endpunkten aufzubereiten und darzustellen: a) Übergewicht/Adipositas, b) Hypertonie, c) Metabolisches Syndrom (MetS), d) Typ-2-Diabetes (T2DM), e) kardiovaskuläre Erkrankungen (*cardiovascular diseases,* CVD) und f) Allergien.

9.2 Methodik

9.2.1 Suchstrategie, Einschlusskriterien und Studienauswahl

Die systematische Literatursuche wurde in den Literaturdatenbanken *PubMed*, *Embase* und *Cochrane* anhand einer zuvor festgelegten Suchstrategie für jeden Endpunkt separat im September und Oktober 2021 sowie in einer Update-Recherche im März 2023 (Zeitraum Oktober 2021 bis März 2023) durchgeführt. Die endpunktspezifischen Suchstrings wurden entsprechend an die Datenbanken angepasst und enthielten folgende Hauptsuchbegriffe inkl. Synonyme bzw. Abwandlungen der Schreibweise (Tab. 9/1) und *Medical Subject Headings* (MeSH). In der Datenbanksuche wurden keine Filter gesetzt.

Tabelle 9/1: Hauptsuchbegriffe für die systematische Literatursuche auf Englisch

I. Exposition	
Stark verarbeitete Lebensmittel (UPF)	processed food; ultra-processed food; highly processed food
verbunden durch Booleschen Operator "AND"	
II. Endpunkt	
Übergewicht/Adipositas	body mass index; body weight; body fat; waist circumference; waist-hip ratio; waist-height ratio; overweight; adiposity; obesity
Allergien	allergy; immunology; hypersensitivity; asthma; dermatitis; anaphylaxis; hay fever; allergic inflammation
CVD	cardiovascular diseases; CVD; stroke; ischemic heart disease; myocardial infarct; heart attack; coronary artery disease; arteriosclerosis; peripheral arterial disease; cardiac insufficiency; heart failure; myocardial failure; sudden cardiac arrest; arrhythmia; dysrhythmia; irregular heartbeat
MetS	metabolic syndrome; syndrome x; reaven syndrome; dysmetabolic syndrome; insulin resistance syndrome; obesity syndrome; metS
T2DM	diabetes; hyperglycemic; insulin sensitivity; insulin resistance; T2DM; HbA1c; blood sugar

CVD: kardiovaskuläre Erkrankungen (*cardiovascular diseases*); MetS: metabolisches Syndrom; T2DM: Typ-2-Diabetes

Im Anschluss an die Literaturrecherche erfolgte eine im Vier-Augen-Prinzip durchgeführte Durchsicht von Titeln und Abstracts, wozu das Onlinetool *rayyan* genutzt wurde [14]. In diesem Schritt wurden alle Publikationen, die älter waren als 15 Jahre (aufgrund der Neuartigkeit des UPF-Konzepts), sowie nicht passende Publikationsformate (u. a. *Conference Abstracts* oder Berichte) ausgeschlossen. Nach Abruf der Volltexte der infrage kommenden Primärstudien wurden diese im zweiten Schritt ebenfalls im Vier-Augen-Prinzip gesichtet und auf Eignung geprüft.

Primärstudien, welche die folgenden Kriterien erfüllten, wurden eingeschlossen:

- Studienpopulation: Allgemeinbevölkerung älter als zwei Jahre
- Exposition: UPF-Verzehr
- Studien, die Lebensmittel anhand ihres Verarbeitungsgrads kategorisieren und auswerten. Ausgeschlossen wurden Studien, die sich auf einzelne Lebensmittelgruppen (z. B. Softdrinks, verarbeitetes Fleisch) fokussieren oder bestimmte Ernährungsmuster (*dietary pattern*) als verarbeitet einteilen, ohne dass diese durch die Autor*innen als eindeutige Einteilung nach Verarbeitungsgrad bzw. annähernd umfassend oder vollständig beurteilt wurden (u. a. Ernährungsmuster, denen hauptsächlich Fertigprodukte [z. B. „*Convenience-Pattern*"], Fastfood oder nur bestimmte Lebensmittelgruppen [z. B. „Süßes und Snacks"] zugeordnet wurden).
- Endpunkt: Übergewicht/Adipositas, Hypertonie, MetS, T2DM, CVD, Allergien
- Design: randomisierte kontrollierte Studien (*randomized controlled trials,* RCT), andere experimentelle Designs (z. B. *two-group pre-posttest-designs),* prospektive Kohortenstudien (Beobachtungsstudien)
- Veröffentlichungszeitraum: seit 01.01.2006
- Veröffentlichungsform: Artikel in englischer oder deutscher Sprache, die als Volltext verfügbar waren

9.2.2 Datenextraktion und Auswertung

Die Datenextraktion und Darstellung der Ergebnisse in Form einer standardisierten Auswertungstabelle erfolgte endpunktspezifisch im Vier-Augen-Prinzip durch die Autor*innen. Die Ergebnisse der beiden Suchzeiträume (2021 und die Update-Recherche 2023) wurden zusammen dargestellt. Aus den eingeschlossenen Primärstudien wurden folgende Informationen extrahiert: Titel, Autor*innen, Jahr, Journal, Finanzierung, weitere Publikationen zur Studie (u. a. Studienprotokolle), Land, Sprache, Fragestellung und Zielsetzung der Studie, Studientyp und -design, Merkmale der Studienpopulation, Repräsentativität der Stichprobe, Informationen zum Rekrutierungsverfahren und der Stichprobenziehung, Informationen zur Expositionsdefinition (u. a. welche UPF-Definition wurde angewendet, verwendetes Klassifizierungssystem), untersuchte Endpunkte, Datenerhebungsmethoden und Erhebungsmomente (u. a. Baseline, Follow-up-Dauer), statistisches Design, berücksichtigte Kovariablen, Effektgrößen, berichtete Ergebnisse und Schlussfolgerungen. Für die einzelnen Endpunkte wurden die jeweiligen endpunktbezogenen Parameter ausgewertet, welche in den Studien untersucht wurden. Beim Endpunkt CVD waren die beschriebenen Parameter hinsichtlich der zugeordneten Codes der *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems* (ICD) in den ausgewerteten Studien uneinheitlich, weshalb die Zuordnung der Primärstudien übernommen wurde. Für die Endpunkte Übergewicht/Adipositas und Allergien wurde die Zielgruppe der Kinder und Jugendlichen getrennt von den Erwachsenen dargestellt.

9.2.3 Beurteilung der methodischen Studienqualität

Die methodische Qualität der eingeschlossenen Primärstudien wurde auf Basis des *Risk Of Bias In Non-Randomised Studies – of Interventions* (ROBINS-I) bewertet [15]. ROBINS-I ist ein von Mitgliedern der *Cochrane Bias Methods Group* und der *Cochrane Non Randomized Studies for Interventions Methods Group* entwickeltes, domänenbasiertes Bewertungsinstrument, welches prinzipiell für alle nichtrandomisierten Studientypen anwendbar ist [15].

Die Einschätzung des Verzerrungsrisikos (*risk of bias*) erfolgt entlang von sieben Domänen: 1) Bias durch Confounding, 2) Bias durch Selektion der Studienteilnehmenden, 3) Bias bei der Klassifizierung von Intervention/Exposition, 4) Bias durch Abweichungen von geplanter Intervention/Exposition, 5) Bias durch fehlende Daten, 6) Bias bei der Messung/Erhebung der Endpunkte und 7) Bias bei der Auswahl der berichteten Ergebnisse (Publikations-Bias). Für jede Domäne wurden zuerst die im ROBINS-I-Template vorgegebenen Signalfragen (mögliche Antwortoptionen: ja, wahrscheinlich ja, wahrscheinlich nein, nein, keine Informationen) beantwortet und dann eine Bewertung der jeweiligen Domäne basierend auf durch die Autor*innen vorab definierten, endpunktspezifischen Entscheidungshilfen vorgenommen. Für die Bewertung des Verzerrungsrisikos in den Domänen gibt es folgende Optionen:

(1) Geringes Verzerrungsrisiko („*low risk of bias*“)

(2) Moderates Verzerrungsrisiko („*moderate risk of bias*“)

(3) Hohes/schwerwiegendes Verzerrungsrisiko („*serious risk of bias*“)

(4) Kritisches Verzerrungsrisiko („*critical risk of bias*“)

(5) Keine Informationen („*no information*“)

Für alle Beobachtungsstudien wurde ein prinzipielles Risiko für Confounding angenommen, weshalb in Domäne 1 (Bias durch Confounding) für alle eingeschlossenen Studien mindestens ein moderates Verzerrungsrisiko vergeben wurde. Für Domäne 3 (Bias bei der Klassifizierung von Intervention/Exposition) wurde entschieden, die Bewertung „schwerwiegendes Verzerrungsrisiko“ zu vergeben, wenn

a) das ursprüngliche Erhebungsinstrument der Exposition nicht validiert war oder

b) es nicht für das verwendete Klassifizierungssystem von UPF validiert wurde oder

c) wenn die Zuordnung und Analyse des Verzehrs von UPF nicht nachvollziehbar beschrieben wurde oder die Möglichkeit besteht, dass auf Basis des verwendeten Erhebungsinstruments eine Zuordnung nach Verarbeitungsgrad durch fehlende oder unzureichende Verzehrangaben schwierig bzw. anfällig für Verzerrung ist.

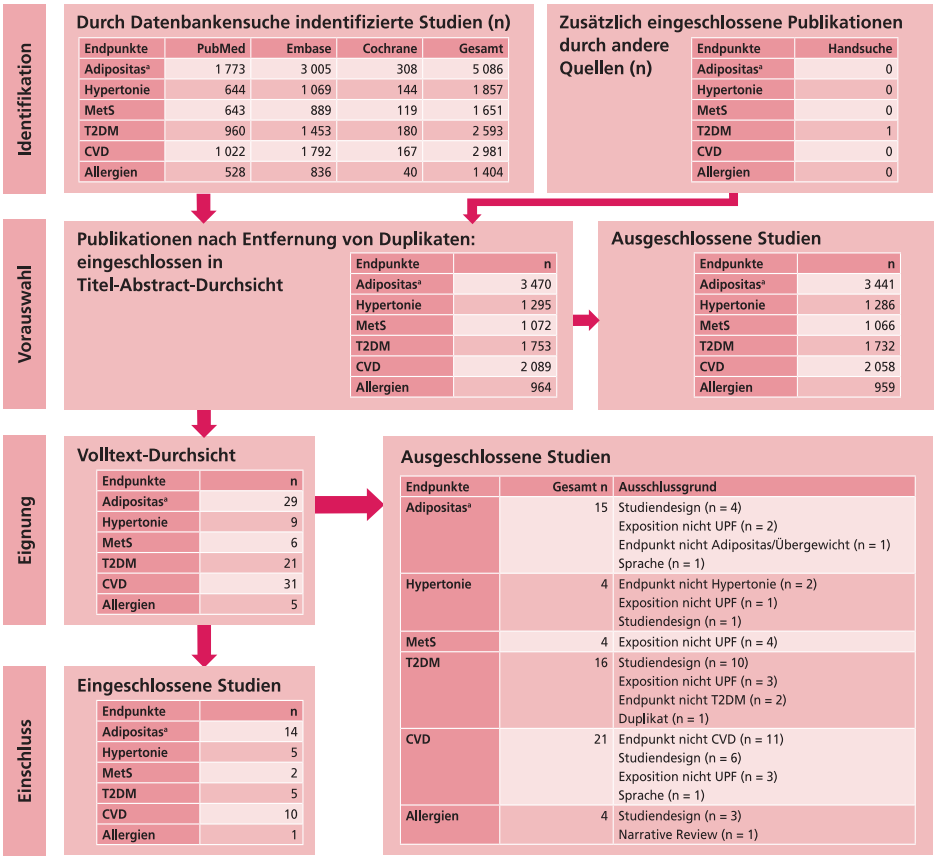
Die Gesamtbewertung des Verzerrungsrisikos ergibt sich aus der Domäne mit der schlechtesten Bewertung. Die *Risk-of-Bias*-Bewertung der einzelnen Primärstudien wurde im Vier-Augen-Prinzip durch die Autorinnen durchgeführt; abweichende Beurteilungen wurden im Autorinnenteam diskutiert.

9.3 Ergebnisse

9.3.1 Übersicht der eingeschlossenen Primärstudien

Insgesamt wurden 5 086 Studien für den Endpunkt Übergewicht/Adipositas, 1 857 Studien für Hypertonie, 1 651 Studien für MetS, 2 593 Studien für T2DM, 2 981 Studien für CVD und 1 404 Studien für Allergien durch die Datenbanksuche identifiziert. Als Ergebnis des Screening-Prozesses (s. Ablaufschema im PRISMA-Chart, Abb. 9/1) wurden insgesamt 37 Studien eingeschlossen, darunter 14 Studien für den Endpunkt Übergewicht/Adipositas, fünf Studien für Hypertonie, zwei Studien für MetS, fünf Studien für T2DM, zehn Studien für CVD und eine Studie für Allergien. Generell wurden ausschließlich prospektive Kohortenstudien und keine experimentellen Studiendesigns (u. a. RCT) identifiziert.

Abbildung 9/1: Flussdiagramm der systematischen Literaturrecherche und -auswahl nach PRISMA [18]



CVD: Kardiovaskuläre Erkrankungen (*cardiovascular diseases*); MetS: metabolisches Syndrom; n: Anzahl; PRISMA: *Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses;* T2DM: Typ-2-Diabetes; UPF: stark verarbeitete Lebensmittel (*ultra-processed food*)

[a] Adipositas = Endpunkt Übergewicht/Adipositas

Einige Kohorten wurden durch mehrere Publikationen ausgewertet, wobei Unterschiede in den ausgewerteten Stichprobengrößen und den angewendeten Auswertungsmethoden identifiziert wurden. Zudem wurde eine Publikation für zwei Endpunkte eingeschlossen, nämlich Übergewicht/Adipositas und Hypertonie [16]. In ersteren Fällen wurden die Publikationen als eine Studie, im zweiten Fall für jeden Endpunkt einzeln in der Auswertung dieser Übersichtsarbeit berücksichtigt.

Die Erfassung des UPF-Verzehrs erfolgte in zwanzig Studien mittels Verzehrhäufigkeitsfragebogen (*Food-Frequency-Questionnaire*, FFQ), in zwölf mittels 24-Stunden-Erinnerungsprotokollen, in vier mittels zwei- bis dreitägigen Ernährungstagebüchern und in einer Studie mittels einer persönlichen Befragung.

Bis auf die Studie von Sirkka et al. [17] haben alle eingeschlossenen Arbeiten die NOVA-Klassifizierung für die Lebensmitteleinordung nach Verarbeitungsgrad verwendet.

9.3.2 Ergebnisse der Studien

Im Folgenden werden die Ergebnisse endpunktspezifisch zusammengefasst; ausführlichere Details sind den Tabellen 9/2 bis 9/4 und Tabellen 9/A1 bis 9/A6 im Anhang zu entnehmen.

Übergewicht/Adipositas

Insgesamt wurden 14 Publikationen zu 13 prospektiven Kohortenstudien identifiziert, die den Zusammenhang zwischen dem Verzehr von UPF und dem Risiko für Übergewicht/Adipositas untersuchten (Tab. 9/2 und 9/A1). In 5 Studien (sechs Publikationen) wurden Kinder und Jugendliche untersucht [16, 17, 19–22] und in acht Studien Erwachsene [23–30].

In 6 Studien wurde die Ernährung über FFQs erfasst [17, 21, 22, 24, 26, 29], in 4 Studien wurden 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle eingesetzt [20, 23, 27, 28], in 3 Studien Ernährungstagebücher über zwei bis drei Tage [16, 19, 25] und in einer Studie wurden die Ernährungsgewohnheiten persönlich abgefragt [30]. Der UPF-Verzehr wurde in 6 Arbeiten als Anteil an der Verzehrmenge (g/Tag), in weiteren sechs als Anteil der täglichen Energiezufuhr (kcal/Tag) und in jeweils einer Arbeit als Portionen oder als Produkte pro Tag erfasst.

Bei den Kindern und Jugendlichen wurden Body-Mass-Index (BMI), BMI-Z-Scores, Fettmasse (FM)-Z-Score sowie Taillenumfang-Z-Score und die Veränderung des Taillenumfangs als Marker für gesteigertes Körperfett berichtet, wobei Übergewicht/Adipositas anhand der Definitionen der Weltgesundheitsorganisation (*World Health Organization*, WHO) [31] bestimmt wurde. Bei fünf der sechs Studien, die Kinder und Jugendliche untersuchten, wurde der Zusammenhang zwischen UPF-Verzehr und den jeweiligen Endpunkten linear untersucht. Lediglich Sirkka et al. [17] untersuchten die Effekte eines Ernährungsmusters mit hohem UPF-Anteil im Vergleich zu einem mit geringem UPF-Anteil.

In allen sechs Studien, die Kinder und Jugendliche untersuchten, wurde der Zusammenhang zwischen UPF-Verzehr und **BMI, BMI-Z-Scores** beziehungsweise deren Veränderung ausgewertet [16, 17, 19–22]. Zwei Studien fanden einen positiven Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und BMI [21] bzw. BMI-Z-Score [17]. Costa et al. [21] berichteten zusätzlich einen positiven Zusammenhang mit dem **Fettmasseindex** (FMI). Cunha et al. [22] fanden bei 16-Jährigen beim ersten Follow-up nach einem Jahr einen signifikanten Zusammenhang; beim zweiten Follow-up ein weiteres Jahr später war der Zusammenhang nicht signifikant. Bei Vedovato et al. [19] war der UPF-Verzehr mit vier

Jahren positiv assoziiert mit einem erhöhten BMI-Z-Score mit zehn Jahren. Dagegen hatte der UPF-Verzehr mit 7 Jahren keinen Einfluss auf den BMI-Z-Score mit zehn Jahren, was eine Folgeuntersuchung derselben Kohorte, die knapp doppelt so viele Teilnehmende einschloss, bestätigte [16]. Vilela et al. [16] untersuchten zusätzlich, ob der UPF-Verzehr mit sieben Jahren einen Einfluss auf den **Taillenumfang-Z-Score** oder **FM-Z-Score** mit zehn Jahren hatten und fanden auch hier keinen Zusammenhang. Costa et al. [20] fanden keine Assoziation zwischen UPF-Verzehr bei der Basiserhebung mit vier Jahren und BMI-Z-Scores mit 8 Jahren, jedoch zeigten die Ergebnisse einen linearen Zusammenhang zwischen der UPF-Verzehrmenge und der Zunahme des Taillenumfangs [20].

In sieben der acht Studien bei Erwachsenen wurde der BMI (≥ 25 kg/m² und/oder ≥ 30 kg/m²) betrachtet [23–29], 5 Studien untersuchten den Taillenumfang [24, 25, 27, 28, 30], zwei Studien den FMI [25, 29] und einer Studie zusätzlich den Körperfettanteil [29]. Im

Tabelle 9/2: Ergebnisübersicht zum Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und Übergewicht/Adipositas

Unterendpunkt	Vergleich			
	höchster vs. niedrigster		Dosis-Wirkungs-Zusammenhang	
Kinder und Jugendliche (2–17 Jahre) (n = 6)				
BMI/BMI-Z-Score[a]	höheres Risiko	Sirkka et al. [17]	höheres Risiko	Costa et al. [21]
			k. Z.	Costa et al. [20] Vilela et al. [16]
FMI			höheres Risiko	Costa et al. [21]
FM-Z-Score			k. Z.	Vilela et al. [16]
Taillenumfang/-Z-Score			höheres Risiko	Costa et al. [20]
			k. Z.	Vilela et al. [16]
Erwachsene (≥ 18 Jahre) (n = 8)				
BMI ≥ 25 kg/m², inkl. Adipositas ≥ 30 kg/m²	höheres Risiko	Beslay et al. [23] Canhada et al. [24] Chang et al. [25] Mendonça et al. [26] Li & Shi [27] Rauber et al. [28]	höheres Risiko	Beslay et al. [23]
			k. Z.	Rauber et al. [28] Rudakoff et al. [29]
FMI	höheres Risiko	Chang et al. [25]	höheres Risiko	Rudakoff et al. [29]
Taillenumfang	höheres Risiko	Canhada et al. [24] Chang et al. [25] Li & Shi [27] Rauber et al. [28] Sandoval-Insausti et al. [30]	höheres Risiko	Canhada et al. [24] Rauber et al. [28]
Körperfettanteil			höheres Risiko	Rudakoff et al. [29]

BMI: Body-Mass-Index; FM: Fettmasse; FMI: Fettmasseindex; k. Z.: kein Zusammenhang; n: Anzahl; UPF: stark verarbeitete Lebensmittel (*ultra-processed food*)

[a] Vedovato et al. [19] und Cunha et al. [22] aufgrund heterogener Studienergebnisse zwischen Follow-up 1 und 2 hier nicht aufgeführt

Vergleich zu Kindern und Jugendlichen waren die Ergebnisse bei den Erwachsenen einheitlicher. Mit Ausnahme einer Studie war die Gruppe mit dem höchsten UPF-Verzehr im Vergleich zum niedrigsten Verzehr in den jeweiligen Studien mit einem höheren **BMI** assoziiert [23–28]. Beslay et al. [23] stellten zudem einen positiven linearen Zusammenhang zwischen UPF und BMI fest; bei Rauber et al. [28] war der Zusammenhang zwischen UPF und Adipositas allerdings nicht signifikant. Rudakoff et al. [29] fanden keinen Zusammenhang zwischen dem Anteil an UPF an der Gesamternährung (g/Tag) und dem BMI. Canhada et al. [24] untersuchten zusätzlich in einer Subgruppe von Personen, die zu Baseline übergewichtig waren, ob ein gesteigerter UPF-Verzehr mit Adipositas zusammenhängt, und konnten in dieser Gruppe keinen Zusammenhang feststellen. Alle fünf Studien, die den Zusammenhang mit dem **Taillenumfang** betrachtet haben, berichteten einen positiven Zusammenhang [24, 25, 27, 28, 30]. Zwei Studien stellten einen positiven Zusammenhang zwischen gesteigertem UPF-Verzehr und **FMI** fest [25, 29]. Auch für den **Körperfettanteil** war bei Rudakoff et al. [29] ein Zusammenhang mit einem gesteigerten UPF-Verzehr erkennbar.

Hypertonie

In die Auswertung wurden fünf prospektive Studien, die den Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und dem Risiko für Hypertonie untersuchen, eingeschlossen (Tab. 9/3 und 9/A2). In 3 Studien wurde ein FFQ [32–34] angewandt und in jeweils 1 Studie 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle [35] und mehrtägige Ernährungstagebücher [16]. Vilela et al. [16] untersuchten als einzige Studie Kinder. Ein erhöhtes Hypertonierisiko bei hohem vs. niedrigem UPF-Verzehr konnte in 3 Studien aufgezeigt werden [32, 33, 35]. Bei Da Scaranni et al. [34] und Vilela et al. [16] war der Zusammenhang im volladjustierten Modell nicht signifikant.

Metabolisches Syndrom

Insgesamt wurden 2 prospektive Kohortenstudien eingeschlossen, die den Zusammenhang zwischen UPF-Verzehr und dem MetS bei Erwachsenen untersuchten (s. Tab. 9/A3). Dabei wurde das MetS in beiden Studien nach Alberti et al. [36] und Heng et al. [37] definiert als das Vorhandensein von mindestens 3 von 5 der folgenden Komponenten: abdominale Adipositas, erhöhte Triglyceride, verringertes High-Density-Lipoprotein-Cholesterol, erhöhter Blutdruck, erhöhter Nüchternglucosewert. Canhada et al. [38] stellten einen positiven, prospektiven Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und dem MetS in einer Kohorte von über 8 000 Proband*innen der ELSA-Brasil über einen Beobachtungszeitraum von 8 Jahren fest. Die Ernährung wurde über einen FFQ und der UPF-Verzehr als Anteil an der Verzehrmenge (g/Tag) erfasst. Auch Pan et al. [39] zeigten auf, dass ein höherer UPF-Verzehr in einer Gruppe von über 5 000 chinesischen Erwachsenen mit einem erhöhten Risiko für das Auftreten des MetS zusammenhing. Hier wurde die Ernährung über drei 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle erfasst und der Verzehr von UPF als Anteil an der Verzehrmenge (g/Tag) erfasst.

Typ-2-Diabetes

Zur Untersuchung des Einflusses des UPF-Verzehrs auf das T2DM-Risiko wurden 5 prospektive Kohortenstudien eingeschlossen (Tab. 9/3 und 9/A4). Alle Studien untersuchten Erwachsene und, mit Ausnahme von Li & Shi [40], bezogen sich die Auswertungen auf europäische Kohorten. In 3 Studien wurden 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle [40–42] und in 2 Studien ein FFQ [43, 44] angewandt.

Tabelle 9/3: Ergebnisübersicht zum Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und dem Risiko für Hypertonie bzw. T2DM im Erwachsenenalter

Endpunkt		Vergleich			
		höchster vs. niedrigster		Dosis-Wirkungs-Zusammenhang	
Hypertonie	Inzidenz	höheres Risiko	Li & Shi [35] Mendonça [32] Rezende-Alves et al. [33]	keine Daten	
		k. Z.	Da Scaranni et al. [34]		
T2DM	Inzidenz	höheres Risiko	Duan et al. [44] Levy et al. [41] Li & Shi [40] Llavero-Valero et al. [43]	höheres Risiko	Duan et al. [44] Levy et al. [41] Srour et al. [42]

T2DM: Typ-2-Diabetes; k. Z.: kein Zusammenhang; UPF: stark verarbeitete Lebensmittel (*ultra-processed food*)

Studien zeigten, dass jede Steigerung des UPF-Verzehrs (um je 10 % der Gesamtenergie) mit einer Risikosteigerung für die Entstehung eines T2DM einhergeht [41, 42, 44]. Auch der Vergleich von Personen des höchsten vs. des niedrigsten Verzehrquartils zeigte für die erstgenannte Gruppe ein erhöhtes Risiko für T2DM [40, 41, 43, 44].

Kardiovaskuläre Erkrankungen

Insgesamt wurden die Ergebnisse aus 10 prospektiven Kohortenstudien eingeschlossen, die den Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und CVD untersuchten (Tab. 9/4 und 9/A5). In 3 Studien, darunter 2, welche beide die UK-Biobank-Kohorte auswerteten [11, 45], wurden 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle zur Expositionserhebung angewendet. Des Weiteren wurde die Moli-sani-Kohorte in 2 Studien ausgewertet [46, 47], mit jeweils anderer Stichprobengröße aufgrund einer abweichenden Umgangsweise mit fehlenden Daten (Imputation bei Bonaccio et al. [47]). Die Studienpopulationen stammen aus den USA, UK und Italien, wobei Dehghan et al. [48] die multinationale *Prospective Urban and Rural Epidemiology* (PURE)-Studie, mit Stichproben aus 21 Ländern, auswerteten. Der UPF-Verzehr wurde in 4 Arbeiten als Anteil an der Verzehrmenge (g/Tag), in weiteren 4 Arbeiten als Portionen pro Tag und jeweils in 1 Arbeit als Anzahl Produkte pro Tag und Anteil der täglichen Energiezufuhr (kcal/Tag) erhoben.

Insgesamt untersuchten 8 Studien den Zusammenhang zwischen der **kardiovaskulären Mortalität** und dem UPF-Verzehr. 6 Studien stellten eine erhöhte CVD-Mortalität bei hohem vs. niedrigem UPF-Verzehr [11, 45–47, 49] bzw. bei einer Zunahme des UPF-Verzehrs pro Tag fest [45, 46, 50]. In 2 Studien konnte kein Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und der CVD-Mortalität nachgewiesen werden [51], bzw. war der Zusammenhang nicht eindeutig [48]. Für die **Inzidenz aller kardiovaskulären Krankheiten** konnte ein positiver Zusammenhang bei höheren vs. niedrigeren UPF-Verzehr in 3 Studien [11, 45, 53] bzw. bei einer Zunahme des UPF-Verzehrs pro Tag in 3 Studien [45, 50, 53] nachgewiesen werden.

Tabelle 9/4: Ergebnisübersicht zum Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und dem Risiko für kardiovaskuläre Krankheiten (CVD) im Erwachsenenalter

CVD-Unterendpunkt		Vergleich			
		höchster vs. niedrigster		Dosis-Wirkungs-Zusammenhang	
CVD	Mortalität	höheres Risiko	Bonaccio et al. [46] Bonaccio et al. [47] Chen et al. [11] Li et al. [45] Zhong et al. [49]	höheres Risiko	Bonaccio et al. [46] Li et al. [45] Dehghan et al. [48] Juul et al. [50]
		k. Z.	Kim et al. [51] Dehghan et al. [48]		
	Inzidenz	höheres Risiko	Chen et al. [11] Li et al. [45] Srour et al. [53]	höheres Risiko	Srour et al. [53] Li et al. [45] Juul et al. [50]
		k. Z.	Dehghan et al. [48]	k. Z.	Dehghan et al. [48]
Herzkrankheiten	Mortalität	höheres Risiko	Zhong et al. [49]	Keine Daten	
	Inzidenz	höheres Risiko	Chen et al. [11] Du et al. [52] Li et al. [45]	höheres Risiko	Li et al. [45] Srour et al. [53] Juul et al. [50]
		k. Z.	Srour et al. [53]		
Zerebrovaskuläre Ereignisse	Mortalität	k. Z.	Zhong et al. [49]	Keine Daten	
	Inzidenz	höheres Risiko	Chen et al. [11]	höheres Risiko	Srour et al. [53] Li et al. [45]
		k. Z.	Srour et al. [53] Li et al. [45]		

CVD: kardiovaskuläre Erkrankungen (*cardiovascular diseases*); k. Z.: kein Zusammenhang; UPF: stark verarbeitete Lebensmittel (*ultra-processed food*)

9.3

Zhong et al. [49] betrachteten zusätzlich den Einfluss auf das Mortalitätsrisiko durch **Herzkrankheiten** und fanden ein höheres Risiko bei höherem vs. niedrigerem UPF-Verzehr im Vergleich zum Risiko bei CVD. Für die **Inzidenz von Herzkrankheiten** konnten 3 Studien einen positiven Zusammenhang bei höheren vs. niedrigeren UPF-Verzehr beobachten [11, 45, 52]. In 2 Studien ergab sich ein Zusammenhang bei einer Zunahme des UPF-Verzehrs pro Tag [45, 50]. Bei 1 Studie war dieser Zusammenhang ebenfalls signifikant, nicht jedoch der Zusammenhang beim Vergleich höherer vs. niedrigerer UPF-Verzehr [53].

Der Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und der **Inzidenz und Mortalität zerebrovaskulärer Ereignisse**, nämlich Schlaganfälle und transitorische ischämische Attacken, wurde in 4 Studien untersucht [11, 45, 49, 53], wobei die Studienergebnisse hierzu heterogen sind.

Allergien

Für die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den Gruppen mit dem höchsten vs. niedrigsten UPF-Verzehr und dem Risiko für Allergien wurde eine Studie in die Ergebnisauswertung eingeschlossen (Tab. 9/A6). Der Vergleich von Kindern aus dem höchsten

mit dem niedrigsten Verzehr-Quintil zeigte keinen Zusammenhang zwischen der Höhe des UPF-Verzehrs und Atembeschwerden (*wheezing*), Asthma und schwerem Asthma im frühen Jugendalter [54].

9.3.3 Qualität der eingeschlossenen Studien

Die *Risk-of-Bias*-Bewertung der einzelnen Studien ist in Tabelle 9/5 ersichtlich. Für alle Studien lagen genügend Informationen zur Beurteilung des Verzerrungsrisikos vor. Für 10 der eingeschlossenen Studien wurde ein moderates und für 27 Studien ein hohes Risiko für Verzerrungen festgestellt. Keine der Studien wurde mit einem „kritischen Verzerrungsrisiko" bewertet, welches den Ausschluss dieser aus der Auswertung zur Folge gehabt hätte.

Tabelle 9/5: Übersichtstabelle der Einschätzung des Verzerrungsrisikos (*risk of bias*) mittels ROBINS-I [15], adaptiert für Beobachtungsstudien

Endpunkt (Anzahl eingeschlossener Studien)	Erstautor*in, Jahr	Domänen							Gesamt-Beurteilung Verzerrungsrisiko
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
Übergewicht/ Adipositas (n = 14)	Beslay et al. [23]	M	G	M	G	G	G	G	Mittel
	Canhada et al. [24]	M	G	H	M	G	G	G	Hoch
	Chang et al. [25]	M	M	H	M	M	G	G	Hoch
	Costa et al. [21]	M	G	H	M	G	G	G	Hoch
	Costa et al. [20]	M	G	H	G	G	G	G	Hoch
	Cunha et al. [22]	M	G	H	M	M	G	G	Hoch
	Mendonça et al. [26]	M	G	H	M	G	G	G	Hoch
	Li & Shi [27]	H	M	M	G	M	G	M	Hoch
	Rauber et al. [28]	M	G	H	M	M	G	G	Hoch
	Rudakoff et al. [29]	M	M	H	G	G	G	H	Hoch
	Sandoval-Insausti et al. [30]	M	M	H	M	M	G	G	Hoch
	Sirkka et al. [17]	M	G	M	M	M	G	M	Mittel
	Vedovato et al. [19]	M	G	M	M	M	G	G	Mittel
	Vilela et al. [16]	M	G	M	M	M	G	M	Mittel
Hypertonie (n = 5)	Li & Shi [35]	H	M	M	G	M	G	M	Hoch
	Mendonça et al. [32]	M	M	H	M	G	G	G	Hoch
	Rezende-Alves et al. [33]	M	M	H	M	G	G	G	Hoch
	Da Scaranni et al. [34]	M	M	H	M	M	G	G	Hoch
	Vilela et al. [16]	M	G	M	M	M	G	M	Mittel

▶ Fortsetzung **Tabelle 9/5**

Endpunkt (Anzahl eingeschlossener Studien)	Erstautor*in, Jahr	Domänen							Gesamt-Beurteilung Verzerrungsrisiko
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
MetS (n = 2)	Canhada et al. [38]	M	M	H	M	M	M	G	Hoch
	Pan et al. [39]	H	M	M	M	M	M	G	Hoch
T2DM (n = 5)	Duan et al. [44]	M	M	H	M	G	M	G	Hoch
	Levy et al. [41]	M	M	M	M	G	M	G	Mittel
	Li & Shi [40]	H	M	M	G	M	G	M	Hoch
	Llavero-Valero et al. [43]	M	M	H	G	G	M	G	Hoch
	Srour et al. [42]	M	M	M	G	G	M	G	Mittel
CVD (n = 10)	Bonaccio et al. [46]	M	G	H	M	G	G	G	Hoch
	Bonaccio et al. [47]	M	G	H	M	G	G	G	Hoch
	Chen et al. [11]	M	G	M	M	G	G	G	Mittel
	Dehghan et al. [48]	M	G	H	M	M	G	G	Hoch
	Du et al. [52]	M	G	H	M	M	G	G	Hoch
	Juul et al. [50]	M	M	H	M	G	G	G	Hoch
	Kim et al. [51]	M	G	H	M	G	G	G	Hoch
	Li et al. [45]	M	G	M	M	G	G	G	Mittel
	Srour et al. [53]	M	G	M	M	G	G	G	Mittel
	Zhong et al. [49]	M	G	H	M	M	G	G	Hoch
Allergien (n = 1)	Azeredo et al. [54]	M	G	H	M	M	G	G	Hoch

CVD: kardiovaskuläre Erkrankungen (*cardiovascular diseases*); G: geringes Risiko für Verzerrungen (*low risk of bias*); H: hohes/schwerwiegendes Risiko für Verzerrungen (*serious risk of bias*); M: moderates Risiko für Verzerrungen (*moderate risk of bias*); MetS: metabolisches Syndrom; n: Anzahl; ROBINS-I: *Risk Of Bias In Non-Randomised Studies – of Interventions;* T2DM: Typ-2-Diabetes
D1: Bias durch Confounding; D2: Bias durch Selektion der Studienteilnehmenden (Selektionsbias); D3: Bias bei der Klassifizierung von Intervention/Exposition; D4: Bias durch Abweichungen von geplanter Intervention/Exposition; D5: Bias durch fehlende Daten; D6: Bias bei der Messung/Erhebung der Endpunkte; D7: Bias bei der Auswahl der berichteten Ergebnisse (Publikationsbias)

9.4 Diskussion

Das Ziel dieser systematischen Übersichtsarbeit war, den aktuellen Stand der Forschung zum Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und den chronischen nicht übertragbaren Erkrankungen a) Übergewicht/Adipositas, b) Hypertonie, c) Metabolisches Syndrom (MetS), d) Typ-2-Diabetes (T2DM), e) kardiovaskuläre Erkrankungen (*cardiovascular diseases*; CVD) und f) Allergien darzustellen. Mittels einer systematischen Literaturrecherche wurden Ergebnisse aus 37 prospektiven Kohortenstudien zusammengetragen und ausgewertet. Für die Endpunkte Übergewicht/Adipositas, Hypertonie, T2DM und CVD zeigte sich überwiegend eine positive Assoziation zwischen Häufigkeit und Menge des

UPF-Verzehrs und dem Risiko für die Erkrankungen im Erwachsenenalter. Für die Endpunkte MetS und Allergien ist die Datenlage unzureichend und für Übergewicht/Adipositas im Kindes- und Jugendalter heterogen, weshalb hier keine Aussagen zum Zusammenhang ableitbar sind. Zudem wurden 29 der eingeschlossenen Primärstudien mit einem hohen Risiko für Verzerrungen mittels ROBINS-I bewertet. Die Aussagekraft der Ergebnisse ist damit begrenzt.

Diese Befunde stehen im Einklang mit einer Reihe an Übersichtsarbeiten von Querschnitts- und Kohortenstudien, welche ebenfalls eine Assoziation zwischen einem höheren UPF-Verzehr und verschiedenen gesundheitlichen Risikofaktoren und nicht übertragbaren Krankheiten, u. a. höheres Körpergewicht, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und deren Mortalität, T2DM, sowie der Gesamtsterblichkeit zeigen konnten [9, 10, 12, 55, 56]. Auch in einer stationären Cross-Over-Interventionsstudie führte der Verzehr von Mahlzeiten aus UPF über 14 Tage zu einer Gewichtszunahme, während sich bei denselben Proband*innen eine Gewichtsabnahme zeigte, wenn sie über 14 Tage keine UPF zuführten [57]. Die Studienteilnehmenden aßen im Schnitt 500 kcal mehr an den Tagen, an denen sie UPF bekamen im Vergleich zu Tagen, an denen sie keine UPF erhielten. In der Studie waren UPF energiedichter als nicht stark verarbeitete Lebensmittel und die Essgeschwindigkeit (g/min) war bei Mahlzeiten, die aus UPF zusammengestellt waren, erhöht, sodass bei gleicher Mahlzeitendauer mehr Energie aufgenommen wurde. Hall et al. [57] vermuten, dass die weichere Konsistenz der UPF und das dadurch erleichterte Kauen und Schlucken hierfür ausschlaggebend waren.

Für Übergewicht/Adipositas (n = 14 ausgewertete Studien), Hypertonie (n = 5), T2DM (n = 5), CVD (n = 10) ist ein höherer UPF-Verzehr mit einem höheren Erkrankungsrisiko im Erwachsenenalter für diese Endpunkte assoziiert. Für die Endpunkte MetS und Allergien ist die Datenlage unzureichend und für Übergewicht/Adipositas im Kindes- und Jugendalter heterogen, weshalb für diese Endpunkte keine Aussagen zum Zusammenhang ableitbar sind.

Allerdings ergeben sich einige **methodische und konzeptionelle Aspekte**, die im Folgenden diskutiert werden sollen: Die vorliegende systematische Übersichtsarbeit konnte nur Beobachtungsstudien identifizieren; es wurden keine Interventionsstudien gefunden, die den Einschlusskriterien entsprachen. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass das Konzept der Einordnung von Lebensmitteln nach ihrem Verarbeitungsgrad erst in den letzten zehn Jahren verstärkt durch die Forschung aufgegriffen wird und zudem Ernährungsinterventionsstudien überwiegend Risikofaktoren für die Entstehung von Krankheiten, z. B. Blutlipide, Gewichtszunahme, untersuchen statt die Krankheiten selbst. Für diese systematische Übersichtsarbeit wurde für die Exposition „UPF-Verzehr" explizit eine „enge" Fokussierung auf die Klassifizierung von UPF gewählt. Entsprechend wurden Studien ausgeschlossen, welche a) keine eindeutige Einteilung nach Verarbeitungsgrad vorgenommen hatten, b) einzelne Lebensmittelgruppen einschlossen, welche typischerweise als UPF zu klassifizieren wären (z. B. verarbeitete Fleischprodukte, Fast Food, Softdrinks, Snacks) oder c) bestimmte Ernährungsmuster untersuchten, welche zwar als UPF klassifizierte Lebensmittel enthalten, diese aber nicht als übergeordnete Lebensmittelgruppe auswerteten. Diese Fokussierung führte möglicherweise zum Ausschluss älterer Studien. Allerdings sind einerseits die Zusammenhänge zwischen einzelnen Lebensmittelgruppen,

welche der UPF-Gruppe zuzuordnen sind, und den ausgewählten Endpunkten bereits gut untersucht [58, 59], andererseits ist die Gesamtheit der UPF-Gruppe aufgrund der Vielzahl an Herstellungsverfahren und Rezepturen wesentlich umfangreicher und heterogener als die einzelnen Lebensmittelgruppen.

Eine weitere Herausforderung dieser systematischen Literaturanalyse ist die Heterogenität der ausgewerteten Primärstudien. Die Vergleichbarkeit der ausgewerteten Ergebnisse wird durch die geografische und demografische Heterogenität der zugrunde liegenden Kohorten sowie die methodische Vorgehensweise eingeschränkt. So sind die eingeschlossenen Beobachtungsstudien kulturell divers und geografisch weltweit verortet (u. a. Brasilien, USA, China); Beobachtungsstudien aus Deutschland konnten nicht identifiziert werden. Für die Einordnung der Ergebnisse kann dies relevant sein, da sich Verzehrgewohnheiten von UPF weltweit und je nach Ernährungssystem unterscheiden können [60, 61], weshalb beispielsweise die Klassifizierung von UPF in der multinationalen PURE-Kohorte länderspezifisch vorgenommen wurde [48]. Die Gründe hierfür können vielfältig sein; Beispiele können kulturellen Vorlieben, Verfügbarkeit und Preis sowie ein abweichendes Produktangebot an UPF sein [61–63].

In der methodischen Vorgehensweise der eingeschlossenen Studien lassen sich insbesondere hinsichtlich der Messung und Auswertung der unabhängigen Variable, dem UPF-Verzehr, Unterschiede feststellen, welche in der Interpretation der Ergebnisse dieser systematischen Übersichtsarbeit berücksichtigt werden müssen:

Erstens wurden die angewendeten Erhebungsmethoden für die Erfassung von Verzehrgewohnheiten validiert; allerdings ist das Konzept der Differenzierung von UPF relativ neu, weshalb keine Studie identifiziert werden konnte, in welcher ein für die Klassifizierung von UPF validiertes Ernährungserhebungsinstrument eingesetzt wurde. Fehlen entsprechende Produktdetails zu Verarbeitung und Rezeptur, erschwert dies die nachträgliche Klassifizierung der Lebensmittel nach Verarbeitungsgrad, u. a. mittels der NOVA-Klassifizierung. So findet sich Brot je nach Zusammensetzung und Herstellungsprozess in Kategorie III (verarbeitet) oder IV (stark verarbeitet) und kann daher lediglich anhand von Ernährungserhebungsdaten nicht eindeutig zugeordnet werden [2, 64]. Somit sind Erhebungsmethoden, welche Lebensmittel bereits für die Erhebung gruppieren und zudem konkrete Produktinformationen abfragen, besser für die nachträgliche Klassifizierung von Lebensmitteln nach Verarbeitungsgrad geeignet. Dies wurde in der Bewertung des Verzerrungsrisikos mittels ROBINS-I berücksichtigt, indem in der Dimension 3 „Bias bei der Klassifizierung von Intervention/Exposition“ (D3 in Tabelle 9/5) ein hohes Risiko für Verzerrungen vergeben wurde, wenn für die Messung der Exposition die Daten mittels eines FFQs erhoben und dann mit einem gängigen Klassifizierungssystem für UPF eingeordnet wurden. Entsprechend konnten nur die Erhebungsmethoden der NutriNet-Santé-Kohorte (24-Stunden-Erinnerungsprotokolle [$n \leq 15$; webbasiert]; validiert im Vergleich zu Interview und Biomarkern) [23, 42, 53], die Auswertungen der UK-Biobank [11, 41, 45] sowie Sirkka et al. [17], Vedovato et al. [19] und Vilela et al. [16] mit einem mittleren Risiko für Verzerrungen bewertet werden.

Zweitens lässt die NOVA-Klassifizierung, welche nur in der Studie von Sirkka et al. [17] nicht verwendet wurde, Interpretationsspielraum bei der Zuordnung von Lebensmitteln nach Verarbeitungsgrad bzw. in die NOVA-Kategorien [2, 64–66]. Dieser Interpretationsspielraum kann dazu führen, dass der UPF-Anteil an der gesamten Ernährung verzerrt abgeschätzt wird. Die Lebensmittel-Zuordnung ist selbst für Ernährungs- und

Lebensmittel-Expert*innen nicht trivial [67, 68]: so untersuchten Wang et al. [68] in ihrer Studie, ob eine strikte oder weniger strikte Einordnung der Lebensmittel in Kategorie IV der NOVA-Klassifizierung den Zusammenhang zwischen UPF und dem Kolonkarzinomrisiko beeinflusst. Wang et al. [68] berichten allerdings, dass eine striktere Einordnung ihre Ergebnisse nicht beeinflusst hat und argumentieren, dass es sich bei eventueller Missklassifikation um einen zufälligen Effekt handelt, der über alle Items im FFQ gleich verteilt sein müsste, was ihrer Einschätzung nach das Verzerrungsrisiko verringert. Braesco et al. [67] untersuchten die Robustheit und Funktionalität des NOVA-Klassifizierungssystems. Obwohl die Zuordnungen der Bewertenden bei einigen Lebensmitteln konsistenter waren als bei anderen, war die Gesamtkonsistenz zwischen den Bewertenden gering, selbst wenn Informationen über die Inhaltsstoffe verfügbar waren [67]. Somit ist eine klare UPF-Definition, die eine stringente Zuordnung ermöglicht, notwendig, um zukünftig Zusammenhänge zwischen einem höheren UPF-Verzehr und Gesundheitsrisiken eindeutig ableiten zu können.

Drittens messen viele der eingeschlossenen Studien den UPF-Verzehr als Energieprozent oder kcal/Tag. Dadurch werden Lebensmittel, die den UPF zwar eigentlich zuzuordnen sind, aber keine Energie enthalten, z. B. Getränke mit Süßstoffen (Light-Getränke), nicht in die Auswertungen miteinbezogen. Liegen die Ursachen für den Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und Krankheitsrisiken nicht ausschließlich in der Nährstoffverteilung, kann das Fehlen von Lebensmitteln, welche keine Energie enthalten, in der UPF-Gruppe somit dazu führen, dass der Effekt des UPF-Verzehrs auf die Krankheitsendpunkte unterschätzt wird. Auch die Untersuchung der Auswirkung von Zusatzstoffen, die diese Lebensmittel häufig enthalten, ist aufgrund dieser Tatsache schlecht möglich. Die Unterschiede in der Art, wie der Verzehr in den einzelnen Studien berichtet wurde (%kcal, g/Tag etc.), erschweren direkte Vergleiche der Ergebnisse. Eine Vereinheitlichung des Vorgehens wäre zukünftig wünschenswert.

Viertens wird zusätzlich die Vergleichbarkeit der Ergebnisse durch Unterschiede in der statistischen Auswertung erschwert. So unterschieden sich teilweise die gerechneten Modelle hinsichtlich der adjustierten Kovariablen. Darüber hinaus wurde in einigen Studien nicht für den Einfluss potenzieller Confounder zu Beginn der Studie adjustiert. Insbesondere betrifft dies die Auswertung der longitudinalen CHNS-Kohorte [27, 35, 39, 40], da beispielsweise beim Endpunkt Übergewicht/Adipositas nicht für BMI bzw. Adipositas zum Ausgangszeitpunkt adjustiert wurde. Dies wurde in der Bewertung des Verzerrungsrisikos mittels ROBINS-I berücksichtigt, indem in der Dimension 1 „Bias durch Confounding" (D1 in Tabelle 9/5) ein hohes Risiko für Verzerrungen vergeben wurde.

Aufgrund methodischer Einschränkungen sowie der relativ wenigen verfügbaren Primärstudien zum Zusammenhang des UPF-Verzehrs und der ausgewählten Endpunkte sind weitere valide und groß angelegte prospektive Beobachtungsstudien und – wenn möglich – auch Interventionsstudien erforderlich, um die Ergebnisse hinsichtlich der gefundenen Zusammenhänge zu belegen.

Aufgrund der beschriebenen methodischen Einschränkungen besteht somit insgesamt das Risiko einer Fehlklassifizierung von UPF, welches in der Folge zu einer verzerrten Schätzung des UPF-Anteils an der Gesamternährung führen kann.

Über die **Ursachen für den Zusammenhang zwischen UPF und den untersuchten Endpunkten** sowie die Gewichtung der im Zusammenhang mit UPF diskutierten Wirkmechanismen herrscht in der Fachwelt bisher kein Konsens. Deutlich ist allerdings, dass die Wirkungszusammenhänge komplex sind und dass wahrscheinlich – wie in Kapitel 8 von Behsnilian et al. postuliert – „die Qualität verarbeiteter Lebensmittel und ihre physiologische Wirkung […] maßgeblich durch (i) die Wirkung der angewendeten Verarbeitungsverfahren auf die zur Herstellung verarbeiteter Produkte verwendeten Lebensmittelrohstoffe (Primärerzeugnisse) und (ii) durch die Art und die Menge der verwendeten Zutaten bestimmt" werden [4].

Erstens wirken sich also die bei der Lebensmittelherstellung angewendeten Verarbeitungsverfahren unterschiedlich auf die Mikrostruktur und Matrix der verwendeten Lebensmittelrohstoffe aus. Da diese nativen Mikrostrukturen die funktionellen Eigenschaften eines Lebensmittels bestimmen, hat deren Veränderung Auswirkungen auf die ernährungsphysiologische Qualität verarbeiteter Lebensmittel [69, 70].

Zweitens bestimmt die Rezeptur, d. h. die Art und die Menge der verwendeten **Zutaten**, welche auch die verwendeten Zusatzstoffe einschließt, die Energie- und Nährstoffdichte von Lebensmitteln. Untersuchungen der Nährstoffzusammensetzung von UPF ergaben, dass diese ungünstige Nährstoffprofile aufweisen [5, 71]. Ernährungsweisen mit einem hohen UPF-Anteil sind charakterisiert durch einen hohen Verzehr an Zucker, Salz und Fetten, insbesondere gesättigten Fettsäuren, sowie einen geringeren Verzehr an Ballaststoffen, Proteinen und Mikronährstoffen.

Neuere Analysen legen zudem nahe, dass die Nährstoffzusammensetzung nicht alleine für die Assoziationen zwischen dem UPF-Verzehr und Gesundheitsrisiken verantwortlich ist, sondern dem Zusammenhang mehrere Wirkmechanismen (u. a. Energiedichte, Lebensmittelstruktur/-matrix, Prozesskontaminanten und Zusatzstoffe) zugrunde liegen:

9.4

In einer Übersichtsarbeit aus prospektiven Kohortenstudien stellten Dicken und Batterham [9] Modelle mit und ohne Adjustierung für die Nährstoffverteilung, Gesamtenergie oder Ernährungsmuster gegenüber. Die Auswertungen zeigen, dass die Nährstoffzusammensetzung nur einen Teil des Zusammenhangs zwischen UPF-Verzehr und Übergewicht sowie anderen metabolischen Endpunkten erklärt. So blieben die Zusammenhänge zwischen UPF, Fettleibigkeit und anderen metabolischen Endpunkten signifikant und in ihrer Größenordnung unverändert, wenn für Nährstoffgehalt und Ernährungsverhalten adjustiert wurde [9]. Vergleichbare Ergebnisse ergaben sich in der gemeinsamen Analyse zum Einfluss des NOVA-Klassifizierungssystems und des Nutri-Scores auf die Gesamtsterblichkeit durch Bonaccio et al. [47] und einer Analyse der Ernährungsqualität durch Julia et al. [72] in der NutriNet-Santé Kohorte. Bei Bonaccio et al. [47] waren sowohl die Gesamtsterblichkeit als auch die kardiovaskuläre Mortalität bei den Erwachsenen am höchsten, die den höchsten UPF-Verzehr und die niedrigste Ernährungsqualität gemäß Nutri-Score aufwiesen. Ein signifikanter Anteil des erhöhten Sterblichkeitsrisikos konnte durch den erhöhten Verzehr von Lebensmitteln mit höherem Nutri-Score und somit niedriger Ernährungsqualität, durch den Grad der Lebensmittelverarbeitung (mittels NOVA) erklärt werden. Allerdings wurde der Zusammenhang zwischen einem hohen UPF-Verzehr und der erhöhten Sterblichkeit nicht durch die schlechte Qualität dieser Lebensmittel erklärt [47]. Julia et al. [72] analysierten, dass a) die Rezeptur, b) die angewendeten Verarbeitungsverfahren sowie c) eine Wechselwirkung beider Dimensionen einen Einfluss auf die ernährungsphysiologische Qualität haben. Die aktuelle Erkenntnislage deutet somit darauf hin, dass der Einfluss von UPF über

den Effekt der Nährstoffzusammensetzung hinausgeht. Die Nährstoffzusammensetzung ist nicht Grundlage der Bewertungskriterien der NOVA-Klassifizierung [73–75]. Ergebnisse aus einer Stichproben-Untersuchung von Produkten aus vier deutschen Supermärkten verdeutlichen dies. Hier wurden knapp 40 % der Lebensmittel, die mit dem Nutri-Score A ausgezeichnet sind, der NOVA-Kategorie 4 zugeordnet [76].

Produkte werden der vierten Kategorie der NOVA-Klassifizierung zugeordnet, wenn sie eine Vielzahl an Zutaten beinhalten und durch kombinierte industrielle Verarbeitungsverfahren hergestellt werden. Zu den Zutaten gehören solche, zu deren Herstellung industrielle Verfahren erforderlich sind, z. B. extrahierte, isolierte oder modifizierte pflanzliche oder tierische Inhaltstoffe sowie Zusatzstoffe, die den Lebensmitteln aus sensorischen oder technologischen Gründen bei der Lebensmittelherstellung zugesetzt werden. Zudem sind sie als ernährungsphysiologisch unausgewogen definiert, da sie meist Zucker, Fette und Salz (verarbeitete, haushaltsübliche Zutaten der NOVA-Kategorie II) im Übermaß enthalten [3, 73]. Für eine genaue Beschreibung siehe Kapitel 8 [4]. In der EU sind mehr als 320 Zusatzstoffe zur Verwendung in Lebensmitteln zugelassen, darunter Süßungsmittel, Farbstoffe, Antioxidationsmittel, Konservierungsstoffe, Füllstoffe, Emulgatoren, Geschmacksverstärker, Stabilisatoren und Feuchthaltemittel. Aufgrund des Zulassungsverfahrens der Europäischen Union und der Positivliste im Sinne des Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuchs (LFGB) wird davon ausgegangen, dass zugelassene Zusatzstoffe unbedenklich sind. Wie von Srour et al. [77] beschrieben, geben mehrere aktuelle Studien allerdings Anlass, die gesundheitliche Unbedenklichkeit von einzelnen Zusatzstoffen neu und regelmäßig wiederholend zu bewerten.

Des Weiteren können sich in verarbeiteten Lebensmitteln, allerdings insbesondere in UPF, **Prozesskontaminanten** befinden, die durch den Verarbeitungsprozess im Lebensmittel entstehen (z. B. Furane, heterozyklische Amine, Acrylamid, Hydroxymethlyfurfural, Chloropropandiole oder Transfettsäuren) oder Verbindungen, die aus der Verpackung in das Lebensmittel migrieren (z. B. Weichmacher, Mineralöle oder Mikroplastik). UPF sind größtenteils in Verpackungen aus Polymeren, Papier oder Pappe verpackt und bleiben durch die lange Haltbarkeitsdauer mit dieser Verpackung über einen langen Zeitraum in Kontakt. Im *US National Health and Nutrition Examination Survey* konnte nachgewiesen werden, dass der UPF-Verzehr mit einer erhöhten Konzentration an Verbindungen aus den Verpackungsmaterialien wie Phthalaten im Urin einherging [78]. Auch Daten des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) zeigen, dass die deutsche Bevölkerung durch den Verzehr von Lebensmitteln Phthalate aufnimmt [79].

Somit ist anzumerken, dass es nicht nur an ausführlichen Studien zu den unterschiedlichen Zusatzstoffen fehlt, sondern auch das Zusammenwirken der verschiedenen Zusatzstoffe („Cocktaileffekt“) sowie der Anteil von (Prozess)-Kontaminanten umfassend untersucht werden muss. Darüber hinaus fehlen aktuelle Daten zur Zufuhr von Zusatzstoffen für die Bevölkerung in Deutschland. Daten der NutriNet-Santé-Studie [80] zeigen, dass über 90 % der französischen Bevölkerung regelmäßig Lebensmittel essen, in denen mindestens zwei Zusatzstoffe enthalten sind. Mehr als 10 % der Teilnehmenden konsumierten über 48 verschiedene Zusatzstoffe innerhalb des Erhebungszeitraums. Weitere Forschung zu den Ursachen sowie der Gewichtung möglicher Einflussgrößen und Wirkzusammenhängen auf die in dieser Übersichtsarbeit bestätigten/gefundenen Assoziationen zwischen dem UPF-Verzehr und den untersuchten Endpunkten sind somit nötig [81].

9.5 Fazit und Ausblick

In der vorliegenden systematischen Übersichtsarbeit zeigte sich für die Endpunkte Übergewicht/Adipositas, Hypertonie, T2DM und CVD überwiegend eine positive Assoziation zwischen dem UPF-Verzehr und dem Risiko für diese Endpunkte im Erwachsenenalter. Für die Endpunkte MetS und Allergien ist die Datenlage unzureichend und für Übergewicht/Adipositas im Kindes- und Jugendalter heterogen.

Des Weiteren ist die Beurteilung der untersuchten Zusammenhänge limitiert durch die methodische Qualität der untersuchten Primärstudien. Insbesondere die Erfassung des UPF-Verzehrs durch die Anwendung verfügbarer Klassifizierungssysteme zur Einordnung von Lebensmitteln nach ihrem Verarbeitungsgrad ist mit Einschränkungen verbunden, da

a) bisher noch kein wissenschaftlicher Konsensus hinsichtlich einheitlicher, objektiver und eindeutiger Kriterien für eine Beschreibung von Verarbeitungsgraden besteht,

b) eine dezidierte Erfassung von UPF auf Basis der in den untersuchten Studien eingesetzten Ernährungserhebungsinstrumente, z. B. aufgrund fehlender Produktinformationen, ein hohes Verzerrungsrisiko aufweist und

c) die Komplexität der Komponenten und die Zusammensetzung von Lebensmitteln in den angewendeten Klassifizierungssystemen (mit einer Ausnahme verwendeten alle Studien NOVA) nur unzureichend berücksichtigt wird.

Für ein differenziertes, tiefergehendes Verständnis möglicher Wirkmechanismen von UPF (u. a. Energiedichte, Lebensmittelstruktur/-matrix, Prozesskontaminanten und Zusatzstoffe) auf die menschliche Physiologie und darauffolgend die Ableitung möglicher Empfehlungen, z. B. hinsichtlich des UPF-Anteils an der täglichen Ernährung, braucht es daher weitere Beobachtungs- und Interventionsstudien. Diese sollten eindeutige Kriterien für die Klassifikation von Lebensmitteln nach ihren Verarbeitungsgraden anwenden und für UPF validierte Ernährungserhebungsinstrumente einsetzen.

9.6 Literaturverzeichnis

[1] Monteiro CA: Nutrition and health. The issue is not food, nor nutrients, so much as processing. Public Health Nutr 12 (2009) 729–731. doi:10.1017/S1368980009005291

[2] Gibney MJ: Ultra-Processed Foods: Definitions and Policy Issues. Curr Dev Nutr 3 (2019) nzy077. doi:10.1093/cdn/nzy077

[3] Martinez-Steele E, Khandpur N, Batis C et al.: Best practices for applying the Nova food classification system. Nat Food 4 (2023) 445–448. doi:10.1038/s43016-023-00779-w

[4] Behsnilian D, Bröder J, Tauer J et al.: Einordnung von Lebensmitteln nach dem Verarbeitungsgrad und Bewertung gängiger Klassifizierungssysteme in der Ernährungsforschung. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): 15. DGE-Ernährungsbericht. Vorveröffentlichung Kapitel 8., Bonn (2023) V1–V37. https://www.dge.de/fileadmin/dok/wissenschaft/ernaehrungsberichte/15eb/15-DGE-EB-Vorveroeffentlichung-Kapitel8.pdf

[5] Martini D, Godos J, Bonaccio M et al.: Ultra-Processed Foods and Nutritional Dietary Profile: A Meta-Analysis of Nationally Representative Samples. Nutrients 13 (2021) 3390. doi:10.3390/nu13103390

[6] Niggemeier C, Schmid A: Einfluss von Lebensmittelverarbeitung und Mahlzeitenzubereitung auf die Lebensmittelauswahl, die Nährstoffzufuhr, die Zufuhr von Zusatzstoffen und das Körpergewicht von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): 13. DGE-Ernährungsbericht, Bonn (2016) 203–264

[7] Ritchie H, Roser M: Obesity. (2017) https://ourworldindata.org/obesity (eingesehen am 20.10.2023)

[8] Statistisches Bundesamt: Herz-Kreislauf-Erkrankungen verursachen die höchsten Kosten (2017). https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2017/09/PD17_347_236.html (eingesehen am 06.11.2023)

[9] Dicken SJ, Batterham RL: The Role of Diet Quality in Mediating the Association between Ultra-Processed Food Intake, Obesity and Health-Related Outcomes: A Review of Prospective Cohort Studies. Nutrients 14 (2021) 23. doi:10.3390/nu14010023

[10] de Araújo TP, de Moraes MM, Magalhães V et al.: Ultra-processed food availability and noncommunicable diseases: a systematic review. Int J Environ Res Public Health 18 (2021) 7382. doi:10.3390/ijerph18147382

[11] Chen X, Chu J, Hu W et al.: Associations of ultra-processed food consumption with cardiovascular disease and all-cause mortality: UK Biobank. Eur J Public Health 32 (2022) 779–785. doi:10.1093/eurpub/ckac104

[12] Delpino FM, Figueiredo LM, Bielemann RM et al.: Ultra-processed food and risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. Int J Epidemiol 51 (2022) 1120–1141. doi:10.1093/ije/dyab247

[13] Lane MM, Davis JA, Beattie S et al.: Ultraprocessed food and chronic noncommunicable diseases: A systematic review and meta-analysis of 43 observational studies. Obes Rev 22 (2021) e13146. doi:10.1111/obr.13146

[14] Rayyan. https://rayyan.ai/ (eingesehen am 06.11.2023)

[15] Sterne JA, Hernán MA, Reeves BC et al.: ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. BMJ 355 (2016) i4919. doi:10.1136/bmj.i4919

[16] Vilela S, Magalhães V, Severo M et al.: Effect of the food processing degree on cardiometabolic health outcomes: A prospective approach in childhood. Clin Nutr 41 (2022) 2235–2243. doi:10.1016/j.clnu.2022.07.034

[17] Sirkka O, Fleischmann M, Abrahamse-Berkeveld M et al.: Dietary Patterns in Early Childhood and the Risk of Childhood Overweight: The GECKO Drenthe Birth Cohort. Nutrients 13 (2021) 2046. doi:10.3390/nu13062046

[18] Moher D, Liberati A, Tetzlaff J et al.: Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. PLoS Med 6 (2009) e1000097. doi:10.1371/journal.pmed.1000097

[19] Vedovato GM, Vilela S, Severo M et al.: Ultra-processed food consumption, appetitive traits and BMI in children: a prospective study. Br J Nutr 125 (2021) 1427–1436. doi:10.1017/S0007114520003712

[20] Costa CS, Rauber F, Leffa PS et al.: Ultra-processed food consumption and its effects on anthropometric and glucose profile: A longitudinal study during childhood. Nutr Metab Cardiovasc Dis 29 (2019) 177–184. doi:10.1016/j.numecd.2018.11.003

[21] Costa CDS, Assunção MCF, Loret de Mola C et al.: Role of ultra-processed food in fat mass index between 6 and 11 years of age: a cohort study. Int J Epidemio 50 (2021) 256–265. doi:10.1093/ije/dyaa141

[22] Cunha DB, da Costa THM, da Veiga GV et al.: Ultra-processed food consumption and adiposity trajectories in a Brazilian cohort of adolescents: ELANA study. Nutr Diabetes 8 (2018) 28. doi:10.1038/s41387-018-0043-z

[23] Beslay M, Srour B, Méjean C et al.: Ultra-processed food intake in association with BMI change and risk of overweight and obesity: A prospective analysis of the French NutriNet-Santé cohort. PLoS Med 17 (2020) e1003256. doi:10.1371/journal.pmed.1003256

[24] Canhada SL, Luft VC, Giatti L et al.: Ultra-processed foods, incident overweight and obesity, and longitudinal changes in weight and waist circumference: the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). Public Health Nutr 23 (2020) 1076–1086. doi:10.1017/S1368980019002854

[25] Chang K, Khandpur N, Neri D et al.: Association Between Childhood Consumption of Ultraprocessed Food and Adiposity Trajectories in the Avon Longitudinal Study of Parents and Children Birth Cohort. JAMA Pediatr175 (2021) e211573. doi:10.1001/jamapediatrics.2021.1573

[26] Mendonça RdD, Pimenta AM, Gea A et al.: Ultraprocessed food consumption and risk of overweight and obesity: the University of Navarra Follow-Up (SUN) cohort study. Am J Clin Nutr 104 (2016) 1433–1440. doi:10.3945/ajcn.116.135004

[27] Li M, Shi Z: Ultra-Processed Food Consumption Associated with Overweight/Obesity among Chinese Adults-Results from China Health and Nutrition Survey 1997–2011. Nutrients 13 (2021) 2796. doi:10.3390/nu13082796

[28] Rauber F, Chang K, Vamos EP et al.: Ultra-processed food consumption and risk of obesity: a prospective cohort study of UK Biobank. Eur J Nutr 60 (2021) 2169–2180. doi:10.1007/s00394-020-02367-1

[29] Rudakoff LCS, Magalhães EIDS, Viola PCdAF et al.: Ultra-processed food consumption is associated with increase in fat mass and decrease in lean mass in Brazilian women: A cohort study. Front Nutr 9 (2022) 1006018. doi:10.3389/fnut.2022.1006018

[30] Sandoval-Insausti H, Jiménez-Onsurbe M, Donat-Vargas C et al.: Ultra-Processed Food Consumption Is Associated with Abdominal Obesity: A Prospective Cohort Study in Older Adults. Nutrients 12 (2020) 2368. doi:10.3390/nu12082368

[31] World Health Organization (WHO): Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development, Geneva (2006)

[32] Mendonça RdD, Lopes ACS, Pimenta AM et al.: Ultra-Processed Food Consumption and the Incidence of Hypertension in a Mediterranean Cohort: The Seguimiento Universidad de Navarra Project. Am J Hypertens 30 (2017) 358–366. doi:10.1093/ajh/hpw137

[33] Rezende-Alves K, Hermsdorff HHM, Miranda AEDS et al.: Food processing and risk of hypertension: Cohort of Universities of Minas Gerais, Brazil (CUME Project). Public Health Nutr 24 (2021) 4071–4079. doi:10.1017/S1368980020002074

[34] Da Scaranni PdOS, Cardoso LdO, Chor D et al.: Ultra-processed foods, changes in blood pressure and incidence of hypertension: the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). Public Health Nutr 24 (2021) 3352–3360. doi:10.1017/S136898002100094X

[35] Li M, Shi Z: Ultra-Processed Food Consumption Associated with Incident Hypertension among Chinese Adults-Results from China Health and Nutrition Survey 1997–2015. Nutrients 14 (2022) 4783. doi:10.3390/nu14224783

[36] Alberti KGMM, Eckel RH, Grundy SM et al.: Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. Circulation 120 (2009) 1640–1645. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644

[37] Heng D, Ma S, Lee JJM et al.: Modification of the NCEP ATP III definitions of the metabolic syndrome for use in Asians identifies individuals at risk of ischemic heart disease. Atherosclerosis 186 (2006) 367–373. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2005.07.020

[38] Canhada SL, Vigo Á, Luft VC et al.: Ultra-Processed Food Consumption and Increased Risk of Metabolic Syndrome in Adults: The ELSA-Brasil. Diabetes Care 46 (2023) 369–376. doi:10.2337/dc22-1505

[39] Pan F, Wang Z, Wang H et al.: Association between Ultra-Processed Food Consumption and Metabolic Syndrome among Adults in China-Results from the China Health and Nutrition Survey. Nutrients 15 (2023) 752. doi:10.3390/nu15030752

[40] Li M, Shi Z: Association between Ultra-Processed Food Consumption and Diabetes in Chinese Adults-Results from the China Health and Nutrition Survey. Nutrients 14 (2022) 4241. doi:10.3390/nu14204241

[41] Levy RB, Rauber F, Chang K et al.: Ultra-processed food consumption and type 2 diabetes incidence: A prospective cohort study. Clin Nutr 40 (2021) 3608–3614. doi:10.1016/j.clnu.2020.12.018

[42] Srour B, Fezeu LK, Kesse-Guyot E et al.: Ultraprocessed Food Consumption and Risk of Type 2 Diabetes Among Participants of the NutriNet-Santé Prospective Cohort. JAMA Intern Med 180 (2020) 283–291. doi:10.1001/jamainternmed.2019.5942

[43] Llavero-Valero M, Escalada-San Martín J, Martínez-González MA et al.: Ultra-processed foods and type-2 diabetes risk in the SUN project: A prospective cohort study. Clin Nutr 40 (2021) 2817–2824. doi:10.1016/j.clnu.2021.03.039

[44] Duan M-J, Vinke PC, Navis G et al.: Ultra-processed food and incident type 2 diabetes: studying the underlying consumption patterns to unravel the health effects of this heterogeneous food category in the prospective Lifelines cohort. BMC Med 20 (2022) 7. doi:10.1186/s12916-021-02200-4

[45] Li H, Li S, Yang H et al.: Association of Ultra-Processed Food Intake with Cardiovascular and Respiratory Disease Multimorbidity: A Prospective Cohort Study. Mol Nutr Food Res 67 (2023) e2200628. doi:10.1002/mnfr.202200628

[46] Bonaccio M, Di Castelnuovo A, Costanzo S et al.: Ultra-processed food consumption is associated with increased risk of all-cause and cardiovascular mortality in the Moli-sani Study. Am J Clin Nutr 113 (2021) 446–455. doi:10.1093/ajcn/nqaa299

[47] Bonaccio M, Di Castelnuovo A, Ruggiero E et al.: Joint association of food nutritional profile by Nutri-Score front-of-pack label and ultra-processed food intake with mortality: Moli-sani prospective cohort study. BMJ (2022) e070688. doi:10.1136/bmj-2022-070688

[48] Dehghan M, Mente A, Rangarajan S et al.: Ultra-processed foods and mortality: analysis from the Prospective Urban and Rural Epidemiology study. Am J Clin Nutr 117 (2023) 55–63. doi:10.1016/j.ajcnut.2022.10.014

[49] Zhong G-C, Gu H-T, Peng Y et al.: Association of ultra-processed food consumption with cardiovascular mortality in the US population: long-term results from a large prospective multicenter study. Int J Behav Nutr Phys Act 18 (2021) 21. doi:10.1186/s12966-021-01081-3

[50] Juul F, Vaidean G, Lin Y et al.: Ultra-Processed Foods and Incident Cardiovascular Disease in the Framingham Offspring Study. J Am Coll Cardiol 77 (2021) 1520–1531. doi:10.1016/j.jacc.2021.01.047

[51] Kim H, Hu EA, Rebholz CM: Ultra-processed food intake and mortality in the USA: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III, 1988-1994). Public Health Nutr 22 (2019) 1777–1785. doi:10.1017/S1368980018003890

[52] Du S, Kim H, Rebholz CM: Higher Ultra-Processed Food Consumption Is Associated with Increased Risk of Incident Coronary Artery Disease in the Atherosclerosis Risk in Communities Study. J Nutr 151 (2021) 3746–3754. doi:10.1093/jn/nxab285

[53] Srour B, Fezeu LK, Kesse-Guyot E et al.: Ultra-processed food intake and risk of cardiovascular disease: prospective cohort study (NutriNet-Santé). BMJ 365 (2019) l1451. doi:10.1136/bmj.l1451

[54] Azeredo CM, Cortese M, dos Santos Costa C et al.: Ultra processed food consumption during childhood and asthma in adolescence: Data from the 2004 Pelotas birth cohort study. Pediatr Allergy Immunol (2020) 27–37. doi:10.1111/pai.13126

[55] Chen Z, Khandpur N, Desjardins C et al.: Ultra-Processed Food Consumption and Risk of Type 2 Diabetes: Three Large Prospective U.S. Cohort Studies. Diabetes Care 46 (2023) 1335–1344. doi:10.2337/dc22-1993

[56] Wang Z, Lu C, Cui L et al.: Consumption of ultra-processed foods and multiple health outcomes: An umbrella study of meta-analyses. Food Chem 434 (2023) 137460. doi:10.1016/j.foodchem.2023.137460

[57] Hall KD, Ayuketah A, Brychta R et al.: Ultra-Processed Diets Cause Excess Calorie Intake and Weight Gain: An Inpatient Randomized Controlled Trial of Ad Libitum Food Intake. Cell Metab 30 (2019) 67-77.e3. doi:10.1016/j.cmet.2019.05.008

[58] Schlesinger S, Neuenschwander M, Schwedhelm C et al.: Food Groups and Risk of Overweight, Obesity, and Weight Gain: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Studies. Adv Nutr 10 (2019) 205–218. doi:10.1093/advances/nmy092

[59] Schwingshackl L, Hoffmann G, Lampousi A-M et al.: Food groups and risk of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. Eur J Epidemiol 32 (2017) 363–375. doi:10.1007/s10654-017-0246-y

[60] Vandevijvere S, Jaacks LM, Monteiro CA et al.: Global trends in ultraprocessed food and drink product sales and their association with adult body mass index trajectories. Obes Rev 20 Suppl 2 (2019) 10–19. doi:10.1111/obr.12860

[61] Baker P, Machado P, Santos T et al.: Ultra-processed foods and the nutrition transition: Global, regional and national trends, food systems transformations and political economy drivers. Obes Rev 21 (2020) e13126. doi:10.1111/obr.13126

[62] Headey DD, Alderman HH: The Relative Caloric Prices of Healthy and Unhealthy Foods Differ Systematically across Income Levels and Continents. J Nutr 149 (2019) 2020–2033. doi:10.1093/jn/nxz158

[63] Beal T, Morris SS, Tumilowicz A: Global Patterns of Adolescent Fruit, Vegetable, Carbonated Soft Drink, and Fast-Food Consumption: A Meta-Analysis of Global School-Based Student Health Surveys. Food Nutr Bull 40 (2019) 444–459. doi:10.1177/0379572119848287

[64] Petrus RR, do Amaral Sobral PJ, Tadini CC et al.: The NOVA classification system: A critical perspective in food science. Trends Food Sci Technol 116 (2021) 603–608. doi:10.1016/j.tifs.2021.08.010

[65] Sadler CR, Grassby T, Hart K et al.: Processed food classification: Conceptualisation and challenges. Trends Food Sci Technol 112 (2021) 149–162. doi:10.1016/j.tifs.2021.02.059

[66] Sadler CR, Grassby T, Hart K et al.: „Even We Are Confused": A Thematic Analysis of Professionals' Perceptions of Processed Foods and Challenges for Communication. Front Nutr 9 (2022) 826162. doi:10.3389/fnut.2022.826162

[67] Braesco V, Souchon I, Sauvant P et al.: Ultra-processed foods: how functional is the NOVA system? Eur J Clin Nutr 76 (2022) 1245–1253. doi:10.1038/s41430-022-01099-1

[68] Wang L, Du M, Wang K et al.: Association of ultra-processed food consumption with colorectal cancer risk among men and women: results from three prospective US cohort studies. BMJ (2022) e068921. doi:10.1136/bmj-2021-068921

[69] Capuano E, Janssen AEM: Food Matrix and Macronutrient Digestion. Annu Rev Food Sci Technol 12 (2021) 193–212. doi:10.1146/annurev-food-032519-051646

[70] Parada J, Aguilera JM: Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. J Food Sci 72 (2007) R21-32. doi:10.1111/j.1750-3841.2007.00274.x

[71] Moubarac J-C, Batal M, Louzada ML et al.: Consumption of ultra-processed foods predicts diet quality in Canada. Appetite 108 (2017) 512–520. doi:10.1016/j.appet.2016.11.006

[72] Julia C, Baudry J, Fialon M et al.: Respective contribution of ultra-processing and nutritional quality of foods to the overall diet quality: results from the NutriNet-Santé study. Eur J Nutr 62 (2023) 157–164. doi:10.1007/s00394-022-02970-4

[73] Monteiro CA, Cannon G, Lawrence M et al.: Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. (2019) https://www.fao.org/3/ca5644en/ca5644en.pdf (eingesehen am 06.11.2023)

[74] Monteiro CA, Levy RB, Claro RM et al.: A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. Cad Saude Publica 26 (2010) 2039–2049. doi:10.1590/s0102-311x2010001100005

[75] Moubarac J-C, Parra DC, Cannon G et al.: Food Classification Systems Based on Food Processing: Significance and Implications for Policies and Actions: A Systematic Literature Review and Assessment. Curr Obes Rep 3 (2014) 256–272. doi:10.1007/s13679-014-0092-0

[76] Fedde S, Büttner-Koch S, Plähn V et al.: Einführung des Nutri-Scores. Ernährungs Umschau 69 (2022) 48–55.

[77] Srour B, Kordahi MC, Bonazzi E et al.: Ultra-processed foods and human health: from epidemiological evidence to mechanistic insights. Lancet Gastroenterol Hepatol 7 (2022) 1128–1140. doi:10.1016/S2468-1253(22)00169-8

[78] Buckley JP, Kim H, Wong E et al.: Ultra-processed food consumption and exposure to phthalates and bisphenols in the US National Health and Nutrition Examination Survey, 2013-2014. Environ Int 131 (2019) 105057. doi:10.1016/j.envint.2019.105057

[79] Heinemeyer G, Heiland A, Sommerfeld C et al.: Phthalat-Belastung der Bevölkerung in Phthalat-Belastung der Bevölkerung in Deutschland: Expositionsrelevante Quellen, Aufnahmepfade und Toxikokinetik am Beispiel von DEHP und DINP. Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin (2012)

[80] Chazelas E, Druesne-Pecollo N, Esseddik Y et al.: Exposure to food additive mixtures in 106,000 French adults from the NutriNet-Santé cohort. Sci Rep 11 (2021) 19680. doi:10.1038/s41598-021-98496-6

[81] Amorim A, Laurindo JB, Sobral PJDA: On how people deal with industrialized and non-industrialized food: A theoretical analysis. Front Nutr 9 (2022) 948262. doi:10.3389/fnut.2022.948262

9.7 Anhang

Tabelle 9/A1: Charakteristika und Ergebnisse der 14 eingeschlossenen Studien zum Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und dem Risiko für Adipositas/Übergewicht

Erstautor*in, Jahr, Land	Studiendesign	Laufzeit/ Erhebungs-zeitpunkte	Studien-population	Aus-gewertete Stich-probe (n)	Exposition		Endpunkt-erhebung	Endpunkt	Fälle (n)	Ergebnisse: Effektschätzer (95 % Konfidenzintervall)		Im Modell adjustierte Kovariablen
					Ernährungs-erhebung	UPF-Klassifizierung						
Kinder und Jugendliche (2–17 Jahre) (n = 6)												
Costa et al. [21], 2021, Brasilien	Pelotas Geburtskohorte; prospektiv; laufend	B: im Alter v. 6 J. (2010); F: im Alter v. 11 J. (2015)	Kinder, Geburtsjahr-gang 2004; 48,2 % Mädchen	6 J.: 3 128 11 J.: 3 454	FFQ (validiert; 54 Items für 6-Jährige; 88 Items für 11-Jährige)	NOVA (täglicher Anteil UPF am Gesamtverzehr in g/Tag)	klinische Untersuchung	FMI	–	β Koeffizient pro 100 g Anstieg des UPF-Anteils an der Gesamtenergie-zufuhr	β: 0,09 (0,07–0,10); p < 0,001	Hautfarbe, mütterl. Alter+Schul-bildung, Geburtsgewicht, Geschlecht, Bildschirmzeit, Verhältnis zwischen Energie-zufuhr und -verbrauch (6- und 11-Jahres-F.)
								BMI	–		β: 0,10 (0,09–0,12); p < 0,001	
Costa et al. [20], 2019, Brasilien	F von RCT-Trial; longitudinal; prospektiv	B: im Alter v. 4 J.; F: im Alter v. 8 J.	Kinder, Geburts-jahrgang 2001/02; 43 % Mädchen	307	24-Stunden-Erinnerungs-protokoll	NOVA (% der gesamten täglichen Energiezufuhr)	anthropo-metrische Messung	BMI-Z-Score [31] Verände-rung (>1 SD)	8 J.: 85 (27,5 %)	β Koeffizient pro 10 % Anstieg der Gesamtenergie durch UPF	β: 0,00 (–0,02–0,01); p = 0,569; n.s.	Geschlecht, RCT-Gruppenstatus (Intervention/Kontrolle), mütterl. BMI vor Schwangerschaft, Schul-bildung, Geburtsgewicht, Stillen, Familieneinkommen, Gesamt-dauer der Bildschirmnutzung
								Taillenumfang Veränderung (cm)			β: 0,07 (0,01–0,13); p = 0,035	
Cunha et al. [22], 2018, Brasilien	ELANA-Studie; prospektiv; laufend	B: im Alter v. 16 J. (2010); F: im Alter v. 17 J. (2011) u. im Alter v. 18 J. (2012)	Jugend-liche, ab 1. J. weiterfüh-rende Schule; 54 % Mädchen	1 035	FFQ (72 Items)	NOVA (Quartile: täglicher UPF-Ver-zehr in Anzahl Produkte/Tag)	anthropo-metrische Messung	BMI	Übergewicht: F1: 20,3 % F2: 19,8 % Adipositas: F1: 8,2 % F2: 8,3 %	Assoziation zwi-schen Quartilen	F1: p-Trend < 0,001[a] F2: p-Trend = 0,40[a]; n.s.	Schulform, Geschlecht, körperl. Aktivität, Underreporting
Sirkka et al. [17], 2021, Niederlande	GECKO Drenthe Geburtskohorte; prospektiv; laufend	B: im Alter v. 3 J.; F: im Alter v. 10 J.	Kinder, Geburts-jahrgang 2006/07; 49,5 % Mädchen	1 233	FFQ (71 Items; validiert)	*Dietary Pattern* mittels Hauptkom-ponentenanalyse (Quartile: UPF-Ver-zehr in g/Tag)	klinische Untersuchung	BMI-Z-Score [31] Ent-wicklung / Übergewicht (mit 3 J.: +2 BMI SD; mit 10 J.: +1 BMI SD)	10 J.: 209	Assoziation zwi-schen dem Verzehr des Ernährungs-musters „UPF" und Übergewicht	OR: 1,30 (1,08–1,57); p = 0,006	Mütterl. Alter, BMI vor Schwan-gerschaft und Rauchen während Schwangerschaft, Parität, Ethnie, Bildungsniveau, Geburtsgewicht, Gestationsalter
Vedovato et al. [19], 2021, Portugal	Generation XXI-Geburtskohorte; prospektiv; laufend	B: im Alter von 4 J. Nacherhe-bung im Alter von 7 J.; F: im Alter von 7 J. und 10 J.	Kinder, Geburts-jahrgang 2005/06; 48 % Mädchen	1 175	2-/3-tägiges Ernährungs-tagebuch	NOVA (Quartile: Kalorienanteil von UPF an der täglichen Gesamt-energiezufuhr in kcal/Tag)	anthropo-metrische Messung	BMI-Z-Scores [31] / Übergewicht (BMI >1 SD)	7 J.: 13,7 % 10 J.: 17,2 %	Assoziation zwi-schen UPF-Verzehr zu 4 J. und zu 7 J. [kcal pro 100 kcal/ Tag] und BMI-Z-Scores zu 10 J.	UPF mit 4 J.: β: 0,028 (0,006–0,051) UPF mit 7 J.: β: 0,014 (–0,007–0,036); n.s.	Mütterl. Alter, Bildungsniveau und BMI vor Schwangerschaft; kindl. ausschließl. Stillen in den ersten 6 Monaten, körperl. Betätigung, tägl. Bildschirmzeit; direkte und indirekte Effekte der Teilbereiche des P-CEBQ (Nahrungszufuhrbereitschaft, Sättigungsreaktion, Esssucht), die einen Zusammenhang mit dem UPF-Verzehr aufweisen
Vilela et al. [16], 2022, Portugal	Generation XXI-Geburtskohorte; prospektiv; laufend	B: im Alter von 7 J.; F: im Alter von 10 J.	Kinder, Geburts-jahrgang 2005/06; 48 % Mädchen	3 034	2-/3-tägiges Ernährungs-tagebuch	NOVA (Anteil der NOVA-Klasse IV an der gesamten Energie-zufuhr in g/Tag, % g/Tag und % Kalorien/Tag)	anthropo-metrische Messung u. klinische Untersuchung	BMI-Z-Score [31]	Nicht berichtet	Assoziation zwi-schen UPF-Anteil an der Gesamt-ernährung zu 7 J. u. BMI-Z-Scores zu 10 J.	β: –0,009 (–0,029–0,011); n.s.	Mütterl. Alter, Bildungsniveau und BMI; Verzehr der anderen NOVA-Gruppen
								Taillenum-fang-Z-Score	Nicht berichtet		β: –0,003 (–0,019–0,014); n.s.	
								FM-Z-Score	Nicht berichtet		β: –0,006 (–0,029–0,011); n.s.	

▶ Fortsetzung **Tabelle 9/A1**

Erstautor*in, Jahr, Land	Studiendesign	Laufzeit/ Erhebungszeitpunkte	Studienpopulation	Ausgewertete Stichprobe (n)	Exposition		Endpunkterhebung	Endpunkt	Fälle (n)	Ergebnisse: Effektschätzer (95 % Konfidenzintervall)		Im Modell adjustierte Kovariablen
					Ernährungserhebung	UPF-Klassifizierung						
Erwachsene (≥ 18 Jahre) (n = 8)												
Beslay et al. [23], 2020, Frankreich	NutriNet-Santé-Kohorte; prospektiv; laufend	B: 2009; F: bis 2019 mind. 2 J.; mind. 2 Ernährungsprotokolle	Erwachsene; > 18 J.; allg. Bevölkerung; 78,2 % Frauen	Übergewicht: 55 037 Adipositas: 71 871	24-Stunden-Erinnerungsprotokoll (n ≤ 15; webbasiert)	NOVA (Quartile: % des Gesamtverzehrs in g/Tag)	Selbstauskunft mittels webbasiertem Fragebogen	Übergewicht (BMI 25 < 30 kg/m²)	7 063	Q4 vs. Q1	HR: 1,26 (1,18–1,35); p-Trend < 0,001[a]	Alter, Geschlecht, Familienstand, Bildungsniveau, Baseline BMI, körperl. Aktivität, Raucherstatus, Alkoholkonsum, Energiezufuhr, Anzahl der Ernährungsaufzeichnungen
										pro 10 % Anstieg UPF-Verzehrs	HR: 1,11 (1,08–1,14); p < 0,001	
								Adipositas (BMI ≥ 30 kg/m²)	3 066	Q4 vs. Q1	HR: 1,15 (1,04–1,28); p-Trend = 0,005[a]	
										pro 10 % Anstieg des UPF-Verzehrs	HR: 1,09 (1,05–1,13); p < 0,001	
								BMI-Veränderung	–	β Koeffizient pro 10 % Anstieg des UPF-Verzehrs	β: 0,25 (0,22–0,27); p < 0,001	Wie oben und ohne Baseline BMI
Canhada et al. [24], 2020, Brasilien	ELSA-Brasil; prospektiv; laufend	B: 2008–2010; F: 2012/2014	Beamt*innen in akademischen Einrichtungen; 35–74 J.; 55 % Frauen	11 827	FFQ (114 Items; validiert)	NOVA (Quartile: % der gesamten täglichen Energiezufuhr)	klinische Untersuchung	Übergewicht/ Adipositas (BMI ≥ 25 kg/m²)	972	Q4 vs. Q1	RR: 1,20 (1,03–1,40)	Alter, Geschlecht, Hautfarbe/ Ethnie, Studienzentrum, Einkommen, Schulleistungen, Baseline BMI (bei Übergewicht/Adipositas), Baseline Taillenumfang (bei Taillenumfang)
								Adipositas (nur Personen mit Übergewicht bei Studienbeginn) (BMI ≥ 30 kg/m²)	748	Q4 vs. Q1	RR: 1,02 (0,85–1,21); n.s.	
										pro 15 % Anstieg der Gesamtenergie durch UPF	RR: 1,06 (0,96–1,17); n.s.	
								Taillenumfang (≥ 90. Perzentil: ≥ 2,42 cm/year)	1 183	Q4 vs. Q1	RR: 1,33 (1,12–1,58)	
										pro 15 % Anstieg der Gesamtenergie durch UPF	RR: 1,15 (1,06–1,25)	
Chang et al. [25], 2021, UK	ALSPAC Kohorte; prospektiv; laufend	B: 1998 (mit 7 J.); F: bis 2017 (24 J.)	Geburtsjahrgang 1991/92; 49,7 % Frauen	9 025	3-tägiges Ernährungstagebuch	NOVA (Quintile: % des täglichen Gesamtverzehrs in %/Tag)	klinische Untersuchung	BMI-Veränderung/Jahr	–	Assoziation zwischen Q5 und Q1	β: 0,06 (0,04–0,08); p < 0,01	Geschlecht, Ethnie, Geburtsgewicht, körperl. Aktivität, Quintile des *Index of Multiple Deprivation*, mütterl. BMI vor Schwangerschaft, Familienstand, höchster Bildungsabschluss, sozioökonomischer Status, Gesamtenergiezufuhr
										Assoziation zwischen prognostiziertem BMI und Q des UPF-Verzehrs	p-Trend = 0,07[a]	
								FMI-Veränderung/Jahr	–	Assoziation zwischen Q5 und Q1	β: 0,03 (0,01–0,05); p < 0,01	
								Taillenumfang-Veränderung/Jahr	–		β: 0,17 (0,11–0,22); p < 0,01	

▶ Fortsetzung **Tabelle 9/A1**

Erstautor*in, Jahr, Land	Studiendesign	Laufzeit/ Erhebungs-zeitpunkte	Studien-population	Aus-gewertete Stich-probe (n)	Exposition		Endpunkt-erhebung	Endpunkt	Fälle (n)	Ergebnisse: Effektschätzer (95 % Konfidenzintervall)		Im Modell adjustierte Kovariablen
					Ernährungs-erhebung	UPF-Klassifizierung						
Mendonça et al. [26], 2016, Spanien	SUN Project; prospektiv; laufend	B: 1999–2018; F: mind. 2 J. und 9 Monate	Universitäts-absolvent*innen; > 50 % Tätige im Gesund-heitswesen; 61,5 % Frauen	8 451	FFQ (136 Items; validiert für Spanien)	NOVA (Quartile: UPF-Verzehr in Portionen/Tag)	Selbstaus-kunft	Übergewicht und Adipo-sitas (BMI ≥ 25 kg/m²)	1 939	Q4 vs. Q1	HR: 1,26 (1,10–1,45); p-Trend = 0,001[a]	Geschlecht, Alter, Familienstand, Bildungsniveau, körperl. Aktivität, Fernsehkonsum, Siesta-Schlaf, Raucherstatus, Naschen zwischen den Mahlzeiten, Einhalten einer speziellen Diät bei Studien-beginn, Baseline BMI, Obst- u. Gemüseverzehr
Li & Shi [27], 2021, China	CHNS-Studie; prospektiv; laufend	B: mind. 2 Erhebungen zwischen 1997–2011	Erwachsene; > 20 J.; 51,3 % Frauen	12 451	24-Stunden-Erinnerungs-protokoll	NOVA (Quartile der kumulativen, über Erhebungszeit-punkte gemittelten UPF-Verzehr in g/Tag)	anthropo-metrische Messung	Übergewicht und Adipo-sitas (BMI ≥ 25 kg/m²)	5 027	Gruppe 4 (≥ 50 g/d) vs. Gruppe 1 (0 g/d)	OR: 1,71 (1,44–2,03); p-Trend: < 0,001[a]	Alter, Geschlecht, Energiezu-fuhr, Fettzufuhr, Einkommen, Bildungsniveau, Urbanisierung, Alkoholkonsum, Raucherstatus, körperl. Aktivität
								Taillenumfang (Männer: > 90 cm; Frauen > 80 cm)	Nicht berichtet	Gruppe 4 (≥ 50 g/d) vs. Gruppe 1 (0 g/d)	OR: 1,90 (1,64–2,19); p-Trend: < 0,001[a]	
Rauber et al. [28], 2021, UK	Stichprobe der UK Biobank; prospektiv; laufend	B: 2009–2010; F: 2012/2019	Erwachsene; 40–69 J.; 52,1 % Frauen	BMI: 18 218; Taillen-umfang: 17 113	24-Stunden-Erinnerungs-protokoll (web-basiert, Selbstauskunft)	NOVA (Quartile: % an der gesamten täglichen Energie-zufuhr)	anthropo-metrische Messung	Adipositas (BMI ≥ 30 kg/m²)	947	Q4 vs. Q1	HR: 1,79 (1,06–3,03); p-Trend = 0,068[a]	Alter, Geschlecht, Index der Mehrfachbenachteiligung, körperl. Aktivität, Raucherstatus, Schlafdauer, Baseline BMI bzw. Baseline Taillenumfang
										pro 10 % Anstieg des UPF-Verzehrs	HR: 1,10 (0,99–1,22); n.s.	
								Taillenumfang (Männer: ≥ 102 cm; Frauen: ≥ 88 cm)	1 990	Q4 vs. Q1	HR: 1,30 (1,14–1,48); p-Trend: < 0,001[a]	
										pro 10 % Anstieg des UPF-Verzehrs	HR: 1,06 (1,03–1,08)	
Rudakoff et al. [29], 2022, Brasilien	Ribeirão Preto Geburtskohor-te; prospektiv; laufend	B: 23–25 J.; F: 37–39 J.	Geburtsjahr 1978/79 49,3 % Frauen	1 021	FFQ (75 Items; validiert)	NOVA (täglicher UPF-An-teil am Gesamtver-zehr in % g/Tag)	anthropo-metrische Messung und klinische Untersuchung	BMI	Nicht berichtet	Assoziation zwi-schen UPF-Anteil an der Gesamt-ernährung zu 23–25 J. und Endpunkten bei 37–39 J.	β: 0,02 (0,00–0,04); p = 0,135; n.s.	Alter, Geschlecht, Familienein-kommen, Familienstand, TV und Lesezeit, körperl. Aktivität, Rauchen, Anabole Steroide, Gesamtenergiezufuhr
				815				FMI	Nicht berichtet		β: 0,02 (0,00–0,04); p = 0,022	
				815				Körperfett-anteil	Nicht berichtet		β: 0,04 (0,00–0,08); p = 0,012	
Sandoval-In-sausti et al. [30], 2020, Spanien	Seniors-EN-RICA-1-Kohor-te; prospektiv; laufend	B: 2008–2010; F: 2015	Erwachsene; > 60 J.; 44,3 % Frauen	652	Persönl. Befragung der Ernährungs-gewohnheiten	NOVA (Tertile: % an der gesamten täglichen Energie-zufuhr)	anthropo-metrische Messung	Taillenumfang (Männer: ≥ 102 cm; Frauen: ≥ 88 cm)	177	T3 vs. T1	OR: 1,61 (1,03–2,51); p-Trend = 0,041[a]	Alter, Geschlecht, Bildungs-niveau, Familienstand, Raucher-status, Ex-Trinkerstatus, körperl. Aktivität im Haushalt u. in der Freizeit

B: Baseline; BMI: Body-Mass-Index; d: Tag (*day*); F: Follow-up; FFQ: Verzehrhäufigkeitsfragebogen (*Food-Frequency-Questionnaire*); FM: Fettmasse; FMI: Fettmasseindex; HR: Hazard Ratio; J.: Jahre; n: Anzahl; NOVA: Name, kein Akronym; n.s.: nicht signifikant; OR: Odds Ratio; P-CEBQ: *Portuguese Children's Eating Behaviour Questionnaire;* Q: Quartil oder Quintil; RCT: randomisierte kontrollierte Studie (*randomized controlled trial*); RR: Relatives Risiko; SD: Standardabweichung; T: Tertil; UK: Vereinigtes Königreich; UPF: stark verarbeitete Lebensmittel (*ultra-processed food*)

[a] p-Trend: Trend über die Gruppen/Tertile/Quartile

Tabelle 9/A2: Charakteristika und Ergebnisse der 5 eingeschlossenen Studien zum Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und dem Risiko für Hypertonie

Erstautor*in, Jahr, Land	Studiendesign	Laufzeit/ Erhebungs-zeitpunkte	Studien-population	Aus-gewertete Stich-probe (n)	Exposition		Endpunkt-erhebung	Endpunkt	Fälle (n)	Ergebnisse: Effektschätzer (95 % Konfidenzintervall)		Im Modell adjustierte Kovariablen
					Ernährungs-erhebung	UPF-Klassifizierung						
Da Scaranni et al. [34], 2021, Brasilien	ELSA-Brasil; prospektiv; laufend	B: 2008–2010; F: 2012/2014	Beamt*innen in akademischen Einrichtungen 35–74 J.; 58 % Frauen	8 171	FFQ (114 Items; validiert)	NOVA (Tertile: % der täglichen Energie aus UPF in %/Tag)	Blutdruck-messung im Studien-zentrum	Bluthochdruck (≥ 140/90 mmHg)	1 312	T3 vs. T1	OR: 1,17 (1,00–1,37); n.s.	Alter, Geschlecht, Ethnie, Bildungsniveau, *Time of F.*, körperl. Aktivität, Raucherstatus, BMI, Alkoholkonsum, Natriumaufnahme im 12-Stunden-Urin, Gesamtenergiezufuhr
Li & Shi, [35], 2022, China	CHNS-Studie; prospektiv; laufend	B: mind. 2 Erhebungen zwischen 1997–2011	Erwachsene; > 20 J.; 52,6 % Frauen	15 054	24-Stunden-Erinnerungs-protokoll	NOVA (Quartile des gemittelten täglichen UPF-Verzehrs in g/Tag)	Blutdruck-messung während Hausbesuch	Bluthochdruck (≥ 140/90 mmHg)	4 329	Gruppe 4 (≥100 g/d) vs. Gruppe 1 (0 g/d)	HR: 1,20 (1,06–1,35); p-Trend = 0,001[a]	Geschlecht, Alter, Energiezufuhr, Einkommen, Bildungsniveau, Urbanisation, Raucherstatus, Alkoholkonsum, körperl. Aktivität, Schlafdauer, BMI, Natrium-/Kaliumzufuhr
Mendonça et al. [32], 2017, Spanien	SUN Projekt; prospektiv; laufend	B: 1999–2018; F: mind. 2 J. u. 9 Monate	Universitäts-absolvent*innen; > 50 % Tätige im Gesundheitswesen; % Frauen: nicht berichtet	14 790	FFQ (136 Items; validiert)	NOVA (Tertile: UPF-Verzehr in Portionen/Tag)	Selbstauskunft nach ärztlicher Diagnose, Subgruppen-validierung	Bluthochdruck (≥ 140/90 mmHg)	1 702	T3 vs. T1	HR: 1,23 (1,09–1,38); p-Trend = 0,001[a]	Geschlecht, Alter, körperl. Aktivität, Fernsehdauer, BMI zu Beginn der Studie, Rauchertatus, Alkoholkonsum, Einnahme von Analgetika, spez. Diät bei Studienbeginn, Familienhistorie von Hypertonie/Hypercholesterinämie
Rezende-Alves et al. [33], 2021, Brasilien	CUME Projekt; prospektiv; laufend	B: 2016; F: 2018	Universitäts-absolvent*innen; 76,1 % Frauen	1 221	FFQ (144 Items; validiert)	NOVA (Quintile: % der täglichen Energie aus UPF in %/Tag)	Selbst-auskunft, Einnahme Bluthoch-druckme-dikamente, Subgrup-penvalidie-rung	Bluthochdruck (≥ 130/80 mmHg)	370	Q5 vs. Q1	RR: 1,35 (1,01–1,81); p-Trend = 0,109[a]	Geschlecht, Alter, Familienstand, Hautfarbe, Pro-Kopf-Einkommen, körperl. Aktivität, Raucherstatus, Fettleibigkeit, Bluthochdruck; Familienhistorie von T2DM, Hypercholesterinämie und Hypertriglyceridämie
Vilela et al. [16], 2022, Portugal	Generation XXI-Geburtskohorte; prospektiv; laufend	B: im Alter von 4 J.; F: im Alter von 7 J. u. 10 J.	Kinder, Geburts-jahrgang 2005/06; 48 % Mädchen	3 034	2/3-tägiges Ernährungs-tagebuch	NOVA (Anteil der NOVA-Klasse IV an der gesamten Energie-zufuhr in g/Tag bzw. % g/Tag und % Kalorien/Tag)	Blutdruck-messung u. klinische Untersu-chung	Höheres Blut-druckprofil (Blut-druck-Z-Scores für Diastole und Systole)	Nicht berichtet	Assoziation zwischen UPF-Anteil an der Gesamt-ernährung bei 7 J. u. Blutdruckprofil bei 10 J.	β: 0,008 (–0,001–0,028); n.s.	Mütterl. Alter, Bildungsniveau und BMI; Verzehr der anderen NOVA-Gruppen

B: Baseline; BMI: Body-Mass-Index; d: Tag (*day*); F: Follow-up; FFQ: Verzehrhäufigkeitsfragebogen (*Food-Frequency-Questionnaire*); HR: Hazard Ratio; J.: Jahre; mmHg: Millimeter Quecksilbersäule; n: Anzahl; NOVA: Name, kein Akronym; n.s.: nicht signifikant; OR: Odds Ratio; Q: Quintil; RR: Relatives Risiko; T: Tertil; T2DM: Typ-2-Diabetes; UPF: stark verarbeitete Lebensmittel (*ultra-processed food*)

[a] p-Trend: Trend über die Gruppen/Tertile/Quintile

Tabelle 9/A3: Charakteristika und Ergebnisse der 2 eingeschlossenen Studien zum Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und dem Risiko für MetS im Erwachsenenalter

Erstautor*in, Jahr, Land	Studiendesign	Laufzeit/ Erhebungs-zeitpunkte	Studien-population	Aus-gewertete Stich-probe (n)	Exposition		Endpunkt-erhebung	Endpunkt	Fälle (n)	Ergebnisse: Effektschätzer (95 % Konfidenzintervall)		Im Modell adjustierte Kovariablen
					Ernährungs-erhebung	UPF-Klassifizierung						
Canhada et al. [38], 2023, Brasilien	ELSA-Brasil; prospektiv; laufend	B: 2008–2010; F: 2012/14 und 2017/19	Beamt*innen in akademischen Einrichtungen 35–74 J.; 58,7 % Frauen	8 065	FFQ (114 Items; validiert)	NOVA (Quartile: % des Gesamtverzehrs in g/Tag)	anthropometrische Messung; Blutanalyse; Blutdruckmessung im Studienzentrum	MetS Kriterien[a] nach Alberti et al. [36]	2 508	Q4 vs. Q1	RR: 1,19 (1,07–1,32); p-Trend < 0,0001[c]	Alter, Geschlecht, Studienzentrum, Ethnie oder Hautfarbe, Einkommen, Schulleistung, Raucherstatus, körperliche Aktivität, Alkoholkonsum, Energiezufuhr, BMI
										absoluter Anstieg um 150 g/Tag	RR: 1,04 (1,02–1,06)	
Pan et al. [39], 2023, China	CHNS-Studie; prospektiv; laufend	Erhebungszeitpunkte: 2009, 2015, 2018	Erwachsene; > 20 J.	5 147	3-tägiges 24-Stunden-Erinnerungsprotokoll	NOVA (Quartile: gemittelter UPF-Verzehr in g/Tag)	anthropometrische Messung; Blutanalyse; Blutdruckmessung	MetS Kriterien des NCEP ATP III[b] [37]	1 712	Q4 vs. Q1	HR: 1,17 (1,01–1,35); p-Trend = 0,047[c]	Geschlecht, Alter, Bildungsstand, geografische Lage, Einkommensniveau, Raucherstatus, Alkoholkonsum, körperl. Aktivität, Urbanisierungsgrad, BMI, Gesamtenergiezufuhr, Nahrungsprotein, Nahrungsfett, Nahrungskohlenhydrate und Nahrungsnatrium

B: Baseline; BMI: Body-Mass-Index; F: Follow-up; FFQ: Verzehrhäufigkeitsfragebogen (*Food-Frequency-Questionnaire*); HR: Hazard Ratio; J.: Jahre; MetS: metabolisches Syndrom; n: Anzahl, NOVA: Name, kein Akronym; Q: Quartil; RR: Relatives Risiko; UPF: stark verarbeitete Lebensmittel (*ultra-processed food*)

[a] MetS durch das Vorhandensein von mindestens drei der fünf folgenden Komponenten: hoher Nüchternglucosewert, hohe Triglyceridwerte, niedriges HDL-Cholesterol, hoher Blutdruck und abdominale Adipositas

[b] MetS Kriterien des *National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III* (NCEP ATP III): Zutreffen von drei der fünf folgenden Komponenten: abdominale Adipositas, erhöhte Triglyceride, verringertes HDL-Cholesterol, erhöhter Blutdruck, erhöhter Nüchternglucosewert

[c] p-Trend: Trend über die Quartile

Tabelle 9/A4: Charakteristika und Ergebnisse der 5 eingeschlossenen Studien zum Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und dem Risiko für Typ-2-Diabetes im Erwachsenenalter

Erstautor*in, Jahr, Land	Studiendesign	Laufzeit/ Erhebungs-zeitpunkte	Studien-population	Aus-gewertete Stich-probe (n)	Exposition		Endpunkt-erhebung	Endpunkt	Fälle (n)	Ergebnisse: Effektschätzer (95 % Konfidenzintervall)		Im Modell adjustierte Kovariablen
					Ernährungs-erhebung	UPF-Klassifizierung						
Duan et al. [44], 2022, Niederlande	Lifelines Kohorte; prospektiv; laufend	B: 2006–2013; F: n = 4 Zeitpunkte zwischen 13 u. 44 Monaten	Erwachsene; 35–70 J.; 58,6 % Frauen	70 421	FFQ (110 Items; validiert)	NOVA (Quartile: % des Gesamtverzehrs in g/Tag)	Selbstauskunft, Blutwerte (HbA1c und Blutzucker zum zweiten Assessment)	T2DM Inzidenz	1 128	Q4 vs. Q1	OR: 1,56 (1,27–1,92); p-Trend < 0,001[a]	Geschlecht, Alter, BMI, Lifelines-Diät-Score, Gesamtenergiezufuhr, Alkoholkonsum, Raucherstatus, Bildungsniveau, nicht-berufliche moderate bis intensive körperl. Aktivität, Fernsehzeit
										absoluter Anstieg um 10 %	OR: 1,17 (1,09–1,26); p < 0,001	
Levy et al. [41], 2021, UK	Stichprobe der UK Biobank; prospektiv; laufend	B: 2007–2010; F: 2012–2019	Erwachsene; 40–69 J.; 52,9 % Frauen	21 730	24-Stunden-Erinnerungsprotokoll (web-basiert, Selbstauskunft)	NOVA (Quartile: % des Gesamtverzehrs in g/Tag)	Selbstauskunft, Interview	T2DM Inzidenz	305	Q4 vs. Q1	HR: 1,44 (1,04–2,02); p-Trend < 0,028[a]	Geschlecht, Alter, BMI, Ethnie, Gesamtenergiezufuhr, Familienhistorie von T2DM, Index der Mehrfachbenachteiligung, körperl. Aktivität, Raucherstatus
										absoluter Anstieg um 10 %	HR: 1,12 (1,04–1,20); p < 0,002	
Li & Shi [40], 2022, China	CHNS-Studie; prospektiv; laufend	B: mind. 2 Erhebungen zwischen 1997–2011; F: 2009–2015	Erwachsene; > 20 J.; 51,0 % Frauen	12 849	24-Stunden-Erinnerungsprotokoll	NOVA (Quartile: gemittelter UPF-Verzehr in g/Tag)	Selbstauskunft, in den Erhebungen 2009 u. 2015 zusätzlich: Blutwerte (HbA1c und Blutzucker)	T2DM Inzidenz	Nicht berichtet	Gruppe 4 (≥100 g/d) vs. Gruppe 1 (0 g/d)	OR: 1,79 (1,40–2,29); p < 0,001	Alter, Geschlecht, Energiezufuhr, Fettzufuhr, Einkommen, Urbanität, Bildung, Raucherstatus, Alkoholkonsum, körperliche Aktivität, Hypertonie, BMI
Llavero-Valero et al. [43], 2021, Spanien	SUN Projekt; prospektiv; laufend	B: 1999–2018; F: mind. 2 J. u. 9 Monate	Universitätsabsolvent*innen; > 50 % Tätige im Gesundheitswesen; 61,5 % Frauen	20 060	FFQ (136 Items; validiert)	NOVA (Tertile: UPF-Gesamtverzehr in g/Tag, adjustiert für Gesamtenergiezufuhr)	Selbstauskunft; Bestätigung durch Krankenakte	T2DM Inzidenz	175	T3 vs. T1	HR: 1,65 (1,14–2,38); p-Trend = 0,023[a]	Geschlecht, Alter, BMI, Ausbildungsstatus, Familienhistorie von T2DM, Raucherstatus, Snackverhalten, Aktivitäts- + Lebensstil-Score, Ernährungsweise bei Studienbeginn
Srour et al. [42], 2020, Frankreich	NutriNet-Santé Kohorte; prospektiv; laufend	B: 2009–2017; F: mind. 2 J.; mind. 2 Ernährungsprotokolle	Erwachsene; > 18 J.; allg. Bevölkerung; 79,2 % Frauen	104 707	24-Stunden-Erinnerungsprotokoll (n ≤ 15; web-basiert)	NOVA (Quartile: % des Gesamtverzehrs in g/Tag)	Fragebogen (Selbstauskunft), nationale Datenbank (SNIIRAM)	T2DM Inzidenz	821	absoluter Anstieg um 10 %	HR: 1,15 (1,06–1,25); p = 0,001	Geschlecht, Alter, BMI, Gesamtenergiezufuhr, Ausbildungsstatus, körperl. Aktivität, Raucherstatus, Alkoholkonsum, Anzahl der 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle, Familienhistorie von T2DM, Ernährungsindex des Nährwertprofilierungssystems der *Food Standard Agency*

B: Baseline; BMI: Body-Mass-Index; d: Tag (*day*); F: Follow-up; FFQ: Verzehrhäufigkeitsfragebogen (*Food-Frequency-Questionnaire*); HR: Hazard Ratio; J: Jahre; n: Anzahl; NOVA: Name, kein Akronym; OR: Odds Ratio; Q: Quintil; T: Tertil; T2DM: Typ-2-Diabetes; UK: Vereinigtes Königreich; UPF: stark verarbeitete Lebensmittel (*ultra-processed food*)

[a] p-Trend: Trend über die Tertile/Quartile

Tabelle 9/A5: Charakteristika und Ergebnisse der 10 eingeschlossenen Studien zum Zusammenhang zwischen dem UPF-Verzehr und dem Risiko für kardiovaskuläre Krankheiten im Erwachsenenalter

Erstautor*in, Jahr, Land	Studiendesign	Laufzeit/ Erhebungs-zeitpunkte	Studien-population	Aus-gewertete Stich-probe (n)	Exposition:		Endpunkt-erhebung	Endpunkt	Fälle (n)	Ergebnisse: Effektschätzer (95 % Konfidenzintervall)		Im Modell adjustierte Kovariablen
					Ernährungs-erhebung	UPF-Klassifizierung						
Bonaccio et al. [46], 2021, Italien	Moli-sani Studie; prospektiv; laufend	B: 2005–2010; F: bis 2015	Erwachsene; ≥ 35 J.; Geschlechts-verteilung nicht be-richtet	22 475	EPIC FFQ (validiert für Italien)	NOVA (Quartile: % des Gesamtver-zehrs in g/Tag)	Sterberegister	CVD Mortalität	439	Q4 vs. Q1	HR: 1,65 (1,29–2,11)	Geschlecht, Alter, Energiezufuhr, Bildungsniveau, Wohnsituation, Raucherstatus, BMI, körperl. Aktivität, Krebsvorgeschichte, CVD, Diabetes, Bluthochdruck, Hyperlipidämie, Wohnort
										pro 5 % Erhöhung des UPF-Anteils	p = 0,027	
								Mortalität zerebrovasku-lärer Erkran-kungen und ischämischer Herzkrankheit	255	Q4 vs. Q1	HR: 1,63 (1,19–2,25)	
Bonaccio et al. [47], 2022, Italien	Moli-sani Studie; prospektiv; laufend	B: 2005–2010; F: bis 2015	Erwachsene; ≥ 35 J.; 52,3 % Frauen	22 895	EPIC FFQ (validiert für Italien)	NOVA (Quartile: % des Gesamtver-zehrs in g/Tag)	Sterberegister	CVD Mortalität	792	Q4 vs. Q1	HR: 1,32 (1,06–1,64)	Geschlecht, Alter, Energiezufuhr, Wohnsituation, Raucherstatus, BMI, körperl. Aktivität in der Freizeit, Krebsvorgeschichte, Vor-geschichte von CVD-Erkrankun-gen, Diabetes, Bluthochdruck, Hyperlipidämie, Wohnort
								Mortalität zerebrovasku-lärer Erkran-kungen und ischämischer Herzkrankheit	426	Q4 vs. Q1	HR: 1,17 (0,87–1,59); n.s.	
Chen et al. [11], 2022, UK	Stichprobe der UK Biobank; prospektiv; laufend	B: 2007–2010; F: 2012–2020	Erwachsene; 49–62 J.; 55,6 % Frauen	60 298	24-Stunden-Erin-nerungsprotokoll (web-basiert, Selbstauskunft)	NOVA (Quartile: % der täglichen Energie aus UPF in %/Tag)	Krankenak-ten, nationale Datenbank (NHS)	CVD Inzidenz (Fälle; ICD-10-Codes: I20–I25, I48, I50, I60–I64, I67–I69)	6 048	Q4 vs. Q1	HR: 1,18 (1,10–1,26) p-Trend < 0,001[a]	Alter, Geschlecht, ethnische Zugehörigkeit, Bildungsjahre, Raucherstatus und Townsend-Deprivationsindex
								Inzidenz koronare Herzkrankheit (ICD-10-Codes: I20–I25, I48, I50)	5 327	Q4 vs. Q1	HR: 1,18 (1,10–1,28) p-Trend < 0,001[a]	
								CVD Mortalität	384	Q4 vs. Q1	HR: 1,30 (1,13–1,50) p-Trend < 0,001[a]	
								Inzidenz zere-brovaskuläre Erkrankungen (ICD-10-Codes: I60–I64, I67–I69)	1 519	Q4 vs. Q1	HR: 1,30 (1,13–1,28) p-Trend = 0,37[a]	

▶ Fortsetzung **Tabelle 9/A5**

Erstautor*in, Jahr, Land	Studiendesign	Laufzeit/ Erhebungszeitpunkte	Studienpopulation	Ausgewertete Stichprobe (n)	Exposition: Ernährungserhebung	Exposition: UPF-Klassifizierung	Endpunkterhebung	Endpunkt	Fälle (n)	Ergebnisse: Effektschätzer (95 % Konfidenzintervall)		Im Modell adjustierte Kovariablen
Dehghan et al. [48], 2023, multinational: n = 21 Länder	PURE-Studie; prospektiv; laufend	B: 2 Phasen zwischen 2003–2023; F: nach 3,6,9 und 12 J. bis 2021	Erwachsene; 35–70 J.; 58,5 % Frauen	138 076 aus 25 verschiedenen Ländern	FFQ (validiert; unterschiedlich nach Land)	NOVA (Quartile: % des Gesamtverzehrs in Portionen/Tag)	Fallbericht bei F. (Selbstauskunft), Sterbeurkunde	CVD Mortalität	9 227	Q4 vs. Q1	HR: 1,17 (0,98–1,41); n.s.; p-Trend = 0,04[a]	Alter, Geschlecht, städtische/ländliche Lage, Bildung, Wohlstandsindex, Einkommensniveau des Landes, Raucherstatus, BMI, körperliche Aktivität, Vorgeschichte Diabetes, Vorgeschichte Krebs, Vorgeschichte Bluthochdruck, Blutdruckmedikamente, tägliche Energiezufuhr und Land
										Pro Portionen/Tag	HR: 1,04 (1,01–1,08)	
								Inzidenz ‚schwere' Fälle an CVD[b]	7 934	Q4 vs. Q1	HR: 1,01 (0,90–1,12); n.s.; p-Trend = 0,9[a]	
										Pro Portionen/Tag	HR: 1,01 (0,99–1,03); n.s.	
Du et al. [52], 2021, USA	Atherosclerosis Risk in Communities Study; prospektiv; laufend	B: 1987–89 und 1993–95; F: n = 6 Momente bis 2018/19	Erwachsene; 45–64 J.; 56 % Frauen	13 548	FFQ (66 Items; modifiziert)	NOVA (Quartile: Energiebereinigter durchschnittlicher UPF-Verzehr in Portionen/Tag)	Interview, Überwachung der Klinikentlassungen, Sterberegister (n)	Inzidenz koronare Herzkrankheit (Fälle; ICD-9-Codes: 410–414, 427.5, 429.2 und/oder 799)	2 006	Q4 vs. Q1	HR: 1,19 (1,05–1,35)	Geschlecht, Alter, Ethnie/Studienzentrum, Gesamtenergiezufuhr, Bildungsniveau, Raucherstatus, Alkoholkonsum, körperl. Aktivität
Juul et al. [50], 2021, USA	Framingham Offspring Studie; prospektiv; laufend	B: 1991; F: bis 2014/2017	Erwachsene; Nachkommen der Framingham Heart Study; 53,5 J.; 55,1 % Frauen	3 003	Havard FFQ (131 Items)	NOVA (Quintile: Energiebereinigter durchschnittlicher UPF-Verzehr in Portionen/Tag)	Studiendatenbank, Krankenakte, Untersuchung in Studienklinik	Inzidenz CVD Fälle gesamt	648	pro Portionen/Tag	HR: 1,05 (1,02–1,08); p ≤ 0,05	Alter, Geschlecht, Bildungsniveau, Raucherstatus, Alkoholkonsum, körperl. Aktivität
								CVD Mortalität	108		HR: 1,09 (1,02–1,16); p ≤ 0,05	
								Inzidenz ‚harte' Fälle an CVD[c]	251		HR: 1,07 (1,03–1,12); p ≤ 0,05	
								Inzidenz ‚harte' Fälle koronarer Herzkrankheit[d]	163		HR: 1,09 (1,04–1,15); p ≤ 0,05	
Kim et al. [51], 2019, USA	Stichprobe aus NHANES III & National Center for Health Statistics; prospektiv	B: 1988–1994; F: bis 2011	Erwachsene; ≥ 20 J.; allg. Bevölkerung; % Frauen: nicht berichtet	11 898	FFQ (48 Items; validiert); 24-Stunden-Erinnerungsprotokoll	NOVA (Quartile: UPF-Verzehrhäufigkeit in Produkte/Tag)	Datenbank	CVD Mortalität (ICD-10-Codes: I00-I69)	648	Q4 vs. Q1	HR: 1,13 (0,74–1,71); n.s.; p-Trend = 0,78[a]	Alter, Geschlecht, Ethnie, Gesamtenergiezufuhr, Armutsniveau, Bildungsniveau, Raucherstatus, körperl. Aktivität, Alkoholkonsum, BMI, Bluthochdruck, Gesamtcholesterin und geschätzte glomeruläre Filtrationsrate

▶ Fortsetzung **Tabelle 9/A5**

Erstautor*in, Jahr, Land	Studiendesign	Laufzeit/ Erhebungszeitpunkte	Studienpopulation	Ausgewertete Stichprobe (n)	Exposition:		Endpunkterhebung	Endpunkt	Fälle (n)	Ergebnisse: Effektschätzer (95 % Konfidenzintervall)		Im Modell adjustierte Kovariablen
					Ernährungserhebung	UPF-Klassifizierung						
Li et al. [45], 2023, UK	Stichprobe der UK Biobank; prospektiv; laufend	B: 2006–2010; F: ab B. bis 2021	Erwachsene; 40–69 J.; % Frauen: nicht berichtet	111 646	24-Stunden-Erinnerungsprotokoll (web-basiert, Selbstauskunft)	NOVA (Quartile: % des Gesamtverzehrs in g/Tag)	Krankenakten, Sterberegister	Inzidenz CVD (Fälle; ICD-10-Codes: I20-I25, I60-I64, I69)	7 006	Q4 vs. Q1	HR: 1,15 (1,07–1,23); p-Trend < 0,001[a]	Alter, Geschlecht, BMI, ethnische Zugehörigkeit, Bildung, Raucherstatus, Alkoholkonsum, körperliche Aktivität, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Bluthochdruck, Diabetes und Gesamtenergiezufuhr
										pro 10 % Anstieg des UPF-Verzehrs	HR: 1,07 (1,04–1,10); p< 0,001	
								Inzidenz koronare Herzkrankheit (ICD-10-Codes: I20–I25)	5 217	Q4 vs. Q1	HR: 1,19 (1,09–1,29); p-Trend < 0,001[a]	
										pro 10 % Anstieg des UPF-Verzehrs	HR: 1,07 (1,04–1,10); p < 0,001	
								CVD Mortalität (ICD-10-Codes: I00–I99)	1 124	Q4 vs. Q1	HR: 1,39 (1,18–1,64); p-Trend < 0,001[a]	
										pro 10 % Anstieg des UPF-Verzehrs	HR: 1,16 (1,09–1,23); p < 0,001	
								Inzidenz zerebrovaskuläre Erkrankungen (ICD-10-Codes: I60–I64, I60–I69)	2 1475 217	Q4 vs. Q1	HR: 1,09 (0,97–1,23); n.s.; p-Trend = 0,24[a]	
										pro 10 % Anstieg des UPF-Verzehrs	HR: 1,06 (1,01–1,11); p = 0,03	
Srour et al. [53], 2019, Frankreich	NutriNet-Santé Kohorte; prospektiv; laufend	B: 2009; kontinuierlich; F: bis 2018, mind. 2 J.	Erwachsene; > 18 J.; allg. Bevölkerung; 79,2 % Frauen	105 159	24-Stunden-Erinnerungsprotokoll (n ≤ 15; web-basiert); validiert im Vergleich zu Interview und Biomarkern	NOVA (Quartile: % des Gesamtverzehrs in g/Tag)	Fragebogen, Krankenakten, nationale Datenbank (SNIIRAM)	Inzidenz CVD-Fälle gesamt (ICD-10-Codes: I64, I21, I20.0, I21.4, Z95.8, G45.8, G45.9)	1 409	Q4 vs. Q1	HR: 1,23 (1,04–1,45); p-Trend = 0,02[a]	Alter, Geschlecht, Energiezufuhr, Anzahl der 24-Stunden-Ernährungsaufzeichnungen, Raucherstatus, Bildungsniveau, körperl. Aktivität, BMI, Alkoholkonsum, familiäre Vorbelastung durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen
										pro 10 % Anstieg des UPF-Verzehrs	HR: 1,12 (1,05–1,20); p < 0,001	
								Inzidenz koronare Herzkrankheit (ICD-10-Codes: I21, I20.0, I21.4, Z95.8)	665	Q4 vs. Q1	HR: 1,20 (0,93–1,53); n.s.; p-Trend = 0,07[a]	
										pro 10 % Anstieg des UPF-Verzehrs	HR: 1,13 (1,02–1,24); p = 0,02	
								Inzidenz zerebrovaskuläre Erkrankungen (ICD-10-Codes: I64, G45.8 und G45.9)	829	Q4 vs. Q1	HR: 1,24 (1,00–1,53); n.s.; p-Trend = 0,1[a]	
										pro 10 % Anstieg des UPF-Verzehrs	HR: 1,11 (1,01–1,21); p = 0,02	

▶ Fortsetzung **Tabelle 9/A5**

Erstautor*in, Jahr, Land	Studiendesign	Laufzeit/ Erhebungszeitpunkte	Studienpopulation	Ausgewertete Stichprobe (n)	Exposition: Ernährungserhebung	Exposition: UPF-Klassifizierung	Endpunkterhebung	Endpunkt	Fälle (n)	Ergebnisse: Effektschätzer (95 % Konfidenzintervall)		Im Modell adjustierte Kovariablen
Zhong et al. [49], 2021, USA	PLCO Cancer-Screening Trial; longitudinal; beendet	B: 1993–2001; F: bis 2015	Erwachsene; 55–74 J.; 53,7 % Frauen	91 891 (Intervention + Kontrolle)	DHQ FFQ (137 Items; validiert)	NOVA (Quintile: energiebereinigter UPF-Verzehr in Portionen/Tag)	Fragebogen (Selbstauskunft), Sterbeurkunde (n)	CVD Mortalität (ICD-9-Codes: 390–459)	5 490	Q5 vs. Q1	HR: 1,50 (1,36–1,64); p-Trend < 0,001[a]	Alter, Geschlecht, Ethnie, Bildungsniveau, Familienstand, Studienzentrum, Aspirineinnahme, Raucherstatus, Alkoholkonsum, BMI, körperl. Aktivität, Gesamtenergiezufuhr, Vorbelastung durch Diabetes u. Hypertonie
								Mortalität Herzkrankheiten (ICD-9-Codes: 390–398, 402, 404, 410–429)	3 985	Q5 vs. Q1	HR: 1,68 (1,50–1,87); p-Trend < 0,001[a]	
								Zerebrovaskuläre Mortalität (ICD-9-Codes: 430–438)	1 126	Q5 vs. Q1	HR: 0,94 (0,76–1,17); n.s.; p-Trend = 0,741[a]	

B: Baseline; BMI: Body-Mass-Index; CVD: kardiovaskuläre Erkrankungen (*cardiovasular diseases*); F: Follow-up; FFQ: Verzehrhäufigkeitsfragebogen (*Food-Frequency-Questionnaire*); HR: Hazard Ratio; J.: Jahre; n: Anzahl; NOVA: Name, kein Akronym; n.s.: nicht signifikant; Q: Quartil oder Quintil; SD: Standardabweichung; UK: Vereinigtes Königreich; UPF: stark verarbeitete Lebensmittel (*ultra-processed food*); USA: Vereinigte Staaten von Amerika

[a] p-Trend: Trend über die Quartile/Quintile;
[b] tödliche CVD und nicht tödlicher Myokardinfarkt, Schlaganfall und Herzinsuffizienz
[c] plötzlicher/nicht plötzlicher Koronartod, Myokardinfarkt und tödlicher/nicht tödlicher Schlaganfall;
[d] plötzlicher/nicht plötzlicher Koronartod und Myokardinfarkt

9.7

Tabelle 9/A6:

Erstautor*in, Jahr, Land	Studiendesign	Laufzeit/ Erhebungszeitpunkte	Studienpopulation	Ausgewertete Stichprobe (n)	Exposition: Ernährungserhebung	Exposition: UPF-Klassifizierung	Endpunkterhebung	Endpunkt	Fälle (n)	Ergebnisse: Effektschätzer (95 % Konfidenzintervall)		Im Modell adjustierte Covariablen
Azeredo et al. [54], 2020, Brasilien	2004 Pelotas Geburtskohorte; prospektiv; laufend	B: im Alter von 6 J. (2010); F: im Alter von 11 J. (2015)	Kinder, 6 u. 11 J.; 50,6 % Mädchen	2 190	FFQ (validiert; 54 Items für 6-Jährige; 88 Items für 11-Jährige)	NOVA (Quintile: % der täglichen Energiezufuhr an UPF in % Kalorien/Tag)	Selbstauskunft per Fragebogen durch die Mutter (validiert)	Atembeschwerden (*wheezing*)	279	Q5 vs. Q1	OR: 0,85 (0,54–1,34); n.s.; p-Trend = 0,324[a]	Geschlecht, Gesamtenergiezufuhr, (Gesamtenergiezufuhr/ geschätzter altersadjustierter Energieverbrauch), Familieneinkommen, mütterl. Bildungsniveau, Alter, Hautfarbe, Asthma, Parität, Rauchen während Schwangerschaft, elterl. Raucherstatus
								Asthma	507	Q5 vs. Q1	OR: 0,84 (0,58–1,21); n.s.; p-Trend = 0,299[a]	
								Schweres Asthma	156	Q5 vs. Q1	OR: 1,12 (0,62–2,03); n.s.; p-Trend = 0,672[a]	

B: Baseline; F: Follow-up; FFQ: Verzehrhäufigkeitsfragebogen (*Food-Frequency-Questionnaire*); J.: Jahre; NOVA: Name, kein Akronym; n.s.: nicht signifikant; OR: Odds Ratio; Q: Quintil; UPF: stark verarbeitete Lebensmittel (*ultra-processed food*)

[a] p-Trend: Trend über die Quintile

10 Neuartige alternative Proteinquellen – eine Übersicht

Andreas Dötsch, Hanna Haidar, Judith Lauvai, Manuel Rodriguez Gomez, Manuela Rist, Marina Liaskos, Sandrine Louis, Victor Schmalle, Bettina Hieronimus

Institut für Physiologie und Biochemie der Ernährung, Max Rubner-Institut (MRI), Karlsruhe

Zusammenfassung

Proteine sind essenziell für die menschliche Ernährung, wobei in Deutschland etwa 60 % des Nahrungsproteins aus tierischen Quellen stammt. Diese Abhängigkeit wirft ökologische, ethische und gesundheitliche Bedenken auf. Daher gewinnen neuartige alternative Proteinquellen an Bedeutung, da sie innovative Technologien und Produkte repräsentieren und das Potenzial haben, ökologische, ethische und gesundheitliche Herausforderungen zu bewältigen.

Der vorliegende Bericht gibt einen narrativen Überblick über neuartige alternative Proteinquellen, die pflanzliche, mikrobielle und tierische (Lebensmittelinsekten und In-vitro-Fleisch) Ursprünge haben, wobei der Fokus auf deren ernährungsphysiologischer Qualität liegt. Zudem werden die mit den neuartigen alternativen Proteinquellen einhergehenden Chancen und Herausforderungen sowie Nachhaltigkeitsaspekte beleuchtet.

Pflanzliche Ersatzprodukte werden aus verschiedenen Quellen hergestellt, die sowohl traditionell verzehrte Pflanzen enthalten als auch Pflanzenarten oder -teile, die früher nicht für die Humanernährung verwendet wurden. Die Produkte sind meistens aus vielen Zutaten zusammengesetzt und werden meist tierischen Lebensmitteln in Form, Textur und Geschmack nachempfunden.

Fermentation ist eine zentrale Technologie in der alternativen Proteinproduktion. Hierbei gibt es verschiedene Arten, darunter die klassische Fermentation, Biomasse-Fermentation und *precision fermentation*. Klassische Fermentation nutzt Mikroorganismen, um Rohstoffe zu fermentieren und dabei Geschmack, Textur oder ernährungsphysiologische Eigenschaften zu verändern. In der Biomasse-Fermentation bilden Mikroorganismen den Hauptteil der Produkte. *Precision fermentation* ermöglicht die gezielte Herstellung verschiedenster Proteine und anderer Zutaten mithilfe von Mikroorganismen.

Insekten als Lebensmittel haben in tropischen Regionen von Afrika, Asien und Lateinamerika eine lange kulturelle Tradition. Sie bestehen überwiegend aus Protein, das speziesabhängig ein hochwertiges Aminosäurenmuster aufweist. Die Nutzung von Insekten für die Ernährung birgt jedoch mikrobielle Risiken und kann bei bestimmten Personengruppen Allergien auslösen.

In-vitro-Fleisch (Laborfleisch, *Clean Meat*) wird im Labor aus Zellkulturen hergestellt. Die Herstellung von In-vitro-Fleisch ist jedoch noch nicht für die Produktion von großen Mengen bereit und bis das resultierende In-vitro-Fleisch gleichwertig zu herkömmlichem Fleisch ist, bedarf es noch intensiver Entwicklung.

Hinsichtlich der ernährungsphysiologischen Qualität der beschriebenen neuartigen alternativen Proteinquellen fällt auf, dass deren Proteinqualität je nach Quelle und Produkt variiert, wobei Aminosäurenzusammensetzung, Verdaulichkeit und Bioverfügbarkeit entscheidend für die Bewertung sind. Jedoch liefern Proteinquellen in unserer Ernährung nicht nur Aminosäuren, sondern auch Nährstoffe wie Mineralstoffe, Vitamine und bioaktive Substanzen wie Ballaststoffe und sekundäre Pflanzenstoffe, sodass auch die Versorgung mit diesen Nährstoffen betrachtet werden muss. Neben Nährstoffen können die Produkte auch Kontaminanten enthalten oder mikrobielle Risiken tragen. Daher ist es wichtig, diese Risiken zu überwachen und zu minimieren.

Die Produkte, die heute verfügbar sind, haben eine große Bandbreite, was die eingesetzten Rohstoffe, Technologien und ernährungsphysiologische Qualität betrifft. Neuartige alternative Proteinquellen könnten eine ernährungsphysiologisch ausgewogene Alternative zu traditionellen tierischen Lebensmitteln darstellen.

Kernaussagen:

- ➔ Neuartige alternative Proteinquellen beinhalten pflanzliche (essbare sowie nicht essbare Pflanzenbestandteile), tierische (Lebensmittelinsekten, In-vitro-Fleisch) und mikrobielle (Mikroalgen, Hefen, Pilze, Bakterien) Proteinquellen.
- ➔ Die ernährungsphysiologische Qualität unterscheidet sich zwischen den Produkten sehr stark und ist abhängig von den eingesetzten Rohstoffen und Verarbeitungsverfahren.
- ➔ Die präzise Steuerung der Produktionsbedingungen vieler Verfahren zur Herstellung neuartiger alternativer Proteinquellen bietet die Möglichkeit, die Nährstoffzusammensetzung von Lebensmitteln positiv zu beeinflussen.
- ➔ Eine bewusste Lebensmittelwahl ist notwendig, da sowohl neuartige alternative Proteinquellen mit günstigen ernährungsphysiologischen Eigenschaften als auch stark verarbeitete, salz- und zuckerreiche Produkte existieren.

10.1 Einleitung

Proteine sind ein essenzieller Bestandteil der menschlichen Ernährung. Nach Daten der Nationalen Verzehrsstudie II (NVS II) werden in Deutschland etwa 60 % des Nahrungsproteins aus tierischen Quellen gedeckt [1], was ökologische, ethische und gesundheitliche Bedenken aufkommen lässt. Vor allem vor dem Hintergrund stetig steigender Bevölkerungszahlen und einem damit einhergehenden steigenden Bedarf an Nahrungsprotein werden alternative Quellen zur Deckung des Proteinbedarfs immer wichtiger.

Alternative Proteine dienen zum einen als Ersatz für traditionelle tierische Proteinquellen wie Fleisch, Fisch, Milchprodukte oder Eier sowie deren Erzeugnisse und zum anderen als zusätzliche Proteinquelle für den wachsenden globalen Bedarf. **Traditionelle alternative Proteinquellen** beinhalten unter anderem pflanzliche Quellen, die schon lange Teil der menschlichen Ernährung sind, beispielsweise Hülsenfrüchte, Getreide, Nüsse und Ölsaaten. Diese etablierten Lebensmittelquellen werden in ihrer herkömmlichen Form hier nicht behandelt. In diesem Kapitel liegt der Fokus auf **neuartigen alternativen Proteinquellen**, die als innovative und technologisch fortschrittliche Entwicklungen angesehen werden können. Oft basieren diese auf traditionellen Quellen, die über neuartige Methoden prozessiert werden, auf neu erschlossenen Quellen, wie Insekten, Algen, Pilzen oder auf Proteinen aus biotechnologischer Herstellung. Darüber hinaus können sie auch durch Fermentation, Kultivierung von Zellen oder andere innovative Biotechnologien hergestellt werden. Generell bieten alternative Proteinquellen die Chance, eine Reihe von ökologischen, ethischen und gesundheitlichen Problemen zu lösen. Sie haben den Anspruch, ressourceneffizienter, gesünder oder nachhaltiger zu sein als traditionelle tierische Proteinquellen – allerdings hängt es von der konkreten Implementierung ab, ob diese Ziele erreicht werden.

Für gesunde normalgewichtige Erwachsene gilt eine tägliche empfohlene Zufuhr von 0,8 g Protein pro Kilogramm Körpergewicht. Momentan arbeitet die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) an der Erstellung einer evidenzbasierten Proteinleitlinie [2], um darzustellen, welche Beziehungen zwischen der Quantität und der Art von Proteinen in der Ernährung und verschiedenen gesundheitsbezogenen Endpunkten bestehen.

Um die ernährungsphysiologische Qualität von Proteinen zu bewerten, sind unterschiedliche Aspekte relevant. Zum einen die Aminosäurenzusammensetzung, hier im Speziellen der Gehalt an unentbehrlichen Aminosäuren und deren Verhältnis zueinander, aber auch die Verdaulichkeit und die Bioverfügbarkeit von Aminosäuren. Enthält ein Lebensmittel beispielsweise Inhibitoren für Enzyme, die für die Proteinverdauung notwendig sind, sinkt auch die biologische Wertigkeit, da weniger Nahrungsprotein in körpereigenes Protein umgewandelt werden kann. Die biologische Wertigkeit ist ein Maß dafür, wie vollständig ein Protein alle unentbehrlichen Aminosäuren liefert, und bezieht sich auf die Eigenschaft eines Nahrungsproteins, vom Körper effizient genutzt zu werden, um daraus körpereigenes Protein aufzubauen [3, 4].

Für die Bewertung der ernährungsphysiologischen Qualität von Proteinen wurden unterschiedliche Methoden entwickelt (s. Infobox).

Infobox: Messung der Proteinwertigkeit

Der ***Chemical Score*** vergleicht den Gehalt an unentbehrlichen Aminosäuren in einem Protein mit einem Referenzprotein. Als Referenzprotein wird das Eiprotein verwendet, da es eine hohe Proteinwertigkeit aufweist. Der *Chemical Score* bezieht sich auf die Menge der für die menschliche Ernährung limitierenden unentbehrlichen Aminosäuren im Protein und entspricht dem prozentualen Verhältnis des Gehalts dieser Aminosäuren im Vergleich zum Gehalt im Referenzprotein.

Der ***Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score*** **(PDCAAS)** ist ein gängiger Ansatz zur Bewertung der Proteinwertigkeit. Er berücksichtigt sowohl die Aminosäurenzusammensetzung als auch die Verdaulichkeit des Proteins. Der PDCAAS wird berechnet, indem der *Chemical Score* mit der Verdaulichkeit des Proteins multipliziert wird.

Die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (*Food and Agriculture Organization of the United Nations,* FAO) empfiehlt für die Beurteilung der Proteinqualität die Anwendung des ***Digestible Indispensable Amino Acid Scores*** **(DIAAS)**, der auf der wahren Verdaulichkeit der unentbehrlichen Aminosäuren im unteren Teil des Dünndarms basiert und den bis dato empfohlenen und weitverbreiteten PDCAAS ablöst. Der DIAAS ist ein relativ neuer Ansatz und berücksichtigt sowohl die Aminosäurenzusammensetzung als auch die Verdaulichkeit der Proteine; im Gegensatz zum PDCAAS verwendet der DIAAS jedoch einen anderen Referenzwert für die Aminosäurenzusammensetzung [5]. Für eine unentbehrliche Aminosäure entspricht 100 % dem Gehalt im Referenzmuster und wird als hoch bezeichnet. Ein Wert von 75–99 % wird als gut interpretiert, geringere Werte deuten auf eine mangelhafte Proteinqualität hin.

10.1

Diese Methoden zur Messung der Proteinwertigkeit können je nach Kontext und Zweck der Bewertung variieren. Es ist wichtig zu beachten, dass sie nur eine allgemeine Einschätzung der Proteinqualität liefern und nie alle Aspekte der ernährungsphysiologischen Qualität von Proteinen berücksichtigt werden können.

Tierische Proteine haben häufig eine hohe biologische Wertigkeit. Die Aminosäurenzusammensetzung ist günstig und unentbehrliche Aminosäuren sind in einem für den Menschen günstigen Verhältnis vorhanden. Proteinquellen beinhalten neben den Aminosäuren allerdings auch weitere Nährstoffe und Begleitstoffe, die für die Gesamtbetrachtung eines Lebensmittels in Betracht gezogen werden müssen.

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über neuartige alternative Proteinquellen, die auf dem Markt sind oder sich in der Entwicklung befinden, jedoch sind die Entwicklungen so dynamisch, dass es keinen Anspruch auf Vollständigkeit gibt. Das Ziel besteht darin, Leser*innen einen Einblick in die Vielfalt der neuartigen alternativen Proteinquellen zu bieten. Es werden dabei Technologien beschrieben, die gegenwärtig verwendet werden, deren Entwicklungsstand beleuchtet, die jeweiligen Besonderheiten herausgearbeitet und vor allem die ernährungsphysiologischen Eigenschaften betrachtet.

10.2 Neuartige alternative Proteinquellen

10.2.1 Pflanzliche Proteine

In diesem Abschnitt werden pflanzliche Proteine vorgestellt, die im Kontext von Ersatzprodukten für tierische Lebensmittel genutzt werden, mit besonderem Fokus auf Fleischersatzprodukte. Die Nutzung pflanzlicher Proteinquellen in Produkten auf Getreidebasis wie Brot und Nudeln, um diese noch proteinreicher zu machen, wird hier nicht berücksichtigt.

Seit jeher werden überall auf der Welt pflanzliche Proteinquellen verzehrt. Auch in Deutschland werden durchschnittlich rund 40 % des Gesamtproteins über pflanzliche Lebensmittel aufgenommen [1]. Diese Proteine stammen zum Großteil aus Getreide, Kartoffeln, Nüssen oder Hülsenfrüchten.

Die steigende Nachfrage nach pflanzlichen Alternativen zu tierischen Lebensmitteln hat die Lebensmittelindustrie dazu veranlasst, verstärkt neue Ersatzprodukte zu entwickeln, die den Geschmack und die Vielfalt tierischer Produkte nachahmen. Zwischen Oktober 2019 und September 2020 lag der Verkaufswert von pflanzenbasierten Ersatzprodukten in Deutschland bei 817 Millionen Euro – der höchste Wert innerhalb der Europäischen Union (EU) [6].

Den größten Anteil machen dabei Milchersatzprodukte aus. Diese basieren hauptsächlich auf Hafer, Mandeln, Soja, Reis und Kokos. Die Pflanzendrinks bieten eine ähnliche Optik, Konsistenz und Geschmack wie Milch. Zudem gibt es eine Vielzahl an Joghurt-Alternativen, vergleichsweise jedoch noch kaum Ersatzprodukte für Käse [6].

Pflanzenbasierte Fleischalternativen (*plant-based meat alternatives*, PBMA), wie Wurstimitate, Burgerbratlinge und Nuggets, werden in der Regel aus Sojaproteinen hergestellt, ergänzt durch Weizengluten, um die gewünschte Textur und Struktur zu erreichen. Erbsen oder Erbsenproteine werden derzeit intensiv als weitere Grundlage für PBMA verwendet. Für den Ersatz von Fisch und Meeresfrüchten werden heute vor allem Soja- oder Weizenproteine verwendet, die häufig mit Algenextrakten oder Sojasauce angereichert werden, um den typischen Meeresgeschmack zu erzeugen [7].

Pflanzenbasierte Fleischalternativen sind komplexe Produkte, die neben der pflanzlichen Proteinquelle auch eine Vielzahl anderer Bestandteile enthalten.

Ersatzprodukte für Eier können in vielen Rezepten verwendet werden, um die gleiche Funktion wie Eier zu erfüllen, und sogar wie Rührei benutzt werden. Diese sind entweder flüssig oder in Pulverform erhältlich, z. B. basierend auf Ackerbohnenprotein, Rapsöl und Mungobohnenprotein. Letzteres wurde vor kurzem durch die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (*European Food Safety Authority*, EFSA) als Novel Food zugelassen [8]. Einzigartig bisher ist die Entwicklung eines kompletten veganen Eis mit Schale, das auch für Spiegelei Ersatz schaffen soll: ein Start-up nutzt Erkenntnisse der molekularen Gastronomie, um ein flüssiges „Eigelb" aus Proteingemischen, innerhalb eines transluziden „Eiweißes" aus Proteinen und Polysacchariden, in einer Calciumcarbonat-basierten Kunststoffschale zu produzieren [9].

10.2.1.1 Herstellung

Neben bereits gut erforschten Quellen für pflanzliche Proteine wie Soja und Getreide werden weitere Pflanzen untersucht (Tab. 10/1).

Tabelle 10/1: Vielfalt der pflanzlichen Proteinquellen

Gruppe pflanzlicher Proteinquellen	Beispiele
Nüsse und ölhaltige Kerne	Soja, Erdnüsse, Rapssamen, Sesamsamen, Sonnenblumenkerne, Leinsamen, Hanfsamen, Baumwollsamen
Hülsenfrüchte	Bohnen, Kichererbsen, Linsen, Erbsen, Lupinen
Getreide und Pseudogetreide	Weizen, Mais, Hafer, Reis, Gerste, Sorghum, Amaranth
Blatt	Tabak, Gräser, Zuckerrohr, Klee, Zuckerrübe, Moringa, Wasserlinse
Algen	Mikroalgen, Makroalgen (besonders Rotalgen)

Für pflanzliche Ersatzprodukte werden verschiedene Proteinpräparate als Ausgangsmaterial verwendet. Sojabohnen können beispielsweise in verschiedenen Formen wie vollfettes, entfettetes sowie geröstetes Mehl verwendet werden. Darüber hinaus gibt es Konzentrate, die durch alkoholische Extraktion des entfetteten Mehls hergestellt werden und einen Proteingehalt von etwa 70 % aufweisen. Für eine noch stärkere Proteinkonzentration gibt es Proteinisolate mit einem Proteingehalt von etwa 90 %, die durch Extraktion in einer basischen Lösung und anschließender Ausfällung bei saurem pH-Wert hergestellt werden.

Pflanzenbasierte Fleischalternativen sind komplexe Produkte, die neben der pflanzlichen Proteinquelle auch eine Vielzahl anderer Bestandteile enthalten. Dazu gehören Wasser, Salz, Farbstoffe, Aromastoffe und Bindemittel wie bestimmte Polysaccharide (z. B. Stärke oder Carrageen) oder reine Proteinisolate wie Gluten. Je nach Bedarf kann auch eine Fettquelle hinzugefügt werden (Tab. 10/2).

Tabelle 10/2: Zusammensetzung von *plant-based meat alternatives* (PBMA): Beispiele und Funktionen der Zutaten [10,11]

PBMA-Zutatentyp (und %-Anteil)	Beispiele und Funktion
Wasser (50–80 %)	Saftigkeit
Proteinquellen • nicht texturiert (4–20 %) • texturiert (10–25 %)	Mehl, Mehl entfettet, Konzentrate, Isolate; Nährstoff, Struktur, Geschmack, Aussehen
Farbstoffe (0–5 %), sowohl hitzestabile als auch -labile	Zuckercouleur, Carotin, Leghämoglobin oder Rote-Bete-Extrakte für die „blutige" Farbe; Apfelextrakte, die bei der Zubereitung mit Hitze braun werden
Füll-/Bindemittel (1–15 %)	Polysaccharide wie Stärke oder Methylcellulose, Proteine (wie Gluten oder aus Eiern); Struktur, fett- und wasserbindend
Fett (0–15 %)	Feste Fette wie aus Kokosnuss, flüssige pflanzliche Öle; Geschmack und Geschmeidigkeit
Aromastoffe und andere Geschmacksverstärker (3–10 %)	Salz, Hefeextrakte, Kräuter, (reduzierende) Zucker und Aminosäuren
Weitere Zusätze (Spuren)	Vernetzungsmittel wie Kationen oder Enzyme (Transglutaminase), um die Gelstruktur zu verstärken; Emulgatoren; Mikronährstoffe wie Eisen, Zink, Calcium, aber auch Vitamine D und Vitamin B_{12} sowie n-3-Fettsäuren

10.2

Pflanzliche Proteine haben eine andere Struktur als tierische Proteine, was die Entwicklung von pflanzlichen Ersatzprodukten mit ähnlichen Eigenschaften erschwert und technologische Lösungen erforderlich macht. Technologien wie die Extrusion spielen eine wichtige Rolle bei der Umwandlung von pflanzlichen Proteinen in faserige Aggregate, die den gewünschten Eigenschaften tierischer Proteine ähneln. Der Extrusionsprozess umfasst die Vorbereitung des Materials, das Mischen und Erhitzen sowie die eigentliche Extrusion, um die gewünschte Form zu erhalten [12].

Neben der Extrusion werden auch andere Techniken wie Nass- oder Elektrospinnen [13, 14] sowie Gefrieren [15] zur Strukturierung von pflanzlichen Proteinen untersucht. Eine vielversprechende Technik ist die Scherströmung, die präzise kontrollierte Fließbewegungen verwendet, um die angestrebte Strukturierung von pflanzlichen Proteinen zu erreichen [16].

Für die Texturierung von Milch- und Ei-Ersatzprodukten sind die Anforderungen an die Proteine weniger komplex. Viele pflanzliche Proteine können beim Erhitzen unter kontrollierten Bedingungen Gelstrukturen bilden [17] und haben aufgrund ihrer kugelförmigen Struktur gute emulgierende Eigenschaften. Allerdings erfordern sie oft Zusatzstoffe für die Bindung und Stabilisierung. Bei „Analogkäse" bestehen die meisten Produkte aus teilhydrogenierten pflanzlichen Ölen, Wasser, Pflanzenproteinen, Emulgatoren, Säuremitteln, Stabilisatoren und Farbstoffen, ohne eine Reifung wie bei echtem Käse (s. 10.2.2.1).

10.2.1.2 Ernährungsphysiologische Qualität

Produkte, die alternative Proteinquellen enthalten, sollten ein ausgewogenes Aminosäurenmuster aufweisen, um eine ausreichende Versorgung an unentbehrlichen Aminosäuren zu ermöglichen. Die Zusammensetzung der Aminosäuren in pflanzlichen Quellen variiert stark je nach Quelle, mit einem *Digestible Indispensable Amino Acid Score* (DIAAS) von 36 für Mais bis 91 für Soja [18]. Soja und andere Hülsenfrüchte haben oft eine begrenzte Menge an den Aminosäuren Methionin und Cystein, während Lysin in Getreide fehlt [18]. Eine ausgewogene Mischung unterschiedlicher pflanzlicher Proteinquellen kann den Bedarf an allen unentbehrlichen Aminosäuren decken. Es ist auch möglich, Produkte mit einzelnen Aminosäuren anzureichern.

Bisher gibt es jedoch nur wenige Produkte mit gemischten Proteinquellen, die optimierte Aminosäurenmuster enthalten**.** Wenn zum Beispiel Soja- oder Erbsenprotein mit Weizen-, Reis- oder Kartoffelprotein im selben Produkt enthalten ist, ergeben sich die relativen Mengen aus technologischen Gründen, was in der Folge nicht unbedingt zu einem ausgewogenen Aminosäurenmuster führt [19].

> **Durch die Mischung unterschiedlicher Quellen von alternativen (neuartigen) Proteinen kann der Bedarf an allen unentbehrlichen Aminosäuren gedeckt werden, wobei es aktuell nur wenige Produkte mit gemischten Proteinquellen gibt, die optimierte Aminosäurenmuster enthalten.**

Selbst wenn die Aminosäurenzusammensetzung aus pflanzlichen Proteinen der von tierischen Proteinen ähnelt, kann sich die biologische Verwertbarkeit der Aminosäuren unterscheiden. Verglichen mit Molkenprotein haben Sojaproteine und pflanzliche Proteinmischungen eine geringere biologische Wertigkeit [20, 21]. Tatsächlich sind Pflanzenproteine wegen ihrer oft dichten Struktur schwer verdaulich. Zudem spielt die Reinheit der verwendeten Proteinfraktion eine entscheidende Rolle, da einige Sekundärstoffe, wie z. B. Phytate oder Trypsininhibitoren, die Verdaulichkeit und Absorption beeinflussen [22]. Die Verwendung von Isolaten oder Konzentraten kann von Vorteil sein, da dadurch die Konzentrationen solcher Sekundärstoffe in PBMA geringer sind als in der ursprünglichen pflanzlichen Quelle. Dazu kommen die Veränderungen während der Verarbeitung (z. B. Maillard-Reaktionen, die aber auch bei der Verarbeitung tierischer Proteinquellen vorkommen). Auch die Matrix, die durch die neuartige Verarbeitung entsteht, spielt eine Rolle für die Bioverfügbarkeit der Aminosäuren. Das Zusammenspiel dieser Interaktionsebenen und ihre jeweilige Bedeutung für die biologische Verwertbarkeit der Proteine sind noch nicht ausreichend verstanden und mehr Forschung ist notwendig.

> **Selbst wenn die Aminosäurenzusammensetzung aus pflanzlichen Proteinen der von tierischen Proteinen ähnelt, kann sich die biologische Verwertbarkeit der Aminosäuren unterscheiden.**

Neben den Proteinen und Aminosäuren weisen pflanzliche Ersatzprodukte im Vergleich zu ihren tierischen Äquivalenten auch Unterschiede hinsichtlich ihres Gehalts an anderen Nährstoffen auf. Die Nährstoffzusammensetzung von PBMA wurde in mehreren westlichen Ländern untersucht, und die Ergebnisse waren jeweils vergleichbar. Pflanzliche

Fleischalternativen, die in Deutschland [23], Großbritannien [24] und den USA [25, 26] auf dem Markt sind, enthalten weniger gesättigte Fettsäuren und Proteine, aber mehr Ballaststoffe und Salz als die fleischbasierten Produkte, die sie ersetzen sollen. In Bezug auf die Energiedichte können keine allgemeinen Aussagen getroffen werden, da diese produktabhängig ist und höher, geringer oder äquivalent zum Fleischprodukt sein kann. Während eine höhere Menge an Ballaststoffen und eine geringe Menge an gesättigten Fettsäuren ernährungsphysiologisch positiv zu bewerten sind, ist eine erhöhte Menge an Salz als weniger günstig zu beurteilen.

Bisher verfügbare Eiersatzprodukte zeigen eine ähnliche Proteinmenge, deutlich mehr ungesättigte und weniger gesättigte Fettsäuren, kein Cholesterol, aber mehr Kohlenhydrate und mehr Salz als Hühnereier [27].

Pflanzendrinks aus Mandel, Hafer oder Kokosnuss weisen weniger Proteine als Kuhmilch oder Sojadrinks auf. Im Vergleich zu Vollmilch beinhalten Pflanzendrinks meistens weniger gesättigte Fettsäuren. Wie bei den Eiersatzprodukten haben die pflanzlichen Milchersatzprodukte kein Cholesterol [27].

Auch die Zusammensetzung der Mikronährstoffe, der Metaboliten und der sekundären Pflanzenstoffe unterscheidet sich stark zwischen tierischen und pflanzlichen Produkten. Mikronährstoffe wie Vitamine oder Mineralstoffe werden den Ersatzprodukten teilweise zugesetzt, aber deren Bioverfügbarkeit ist oft nicht untersucht. Außerdem gibt es produkttypische Metabolite, wie z. B. Kreatin, das nur in tierischen Lebensmitteln vorkommt und einen positiven Effekt auf kognitive Funktionen hat [28]. Diese Stoffe müssen in der Gesamtheit mitberücksichtigt werden, um die gesundheitliche Wirkung des Austausches von tierischen Lebensmitteln durch pflanzliche Ersatzprodukten zu beurteilen. Dies benötigt mehr Forschung [19].

Bislang gibt es nur vereinzelte Studien, die den physiologischen Effekt von einem Austausch von tierischen Lebensmitteln durch pflanzenbasierte Ersatzprodukte untersuchen. Bei der SWAP-MEAT-Studie verzehrten Proband*innen über acht Wochen täglich im Rahmen eines Überkreuzversuchs entweder zwei Portionen pflanzlicher Ersatzprodukte oder tierischer Produkte wie Burger, Wurst oder Hähnchenbrust. Im Vergleich zur Phase mit tierischen Produkten zeigten sich nach der Phase mit pflanzlichen Produkten leicht reduzierte Konzentrationen von Trimethylamin-N-oxid (TMAO) und LDL-Cholesterol im Blut, was auf eine mögliche Reduktion des Risikos für kardiovaskuläre Krankheiten durch pflanzliche Ersatzprodukte hindeutet [29].

Andere Studien modellieren die Umstellung von einer omnivoren Ernährung zu verschiedenen pflanzenbasierten Ernährungsformen. Tso et al. [30] zeigten dabei, dass eine Umstellung zu einer vegetarischen oder veganen Ernährung, basierend auf derzeit erhältlichen pflanzlichen Ersatzprodukten (Fleischersatzprodukte sowie Ersatz für Milch- und Eiprodukte), mögliche Mängel an Calcium, Kalium, Magnesium, Zink und Vitamin B_{12} sowie einen Überschuss an gesättigten Fettsäuren, Natrium und Zucker mit sich bringen würde.

Aktuelle Studien verdeutlichen die Notwendigkeit, pflanzliche Ersatzprodukte mit spezifischen Mikronährstoffen anzureichern. Auch die Effekte auf die Darmmikrobiota sind noch kaum untersucht. Mögliche gesundheitsfördernde Effekte wurden in einer vierwöchigen Studie beobachtet, bei der gesunde Erwachsene fünf Fleischmahlzeiten pro Woche durch PBMA ersetzten [31]. Jedoch ist hierzu weitere Forschung nötig, um eine zuverlässige Bewertung zu ermöglichen. Insgesamt fehlen Daten aus epidemiologischen Studien, um die gesundheitlichen Effekte von pflanzenbasierten Ersatzprodukten zu bewerten.

10.2.1.3 Herausforderungen und Chancen

Die Akzeptanz der Verbraucher*innen von Produkten aus alternativen Proteinquellen ist noch gering, wobei pflanzliche Quellen meistens besser von Verbraucher*innen akzeptiert werden als andere Quellen [32]. Bekannte Quellen wie Soja oder Weizen zeigen eine höhere Akzeptanz. Verschiedene Faktoren können die Akzeptanz von Ersatzprodukten beeinflussen. Ein wichtiger Grund für die Ablehnung von PBMA ist die Sensorik [33]. Deswegen sollten diese Produkte geschmacklich und sensorisch noch ähnlicher zu den tierischen Produkten werden, gleichzeitig nachhaltig sein und keine gesundheitlichen Nachteile mit sich bringen. Eine Reduktion von Zucker und Salz, sowie für gewisse Produkte von gesättigten Fettsäuren, in PBMA ist wünschenswert.

Neuartige Quellen und Zutaten fallen häufig unter die Novel Food-Verordnung [34]. Hersteller müssen vor der Markteinführung einen Zulassungsantrag bei der EU stellen, der von der EFSA geprüft wird, was die Entwicklung von Ersatzprodukten bremst. Auch die Nutzung von neuen biotechnologisch hergestellten Zusatzstoffen bedarf einer Zulassung, wie z. B. für Leghämoglobin aus genetisch veränderten Hefen. Leghämoglobin ist aktuell bei der EFSA beantragt [35] und findet in den USA bereits Anwendung. Es wird eingesetzt, um blutig aussehende und nach Blut schmeckende Burger herzustellen.

> **Der Markt steht noch vor Herausforderungen für die Herstellung von Fleischersatzprodukten aus pflanzlichen Quellen, besonders was organoleptische und ernährungsphysiologische Eigenschaften angeht.**

Die Texturierung pflanzlicher Rohstoffe ist energieintensiv und neue, energieeffizientere Techniken müssen sich im industriellen Maßstab noch beweisen. Bisher ist es noch nicht gelungen, die Komplexität eines Produkts wie Muskelfleisch nachzuahmen, das sowohl Fettgewebe als auch Bindegewebe aufweist, die das Mundgefühl mitbestimmen. Auch Beigeschmack stellt eine Herausforderung dar und könnte durch weitere Aufreinigung der Proteine, Zusatz von maskierenden Geschmackstoffen, weitere Verarbeitung, wie z. B. durch Fermentation, oder sogar durch die Entwicklung von neuen Pflanzensorten auf verschiedenen Ebenen der Herstellung angegangen werden. Um die Nachhaltigkeit solcher Ersatzprodukte zu erhöhen, ist die Nutzung von Nebenströmen, z. B. aus der Pflanzenölproduktion, zu untersuchen.

10.2.1.4 Nachhaltigkeitsaspekte

Lebenszyklusanalysen (*life cycle assessment*, LCA) wurden für einzelne pflanzliche Ersatzprodukte durchgeführt und zeigten im Vergleich zum tierischen Äquivalent eine starke Reduktion des Ressourcenverbrauchs, wie z. B. einen Rückgang von über 90 % in der Flächennutzung sowie eine Reduktion von Treibhausgasemissionen (THGE) um knapp 90 % bei pflanzlichen Burgern im Vergleich zu Burgern aus Rindfleisch [36]. Da mehrere solcher Studien durch oder für die herstellende Firma durchgeführt worden sind, gibt es einen Bedarf an weiteren unabhängigen Analysen, um diese vielversprechenden möglichen Nachhaltigkeitseffekte zu bestätigen.

10.2.2 Fermentation

Fermentation ist eine Technologie mit einer jahrtausendealten Tradition, die in vielen Kulturen einen festen Bestandteil der Lebensmittelherstellung und -konservierung bildet. Dabei werden verschiedene Mikroorganismen genutzt, die ein rohes Lebensmittel oder einen Teil davon als Substrat umwandeln und dadurch die Eigenschaften des Produkts in vielfacher Hinsicht ändern.

Für die Fermentation sind im Wesentlichen drei Aspekte relevant: die eingesetzten Mikroorganismen, das Substrat und die Produkte aus der mikrobiellen Aktivität. Im Kontext der alternativen Proteine gibt es drei unterschiedliche Fermentationsarten, die den Fokus jeweils auf einen der drei Aspekte legen.

Bei der ersten Fermentationsart, der klassischen Fermentation, steht die Veränderung oder Veredlung eines Substrats im Vordergrund, mit dem Ziel, bestimmte Eigenschaften wie Haltbarkeit oder Geschmack zu verändern (s. 10.2.2.1). Bei der Biomasse-Fermentation wird die Fähigkeit der Mikroorganismen zum schnellen Wachstum genutzt. Hier sind die Mikroorganismen selbst das Produkt (s. 10.2.2.2). Bei der *precision fermentation* werden Mikroorganismen gezielt angepasst und genutzt, um bestimmte einzelne Proteine (oder andere Moleküle) zu produzieren, hier stehen also die Produkte der Mikroorganismen im Vordergrund (s. 10.2.2.3). Laut der Datenbank des *Good Food Institute* setzen weltweit 156 Start-ups Fermentation für ihre alternativen Proteinquellen ein, davon 39 die klassische Fermentation (s. 10.2.2.1), 63 Biomasse-Fermentation (s. 10.2.2.2) und mit 72 der größte Anteil, verwenden *precision fermentation* (s. 10.2.2.3) [37].

> **Für die Fermentation sind im Wesentlichen drei Aspekte relevant: die eingesetzten Mikroorganismen, das Substrat und die Produkte aus der mikrobiellen Aktivität.**

10.2.2.1 Klassische Fermentation

Fermentation wird bei tierischen und nicht tierischen Lebensmitteln eingesetzt. In Deutschland sind fermentierte Backwaren weitverbreitet, bei denen entweder die Bäckerhefe (*Saccharomyces cerevisiae*) oder Sauerteigkulturen (Mischkulturen aus Milchsäurebakterien und Hefen) verwendet werden. Fermentierte Getreideprodukte werden allerdings nicht den alternativen Proteinquellen zugeordnet. Neben Brot sind insbesondere fermentierte Milchprodukte wie Joghurt oder Käse weitverbreitet, und auch diese Produkte tragen zur Proteinversorgung in Deutschland bei [38]. In der folgenden Beschreibung liegt der Fokus auf Lebensmitteln und Produkten, die zu den neuartigen alternativen Proteinquellen gezählt werden.

Bedeutung

Fermentation wird eingesetzt, um die Produkteigenschaften wie den Geschmack zu verändern oder um Verträglichkeit und Haltbarkeit zu erhöhen. Substrate werden mit Bakterien, Pilzen (Hefen oder anderen) oder Kombinationen daraus inkubiert. Im industriellen Maßstab werden ausgewählte Starterkulturen unter hygienischen Bedingungen mit dem Substrat vermischt, und die Fermentation läuft kontrolliert ab.

Die Auswahl der Mikroorganismen beeinflusst entscheidend, welche Effekte die Fermentation auf ernährungsphysiologische, organoleptische und funktionelle Eigenschaften hat.

Fermentierte pflanzenbasierte Lebensmittel werden global stark nachgefragt und ein Großteil dieser Produkte wird in Europa produziert (71 % in 2022). Alternative Proteinquellen machten 2022 einen nennenswerten Anteil davon aus. Etwa 30 % aller fermentierten pflanzenbasierten Lebensmittel waren fermentierte Ersatzprodukte für Milch und Milcherzeugnisse und ca. 9 % fermentierte Ersatzprodukte für Fleischerzeugnisse [39].

Herstellungsverfahren

Joghurtalternativen basieren auf Pflanzendrinks, also wässrigen Auszügen von Hülsenfrüchten, Ölsaaten, Nüssen, Getreiden oder Pseudogetreide. Die größte Herausforderung bei der Herstellung von Joghurtalternativen ist die Erzeugung der viskosen Textur. Heute werden 80 % der pflanzlichen Joghurtalternativen über physikalische Verfahren wie Hochdruckhomogenisation hergestellt [40]. Dabei aggregieren Proteine und Fetttröpfchen zu Gelen [41]. Bei diesem Verfahren müssen häufig Verdickungsmittel zugegeben werden, damit das Gel stabil bleibt und keine Phasentrennung eintritt [42]. Verdickungsmittel müssen als Zusätze angegeben werden und können die Akzeptanz der Verbraucher*innen einschränken [43].

Die Textur in milchbasierten Joghurts entsteht durch Exopolysaccharide, die während der Fermentation von Bakterien, insbesondere Milchsäurebakterien, aus Laktose gebildet werden. Exopolysaccharide tragen durch ihre hohe Wasserbindungsaktivität zur Ausbildung einer joghurttypischen Textur bei. Sie weisen hohe strukturelle Diversität auf und sind abhängig von den Starterkulturen und Fermentationsbedingungen. Im Gegensatz zu Milch, die nahezu ausschließlich Lactose enthält, finden sich in pflanzenbasierten Produkten eine Vielfalt an Kohlenhydraten – Mono-, Di-, Oligo- und Polysaccharide – die sich in ihrer Löslichkeit, Verdaulichkeit und der Eignung als Substrat für Mikroorganismen unterscheiden [27]. Milchsäurebakterien können nicht jedes Kohlenhydrat gleich gut in Exopolysaccharide umwandeln. Daher müssen die Starterkulturen für das jeweilige Substrat optimiert sein, um aus den Ausgangskohlenhydraten Exopolysaccharide bilden zu können. Dabei reicht es nicht aus, auf eine Pflanze zu optimieren. So wurde beispielsweise für Lupinen gezeigt, dass die Spezies einen Einfluss auf die Gelbildung hatte und je nach Starterkultur, Temperatur und pH-Wert festere oder weniger feste Gele gebildet werden [44].

Während der Fermentation gebildete Exopolysaccharide müssen nicht als Zusatzstoffe deklariert werden.

Aber auch der Geschmack wird durch die Fermentation beeinflusst. Zum einen entstehen die joghurttypischen flüchtigen Stoffe, die den vertrauten Geruch und säuerlichen Geschmack von Joghurt charakterisieren [45], zum anderen werden Stoffe, die z. B. bei Hülsenfrüchten für das „bohnenartige" oder „erbsenartige" Aroma (Störaromen) verantwortlich sind, abgebaut [46]. Daher trägt die Fermentation maßgeblich zur Textur und Geschmacksbildung der Joghurtalternativen bei. Den Effekt des verbesserten Geschmacks, aber auch Textur bzw. Mundgefühl machen sich Hersteller auch bei Pflanzendrinks

zunutze. Auch hier wird Fermentation eingesetzt, um die sensorische Qualität der Produkte zu verbessern.

Während fermentierte Joghurt- und Milchalternativen bereits die Akzeptanz der Verbraucher*innen gefunden und einen festen Platz im Produktsortiment haben, ist die Forschung an fermentierten Käsealternativen noch in den Kinderschuhen. Das spiegelt sich auch in den Marktanteilen wider. Pflanzenbasierte Käsealternativen machen in den USA lediglich 1 % der Verkaufszahlen im Käsesortiment aus [47].

Die typischen Eigenschaften von Käse gehen insbesondere auf Casein zurück, das bei der Käseherstellung enzymatisch und mikrobiell ab- und umgebaut wird. Alle pflanzlichen Proteine unterscheiden sich in Struktur und Größe stark von Casein und haben damit andere funktionelle Eigenschaften [48]. Hülsenfrüchte enthalten große, globuläre Proteine, die häufig dicht gepackt sind. Lab-Enzyme führen bei pflanzlichen Proteinen nicht zur Gerinnung oder Koagulation, sodass der Prozess der Käseherstellung nicht direkt auf pflanzliche Quellen übertragbar ist [49]. Auch die Eigenschaften von Käse, zu schmelzen und sich zu ziehen, beruhen auf Interaktionen zwischen Casein-Molekülen, die durch pflanzliche Proteine bisher nicht imitiert werden können. Die Struktur der pflanzlichen Prolamine, die in Getreiden oder Mais vorkommen, ist dem Casein ähnlicher. Versuche mit Zein aus Mais zeigten vielversprechende Ergebnisse in Bezug auf die Textur und das Schmelzverhalten. Sensorisch wurde das Produkt in dieser Studie jedoch nicht bewertet [50].

Die Sensorik und damit die Akzeptanz der Verbraucher*innen ist insbesondere bei Käseersatz nicht trivial. Der charakteristische Geschmack der ca. 4 000 Käsesorten entsteht durch die enzymatische Freisetzung von Aminosäuren und flüchtigen Stoffen während der Fermentation und ist abhängig von Mikroorganismen [51, 52] und den Fermentationsbedingungen [53, 54]. Sensorik spielte bislang eher eine untergeordnete Rolle bei den Untersuchungen zu pflanzlichen Käsealternativen, und es gibt bisher nur wenige Arbeiten zu deren Aromachemie [40]. Wenn die Produkte aber sensorisch bewertet wurden, schneiden fermentierte Käsealternativen im Geschmack besser ab als Produkte, die über physikalisch-chemische Methoden hergestellt wurden, sie bleiben jedoch noch hinter den Milchvarianten zurück [40].

Ernährungsphysiologische Qualität

10.2

Fermentation wirkt sich nicht nur auf funktionelle und sensorische Eigenschaften der Produkte aus, sondern kann auch großen Einfluss auf die ernährungsphysiologische Qualität haben.

So kann die Proteinqualität der Rohstoffe durch die Fermentation verbessert werden: Die komplexe und sehr dichte Molekularstruktur der Proteine in Hülsenfrüchten erschwert den Zugang von Proteasen im Darm [48]. Organische Säuren, die von den Mikroorganismen gebildet werden (z. B. Milchsäure), können die Interaktionen zwischen den Proteinseitenketten stören, lockern dadurch die Sekundär- und Tertiärstruktur der Proteine auf und machen sie so zugänglicher für Proteasen [55]. Enzyme der Mikroorganismen können größere Proteine zu Oligopeptiden und freien Aminosäuren hydrolysieren [56, 57]. Proteine werden so verdaulicher und die Proteinqualität steigt. Darüber hinaus können auch neue Aminosäuren synthetisiert und vorhandene Aminosäuren in andere umgewandelt werden. Durch die Fermentation mit Milchsäurebakterien konnte beispielsweise bei Ackerbohnen die Zusammensetzung der unentbehrlichen Aminosäuren verbessert werden [58, 59].
Es ist auch beschrieben, dass sich der Proteingehalt in den Produkten im Vergleich zum

Ausgangsmaterial verringern kann [45]. Fermentation verändert also Proteinzusammensetzung und -gehalt [52], wobei die resultierende Aminosäurenzusammensetzung von den eingesetzten Mikroorganismen abhängt. Werden Substrat und Mikroorganismus gut aufeinander abgestimmt, kann das Fermentationsprodukt eine erheblich verbesserte Proteinqualität in Bezug auf den Proteingehalt, die Zusammensetzung von unentbehrlichen Aminosäuren sowie die Verdaulichkeit aufweisen [56, 57].

Durch klassische Fermentation können Proteinzusammensetzung und -gehalt der Produkte geändert werden, wobei die Proteinqualität abhängig ist von den eingesetzten Mikroorganismen und dem Substrat.

Aber nicht nur die Proteine werden durch die Fermentation beeinflusst, auch Kohlenhydrate werden ab- und umgebaut, wie es hinsichtlich der Exopolysaccharide im Abschnitt „Herstellungsverfahren" beschrieben wurde. Auch der Gehalt an Kohlenhydraten wie Raffinose oder Stachyose kann verringert werden; diese sind unter anderem für das Auftreten von Blähungen verantwortlich [51]. So kann durch Fermentation die Verträglichkeit von pflanzenbasierten Produkten verbessert werden.

Proteinstrukturen, die Allergien auslösen wie die Prolamine im Getreide oder Proteine aus Hülsenfrüchten, können durch die Fermentation verändert werden, wodurch sich die Allergenität verringert [60, 61]. Einige pflanzliche Rohstoffe enthalten zudem antinutritive Faktoren wie Trypsin- und Proteaseinhibitoren, Phytate oder Lektine, die die Aufnahme von Nährstoffen im Körper hemmen können. Während der Fermentation können diese Faktoren reduziert werden, was die Bioverfügbarkeit von Protein, aber auch anderen Nährstoffen im Produkt erhöht [62]. Pflanzen enthalten häufig komplexierende Moleküle, also Moleküle, die Mineralstoffe binden, die dann in der Folge nicht mehr vom Menschen aufgenommen werden können. Zusätzlich zum Abbau dieser Faktoren während der Fermentation sinkt auch die Fähigkeit von Molekülen, wie den Phytaten, Mineralstoffe zu komplexieren, da der pH-Wert durch die Bildung von kurzkettigen Fettsäuren absinkt. Somit steigt die Verfügbarkeit von Mineralstoffen durch die Fermentation [63].

10.2

Während der Fermentation können Vitamine im Produkt erhöht oder verringert werden, abhängig von den verwendeten Mikroorganismen und den Fermentationsbedingungen. Einige Studien haben gezeigt, dass fermentierte pflanzliche Produkte höhere Gehalte an Vitamin K und Vitamin B_{12} enthalten können [64, 65]. Alternative Vitamin B_{12}-Quellen sind für sich vegan ernährende Menschen besonders wichtig, jedoch ist Vorsicht geboten, da bei der Fermentation gebildetes Vitamin B_{12} nicht immer für den Menschen bioverfügbar ist [66].

Die Fermentation kommt bei der Entwicklung von neuartigen alternativen Proteinquellen pflanzlichen und tierischen Ursprungs zum Einsatz. In diesem Abschnitt wurden weitestgehend Alternativen für Milch und Milcherzeugnisse beschrieben, aber auch Substrate, die für den Fleischersatz verwendet werden, können fermentiert werden. Die Auswirkung der Fermentation auf das Substrat ist vergleichbar zu den oben beschriebenen. Sie ermöglicht die Verbesserung der ernährungsphysiologischen Qualität der Produkte, indem sie die Proteinqualität und -verdaulichkeit erhöht, Allergenität reduziert und antinutritive Faktoren abbaut. Um gewünschte Wirkungen auf den Geschmack, die Textur und die Nährstoffzusammensetzung der Produkte zu erzielen, sind weiterführende Untersuchungen

notwendig, um für unterschiedliche Substrate geeignete Mikroorganismen zu identifizieren und deren Einfluss zu untersuchen und zu optimieren.

Die klassische Fermentation bietet vielversprechende Möglichkeiten, um neuartige alternative Proteinquellen herzustellen, die ernährungsphysiologisch wertvoll und sensorisch ansprechend sind. Sie verringert die Notwendigkeit, Zusatzstoffe zuzusetzen.

10.2.2.2 Mikrobielle Biomasse

Mikroorganismen haben einen hohen Proteingehalt und zeigen zum Teil sehr schnelles Wachstum. Diese Eigenschaften werden in der Biomasse-Fermentation genutzt, um effizient große Mengen an proteinreichen Lebensmitteln herzustellen. Mit dieser Anwendung sind die Mikroorganismen selbst das erwünschte Produkt, auch *single cell protein* (SCP) genannt, und werden als neuartige alternative Proteine hervorgehoben. Zurzeit werden filamentöse Pilze, Hefen, Mikroalgen und Bakterien als neuartige Proteinquellen in der Biomasse-Fermentation benutzt.

Schon in den 1960er-Jahren, während der „Grünen Revolution", wurde nach neuen alternativen Proteinquellen gesucht [67]. Lord Rank und die McDougall Gruppe identifizierten *Fusarium venenatum* als alternative Proteinquelle, einen aeroben Mikropilz, der aus Kohlenhydraten und Mineralstoffen Protein synthetisieren kann [68]. Dieser Prozess konnte in der Lebensmittelindustrie groß angelegt werden, um hochwertiges Protein, auch bekannt als Mykoprotein, zu produzieren. Hierfür wird *F. venenatum* in aerober Fermentation durch ständige Zugabe eines definierten Mediums (Wasser, Glucose und Nährstoffe, einschließlich Ammonium, Kalium, Magnesium und Phosphat) produziert [68, 69] (s. 10.2.2.3). Um den Gehalt von Ribonukleinsäure im fertigen Produkt zu reduzieren, wird das Mycel bei der Ernte mit Hitze behandelt [68, 69]. Danach wird das geerntete Material zentrifugiert, um die hauptsächlich aus Mykoprotein bestehende Biomasse im Überstand zu gewinnen. In den letzten Prozessierungsschritten (darunter dämpfen, kühlen und einfrieren) wird das Mykoprotein in eine fleischähnliche Struktur gebracht [68, 69]. Die faserigen Pilze sind als „neuer" Bestandteil mit einem hohen Protein- und Ballaststoffgehalt in Produkten vielfältig einsetzbar [70].

Des Weiteren wird Hefe seit vielen Jahren genutzt, um wertvolle Biomasse zu produzieren. Die Hefeproteine gehören zu den begehrtesten neuartigen alternativen Proteinen, da der Proteingehalt von Hefezellen 40–60 % des Trockengewichts ausmachen kann [71]. In der EU sind einige Hefen für die Nutzung in Lebensmitteln zugelassen, darunter *Saccharomyces cerevisiae*, *Cyberlindnera jadinii* (ehemals *Candida utilis*) und *Yarrowia lipolytica* [72].

Proteine können auch aus Hefen gewonnen werden, die unter Verwendung von Neben- und Restströmen, wie Lebensmittelindustrieabfällen, Forstwirtschaftsabfällen und landwirtschaftlichen Abfällen kultiviert wurden [71, 73–76]. Im Allgemeinen umfassen die Prozessstufen Rohstoffvorbereitung, Fermentation, Biomasserückgewinnung, Zellaufschluss und Trocknung [73]. Hefeproteine können direkt verzehrt werden oder aufgrund ihrer funktionellen Eigenschaften, wie Löslichkeit, in der Lebensmittelverarbeitung eingesetzt werden [73]. Darüber hinaus können sie als Bestandteile neuartiger funktionaler Lebensmittel verwendet werden, da sie ein breites Aminosäurenmuster und Spuren von Mineralstoffen und Lipiden enthalten [73].

Eine neue bakterielle Proteinquelle, welche bereits in Singapur zugelassen und für welche die Zulassung bei der EFSA beantragt ist, wird beispielsweise durch die Fermentation von Bakterien gewonnen, die Biomasse aus gasförmigem CO_2 herstellen. Die Energie dazu stammt aus der Oxidation von Wasserstoff (chemolithoautotrophes Wachstum), der durch Elektrizität aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt wird [77].

Mikroalgen haben in den letzten Jahren an Bedeutung als Lebensmittel gewonnen. Sie sind aquatische Mikroorganismen, die Energie durch oxygene Photosynthese aus Licht, Kohlendioxid, Mineralstoffen (wie Stickstoff, Phosphor usw.) und Wasser gewinnen [78]. Mikroalgen sind eine sehr vielfältige und taxonomisch unzusammenhängende Gruppe mit etwa 200 000 Arten [79, 80]. Die bekanntesten Mikroalgen gehören zu den Grünalgen (*Chlorophyceae*), Kieselalgen (*Bacillariophyceae*) und goldbraunen Algen (*Chrysophyceae*) [78, 81].

Gründe für das gestiegene Interesse an Mikroalgen in der menschlichen Ernährung sind

1) ein hoher Gehalt an Protein, unentbehrlichen Aminosäuren, Vitaminen, Antioxidantien, n-3-Fettsäuren und Mineralstoffen;

2) langfristige Nachhaltigkeit in Bezug auf einen niedrigen CO_2-, Wasser-, und Ackerland-Fußabdruck;

3) hohe Produktivität im Vergleich zu Nutzpflanzen und Tierfutter [78].

In den späten 1940er-Jahren begann die Forschung zur Massenkultivierung von Mikroalgen insbesondere in Deutschland. Die Heterogenität innerhalb der Gruppe der Mikroalgen macht es jedoch schwierig, einen einheitlichen Standard für Anbaubedingungen zu finden [82]. Die Anbaubedingungen müssen an die spezifische Mikroalgenart angepasst werden, um die idealen Wachstumsbedingungen zu schaffen [82]. Trotz Forschung zur Optimierung des Wachstums und der Biomasseausbeute wurden Mikroalgen nicht direkt als Proteinquelle, sondern als gesamte Biomasse verwendet [83]. Die Kultivierung erfolgt entweder in geschlossenen Photobioreaktoren und Fermentern oder in offenen Systemen, sogenannten offenen Teichen [84, 85]. Es gibt mehrere Verarbeitungsstufen für Mikroalgenprodukte. Dazu gehören die Entwicklung und Kultivierung von Mikroalgenstämmen, die Ernte oder Trennung von Mikroalgenbiomasse aus dem Kulturmedium, gefolgt von anschließender Verdickung, Entwässerung, Trocknung und Extraktion des Produkts [85, 86].

Bei der Biomasse-Fermentation sind Mikroorganismen das eigentliche Produkt (*single cell protein*). Eingesetzt werden derzeit filamentöse Pilze, Hefen, Mikroalgen und Bakterien.

Ernährungsphysiologische Qualität

Im Allgemeinen ist die Proteinqualität aller Biomasseprodukte (Mikroalgen, Hefe, Pilze, Bakterien) sehr hoch. Mykoprotein aus *F. venenatum* gilt aufgrund der Bereitstellung aller neun unentbehrlichen Aminosäuren mit einem *Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score* (PDCAAS) von 0,996, als hochwertiges Protein [87, 88]. Die Gesamtmenge an unentbehrlichen Aminosäuren beträgt bei Mykoprotein 21,1 g/100 g (Trockenmasse), bei magerem gekochtem Rindfleisch zum Vergleich 14,8 g/100 g [87, 89]. Darüber hinaus werden Mykoprotein-Produkte gemäß den Standards der Europäischen Kommission

als „reich an Ballaststoffen" eingestuft (mindestens 6 g Ballaststoffe/100 g) [70]. Das Mikronährstoffprofil kann für Folsäure, Calcium, Phosphor, Cholin, Magnesium und Zink als gut eingestuft werden [68, 69, 90]. In den letzten Jahren haben Studien zu den gesundheitlichen Vorteilen von Mykoprotein zugenommen. Daten aus dem *National Diet and Nutrition Survey* (NDNS) des Vereinigten Königreichs zeigten, dass ein höherer Verzehr von Mykoprotein signifikant mit einer gesteigerten Ballaststoffzufuhr und einem erhöhten Ernährungsqualitätsscore sowie einer Reduzierung von glykämischen Markern zusammenhängt [91]. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass eine akute Mykoproteinzufuhr mit einer Reduktion des Gesamtcholesterols verbunden war [70].

Der Proteingehalt in Hefe-Biomasse variiert zwischen 29 und 65 % des Trockengewichts und ist in der Regel ähnlich oder höher als das Protein von Fleisch und Sojabohnen [73]. Nach den Empfehlungen der FAO gilt Hefeprotein als hochwertiges Protein, da es alle unentbehrlichen Aminosäuren in der erforderlichen Menge enthält [92]. Hefeprotein als Biomasse ist nicht nur eine gute Quelle für Mengenelemente wie Calcium und Phosphor und Spurenelemente wie Zink, Selen und Chrom, sondern liefert die Mikronährstoffe in organischen Formen mit guter Bioverfügbarkeit [73, 75, 93, 94]. Darüber hinaus enthält Hefe hohe Mengen an B-Komplex-Vitaminen, einschließlich Vitamin B_{12} [73, 95, 96]. Das Hefeprotein ist somit eine kostengünstige Ergänzung zu traditionellen Proteinquellen und kann in einer Vielzahl von Lebensmitteln als Geschmacksverstärker, Vitaminträger und emulgierender Stabilisator verwendet werden [71, 94].

Der Proteingehalt von Mikroalgen variiert stark zwischen verschiedenen Arten und Stämmen und reicht von 22 % der Trockenmasse bei *Botryococcus braunii* und 6–20 % bei *Spirogyra,* bis zu 51–58 % bei *Chlorella vulgaris,* 60 % bei *Chlorella pyrenoidosa* und 60–71% bei *Arthrospira maxima* [78, 97]. Die am häufigsten industriell genutzten Mikroalgen gehören zu den Gattungen *Chlorella* und *Arthrospira* (üblicher Handelsname: *Spirulina*) aufgrund einer Anreicherung von hochwertigem Protein und eines gemäß den Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (*World Health Organization*, WHO) und der FAO ausgewogenen Aminosäureprofils [85]. Die Proteinqualität laut PDCAAS von Mikroalgen wie *Chlorella vulgaris* (0,63)und *Chlorella sorokiniana* (0,64) ist höher als die von Hülsenfrüchten wie Linsen, Bohnen, Erbsen und Kichererbsen [98], aber immer noch niedriger als die von tierischen Proteinen aus Ei, Milch und Fleisch [86]. Jedoch gibt es auch Mikroalgen, die einen niedrigeren PDCAAS vorweisen [78]. Die Verdaulichkeit und Bioverfügbarkeit von Proteinen könnte durch das Aufbrechen der Zellwände und die Auswahl von Arten mit inhärent weniger robusten Zellwänden erhöht werden [86]. Mikroalgen werden üblicherweise als getrocknete ganze Zellen konsumiert [99], um wertvolle Verbindungen mit gesundheitlichen Vorteilen zu liefern, wie zum Beispiel präbiotische Poly- und Oligosaccharide, n-3-Fettsäuren, Mineralstoffe, Antioxidantien, Phytosterole, und Vitamine (B_1, B_{12}, C, E, Folsäure, Provitamin A) [85, 99, 100]. n-3-Fettsäuren aus den Mikroalgen *Diacronema vlkianum*, *Isochrysis galbana* und *Chlorella vulgaris* (orange) zeichnen sich durch hohe Mengen an DHA (Docosahexaensäure) und EPA (Eicosapentaensäure) aus [101].

Das aus einer Vielzahl von landwirtschaftlichen, forstwirtschaftlichen und industriellen Abfällen produzierbare Hefe-Protein stellt eine attraktive Alternative zu traditionellen Proteinquellen dar, da es einen geringeren Bedarf an Landfläche hat [71, 73].

10.2.2.3 *Precision fermentation*

Der Begriff *precision fermentation* (dt. auch Präzisionsfermentation) bezeichnet die biotechnologische Herstellung von verschiedenen Produkten mithilfe von gezielt zu diesem Zweck genetisch veränderten Mikroorganismen. Daneben findet man auch häufig andere Bezeichnungen wie *synthetic cell factories* [102], *cellular agriculture* [103, 104] und *fermentation 4.0* [105], die alle einen hohen Grad an Technisierung und wissenschaftlichem Fortschritt suggerieren. Während der klassischen Fermentation meistens eine langwierige Züchtung geeigneter Starterkulturen vorausgeht, setzt man bei *precision fermentation* auf gezielte gentechnische Anpassungen. Die großen Fortschritte in Gentechnik und analytischen Hochdurchsatzverfahren fördern das benötigte Verständnis für die biologischen Prozesse und eröffnen die technischen Voraussetzungen für diese neue Ebene der Biotechnologie.

Seit der erstmaligen mikrobiologischen Herstellung von Humaninsulin Ende der 1970er-Jahre [106] verbreiteten sich biotechnologische Herstellungsverfahren für eine Vielzahl unterschiedlicher Produkte. Darunter fallen beispielsweise Aminosäuren für die Tierfutterproduktion, Ethanol und andere Brennstoffe als biologisch hergestellte Kraftstoffe und verschiedene Nahrungszusatzstoffe und -ergänzungsmittel wie beispielsweise Vitamine [102]. Im Kontext der Herstellung von Proteinen aus alternativen Quellen ergeben sich durch *precision fermentation* Möglichkeiten zur gezielten mikrobiologischen Herstellung tierischer Proteine ohne tatsächliche Nutzung von Tieren. So werden beispielsweise Proteinbestandteile der Milch bereits von verschiedenen Herstellern mikrobiell produziert, vor allem die Milchproteine β-Lactoglobulin [107] und Casein [108]. Sie verfügen über bestimmte Eigenschaften, die z. B. bei der Käseherstellung relevant sind und in der Regel nicht durch Proteine aus alternativen Quellen ersetzt werden können ohne eine Veränderung von Prozess- oder Produkteigenschaften (s. 10.2.2.1). Weitere Anwendungsmöglichkeiten für *precision fermentation* bestehen in der Produktion von Wachstumsfaktoren, die derzeit noch den größten Kostenfaktor bei der Produktion von In-vitro-Fleisch bilden [109] (s. 10.2.4). Darüber hinaus bietet mikrobielle Fermentation die Möglichkeit zur Produktion einer Vielzahl unterschiedlicher Zusatzstoffe oder, durch negative Fermentation, auch zur Abreicherung unerwünschter Stoffe in bestehenden Produkten [110].

> ***Precision fermentation*** **ermöglicht die gezielte Herstellung verschiedenster Proteine und anderer Zutaten mithilfe genetisch angepasster Mikroorganismen.**

Fermentationsprozesse in größerem Umfang verwenden häufig planktonische Bakterien und Hefen, die in Reaktoren (Fermentern) mit flüssigen Nährmedien kultiviert werden. Aufgrund des breiten Wissens über die biochemischen Zusammenhänge und aufgrund vielfältiger gentechnischer Methoden finden hier vor allem *Escherichia coli,* Actinomyceten, Milchsäurebakterien und Hefen in der Produktion Verwendung [111]. Eine wichtige Alternative stellen filamentöse Pilze dar, die in der Regel auf festen Substraten wachsen. Die sogenannte Festphasenfermentation zeichnet sich durch komplexere Produktionsbedingungen aus, vor allem aufgrund von Stoff- und Temperaturgradienten, und ist schwieriger zu skalieren [112]. Filamentöse Pilze besitzen andererseits effiziente Sekretionsmechanismen und beherrschen post-translationelle Modifikationen, wie sie auch in Säugetierzellen vorkommen [108], sodass sie ein breiteres Spektrum an Produkten ermöglichen. Außerdem

eignet sich die Festphasenfermentation insbesondere für die Nutzung von festen Neben- und Restprodukten als Substrat [112, 113]. Zahlreiche Produkte der am häufigsten eingesetzten Arten *Aspergillus oryzae*, *A. niger* und *Trichoderma reesii* sind von der EFSA für die Lebensmittelherstellung als sicher eingestuft worden.

Anwendungen aus der synthetischen Biologie bieten dank technologischer Fortschritte in der gezielten, präzisen Produktion von längeren DNA-Molekülen ganz neue Möglichkeiten zur Gewinnung geeigneter Gene für die Herstellung erwünschter Produkte. Ganze Gruppen von Genen bis hin zu kleinen Genomen lassen sich vollsynthetisch ohne einen entsprechenden Spenderorganismus herstellen und dabei leicht verändern [110, 111]. Dies bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten für die schnelle Entwicklung neuer und die Anpassung bestehender Produkte.

Im Vergleich zu Medizinprodukten ist der Verkaufswert von mikrobiologisch produzierten tierischen Proteinen deutlich niedriger, was eine wirtschaftlich lohnende Produktion erschwert [108]. Durch technischen Fortschritt und Skalierung von Prozessen dürften Investitions- und Produktionskosten in Zukunft allerdings sinken. Die Verwendung von Rohstoffen aus Restströmen, z. B. Abfällen aus anderen Prozessen, kann ebenfalls die Kosten senken, wie am Beispiel der Herstellung von bovinem und humanem Casein aus Weizenstroh bereits demonstriert wurde [114]. Entscheidend für eine wettbewerbsfähige Produktion ist die Skalierbarkeit, die technische Fortentwicklung voraussetzt [110]. Angesichts der noch jungen Entwicklung von Proteinalternativen aus mikrobiellen Quellen ist die Wirtschaftlichkeit noch schwer abzuschätzen. Gerade die Möglichkeit der schnellen Entwicklung und Anpassung von Produkten birgt aber ein großes Potenzial für zukünftige Entwicklungen.

Da die Verwendung von gentechnisch veränderten Organismen für *precision fermentation* essenziell ist, setzt der Erfolg derart hergestellter Produkte eine gewisse Akzeptanz in der Bevölkerung voraus. Eine Umfrage zu einem hypothetischen Käseprodukt mit tierischen Proteinen aus mikrobieller Herstellung ergab, dass ein Großteil der Bevölkerung in den USA, Deutschland und anderen Ländern diese Produkte bereits jetzt akzeptiert und auch regelmäßig kaufen würde [115]. Entscheidend ist aber vor allem, dass die aufgereinigten Endprodukte als Zutaten für Lebensmittel an sich frei von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) sind. Es findet also keine Freisetzung und kein Verzehr von GVO statt, sodass die mit GVO verbundenen Risiken reduziert werden. Dieser Aspekt dürfte die Akzeptanz der Produkte entscheidend verbessern.

10.2.2.4 Nachhaltigkeitsaspekte

Besonders neuartige Methoden wie die fermentative Produktion von Biomasse nach Art des in 10.2.2.2 beschriebenen Mykoproteins und die vielfältigen Anwendungen der *precision fermentation* gelten häufig als wichtiger Beitrag zu einer nachhaltigeren Ernährung. Eine bedeutende Rolle spielt dabei eine angestrebte Reduzierung tierischer Produkte, die nicht zuletzt aufgrund des Bedarfs an Futtermitteln und Fläche hohe ökologische und ökonomische Kosten verursachen.

Ob die Produktion von Lebensmitteln und Zutaten mithilfe von klassischer Fermentation, fermentativer Produktion von Biomasse oder *precision fermentation* tatsächlich nachhaltiger ist als die herkömmliche Herstellung aus tierischen Produkten, hängt von vielen Einzelfaktoren ab. Genau wie die herkömmliche Produktion von Milch benötigt zum

Beispiel auch die mikrobielle Herstellung von Molkeproteinen mithilfe des filamentösen Pilzes *Trichoderma reesii* ein „Futtermittel" (Substrat) – in der Regel leicht verfügbare Zucker wie Glucose oder Saccharose sowie Wasser und Energie für den Betrieb der Anlagen. Für den Direktvergleich des ökologischen Fußabdrucks in einem solchen Beispiel müssen die Herkunft des Zuckers, die benötigte Energiemenge, die Herkunft der verwendeten Energie und die eingesetzte Wassermenge berücksichtigt werden [104]. Die mikrobielle Herstellung ist also nicht per se günstiger im Hinblick auf eine nachhaltige Produktion von Lebensmitteln. Allerdings besteht ein enormes Potenzial zur Reduktion des ökologischen Fußabdrucks im Gesamtprozess durch die Verwendung von Neben- und Restströmen aus anderen Produktionsprozessen als Substrat für die Fermentation [102, 108, 113]. Generell ist die Fermentation nicht zwingend auf Rohstoffe aus traditioneller Landwirtschaft oder günstige klimatische Bedingungen angewiesen. Somit besteht also eine große Flexibilität, die gezielte Einsparungen hinsichtlich des Bedarfs an Wasser, Energie und nutzbarer Fläche sowie eine Reduktion von THGE ermöglichen kann.

Ob die Produktion von Lebensmitteln und Zutaten mithilfe klassischer Fermentation, fermentativer Produktion von Biomasse oder precision fermentation tatsächlich nachhaltiger ist als die herkömmliche Herstellung aus tierischen Produkten, hängt von vielen Einzelfaktoren ab.

10.2.3 Lebensmittelinsekten

Die entomophage Ernährung ist in den tropischen Regionen Afrikas, Asiens und Lateinamerikas seit Jahrtausenden kulturell verankert, wo sie einen wichtigen Beitrag zur Proteinversorgung, zur gastronomischen Vielfalt und zu den Grundnahrungsmitteln liefert [116–119]. Als Quelle für nachhaltig produzierte Lebensmittel wird in Insekten zunehmend auch das Potenzial erkannt, einen Beitrag zur globalen Ernährungssicherung zukünftiger Generationen zu leisten [120–124]. Weltweit gibt es etwa 150 industrielle Produzenten von Insekten in Lebensmittelqualität, deren Verarbeitungstechnologien sich überwiegend auf die Protein-, Fett- und Chitinextraktion konzentrieren [125, 126].

10.2.3.1 Ernährungsphysiologische Qualität

Aktuell sind etwa 2 100 essbare Insektenspezies bekannt, eine allgemeingültige Zusammenfassung zu ihren Nährwerten ist daher schwierig. Insekten enthalten vorwiegend Proteine, Lipide und Chitin, die Anteile schwanken, abhängig von Spezies, Entwicklungsstadium, Fangsaison und Futter. Sie können auch Eisen, Kalium, Calcium, Kupfer, Magnesium, Mangan, Natrium, Phosphor und Zink sowie die Vitamine A, C, D, E, K und Vitamine der B-Gruppe liefern [127–133].

In der Trockenmasse bestehen Insekten überwiegend aus Protein (20–76 %) einschließlich aller unentbehrlichen Aminosäuren, deren Gehalt 46–96 % ihrer Gesamtmenge ausmacht, womit sie ein für den Menschen hochwertiges Aminosäurenmuster aufweisen [134–136]. Je nach Insekt ähnelt die Aminosäurenzusammensetzung der von Fischproteinen, wobei die Schwarze Soldatenfliege (*Hermetia illucens*) und der Mehlkäfer (*Tenebrio molitor*) neben Phenylalanin und Tyrosin mehr Threonin, Valin, Isoleucin und Lysin enthalten; fettreiche Larven können jedoch auch Ausnahmen darstellen [131, 133, 137]. Generelle

Aussagen zur Verdaulichkeit von Insektenproteinen sind schwer zu treffen. Viele Untersuchungen basieren auf unterschiedlichen, nicht standardisierten Verdauungsmethoden, die Verarbeitungs- sowie Zubereitungsverfahren nicht im gleichen Umfang berücksichtigen [138–141]. Die Bestimmung des biologisch verfügbaren Stickstoffs (N) unter Verwendung des Kjeldahl-Umrechnungsfaktors (6,25) von N in Protein könnte zudem zu einer Überschätzung des Proteingehalts von Insekten führen, da diese auch den N-Anteil im Chitin berücksichtigen [142, 143]. Gegenwärtig ist anzunehmen, dass Insektenproteine eine Verdaulichkeit von 66–95 % aufweisen, die mit der von Fisch- (85 %) oder Sojamehl (95 %) vergleichbar ist, womit sie sich ernährungsphysiologisch zur (Re-)Formulierung von Lebens- oder Futtermitteln eignen [144–148].

Als zweitgrößte Nährstoff-Fraktion enthalten getrocknete Insekten Lipide (2–50 %), die bei Raupen, von z. B. *Lepidopteren* (Schuppenflüglern), bis zu 50 % ausmachen [128, 149]. Im Allgemeinen sind Fettsäuren aus Insekten hinsichtlich ihres Gehalts an gesättigten Fettsäuren mit denen von Geflügel und Fisch vergleichbar, jedoch reicher an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (*polyunsaturated fatty acids*, PUFA) [123, 150–152]. Hierbei können Linol- (C18:2n6) und α-Linolensäure (C18:3n3) nahezu 40 % des Gesamtfettgehalts bei Termiten und Schuppenflüglern ausmachen [128, 153]. Studien zeigen, dass ein ungünstiges Verhältnis von n-6- zu n-3-Fettsäuren herkömmlich gezüchteter Lebensmittelinsekten durch gezielte Zufütterung von z. B. Leinsamen verbessert wird, was die Qualität einer westlich geprägten Ernährung positiv beeinflussen kann [154–161].

Chitin ist mit einem Anteil von 5–25 % die drittgrößte Inhaltsstoff-Fraktion von Insekten. Dieser nichtpflanzliche Ballaststoff ähnelt in seiner chemischen Struktur stark der Zellulose [129, 162]. Mit der Zunahme essbarer Insektenprodukte steigt neben der Entwicklung effizienterer Aufreinigungstechniken auch das Interesse, die Chitinverträglichkeit bei einer entomophagen Ernährung zu erforschen [129, 162, 163]. Obwohl Chitin hauptsächlich unverändert ausgeschieden wird, zeigt es Potenzial, verdauungsfördernd zu wirken, das Wachstum probiotischer Bakterien zu unterstützten und die menschliche Darmbarriere zu stärken [164, 165]. Derzeit ist unklar, wie die regelmäßige orale Chitinzufuhr die menschliche Physiologie langfristig beeinflusst. Es kann aktuell jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass Insektenchitin die Bioverfügbarkeit von Proteinen, Lipiden oder Mineralstoffen durch Wechselwirkungen ungünstig beeinflusst sowie allergische Reaktionen verstärkt [138, 166–179].

10.2

Insekten als Lebensmittel haben in tropischen Regionen eine lange kulturelle Tradition. Sie bestehen überwiegend aus Protein, das speziesabhängig ein ernährungsphysiologisch hochwertiges Aminosäurenmuster aufweist und aufgrund der anzunehmenden hohen Proteinverdaulichkeit zur globalen Ernährungssicherheit beitragen kann.

10.2.3.2 Herausforderungen und Chancen

Lebensmittelinsekten können Allergien auslösen [180, 181]. Vor allem bei vorhandener Weichtier-Allergie, eine der häufigsten Lebensmittelallergien, ist mit Kreuzreaktionen unterschiedlicher Symptomausprägung zu rechnen [122, 182]. Zu den aktuell wichtigsten Kreuzallergenen zählen im Muskelgewebe lokalisierte Proteine wie Tropomyosin oder ubiquitär exprimierte Arginin-Kinasen [182, 183]. Da Insekten auch indirekt zu Allergien oder Unverträglichkeiten beitragen können, wenn sie z. B. von Schädlingen befallen sind, Kontakt zu Blütenpollen hatten oder mit glutenhaltigen Lebensmitteln gefüttert wurden, ist die Charakterisierung von Lebensmittelinsekten ein sicherheitsrelevanter Gesundheitsaspekt [184–187]. Die langfristige Entwicklung von Analysemethoden, die das Verständnis zum Einfluss der Herstellungsprozesse auf die potenzielle Allergenität natürlicher und verarbeiteter Insektenprodukte erweitern, wird auch zukünftig helfen, Chancen und Risiken einer entomophagen Ernährung gegeneinander abzuwägen [188–190].

Insekten sind phylogenetisch weit von Menschen und Nutztieren entfernt. Diese hohe Artenbarriere erschwert, dass Insektenpathogene einen Wirtswechsel zu Wirbeltieren vollziehen, was die Sicherheit globaler Lebensmittelversorgungsketten erhöht [191]. Die Entstehung neuer und die Übertragung bekannter Zoonosen erscheint daher unwahrscheinlich [141]. Die große Vielfalt an Organismen, die in und auf essbaren Insekten symbiotisch oder pathogen vorkommen, könnten jedoch zukünftig zu opportunistischen, nicht zwingend insektenspezifischen Infektionen führen, wenn z. B. Parasiten einen unvollständigen Entwicklungszyklus durchlaufen und in der Folge intestinale Beschwerden in neuen Wirten auslösen, insbesondere wenn diese roh verzehrt werden. Trotz des erwartet geringen epidemiologischen Risikos sind gezielte mikrobiologische Studien notwendig, die mögliche (Zoonose-)Erreger bei Futter- und Lebensmittelinsekten klassifizieren [192–195]. Hieraus entwickelte, angepasste Hygiene- und Produktionskonzepte können die Gefahr minimieren, dass Entomopathogene in Insektenzuchten eingebracht werden, die sich langfristig adaptieren und taxonomische Barrieren überwinden, oder dass Insekten Humanpathogene, wie z. B. Prionen, mechanisch übertragen [196–199]. Aus heutiger Sicht stellen Pathogene in der Insektenzucht hauptsächlich Risiken für Produktionsausfälle dar, die durch strikte Kontrollen der Umweltbedingungen minimiert werden können; langfristige Prognosen sind jedoch schwierig [200].

Während ihrer Aufzucht können verschiedene Insektenarten in unterschiedlichem Umfang potenziell toxische Substanzen wie Schwermetalle oder Antibiotika an- bzw. abreichern. Das Vorkommen dieser Stoffe sollte daher in der gesamten Produktionskette exakt kontrolliert werden [201, 202]. So wurde in Fütterungsversuchen mit der Schwarzen Soldatenfliege und Mehlwürmern gezeigt, dass Cadmium und Arsen über die in der EU zulässigen Grenzwerte angereichert werden können [203]. Antibiotika (wie z. B. Chloramphenicol), die Seidenraupen prophylaktisch zur Ernährung zugesetzt werden, sind kritisch zu bewerten, da diese zwar im Insektendarm an Effektivität verlieren, aber nach wie vor vorhanden sind [124]. Auch Hefen und Schimmelpilze, als Teil der physiologischen Mikrobiota essbarer Insekten, können sich unter ungünstigen Lagerbedingungen der Futter- oder Endprodukte leicht in feuchtwarmen Umgebungen verbreiten. Mykotoxine wurden hingegen in Studien mit Schwarzen Soldatenfliegen nur in sehr geringen Konzentrationen akkumuliert, auch wenn die aufgenommenen Futtermittel mit hohen Gehalten versetzt waren [204].

Aus heutiger Sicht stellen Pathogene in der Insektenzucht aufgrund der hohen Artenbarriere zum Menschen hauptsächlich Risiken für Produktionsausfälle dar. Bei vorhandener Weichtier-Allergie kann der Insektenverzehr jedoch zu Kreuzreaktionen führen.

10.2.3.3 Nachhaltigkeitsaspekte

Insekten beanspruchen im Vergleich zu traditionellen Nutztieren einen Bruchteil an Trinkwasser und Agrarland. In der Umwandlungseffizienz der von ihnen aufgenommenen Futtermittel können sie traditionelle tierische Nahrungsmittelquellen übertreffen und Lebensmittelbetrieben so grundsätzlich eine erhöhte Produktivität, ohne zwingenden Anstieg der THGE, ermöglichen [121, 141, 155, 205, 206]. Weitere positive Aspekte der Insektenzucht sind hohe Überlebens- und Wachstumsraten der geschlüpften Tiere, kurze Lebenszyklen sowie die große Fruchtbarkeit und hohe Reproduktionsraten, da sie pro Individuum eine Vielzahl von Nachkommen generieren [133, 207–210]. Prinzipiell sind Insekten in der Lage, organische Biomasse aus Lebensmittelresten oder Seitenströmen der Nahrungsmittelproduktion aufzubereiten. Auf diesem Wege gezüchtet, erlauben sie ein zirkuläres Wirtschaften, da sie Lebensmittelabfälle upcyceln können, die Auswirkungen der Nahrungsmittelproduktion auf die Umwelt verringern und die Kosten ihrer Haltung und auch die der Nutztiere reduzieren, wenn sie z. B. als Futterinsekten genutzt werden [157, 205, 211, 212]. Es besteht jedoch das Risiko, dass organische Abfälle die Versorgung unterschiedlicher Insektenarten mit (Mikro-)Nährstoffen nicht optimal gewährleisten, was je nach Umfang des „Food-Upcyclings“ ihre Futterverwertung, Wachstumsleistung, Gesundheit und Nährstoffzusammensetzung mindern kann [213]. Zum anderen unterliegen Lebensmittelinsekten, wie Nutztiere allgemein, festgelegten Vorschriften zum Schutze des Menschen (Verordnung [EG] Nr. 1069/2009 und 142/2011), was ihre Fütterung mit bestimmten tierischen Proteinen oder Lebensmittelabfällen aktuell ausschließt [214, 215].

Vor allem zur Ökobilanz der Insektenproduktion sind weitere Studien erforderlich, da je nach Spezies und abhängig von den Haltungsbedingungen wie Licht, Temperatur, CO_2- und O_2-Konzentration größere Mengen Methan und Ammoniak freigesetzt werden, wie z. B. Termiten zeigen [209, 216–218]. In Ländern mit gemäßigtem Klima können die erforderlichen Energiekosten für die Erhaltung konstanter Umweltbedingungen zudem die Attraktivität der Lebensmittelinsektenzucht und ihren Nachhaltigkeitsaspekt schmälern. Die Mehlwurmlarvenzucht z. B. kann bereits bis zu 25 % des insgesamt benötigten Stroms verbrauchen (ca. 1,20 kWh/kg), der für die Herstellung der Biomasse nötig ist, ohne dass die Weiterbearbeitung wie Trocknung oder Fraktionierung berücksichtigt wurde [219, 220]. In professionellen Nahrungsproduktionssystemen, in denen hohe Umsätze eine zentrale Rolle für wirtschaftliche Profitabilität spielen, benötigen Insekten für ein effizientes Wachstum auf ihre Bedürfnisse abgestimmte hochwertige, proteinreiche Futtermittel sowie optimale Umwelt- und Temperaturbedingungen, da sich ihr Lebenszyklus als wechselwarme Tiere sonst deutlich verlangsamt [118, 221]. Die Rentabilität der Insektenmast kann je nach Aufwand in unterschiedlichem Maße zudem von Hygienemaßnahmen, der Krankheitsprophylaxe, der Schädlingsbekämpfung, dem Transport, der Lagerung sowie der Abfallbewirtschaftung bzw. dem Nährstoffrecycling abhängen [186, 209, 211].

Für die Verbraucher*innenakzeptanz und den Erfolg insektenbasierter Lebensmittel in den westlichen Industrieländern wird in den kommenden Jahren neben den Rentabilitäts- und Nachhaltigkeitsaspekten auch von Bedeutung sein, ob sich die Preise dieser Lebensmittel an die Preisstandards bekannter Produkte gleicher Kategorie annähern können [222].

Bei der Produktion von Lebensmittelinsekten benötigen diese auf ihre Bedürfnisse abgestimmte Futtermittel sowie optimierte Umwelt-, Hygiene- und Temperaturbedingungen. Je nach Spezies und abhängig von den Haltungs- sowie Verarbeitungsprozessen können die Ökobilanz und Rentabilität der Insektenproduktion stark variieren.

10.2.4 In-vitro-Fleisch

Als In-vitro-Fleisch wird Fleisch bezeichnet, das im Labor in Zellkultur hergestellt wurde. Alternativ werden auch die Begriffe „Laborfleisch", „kultiviertes Fleisch" oder „*Clean Meat*" verwendet. Die erste öffentliche Präsentation und Verkostung eines Burgers aus In-vitro-Fleisch im Jahr 2013 verhalf dieser Fleischalternative zu großer Aufmerksamkeit [223, 224]. Auch wenn die Herstellung dieses Burgers im universitären Umfeld stattfand, noch etwa 250 000 Euro kostete und er als nicht so saftig empfunden wurde [225], erlebte die Forschung zu In-vitro-Fleisch seither großen Aufschwung. Zahlreiche Start-up-Firmen wurden gegründet und treiben mit der Hilfe von Investitionen durch Risikokapitalgeber, Produzenten herkömmlicher Fleischprodukte und Regierungen die Forschung voran [226, 227].

10.2.4.1 Herstellung

Bei der Herstellung von In-vitro-Fleisch bedient man sich Erkenntnissen aus der Biotechnologie, genauer dem „*Tissue Engineering*" bzw. der regenerativen Medizin. Der Herstellungsprozess läuft in der Regel nach folgendem Schema ab [228–230]:

1. Entnahme einer Muskelbiopsie (z. B. vom Rind, Schwein, Huhn)
2. Isolierung der Stammzellen aus diesem Gewebe (enzymatischer Verdau)
3. Vervielfältigung der Zellen in Zellkultur (in Zellkulturgefäßen oder Bioreaktoren)
4. Differenzierung der Zellen zu Muskelfasern
5. Optionale Schritte: 3D-Kultur; Implementation von Trägergerüsten (wie Bindegewebe); Co-Kultur mit anderen Zelltypen (z. B. Fettzellen, Bindegewebszellen)
6. Verarbeitung zum fertigen In-vitro-Fleischprodukt

Hierbei kommen verschiedene Zelltypen infrage [231]. Am häufigsten werden multipotente Stammzellen (Satellitenzellen) verwendet, die aus einer Muskelbiopsie gewonnen werden und Muskelfasern bilden, sobald sie in ausreichend hoher Anzahl kultiviert werden [229, 232, 233]. Für authentischen Fleischgeschmack spielen zudem Fettzellen eine wichtige Rolle [234]. Diese können ebenso in vitro hergestellt werden – entweder separat oder in Co-Kultur –, und auch hier kommen unterschiedliche Zelltypen infrage [232].

Im Gegensatz zu Stammzellen lassen sich immortalisierte Zelllinien in der Theorie unbegrenzt vermehren, was sie für die Herstellung von In-vitro-Fleisch attraktiv macht [235, 236]. Fisch- [237] oder Insektenzellen lassen sich auf dieselbe Weise kultivieren, was Vorteile gegenüber Säugetierzellen mit sich bringen kann, z. B. durch geringere Ansprüche der Zellen, geringeren Energiebedarf oder ernährungsphysiologische Vorteile [238–240]. Um Zellen zu kultivieren, wird eine Nährlösung (Medium) benötigt, die alle zum Wachstum notwendigen Nährstoffe wie Zucker, Aminosäuren, Mineralstoffe, Vitamine sowie üblicherweise fötales Rinderserum enthält. Das Serum liefert Wachstumsfaktoren, Differenzierungsfaktoren, Hormone, Transportproteine und andere wichtige Substanzen für das Zellwachstum. Bei dessen Gewinnung sterben jedoch Mutterkuh und Fötus, weshalb eine serumfreie Herstellung von In-vitro-Fleisch angestrebt wird, sowohl aus ethischen Gründen als auch zur Standardisierung des Prozesses, da die Zusammensetzung des Serums natürlichen Schwankungen unterliegt. Auf Basis von Algen, Pilzen, verschiedenen proteinhaltigen Pflanzen und Kombinationen von synthetisch hergestellten Wachstumsfaktoren wurde dies beispielsweise schon umgesetzt [234, 241, 242].

In-vitro-Fleisch ist Fleisch, das im Labor aus Zellkulturen hergestellt wird. Die Herstellung umfasst die Durchführung von Muskelbiopsien, die Isolierung von Stammzellen und die Vermehrung und Differenzierung zu Muskelfasern. Sie benötigt ein geeignetes Wachstumsmedium.

10.2.4.2 Ernährungsphysiologische Qualität

Wenn ein perfektes Imitat geschaffen wird, dürfte es keinen Unterschied in der Nährstoffzusammensetzung und gesundheitlichen Bewertung zu Fleisch aus herkömmlicher Produktion geben [226]. Allerdings gibt es aktuell noch kaum verlässliche Daten zum Nährwert der Produkte. Alle Stoffe, die die Zellen selbst nicht herstellen können, müssen ins Kulturmedium gegeben und daraufhin von diesen aufgenommen werden, sonst fehlen diese Stoffe und somit ihr Einfluss auf Nährstoffzusammensetzung, Geschmack und Textur des In-vitro-Fleisches [239, 243]. Bei Fleisch sind vor allem die Mikronährstoffe Vitamin B_{12}, (Häm-)Eisen, Zink und Selen als ernährungsphysiologisch wertvolle Inhaltsstoffe hervorzuheben [243]. Grundsätzlich ist es denkbar, die Nährstoffzusammensetzung durch die Kulturbedingungen oder die weitere Verarbeitung zu Produkten in wünschenswerter Weise zu beeinflussen, um beispielsweise das Fettsäurenmuster zugunsten ungesättigter Fettsäuren zu modifizieren.

10.2.4.3 Herausforderungen und Chancen

Um In-vitro-Fleisch in großem Umfang, ressourcenschonend und umweltfreundlich herstellen zu können, gibt es noch einige Herausforderungen zu überwinden. Diese umfassen die Entwicklung optimierter serumfreier Nährmedien [229, 244]: Die Entwicklung ist schwierig, da die Zusammensetzung von fötalem Rinderserum noch nicht vollständig identifiziert ist [245]. Denkbar ist die Herstellung von Wachstumsfaktoren, z. B. mittels *precision fermentation* (s. 10.2.2.3). Auch die erfolgreiche Hochskalierung des Produktionsprozesses auf Industriemaßstab steht noch aus. Dabei ist zu beachten, dass in größeren Bioreaktoren andere Wachstumsbedingungen herrschen und die Rohstoffe in

ausreichender Menge verfügbar sein müssen [244, 246]. Des Weiteren bedarf die Herstellung von komplexen Produkten weiterer Entwicklung in Bezug auf Optik, Textur, Sensorik, Nährstoffzusammensetzung und Kocheigenschaften [243, 244, 247, 248]. Ansätze, die bereits verfolgt werden, umfassen Co-Kultur z. B. aus Muskel-, Fett- und Bindegewebszellen [243], 3D-Kultur mithilfe von Gerüstmaterialien als eine Art Gefäßsystem und extrazelluläre Matrix [249] oder *Bioprinting*, das heißt nachträgliche Strukturierung, z. B. durch 3D-Druck von Biomasse [250]. Kritisch ist auch die Auswahl der Zellart und/oder Entwicklung einer Zelllinie. Dabei ist zu beachten, dass Nährmedien spezifisch an Zellart und -ursprung angepasst werden müssen, was in Co-Kultur besonders schwierig ist [251, 252]. Die Herstellung ohne den Einsatz von Antibiotika, wie in Zellkultur üblich, erfordert durchgehend absolut sterile Bedingungen. Weitere Herausforderungen sind die Herbeiführung von gesetzlichen Regelungen [253], Produktsicherheit (bezüglich Kontaminationen, Krankheitserregern, Allergenen, Gentechnik, Antibiotikaeinsatz) [254] und Akzeptanz der Verbraucher*innen sowie Beantwortung religiöser Fragestellungen, beispielsweise ob In-vitro-Fleisch als halal und/oder koscher einzustufen ist [255–257]. Außerdem besteht Optimierungsbedarf bei den Kosten (z. B. für Wachstumsfaktoren für Medium, Personal und Bioreaktoren) [226] sowie dem Energieverbrauch [258].

In-vitro-Fleisch bringt jedoch auch Chancen mit sich. So könnte gegenüber herkömmlicher Fleischproduktion die Last in den Bereichen Klima und Umwelt (s. 10.2.4.4), Tierwohl (s. 10.2.4.5), Welthunger und Gesundheit reduziert werden. In-vitro-Fleisch könnte durch eine geringere Wetterabhängigkeit zur Ernährungssicherung [226] sowie zur Unabhängigkeit von Im- und Export, z. B. bei Inselstaaten, beitragen. In Bezug auf Gesundheit ist eine Reduktion von Lebensmittelvergiftungen und ein vermindertes Aufkommen von Zoonosen sowie resistenter Keime (durch Verringerung des Antibiotika-Einsatzes) möglich [229, 231].

Für die kosten- und ressourceneffiziente Herstellung von großen Mengen an In-vitro-Fleisch und für die Produktion dreidimensionaler Strukturen bedarf es noch intensiver weiterer Forschung und Entwicklung.

10.2.4.4 Nachhaltigkeitsaspekte

In-vitro-Fleisch wird oftmals als nachhaltiger, das heißt weniger belastend für die Umwelt beschrieben im Vergleich mit herkömmlicher Tierhaltung. Es wird erwartet, dass weniger Energie, Wasser und Land verbraucht wird und weniger THG produziert werden. Die Umsetzungseffizienz der „gefütterten" Aminosäuren zum Aufbau von Proteinen im Endprodukt (Biokonversionsrate) ist in Zellkultur größer als im Tier – was alleine jedoch nicht ausreicht, um ressourcenschonender und umweltfreundlicher zu sein [228]. Als Schlüssel zu mehr Umweltverträglichkeit muss vor allem die Hochskalierung des Prozesses erreicht werden [246]. Belastbare Daten zur Umweltauswirkung von In-vitro-Fleisch gibt es bisher nicht. Alle Angaben basieren auf Modellrechnungen, die sich auf unterschiedliche Szenarien und Annahmen stützen [234, 259]. Laut bisherigen LCA-Modellen könnte In-vitro-Fleisch (in Form von unverarbeitetem Hackfleisch-ähnlichem Material) gegenüber herkömmlich produziertem Fleisch 7–45 % Energie, 78–96 % der THGE, 99 % der Landnutzung und 82–96 % des Wasserverbrauchs einsparen [234, 260]. Modelle, die andere Annahmen treffen, kommen hingegen teils auf einen Mehrverbrauch an Energie und höhere THGE bei der Herstellung von In-vitro-Fleisch [261]. Es werden oft auch indirekte

positive Aspekte genannt, z. B. dass Transportweg eingespart, Abholzung (Regenwaldabholzung für Futtermittelanbau) unterlassen, Eintrag von u. a. Nitrat in Böden und somit auch Gewässerbelastung verringert und durch In-vitro-Fisch auch Überfischung entgegengewirkt werden könnte [229, 234, 246]. Jedoch sind auch unter diesen Annahmen beispielsweise beim Geflügel keine signifikanten Effekte zu erwarten und es ist zu vermuten, dass in Bezug auf die Umwelt nur bei Rindfleisch nennenswerte Effekte erzielt werden könnten, da dieses einen besonders hohen Energie-, Futter- und Wasserbedarf hat sowie zur Freisetzung von Methan führt [234, 260-262]. Je nach regionalen Gegebenheiten und politischen Entscheidungen könnten Aspekte auch gegeneinander aufgewogen werden. Beispielsweise könnte für geringeren Land- und Wasserverbrauch ein höherer Energiebedarf (auch abhängig von der Verfügbarkeit erneuerbarer Energien) in Kauf genommen werden; auch die Tierethik könnte unterschiedlich bewertet werden.

Viele Aspekte im Zusammenhang mit In-vitro-Fleisch, insbesondere zur gesundheitlichen Bewertung, Umweltbilanz und Akzeptanz der Verbraucher*innen, können erst im Laufe der nächsten Jahre oder Jahrzehnte adäquat untersucht und eingeordnet werden.

10.2.4.5 Ethische Aspekte

In diesem Zusammenhang sind verschiedene ethische Aspekte zu betrachten. Als Pro-Argument für In-vitro-Fleisch ist die Ethik von entscheidender Bedeutung. Hierbei ist die Reduktion von Tierleid an erster Stelle zu nennen, da Enthornung, Kastration, künstliche Befruchtung, nicht artgerechte Haltungsbedingungen und Schlachtung entfallen könnten. Ein weiterer Aspekt ist die Entwicklung serumfreier Nährmedien; dadurch könnten auch in anderen Bereichen der Biotechnologie Fortschritte beim Ersetzen von fötalem Rinderserum erzielt werden [263]. Die potenziellen Effekte in Bezug auf Klima, Umwelt, Artenvielfalt und Nahrungssicherheit können auch aus ethischer Sicht klar als Vorteile betrachtet werden [231, 253, 264]. Ethische Bedenken hingegen verweisen auf die zusätzliche Entkopplung des Menschen von der Natur bzw. der „Unterwerfung" dieser [229, 265]. Zudem blieben Tiere nicht gänzlich unversehrt, da z. B. zumindest eine Muskelbiopsie nötig wäre [246, 266] und, falls fötales Rinderserum bei der Herstellung verwendet wird, weiterhin auch Tiere sterben müssten. Da theoretisch jedes Fleisch gezüchtet werden kann, auch das ausgestorbener Arten (z. B. Mammut-Fleischbällchen [267]) oder das von Menschen, kommen hier weitere ethische Fragestellungen auf, die gegebenenfalls gesetzliche Regulationen benötigen [265].

10.2.4.6 Gesetzgebung

In-vitro-Fleisch gilt als neuartiges Lebensmittel und unterliegt damit der Novel-Food-Verordnung. Somit müssen Hersteller vor der Markteinführung einen Zulassungsantrag bei der EU stellen, der von der EFSA geprüft wird. In diesem Prozess werden zudem Kontrollparameter und zuständige Kontrollinstanzen bzw. Behörden bestimmt. Für die Regulierung könnte auch relevant werden, dass es sich um gentechnisch modifizierte Organismen handeln könnte [244, 254]. Zudem muss vor Markteinführung die Frage geklärt werden, ob das Produkt „Fleisch" genannt werden darf [244, 246]. Am 14.09.2023 hat erstmals ein Unternehmen einen Vorantragsprozess für die Zertifizierung eines In-vitro-Fleisch-Produktes

bei der EFSA eingeleitet. Hierbei handelt es sich um eine Brühwurst, die hybrid, also aus veganen Zutaten sowie „signifikanten Mengen" In-vitro-Fleisch, hergestellt wird [268]. Weltweit sind bereits drei In-vitro-Fleischprodukte auf dem Markt erhältlich: Seit 2020 ist Hühnerfleisch aus dem Labor, gemischt mit pflanzlichen Proteinen, in Form von Nuggets in Singapur in einem Restaurant erhältlich. Im Juni 2023 wurde in den USA zwei Firmen die Zulassung für deren In-vitro-Hühnerfleisch-Produkte erteilt, welche seither in ausgewählten Restaurants verfügbar sind. In Italien hingegen hat der Senat für ein Verbot der Herstellung und des Verkaufs von In-vitro-Fleisch gestimmt, und ein entsprechender Gesetzesentwurf wurde von der Abgeordnetenkammer verabschiedet. (Stand: Januar 2024)

In-vitro-Fleisch unterliegt der Novel-Food-Verordnung. Das Inverkehrbringen ist nur nach entsprechender Genehmigung regulatorischer Behörden erlaubt. Auch wenn es weltweit bereits über hundert Firmen gibt, die sich der Produktion von In-vitro-Fleisch widmen, gibt es nur wenige Produkte, die auf dem Markt erhältlich sind, davon keines in Europa.

10.3 Begleit- und Nährstoffe – Herausforderungen und Chancen

Proteinhaltige Lebensmittel stellen dem Körper nicht nur Aminosäuren zur Verfügung, sondern liefern auch andere Stoffe, die sich ebenfalls in den verzehrten Lebensmitteln befinden und einen Einfluss auf die Gesundheit ausüben [269]. Hierzu zählen neben Mineralstoffen, Vitaminen und sekundären Pflanzenstoffen, welche überwiegend erwünscht sind, auch gesundheitsschädliche Begleitstoffe, die beispielsweise über Kontaminationen ins Lebensmittel gelangen können.

10.3.1 Ernährungsphysiologisch günstige Stoffe

Etwa 60 % der Proteinzufuhr wird derzeit über traditionelle tierische Lebensmittel sichergestellt [1], wobei diese auch maßgebliche Quellen zur Versorgung mit einigen Nährstoffen wie Vitamin B_{12}, Zink, Calcium, Jod, Eisen [38] und Riboflavin (Vitamin B_2) [270] sowie langkettigen n-3-Fettsäuren [271] sind. Daher sind diese als potenziell kritische Nährstoffe zu sehen, wenn ein Ersatz mit neuartigen alternativen Proteinquellen erfolgt. Bestärkt wird dies durch Hinweise, dass der Bedarf nicht immer ausreichend über pflanzliche Quellen gedeckt werden kann [272, 273], aber auch sich omnivor ernährende Personen derzeit nicht alle Nährstoffe bedarfsgerecht decken [38].

Die präzise Steuerung der Produktionsbedingungen vieler Verfahren zur Herstellung neuartiger alternativer Proteinquellen bietet die Möglichkeit, die Nährstoffzusammensetzung dieser Lebensmittel positiv zu beeinflussen. Dieses Potenzial wurde bisher noch nicht vollständig ausgeschöpft, unter anderem weil nicht alle angewandten Technologien ausreichend fortgeschritten sind. So ist bei der In-vitro-Fleischproduktion zu berücksichtigen, dass nicht alle Verbindungen, die sich im Muskel eines Tieres anreichern, dort synthetisiert werden, sondern auch in den tierischen Organen, oder aus Futterbestandteilen stammen.

Bisher ist noch uneindeutig, ob durch die Zugabe von Stoffen wie Vitamin B_{12}, Zink oder Eisen im Herstellungsprozess eine vergleichbare Nährstoffzusammensetzung wie bei herkömmlichen Fleischprodukten erreicht werden kann [243].

Die Nährstoffzusammensetzung von Produkten aus neuartigen alternativen Proteinquellen kann potenziell durch die präzise Steuerung der Produktionsbedingungen während der Herstellung positiv beeinflusst werden.

Zur Bedarfsdeckung von Vitamin B_{12} sind neuartige alternative Proteinquellen überwiegend ungeeignet, da sie entweder zu geringe Mengen aufweisen, wie die meisten fermentierten Produkte aus Hülsenfrüchten und Gemüse sowie die meisten Insektenarten, oder da sie hauptsächlich biologisch inaktives Vitamin B_{12} enthalten, wie z. B. Spirulina (*Arthrospira spp.*). Zwar sind auch die Grille *Acheta domesticus*, die grüne (*Enteromorpha spp.*) und violette Nori (*Porphyra spp.*) sowie die Mikroalge Chlorella (*Chlorella spp.*) reich an Vitamin B_{12}, jedoch ist unklar, ob dieses bioverfügbar ist [66, 131, 274].

Bestimmte Mykoproteine eignen sich aufgrund ihrer fasrigen Struktur besonders gut, um eine fleischähnliche Textur zu imitieren, sind zinkreich und können auch weitere Nährstoffe wie Riboflavin (Vitamin B_2) liefern [68, 90]. Auch Insekten sind gute Nährstofflieferanten, wobei sich ihre Zusammensetzung stark unterscheiden kann. Beispielhaft hervorzuheben ist der hohe Eisenanteil der ausgewachsenen Heuschrecke *Ruspolia differens* und des Schmetterlings *Gonimbrasia belina* sowie die zinkreiche Käferlarve *Rhynchophorus phoenicis* [131, 133]. Die geringere Bioverfügbarkeit von Eisen aus pflanzlichen Proteinquellen [275] kann durch Zugabe von Vitamin C oder anderen organischen Säuren verbessert werden [273].

Während der Anteil an langkettigen n-3-Fettsäuren in pflanzlichen Lebensmitteln üblicherweise gering ist [276], können Mikroalgen und Insekten gute Lieferanten sein [101, 128, 130, 131]. Bei der Herstellung von In-vitro-Fleisch besteht prinzipiell die Möglichkeit, das Verhältnis von n-6- und n-3-Fettsäuren zu verändern [232].

10.3

Eine gut bioverfügbare pflanzliche Calciumquelle ist Tofu [276]. Einen mit Milch vergleichbaren Calciumgehalt haben die Schmetterlingspuppe *Bombyx mori* und die Grille *Acheta domesticus* [131, 133].

Rohe und verarbeitete Makroalgen wie *A. esculenta*, *P. palmata* und *U. intestinalis* stellen eine Jodquelle dar [277]. Tatsächlich enthalten sie so viel Jod, dass nur wenige Gramm frisch geerntete Alge den Tagesbedarf decken [277]. Mit dem Verzehr einer auf einer Verpackung angegebenen Portionsempfehlung kann die als sicher betrachtete obere tolerable Jodzufuhr schnell überschritten werden [278, 279].

Dieser Abschnitt beinhaltet Erkenntnisse aus Modellrechnungen, bei denen herkömmliches Fleisch durch pflanzliche Alternativen aus Nüssen, Gemüse und Hülsenfrüchten [280] oder zusätzlich durch Ersatzprodukte auf Basis von Mykoprotein [281] ausgetauscht wird. Der Proteingehalt von pflanzlichen Ersatzprodukten ist üblicherweise geringer als der von herkömmlichen Fleischprodukten [280, 281]. Wird herkömmliches Fleisch in einer Modellrechnung vollständig durch Alternativen auf Gemüse- oder Nussbasis ersetzt, verringert sich die Gesamtproteinzufuhr um fast 20 g/Tag [281]. Die Zufuhr einiger Stoffe wie Eisen und Vitamin B_{12} ist im Vergleich mit herkömmlichem Fleisch bei Produkten aus Pflanzen oder

Mykoprotein tendenziell geringer [280, 281]. Zudem weisen pflanzliche Alternativen häufig weniger Zink und Calcium auf, wobei die Zufuhr anderer Stoffe wie Vitamin E und K, Magnesium oder Kalium, weniger stark beeinflusst wird [280]. Ersatzprodukte besitzen oft einen höheren Salzgehalt als herkömmliche Fleischprodukte, wobei tofubasierte Produkte im Durchschnitt am salzreichsten sind [281]. Allerdings sind bei im Einzelhandel erhältlichen Lebensmitteln Unterschiede festzustellen. So enthalten pflanzliche Alternativen, die Hackfleisch imitieren, durchschnittlich mehr Salz als herkömmliches Hackfleisch, jedoch besitzen herkömmliche Würstchen aus Fleisch üblicherweise einen höheren Salzgehalt als das pflanzliche Pendant [282]. Tofubasierte Produkte sind gegenüber anderen Ersatzprodukten aus Pflanzen oder Mykoprotein zu bevorzugen, da sie vergleichsweise höhere Mengen an Protein und Eisen aufweisen, wobei auf einen geringen Salzgehalt geachtet werden sollte [281]. Hervorzuheben sind die im Vergleich mit anderen Alternativen oft besonders fettarmen Produkte auf Basis von Mykoprotein sowie Produkte aus Nüssen, da sie durchschnittlich ballaststoffreicher sind [281].

Pflanzliche Alternativen für Milch, Joghurt und Käse besitzen im Vergleich üblicherweise geringere Proteingehalte, wobei Produkte aus Hülsenfrüchten wie Soja durchschnittlich am proteinreichsten sind [283–285]. Es ist nicht unüblich, dass Kuhmilchersatzprodukten Vitamine und Mineralstoffe zugesetzt werden. Sojabasierte Produkte enthalten im Mittel höhere Gehalte an Vitamin B_6, Vitamin K, Folsäure, Magnesium und Eisen als Kuhmilch oder Alternativen aus Nüssen, Saaten, Kokosnuss oder Getreide. Hohe Selengehalte sind häufig in Produkten aus Cashew und Hanfsamen zu finden [285]. Stoffe wie süßende Zutaten, Pflanzenöle oder Salz, die den pflanzlichen Alternativen zur Optimierung organoleptischer Eigenschaften zugesetzt werden, beeinflussen die ernährungsphysiologische Zusammensetzung. So weist etwa die Hälfte der pflanzlichen Alternativen einen höheren Salzgehalt auf als Kuhmilch [286]. Wenn als Basis für Käsealternativen Pflanzenöle verwendet werden, besitzen diese durchschnittlich einen höheren Anteil an gesättigten Fettsäuren als herkömmlicher Käse [284]. Kokosnuss- und nussbasierte Joghurtalternativen enthalten im Schnitt mehr Fett als Kuhmilchprodukte [284] und können daher mitunter energiereicher sein [283].

Es gibt Hinweise, dass ein Austausch von tierischen Proteinen durch Protein aus pflanzlichen Lebensmitteln wie Hülsenfrüchten und Vollkorngetreide [287, 288], Nüssen [288] sowie Gemüse und Obst [287] in einer höheren Ernährungsqualität resultiert, welche mit einer adäquaten Nährstoffversorgung für viele Nährstoffe [287] und langfristig positiven Gesundheitsauswirkungen assoziiert ist [280, 287, 288]. Im Rahmen einer Modellrechnung wurde durch den Ersatz von rotem und verarbeitetem Fleisch durch proteinreiche pflanzliche Alternativen (sowohl gering- als auch stark verarbeitet) eine Verbesserung des Gesundheitszustandes erreicht [289]. In einer weiteren Modellrechnung wirkt sich der Ersatz von traditionellen Fleischprodukten positiv auf die Gesundheit und auch die Umwelt aus. Die Gesamtemissionen der derzeitigen Ernährung von 5,00 kg CO_2-Äquivalenten[1] werden durch den Austausch mit gering prozessierten pflanzenbasierten Alternativen (überwiegend hülsenfrüchtebasiert) auf 3,28 kg CO_2-Äquivalente reduziert. Sogar stark verarbeitete Fleischalternativen (oft mykoproteinbasiert) führen zu einer Reduktion (3,43 kg CO_2-Äquivalente). Erfolgt ein Ersatz von herkömmlichen Fleischprodukten mit In-vitro-Fleisch, werden die Emissionen um etwa 1 kg CO_2-Äquivalente gemindert [289].

[1] Das CO_2-Äquivalent ist eine Maßeinheit, die genutzt wird, um die Auswirkungen verschiedener Treibhausgase auf die Erderwärmung vergleichbar zu machen.

Da gegenwärtig aus neuartigen alternativen Proteinquellen sowohl Lebensmittel mit günstigen ernährungsphysiologischen Eigenschaften als auch stark verarbeitete salz- und zuckerreiche Produkte existieren, ist aus gesundheitlicher Sicht eine bewusste Lebensmittelwahl notwendig.

10.3.2 Ungünstige Stoffe

Obwohl alternative Proteinquellen in der Industrie zunehmend verarbeitet werden, sind noch Informationslücken zu manchen Sicherheitsaspekten vorhanden. Beispielsweise gibt es aktuell nur wenige Studien, die Risiken der Lebensmittelsicherheit im Zusammenhang mit alternativen Proteinquellen wie In-vitro-Fleisch direkt bewerten. Dies gilt insbesondere für den Einsatz von Gentechnik und für die Massenproduktion, da die Produktion von In-vitro-Fleisch für den menschlichen Verzehr noch neuartig ist [254].

10.3.2.1 Antinutritive Faktoren

Sogenannte antinutritiven Faktoren sind im Lebensmittel inhärente Stoffe, welche die Aufnahme von ernährungsphsiologisch günstigen Stoffen negativ beeinflussen. In Hülsenfrüchten sind oft Protease-Inhibitoren, α-Amylase-Inhibitoren, Lektine, einige Polyphenole (insbesondere Tannine) und Phytinsäure vorzufinden [290, 291]. Ersatzprodukte für herkömmliche Fleisch- und Milchprodukte werden häufig auf Basis von Hülsenfrüchten hergestellt, insofern gilt zu bedenken, dass sich beispielsweise Phytate ungünstig auf die Zink- und Eisenabsorption auswirken können [275, 292]. Kuhmilchalternativen aus Sesam oder Hafer enthalten Oxalate [286]. Essbare Insekten enthalten verschiedene antinutritive Faktoren wie Tannine, Oxalate, Phytate, Thiaminasen oder Proteinase-Inhibitoren, die sie selbst synthetisieren oder aus der Umwelt akkumulieren. Allerdings sind die Gehalte relativ gering und mit denen in anderen Lebensmitteln vergleichbar [293]. Gering verarbeitete Lebensmittel enthalten möglicherweise höhere Mengen an antinutritiven Faktoren, doch verschiedene Verfahren, wie Fermentation [62], Extrusion [294] und Kochen [290], können die Wirkung mindern. Inwiefern sich das Vorhandensein antinutritiver Faktoren in der Lebensmittelmatrix von neuartigen alternativen Proteinquellen auf die Absorption von Stoffen auswirkt, ist derzeit noch unklar.

10.3.2.2 Allergene

Pflanzliche Stoffe haben das Potenzial, Allergien auszulösen. So enthalten Hülsenfrüchte Allergene, von denen die meisten den Speicherproteinen, pathogenassoziierten Proteinen oder Prolifinen zugeordnet werden können. Ebenso sind allergische Reaktionen auf Mikroalgen, wie von Spirulina abgeleitete Produkte (*A. platensis*) oder Chlorella, möglich. In Cyanobakterien wurde zudem die β-Kette des C-Phycocyanin-Proteins als Hauptallergen identifiziert. Weiterhin gibt es Hinweise, dass unter dem Aspekt der Lebensmittelsicherheit das Allergiepotenzial das größte Risiko bei Mykoproteinen darstellt. So wurde eine besonders starke Reaktion auf *Fusarium vasinfectum* beobachtet; auch Kreuzreaktionen sind möglich. Zahlreiche allergische und gastrointestinale adverse Reaktionen wurden durch

Produkte auf Basis von Mykoprotein ausgelöst [254]. Allergene, die in Insekten vorhanden sein können, wurden im Abschnitt 10.2.3.1 diskutiert. Die EFSA stellte fest, dass sich die wenigen vorhandenen Prävalenzstudien zu Allergien bei Insekten hauptsächlich auf asiatische Bevölkerungsgruppen beziehen [295]. Bei einer bestehenden Garnelenallergie können Kreuzreaktivitäten auftreten, so liegt bei einer bestehenden Garnelenallergie ein höheres Risiko einer Lebensmittelallergie gegen Mehlwürmer (*T. molitor*) und gegebenenfalls weitere Insekten vor [182, 296, 297].

10.3.2.3 Mikrobielle Risiken

In einer Metaanalyse [254] wird beschrieben, dass pflanzliche Rohstoffe pathogene Bakterien enthalten können, die nicht immer durch Hitzeentwicklung im Herstellungsprozess abgetötet werden können. In Lebensmitteln aus Mikroalgen wurden neben nicht pathogenen auch potenziell pathogene Bakteriengattungen sowie Clostridium-Endosporen identifiziert. Insbesondere bei der Verwendung von Multispezies-Co-Kulturen ist daher sicherzustellen, dass keine Toxin produzierenden Bakterienarten verwendet werden [298]. Möglich ist auch die Kontamination von Mikroalgen-Produkten mit cyanobakteriellen Hepatoxinen (Microcystine), insbesondere wenn die Produktion in offenen Becken stattfindet [254]. In einigen Studien wurden hauptsächlich nicht pathogene Erreger in Insekten, wie beispielsweise *T. molitor,* nachgewiesen, wohingegen mehrere potenziell pathogene Bakteriengattungen in *T. molitor*, *L. migratoria* und *A. domesticus* bzw. in Produkten aus diesen identifiziert wurden [254]. Weiterhin wurde in *T. molitor* und *A. domesticus* ein Plasmid entdeckt, das die Produktion eines hitzebeständigen Toxins ermöglichen könnte. Es wurde auch über antimikrobielle Resistenzgene bei essbaren Insekten berichtet, darunter *L. migratoria*, *A. domesticus* und *T. molitor*. Da rohe Insekten eine hohe mikrobiologische Last aufweisen können, wird empfohlen, diese einer thermischen Behandlung zu unterziehen, wobei sich Blanchieren nicht eignet, um mesophile Bakteriensporen zu reduzieren oder abzutöten [126]. Auch getrocknete Insekten weisen eine höhere Bakterienzahl auf als gekochte oder frittierte [299]. Infektiöse Prionen werden als offensichtlichstes Sicherheitsproblem bei Laborfleisch benannt, da Kulturmedien auf Basis von Tierserum, meist fötalem Rinderserum, derzeit am häufigsten verwendet werden [254]. Mykoplasmen sind häufig Kontaminanten in Zellkulturen und stellen eine Herausforderung dar, da sie antibiotikaresistent sind, durch ihre geringe Größe Filter passieren können und langsam wachsen, weshalb die Möglichkeit besteht, dass sie lange Zeit nicht nachgewiesen werden [300].

10.3.2.4 Schwermetalle

Insbesondere über Verunreinigungen gelangen Schadstoffe wie Schwermetalle, z. B. Cadmium, Quecksilber und Blei, sowie Toxine in Biomasse wie Mikroalgen oder Mykoprotein. Besonders hoch ist das Kontaminationsrisiko, wenn Abwasser als Wachstumssubstrat verwendet wird. Darüber hinaus variiert die Rate der Schwermetallaufnahme je nach Mikroalgenart. Abhängig von den Wachstumsbedingungen (wild oder gezüchtet) können sich Schwermetalle auch in Insekten anreichern, wobei das Ausmaß der Akkumulation von der Art des Bodens und des Metalls abhängt [254]. Allerdings ist beispielsweise die Konzentration von Schwermetallen in *T. molitor* relativ gering und bewegt sich innerhalb der rechtlichen Vorgaben [301]. Mischproben verschiedener Insektenarten zeigten vergleichbare Ergebnisse [302].

10.3.2.5 Weitere Stoffe

Die Akkumulation von Glyphosat-Rückständen könnte in gentechnisch veränderten Sojabohnen bzw. in Produkten aus diesen die Gesundheit negativ beeinflussen [254]. Ein weiteres Problem bei der Produktion von Bakterienproteinen kann das Vorhandensein potenziell schädlicher Substanzen wie Polyhydroxybutyrat sein, welches sich in Organen anreichern könnte. Wird Abwasser als Wachstumssubstrat genutzt, ist die Überwachung biologischer und chemischer Risiken erforderlich, das betrifft z. B. die Flankierung durch andere Bakterien [254]. Des Weiteren kann ein hoher Nukleinsäure-Anteil in Biomasse zur übermäßigen Bildung von Harnsäure führen, was eine Hauptursache für Gicht oder Hyperurikämie darstellt. Zur Minderung des Effekts sollten nukleinsäurereiches bakterielles Protein und Mykoprotein einer Hitzebehandlung unterzogen werden [254].

10.4 Ausblick

Es gibt heute schon eine Reihe alternativer Proteinquellen, die genutzt werden können, um traditionelle tierische Proteinquellen zu ersetzen oder zu ergänzen. Dabei kommen zahlreiche unterschiedliche Produktionstechnologien und verschiedene Zutaten zum Einsatz. Die hier beschriebenen neuartigen alternativen Proteinquellen unterscheiden sich stark voneinander, was den Entwicklungsstand der zugrundeliegenden Technologien und ihre Marktreife angeht. Abbildung 10/1 zeigt eine Übersicht über die hier beschriebenen neuartigen alternativen Proteinquellen.

Auch Produkte, die bereits auf dem Markt verfügbar sind, unterliegen einem kontinuierlichen Wandel in ihrer Rezeptur und in den Produktionsprozessen [303], was die Dynamik in dem jungen Feld widerspiegelt.

Derzeit gestaltet es sich noch schwierig, die ernährungsphysiologische Gesamtqualität der alternativen Proteinquellen umfassend zu bewerten. Obwohl alle beschriebenen Produkte und Technologien das Potenzial haben, hochwertiges Protein und zahlreiche Mikronährstoffe bereitzustellen, hängt die Qualität der Produkte von sämtlichen Inhaltsstoffen ab. Heutige Ersatzprodukte für Fleisch und Milch sind im Hinblick auf die Energiedichte und die meisten Mikronährstoffe noch nicht gleichwertig zu den tierischen Lebensmitteln, jedoch ist zu erwarten, dass sich die Nährstoffprofile in der Zukunft verbessern.

Die verstärkte Nutzung von alternativen Proteinquellen verringert die Notwendigkeit der Tierhaltung und kann sich dadurch positiv auf das Tierwohl auswirken.

Art der Proteinquelle	Pflanzenbasiertes Protein	Fermentation			Insekten-Protein	In-vitro-Fleisch
		Klassische Fermentation	**Biomasse**	***Precision fermentation***		
Beschreibung	Pflanzenarten und -teile werden als Rohstoffe genutzt, um Produkte herzustellen, die meist tierischen Lebensmitteln in Form, Textur und Geschmack nachempfunden werden.	Meist pflanzliche Substrate, die durch die Fermentation mit Mikroorganismen in Nährstoffzusammensetzung und funktionellen Eigenschaften verändert werden.	Bei der Biomasse-Fermentation sind Mikroorganismen das eigentliche Produkt (*single cell protein*). Eingesetzt werden derzeit filamentöse Pilze, Hefen, Mikroalgen und Bakterien.	Bei *precision fermentation* können Proteine und andere Stoffe mit Hilfe von angepassten Mikroorganismen hergestellt werden. Die Produkte werden als Zutaten für Lebensmittel verwendet.	Lebensmittelinsekten liefern verzehrfertige Endprodukte oder werden als Zutat beigemischt und können tierische und menschliche Lebensmittel aufwerten.	Über biotechnologische Verfahren werden Muskel-/Fett-/Bindegewebszellen vermehrt und daraus Fleischprodukte hergestellt; entspricht in der Theorie herkömmlich hergestelltem Fleisch.
Herausforderungen	Geschmack (Bei-/Störgeschmack), Zutatengemische müssen auf ernährungsphysiologische Qualität optimiert werden, besonders für die Proteinqualität.	Mikroorganismus und Substrat müssen genau aufeinander abgestimmt werden.	Skalierbarkeit, Entwässerung bei Mikroalgenfermentation	Hohe Kosten für Forschung und Entwicklung, komplexe Produkte (z. B. Proteine) erfordern Prozessoptimierung zur Qualitätssicherung, Skalierbarkeit	Lebensmittel- und Kreuzallergien, mikrobielle Risiken, mögliche Akkumulation von Kontaminanten, Ökobilanz abhängig von Haltungsart, Akzeptanz bei Verbraucher*innen in Deutschland gering.	Skalierbarkeit, perfekte Nachahmung, Entwicklung serumfreier Nährmedien, Energiebedarf, Verfügbarkeit der eingesetzten Rohstoffe, Bezahlbarkeit, Gentechnik, fehlende Regulation
Chancen	Liefern je nach Verarbeitung zusätzlich Nährstoffe wie Ballaststoffe oder bioaktive Substanzen, hohe Akzeptanz bei Verbraucher*innen.	Verbesserte Produkteigenschaften, mikrobielle Anreicherung von Nährstoffen, hohe Akzeptanz bei Verbraucher*innen.	Nutzbarmachung von Seiten-/Abfallströmen	Herstellung von Proteinen und anderen Zutaten nach Bedarf, Nutzbarmachung von Seiten-/Abfallströmen durch Verwendung genetisch angepasster Mikroorganismen	Geringes Risiko für neue Zoonosen, Nutzbarmachung von Seiten-/Abfallströmen, Nahrungsmittel mit hohem Nährwert, Nachhaltigkeitspotenzial	Modifikation der Zusammensetzung möglich, Tierethik, Nachhaltigkeitspotenzial ist denkbar.

Abbildung 10/1: Übersicht über unterschiedliche neuartige alternative Proteinquellen

Die Abbildungen wurden mit Adobe Firefly KI generiert

Hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit basieren derzeitige Einschätzungen größtenteils auf Modellrechnungen. Demnach können alternative Proteinquellen zur Nachhaltigkeit beitragen, sofern sie tierische Lebensmittel ersetzen und bei deren Herstellung erneuerbare Energien eingesetzt werden. LCA für bereits existierende Produkte zeigen eine geringere Umweltbelastung durch alternative Proteine im Vergleich zu tierischem Protein auf. Insbesondere die Nutzung von Neben- und Restprodukten kann einen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten.

Hier bedarf es entsprechender regulatorischer Maßnahmen. Die Nutzung von Nebenprodukten und gegebenenfalls Lebensmittelresten für die Veredelung durch Mikroorganismen oder Insekten muss durch die Gesetzgebung geregelt werden. Zudem findet in bestimmten Technologien Gentechnik Anwendung, was eine Anpassung des Gentechnikgesetzes erforderlich machen könnte. Auch im Fall von In-vitro-Fleisch müssen gesetzliche Vorschriften festlegen, welche Methoden zulässig sind (wie Gentechnik), welche Spezies oder Zelltypen für die Kultivierung verwendet werden dürfen und ob das Produkt als „Fleisch" bezeichnet werden darf.

Zusammenfassend gibt es einige vielversprechende Ansätze zur Produktion von alternativen Proteinquellen. Ob sich sämtliche hier beschriebenen Ansätze durchsetzen werden, bleibt abzuwarten. Um eine widerstandsfähige Proteinversorgung in der Zukunft sicherzustellen, ist es ratsam, auf eine Mischung aus verschiedenen Technologien und Quellen zu setzen, die regional je nach Ernährungsgewohnheiten variieren kann.

10.5 Literatur

[1] Moon K, Krems C, Heuer T et al.: Association between body mass index and macronutrients differs along the body mass index range of German adults: results from the German National Nutrition Survey II. J Nutr Sci 10 (2021) e8. doi:10.1017/jns.2020.60

[2] Kroke A, Schmidt A, Amini AM et al.: Dietary protein intake and health-related outcomes: a methodological protocol for the evidence evaluation and the outline of an evidence to decision framework underlying the evidence-based guideline of the German Nutrition Society. Eur J Nutr 61 (2022) 2091–2101. doi:10.1007/s00394-021-02789-5

[3] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE): Ausgewählte Fragen und Antworten zu Protein und unentbehrlichen Aminosäuren. (2021) https://www.dge.de/gesunde-ernaehrung/faq/ausgewaehlte-fragen-und-antworten-zu-protein-und-unentbehrlichen-aminosaeuren/ (eingesehen am 10.05.2024)

[4] Biesalski H-K, Grimm P, Nowitzki-Grimm S: Taschenatlas Ernährung. Thieme, Stuttgart, 8., vollständig überarbeitete Auflage (2020)

[5] Leser S: The 2013 FAO report on dietary protein quality evaluation in human nutrition: Recommendations and implications. Nutr Bull 38 (2013) 421–428. doi:10.1111/nbu.12063

[6] Smart Protein Project: Plant-based foods in Europe: How big is the market? The Smart Protein Plant-based Food Sector Report. (2021) https://smartproteinproject.eu/plant-based-food-sector-report/ (eingesehen am 10.05.2024)

[7] Alcorta A, Porta A, Tárrega A et al.: Foods for plant-based diets: challenges and innovations. Foods 10 (2021) 293. doi:10.3390/foods10020293

[8] EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), Turck D, Bohn T et al.: Safety of mung bean protein as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. EFSA J 19 (2021) 6846. doi:10.2903/j.efsa.2021.6846

[9] van Ackeren J: This is what the future tastes like. (2022) https://www.fraunhofer.de/s/ePaper/magazine/2022/01/index.html#10 (eingesehen am 10.05.2024)

[10] Ahmad M, Qureshi S, Akbar MH et al.: Plant-based meat alternatives: compositional analysis, current development and challenges. Appl Food Res 2 (2022) 100154. doi:10.1016/j.afres.2022.100154

[11] Kyriakopoulou K, Dekkers B, van der Goot AJ: Plant-based meat analogues. In: Galanakis CM (Hrsg.): Sustainable meat production and processing. Academic Press, London (2019) 103–126

[12] Dekkers BL, Boom RM, van der Goot AJ: Structuring processes for meat analogues. Trends Food Sci Technol 81 (2018) 25–36. doi:10.1016/j.tifs.2018.08.011

[13] Rampon V, Robert P, Nicolas N et al.: Protein structure and network orientation in edible films prepared by spinning process. J Food Sci 64 (1999) 313–316. doi:10.1111/j.1365-2621.1999.tb15890.x

[14] Miyoshi T, Toyohara K, Minematsu H: Preparation of ultrafine fibrous zein membranes via electrospinning. Polym Int 54 (2005) 1187–1190. doi:10.1002/pi.1829

[15] Hassas-Roudsari M, Goff HD: Ice structuring proteins from plants: mechanism of action and food application. Food Res Int 46 (2012) 425–436. doi:10.1016/j.foodres.2011.12.018

[16] Krintiras GA, Gadea Diaz J, van der Goot AJ et al.: On the use of the Couette Cell technology for large scale production of textured soy-based meat replacers. J Food Eng 169 (2016) 205–213. doi:10.1016/j.jfoodeng.2015.08.021

[17] Hettiarachchy N, Kannan A, Schäfer C et al.: Gelling of plant based proteins. In: Wagner G, Bröckel U, Meier W (Hrsg.): Product design and engineering. Formulation of gels and pastes. Wiley-VCH, Weinheim (2013) 221–245

[18] Herreman L, Nommensen P, Pennings B et al.: Comprehensive overview of the quality of plant- And animal-sourced proteins based on the digestible indispensable amino acid score. Food Sci Nutr 8 (2020) 5379–5391. doi:10.1002/fsn3.1809

[19] van Vliet S, Kronberg SL, Provenza FD: Plant-based meats, human health, and climate change. Front Sustain Food Syst 4 (2020) 128. doi:10.3389/fsufs.2020.00128

[20] Yang Y, Churchward-Venne TA, Burd NA et al.: Myofibrillar protein synthesis following ingestion of soy protein isolate at rest and after resistance exercise in elderly men. Nutr Metab (Lond) 9 (2012) 57. doi:10.1186/1743-7075-9-57

[21] Brennan JL, Keerati-U-Rai M, Yin H et al.: Differential responses of blood essential amino acid levels following ingestion of high-quality plant-based protein blends compared to whey protein – A double-blind randomized, cross-over, clinical trial. Nutrients 11 (2019) 2987. doi:10.3390/nu11122987

[22] Gilani SG, Wu Xiao C, Cockell KA: Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality. Br J Nutr 108, Suppl 2 (2012) S315–S332. doi:10.1017/S0007114512002371

[23] Petersen T, Hartmann M, Hirsch S: Which meat (substitute) to buy? Is front of package information reliable to identify the healthier and more natural choice? Food Quality Pref 94 (2021) 104298. doi:10.1016/j.foodqual.2021.104298

[24] Alessandrini R, Brown MK, Pombo-Rodrigues S et al.: Nutritional quality of plant-based meat products available in the UK: a cross-sectional survey. Nutrients 13 (2021) 4225. doi:10.3390/nu13124225

[25] Smith Edge M, Garrett JL: The nutrition limitations of mimicking meat. CFW 65 (2020). doi:10.1094/CFW-65-4-0045

[26] Harnack L, Mork S, Valluri S et al.: Nutrient composition of a selection of plant-based ground beef alternative products available in the United States. J Acad Nutr Diet 121 (2021) 2401–2408.e12. doi:10.1016/j.jand.2021.05.002

[27] McClements DJ, Grossmann L: The science of plant-based foods: constructing next-generation meat, fish, milk, and egg analogs. Compr Rev Food Sci Food Saf 20 (2021) 4049–4100. doi:10.1111/1541-4337.12771

[28] Avgerinos KI, Spyrou N, Bougioukas KI et al.: Effects of creatine supplementation on cognitive function of healthy individuals: a systematic review of randomized controlled trials. Exp Gerontol 108 (2018) 166–173. doi:10.1016/j.exger.2018.04.013

[29] Crimarco A, Springfield S, Petlura C et al.: A randomized crossover trial on the effect of plant-based compared with animal-based meat on trimethylamine-N-oxide and cardiovascular disease risk factors in generally healthy adults: Study With Appetizing Plantfood-Meat Eating Alternative Trial (SWAP-ME-AT). Am J Clin Nutr 112 (2020) 1188–1199. doi:10.1093/ajcn/nqaa203

[30] Tso R, Forde CG: Unintended consequences: nutritional impact and potential pitfalls of switching from animal- to plant-based foods. Nutrients 13 (2021) 2527. doi:10.3390/nu13082527

[31] Toribio-Mateas MA, Bester A, Klimenko N: Impact of plant-based meat alternatives on the gut microbiota of consumers: a real-world study. Foods 10 (2021) 2040. doi:10.3390/foods10092040

[32] Onwezen MC, Bouwman EP, Reinders MJ et al.: A systematic review on consumer acceptance of alternative proteins: pulses, algae, insects, plant-based meat alternatives, and cultured meat. Appetite 159 (2021) 105058. doi:10.1016/j.appet.2020.105058

[33] Tuorila H, Hartmann C: Consumer responses to novel and unfamiliar foods. Curr Opin Food Sci 33 (2020) 1–8. doi:10.1016/j.cofs.2019.09.004

[34] Europäisches Parlament, Europäischer Rat: Verordnung (EU) 2015/2283 des europäischen Parlamentes und des Rates vom 25. November 2015 über neuartige Lebensmittel, zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 258/97 des Europäischen Parlaments und des Rates und der Verordnung (EG) Nr. 1852/2001 der Kommission. Amtsblatt der Europäischen Union (2015) 1–22

[35] Impossible Foods Inc.: Request for placing on the market of Soy Leghemoglobin produced from genetically modified Pichia pastoris (EFSA-GMO-NL-2019-162) (2019)

[36] Heller MC, Keoleian, Gregory, A: Beyond Meat's Beyond Burger Life Cycle Assessment: a detailed comparison between a plant-based and an animal-based protein source. CSS Report. University of Michigan, Ann Arbor (2018)

[37] The Good Food Institute: Alternative protein company database https://gfi.org/resource/alternative-protein-company-database/ (eingesehen am 13.05.2024)

[38] Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel (MRI): Nationale Verzehrsstudie II. Ergebnisbericht, Teil 2. Die bundesweite Befragung zur Ernährung von Jugendlichen und Erwachsenen, Karlsruhe (2008)

[39] Boukid F, Hassoun A, Zouari A et al.: Fermentation for designing innovative plant-based meat and dairy alternatives. Foods 12 (2023) 1005. doi:10.3390/foods12051005

[40] Harper AR, Dobson RCJ, Morris VK et al.: Fermentation of plant-based dairy alternatives by lactic acid bacteria. Microb Biotechnol 15 (2022) 1404–1421. doi:10.1111/1751-7915.14008

[41] Bernat N, Cháfer M, Rodríguez-García J et al.: Effect of high pressure homogenisation and heat treatment on physical properties and stability of almond and hazelnut milks. LWT 62 (2015) 488–496. doi:10.1016/j.lwt.2014.10.045

[42] Boeck T, Sahin AW, Zannini E et al.: Nutritional properties and health aspects of pulses and their use in plant-based yogurt alternatives. Compr Rev Food Sci Food Saf 20 (2021) 3858–3880. doi:10.1111/1541-4337.12778

[43] Cao Y, Miao L: Consumer perception of clean food labels. BFJ 125 (2023) 433–448. doi:10.1108/BFJ-03-2021-0246

[44] Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e.V. - IVLV: Nutzbarmachung in situ produzierter Exopolysaccharide zur Strukturverbesserung fermentierter pflanzlicher Alternativen zu Joghurt auf Lupinenbasis (EPS-Lupine). IGF- Vorhaben 18749 N https://www.igf-foerderung.de/gefoerderte-projekte/projektdatenbank?tx_igfprojects_search%5Baction%5D=detail&tx_igfprojects_search%5Bcontroller%5D=Search&tx_igfprojects_search%5Bitem%5D=9695&tx_igfprojects_search%5Bterm%5D=Nutzbarmachung%20in%20situ%20produzierter%20Exopolysaccharide%20&cHash=cf2fb3b75319b5f784675c3c5472c493 (eingesehen am 13.05.2024)

[45] Emkani M, Oliete B, Saurel R: Effect of lactic acid fermentation on legume protein properties, a review. Fermentation 8 (2022) 244. doi:10.3390/fermentation8060244

[46] Fischer E, Cayot N, Cachon R: Potential of microorganisms to decrease the "beany" off-flavor: a review. J Agric Food Chem 70 (2022) 4493–4508. doi:10.1021/acs.jafc.1c07505

[47] The Good Food Institute: U.S. retail market insights for the plant-based industry https://gfi.org/marketresearch/#cheese (eingesehen am 13.05.2024)

[48] Sim SYJ, Srv A, Chiang JH et al.: Plant proteins for future foods: a roadmap. Foods 10 (2021) 1967. doi:10.3390/foods10081967

[49] Jeewanthi RKC, Paik H-D: Modifications of nutritional, structural, and sensory characteristics of non-dairy soy cheese analogs to improve their quality attributes. J Food Sci Technol 55 (2018) 4384–4394. doi:10.1007/s13197-018-3408-3

[50] Mattice KD, Marangoni AG: Physical properties of plant-based cheese products produced with zein. Food Hydrocoll 105 (2020) 105746. doi:10.1016/j.foodhyd.2020.105746

[51] Granito M, Álvarez G: Lactic acid fermentation of black beans (Phaseolus vulgaris): microbiological and chemical characterization. J Sci Food Agric 86 (2006) 1164–1171. doi:10.1002/jsfa.2490

[52] García Arteaga V, Leffler S, Muranyi I et al.: Sensory profile, functional properties and molecular weight distribution of fermented pea protein isolate. Curr Res Food Sci 4 (2021) 1–10. doi:10.1016/j.crfs.2020.12.001

[53] Yvon M, Rijnen L: Cheese flavour formation by amino acid catabolism. Int Dairy J 11 (2001) 185–201. doi:10.1016/S0958-6946(01)00049-8

[54] Smit G, Smit BA, Engels WJM: Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. FEMS Microbiol Rev 29 (2005) 591–610. doi:10.1016/j.femsre.2005.04.002

[55] Meinlschmidt P, Ueberham E, Lehmann J et al.: Immunoreactivity, sensory and physicochemical properties of fermented soy protein isolate. Food Chem 205 (2016) 229–238. doi:10.1016/j.foodchem.2016.03.016

[56] Ma Z, Boye JI, Hu X: Nutritional quality and techno-functional changes in raw, germinated and fermented yellow field pea (Pisum sativum L.) upon pasteurization. LWT - Food Sci Technol 92 (2018) 147–154. doi:10.1016/j.lwt.2018.02.018

[57] Chandra-Hioe MV, Wong CHM, Arcot J: The potential use of fermented chickpea and faba bean flour as food ingredients. Plant Foods Hum Nutr 71 (2016) 90–95. doi:10.1007/s11130-016-0532-y

[58] Verni M, Mastro G de, Cillis F de et al.: Lactic acid bacteria fermentation to exploit the nutritional potential of Mediterranean faba bean local biotypes. Food Res Int 125 (2019) 108571. doi:10.1016/j.foodres.2019.108571

[59] Sozer N, Melama L, Silbir S et al.: Lactic acid fermentation as a pre-treatment process for faba bean flour and its effect on textural, structural and nutritional properties of protein-enriched gluten-free faba bean breads. Foods 8 (2019) 431. doi:10.3390/foods8100431

[60] Yang A, Zuo L, Cheng Y et al.: Degradation of major allergens and allergenicity reduction of soybean meal through solid-state fermentation with microorganisms. Food Funct 9 (2018) 1899–1909. doi:10.1039/c7fo01824j

[61] El Mecherfi K-E, Lupi R, Cherkaoui M et al.: Fermentation of gluten by Lactococcus lactis LLGKC18 reduces its antigenicity and allergenicity. Probiotics Antimicrob Proteins 14 (2022) 779–791. doi:10.1007/s12602-021-09808-1

[62] Adeyemo SM, Onilude AA: Enzymatic reduction of anti-nutritional factors in fermenting soybeans by Lactobacillus plantarum isolates from fermenting cereals. Niger Food J 31 (2013) 84–90. doi:10.1016/s0189-7241(15)30080-1

[63] Samtiya M, Aluko RE, Puniya AK et al.: Enhancing micronutrients bioavailability through fermentation of plant-based foods: a concise review. Fermentation 7 (2021) 63. doi:10.3390/fermentation7020063

[64] Gu Q, Zhang C, Song D et al.: Enhancing vitamin B12 content in soy-yogurt by Lactobacillus reuteri. Int J Food Microbiol 206 (2015) 56–59. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2015.04.033

[65] Knez E, Kadac-Czapska K, Grembecka M: Effect of fermentation on the nutritional quality of the selected vegetables and legumes and their health effects. Life (Basel) 13 (2023) 655. doi:10.3390/life13030655

[66] Dagnelie PC, van Staveren WA, van den Berg H: Vitamin B-12 from algae appears not to be bioavailable. Am J Clin Nutr 53 (1991) 695–697. doi:10.1093/ajcn/53.3.695

[67] Finnigan TJA, Wall BT, Wilde PJ et al.: Mycoprotein: the future of nutritious nonmeat protein, a symposium review. Curr Dev Nutr 3 (2019) nzz021. doi:10.1093/cdn/nzz021

[68] Derbyshire E, Ayoob K-T: Mycoprotein. Nutritional and health properties. Nutrition Today 54 (2019) 7–15. doi:10.1097/NT.0000000000000316

[69] Derbyshire EJ, Finnigan TJ: Mycoprotein: a futuristic portrayal. In: Bhat R (Hrsg.): Future Foods. Academic Press (2022) 287–303

[70] Derbyshire EJ, Delange J: Fungal protein – what is it and what is the health evidence? A systematic review focusing on mycoprotein. Front Sustain Food Syst 5 (2021) 581682. doi:10.3389/fsufs.2021.581682

10.5

[71] Ma J, Sun Y, Meng D et al.: Yeast proteins: the novel and sustainable alternative protein in food applications. Trends Food Sci Technol 135 (2023) 190–201. doi:10.1016/j.tifs.2023.04.003

[72] EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), Turck D, Castenmiller J et al.: Safety of Yarrowia lipolytica yeast biomass as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. EFSA J 17 (2019) e05594. doi:10.2903/j.efsa.2019.5594

[73] Jach ME, Serefko A, Ziaja M et al.: Yeast protein as an easily accessible food source. Metabolites 12 (2022) 63. doi:10.3390/metabo12010063

[74] Ritala A, Häkkinen ST, Toivari M et al.: Single cell protein-state-of-the-art, industrial landscape and patents 2001-2016. Front Microbiol 8 (2017) 2009. doi:10.3389/fmicb.2017.02009

[75] Jach ME, Serefko A: Nutritional yeast biomass: characterization and application. In: Grumezescu AM, Holban AM (Hrsg.): Handbook of food bioengineering. Academic Press, London (2018) 237–270

[76] Rages AA, Haider MM, Aydin M: Alkaline hydrolysis of olive fruits wastes for the production of single cell protein by Candida lipolytica. Biocatal Agric Biotechnol 33 (2021) 101999. doi:10.1016/j.bcab.2021.101999

[77] Ercili-Cura D, Häkämies A, Sinisalo L et al.: Food out of thin air. Food Sci and Tech 34 (2020) 44–48. doi:10.1002/fsat.3402_12.x

[78] Wang Y, Tibbetts SM, McGinn PJ: Microalgae as sources of high-quality protein for human food and protein supplements. Foods 10 (2021) 3002. doi:10.3390/foods10123002

[79] Metting FB: Biodiversity and application of microalgae. J Ind Microbiol Biotechnol 17 (1996) 477–489. doi:10.1007/bf01574779

[80] Norton TA, Melkonian M, Andersen RA: Algal biodiversity. Phycologia 35 (1996) 308–326. doi:10.2216/i0031-8884-35-4-308.1

[81] Chacón-Lee TL, González-Mariño GE: Microalgae for "healthy" foods-possibilities and challenges. Compr Rev Food Sci Food Saf 9 (2010) 655–675. doi:10.1111/j.1541-4337.2010.00132.x

[82] Borowitzka MA: Algal physiology and large-scale outdoor cultures of microalgae. In: Borowitzka MA, Beardall J, Raven JA (Hrsg.): The physiology of microalgae. Springer International Publishing, Cham (2016) 601–652

[83] Borowitzka MA, Vonshak A: Scaling up microalgal cultures to commercial scale. Eur J Phycol 52 (2017) 407–418. doi:10.1080/09670262.2017.1365177

[84] Prüser TF, Braun PG, Wiacek C: Microalgae as a novel food. Potential and legal framework. Ernahrungs Umschau 68 (2021) 78–85. doi:10.4455/eu.2021.016

[85] Caporgno MP, Mathys A: Trends in microalgae incorporation into innovative food products with potential health benefits. Front Nutr 5 (2018) 58. doi:10.3389/fnut.2018.00058

[86] Amorim ML, Soares J, Coimbra JSDR et al.: Microalgae proteins: production, separation, isolation, quantification, and application in food and feed. Crit Rev Food Sci Nutr 61 (2021) 1976–2002. doi:10.1080/10408398.2020.1768046

[87] Derbyshire E: Food-based dietary guidelines and protein quality definitions - time to move forward and encompass mycoprotein? Foods 11 (2022) 647. doi:10.3390/foods11050647

[88] Edwards DG, Cummings JH: The protein quality of mycoprotein. Proc Nutr Soc 69 (2010) E331. doi:10.1017/S0029665110001400

[89] Dunlop MV, Kilroe SP, Bowtell JL et al.: Mycoprotein represents a bioavailable and insulinotropic non-animal-derived dietary protein source: a dose-response study. Br J Nutr 118 (2017) 673–685. doi:10.1017/S0007114517002409

[90] Finnigan T, Needham L, Abbott C: Mycoprotein. In: Nadathur Sudarshan, Wanasundara Janitha, Scanlin L (Hrsg.): Sustainable protein sources. Academic Press, London (2017) 305–325

[91] Cherta-Murillo A, Frost GS: The association of mycoprotein-based food consumption with diet quality, energy intake and non-communicable diseases' risk in the UK adult population using the National Diet and Nutrition Survey (NDNS) years 2008/2009-2016/2017: a cross-sectional study. Br J Nutr 127 (2022) 1685–1694. doi:10.1017/S000711452100218X

[92] Millward DJ: Amino acid scoring patterns for protein quality assessment. Br J Nutr 108, Suppl 2 (2012) S31–S43. doi:10.1017/S0007114512002462

[93] Michalik B, Biel W, Lubowicki R et al.: Chemical composition and biological value of proteins of the yeast Yarrowia lipolytica growing on industrial glycerol. Can J Anim Sci 94 (2014) 99–104. doi:10.4141/cjas2013-052

[94] Bratosin BC, Darjan S, Vodnar DC: Single cell protein: a potential substitute in human and animal nutrition. Sustainability 13 (2021) 9284. doi:10.3390/su13169284

[95] Paalme T, Kevvai K, Vilbaste A et al.: Uptake and accumulation of B-group vitamers in Saccharomyces cerevisiae in ethanol-stat fed-batch culture. World J Microbiol Biotechnol 30 (2014) 2351–2359. doi:10.1007/s11274-014-1660-x

[96] Jach ME, Masłyk M, Juda M et al.: Vitamin B12-enriched Yarrowia lipolytica biomass obtained from biofuel waste. Waste Biomass Valor 11 (2020) 1711–1716. doi:10.1007/s12649-018-0521-5

[97] Becker EW: Micro-algae as a source of protein. Biotechnol Adv 25 (2007) 207–210. doi:10.1016/j.biotechadv.2006.11.002

[98] Nosworthy MG, Franczyk AJ, Medina G et al.: Effect of processing on the in vitro and in vivo protein Quality of yellow and green split peas (Pisum sativum). J Agric Food Chem 65 (2017) 7790–7796. doi:10.1021/acs.jafc.7b03597

[99] Wells ML, Potin P, Craigie JS et al.: Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding. J Appl Phycol 29 (2017) 949–982. doi:10.1007/s10811-016-0974-5

[100] de Jesus Raposo, Maria Filomena, Morais AMMB de, Morais RMSC de: Emergent sources of prebiotics: seaweeds and microalgae. Mar Drugs 14 (2016). doi:10.3390/md14020027

[101] Koyande AK, Chew KW, Rambabu K et al.: Microalgae: a potential alternative to health supplementation for humans. Food Sci Hum Well 8 (2019) 16–24. doi:10.1016/j.fshw.2019.03.001

[102] Teng TS, Chin YL, Chai KF et al.: Fermentation for future food systems: pecision fermentation can complement the scope and applications of traditional fermentation. EMBO reports 22 (2021) e52680. doi:10.15252/embr.202152680

[103] Waschulin V, Specht L: Cellular agriculture: an extension of common production methods for food. (2018) https://gfi.org/images/uploads/2018/03/Cellular-Agriculture-for-Animal-Protein.pdf (eingesehen am 13.05.2024)

[104] Behm K, Nappa M, Aro N et al.: Comparison of carbon footprint and water scarcity footprint of milk protein produced by cellular agriculture and the dairy industry. Int J Life Cycle Assess 27 (2022) 1017–1034. doi:10.1007/s11367-022-02087-0

[105] Alarcon C, Shene C: Fermentation 4.0, a case study on computer vision, soft sensor, connectivity, and control applied to the fermentation of a thraustochytrid. Comput Ind 128 (2021) 103431. doi:10.1016/j.compind.2021.103431

[106] Goeddel DV, Kleid DG, Bolivar F et al.: Expression in Escherichia coli of chemically synthesized genes for human insulin. Proc Natl Acad Sci USA 76 (1979) 106–110. doi:10.1073/pnas.76.1.106

[107] Keppler JK, Heyse A, Scheidler E et al.: Towards recombinantly produced milk proteins: physicochemical and emulsifying properties of engineered whey protein beta-lactoglobulin variants. Food Hydrocoll 110 (2021) 106132. doi:10.1016/j.foodhyd.2020.106132

[108] Lübeck M, Lübeck PS: Fungal cell factories for efficient and sustainable production of proteins and peptides. Microorganisms 10 (2022) 753. doi:10.3390/microorganisms10040753

[109] Swartz E, Ravi A, Reeber A et al.: Anticipated growth factor and recombinant protein costs and volumes necessary for cost-competitive cultivated meat. (2023) https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/GFI-report_Anticipated-growth-factor-and-recombinant-protein-costs-and-volumes-necessary-for-cost-competitive-cultivated-meat_2023-1.pdf (eingesehen am 13.05.2024)

[110] Terefe NS: Recent developments in fermentation technology: toward the next revolution in food production. In: Juliano P, Knoerzer K, Sellahewa Jet al. (Hrsg.): Food engineering innovations across the food supply chain. Academic Press, London (2022) 89–106

[111] Katz L, Chen YY, Gonzalez R et al.: Synthetic biology advances and applications in the biotechnology industry: a perspective. J Ind Microbiol Biotechnol 45 (2018) 449–461. doi:10.1007/s10295-018-2056-y

[112] Mattedi A, Sabbi E, Farda B et al.: Solid-state fermentation: applications and future perspectives for bostimulant and bopesticides production. Microorganisms 11 (2023) 1408. doi:10.3390/microorganisms11061408

[113] Lizardi-Jiménez MA, Hernández-Martínez R: Solid state fermentation (SSF): diversity of applications to valorize waste and biomass. 3 Biotech 7 (2017) 44. doi:10.1007/s13205-017-0692-y

[114] Wang Y, Kubiczek D, Horlamus F et al.: Bioconversion of lignocellulosic 'waste' to high-value food proteins: recombinant production of bovine and human α S1-casein based on wheat straw lignocellulose. GCB Bioenergy 13 (2021) 640–655. doi:10.1111/gcbb.12791

[115] Zollman Thomas O, Bryant C: Don't have a cow, man: consumer acceptance of animal-free dairy products in five countries. Front Sustain Food Syst 5 (2021) 678491. doi:10.3389/fsufs.2021.678491

[116] Raubenheimer D, Rothman JM: Nutritional ecology of entomophagy in humans and other primates. Annu Rev Entomol 58 (2013) 141–160. doi:10.1146/annurev-ento-120710-100713

[117] Ramos-Elorduy J: Anthropo-entomophagy: cultures, evolution and sustainability. Entomol Res 39 (2009) 271–288. doi:10.1111/j.1748-5967.2009.00238.x

[118] Ayieko MA, Kinyuru JN, Makhado R et al.: Locusts and grasshoppers (Orthoptera). In: Cloutier J (Hrsg.): Edible insects in Africa. An introduction to finding, using and eating insects. CTA Publications Distribution, Wageningen (2015) 45–54

[119] Kipkoech C, Jaster-Keller J, Gottschalk C et al.: African traditional use of edible insects and challenges towards the future trends of food and feed. JIFF 9 (2023) 965–988. doi:10.3920/jiff2022.0076

[120] Fasolin LH, Pereira RN, Pinheiro AC et al.: Emergent food proteins - towards sustainability, health and innovation. Food Res Int 125 (2019) 108586. doi:10.1016/j.foodres.2019.108586

[121] Oonincx DGAB, van Itterbeeck J, Heetkamp MJW et al.: An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. PLoS One 5 (2010) e14445. doi:10.1371/journal.pone.0014445

[122] Schlüter O, Rumpold B, Holzhauser T et al.: Safety aspects of the production of foods and food ingredients from insects. Mol Nutr Food Res 61 (2017) 1600520. doi:10.1002/mnfr.201600520

[123] Matthäus B, Piofczyk T, Katz H et al.: Renewable resources from insects: exploitation, properties, and refining of fat obtained by cold-pressing from Hermetia illucens (Black Soldier Fly) larvae. Eur J Lipid Sci Technol 121 (2019) 1800376. doi:10.1002/ejlt.201800376

[124] Aiking H: Future protein supply. Trends Food Sci Technol 22 (2011) 112–120. doi:10.1016/j.tifs.2010.04.005

[125] Pippinato L, Gasco L, Di Vita G et al.: Current scenario in the European edible-insect industry: a preliminary study. JIFF 6 (2020) 371–381. doi:10.3920/JIFF2020.0008

[126] Melgar-Lalanne G, Hernández-Álvarez A-J, Salinas-Castro A: Edible insects processing: traditional and innovative technologies. Compr Rev Food Sci Food Saf 18 (2019) 1166–1191. doi:10.1111/1541-4337.12463

[127] Köhler R, Kariuki L, Lambert C et al.: Protein, amino acid and mineral composition of some edible insects from Thailand. J Asia-Pac Entomol 22 (2019) 372–378. doi:10.1016/j.aspen.2019.02.002

[128] Rumpold BA, Schlüter OK: Nutritional composition and safety aspects of edible insects. Mol Nutr Food Res 57 (2013) 802–823. doi:10.1002/mnfr.201200735

[129] Jantzen da Silva Lucas A, Quadro Oreste E, Leão Gouveia Costa H et al.: Extraction, physicochemical characterization, and morphological properties of chitin and chitosan from cuticles of edible insects. Food Chem 343 (2021) 128550. doi:10.1016/j.foodchem.2020.128550

[130] Verkerk MC, Tramper J, van Trijp JCM et al.: Insect cells for human food. Biotechnol Adv 25 (2007) 198–202. doi:10.1016/j.biotechadv.2006.11.004

[131] Kouřimská L, Adámková A: Nutritional and sensory quality of edible insects. NFS Journal 4 (2016) 22–26. doi:10.1016/j.nfs.2016.07.001

[132] Jongema Y: List of edible insects of the world. (2017) https://www.wur.nl/en/Research-Results/Chair-groups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm (eingesehen am 13.05.2024)

[133] Rumpold BA, Schlüter OK: Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. Innov Food Sci Emerg Technol 17 (2013) 1–11. doi:10.1016/j.ifset.2012.11.005

[134] Melo V, Garcia M, Sandoval H et al.: Quality proteins from edible indigenous insect food of Latin America and Asia. Emir J Food Agric 23 (2011) 283–289

[135] Finke MD: Complete nutrient content of four species of feeder insects. Zoo Biol 32 (2013) 27–36. doi:10.1002/zoo.21012

[136] Finke MD: Estimate of chitin in raw whole insects. Zoo Biol 26 (2007) 105–115. doi:10.1002/zoo.20123

[137] Köhler R, Irias-Mata A, Ramandey E et al.: Nutrient composition of the Indonesian sago grub (Rhynchophorus bilineatus). Int J Trop Insect Sci 40 (2020) 677–686. doi:10.1007/s42690-020-00120-z

[138] Ojha S, Bekhit AE-D, Grune T et al.: Bioavailability of nutrients from edible insects. Curr Opin Food Sci 41 (2021) 240–248. doi:10.1016/j.cofs.2021.08.003

[139] Noyens I, van Miert S, Brombach C et al.: Digestibility of insect proteins and insect-based products. (2021) https://vb.nweurope.eu/media/15435/literature-review_digestibility-of-insect-proteins-and-insect-based-products.pdf (eingesehen am 13.05.2024)

[140] Manditsera FA, Luning PA, Fogliano V et al.: Effect of domestic cooking methods on protein digestibility and mineral bioaccessibility of wild harvested adult edible insects. Food Res Int 121 (2019) 404–411. doi:10.1016/j.foodres.2019.03.052

[141] van Huis A, van Itterbeeck J, Klunder H et al.: Edible insects. Future prospects for food and feed security. FAO, Rome (2013)

[142] Jonas-Levi A, Martinez J-JI: The high level of protein content reported in insects for food and feed is overestimated. J Food Compost Anal 62 (2017) 184–188. doi:10.1016/j.jfca.2017.06.004

[143] Janssen RH, Vincken J-P, van den Broek LAM et al.: Nitrogen-to-protein conversion factors for three edible insects: Tenebrio molitor, Alphitobius diaperinus, and Hermetia illucens. J Agric Food Chem 65 (2017) 2275–2278. doi:10.1021/acs.jafc.7b00471

[144] Kovitvadhi A, Chundang P, Thongprajukaew K et al.: Potential of insect meals as protein sources for meat-type ducks based on In vitro digestibility. Animals (Basel) 9 (2019) 155. doi:10.3390/ani9040155

[145] Bovera F, Piccolo G, Gasco L et al.: Yellow mealworm larvae (Tenebrio molitor, L.) as a possible alternative to soybean meal in broiler diets. Br Poult Sci 56 (2015) 569–575. doi:10.1080/00071668.2015.1080815

[146] Rodríguez-Rodríguez M, Barroso FG, Fabrikov D et al.: In vitro crude protein digestibility of insects: a review. Insects 13 (2022) 682. doi:10.3390/insects13080682

[147] Kiiru SM, Kinyuru JN, Kiage BN et al.: Extrusion texturization of cricket flour and soy protein isolate: influence of insect content, extrusion temperature, and moisture-level variation on textural properties. Food Sci Nutr 8 (2020) 4112–4120. doi:10.1002/fsn3.1700

[148] Kiiru SM, Kinyuru JN, Kiage BN et al.: Partial substitution of soy protein isolates with cricket flour during extrusion affects firmness andin vitro protein digestibility. JIFF 6 (2020) 169–178. doi:10.3920/JIFF2019.0024

[149] Chen X, Feng Y, Chen Z: Common edible insects and their utilization in China. Entomol Res 39 (2009) 299–303. doi:10.1111/j.1748-5967.2009.00237.x

[150] DeFoliart GR: Insect fatty acids: similar to those of poultry and fish in their degree of unsaturation, but higher in the polyunsaturates. The Food Insects Newsletter 4 (1991) 1–4

[151] Zárate R, El Jaber-Vazdekis N, Tejera N et al.: Significance of long chain polyunsaturated fatty acids in human health. Clin Transl Med 6 (2017) 25. doi:10.1186/s40169-017-0153-6

[152] Kew S, Mesa MD, Tricon S et al.: Effects of oils rich in eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on immune cell composition and function in healthy humans. Am J Clin Nutr 79 (2004) 674–681. doi:10.1093/ajcn/79.4.674

[153] Womeni HM, Linder M, Tiencheu B et al.: Oils of insects and larvae consumed in Africa: potential sources of polyunsaturated fatty acids. OCL 16 (2009) 230–235. doi:10.1051/ocl.2009.0279

[154] Costa S, Pedro S, Lourenço H et al.: Evaluation of Tenebrio molitor larvae as an alternative food source. NFS Journal 21 (2020) 57–64. doi:10.1016/j.nfs.2020.10.001

[155] Oonincx DGAB, van Broekhoven S, van Huis A et al.: Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. PLoS One 10 (2015) e0144601. doi:10.1371/journal.pone.0144601

[156] Dreassi E, Cito A, Zanfini A et al.: Dietary fatty acids influence the growth and fatty acid composition of the yellow mealworm Tenebrio molitor (Coleoptera: Tenebrionidae). Lipids 52 (2017) 285–294. doi:10.1007/s11745-016-4220-3

[157] St-Hilaire S, Cranfill K, McGuire MA et al.: Fish offal recycling by the black soldier fly produces a foodstuff high in omega-3 fatty acids. J World Aquaculture Soc 38 (2007) 309–313. doi:10.1111/j.1749-7345.2007.00101.x

[158] Oonincx DGAB, Laurent S, Veenenbos ME et al.: Dietary enrichment of edible insects with omega 3 fatty acids. Insect Sci 27 (2020) 500–509. doi:10.1111/1744-7917.12669

[159] Tassoni L, Cappellozza S, Dalle Zotte A et al.: Nutritional composition of Bombyx mori Pupae: a systematic review. Insects 13 (2022) 644. doi:10.3390/insects13070644

[160] Lawal KG, Kavle RR, Akanbi TO et al.: Enrichment in specific fatty acids profile of Tenebrio molitor and Hermetia illucens larvae through feeding. Future Foods 3 (2021) 100016. doi:10.1016/j.fufo.2021.100016

[161] Tirtawijaya G, Choi J-S: Enrichment of polyunsaturated fatty acids in black soldier fly larvae (Hermetia illucens) fortified with squid liver oil. JIFF 8 (2022) 387–398. doi:10.3920/jiff2021.0030

[162] Rehman Ku, Hollah C, Wiesotzki K et al.: Insect-derived chitin and chitosan: a still unexploited resource for the edible insect sector. Sustainability 15 (2023) 4864. doi:10.3390/su15064864

[163] Hahn T, Roth A, Ji R et al.: Chitosan production with larval exoskeletons derived from the insect protein production. J Biotechnol 310 (2020) 62–67. doi:10.1016/j.jbiotec.2019.12.015

[164] EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), Turck D, Bohn T et al.: Safety of partially defatted house cricket (Acheta domesticus) powder as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. EFSA J 20 (2022) e07258. doi:10.2903/j.efsa.2022.7258

[165] Stull VJ, Finer E, Bergmans RS et al.: Impact of edible cricket consumption on gut microbiota in healthy adults, a double-blind, randomized crossover trial. Sci Rep 8 (2018) 10762. doi:10.1038/s41598-018-29032-2

[166] Koide SS: Chitin-chitosan: Properties, benefits and risks. Nutr Res 18 (1998) 1091–1101. doi:10.1016/S0271-5317(98)00091-8

[167] Razdan A, Pettersson D: Effect of chitin and chitosan on nutrient digestibility and plasma lipid concentrations in broiler chickens. Br J Nutr 72 (1994) 277–288. doi:10.1079/bjn19940029

[168] Belluco S, Losasso C, Maggioletti M et al.: Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. Compr Rev Food Sci Food Saf 12 (2013) 296–313. doi:10.1111/1541-4337.12014

[169] Ozimek L, Sauer WC, Kozikowski V et al.: Nutritive value of protein extracted from honey bees. J Food Sci 50 (1985) 1327–1329. doi:10.1111/j.1365-2621.1985.tb10469.x

[170] Séré A, Bougma A, Bazié BSR et al.: Chemical composition, energy and nutritional values, digestibility and functional properties of defatted flour, protein concentrates and isolates from Carbula marginella (Hemiptera: Pentatomidae) and Cirina butyrospermi (Lepidoptera: Saturniidae). BMC chemistry 15 (2021) 46. doi:10.1186/s13065-021-00772-z

[171] Reese TA, Liang H-E, Tager AM et al.: Chitin induces accumulation in tissue of innate immune cells associated with allergy. Nature 447 (2007) 92–96. doi:10.1038/nature05746

[172] He X, Howard BA, Liu Y et al.: LYSMD3: a mammalian pattern recognition receptor for chitin. Cell Rep 36 (2021) 109392. doi:10.1016/j.celrep.2021.109392

[173] Muzzarelli RAA: Chitins and chitosans as immunoadjuvants and non-allergenic drug carriers. Mar Drugs 8 (2010) 292–312. doi:10.3390/md8020292

[174] Villacis J, Rice TR, Bucci LR et al.: Do shrimp-allergic individuals tolerate shrimp-derived glucosamine? Clin Exp Allergy 36 (2006) 1457–1461. doi:10.1111/j.1365-2222.2006.02590.x

[175] Tanaka H, Saikai T, Sugawara H et al.: Workplace-related chronic cough on a mushroom farm. Chest 122 (2002) 1080–1085. doi:10.1378/chest.122.3.1080

[176] Ortega HG, Daroowalla F, Petsonk EL et al.: Respiratory symptoms among crab processing workers in Alaska: epidemiological and environmental assessment. Am J Ind Med 39 (2001) 598–607. doi:10.1002/ajim.1059

[177] Tabata E, Kashimura A, Kikuchi A et al.: Chitin digestibility is dependent on feeding behaviors, which determine acidic chitinase mRNA levels in mammalian and poultry stomachs. Sci Rep 8 (2018) 1461. doi:10.1038/s41598-018-19940-8

[178] Paoletti MG, Norberto L, Damini R et al.: Human gastric juice contains chitinase that can degrade chitin. Ann Nutr Metab 51 (2007) 244–251. doi:10.1159/000104144

[179] Sonnenburg ED, Smits SA, Tikhonov M et al.: Diet-induced extinctions in the gut microbiota compound over generations. Nature 529 (2016) 212–215. doi:10.1038/nature16504

[180] Nwaru BI, Hickstein L, Panesar SS et al.: Prevalence of common food allergies in Europe: a systematic review and meta-analysis. Allergy 69 (2014) 992–1007. doi:10.1111/all.12423

[181] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Allergenkennzeichnung ist Pflicht. (2020) https://www.bmel.de/DE/themen/ernaehrung/lebensmittel-kennzeichnung/pflichtangaben/allergenkennzeichnung.html (eingesehen am 13.05.2024)

[182] Ribeiro JC, Cunha LM, Sousa-Pinto B et al.: Allergic risks of consuming edible insects: a systematic review. Mol Nutr Food Res 62 (2018). doi:10.1002/mnfr.201700030

[183] Francis F, Doyen V, Debaugnies F et al.: Limited cross reactivity among arginine kinase allergens from mealworm and cricket edible insects. Food Chem 276 (2019) 714–718. doi:10.1016/j.foodchem.2018.10.082

[184] Mancini S, Fratini F, Tuccinardi T et al.: Tenebrio molitor reared on different substrates: is it gluten free? Food Control 110 (2020) 107014. doi:10.1016/j.foodcont.2019.107014

[185] Pitsios C, Chliva C, Mikos N et al.: Bee pollen sensitivity in airborne pollen allergic individuals. Ann Allergy Asthma Immunol 97 (2006) 703–706. doi:10.1016/S1081-1206(10)61104-0

[186] Maciel-Vergara G, Jensen AB, Lecocq A et al.: Diseases in edible insect rearing systems. JIFF 7 (2021) 621–638. doi:10.3920/JIFF2021.0024

[187] Tovey ER, Chapman MD, Platts-Mills TA: Mite faeces are a major source of house dust allergens. Nature 289 (1981) 592–593. doi:10.1038/289592a0

[188] Rahaman T, Vasiljevic T, Ramchandran L: Effect of processing on conformational changes of food proteins related to allergenicity. Trends Food Sci Technol 49 (2016) 24–34. doi:10.1016/j.tifs.2016.01.001

[189] Zhang Y, Ren Y, Bi Y et al.: Review: seafood allergy and potential application of high hydrostatic pressure to reduce seafood allergenicity. Int J Food Engin 15 (2019) 20180392. doi:10.1515/ijfe-2018-0392

[190] Verhoeckx KCM, Vissers YM, Baumert JL et al.: Food processing and allergenicity. Food Chem Toxicol 80 (2015) 223–240. doi:10.1016/j.fct.2015.03.005

[191] Lange KW, Nakamura Y: Edible insects as future food: chances and challenges. J Future Foods 1 (2021) 38–46. doi:10.1016/j.jfutfo.2021.10.001

[192] Garofalo C, Osimani A, Milanović V et al.: The microbiota of marketed processed edible insects as revealed by high-throughput sequencing. Food Microbiol 62 (2017) 15–22. doi:10.1016/j.fm.2016.09.012

[193] Gałęcki R, Sokół R: A parasitological evaluation of edible insects and their role in the transmission of parasitic diseases to humans and animals. PLoS One 14 (2019) e0219303. doi:10.1371/journal.pone.0219303

[194] Percipalle M, Salvaggio A, Pitari GM et al.: Edible iInsects and Toxoplasma gondii: is it something we need to be concerned about? J Food Prot 84 (2021) 437–441. doi:10.4315/JFP-20-239

[195] Gałęcki R, Michalski MM, Wierzchosławski K et al.: Gastric cantharidiasis caused by invasion of mealworm beetle larvae in weaned pigs in large-scale farming. BMC Vet Res 16 (2020) 439. doi:10.1186/s12917-020-02657-0

[196] Baidaliuk A, Miot EF, Lequime S et al.: Cell-fusing agent virus reduces arbovirus dissemination in Aedes aegypti mosquitoes in vivo. J Virol 93 (2019). doi:10.1128/JVI.00705-19

[197] EFSA (European Food Safety Authority): Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. EFSA J 13 (2015) 4257. doi:10.2903/j.efsa.2015.4257

[198] Carp RI, Meeker HC, Rubenstein R et al.: Characteristics of scrapie isolates derived from hay mites. J Neurovirol 6 (2000) 137–144. doi:10.3109/13550280009013157

[199] Wisniewski HM, Sigurdarson S, Rubenstein R et al.: Mites as vectors for scrapie. Lancet 347 (1996) 1114. doi:10.1016/s0140-6736(96)90310-4

[200] van der Fels-Klerx HJ, Camenzuli L, Belluco S et al.: Food safety issues related to uses of insects for feeds and foods. Compr Rev Food Sci Food Saf 17 (2018) 1172–1183. doi:10.1111/1541-4337.12385

[201] Evans NM, Shao S: Mycotoxin metabolism by edible insects. Toxins (Basel) 14 (2022) 217. doi:10.3390/toxins14030217

[202] Pradanas-González F, Álvarez-Rivera G, Benito-Peña E et al.: Mycotoxin extraction from edible insects with natural deep eutectic solvents: a green alternative to conventional methods. J Chromatogr A 1648 (2021) 462180. doi:10.1016/j.chroma.2021.462180

[203] van der Fels-Klerx HJ, Camenzuli L, van der Lee MK et al.: Uptake of cadmium, lead and arsenic by Tenebrio molitor and Hermetia illucens from contaminated substrates. PLoS One 11 (2016) e0166186. doi:10.1371/journal.pone.0166186

[204] Camenzuli L, van Dam R, Rijk T de et al.: Tolerance and excretion of the mycotoxins aflatoxin B_1, zearalenone, deoxynivalenol, and ochratoxin A by Alphitobius diaperinus and Hermetia illucens from contaminated substrates. Toxins (Basel) 10 (2018) 91. doi:10.3390/toxins10020091

[205] Oonincx DGAB, de Boer IJM: Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans - a life cycle assessment. PLoS One 7 (2012) e51145. doi:10.1371/journal.pone.0051145

[206] Sun-Waterhouse D, Waterhouse GIN, You L et al.: Transforming insect biomass into consumer wellness foods: a review. Food Res Int 89 (2016) 129–151. doi:10.1016/j.foodres.2016.10.001

[207] Meyer-Rochow VB, Jung C: Insects used as food and feed: isn't that what we all need? Foods 9 (2020) 1003. doi:10.3390/foods9081003

[208] Akhtar Y, Isman MB: Insects as an alternative protein source. In: Yada RY (Hrsg.): Proteins in food processing. WP Woodhead Publishing, Duxford, Second edition (2018) 263–288

[209] Halloran A, Roos N, Eilenberg J et al.: Life cycle assessment of edible insects for food protein: a review. Agron Sustain Dev 36 (2016) 57. doi:10.1007/s13593-016-0392-8

[210] Shockley M, Dossey AT: Insects for human consumption. In: Morales-Ramos JA, Rojas MG, Shapiro-Ilan DI (Hrsg.): Mass production of beneficial organisms. Academic Press, London (2014) 617–652

[211] Halloran A, Hanboonsong Y, Roos N et al.: Life cycle assessment of cricket farming in north-eastern Thailand. J Clean Prod 156 (2017) 83–94. doi:10.1016/j.jclepro.2017.04.017

[212] Salomone R, Saija G, Mondello G et al.: Environmental impact of food waste bioconversion by insects: application of Life Cycle Assessment to process using Hermetia illucens. J Clean Prod 140 (2017) 890–905. doi:10.1016/j.jclepro.2016.06.154

[213] van Huis A, Rumpold BA, van der Fels-Klerx HJ et al.: Advancing edible insects as food and feed in a circular economy. JIFF 7 (2021) 935–948. doi:10.3920/JIFF2021.x005

[214] Europäische Kommission: Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 (Verordnung über tierische Nebenprodukte). (2009) https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:300:0001:0033:DE:PDF (eingesehen am 03.07.2024)

[215] Europäische Kommission: Verordnung (EU) Nr. 142/2011 der Kommission vom 25. Februar 2011 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte sowie zur Durchführung der Richtlinie 97/78/EG des Rates hinsichtlich bestimmter gemäß der genannten Richtlinie von Veterinärkontrollen an der Grenze befreiter Proben und Waren. (2011) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0142 (eingesehen am 15.08.2024)

[216] Nauer PA, Hutley LB, Arndt SK: Termite mounds mitigate half of termite methane emissions. Proc Natl Acad Sci USA 115 (2018) 13306–13311. doi:10.1073/pnas.1809790115

[217] Velu G, Ramasamy K, Kumar K et al.: Green house gas emissions from termite ecosystem. African J Environ Sci Technol 5 (2011) 56–64

[218] Sanderson MG: Biomass of termites and their emissions of methane and carbon dioxide: a global database. Global Biogeochem Cycles 10 (1996) 543–557. doi:10.1029/96GB01893

[219] Thévenot A, Rivera JL, Wilfart A et al.: Mealworm meal for animal feed: Environmental assessment and sensitivity analysis to guide future prospects. J Clean Prod 170 (2018) 1260–1267. doi:10.1016/j.jclepro.2017.09.054

[220] Smetana S, Spykman R, Heinz V: Environmental aspects of insect mass production. JIFF 7 (2021) 553–571. doi:10.3920/jiff2020.0116

[221] Clissold FJ, Simpson SJ: Temperature, food quality and life history traits of herbivorous insects. Curr Opin Insect Sci 11 (2015) 63–70. doi:10.1016/j.cois.2015.10.011

[222] Puteri B, Jahnke B, Zander K: Booming the bugs: how can marketing help increase consumer acceptance of insect-based food in Western countries? Appetite 187 (2023) 106594. doi:10.1016/j.appet.2023.106594

[223] Fountain H: A lab-grown burger gets a taste test. (05.08.2013) https://www.nytimes.com/2013/08/06/science/a-lab-grown-burger-gets-a-taste-test.html (eingesehen am 13.05.2024)

[224] Schadwinkel A: Einmal Kunstfleisch-Burger für 300.000 Euro, bitte! (2013) https://www.zeit.de/wissen/2013-08/kuenstliches-rindfleisch-in-vitro-burger (eingesehen am 13.05.2024)

[225] Kupferschmidt K: Food science. Lab burger adds sizzle to bid for research funds. Science 341 (2013) 602–603. doi:10.1126/science.341.6146.602

[226] Jetzke T, Dassel K: Potenziale und Herausforderungen einer zellkulturbasierten Fleischproduktion. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) (2023)

[227] The Good Food Institute (Hrsg.): State of the industry report: cultivated meat and seafood. (2022) https://gfi.org/resource/cultivated-meat-and-seafood-state-of-the-industry-report/ (eingesehen am 22.05.2024)

[228] Post MJ: An alternative animal protein source: cultured beef. Ann N Y Acad Sci 1328 (2014) 29–33. doi:10.1111/nyas.12569

[229] Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (Hrsg.): Visionen von In-vitro-Fleisch (VIF) https://www.itas.kit.edu/invitro.php (eingesehen am 22.05.2024)

[230] Lee SY, Kang HJ, Da Lee Y et al.: Principal protocols for the processing of cultured meat. J Anim Sci Technol 63 (2021) 673–680. doi:10.5187/jast.2021.e40

[231] Pandurangan M, Kim DH: A novel approach for in vitro meat production. Appl Microbiol Biotechnol 99 (2015) 5391–5395. doi:10.1007/s00253-015-6671-5

[232] Post MJ: Cultured meat from stem cells: challenges and prospects. Meat Sci 92 (2012) 297–301. doi:10.1016/j.meatsci.2012.04.008

[233] Collins CA, Zammit PS, Ruiz AP et al.: A population of myogenic stem cells that survives skeletal muscle aging. Stem Cells 25 (2007) 885–894. doi:10.1634/stemcells.2006-0372

[234] Umweltbundesamt (Hrsg.): Die Zukunft im Blick: Fleisch der Zukunft: Trendbericht zur Abschätzung der Umweltwirkungen von pflanzlichen Fleischersatzprodukten, essbaren Insekten und In-vitro-Fleisch. (2020) https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-06-25_trendanalyse_fleisch-der-zukunft_web_bf.pdf (eingesehen am 13.05.2024)

[235] Pasitka L, Cohen M, Ehrlich A et al.: Spontaneous immortalization of chicken fibroblasts generates stable, high-yield cell lines for serum-free production of cultured meat. Nat Food 4 (2023) 35–50. doi:10.1038/s43016-022-00658-w

[236] Soice E, Johnston J: Immortalizing cells for human consumption. Int J Mol Sci 22 (2021) 11660. doi:10.3390/ijms222111660

[237] Benjaminson MA, Gilchriest JA, Lorenz M: In vitro edible muscle protein production system (MPPS): stage 1, fish. Acta Astronaut 51 (2002) 879–889. doi:10.1016/s0094-5765(02)00033-4

[238] Letcher SM, Rubio NR, Ashizawa RN et al.: In vitro insect fat cultivation for cellular agriculture applications. ACS Biomater Sci Eng 8 (2022) 3785–3796. doi:10.1021/acsbiomaterials.2c00093

[239] Rubio NR, Xiang N, Kaplan DL: Plant-based and cell-based approaches to meat production. Nat Commun 11 (2020) 6276. doi:10.1038/s41467-020-20061-y

[240] Ashizawa R, Rubio N, Letcher S et al.: Entomoculture: a preliminary techno-economic assessment. Foods 11 (2022) 3037. doi:10.3390/foods11193037

[241] Brunner D, Frank J, Appl H et al.: Serum-free cell culture: the serum-free media interactive online database. ALTEX 27 (2010) 53–62. doi:10.14573/altex.2010.1.53

[242] Stout AJ, Mirliani AB, Rittenberg ML et al.: Simple and effective serum-free medium for sustained expansion of bovine satellite cells for cell cultured meat. Commun Biol 5 (2022) 466. doi:10.1038/s42003-022-03423-8

[243] Fraeye I, Kratka M, Vandenburgh H et al.: Sensorial and nutritional aspects of cultured meat in comparison to traditional meat: much to be inferred. Front Nutr 7 (2020) 35. doi:10.3389/fnut.2020.00035

[244] Ramani S, Ko D, Kim B et al.: Technical requirements for cultured meat production: a review. J Anim Sci Technol 63 (2021) 681–692. doi:10.5187/jast.2021.e45

[245] Da Lee Y, Lee SY, Yun SH et al.: Review of the current research on fetal bovine serum and the development of cultured meat. Food Sci Anim Resour 42 (2022) 775–799. doi:10.5851/kosfa.2022.e46

[246] Verbraucherzentrale: Clean Meat - Ist Laborfleisch die Zukunft? https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/lebensmittelproduktion/clean-meat-ist-laborfleisch-die-zukunft-65071 (eingesehen am 13.05.2024)

[247] Ben-Arye T, Levenberg S: Tissue engineering for clean meat production. Front Sustain Food Syst 3 (2019) 46. doi:10.3389/fsufs.2019.00046

[248] Eibl R, Senn Y, Gubser G et al.: Cellular agriculture: opportunities and challenges. Annu Rev Food Sci Technol 12 (2021) 51–73. doi:10.1146/annurev-food-063020-123940

[249] Wollschlaeger JO, Maatz R, Albrecht FB et al.: Scaffolds for cultured meat on the basis of polysaccharide hydrogels enriched with plant-based proteins. Gels 8 (2022) 94. doi:10.3390/gels8020094

[250] Kolesky DB, Homan KA, Skylar-Scott MA et al.: Three-dimensional bioprinting of thick vascularized tissues. Proc Natl Acad Sci USA 113 (2016) 3179–3184. doi:10.1073/pnas.1521342113

[251] Gholobova D, Decroix L, van Muylder V et al.: Endothelial network formation within human tissue-engineered skeletal muscle. Tissue engineering. Part A 21 (2015) 2548–2558. doi:10.1089/ten.TEA.2015.0093

[252] Pandurangan M, Hwang I: Application of cell co-culture system to study fat and muscle cells. Appl Microbiol Biotechnol 98 (2014) 7359–7364. doi:10.1007/s00253-014-5935-9

[253] Post MJ, Levenberg S, Kaplan DL et al.: Scientific, sustainability and regulatory challenges of cultured meat. Nat Food 1 (2020) 403–415. doi:10.1038/s43016-020-0112-z

[254] Hadi J, Brightwell G: Safety of alternative proteins: technological, environmental and regulatory aspects of cultured meat, plant-based meat, insect protein and single-cell protein. Foods 10 (2021) 1226. doi:10.3390/foods10061226

[255] Chriki S, Hocquette J-F: The myth of cultured meat: a review. Front Nutr 7 (2020) 7. doi:10.3389/fnut.2020.00007

[256] Bryant CJ: Culture, meat, and cultured meat. J Anim Sci 98 (2020) 1–7. doi:10.1093/jas/skaa172

[257] Izhar Ariff Mohd Kashim M, Abdul Haris AA, Abd Mutalib S et al.: Scientific and Islamic perspectives in relation to the Halal status of cultured meat. Saudi J Biol Sci 30 (2023) 103501. doi:10.1016/j.sjbs.2022.103501

[258] Deutscher Bundestag, Wissenschaftliche Dienste: Ausarbeitung: Einzelfragen zu in-vitro-Fleisch. (2019) https://www.bundestag.de/resource/blob/592836/5d0ea08045a3e9bafc92393495d754a2/WD-5-151-18-pdf-data.pdf (eingesehen am 13.05.2024)

[259] Tuomisto HL, Allan SJ, Ellis MJ: Prospective life cycle assessment of a bioprocess design for cultured meat production in hollow fiber bioreactors. Sci Total Environ 851 (2022) 158051. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.158051

[260] Tuomisto HL, Mattos MJT de: Environmental impacts of cultured meat production. Environ Sci Technol 45 (2011) 6117–6123. doi:10.1021/es200130u

[261] Mattick CS, Landis AE, Allenby BR et al.: Anticipatory life cycle analysis of In vitro biomass cultivation for cultured meat production in the United States. Environ Sci Technol 49 (2015) 11941–11949. doi:10.1021/acs.est.5b01614

[262] Lynch J, Pierrehumbert R: Climate impacts of cultured meat and beef cattle. Front Sustain Food Syst 3 (2019). doi:10.3389/fsufs.2019.00005

[263] Subbiahanadar Chelladurai K, Selvan Christyraj JD, Rajagopalan K et al.: Alternative to FBS in animal cell culture - an overview and future perspective. Heliyon 7 (2021) e07686. doi:10.1016/j.heliyon.2021.e07686

[264] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (Hrsg.): World livestock 2011. Livestock in food security. FAO, Rome (2011)

[265] Schaefer GO, Savulescu J: The ethics of producing In vitro meat. J Appl Philos 31 (2014) 188–202. doi:10.1111/japp.12056

[266] Woll S: On visions and promises - ethical aspects of in vitro meat. Emerg Top Life Sci 3 (2019) 753–758. doi:10.1042/ETLS20190108

[267] VML (Hrsg.): The woolly mammoth is back to raise questions about the future of food. In World's first meatball made from extinct animal DNA revealed in the Netherlands (2023) https://news.vml.be/the-woolly-mammoth-is-back-to-raise-questions-about-the-future-of-food (eingesehen am 13.05.2024)

[268] The Cultivated B GmbH: Initiated pre-submission process towards EFSA certification for cultivated sausage https://www.thecultivatedb.com/the-cultivated-b-initiated-pre-submission-process-towards-efsa-certification-for-cultivated-sausage/ (eingesehen am 13.05.2024)

[269] Phillips SM, Fulgoni VL3, Heaney RP et al.: Commonly consumed protein foods contribute to nutrient intake, diet quality, and nutrient adequacy. Am J Clin Nutr 101, Suppl (2015) 1346S–1352S. doi:10.3945/ajcn.114.084079

[270] Klug A, Barbaresko J, Ute Alexy et al.: Update of the DGE position on vegan diet – Position statement of the German Nutrition Society (DGE). Ernahrungs Umschau 71 (2024) 60–84.+ eSupplement. doi:10.4455/eu.2024.22

[271] Givens ID, Gibbs RA: Current intakes of EPA and DHA in European populations and the potential of animal-derived foods to increase them. Proc Nutr Soc 67 (2008) 273–280. doi:10.1017/S0029665108007167

[272] Richter M, Boeing H, Grünewald-Funk D et al.: Vegane Ernährung. Position der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE). Ernährungs Umschau 63 (2016) M220–M230. Erratum in: 63 (05): M262. doi:10.4455/eu.2016.021

[273] Neufingerl N, Eilander A: Nutrient intake and status in adults consuming plant-based diets compared to meat-eaters: a systematic review. Nutrients 14 (2021) 29. doi:10.3390/nu14010029

[274] Watanabe F, Yabuta Y, Tanioka Y et al.: Biologically active vitamin B_{12} compounds in foods for preventing deficiency among vegetarians and elderly subjects. J Agric Food Chem 61 (2013) 6769–6775. doi:10.1021/jf401545z

[275] Pawlak R, Berger J, Hines I: Iron status of vegetarian adults: a review of literature. Am J Lifestyle Med 12 (2018) 486–498. doi:10.1177/1559827616682933

[276] Craig WJ, Reed Mangels A, American Dietetic Association: Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. J Am Diet Assoc 109 (2009) 1266–1282. doi:10.1016/j.jada.2009.05.027

[277] Nitschke U, Stengel DB: Quantification of iodine loss in edible Irish seaweeds during processing. J Appl Phycol 28 (2016) 3527–3533. doi:10.1007/s10811-016-0868-6

[278] BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung): Gesundheitliche Risiken durch zu hohen Jodgehalt in getrockneten Algen. (2007) http://www.bfr.bund.de/cm/343/gesundheitliche_risiken_durch_zu_hohen_jodgehalt_in_getrockneten_algen.pdf (eingesehen am 19.08.2024)

[279] Aakre I, Solli DD, Markhus MW et al.: Commercially available kelp and seaweed products - valuable iodine source or risk of excess intake? Food Nutr Res 65 (2021) 7584. doi:10.29219/fnr.v65.7584

[280] Hoy MK, Murayi T, Moshfegh AJ: Effect of animal protein intake on meeting recommendations for nutrient intake among US adults, What We Eat in America, NHANES 2015-2018. Curr Dev Nutr 7 (2023) 100027. doi:10.1016/j.cdnut.2022.100027

[281] Farsi DN, Uthumange D, Munoz Munoz J et al.: The nutritional impact of replacing dietary meat with meat alternatives in the UK: a modelling analysis using nationally representative data. Br J Nutr 127 (2022) 1731–1741. doi:10.1017/S0007114521002750

[282] Curtain F, Grafenauer S: Plant-based meat substitutes in the flexitarian age: an audit of products on supermarket selves. Nutrients 11 (2019) 2603. doi:10.3390/nu11112603

[283] Chalupa-Krebzdak S, Long CJ, Bohrer BM: Nutrient density and nutritional value of milk and plant-based milk alternatives. Int Dairy J 87 (2018) 84–92. doi:10.1016/j.idairyj.2018.07.018

[284] Clegg ME, Tarrado Ribes A, Reynolds R et al.: A comparative assessment of the nutritional composition of dairy and plant-based dairy alternatives available for sale in the UK and the implications for consumers' dietary intakes. Food Res Int 148 (2021) 110586. doi:10.1016/j.foodres.2021.110586

[285] Walther B, Guggisberg D, Badertscher R et al.: Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk. Front Nutr 9 (2022) 988707. doi:10.3389/fnut.2022.988707

[286] Fructuoso I, Romão B, Han H et al.: An overview on nutritional aspects of plant-based beverages used as substitutes for cow's milk. Nutrients 13 (2021) 2650. doi:10.3390/nu13082650

[287] Perraud E, Wang J, Salomé M et al.: Plant and animal protein intakes largely explain the nutritional quality and health value of diets higher in plants: a path analysis in French adults. Front Nutr 9 (2022) 924526. doi:10.3389/fnut.2022.924526

[288] Naghshi S, Sadeghi O, Willett WC et al.: Dietary intake of total, animal, and plant proteins and risk of all cause, cardiovascular, and cancer mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. BMJ 370 (2020) m2412. doi:10.1136/bmj.m2412

[289] Reynolds AN, Mhurchu CN, Kok Z-Y et al.: The neglected potential of red and processed meat replacement with alternative protein sources: Simulation modelling and systematic review. EClinicalMedicine 56 (2023) 101774. doi:10.1016/j.eclinm.2022.101774

[290] Petroski W, Minich DM: Is there such a thing as "Anti-Nutrients"? A narrative review of perceived problematic plant compounds. Nutrients 12 (2020) 2929. doi:10.3390/nu12102929

[291] Asgar MA, Fazilah A, Huda N et al.: Nonmeat protein alternatives as meat extenders and meat analogs. Compr Rev Food Sci Food Saf 9 (2010) 513–529. doi:10.1111/j.1541-4337.2010.00124.x

[292] Lönnerdal B: Dietary factors influencing zinc absorption. J Nutr 130, Suppl (2000) 1378S–1383S. doi:10.1093/jn/130.5.1378S

[293] Precup G, Ververis E, Azzollini D: The safety assessment of insects and products thereof as novel foods in the European Union. In: Scaffardi L, Formici G (Hrsg.): Novel foods and edible insects in the European Union. An interdisciplinary analysis. Springer, Cham (2022) 123–146

[294] Omosebi MO, Osundahunsi OF, Fagbemi TN: Effect of extrusion on protein quality, antinutritional factors, and digestibility of complementary diet from quality protein maize and soybean protein concentrate. J Food Biochem 42 (2018) e12508. doi:10.1111/jfbc.12508

[295] EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), Turck D, Castenmiller J et al.: Safety of frozen and dried formulations from migratory locust (Locusta migratoria) as a Novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. EFSA J 19 (2021) e06667. doi:10.2903/j.efsa.2021.6667

[296] Broekman HCHP, Knulst AC, Jong G de et al.: Is mealworm or shrimp allergy indicative for food allergy to insects? Mol Nutr Food Res 61 (2017) 1601061. doi:10.1002/mnfr.201601061

[297] EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), Turck D, Castenmiller J et al.: Safety of dried yellow mealworm (Tenebrio molitor larva) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. EFSA J 19 (2021) e06343. doi:10.2903/j.efsa.2021.6343

[298] Kurbanoglu EB, Algur OF: Single-cell protein production from ram horn hydrolysate by bacteria. Bioresour Technol 85 (2002) 125–129. doi:10.1016/s0960-8524(02)00094-9

[299] Grabowski NT, Klein G: Microbiology of processed edible insect products - results of a preliminary survey. Int J Food Microbiol 243 (2017) 103–107. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2016.11.005

[300] Ong KJ, Johnston J, Datar I et al.: Food safety considerations and research priorities for the cultured meat and seafood industry. Compr Rev Food Sci Food Saf 20 (2021) 5421–5448. doi:10.1111/1541-4337.12853

[301] Truzzi C, Illuminati S, Girolametti F et al.: Influence of feeding substrates on the presence of toxic metals (Cd, Pb, Ni, As, Hg) in larvae of Tenebrio molitor: risk assessment for human consumption. Int J Environ Res Public Health 16 (2019) 4815. doi:10.3390/ijerph16234815

[302] Poma G, Cuykx M, Amato E et al.: Evaluation of hazardous chemicals in edible insects and insect-based food intended for human consumption. Food Chem Toxicol 100 (2017) 70–79. doi:10.1016/j.fct.2016.12.006

[303] Kyriakopoulou K, Keppler JK, van der Goot AJ: Functionality of ingredients and additives in plant-based meat analogues. Foods 10 (2021) 600. doi:10.3390/foods10030600

11 Mikro- und Nanoplastik und Ernährung

Alfonso Lampen

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

Zusammenfassung

Der massive globale Plastikeintrag verursacht weltweit relevante Umweltprobleme. So werden u. a. auch die Ernährungs-Ressourcen des Menschen negativ beeinflusst. Aus Makroplastik wird im Laufe der Zeit durch Abrasion und Degradation Mikro- und Nanoplastik. Die möglichen Effekte von Mikro- und Nanoplastik auf den Menschen sind erst in jüngerer Zeit in den Fokus der Wissenschaft gerückt, da mit der Hilfe neuer analytischer Detektionstechniken wie der µRaman-Spektroskopie, Mikro-Fourier-Transformations-Infrarotspektrometer (µFTIR), stimulierter Raman-Streuung (SRS-Mikroskopie) unter Nutzung von Algorithmen und der Pyrolyse mit Gaschromatografie, gekoppelt mit Massenspektrometrie (Pyrolyse-GC/MS), ein sicherer Nachweis möglich ist. So wurde gezeigt, dass sich Mikro- und Nanoplastik über die Luft und das Wasser in der Umwelt anreichert und auch über die Nahrungskette in Lebensmittel gelangt. Neben der inhalativen Aufnahme[1] besteht eine signifikante orale Aufnahme von Mikro- und Nanoplastik mit der Ernährung. Mikro- und Nanoplastik wurde u. a. in Mineralwasser aus Plastikflaschen und Mikroplastik in Spuren auch im Leitungswasser nachgewiesen, sodass von einer Aufnahme mit der Nahrung ausgegangen werden kann. Obgleich die orale Bioverfügbarkeit von Mikroplastik aufgrund der Partikelgröße und der Wirkung von Barrieren im Darm beim Menschen gering ist, erscheint die orale Aufnahme und Bioverfügbarkeit von Nanoplastik sehr wahrscheinlich, da biologische Barrieren überwunden werden können. Die Wirkmechanismen von Mikro- und Nanoplastik nach oraler Aufnahme im Körper sind noch wenig aufgeklärt. Aufgrund der Barrieren der oralen Aufnahme erscheint das Risiko für Verbraucher*innen mit intakter Darmbarriere hinsichtlich des oral aufgenommenen Mikroplastiks in der Ernährung gering. Die gesundheitlichen Risiken von Nanoplastikmaterial sind jedoch als möglicherweise relevant einzustufen, da Membranen überwunden werden und somit Nanoplastik bioverfügbar wäre. Allerdings fehlen hierzu belastbare wissenschaftliche Daten. Neue Forschungsansätze zur Aufnahme, molekularen Wirkung und Exposition sind notwendig. Strategien zur Nachhaltigkeit sollten die Problematik Mikro- und Nanoplastik in Zukunft deutlicher adressieren, um Lösungsansätze zu generieren und die Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.

[1] Der Begriff „Aufnahme“ steht hierbei, sowie in den nachfolgenden Ausfuhrungen, synonym fur die externe Exposition gegenuber Stoffen aus Lebensmitteln.

Kernaussagen

- Aus Makroplastik wird durch Abreibung und Zersetzung Mikroplastik.
- Aus Mikroplastik wird durch Abreibung und weitere Zersetzung Nanoplastik.
- Mikro- und Nanoplastik belastet die Umwelt; es findet sich in der Nahrungskette wieder und reichert sich dort auch an.
- Mikro- und Nanoplastik beeinflusst Ökosysteme und damit die Biodiversität.
- Analytische Weiterentwicklungen wie z. B. µFTIR- und µRaman-Spektroskopie ermöglichen die Erhebung von Expositionsdaten zu Mikroplastik in Lebensmitteln.
- Mikroplastik wurde in Mineralwasserflaschen, insbesondere in PET-Flaschen, nachgewiesen.
- Mikroplastik kommt in Leitungswasser nur in Spuren vor.
- Aufgrund der Darmbarriere ist die orale Bioverfügbarkeit von Mikroplastik beim Menschen gering. Nanoplastik könnte bioverfügbar sein.
- Die gesundheitlichen Risiken von Nanoplastik sind noch völlig unklar, jedoch als möglicherweise relevant einzustufen.
- Gesellschaftliche Strategien zur Nachhaltigkeit sollten das Thema Mikro- und Nanoplastik zukünftig adressieren.

11.1 Einleitung und Definitionen

Bei der Einteilung von Partikeln, die hauptsächlich als Kontaminanten in Lebensmitteln vorkommen können, wird zwischen Mikro- und Nanomaterial unterschieden. Nanopartikel sind chemisch unterschiedliche Partikel im Größenbereich 1–100 nm (= 10^{-9} m), die in Lebensmitteln vorkommen können. Laut der Empfehlung 2011/696/EU [1] der europäischen Kommission ist Nanomaterial ein natürliches oder bei Prozessen anfallendes oder hergestelltes Material, das Partikel in ungebundenem Zustand als Aggregat oder als Agglomerat enthält, und bei dem mindestens 50 % der Partikel in der Anzahlgrößenverteilung ein oder mehrere Außenmaße im Bereich von 1 nm bis 100 nm haben. Bekannte Nanopartikel sind u. a. Titandioxid (TiO_2), das als Überzug zur Verbesserung des Aussehens von Süßwaren oder zum Aufhellen von Salatdressings häufig im Lebensmittelbereich als zugelassener Lebensmittelzusatzstoff E171 eingesetzt wurde, oder Siliziumdioxid (SiO_2), auch Kieselsäure genannt, das zur Verbesserung der Fließeigenschaften z. B. von Ketchup und als Fließhilfsmittel für pulverförmige Lebensmittel eingesetzt wird. Neben den anorganischen Nanopartikeln gibt es noch eine Vielzahl von natürlichen Nanopartikeln (z. B. Fettmizellen), die in Milch, Hühnerei, Fetten und Fettbegleitstoffen vorkommen

können oder als Trägerstoffe für funktionelle Nährstoffe, wie schwerlösliche bioaktive Substanzen, eingesetzt werden. Diese sogenannten organischen Nanopartikel werden im menschlichen Stoffwechsel vollständig abgebaut. Für einige anorganische Nanopartikel wie z. B. TiO_2 sind strikte Restriktionen im Lebensmittelbereich wie der Entzug der Zulassung von E171 in jüngster Zeit in Europa erfolgt, da es Hinweise auf eine mögliche Genotoxizität gibt [2].

Im Gegensatz zu Nanopartikeln gibt es für Mikro- und Nanoplastik keine allgemeingültig akzeptierten Definitionen: Unter Mikroplastik (Mikroplastikpartikel, MPP) werden Plastik-/Kunststoffpartikel in der Partikelgröße von 0,1 oder 1 µm bis 5 000 µm (10^{-6} m) verstanden, welche als feste, wasserunlösliche Teilchen in die Umwelt gelangen können [3]. Die Größe von 100 nm reflektiert die Abgrenzung zum Nanopartikelbereich. Partikelgrößen über 5 000 µm werden als Makroplastik eingeordnet. Kunststoffe gehören chemisch zur Untergruppe der Polymere, zu welcher verschiedene Materialien wie z. B. Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylenterephthalat (PET) und Polystyrol (PS) zählen. Entsprechend heterogen sind die MPP in Form, Gestalt und den chemischen Eigenschaften.

> Als **Mikro**plastik werden Plastikpartikel bezeichnet, wenn diese kleiner als 5 mm sind. Werden diese Plastikpartikel weiter zersetzt in eine Größe zwischen 1 und 100 nm, werden sie als **Nano**plastik bezeichnet.

Aufgrund von Weiterentwicklungen bei den lebensmittelbezogenen Analysetechniken mehrten sich in jüngster Zeit die Befunde von Mikro- und Nanoplastik in Lebensmitteln. Somit wurden MPP in Mineralwasser, Honig, Meeresfrüchten, Tafelsalz und sogar in Bier nachgewiesen [4, 5]. Dies und die Berichte, dass im menschlichen Darm Mikroplastik nachgewiesen wurde [6], haben bei Verbraucher*innen für eine große Unsicherheit gesorgt und das Thema in den Fokus der Wissenschaft gerückt.

Dabei ist das Problem der Präsenz von Mikroplastik in der Umwelt nicht neu. Die weltweite Plastikproduktion nimmt fortlaufend zu. Laut dem Verband *Plastics Europe* wurden im Jahr 2021 weltweit ca. 390 Mio. Tonnen und allein in Europa ca. 57 Mio. Tonnen Plastik hergestellt [7]. Dabei handelt es sich um Partikel, Fasern oder Folien, die in die Umwelt gelangen können.

Es wird differenziert zwischen primärem und sekundärem Mikroplastik. **Primäres Mikroplastik** wird absichtlich in Form von kunststoffbasierten Granulaten oder Pellets gezielt hergestellt und z. B. in der Kosmetikindustrie, der Lebensmittelproduktion oder in Bedarfsgegenständen verwendet. Verwendet werden z. B. PP, PE, PS, PVC, PET, Polyamid (Nylon) und Ethylenvinylacetat (EVA) sowie Additive wie Weichmacher, Flammschutzmittel, Farbmittel oder Antioxidantien, welche die technischen Eigenschaften der eingesetzten Kunststoffe verändern. **Sekundäres Mikroplastik** entsteht aus größeren Plastikteilen (Makroplastik) durch Reibung und Zersetzung (Degradation) von Kunststoffabfällen. UV-Licht, Kontakt zu Salzwasser oder die Temperatur fördern den Prozess der Degradation. UV-Licht regt z. B. in Plastiktüten die Bindungselektronen in den Kunststoffen an und spaltet dadurch die chemischen Bindungen. Sekundäres Mikroplastik macht den Hauptteil des Mikroplastikeintrags in die Umwelt aus. Fortschreitende Degradation durch verschiedene Mechanismen wie oxidative oder hydrolytische Alterungsprozesse, bruchmechanische

oder abrasive Zerstörung sowie auch ein (partieller) mikrobiologischer Abbau des Mikroplastiks kann zur Freisetzung der Additive führen und die Bildung von Nanoplastikpartikeln in der Umwelt fördern [8]. Auch hier kann zwischen primären Nanoplastikpartikeln wie z. B. in der Kosmetik eingesetzten Kunststoffen, etwa nanopartikulär hergestelltes Glitter, und durch Abrieb bzw. Degradationsprozesse aus Mikroplastik entstehendem Nanoplastik unterschieden werden [8].

Primäres Mikroplastik wird gezielt hergestellt, während sekundäres Mikroplastik unbeabsichtigt durch Reibung und Verwitterungsprozesse in der Umwelt entsteht.

11.2 Vorkommen von Mikro- und Nanoplastik

11.2.1 Mikro- und Nanoplastik in der Umwelt

Aufgrund der enormen weltweiten Produktionsmengen und Verwendungsarten kommt Mikro- und Nanoplastik in der Umwelt aktuell ubiquitär vor. Vom Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT) wurde in einer Konsortialstudie ermittelt, dass die Kunststoffemissionen in Deutschland alleine in Form von Mikroplastik ca. 330 000 t/Jahr bzw. 4 000 g/Person/Jahr betragen. Den größten Anteil daran hat der Abrieb von Autoreifen mit 1 228 g/Person/Jahr [9].

Diese Kunststoffemissionen können durch Kläranlagen hindurchgelangen, die nicht speziell für ihre Rückhaltung ausgelegt sind. Daher reichern sie sich in größeren Populationsdichten an und ihre Verteilung wird durch Wasser- und Luftbewegungen wie Meeresströmungen und Winde sowie die Partikeldichte beeinflusst. Kunststoffemissionen sind zu einem relevanten globalen Problem geworden. Insbesondere die Ozeane reichern Kunststoffe an, da sie ein natürliches und endgültiges Reservoir darstellen. Daher sind Meeresflora und -fauna diesen ausgesetzt. Es finden physikalische und chemische Wechselwirkungen statt (Abb.11/1). Beispiele sind: Tiere verfangen sich in Plastikmaterialien wie Netzen oder Schnüren, was zu Wunden bzw. Strangulationen führen kann. Makroplastik wird von verschiedensten Tieren (z. B. Seevögeln, Meeresschildkröten) verschluckt, was ebenso zu gesundheitlichen Schäden bei den Tieren führt [10]. Korallen, Schwämme und Meeresböden werden von Makroplastik bedeckt, sodass die Zufuhr von Licht, Nahrung und Sauerstoff behindert wird. Dies hat negative Auswirkungen auf die Ökosysteme [11]. Da die Eintragsmengen an Plastik global seit vielen Jahren steigen und hier kein Ende in Sicht ist, beeinflusst dies langfristig die Biodiversität und wird damit auch starke Einflüsse auf die Nahrungsquellen des Menschen haben.

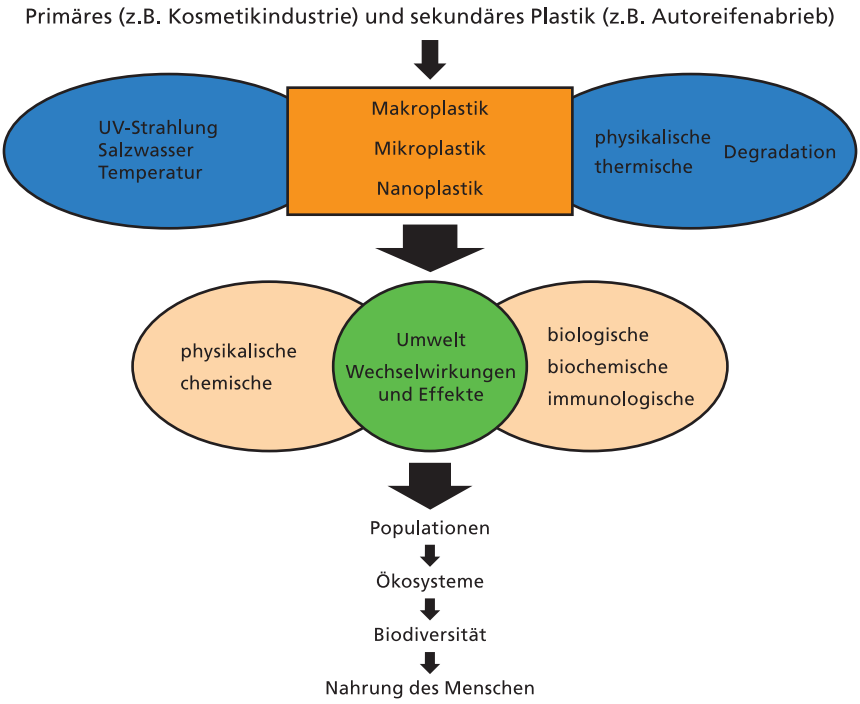


Abbildung 11/1: Wechselwirkungen von Makro-, Mikro- und Nanoplastik mit der Umwelt und mögliche Effekte

Die Top-3-Polymerarten an Mikroplastik sind dabei PE, PP und PS. Ungefähr 4 % des Plastikgewichtes machen dabei organische und anorganische Additive (z. B. Metalle) aus. Die Hälfte davon sind Phthalate, Akylphenole und Bisphenol A, der Rest verteilt sich auf viele weitere Substanzgruppen wie z. B. polychlorierte Biphenyle (PCB), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und chlororganische Pestizide [12].

Während die ökologischen Auswirkungen von Plastikmüll offensichtlich sind, gibt es bisher keine klaren Erkenntnisse hinsichtlich der potenziellen Effekte von Mikro- und Nanoplastik auf die menschliche Gesundheit. Eine potenzielle Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch Mikro- und Nanoplastik kann durch die Aufnahme über die Nahrungskette entstehen. Lebensmittel können durch Mikro- und Nanoplastik kontaminiert werden, entweder durch direkte Exposition in der Umwelt oder durch trophische Übertragung von Mikroplastik zwischen Raubtieren und Beutetieren bei essbaren Arten.

Mikro- und Nanoplastik reichert sich über Luft und Wasser in der Umwelt an und kann über die Nahrungskette auch in Lebensmittel gelangen.

11.2.2 Mikro- und Nanoplastik als Kontaminanten in der Ernährung

Für die Risikobewertung von Mikroplastik hinsichtlich der Risiken für die Gesundheit des Menschen sind Daten zum Gefährdungspotenzial und zur Exposition erforderlich. Sind beide Parameter gegeben, kann ein potenzielles Risiko quantitativ abgeschätzt werden. Leider sind jedoch aktuell nicht genügend Daten zu beiden Parametern verfügbar.

Neuere Studien zeigen deutlich, dass Mineralwasser in Flaschen häufig mit Mikro- und Nanoplastik kontaminiert sind. Durch die Analyse von Mineralwasser mit spektroskopischen Methoden wie dem Mikro-Fourier-Transformations-Infrarotspektrometer (μFTIR) oder der μRaman-Spektroskopie (s. 11.2.3) wurde deutlich, dass sowohl Plastikflaschen als auch Glasflaschen nicht unerhebliche Mengen an MPP vor allem im Bereich von 2–100 μm enthielten [13–15]. Schymanski et al. [13] zeigten beispielsweise, dass das Wasser in recycelten PET-Flaschen im Durchschnitt 100 MPP/l enthielt, während Glasflaschen 50 MPP/l enthielten. In Einwegflaschen wurden im Durchschnitt noch 10 MPP/l mit μRaman-Spektroskopie gemessen. In PET-Flaschen waren immer mehr MPP vorhanden als in anderen Kunststoffflaschen [16]. Da die Mehrzahl der identifizierten MPP in PET-Flaschen Polyester waren, gehen die Autoren davon aus, dass die Partikel aus den Plastikflaschen selbst stammen. Eine erhöhte Abreibung während des Waschprozesses könnte eine wahrscheinliche Ursache sein. Interessanterweise enthielten Flaschen mit stillem Wasser deutlich weniger MPP als Flaschen mit Kohlensäure; letzteres scheint einen größeren Stress auf das Plastikmaterial auszuüben. Eine neuere Arbeit aus der Universität Colombia konnte im Durchschnitt 2,4 x 10^5 Plastikpartikel/l Wasser von verschiedenen Kunststoffflaschenmarken mittels SRS-Mikroskopie nachweisen, wobei davon ca. 90 % Nanoplastik und nur 10 % Mikroplastik war [17]. Diese Werte liegen ein Mehrfaches über den bisher bekannten Werten, was darauf hindeutet, dass aktuell nur die Spitze des Eisbergs bekannt ist.

Aktuelle Übersichtsarbeiten fassen zusammen, dass MPP auch in Leitungswasser zu finden sind – aber in zwei- bis dreifach geringeren Konzentrationen. Wenn die Partikelgröße sinkt, steigt der Gehalt an MPP sowohl in Wasser aus Kunststoffflaschen als auch in Leitungswasser [16]. Daten zu Mikroplastikkonzentrationen in deutschem Leitungswasser sind bisher kaum vorhanden. Mintenig et al. [18] detektierten mit μFTIR in bayerischem Grundwasser ca. 7 MPP/m^3, während im daraus gewonnenen Leitungswasser im Durchschnitt nur noch ca. 0,7 MPP/m^3 gemessen wurden. Ähnliche Daten gibt es aus anderen europäischen Ländern. Die geringere MPP-Häufigkeit in Leitungswasser als in natürlichen Quellen deutet auf eine hohe Entfernungsrate von MPP in Trinkwasseraufbereitungsanlagen hin.

In Analysen konnte nachgewiesen werden, dass Mineralwasser, sowohl in Plastikflaschen als auch in Glasflaschen, mit nicht unerheblichen Mengen an Mikro- und Nanoplastikpartikeln kontaminiert ist; in Leitungswasser befinden sich hingegen nur Spuren von Mikroplastik.

Weitere Expositionsquellen für die orale Aufnahme von Mikro- und Nanoplastik sind oral aufgenommener Staub (z. B. in Speisen), Honig, Bier, Zucker, Meersalz und aquatische Organismen. Cox et al. [19] zeigten, dass die Summe der möglichen oralen Aufnahme von Mikroplastik im Bereich der inhalativen Aufnahme, die bisher als dominant gesehen wurde, angesiedelt werden kann (Schätzungen zwischen 41 000 und 51 000 Partikel/Jahr; je nach Alter und Geschlecht). Das bedeutet, dass die Gesamtexposition im Bereich 74 000 bis 121 000 Mikropartikel/Jahr geschätzt wird, wobei weitere ca. 90 000 Partikel jährlich hinzukommen durch den Konsum von Wasser, wenn Flaschen hierfür genutzt werden. Die Daten von Qian et al. [17] deuten auf eine deutlich höhere orale Aufnahme von Nanopartikeln hin. Visentin et al. [20] konnten Mikroplastik (hauptsächlich PP, PE, PS und PET) in Magermilchproben aus acht EU-Ländern nachweisen. Häufig werden MPP auch in Filterorganen und Kiemen von Meerestieren nachgewiesen. Im Muskelgewebe von Fischen wurden bisher keine relevanten Mengen von MPP gemessen. So hat die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (*European Food Safety Authority*, EFSA) geschätzt, dass etwa 7 µg MPP beim Verzehr von 225 g Muscheln oral aufgenommen werden (das entspricht ungefähr 900 Partikeln/Mahlzeit) [12].

Parallel zur oralen Aufnahme von MPP ist auch eine indirekte Kontamination durch an MPP anhaftenden lipophilen Kontaminanten möglich. Dies können Umweltkontaminanten wie z. B. Dioxine, PCB, PAK, Biozide oder auch Algentoxine sein [12]. Schätzungen der EFSA zufolge erhöhen diese zusätzlichen Kontaminanten die Exposition um weniger als 0,01 %, sodass die toxikologische Relevanz eher gering erscheint. Die Studie von Qian et al. [17] deutet an, dass die Exposition mit Nanoplastik möglicherweise deutlich höher ist als mit MPP, sodass der zusätzliche Eintrag von Umweltkontaminanten mit Nanoplastikpartikeln aktuell noch offen ist.

11.2.3 Analytik von Mikro- und Nanoplastik

Um MPP zu analysieren, werden verschiedene analytische Methoden eingesetzt. Eine Standardisierung und Harmonisierung der Methoden ist noch nicht etabliert, sodass der Vergleich von Ergebnissen zu deutlichen Unterschieden in den ermittelten Partikelanzahlen und -gehalten führt. Spektroskopische Verfahren wie die µFTIR und die µRaman-Spektroskopie, bei der die unelastische Streuung des Lichts an Festkörpern (Raman-Streuung) gemessen wird, haben sich bei einigen Matrizes wie z. B. Mineralwasser als sehr gute Verfahren etabliert. Die µFTIR eignet sich für Partikel mit der unteren Grenze von 20 µm, während die µRaman-Spektroskopie aufgrund der höheren Auflösung MPP bis ca. 1 µm detektieren kann (Abb. 11/2). Allgemein kann jedoch noch immer festgestellt werden, dass die Analysen von Partikel < 5 µm mit bildgebenden Verfahren begrenzt und herausfordernd sind, da die maximale Auflösung nach unten limitiert ist.

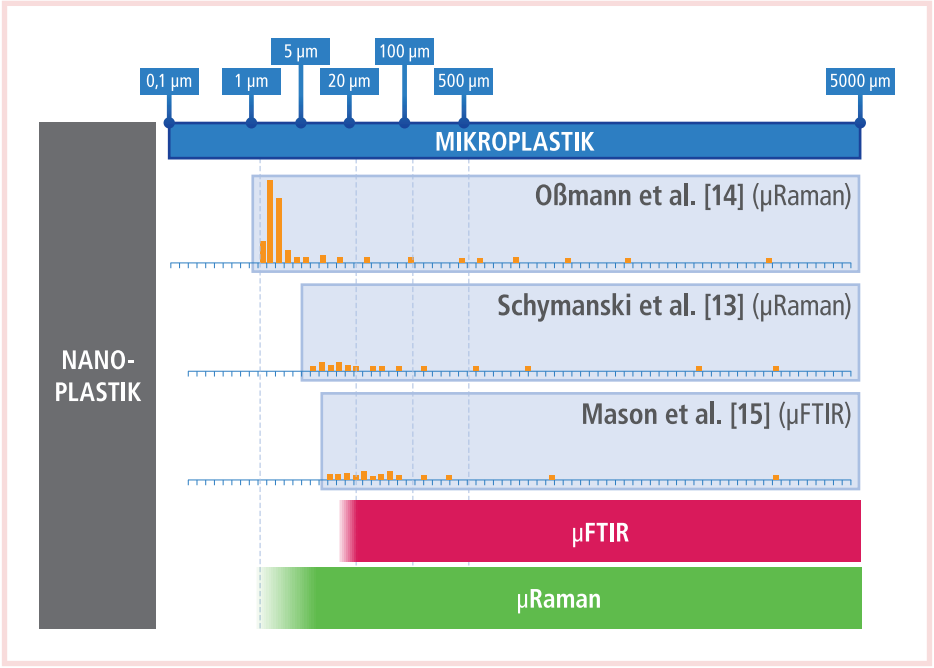


Abbildung 11/2: Literaturvergleich der Mikro-Fourier-Transformations-Infrarotspektrometrie (µFTIR) und µRaman-Wasseranalysen

Der beispielhafte Vergleich der Messkurven von Oßmann et al. [14], Schymanski et al. [13] und Mason et al. [15] (Abb. 11/2) hinsichtlich der Analysen von Mineralwasser auf Mikroplastik zeigt die deutlichen qualitativen und quantitativen Unterschiede in den Analysen. So sind 90 % der detektierten MPP bei Oßmann et al. [14] im Bereich unter 5 µm, während bei Schymanski et al. [13] und Mason et al. [15] 90 % der MPP im Bereich unter 100 µm detektiert wurden. Auch die Anzahl der detektierten MPP differieren. Niedrigere Nachweisgrenzen haben einen starken Einfluss auf die resultierende Partikelgrößenverteilung. Der Nanoplastikbereich kann mit diesen Methoden noch nicht abgedeckt werden. Neuere Raman-Ansätze sind jedoch erfolgversprechend: So konnten mit oberflächenverstärkter Raman-Spektroskopie (SERS) PET-Nanopartikel im Wasser von Mineralwasserflaschen detektiert werden [21]. Ein weiterer Ansatz ist die zu einer Plattform weiterentwickelte stimulierte, d. h. SRS-Mikroskopie, die mit einem automatisierten Algorithmus die wichtigsten Kunststoffpartikel auf Einzelpartikel-Ebene mit hoher Spezifität in Nanogrößen identifizieren kann. Dieser Ansatz ermöglichte zum ersten Mal die Detektion von verschiedenen Nanoplastikpartikeln in Mineralwasser [17].

Neue und unterschiedliche Proben-Konzentrations-Methoden werden benötigt, um die Partikelanzahl pro Masse an Nanoplastik zu bestimmen. Die Pyrolyse-GC/MS wäre ein weiteres Beispiel zur Analyse von Nanoplastik [22]. Eine Validierung der Methoden liegt noch nicht vor. Hier bestehen noch große analytische Herausforderungen für die Zukunft, die es erst dann ermöglichen werden, reale Expositionsdaten zu bekommen, die für eine Risikoabschätzung unabdingbar sind.

Analytische Weiterentwicklungen wie z. B. µFTIR- und µRaman-Spektroskopie ermöglichen die Erhebung von Expositionsdaten zu Mikroplastik in Lebensmitteln. Die SRS-Mikroskopie unter Nutzung von Algorithmen ist vielversprechend für die Detektion von Nanoplastik in Wasser.

11.3 Die orale Bioverfügbarkeit von Mikro- und Nanoplastik

Um überhaupt eine orale Exposition zu realisieren, müssten MPP, die oral aufgenommen werden, mehrere Barrieren des Darms überwinden. Nur dann kann es zu einer relevanten oralen Bioverfügbarkeit kommen. So besteht die Darmbarriere aus mehreren Anteilen: der physikalischen Barriere, die nur bestimmte Partikelgrößen durchlässt, der chemischen Barriere, die durch Aktivierung oder Deaktivierung Substanzen verändern und damit die orale Bioverfügbarkeit stark beeinflussen kann, und der immunologischen Barriere, durch die Partikel abtransportiert werden können. Studien hierzu zeigen, dass Partikel > 150 µm die Darmbarriere nicht überwinden können. Sie bleiben in der Mukosaschicht hängen und werden innerhalb von ca. 72 Stunden mit den Darmzellen abgeschilfert und mit dem Stuhlgang unverändert ausgeschieden. Nur Partikel < 1,5 µM können überhaupt diese Darmbarrieren überwinden und so in den menschlichen Körper gelangen und in weitere Organe verteilt werden [12]. Dies könnte auf kleine MPP und vor allem auf Nanoplastikpartikel zutreffen. Einige In-vitro-Untersuchungen mit intestinalen Darmzellen zeigen eine geringfügige Aufnahme von MPP bis 4 µm [23]. Größere MPP sollen nicht aufgenommen werden, da sie die Größe einzelner Epithelzellen überschreiten würden. Nur vom Darm aufgenommene und durch das Blutsystem verteilte Partikel können in tiefer gelegene Organe wie z. B. die Leber gelangen. In allen Geweben, mit denen die Partikel in Kontakt kommen, könnten sie prinzipiell eine unerwünschte Wirkung entfalten. Mikroplastik- und Nanoplastikpartikel wurden inzwischen in verschiedenen Humanproben der Plazenta und in Muttermilch [24], im Urin [25], im Stuhl [6], im Speichel [26] und in der Leber [27] detektiert. Daher ist die Fragestellung eines potenziellen Gesundheitsrisikos durch Mikroplastik in der Ernährung in den Fokus der Forschung und Risikobewertung gerückt. Erste In-vitro- und In-vivo-Studien (mit Mäusen) zeigen jedoch, dass nur sehr wenige MPP oral bioverfügbar sind [23], sodass aktuell davon ausgegangen werden kann, dass kaum eine orale Exposition des Menschen stattfindet, weil die orale Bioverfügbarkeit zu gering ist, wenn die Darmbarriere intakt ist. Jedoch konnten Yan et al. [28] zeigen, dass im Fäzes von Patient*innen mit einer entzündlichen Darmerkrankung, d. h. einer wahrscheinlich nicht intakten Darmbarriere, die Mikroplastik-Konzentration an PET und Polyamid deutlich höher war im Vergleich zu gesunden Proband*innen, wobei hinsichtlich des zugrundeliegenden Mechanismus dieser Beobachtung weiterer Forschungsbedarf besteht. Hinsichtlich Nanoplastikpartikeln ist festzustellen, dass sie prinzipiell aufgrund der geringen Größe und bekannten Transportmechanismen, wie z. B. dem Vesikeltransport, oral bioverfügbar sein könnten.

Zusätzlich wurde untersucht, ob das Verdauungssystem einen Einfluss auf die chemische Stabilität von MPP hat. Hierzu wurden verschiedene MPP mit den unterschiedlichen Verdauungssäften des Mundes, des Magens und des Darms in vitro inkubiert und anschließend analysiert bzw. charakterisiert. Es zeigte sich, dass die Strukturveränderungen alleine auf der Anhaftung von organischer Matrix aus den Verdauungssäften beruhen. Nach einem Abbau der organischen Matrix mit Wasserstoffperoxid (H_2O_2), Salzsäure (HCl) oder Salpetersäure (HNO_3) liegen die MPP unverändert vor [29]. Das bedeutet, dass die Bedingungen des menschlichen Verdauungssystems nicht ausreichen, um MPP im Körper abzubauen. Jedoch kann der Verdau im Körper zu Veränderungen der Eigenschaften der Mikro- und Nanopartikel führen, sodass der Transport durch die Darmbarrieren erleichtert wird [30]. Auf der anderen Seite wurde kürzlich berichtet, dass im Blut von gesunden Proband*innen mittels Pyrolyse-GC/MS vier Plastikmaterialien (PET, PE, PS und Polymethylmethacrylat [PMMA]) mit hohen Produktionszahlen und einer Größe von ≥ 700 nm im Blut in Konzentrationen von 1,6 µg/ml gefunden wurden [31]. Das könnte darauf hindeuten, dass einige MPP zu einem kleinen Teil bioverfügbar sind. Später wurde die Studie in Zweifel gezogen, da interne Kontrollen für eine Kontamination während der Analyse fehlten [32]. Das zeigt die Schwierigkeiten der Analytik. Darüber hinaus macht es auch deutlich, dass die biologische und toxikologische Relevanz weiter untersucht werden sollte. Zur oralen Bioverfügbarkeit von Nanoplastikpartikeln ist aktuell sehr wenig bekannt, da diese Analyse noch nicht beherrscht wird. Es gibt jedoch indirekte Hinweise, dass sie bioverfügbar sein könnten. Marfella et al. [33] fanden in der Halsschlagader von Patient*innen mit einem größeren Risiko für Herzinfarkte und Schlaganfälle Mikro- und Nanoplastik-Plaques in nicht definierter Größe mithilfe Pyrolyse-GC/MS (PE ca. 21 µg/mg Plaque bzw. PVC ca. 5 µg/mg Plaque). Zukünftige weitere Studien sollten klären, ob und in welchem Maße Nanoplastik aufgrund der geringeren Größe bioverfügbar ist.

Auf Grundlage der aktuellen Forschung wird davon ausgegangen, dass die orale Bioverfügbarkeit von Mikroplastik bei intakter Darmbarriere gering ist und daher kaum eine orale Exposition bei Menschen stattfindet. Nanoplastik könnte theoretisch aufgrund der Größe und Membrangängigkeit durchaus bioverfügbar sein.

11.4 Die Toxikologie von Mikro- und Nanoplastik

Eine Risikoabschätzung für MPP ist herausfordernd, weil Kunststoffe sehr divergent sind hinsichtlich Zusammensetzung, Materialeigenschaften, Partikelgröße und Form sowie Häufigkeit (Abb. 11/3).

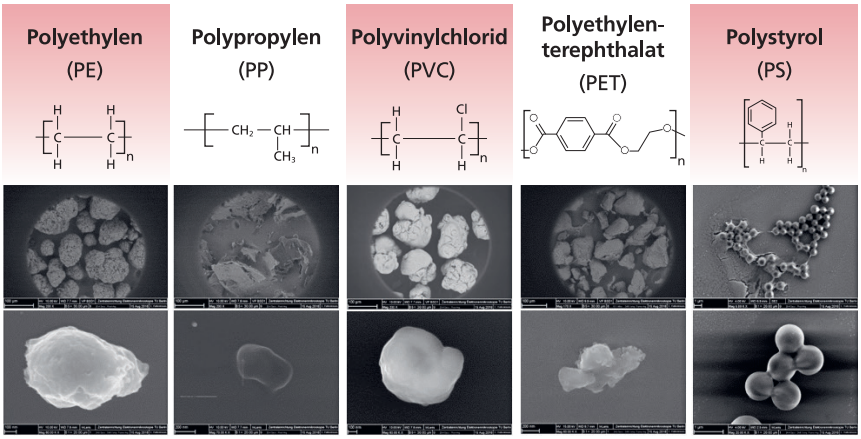


Abbildung 11/3: Rasterelektronische Aufnahmen (Beispiele) verschiedener Mikroplastikpartikel (MPP) mit unterschiedlicher Vergrößerung (eigene Aufnahmen)

PS ist am besten untersucht, weil eine chemische Synthese relativ einfach möglich ist und auch Markierungsmoleküle gut angebracht werden können. Zudem besteht eine endogene Fluoreszenz und die Größenverteilung ist eng und gut bestimmbar. Andere Kunststoffarten bereiten Schwierigkeiten, da sie zwar häufiger vorkommen, aber sehr schwer herstellbar sind. Die Materialdichte ist ebenfalls ein relevantes Kriterium, um Messbarkeit bei Lichtstreuungsverfahren noch zu ermöglichen.

Hinsichtlich direkter toxischer Effekte von MPP kann zusammenfassend beschrieben werden, dass nur wenige qualitativ akzeptable Studien verfügbar sind und meist keine messbaren reproduzierbaren Effekte in verschiedenen Tierstudien berichtet werden. Einige Daten deuten auf Effekte auf Wachstum und das Immunsystem hin. Humandaten sind fast gar nicht verfügbar [12].

In vitro sind Einflüsse auf das Redoxsystem, den Fremdstoffmetabolismus oder den immunologischen Zustand von Zellen beschrieben, was zu Stressreaktionen, im Besonderen zu Entzündungs- und Immunreaktionen, führen kann. Es gibt aktuell keinerlei Hinweise auf Genotoxizität, Kanzerogenität oder Neurotoxizität. Bei Fischen wurden Effekte auf den Magen-Darm-Trakt und die Leber berichtet; bei Mäusen sind es Entzündungsreaktionen [12].

In einer Studie an genetisch veränderten Mäusen, die besonders empfindlich auf Stress reagieren, wurde die Aufnahme und Wirkung von oral aufgenommenem PS untersucht und festgestellt, dass nur geringste Mengen MPP in der Mukosa des Darms nachgewiesen wurden, aber keinerlei toxische Effekte, die auf oxidativen Stress hindeuten [29]. Hinsichtlich der Effekte von Nanoplastik werden aus In-vitro-Studien zytotoxische Effekte, Membranschädigungen und oxidativer Stress in einigen Zelltypen in Abhängigkeit von der Größe, der positiven Ladung sowie von meist hohen Dosen berichtet, allerdings ist die Datenlage noch zu lückenhaft, um daraus Schlussfolgerungen für eine Risikobewertung ziehen zu können [34, 35].

11.5 Nachhaltigkeitsaspekte

Der wahrscheinliche Eintrag von Mikro- und Nanoplastik in die Umwelt und damit in die Nahrungskette beeinflusst wesentliche Zieldimensionen einer nachhaltigeren Ernährung: die Gesundheit, das Tierwohl und die Umwelt (Abb. 11/1). Dabei steht neben der Gesundheit des Menschen auch die Artenvielfalt der Tiere im Fokus. Während die negativen Gesundheitseffekte von Mikro- und Nanoplastik auf den Menschen weiter erforscht werden müssen, ist aktuell schon klar, dass MPP z. B. für viele Meerestiere und Vögel, die versehentlich Mikroplastik fressen, ein Risiko darstellen. So werden MPP von aquatischen Organismen mit der Beute verwechselt oder über Beutetiere aufgenommen. Daher werden MPP häufig im Verdauungstrakt, in Filterorganen und in Kiemen gefunden. Kürzlich konnte gezeigt werden, dass auch geringe Konzentrationen an MPP Auswirkungen auf das marine Ökosystem haben. Die Aufnahme von Mikroplastik durch das Zooplankton verringert den Fraßdruck und hat mehr Algenwachstum zur Folge, was wiederum dazu führt, dass mehr organische Stoffe absinken in tiefere Schichten des Meeres. Bakterien zersetzen diese und reduzieren so den Sauerstoffgehalt der Ozeane [11]. So wird möglicherweise der globale Nährstoffkreislauf beeinflusst, was einen Einfluss auf die Biodiversität zur Folge hätte. Des Weiteren kann nicht davon ausgegangen werden, dass Umweltprobleme mit Nanoplastik mit Umweltproblemen des Mikroplastiks gleichzusetzen wären, da die Partikelgröße große Einflüsse auf die Interaktionen mit Organismen, die Transportwege und den Verbleib der Partikel hat und somit unterschiedlich zu den Effekten von Mikroplastik sein wird. Die molekularen Mechanismen werden sich unterscheiden, da kleinere Partikel Ziel-Zellen im Organismus erreichen können, weil sie biologische Barrieren durch z. B. vesikulären Transport überwinden können. Nanoplastikpartikel könnten insofern einen viel größeren Einfluss auf die Gesundheit insbesondere des Menschen haben als Mikroplastik. Zudem unterscheidet sich die notwendige Analytik fundamental (s. 11.2.3). Neue analytische Werkzeuge sind notwendig, um die Exposition und folglich auch die möglichen gesundheitlichen Risiken abschätzen zu können. Wenn sie in Lebensmitteln, wie z. B. in Mineralwasser aus Flaschen, detektiert werden, sind Mikro- und Nanoplastikpartikel Kontaminanten. Aufgrund der fehlenden Daten für eine Risikobewertung sind sie noch nicht in der hierfür vorgesehenen Verordnung 2023/915 der EU [36] aufgeführt.

Um die großen Herausforderungen hinsichtlich des immer mehr zunehmenden globalen Plastikproblems zu bewältigen, wurden von der EU-Kommission Regelungen in Richtung einer stärkeren Kreislaufwirtschaft für Plastik im Rahmen des *European Green Deal* initiiert [37], die darauf abzielen, die Umwelt und die menschliche Gesundheit zu schützen und somit auch zu den Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen (*United Nations*, UN) beizutragen. Hierzu zählen eine ganze Reihe von Regelungen wie Vermarktungsverbote

(z. B. das Verbot von Einwegplastik), Kennzeichnungspflichten (z. B. Plastikgehalt), eine erweiterte Produzentenverantwortung sowie Mindestanforderungen (z. B. an den Recyclinganteil von PET-Getränkeflaschen in der EU; Zielvorgabe: 90 % Sammlung von PET-Flaschen bis 2029). Zudem wurde ein umfassendes Verbot von absichtlich zugesetzten MPP im Rahmen der Chemikalienverordnung REACH der EU beschlossen [38].

Aufgrund der Umweltbelastungen durch Mikroplastik und möglicherweise Nanoplastik werden Ressourcen (u. a. Meer, Wasser, Böden, Artenvielfalt) für den Lebensmittelbereich geschädigt (Abb. 11/1). Daher sollte es gesellschaftlicher Konsens sein, diesen Eintrag auf das Notwendigste zu reduzieren. Das bedeutet, dass der Einsatz von Kunststoffen viel kritischer hinterfragt werden sollte, um z. B. den Verbrauch von Einwegplastikprodukten wie Plastiktüten und Einwegflaschen zu minimieren, auf alternative natürliche Materialen zu setzen sowie das Recycling weiter zu entwickeln und den Abrieb von Autoreifen deutlich zu reduzieren. Letzteres wäre z. B. über neue Mobilitätskonzepte zu erreichen. Erste Ansätze sind in jüngster Zeit in den o. g. Regelungen der EU zu sehen. Um die Herausforderungen für mehr Nachhaltigkeit weiterzubringen und die UN-Ziele für nachhaltige Entwicklung bis 2030 zu erreichen, sind weitere gemeinsame Anstrengungen von Regierungsorganisationen, Unternehmen und Verbraucher*innen notwendig. Interessant in diesem Zusammenhang: Deutschland hat sich im Jahr 2022 der Initiative *High Ambition Coalition to End Plastic Pollution* [39] angeschlossen, die sich das Ziel gesetzt hat, die Plastikverschmutzung bis 2040 zu beenden.

11.6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Eine zusammenfassende abschließende Risikobewertung zum Einfluss von Mikro- und Nanoplastikpartikeln auf den menschlichen Körper ist aufgrund fehlender Daten zu Gefahrenpotenzial und Exposition sowie weiterer offener Fragen aktuell noch nicht möglich; aber die generellen Prinzipien der Risikobewertung (Gefahrenidentifizierung, Gefahrencharakterisierung, Expositionsschätzung und -bewertung) sind anwendbar. Mikroplastik reichert sich in der Umwelt an und kann in die Nahrungskette gelangen. Umwelteinflüsse können Plastikmaterial weiter zersetzen und chemisch verändern. Die Aufnahme über die Nahrung ist wahrscheinlich, die orale Bioverfügbarkeit von MPP erscheint jedoch beim Menschen sehr gering. Die Wirkmechanismen von MPP nach oraler und inhalativer Aufnahme im Körper sind noch nicht vollständig aufgeklärt. Insgesamt deuten die aktuellen Daten eher auf ein geringes Risiko für Verbraucher*innen mit intakter Darmbarriere hinsichtlich des oral aufgenommenen Mikroplastiks in der Ernährung hin. Die im Meerwasser lebenden Organismen werden jedoch z. T. erheblich durch Mikroplastik geschädigt; die Umweltschäden sind evident. Aus Mikroplastik wird im Laufe der Zeit Nanoplastik. Neuere Daten belegen eine relevante Exposition des Menschen. Die möglichen Risiken von Nanoplastik sind noch völlig unklar, jedoch als möglicherweise relevant einzustufen, da kleinere Nanoplastikpartikel biologische Barrieren überwinden könnten und somit bioverfügbar wären. Detaillierte Daten hierzu fehlen aktuell. Hier sind neue Forschungsansätze hinsichtlich der Analytik, der Aufnahme und der möglichen molekularen Wirkungen von Nanoplastik im Organismus sowie der Exposition notwendig. Zudem sollten vertiefte Anstrengungen unternommen werden, um die relevante Umweltbelastung deutlich zu reduzieren und die Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.

11.7 Literaturverzeichnis

[1] Europäische Kommission: Empfehlung der Kommission vom 18. Oktober 2011 zur Definition von Nanomaterialien. Amtsblatt der Europäischen Union L 275 (2011) 38–40

[2] Europäisches Parlament, Europäischer Rat (Hrsg.): Verordnung (EU) Nr. 2022/63 der Kommission vom 14. Januar 2022 zur Änderung der Anhänge II und III der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich des Lebensmittelzusatzstoffs Titandioxid (E 171). (2022) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0063&from=DE (eingesehen am 14.02.2023)

[3] European Chemicals Agency (ECHA): Opinion of the Committee for Risk Assessment and Opinion of the Committee for Socio-economic Analysis on an Annex XV dossier proposing restrictions of the manufacture, placing on the market or use of a substance within the EU. (2020) https://echa.europa.eu/documents/10162/a513b793-dd84-d83a-9c06-e7a11580f366 (eingesehen am 28.11.2023)

[4] Di Fiore C, Sammartino MP, Giannattasio C et al.: Microplastic contamination in commercial salt: an issue for their sampling and quantification. Food Chem 404 (2023) 134682. doi:10.1016/j.foodchem.2022.134682

[5] Kadac-Czapska K, Trzebiatowska PJ, Knez E et al.: Microplastics in food – a critical approach to definition, sample preparation, and characterisation. Food Chem 418 (2023) 135985. doi:10.1016/j.foodchem.2023.135985

[6] Schwabl P, Köppel S, Königshofer P et al.: Detection of various microplastics in human stool: a prospective case series. Ann Intern Med 171 (2019) 453–457. doi:10.7326/M19-0618

[7] Plastics Europe AISBL: Plastics – the Facts 2022. (2022) https://plasticseurope.org/de/wp-content/uploads/sites/3/2022/10/PE-PLASTICS-THE-FACTS_20221017.pdf (eingesehen am 14.08.2024)

[8] Mitrano DM, Wick P, Nowack B: Placing nanoplastics in the context of global plastic pollution. Nat Nanotechnol 16 (2021) 491–500. doi:10.1038/s41565-021-00888-2

[9] Bertling J, Zimmermann T, Rödig L: Kunststoffe in der Umwelt: Emissionen in landwirtschaftlich genutzte Böden. (2021) https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/6e3e887c-3a19-4769-b29b-9dc5e5364d9f/details (eingesehen am 28.11.2023)

[10] Wilcox C, van Sebille E, Hardesty BD: Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. Proc Natl Acad Sci USA 112 (2015) 11899–11904. doi:10.1073/pnas.1502108112

[11] Kvale K, Prowe AEF, Chien C-T et al.: Zooplankton grazing of microplastic can accelerate global loss of ocean oxygen. Nat Commun 12 (2021) 2358. doi:10.1038/s41467-021-22554-w

[12] EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (EFSA CONTAM Panel): Statement on the presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. EFSA J 14 (2016) 4501. doi:10.2903/j.efsa.2016.4501

[13] Schymanski D, Goldbeck C, Humpf H-U et al.: Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: release of plastic particles from different packaging into mineral water. Water Res 129 (2018) 154–162. doi:10.1016/j.watres.2017.11.011

[14] Oßmann BE, Sarau G, Holtmannspötter H et al.: Small-sized microplastics and pigmented particles in bottled mineral water. Water Res 141 (2018) 307–316. doi:10.1016/j.watres.2018.05.027

[15] Mason SA, Welch VG, Neratko J: Synthetic polymer contamination in bottled water. Front Chem 6 (2018) 407. doi:10.3389/fchem.2018.00407

[16] Gambino I, Bagordo F, Grassi T et al.: Occurrence of microplastics in tap and bottled water: current knowledge. Int J Environ Res Public Health 19 (2022) 5283. doi:10.3390/ijerph19095283

[17] Qian N, Gao X, Lang X et al.: Rapid single-particle chemical imaging of nanoplastics by SRS microscopy. Proc Natl Acad Sci USA 121 (2024) e2300582121. doi:10.1073/pnas.2300582121

[18] Mintenig SM, Löder MGJ, Primpke S et al.: Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources. Sci Total Environ 648 (2019) 631–635. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.08.178

[19] Cox KD, Covernton GA, Davies HL et al.: Human consumption of microplastics. Environ Sci Technol 53 (2019) 7068–7074. doi:10.1021/acs.est.9b01517

[20] Visentin E, Manuelian CL, Niero G et al.: Characterization of microplastics in skim-milk powders. J Dairy Sci 107 (2024) 5393-5401. doi:10.3168/jds.2023-24373

[21] Zhang J, Peng M, Lian E et al.: Identification of poly(ethylene terephthalate) nanoplastics in commercially bottled drinking water using surface-enhanced Raman spectroscopy. Environ Sci Technol 57 (2023) 8365–8372. doi:10.1021/acs.est.3c00842

[22] Okoffo ED, Thomas KV: Mass quantification of nanoplastics at wastewater treatment plants by pyrolysis–gas chromatography–mass spectrometry. Water Res 254 (2024) 121397. doi:10.1016/j.watres.2024.121397

[23] Stock V, Böhmert L, Lisicki E et al.: Uptake and effects of orally ingested polystyrene microplastic particles in vitro and in vivo. Arch Toxicol 93 (2019) 1817–1833. doi:10.1007/s00204-019-02478-7

[24] Liu S, Guo J, Liu X et al.: Detection of various microplastics in placentas, meconium, infant feces, breastmilk and infant formula: A pilot prospective study. Sci Total Environ 854 (2023) 158699. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.158699

[25] Pironti C, Notarstefano V, Ricciardi M et al.: First evidence of microplastics in human urine, a preliminary study of intake in the human body. Toxics 11 (2022) 40. doi:10.3390/toxics11010040

[26] Huang S, Huang X, Bi R et al.: Detection and analysis of microplastics in human sputum. Environ Sci Technol 56 (2022) 2476–2486. doi:10.1021/acs.est.1c03859

[27] Horvatits T, Tamminga M, Liu B et al.: Microplastics detected in cirrhotic liver tissue. EBioMedicine 82 (2022) 104147. doi:10.1016/j.ebiom.2022.104147

[28] Yan Z, Liu Y, Zhang T et al.: Analysis of microplastics in human feces reveals a correlation between fecal microplastics and inflammatory bowel disease status. Environ Sci Technol 56 (2022) 414–421. doi:10.1021/acs.est.1c03924

[29] Stock V, Fahrenson C, Thuenemann A et al.: Impact of artificial digestion on the sizes and shapes of microplastic particles. Food Chem Toxicol 135 (2020) 111010. doi:10.1016/j.fct.2019.111010

[30] Paul MB, Böhmert L, Thünemann AF et al.: Influence of artificial digestion on characteristics and intestinal cellular effects of micro-, submicro- and nanoplastics. Food Chem Toxicol 184 (2024) 114423. doi:10.1016/j.fct.2023.114423

[31] Leslie HA, van Velzen MJM, Brandsma SH et al.: Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. Environ Int 163 (2022) 107199. doi:10.1016/j.envint.2022.107199

[32] Kuhlman RL: Letter to the editor, discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. Environ Int 167 (2022) 107400. doi:10.1016/j.envint.2022.107400

[33] Marfella R, Prattichizzo F, Sardu C et al.: Microplastics and nanoplastics in atheromas and cardiovascular events. N Engl J Med 390 (2024) 900–910. doi:10.1056/NEJMoa2309822

[34] Banerjee A, Shelver WL: Micro- and nanoplastic induced cellular toxicity in mammals: a review. Sci Total Environ 755 (2021) 142518. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.142518

[35] Zhu X, Wang C, Duan X et al.: Micro- and nanoplastics: a new cardiovascular risk factor? Environ Int 171 (2023) 107662. doi:10.1016/j.envint.2022.107662

[36] Europäische Kommission: Verordnung (EU) 2023/915 der Kommission vom 25. April 2023 über Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006. L119 (2023) 103-157

[37] European Commission: The European Green Deal. Striving to be the first climate-neutral continent. (2019) https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (eingesehen am 28.11.2023)

[38] European Commission: Commission Regulation (EU) 2023/2055 of 25 September 2023 amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) as regards synthetic polymer microparticles. (2023) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R2055 (eingesehen am 21.06.2024)

[39] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV): Deutschland tritt der Internationalen Koalition gegen Plastikvermüllung bei. (2022) https://www.bmuv.de/pressemitteilung/deutschland-tritt-der-internationalen-koalition-gegen-plastikvermuellung-bei (eingesehen am 21.06.2024)

12 Ernährungssituation und Ernährungsversorgung in Krankenhäusern und stationären Altenpflegeeinrichtungen*

Dorothee Volkert[1], Hanna Maria Siebentritt[1], Isabel Galicia Ernst[1], Ulrike Bornschlegel[1], Linda Weber[1], Johann Ockenga[3], Michael Hiesmayr[2]

[1] Institut für Biomedizin des Alterns, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Nürnberg
[2] Zentrum für Medizinische Statistik, Informatik und Intelligente Systeme, Medizinische Universität Wien, Wien
[3] Medizinische Klinik II, Klinikum Bremen-Mitte, Bremen

Zusammenfassungen

Analyse und Bewertung der Ernährungssituation und Qualität der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern und stationären Altenpflegeeinrichtungen

Einleitung: Den Auswertungen des nutritionDay-Projekts für den 14. DGE-Ernährungsbericht zufolge stellt Mangelernährung auch in Deutschland ein relevantes Gesundheitsproblem dar und Strukturen und Prozesse der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern und stationären Altenpflegeeinrichtungen sind unbefriedigend. Die bisherige Datenlage diesbezüglich war jedoch nicht ausreichend, um konkrete Verbesserungsmaßnahmen ableiten zu können. Ziele dieses Projektteils waren daher eine Aktualisierung der bisherigen Analysen zur Beschreibung der Ernährungssituation sowie weiterführende Untersuchungen zur Qualität der Ernährungsversorgung in deutschen Krankenhäusern und stationären Altenpflegeeinrichtungen.

Methodik: nutritionDay-Daten der Jahre 2019–2022 zur Ernährungssituation wurden analog zur früheren Analyse deskriptiv ausgewertet und mit aktualisierten Ergebnissen aus dem Jahr 2018 verglichen, zusätzlich wurden Variablen zur Qualität der Ernährungsversorgung analysiert. Im Rahmen von vier Online-Dialogen mit Mitarbeitenden und Führungskräften aus Krankenhäusern und Pflegeheimen wurden Aspekte der Ernährungsversorgungsqualität diskutiert.

* Die vorliegende Studie wurde im Rahmen des 15. DGE-Ernährungsberichts durchgeführt und wurde aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) durch den Projektträger Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) gefördert (Förderkennzeichen 2822HS002). Der DGE-Ernährungsbericht wird von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) im Auftrag des BMEL herausgegeben.

Ergebnisse: Im Berichtszeitraum waren 14 % der 1 755 teilnehmenden Patient*innen untergewichtig, 24 % wiesen einen unbeabsichtigten Gewichtsverlust von über 5 % auf, 9 % wurden vom Personal als mangelernährt eingestuft und 21 % waren gemäß *Global Leadership Initiative on Malnutrition* (GLIM)-Kriterien schwer mangelernährt. In den teilnehmenden Pflegeheimen wurde bei 23 % der 2 864 Bewohner*innen Untergewicht festgestellt, 13 % hatten einen unbeabsichtigten Gewichtsverlust von mehr als 5 kg im letzten Jahr und 8 % wurden vom Pflegepersonal als mangelernährt eingeschätzt. Die teilnehmenden Krankenhausstationen wiesen im Mittel 8 der 12 untersuchten Struktur- und Prozessindikatoren zur Beschreibung der Versorgungsqualität auf. Bei höherer Anzahl vorhandener Qualitätsindikatoren auf der Station wurden Maßnahmen zur Ernährungsversorgung häufiger ergriffen.

Die Online-Dialoge ergaben auf Institutionenebene im Krankenhaus vor allem den Bedarf, mehr Bewusstsein, Ressourcen und Strukturen für eine gute Ernährungsversorgung zu schaffen, im Pflegeheim stand der Mangel an Ernährungsfachkräften im Vordergrund. Auf politischer Ebene fehlt es nach Meinung der Teilnehmenden im Krankenhaus besonders an der Bereitstellung von Budget, an einheitlichen und angemessenen Verpflegungssätzen sowie an Pflichtelementen und Zertifizierungen.

Schlussfolgerung: Um die Ernährungsqualität in Krankenhäusern und Pflegeheimen nachhaltig zu verbessern, werden eine Vereinheitlichung und Verbesserung der Rahmenbedingungen im Hinblick auf finanzielle und fachliche Ressourcen sowie verpflichtende Standards benötigt. Politische Maßnahmen sind dabei unverzichtbar, um allen Institutionen die Implementierung einer guten Ernährungsversorgung zu ermöglichen und die derzeit bestehenden Defizite zu beseitigen.

Kosteneffektivität der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern

Einleitung: Mangelernährung verursacht durch Komplikationen und Folgekrankheiten und eine dadurch längere Aufenthaltsdauer im Krankenhaus enorme Kosten für das Gesundheitswesen. In diesem Projektteil wurde die potenzielle Kostenersparnis durch Reduktion der Aufenthaltsdauer infolge einer verbesserten Ernährungsversorgung modellhaft abgeschätzt.

Methodik: Anhand aktueller nutritionDay-Daten aus Deutschland wurden basierend auf einer multivariablen Regressionsanalyse Unterschiede in der Verweildauer in Abhängigkeit von der Verzehrmenge beim Mittagessen am nutritionDay abgeleitet. Unter der Annahme, dass sich bei 30 % der Patient*innen mit reduzierter Verzehrmenge durch eine bessere Ernährungsversorgung ein vollständiger Verzehr erreichen und dadurch die Aufenthaltsdauer entsprechend reduzieren lässt, wurden mit statistischen Daten des deutschen Gesundheitssystems die potenziell dadurch vermeidbaren Kosten berechnet.

Ergebnisse: 3 055 Patient*innen wurden in die Analyse eingeschlossen. Die mediane Aufenthaltsdauer betrug 6 Tage bei Patient*innen, die alles verzehrten (39 %), 7 Tage wenn die Hälfte (28 %), 8 Tage wenn ein Viertel (13 %) und 9 Tage wenn trotz Erlaubnis nichts gegessen wurde (4 %). Mit der angenommenen Steigerung der Verzehrmenge errechnet sich pro 100 Patient*innen eine Reduktion der Aufent-

haltsdauer um 20 Krankenhaustage. Bei einer durchschnittlichen Aufenthaltsdauer von 7,2 Tagen in Krankenhäusern in Deutschland bedeutet dies eine Reduktion um 2,7 % und entspricht bei angenommenen Kosten von 560 Euro pro Krankenhaustag Gesamtkosten von jährlich 969 807 535 Euro.

Schlussfolgerung: Die Analyse zeigt ein enormes Einsparpotenzial durch eine bessere Ernährungsversorgung in deutschen Krankenhäusern allein durch die Effekte auf die Verweildauer. Zukünftig wäre eine genauere Abschätzung der Kosten unter Berücksichtigung weiterer mangelernährungsbedingter Kostenverursacher sowie insbesondere eine Berechnung der Kostenbilanz wünschenswert.

Danksagung

Wir danken allen teilnehmenden Einrichtungen, Patient*innen und Bewohner*innen sowie allen Teilnehmenden der Online-Dialoge für ihre Mitwirkung und ihre wertvollen Beiträge. Zudem danken wir allen weiteren Personen und Institutionen, die das Projekt unterstützt haben.

Kernaussagen

- ➔ Die aktuellen Analysen der nutritionDay-Daten aus Deutschland zeigen bei Krankenhauspatient*innen und Pflegeheimbewohner*innen nach wie vor häufig Hinweise auf Ernährungsdefizite.
- ➔ Die Ergebnisse sind weitgehend ähnlich wie in den Vorjahren, Unterschiede zwischen den Berichtszeiträumen sind eher auf geringe Teilnahmezahlen, Heterogenität der Einrichtungen und fehlende Repräsentativität zurückzuführen als auf tatsächliche Veränderungen im Lauf der Zeit.
- ➔ In deutschen Krankenhäusern und Pflegeheimen bestehen Defizite hinsichtlich ernährungsmedizinischer Fachkompetenz, Dokumentationsstrukturen und fest etablierter Prozesse der Ernährungsversorgung.
- ➔ Herausforderungen der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern und Pflegeheimen liegen insbesondere in mangelnder Priorisierung von Ernährungsthemen, Zeitmangel bei hoher Arbeitsbelastung und mangelndem Budget bei gestiegenen Kosten.
- ➔ Zur Verbesserung der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern und Pflegeheimen werden vor allem eine Erhöhung und Vereinheitlichung der Verpflegungssätze, Schulungsangebote, verpflichtende ernährungstherapeutische Strukturen und Prozesse und der Ausbau interdisziplinärer Zusammenarbeit als sinnvoll erachtet.

➔ Die Aufenthaltsdauer im Krankenhaus war bei Patient*innen, die das Mittagessen am nutritionDay vollständig verzehrten, im Mittel um 3 Tage kürzer als bei Patient*innen, die nichts verzehrten.

➔ Unter der Annahme, dass 30 % der Patient*innen mit reduzierter Verzehrmenge beim Mittagessen am nutritionDay durch ein besseres Ernährungsmanagement die Mahlzeit vollständig zu sich nähmen, errechnet sich für das deutsche Gesundheitssystem eine Reduktion der Aufenthaltsdauer um 2,7 % und dadurch eine potenzielle Kostenersparnis von knapp 1 Mrd. Euro jährlich.

12.1 Analyse und Bewertung der Ernährungssituation und Qualität der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern und stationären Altenpflegeeinrichtungen

12.1.1 Einleitung

In Krankenhäusern (synonym: Kliniken) und stationären Altenpflegeeinrichtungen (synonym: Pflegeheime) sind Ernährungsprobleme weitverbreitet, insbesondere besteht ein erhöhtes Risiko für Mangelernährung [1-7]. Wie im 14. DGE-Ernährungsbericht dargestellt, waren in Deutschland den Daten des nutritionDay-Projekts zufolge im Jahr 2018 16 % der teilnehmenden Patient*innen im Krankenhaus untergewichtig, 42 % berichteten von einem unbeabsichtigten Gewichtsverlust und 12 % wurden vom Pflegepersonal als mangelernährt eingestuft. Das Mittagessen am nutritionDay 2018 wurde von nur 37 % (fast) vollständig gegessen. In den teilnehmenden Pflegeheimen waren 23 % der untersuchten Bewohner*innen untergewichtig, 14 % hatten einen unbeabsichtigten Gewichtsverlust und 11 % wurden vom Pflegepersonal als mangelernährt beurteilt. 34 % haben am nutritionDay nur die Hälfte oder weniger des Mittagessens verzehrt [4]. Die COVID-19-Pandemie hat das Mangelernährungsrisiko in den letzten Jahren sowohl in Krankenhäusern [8, 9] als auch in Altenpflegeeinrichtungen [10] zeitweise noch verstärkt.

Das nutritionDay-Projekt

Der nutritionDay ist ein seit 2006 bestehendes weltweites Projekt mit dem zentralen Ziel, die Aufmerksamkeit für Ernährungsprobleme in Krankenhäusern und Pflegeheimen zu steigern. Unterstützt wird das Projekt durch die Europäische Gesellschaft für klinische Ernährung und Stoffwechsel (*European Society for Clinical Nutrition and Metabolism*, ESPEN), die Österreichische Arbeitsgemeinschaft für klinische Ernährung (AKE), die Medizinische Universität Wien (MUW) und durch die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU). An einem jährlichen Stichtag werden Daten zur Ernährungssituation von Klinikpatient*innen und Pflegeheimbewohner*innen in den Einrichtungen erfasst. Mittels standardisierter Fragebögen, die im Internet in 30 Sprachen zur Verfügung stehen (www.nutritionday.org), werden Informationen über Ernährungsrisikofaktoren, Ernährungszustand und Ernährungsmaßnahmen auf

Patient*innen- bzw. Bewohner*innen- und auf Einrichtungsebene gewonnen. Nach 30 Tagen (Klinik) bzw. 6 Monaten (Pflegeheim) erfolgt eine kurze Verlaufserhebung. Unmittelbar nach der Dateneingabe in eine zentrale Datenbank via Internet erhalten die teilnehmenden Klinikstationen und Wohnbereiche eine Auswertung der eigenen Ergebnisse im Vergleich zu allen anderen Teilnehmenden im eigenen Land und weltweit, die im Sinne eines Benchmarkings genutzt werden kann. Die Datenbank steht zudem für wissenschaftliche Auswertungen zur Verfügung und wurde in den vergangenen Jahren für zahlreiche Publikationen genutzt (z. B. [11-13]).

Eine ausführliche Beschreibung des Projektes wurde im 14. DGE-Ernährungsbericht publiziert [4].

Die gravierenden gesundheitlichen und ökonomischen Folgen von Mangelernährung, insbesondere ein erhöhtes Risiko für Komplikationen und Mortalität sowie längere Klinikaufenthalte und höhere Kosten, sind gut belegt [7, 14, 15]. Im nutritionDay-Projekt hat sich für Deutschland eine erhöhte Mortalitätsrate bei Patient*innen und Pflegeheimbewohner*innen in schlechtem Ernährungszustand und bei Teilnehmenden mit geringer Verzehrmenge bestätigt. Im Krankenhaus war auch die weitere Aufenthaltsdauer mit dem Ernährungszustand assoziiert, die bei mangelernährten Patient*innen im Mittel zwei Tage länger war [4]. Die Relevanz von Mangelernährung bei Klinikpatient*innen und Pflegeheimbewohner*innen in Deutschland für das Gesundheitssystem dürfte sich angesichts der demografischen Entwicklung in Zukunft noch verstärken.

Die Ursachen von Mangelernährung sind vielfältig: Neben individuellen Faktoren wie Art und Schwere der Erkrankung, körperliche und kognitive Beeinträchtigungen spielt in Krankenhäusern und Pflegeheimen die Qualität der Versorgung eine wesentliche Rolle [16]. Dies betrifft die Qualität und Gestaltung der Mahlzeiten ebenso wie die routinemäßige Erfassung des Ernährungszustands, die pflegerische Unterstützung beim Essen und die ärztliche Diagnose und Verordnung ernährungsmedizinischer Maßnahmen.

Für alle genannten Bereiche stehen in Deutschland Qualitätsstandards und Leitlinien zur Verfügung mit dem Ziel, im klinischen Alltag eine hochwertige, evidenzbasierte Ernährungsversorgung zu gewährleisten: zur Gestaltung der Verpflegung die DGE-Qualitätsstandards [17], für den pflegerischen Bereich der Expertenstandard „Ernährungsmanagement" des Deutschen Netzwerks für Qualitätsentwicklung in der Pflege (DNQP) [18] und für ernährungsmedizinische Maßnahmen die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) [19]. Leider finden diese Standards und Leitlinien allerdings immer noch unzureichenden Eingang in den Versorgungsalltag und es ist eine deutliche Diskrepanz zwischen vorhandenem Wissen und deren Umsetzung zu beklagen [20-23]. Dies wird auch anhand der Ergebnisse im 14. DGE-Ernährungsbericht deutlich, die ein Defizit an strukturellen und organisatorischen Rahmenbedingungen für die Ernährungsversorgung offenbarten – beispielsweise hinsichtlich Personal und Erhebungsroutinen [4].

Bei den Auswertungen der deutschen nutritionDay-Daten für den vorherigen DGE-Ernährungsbericht konnten nur einzelne Struktur- und Prozessvariablen berücksichtigt werden. Seit 2016 sind beim jährlich stattfindenden nutritionDay jedoch aktualisierte Fragebögen und Feedback-Berichte für die teilnehmenden Institutionen im Einsatz, die über 20 Qualitäts- und ökonomische Indikatoren aus neun Themenbereichen beinhalten, mit dem Ziel

zur Verbesserung der lokalen Versorgungsqualität anzuregen und dabei zu unterstützen [24]. Zugleich ermöglichen diese neuen Daten, die bisher allerdings nur für das Setting Krankenhaus vorliegen, erstmalig eine deutlich umfassendere Charakterisierung der Qualität der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern.

Bisher fehlen zur Ernährungsqualität nicht nur Daten zum „Ist-Zustand" von Einrichtungen in Deutschland, sondern auch zu den Ursachen der Diskrepanz zwischen Wissen und Umsetzung sowie der Qualitätsunterschiede zwischen Einrichtungen. Es werden deshalb dringend Erkenntnisse über förderliche und hemmende Faktoren benötigt, um Ansatzpunkte zur Verbesserung der Ernährungsqualität zu finden und Barrieren abzubauen.

Insgesamt ist die Datenlage zur Ernährungssituation und zur Qualität der Ernährungsversorgung in deutschen Krankenhäusern und Pflegeheimen bisher nicht ausreichend, um konkrete Maßnahmen zur Verbesserung der Ernährungsversorgung ableiten zu können – insbesondere im Hinblick auf die Prävention und Behandlung von Mangelernährung.

Zielsetzung

Im vorliegenden Projekt soll die **Ernährungssituation** in deutschen Krankenhäusern und stationären Altenpflegeeinrichtungen anhand der Daten des nutritionDay-Projektes aus den Jahren 2019–2022 charakterisiert und mit den Ergebnissen der Vorjahre aus Deutschland (publiziert im 14. DGE-Ernährungsbericht) sowie international verglichen werden.

Weiterhin soll die **Qualität der Ernährungsversorgung** zur Prävention und Verbesserung von Ernährungsproblemen, insbesondere Mangelernährung, in deutschen Krankenhäusern und stationären Altenpflegeeinrichtungen mithilfe diesbezüglich vorhandener nutritionDay-Daten sowie zusätzlicher Befragungen analysiert und hinsichtlich institutioneller und organisatorischer Rahmenbedingungen und implementierter Maßnahmen bewertet werden.

Aus den Ergebnissen sollen **Handlungsempfehlungen** zur Verbesserung der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern und Pflegeheimen in Deutschland – sowohl auf politischer als auch institutioneller Ebene – abgeleitet werden.

Unter Ernährungsversorgung werden dabei sämtliche Maßnahmen und Strukturen verstanden, die die Ernährung betreffen – sowohl auf Einrichtungs-, Stations-/Wohnbereichs- als auch auf individueller Patient*innen- bzw. Bewohner*innen-Ebene. Sie basiert auf einer interdisziplinären Zusammenarbeit der Bereiche Küche, Hauswirtschaft, Pflege, Ärzteschaft und Diätetik/Ernährungstherapie sowie weiteren therapeutischen Bereichen.

12.1.2 Methodik

Sämtliche Arbeiten erfolgten in enger Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Biomedizin des Alterns (IBA) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) und der nutritionDay-Geschäftsstelle an der Medizinischen Universität Wien (MUW).

12.1.2.1 Auswertung von nutritionDay-Daten

Analog zu dem im 14. DGE-Ernährungsbericht beschriebenen Vorgehen [4] wurden die mit standardisierten Fragebögen am nutritionDay der Jahre 2019–2022 erhobenen Daten für Teilnehmende aus Deutschland und separat für Teilnehmende aus den übrigen europäischen Ländern deskriptiv ausgewertet. Eingeschlossen wurden Krankenhauspatient*innen im Alter von mindestens 18 Jahren bzw. Pflegeheimbewohner*innen im Alter von mindestens 65 Jahren. Aufgrund geringer Fallzahlen und überwiegend ähnlicher Ergebnisse in den einzelnen Jahren wurden die Daten der Jahre 2019–2022 zusammengefasst. Zum Vergleich werden die Ergebnisse aus dem Jahr 2018 herangezogen, die für den vorliegenden DGE-Ernährungsbericht aktualisiert wurden: Dabei werden im Unterschied zum Kapitel im 14. DGE-Ernährungsbericht nun auch Daten berücksichtigt, die nach Abschluss der damaligen Auswertungen noch in die Datenbank eingetragen wurden.

Zusätzlich zu den in den Vorjahren analysierten Variablen zur Beschreibung der Ernährungssituation (Teilnehmendencharakteristika, Ernährungszustand, Verzehrmenge, Ernährungsinterventionen, Verlauf nach dreißig Tagen im Krankenhaus bzw. sechs Monaten im Pflegeheim) in beiden Settings wurden im Krankenhausdatensatz zwölf und im Pflegeheimdatensatz vier ergänzende Variablen zur Qualität der Ernährungsversorgung analysiert. Für eine zusammenfassende Einschätzung der Versorgungsqualität im Krankenhaus wurde ein Summenwert aus den zwölf Variablen generiert, der das gleichzeitige Vorhandensein mehrerer Indikatoren der Ernährungsversorgungsqualität bei der teilnehmenden Station aufzeigt. Mithilfe eines klassierten Summenscores werden Stationen mit unterschiedlicher Anzahl vorhandener Indikatoren hinsichtlich sieben routinemäßig bei Mangelernährung ergriffener Maßnahmen, zehn generell zur Unterstützung der Nahrungsaufnahme implementierter Maßnahmen und vier Patient*innenaussagen zu ihrer Ernährungsversorgung verglichen. Hierfür wurden die Daten der Jahre 2018–2022 zusammengefasst ausgewertet.

Sämtliche erhobenen Daten wurden zunächst auf Plausibilität geprüft und bereinigt. Aus Gründen der Qualitätssicherung wurden analog zu den früheren Auswertungen im Krankenhausdatensatz nur diejenigen Stationen berücksichtigt, die für mindestens 75 % der am nutritionDay teilnehmenden Patient*innen Verlaufsdaten eingegeben haben und im Pflegeheimdatensatz nur Wohnbereiche mit mindestens fünf Teilnehmenden. Weitere Informationen zum Prozedere der Rekrutierung, zum Ablauf der Erhebungen sowie zur Datenauswertung finden sich im 14. DGE-Ernährungsbericht [4].

Die im Ergebnisteil formulierten Merksätze beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf die deutschen Teilnehmenden.

12.1.2.2 Online-Dialoge

Zur Charakterisierung der Qualität der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern und stationären Altenpflegeeinrichtungen in Deutschland wurden in Ergänzung der zu diesem Thema vorhandenen Variablen der nutritionDay-Datensätze neue, hauptsächlich qualitative Daten im Rahmen von Online-Dialogen erhoben, um die Perspektive von in der Ernährungsversorgung tätigen Personen zu beleuchten.

Design

Es wurden vier Online-Dialoge Anfang Mai 2023 geplant und durchgeführt, je zwei mit Vertreter*innen aus Krankenhäusern und zwei mit Vertreter*innen aus stationären Altenpflegeeinrichtungen in Deutschland. Es wurde eine Teilnehmendenzahl von insgesamt 100 Personen, je 25 Personen pro Online-Dialog, angestrebt.

Die teilnehmenden Personen des jeweils ersten Online-Dialogs sollten Mitarbeitende sein, für den jeweils zweiten Online-Dialog wurden ernährungsverantwortliche Führungskräfte eingeladen, in beiden Bereichen mit dem Ziel, alle relevanten Berufsgruppen, d. h. Mitarbeitende bzw. Führungskräfte aus Küche, Hauswirtschaft, Pflege, ärztlichem und therapeutischem Dienst sowie Ernährungsfachkräfte, kaufmännische Leitung, Einrichtungsleitung und Qualitätsmanagement, zu integrieren. Insgesamt sollte ein breites Spektrum unterschiedlicher Institutionen (z. B. hinsichtlich Größe, Träger, Verpflegungssystem) aus allen Teilen Deutschlands repräsentiert werden.

Rekrutierung

Die Rekrutierung der Teilnehmenden fand über die Vernetzungsstellen Seniorenernährung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE), Mailverteiler und Newsletter diverser ernährungsbezogener Fachgesellschaften und Verbände (z. B. BerufsVerband Oecotrophologie [VDOE], DGEM) sowie Social Media (Kanäle des nutritionDay, IBA-Twitter-Account und Homepage) statt. Zudem wurden persönliche Kontakte genutzt und alle Einrichtungen, die in den letzten Jahren am nutritionDay teilgenommen haben, gezielt per E-Mail kontaktiert und eingeladen, an den Dialogen teilzunehmen.

Ablauf und Inhalte

Um die Teilnehmenden und ihre Einrichtungen hinsichtlich soziodemografischer, struktureller und versorgungsbezogener Merkmale charakterisieren zu können, wurde eine Online-Umfrage mit dem Tool SociSurvey erstellt. Der Fragebogen mit 39 geschlossenen Fragen war bis Mitte April 2023 zur Beantwortung freigeschaltet, um die Daten bis zum Beginn der Online-Dialoge Anfang Mai als Diskussionseinstieg auswerten zu können.

Die vier Online-Dialoge wurden mittels der Plattform Zoom durchgeführt. Vorab erhielten die Teilnehmenden per E-Mail pseudonymisierte Zugangsdaten und eine Anleitung zur interaktiven Teilnahme. Alle vier Veranstaltungen hatten einen identischen Ablauf: Die Einführung umfasste eine kurze technische Einweisung, eine Team- und Projektvorstellung sowie eine Übersicht über die drei Themenbereiche der Online-Dialoge: 1) Zusammenarbeit und Kommunikation, 2) Patient*innen- bzw. Bewohner*innenbeteiligung, und 3) Nachhaltigkeit und Effizienz. Anschließend wurden zu jedem Themenbereich jeweils ausgewählte Ergebnisse der vorab erfolgten Online-Umfrage präsentiert, die in den

interaktiven Teil überleiteten. Darin diskutierten die Teilnehmenden Barrieren und Herausforderungen sowie mögliche Ideen für Verbesserungen und Best-Practice-Beispiele der Ernährungsversorgung, moderiert von einer Mitarbeiterin des IBA. Zudem wurden die Teilnehmenden angeregt, sich über Erfahrungen auszutauschen, um Anregungen für die eigene Arbeit in der Ernährungsversorgung zu erhalten. Um in dem geplanten Zeitrahmen von 20 Minuten pro Themenbereich möglichst viele Perspektiven abbilden zu können, wurde jeweils parallel zur Diskussion ein interaktives Schriftfeld (Whiteboard) freigeschaltet, auf dem kurze schriftliche Beiträge verfasst werden konnten. Zum Abschluss des insgesamt 90-minütigen Online-Dialogs hatten alle Teilnehmenden die Möglichkeit, Beiträge und Feedback in schriftlicher oder mündlicher Form zu ergänzen. In den beiden Online-Dialogen mit Führungskräften wurde zum Schluss zusätzlich gebeten, in einem offenen Textfeld die drei wichtigsten Forderungen zur Verbesserung der Ernährungsversorgung zu formulieren.

Dateneingabe und -auswertung

Die Online-Dialoge wurden als Videoaufzeichnungen gespeichert und die Tonspuren anschließend verschriftlicht. Um eine gute Datenqualität zu gewährleisten, wurde die Verschriftlichung der Diskussionsbeiträge von einer Person vorgenommen, die auch an dem jeweiligen Online-Dialog teilgenommen hat, und von mindestens einer anderen an der Studie beteiligten Person gegengeprüft. Zusammen mit den Whiteboard-Beiträgen und den schriftlich formulierten politischen Forderungen der Führungskräfte wurden die Transkripte der Diskussionsbeiträge danach mithilfe der Software MAXQDA qualitativ ausgewertet. Dazu wurden inhaltlich ähnliche Textpassagen induktiv zu Kategorien zusammengefasst, die die wesentlichen Aussagen der Teilnehmenden in einem sich daraus entwickelnden Kategoriensystem bündeln. Dieses Vorgehen der zusammenfassenden Inhaltsanalyse erlaubt es, sowohl die am häufigsten genannten Barrieren und Lösungsansätze der Teilnehmenden zu identifizieren als auch einen thematisch differenzierten Überblick über alle genannten Aspekte zu erhalten [25]. Bei der Auswertung wurde der Themenbereich „Zusammenarbeit und Kommunikation" aufgeteilt: Da bei der Diskussion dieses Themas sehr viele Angaben zu Dokumentation und Überleitung gemacht wurden, werden letztere nachfolgend separat dargestellt.

Die Kategoriensysteme wurden für Krankenhaus und Pflegeheim separat erstellt, eine weitere Differenzierung erfolgte nach Angestelltenstatus (Führungsverantwortung ja/nein). Durch zusammenfassende Textanalyse wurden zudem die Forderungen der Führungskräfte thematisch gebündelt und nach Häufigkeiten sortiert.

Die zentralen Ergebnisse werden tabellarisch für die jeweilige Institution (Krankenhaus und Pflegeheim) dargestellt, zusammengefasst für Mitarbeitende und Führungskräfte, da sich deren Aussagen größtenteils überschneiden. Auf weitere Aspekte und gegebenenfalls Unterschiede zwischen Mitarbeitenden und Führungskräften wird zusätzlich im Text eingegangen. Best-Practice-Beispiele werden ebenfalls, soweit vorhanden, im Text beschrieben.

12.1.2.3 Ethische Standards und Datenschutz

Die Erhebungen wurden nach international geltenden Ethik-Richtlinien durchgeführt. Für die Erhebungen des nutritionDay wurden entsprechende Anträge bei den Ethik-Kommissionen der MUW und der FAU eingereicht und bewilligt. Für die Durchführung der Online-Dialoge wurde, bestätigt durch die Ethik-Kommission der FAU, kein Votum benötigt.

Des Weiteren wurde von den Datenschutzbeauftragten der MUW und FAU geprüft, dass die Einhaltung der geltenden Datenschutzbestimmungen bei der Erhebung, Übertragung und Auswertung der Daten gewährleistet war.

12.1.3 Ergebnisse

12.1.3.1 Ernährungssituation

12.1.3.1.1 Krankenhäuser

Teilnahmezahlen

Im Zeitraum 2019–2022 nahmen in Deutschland (DE) 48 Kliniken mit 149 Stationen und 2 017 Patient*innen am nutritionDay teil. Davon erfüllten 83 %, 87 % bzw. 87% (Tab. 12/1) die Qualitätskriterien zum Einschluss in die Auswertung (s. 12.1.2.1). Etwas mehr als jede fünfte eingeschlossene Station (22 %) hat mindestens zweimal am nutritionDay teilgenommen.

Tabelle 12/1: Eingeschlossene Teilnehmende am nutritionDay in Krankenhäusern in den Jahren 2018–2022

	Deutschland			Europa		
	Kranken-häuser	Stationen	Patient*innen	Kranken-häuser	Stationen	Patient*innen
2018	**27**	**55**	**829**	**73**	**188**	**2757**
2019	9	25	395	82	236	3121
2020	7	22	280	22	50	602
2021	7	34	449	64	166	2093
2022	17	49	631	51	110	1773
2019–2022	**40**	**130**	**1755**	**219**	**562**	**7589**

Internistische und chirurgische Stationen machten zusammen konstant den größten Anteil der Teilnehmenden aus. Auffällig ist ein deutlich geringerer Anteil geriatrischer Stationen in DE im Zeitraum 2019–2022 im Vergleich zu 2018 (5 % vs. 13 %) und ein höherer Anteil onkologischer Stationen (19 % vs. 11 %).

Die 7 589 Teilnehmenden aus 219 Kliniken und 562 Stationen der europäischen Vergleichsgruppe (EuVG) (85 %, 82 % bzw. 83 % der insgesamt teilnehmenden Kliniken, Stationen bzw. Patient*innen) stammten 2019–2022 aus 20 verschiedenen Ländern. Wie auch schon in den Vorjahren [4] hatte Belgien den größten Anteil der Teilnehmenden (42 %), gefolgt von der Tschechischen Republik (14 %). Alle anderen Länder trugen im Berichtszeitraum weniger als 10 % der Patient*innen bei. Etwa 30 % der Stationen haben mindestens zweimal am nutritionDay innerhalb des Berichtszeitraums teilgenommen. Auch hier machen internistische und chirurgische Stationen konstant den größten Anteil der Teilnehmenden aus. Im Vergleich zu DE waren die Geriatrie (22 %) und die Allgemeine Innere Medizin (21 %) stärker vertreten.

Strukturelle Aspekte der teilnehmenden Stationen

Während die Bettenkapazität im Berichtszeitraum 2019–2022 im Vergleich zu 2018 konstant geblieben war, lag die mittlere Anzahl der belegten Betten sowie der teilnehmenden Patient*innen etwas niedriger (Tab. 12/2). Im Mittel nahmen pro Station 12 Patient*innen teil. Die Teilnahmerate lag bei 54 % und war damit um 8 Prozentpunkte geringer als 2018. In der EuVG bewegte sich die Anzahl der belegten Betten und Teilnehmenden in einer ähnlichen Größenordnung wie in DE, sie wies jedoch eine etwas geringere Bettenkapazität auf sowie eine vergleichsweise höhere Teilnahmerate.

Tabelle 12/2: Maximale Bettenkapazität der teilnehmenden Stationen, am nutritionDay belegte Betten, Anzahl nutritionDay-Teilnehmende und Teilnahmerate (Anteil Teilnehmender von den belegten Betten) [%]; Median (Interquartilsabstand [*interquartile range,* IQR])

	Deutschland		Europa	
	2018 n = 55	**2019–2022** n = 130	**2018** n = 188	**2019–2022** n = 562
Bettenkapazität	30 (24–36)	30 (24–35)	28 (24–31)	25 (21–30)
belegte Betten	28 (24–36)	25 (19–31)	22 (17–26)	20 (15–24)
Teilnehmende	14 (10–19)	12 (8–18)	14 (9–18)	12 (9–17)
Teilnahmerate	62 (39–68)	54 (41–66)	64 (48–84)	68 (53–84)

n: Anzahl

Charakteristika der Patient*innen

Die teilnehmenden Patient*innen in DE waren im Berichtszeitraum im Median 68, in der EuVG 73 Jahre alt. Entsprechend waren in DE etwas mehr als die Hälfte (57 %) der Teilnehmenden älter als 65 Jahre, in der EuVG 69 %. Der Frauenanteil lag in DE bei 51 % und in EuVG bei 53 %. Die Alters- und Geschlechterstruktur hat sich im Vergleich zu 2018 nicht wesentlich verändert. Auch im Hinblick auf die Einweisung (89 % von zu Hause, 45 % geplante Aufnahmen), gesundheitliche Charakteristika (11 % terminal krank, 12 % Aufenthalt auf einer Intensivstation, 54 % > 4 Medikamente, 27 % schlechte oder sehr schlechte subjektive Gesundheit) und Mobilität der Teilnehmenden (7 % bettlägerig) gab es 2019–2022 keine nennenswerten Unterschiede zu 2018 – einzig die Anzahl der Teilnehmenden mit drei oder mehr Diagnosen lag höher (41 % vs. 36 %). Im Vergleich zu den Patient*innen der EuVG wurde – wie auch schon 2018 – der eigene Gesundheitszustand seltener als sehr gut oder gut (32 % vs. 38 %) und häufiger als schlecht oder sehr schlecht (27 % vs. 18 %) bewertet. Die häufigsten Diagnosen betrafen – übereinstimmend mit 2018 und ähnlich zur EuVG – den Gastrointestinaltrakt (37 %), gefolgt von Herz-Kreislauf-Erkrankungen (31 %) und Neubildungen (26 %).

> Ähnlich zum Jahr 2018 waren die teilnehmenden Patient*innen im Median 68 Jahre alt und zur Hälfte weiblich; einzig die Häufigkeit von drei oder mehr Diagnosen lag mit 41 % etwas höher als 2018.

Ernährungszustand der Patient*innen

Der mittlere Body Mass Index (BMI) der Patient*innen lag – wie 2018 – recht konstant über den Berichtszeitraum 2019–2022 hinweg bei 26 ± 6 kg/m² in DE bzw. 27 ± 6 kg/m² in der EuVG (Tab. 12/3). Gemäß WHO-Definition (BMI < 18,5 kg/m²) waren ca. 5 % der Patient*innen untergewichtig, wobei bei allen Variablen des Ernährungszustands ein relativ hoher Anteil an Patient*innen, für die keine Angaben vorliegen, beachtet werden muss – vor allem in DE. Mit ebenso großer Ähnlichkeit zwischen DE und EuVG waren laut ESPEN-Definition [26] zusammengenommen 14 bis 17 % untergewichtig (Tab. 12/3). Der Anteil derer, die gemäß globaler Konsensus-Definition (*Global Leadership Initiative on Malnutrition*, GLIM) [27] als schwer mangelernährt eingestuft wurden, lag im Berichtszeitraum wie im Jahr 2018 bei circa 20 %, der Anteil der Patient*innen mit mäßiger Mangelernährung war mit 13 % niedriger. Ähnlich zu 2018 wurden circa 20 % seitens des Personals als mangelernährt oder dahingehend gefährdet eingeschätzt, der Anteil lag in der EuVG mit 37 % wesentlich höher.

> Analog zum Jahr 2018 waren 2019–2022 14 % der teilnehmenden Patient*innen nach ESPEN-Definition untergewichtig, ein Viertel wies einen unbeabsichtigten Gewichtsverlust von über 5 % auf und 9 % wurden vom Personal als mangelernährt eingestuft. Gut 20 % waren gemäß GLIM-Kriterien schwer mangelernährt.

Tabelle 12/3: Mittlerer BMI (MW) mit Standardabweichung (SD) und Häufigkeit von Mangelernährung bei Krankenhauspatient*innen anhand verschiedener Kriterien [%, sofern nicht anders angegeben]

	Deutschland		Europa	
	2018 n = 829	**2019–2022** n = 1 755	**2018** n = 2 757	**2019–2022** n = 7 589
BMI				
MW ± SD [kg/m²]	26,1 ± 6,3	26,4 ± 6,0	26,1 ± 6,0	26,5 ± 6,1
< 18,5 kg/m² [%]	5,1	5,0	7,0	5,7
keine Angabe [%]	9,4	11,9	5,4	4,8
ESPEN[a]				
schweres Untergewicht	7,4	7,1	9,9	8,6
mäßiges Untergewicht	8,7	7,2	8,2	8,4
kein Untergewicht	74,5	73,8	76,5	78,2
keine Angabe	9,4	11,9	5,4	4,8
unbeabsichtigter Gewichtsverlust				
> 5 %	25,1	24,0	21,6	22,7
≤ 5 %	6,0	5,8	7,1	8,0
keine Angabe[b]	10,1	10,7	9,6	9,3
kein Gewichtsverlust[c]	58,7	59,5	61,7	60,1
GLIM-Kriterien				
schwere	21,0	21,0	19,2	18,8
mäßige	16,0	12,9	14,7	15,3
keine	54,3	54,9	61,1	61,3
keine Angabe	8,7	11,2	5,0	4,6
Pflegeeinschätzung				
mangelernährt	11,2	9,3	15,1	15,8
gefährdet	10,9	10,4	19,4	21,4
nein	66,9	68,2	57,1	56,6
keine Angabe	11,0	12,1	8,4	6,1

ESPEN: Europäische Gesellschaft für klinische Ernährung und Stoffwechsel [26];
GLIM: *Global Leadership Initiative on Malnutrition* [27]; n: Anzahl

[a] Untergewicht:
mäßig: BMI 18,5 bis < 20 kg/m² bei < 70-Jährigen und 20 bis < 22 kg/m² bei ≥ 70-Jährigen;
schwer: BMI < 18,5 kg/m² bei < 70-Jährigen und < 20 bei ≥ 70-Jährigen [25]

[b] keine Angabe zum Ausmaß des Gewichtsverlusts

[c] inklusive Patient*innen, die keine Angabe bei der Frage nach Gewichtsverlust gemacht haben

Verzehrmenge der Patient*innen

Die Verzehrmenge der Patient*innen sowohl in der Woche vor Krankenhausaufnahme als auch am nutritionDay selbst zeigte ein sehr ähnliches Bild wie in den Vorjahren (Tab. 12/4) – sowohl in DE als auch in der EuVG [4]. Während knapp zwei Drittel eine übliche oder sogar übermäßige Verzehrmenge in der Woche vor der Krankenhausaufnahme berichteten, gab etwa jede*r zehnte Patient*in eine deutlich reduzierte Verzehrmenge in der Vorwoche („etwa ¼ bis kaum etwas") an (Tab. 12/4). Am nutritionDay selbst lag der Anteil an Patient*innen mit geringer Verzehrmenge noch deutlich höher, lediglich 38 % verzehrten die Mittagsmahlzeit (fast) vollständig.

> Das Mittagessen am nutritionDay wurde übereinstimmend mit 2018 nur von 38 % der teilnehmenden Patient*innen aufgegessen.

Tabelle 12/4: Verzehrmenge der Patient*innen in der Woche vor der Krankenhausaufnahme und gegessener Anteil des Mittagessens am nutritionDay [%]

	Deutschland		Europa	
	2018 n = 829	**2019–2022** n = 1 755	**2018** n = 2 757	**2019–2022** n = 7 589
Vorwoche				
mehr als normal	3,3	2,7	3,3	3,3
normal	60,1	60,1	57,5	60,1
etwa ¾ von normal	10,5	10,3	11,3	11,3
etwa ¼ von normal	10,5	12,2	13,3	13,4
etwa ¼ bis kaum etwas	9,4	9,2	9,6	8,1
keine Angabe	6,3	5,6	5,1	3,8
nutritionDay				
alles gegessen	38,2	38,1	43,9	44,6
½ gegessen	28,2	27,6	26,1	28,4
¼ gegessen	11,6	14,7	14,0	13,0
nichts: essen erlaubt	5,2	3,4	6,4	4,3
nichts: essen nicht erlaubt	6,9	5,3	5,0	5,0
keine Angabe	9,9	10,8	4,6	4,6

n: Anzahl

Die genannten Gründe, weshalb weniger gegessen wurde (Abb. 12/1), glichen weitgehend den Ergebnissen von 2018. Mit 19 % war ein mangelnder Appetit der am häufigsten genannte Grund, gefolgt von „Ich esse normalerweise weniger als die servierte Portion" und „Ich mochte das angebotene Essen nicht".

Übereinstimmend mit 2018 war der mit 19 % am häufigsten genannte Grund für eine geringe Verzehrmenge der Patient*innen ein mangelnder Appetit.

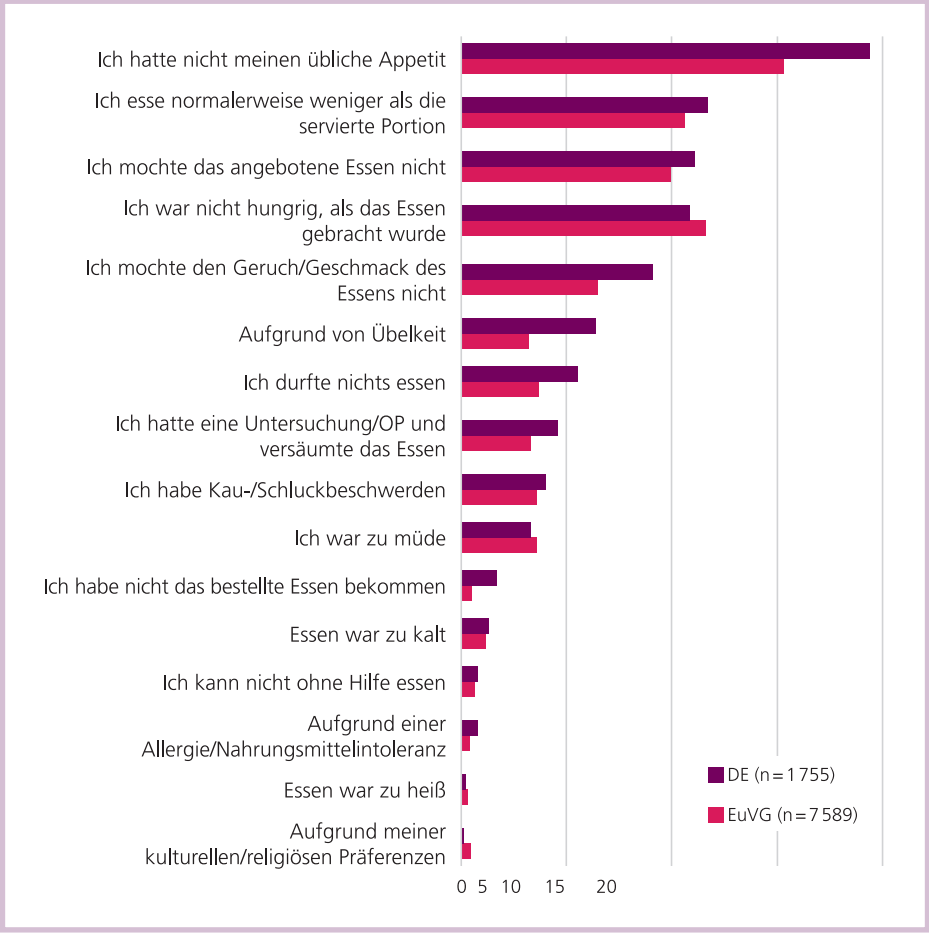


Abbildung 12/1: Gründe für eine geringe Verzehrmenge beim Mittagessen am nutritionDay 2019–2022 [%] (Mehrfachnennungen möglich)

12.1

Die Zufriedenheit mit der Krankenhausverpflegung war bei den Patient*innen aus DE seit 2018 sehr stabil – nach wie vor waren knapp 50 % sehr oder recht zufrieden mit der Verpflegung im Krankenhaus und 13 % bzw. 14 % unzufrieden oder sehr unzufrieden (Tab. 12/5). In der EuVG lag der Anteil zufriedener Patient*innen – wie bereits in den Vorjahren – etwas höher bei knapp 60 %.

Tabelle 12/5: Zufriedenheit mit der Krankenhausverpflegung allgemein [%]

	Deutschland		Europa	
	2018 n = 829	**2019–2022** n = 1 755	**2018** n = 2 757	**2019–2022** n = 7 589
sehr zufrieden	15,4	15,6	19,2	21,2
recht zufrieden	32,0	32,6	40,3	38,3
neutral	23,3	24,4	15,7	16,5
unzufrieden	9,0	10,5	9,8	8,1
sehr unzufrieden	3,7	3,9	3,6	3,2
keine Angabe/unbekannt	16,6	12,9	11,5	12,7

n: Anzahl

Ernährungsmaßnahmen im Krankenhaus

Knapp drei Viertel der Patient*innen in DE erhielten am nutritionDay die reguläre Krankenhausverpflegung, was etwas weniger war als 2018 (Tab. 2/6). Der Anteil in der EuVG lag – wie auch schon 2018 – mit 60 % vergleichsweise niedriger.

Die Häufigkeit spezieller Verordnungen wie einer Spezialkost oder einer Steigerung der Energie- und Nährstoffzufuhr durch Anreicherung des Essens oder Trinknahrung blieb im Berichtszeitraum auf einem ähnlich niedrigen Niveau wie im Jahr 2018 (Tab. 12/6). In der EuVG lagen die Anteile für die drei Ernährungsmaßnahmen hingegen etwa doppelt (Spezialkost, Trinknahrung) bis dreimal so hoch (angereichertes Essen), auch der Anteil an Trinknahrung war dort im Vergleich zu 2018 im Berichtszeitraum um 5 Prozentpunkte höher.

> Angereichertes Essen kam in Deutschland mit 8 % (wie auch schon 2018) deutlich seltener zum Einsatz als in der europäischen Vergleichsgruppe, in der dieses etwa dreimal so häufig angeboten wurde.

Tabelle 12/6: Kostform und Ernährungsinterventionen für Krankenhauspatient*innen am nutritionDay [%] (Mehrfachnennungen möglich)

	Deutschland		Europa	
	2018 n = 829	**2019–2022** n = 1 755	**2018** n = 2 757	**2019–2022** n = 7 589
reguläres Essen	78,2	72,5	54,7	60,9
Spezialkost	14,0	15,2	31,6	29,4
angereichertes Essen	6,4	7,9	21,0	23,8
Trinknahrung	13,1	10,8	18,8	24,2
enterale Ernährung	3,6	2,3	2,6	3,0
parenterale Ernährung	4,0	4,1	3,3	2,5

n: Anzahl

Verlaufsdaten

Die weitere Klinikaufenthaltsdauer der teilnehmenden Patient*innen lag nach dem nutritionDay im Median bei 5 Tagen (Interquartilsabstand [*interquartile range*; IQR] 2–9) und für die gesamte Aufenthaltsdauer bei 12 (IQR 6–21) Tagen – sehr ähnlich zu den Ergebnissen im Jahr 2018 (+/- 1 Tag). Die gesamte Aufenthaltsdauer war in der EuVG im Berichtszeitraum im Median um 2 Tage länger (14, IQR 7–25).

Wie bereits im Jahr 2018 wurde der überwiegende Anteil der Patient*innen nach Hause entlassen, mit 77 % war er im Berichtszeitraum etwas geringer als im Jahr 2018 (Tab. 12/7). In der EuVG lag der Anteil derer, die im Krankenhaus verweilten oder in Langzeitpflege kamen um etwa drei bis vier Prozentpunkte höher. Die Mortalitätsrate betrug unverändert in DE 2 % und in der EuVG 3 %.

Die Häufigkeit der Wiedereinweisungen innerhalb von 30 Tagen lag ebenso wie im Jahr 2018 bei circa 20 %, jedoch machte der Anteil der Patient*innen mit geplanten Einweisungen im Berichtszeitraum einen leicht höheren Anteil aus (13 %) als der Anteil mit einer ungeplanten Wiedereinweisung (7 %). Ähnlich zum Jahr 2018 waren Wiedereinweisungen in der EuVG im Berichtszeitraum seltener. Zu beachten ist, dass durchgängig für über 10 % der Patient*innen keine Angabe hierzu vorlag.

Wie bereits 2018 wurden ca. 80 % der Patient*innen nach Hause entlassen; ein Fünftel wurde innerhalb von 30 Tagen erneut eingewiesen. Die Mortalitätsrate lag unverändert bei 2 %.

Tabelle 12/7: Verbleib der Patient*innen nach der Entlassung und Häufigkeit von Wiedereinweisungen innerhalb von 30 Tagen [%]

	Deutschland		Europa	
	2018 n = 829	**2019–2022** n = 1 755	**2018** n = 2 757	**2019–2022** n = 7 589
Verbleib				
nach Hause entlassen	80,3	77,4	69,8	71,1
verstorben	1,9	2,1	3,4	2,8
noch im Krankenhaus	6,8	6,4	11,5	10,0
andere Klinik	1,0	3,4	2,1	2,7
Langzeitpflege	4,1	3,2	6,9	7,8
Reha	3,9	4,9	4,3	3,3
Sonstiges	1,4	1,8	1,3	1,7
keine Angabe	0,6	0,7	0,7	0,6
Wiedereinweisung				
ja, gesamt (geplant und ungeplant)	19,8	20,6	16,7	14,2
ja, ungeplant	9,8	7,3	7,5	6,2
ja, geplant	10,0	13,3	9,2	8,0
nein	69,7	64,6	67,0	74,5
keine Angabe	10,5	14,8	16,3	11,3

n: Anzahl

12.1.3.1.2 Pflegeheime

Teilnahmezahlen

In den Jahren 2019–2022 erfüllten 56 Pflegeheime in DE mit 123 Wohnbereichen und 2 864 Bewohner*innen die Einschlusskriterien und konnten in der Auswertung berücksichtigt werden (Tab. 12/8). Etwas mehr als zwei Drittel der Wohnbereiche haben in diesem Zeitraum mindestens zweimal am nutritionDay teilgenommen.

In der EuVG konnten in den Jahren 2019–2022 38 Pflegeheime mit 91 Wohnbereichen und 3 108 Bewohner*innen in der Auswertung berücksichtigt werden. Die Teilnahmezahlen in der EuVG sind 2020 und 2021 – vermutlich aufgrund der COVID19-Pandemie – stark eingebrochen. Im Berichtszeitraum 2019–2022 waren zusammengenommen knapp 80 % der teilnehmenden Einrichtungen aus Slowenien (36 %), Österreich (23 %) oder Portugal (20 %), die restlichen 20 % verteilen sich auf sieben weitere Länder. Außer DE haben nur Österreich und Portugal jedes Jahr mit Pflegeheimen am nutritionDay teilgenommen.

Tabelle 12/8: Teilnahme am nutritionDay in Pflegeheimen in den Jahren 2018–2022

	Deutschland			Europa		
	Pflege-heime	Wohn-bereiche	Bewohner *innen	Pflege-heime	Wohn-bereiche	Bewohner *innen
2018	**31**	**70**	**1589**	**13**	**30**	**2085**
2019	17	34	783	17	51	2279
2020	13	30	692	2	5	119
2021	11	27	645	4	7	139
2022	15	32	744	15	28	571
2019–2022	**56**	**123**	**2864**	**38**	**91**	**3108**

Strukturelle Aspekte der teilnehmenden Wohnbereiche

Die mittlere Bettenkapazität und Anzahl belegter Betten sowie Teilnehmender war in DE im Vergleich zum Jahr 2018 recht konstant (Tab. 12/9). In der EuVG zeigte sich in allen drei Bereichen eine deutliche Abnahme und eine Angleichung an die Werte der teilnehmenden deutschen Pflegeheime. Die Teilnahmeraten lagen sowohl in Deutschland als auch in der EuVG bei 100 %.

Tabelle 12/9: Mittlere Bettenkapazität der teilnehmenden Wohnbereiche, am nutritionDay belegte Betten, Anzahl nutritionDay-Teilnehmende und Teilnahmerate (Anteil Teilnehmende von den belegten Betten) [%]; Median (Interquartilsabstand [*interquartile range*; IQR])

	Deutschland		Europa	
	2018 n = 70	**2019–2022** n = 123	**2018** n = 30	**2019–2022** n = 91
Bettenkapazität	25 (20–33)	27 (22–29)	51 (30–156)	24 (15–45)
belegte Betten	24 (19–30)	25 (21–27)	50 (25–143)	23 (13–40)
Teilnehmende	23 (18–27)	24 (20–27)	48 (30–117)	21 (13–40)
Teilnahmerate	100 (89–100)	100 (100–100)	99 (96–100)	100 (91–100)

n: Anzahl

Charakteristika der Bewohner*innen

Die teilnehmenden Bewohner*innen in DE und in der EuVG waren im Berichtszeitraum im Median 87 (IQR 82–92) Jahre alt. Der Anteil der unter 80-jährigen Bewohner*innen lag wie im Jahr 2018 in DE bei 17 %, in der EuVG bei 21 %. Auch das Geschlechterverhältnis hat sich mit 76 % weiblichen Teilnehmenden im Vergleich zu 2018 nicht wesentlich verändert, in der EuVG lag der Anteil konstant mit 71 % etwas niedriger als in DE.

> Wie im Jahr 2018 waren die teilnehmenden Bewohner*innen auch in den Folgejahren im Mittel etwa 87 Jahre alt und zu etwa drei Vierteln weiblich.

Die häufigsten pflegebegründenden Diagnosen stammten, wie auch schon im Jahr 2018 und übereinstimmend mit der EuVG, mit 72 % aus dem Formenkreis der neurologischen Erkrankungen, wie beispielsweise Apoplex, Demenz und Morbus Parkinson, und mit 68 % aus dem Spektrum der Herz-, Kreislauf- und Lungenerkrankungen. Auffallend ist, dass die berichtete Häufigkeit muskuloskelettaler Erkrankungen wesentlich höher lag als 2018 – in DE 10 Prozentpunkte höher bei 54 % und in der EuVG 4 Prozentpunkte höher bei 35 %. Der Anteil der Bewohner*innen mit fünf oder mehr verschiedenen Medikamenten pro Tag stimmte mit 81 % mit den Ergebnissen aus dem Jahr 2018 überein.

> Pflegebegründende Diagnosen sind wie bisher vor allem neurologische, Herz-, Kreislauf- und Lungenerkrankungen. Muskuloskelettale Erkrankungen wurden mit 54 % häufiger berichtet als 2018.

Der Anteil mobiler Bewohner*innen war etwas größer als 2018 (31 % vs. 26 %) und der Anteil derer mit schweren Mobilitätseinschränkungen geringer (34 % vs. 37 %). In der EuVG war die Veränderung gegenläufig, dort war der Anteil der mobilen Bewohner*innen etwas geringer als 2018 (36 % vs. 40 %) und der Anteil derer mit partiellen Mobilitätseinschränkungen etwas größer (26 % vs. 22 %). Während bis 2018 der Anteil der Bewohner*innen mit schweren kognitiven Einschränkungen auf 38 % zugenommen hatte, war er im Berichtszeitraum 2019–2022 mit 30 % wieder geringer. Der Anteil der Bewohner*innen ohne kognitive Einschränkungen lag mit 35 % etwas höher als im Jahr 2018 (31 %) und war sowohl 2018 als auch in den Folgejahren kongruent mit dem Anteil in der EuVG.

> Der Anteil der Bewohner*innen mit schweren Mobilitäts- bzw. Kognitionseinschränkungen war im Vergleich zu 2018 etwas geringer und lag bei 34 % bzw. 30 %.

Bei 11 % der Bewohner*innen lag eine Dysphagie vor, 12 % hatten eine Kaustörung bzw. Kaubeschwerden. Eine Exsikkose wurde für 6 % der Bewohner*innen berichtet. Im Vergleich zu 2018 unterschieden sich die Prävalenzen hinsichtlich Dysphagien und der Exsikkose sowohl für DE als auch die EuVG – die in beiden Bereichen etwas niedrigere Werte aufwies – nicht nennenswert. Der Anteil der Bewohner*innen mit Kaustörungen bzw. Kaubeschwerden war um 10 Prozentpunkte niedriger als 2018, während er in der EuVG mit 20 % recht konstant bei dem Wert von 2018 lag.

Ernährungszustand der Bewohner*innen

Im Mittel hatten die Bewohner*innen sowohl aus DE als auch in der EuVG wie im Jahr 2018 einen BMI von um die 25 kg/m^2. Der Anteil derer, die einen BMI < 20 kg/m^2 aufwiesen, ist mit 12 % konstant und lag in der EuVG mit 15 % nach wie vor vergleichsweise höher (Tab. 12/10).

Insgesamt waren die Häufigkeiten von Untergewicht gemäß ESPEN-Definition sowie unbeabsichtigtem Gewichtsverlust im Berichtszeitraum sowohl in DE als auch in der EuVG ähnlich zu denen im Jahr 2018. Die Häufigkeiten von Untergewicht bzw. mäßigem Untergewicht gemäß ESPEN-Definition sowie von einem Gewichtsverlust > 5 kg im letzten Jahr lagen bei 11–13 %. Hingewiesen werden muss – in Übereinstimmung mit dem 14. DGE-Ernährungsbericht [4] – auf die großen Anteile fehlender Angaben.

Sowohl in DE als auch in der EuVG wurden etwa ein Drittel der Bewohner*innen seitens des Pflegepersonals subjektiv als mangelernährt oder mit erhöhtem Risiko für Mangelernährung eingeschätzt. Mit 8 % lag der Anteil der als mangelernährt eingeschätzten Personen in DE geringfügig niedriger als im Jahr 2018; insgesamt sind sich die Werte jedoch sehr ähnlich.

> Ähnlich zum Jahr 2018 wurde bei 23 % der Bewohner*innen Untergewicht festgestellt, 13 % hatten einen unbeabsichtigten Gewichtsverlust von mehr als 5 kg im letzten Jahr und 8 % wurden vom Pflegepersonal als mangelernährt eingeschätzt.

Tabelle 12/10: Mittlerer BMI (MW) mit Standardabweichung (SD) und Häufigkeit von Mangelernährung bei Pflegeheimbewohner*innen anhand verschiedener Definitonen [%]

	Deutschland		Europa	
	2018 n = 1 589	**2019–2022** n = 2 864	**2018** n = 2 085	**2019–2022** n = 3 108
BMI				
MW ± SD	25,7 ± 5,2	25,8 ± 5,4	24,9 ± 5,5	25,2 ± 5,5
< 20,0 kg/m² [%]	10,7	11,5	17,4	15,1
keine Angabe [%]	1,5	3,1	2,1	10,2
ESPEN-Definition[a]				
schweres Untergewicht	10,5	11,3	17,3	14,9
mäßiges Untergewicht	12,5	12,0	12,1	11,3
kein Untergewicht	75,5	73,6	68,5	63,6
keine Angabe	1,5	3,1	2,1	10,2
unbeabsichtigter Gewichtsverlust				
> 5 kg	13,9	13,4	11,5	12,4
< 5 kg bzw. kein Gewichtsverlust	56,5	60,8	59,5	54,0
keine Angabe	29,6	25,8	29,0	33,6
Pflegeeinschätzung				
Mangelernährung	10,4	8,2	9,4	11,1
Risiko	26,9	25,7	27,9	22,8
nein	61,4	65,6	61,3	63,3
keine Angabe	1,3	0,5	1,5	2,8

ESPEN: Europäische Gesellschaft für klinische Ernährung und Stoffwechsel [26]; n: Anzahl

[a] Untergewicht:
mäßig: BMI 18,5 bis < 20 kg/m² bei < 70-Jährigen und 20 bis < 22 kg/m² bei ≥ 70-Jährigen;
schwer: BMI < 18,5 kg/m² bei < 70-Jährigen und < 20 bei ≥ 70-Jährigen [26]

Verzehrmenge der Bewohner*innen

Für über 80 % der teilnehmenden Bewohner*innen wurde im Berichtszeitraum eine übliche bis übermäßige Verzehrmenge in der letzten Woche berichtet. Der Anteil lag im Vergleich zu 2018 etwas höher, wohingegen der Anteil derer, die etwas weniger als üblich gegessen haben, mit 10 % niedriger war (Tab. 12/11).

Das Mittagessen am nutritionDay wurde von 74 % der Bewohner*innen zu drei Vierteln oder vollständig gegessen, deutlich häufiger als 2018. 21 % verzehrten die Hälfte bis ein Viertel, im Vergleich zum Jahr 2018 deutlich weniger. In der EuVG zeigten sich ähnliche Werte, mit geringeren Unterschieden zwischen den Berichtszeiträumen (Tab. 12/11).

> **Die Häufigkeit derer, die das Mittagessen zu drei Vierteln oder vollständig verzehrt haben, ist mit 74 % im Vergleich zu 2018 um 11 Prozentpunkte höher.**

Tabelle 12/11: Verzehrmenge in der letzten Woche und gegessener Anteil des Mittagessens am nutritionDay [%]

	Deutschland		Europa	
	2018 n = 1 589	**2019–2022** n = 2 864	**2018** n = 2 085	**2019–2022** n = 3 108
Verzehrmenge letzte Woche				
mehr als üblich	3,9	3,5	2,9	2,1
wie üblich	74,6	81,0	81,4	83,8
etwas weniger als üblich	14,9	10,4	10,6	9,5
sehr viel weniger als üblich	3,8	3,5	1,7	1,8
nichts	0,1	0,2	0,0	0,1
nichts, da Sonden-/ parenterale Ernährung	1,7	1,0	2,8	1,4
keine Angabe	1,1	0,4	0,4	1,4
Verzehrmenge am nutritionDay				
¾ oder alles	63,1	73,7	67,2	69,8
½	23,6	16,0	22,0	22,8
¼	8,1	4,9	5,6	3,5
nichts	1,7	0,6	1,3	0,9
nichts, da Sonden-/ parenterale Ernährung	1,7	1,1	3,0	1,6
keine Angabe	1,8	3,7	1,0	1,4

n: Anzahl

Ernährungsmaßnahmen im Pflegeheim

Übereinstimmend mit dem Jahr 2018 erhielt der Großteil der Bewohner*innen im Berichtszeitraum reguläre Kost, in DE waren es mit fast 100 % mehr als 2018 (Tab. 12/12). Eine größere Häufigkeit war auch in der EuVG zu verzeichnen, wenngleich der Anteil mit 92 % etwas geringer ausfiel als in DE.

Im Vergleich zu 2018 verzehrten die Bewohner*innen seltener pürierte oder angereicherte Kost, in der EuVG hingegen lag der Anteil für beide Kostformen etwas höher. Ähnliches lässt sich für den Einsatz von Trinknahrung feststellen. Sowohl in DE als auch in der EuVG wurden – wie bereits im Jahr 2018 – Sondennahrung, parenterale Ernährung sowie Flüssigkeitsinfusionen nur vereinzelt verordnet.

> **Während im Jahr 2018 etwa ein Fünftel der Bewohner*innen pürierte bzw. angereicherte Kost erhielt, waren es 2019–2022 etwa jeweils 15 %.**

Tabelle 12/12: Kostform und Ernährungsinterventionen am nutritionDay [%]

	Deutschland		Europa	
	2018 n = 1 589	**2019–2022** n = 2 864	**2018** n = 2 085	**2019–2022** n = 3 108
reguläre Kost	93,6	98,6	86,3	91,7
pürierte Kost	19,0	14,8	18,2	19,7
angereicherte Kost	20,8	15,6	13,0	16,5
Trinknahrung	11,1	5,1	10,0	12,9
Sondennahrung	1,9	2,0	2,9	2,2
parenterale Ernährung	0,2	0,2	0,7	0,2
Flüssigkeitsinfusion	3,5	1,9	1,6	2,3

n: Anzahl

Verlaufsdaten

Verlaufsdaten wurden im Berichtszeitraum von 71 % der ursprünglich teilnehmenden 2 864 Bewohner*innen in DE und von 34 % der 3 108 Bewohner*innen aus der EuVG erfasst und eingegeben.

84 % der deutschen Bewohner*innen mit Verlaufsdaten lebten nach 6 Monaten nach wie vor im Pflegeheim, 16 % waren zwischenzeitlich verstorben und nur wenige waren in ein anderes Pflegeheim umgezogen (Tab. 12/13). In der EuVG waren die Ergebnisse ähnlich.

Für 20 % (DE) bzw. 13 % (EuVG) der Bewohner*innen wurde im Follow-up-Zeitraum ein einzelner Krankenhausaufenthalt in den letzten 6 Monaten berichtet, 8 % bzw. 5 % mussten wiederholt eingewiesen werden. Die Anteile sind im Vergleich zu 2018 in beiden Gruppen recht stabil geblieben.

Übereinstimmend mit 2018 verblieben über 80 % der Bewohner*innen im Follow-up-Zeitraum von sechs Monaten im Pflegeheim, die Häufigkeit von Sterbeereignissen lag bei 16 %.

Tabelle 12/13: Verbleib der Pflegeheimbewohner*innen nach 6 Monaten und Anzahl Krankenhausaufenthalte in den letzten 6 Monaten [%]

	Deutschland		Europa	
	2018 n = 1 318	**2019–2022** n = 2 024	**2018** n = 1 738	**2019–2022** n = 1 047
Verbleib				
noch im Pflegeheim	82,3	83,6	84,8	75,9
Transfer in anderes Pflegeheim	1,5	0,2	2,4	2,7
Entlassung nach Hause	0,9	0,2	0,4	5,6
verstorben	14,8	16,0	12,4	15,3
Sonstiges	0,5	0,0	0,1	0,5
Anzahl Krankenhausaufenthalte				
0	57,2	70,3	64,9	48,0
1	19,6	19,8	13,9	12,8
≥ 2	8,6	7,5	5,1	5,1
keine Angabe	14,6	2,5	16,1	34,1

n: Anzahl

12.1.3.2 Qualität der Ernährungsversorgung

12.1.3.2.1 Qualitätsindikatoren aus den Daten des nutritionDay

Krankenhaus

Tabelle 12/14 zeigt die zwölf Variablen, die zur Einschätzung der Qualität der Ernährungsversorgung herangezogen wurden (Qualitätsindikatoren). Am häufigsten etabliert war im Berichtszeitraum 2019–2022 mit über 80 % ein routinemäßiges Screening auf Mangelernährung bei Aufnahme, gefolgt vom Vorhandensein einer Ernährungsfachkraft bzw. eines Ernährungsteams bei knapp 80 % der Stationen. Am seltensten war mit 38 % ein Bereich zur Dokumentation von Ernährungszustand und -therapie in der Patient*innenakte vorhanden. Im Vergleich zum Jahr 2018 zeigten sich einige Veränderungen: Während vor allem ein übergeordnetes Ernährungsteam im Krankenhaus und routinemäßiges Wiegen bei Aufnahme im Berichtszeitraum deutlich häufiger implementiert waren, war die Häufigkeit einer Ernährungsfachkraft und eines Monitorings während des Krankenhausaufenthalts merklich geringer.

Tabelle 12/14: Qualitätsindikatoren der Ernährungsversorgung auf den Stationen [%] (jeweils Anteil teilnehmender Stationen mit der Antwortmöglichkeit „ja")

	Deutschland		Europa	
	2018 n = 55	**2019–2022** n = 130	**2018** n = 188	**2019–2022** n = 562
Ernährungsbewusstsein				
übergeordnete Strategie zur Ernährungsversorgung	56,4	63,1	75,0	74,4
klinische Ernährung nach Richtlinien oder Standards	72,7	66,2	75,5	76,2
Fortbildungen werden angeboten	61,8	63,8	61,7	63,5
Personal				
Ernährungsfachkraft verfügbar	89,1	78,5	91,5	87,9
übergeordnetes Ernährungsteam im KH	58,2	77,7	83,5	81,0
Patient*innenbeteiligung				
Befragungen zur Essens/Servicequalität	54,5	43,8	62,8	66,7
Broschüre über Mangelernährung	38,2	46,9	50,5	48,4
Erfassungsroutinen				
Wiegen bei Aufnahme	54,5	66,2	62,8	66,2
Screening auf Mangelernährung bei Aufnahme	87,3	81,5	89,9	88,1
Monitoring des Ernährungszustands während des Aufenthalts	83,6	73,8	74,5	78,5
Dokumentation				
Akte hat Bereiche für Ernährungszustand und Ernährungstherapie	32,7	37,7	62,8	58,2
Entlassbrief enthält Ernährungstherapie im KH und Empfehlungen für danach	32,7	40,0	62,8	58,2

KH: Krankenhaus; n: Anzahl

Überwiegend waren die Indikatoren in der EuVG häufiger vorhanden als in DE, was sich auch in der mittleren Anzahl vorhandener Indikatoren widerspiegelt: Während in DE im Median 2018 sieben (IQR 6–8,5) und 2019–2022 acht (IQR 6–10) der zwölf Kriterien erfüllt waren, lag dieser Wert in der EuVG in beiden Berichtszeiträumen bei neun (IQR 7–10).

Im Median wiesen die Stationen in Deutschland 7 bzw. 8 der 12 untersuchten Struktur- und Prozessindikatoren zur Beschreibung der Versorgungsqualität auf, etwas weniger als die Stationen der europäischen Vergleichsgruppe.

Auf knapp jeder fünften Stationen in DE waren 4–6 der zwölf erfragten Indikatoren (Tab. 12/14) vorhanden, ein etwas geringerer Anteil berichtete drei oder weniger und bei 27 % (DE) bzw. 42 % (EuVG) waren mindestens 10 Indikatoren vorhanden (Tab. 12/15).

Tabelle 12/15: Qualitätsindikatoren der Ernährungsversorgung auf den Stationen in Kategorien (Anteil teilnehmender Stationen mit bestimmter Anzahl vorhandener Indikatoren der Versorgungsqualität (s. Tab. 12/14) [%]

	Deutschland		Europa	
	2018 n = 55	**2019–2022** n = 130	**2018** n = 188	**2019–2022** n = 562
Anzahl Indikatoren				
0	3,6	6,9	5,3	5,1
1–3	5,5	7,7	1,6	3,2
4–6	21,8	18,4	10,1	12,8
7–9	54,5	35,4	46,3	34,8
10–12	14,5	31,5	36,7	43,9

n: Anzahl

Maßnahmen werden routinemäßig bei Mangelernährung häufiger ergriffen, wenn eine größere Anzahl Qualitätsindikatoren vorhanden ist (Abb. 12/2). Insbesondere „eine Ernährungsfachkraft anfordern", „einen Ernährungsplan erstellen" sowie den „Energie- bzw. Proteinbedarf berechnen" wurde deutlich häufiger umgesetzt, je mehr Qualitätskriterien erfüllt waren. Lediglich bei „die Ernährung bei Visite besprechen" war dieser Zusammenhang nicht erkennbar.

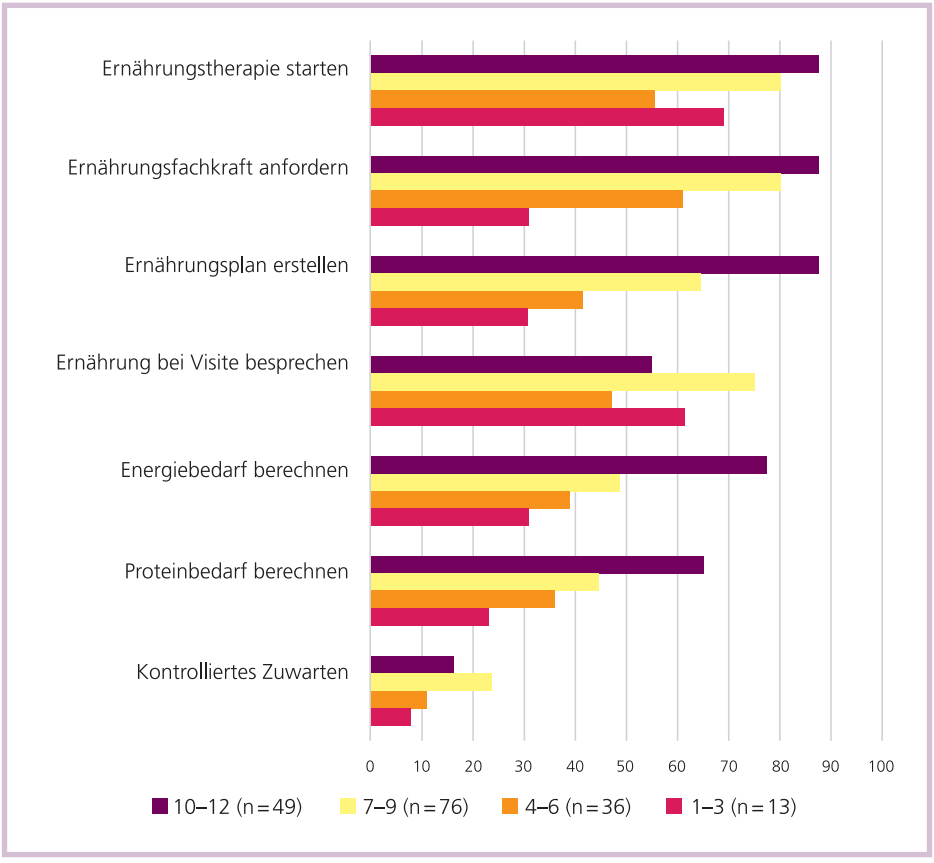


Abbildung 12/2: Häufigkeit von routinemäßig bei Mangelernährung ergriffenen Maßnahmen auf Krankenhausstationen in Deutschland (nutritionDay-Teilnahme 2018–2022) in Abhängigkeit von der Anzahl vorhandener Indikatoren der Ernährungsversorgungsqualität (s. Tab. 12/14) [%]

Auch bei den erfragten Maßnahmen zur Unterstützung der Nahrungsaufnahme der Patient*innen zeigten sich Zusammenhänge mit der Anzahl vorhandener Indikatoren der Ernährungsversorgungsqualität (Abb. 12/3), am deutlichsten ausgeprägt bei „appetitliche Speisenpräsentation beachten", „zusätzliche oder Zwischenmahlzeiten anbieten" und „bei Bedarf Nahrungsmitteltextur und -konsistenz verändern".

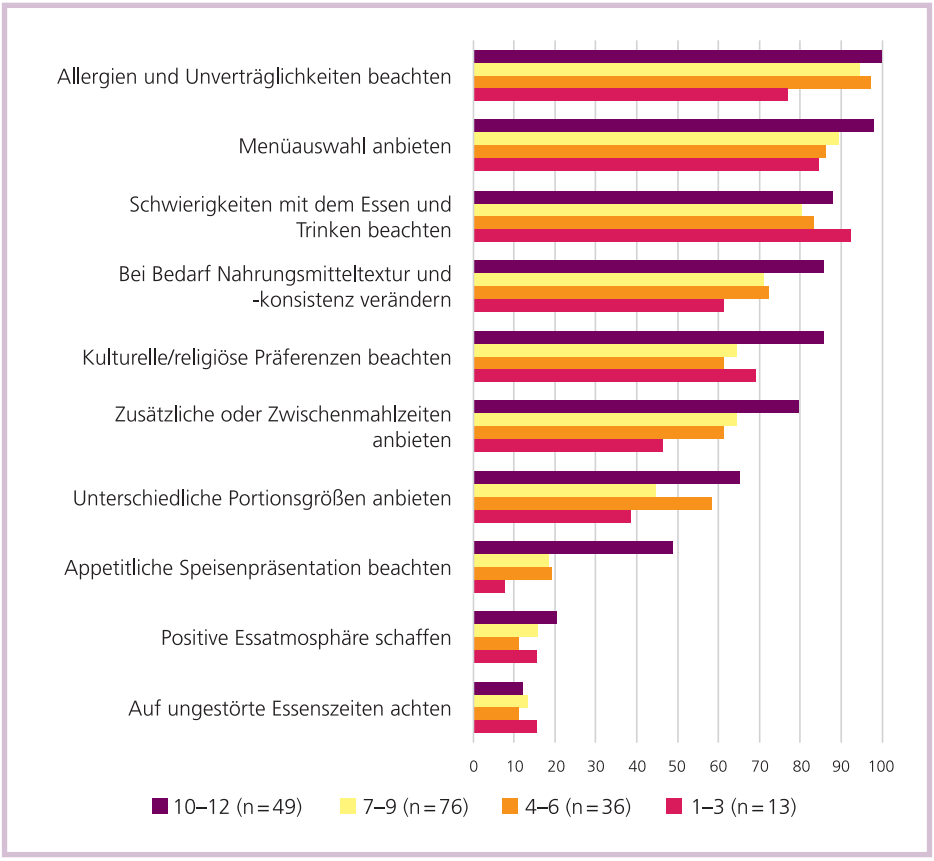


Abbildung 12/3: Häufigkeit von Maßnahmen zur Unterstützung der Nahrungsaufnahme der Patient*innen auf Krankenhausstationen in DE (nutritionDay-Teilnahme 2018–2022) in Abhängigkeit von der Anzahl vorhandener Indikatoren der Ernährungsversorgungsqualität (s. Tab. 12/14) [%]

Auf Patient*innen-Ebene wurde deutlich häufiger berichtet, bei Aufnahme gewogen worden zu sein, wenn von der Station mindestens 7 der 12 Indikatoren der Ernährungsversorgungsqualität angegeben wurden. Über die eigene Ernährungssituation sowie über Möglichkeiten einer Ernährungsbehandlung aufgeklärt worden zu sein und im Krankenhaus eine spezielle Ernährungstherapie erhalten zu haben, war deutlich häufiger, wenn 10 oder mehr Qualitätsindikatoren auf der Station vorhanden waren (Abb. 12/4).

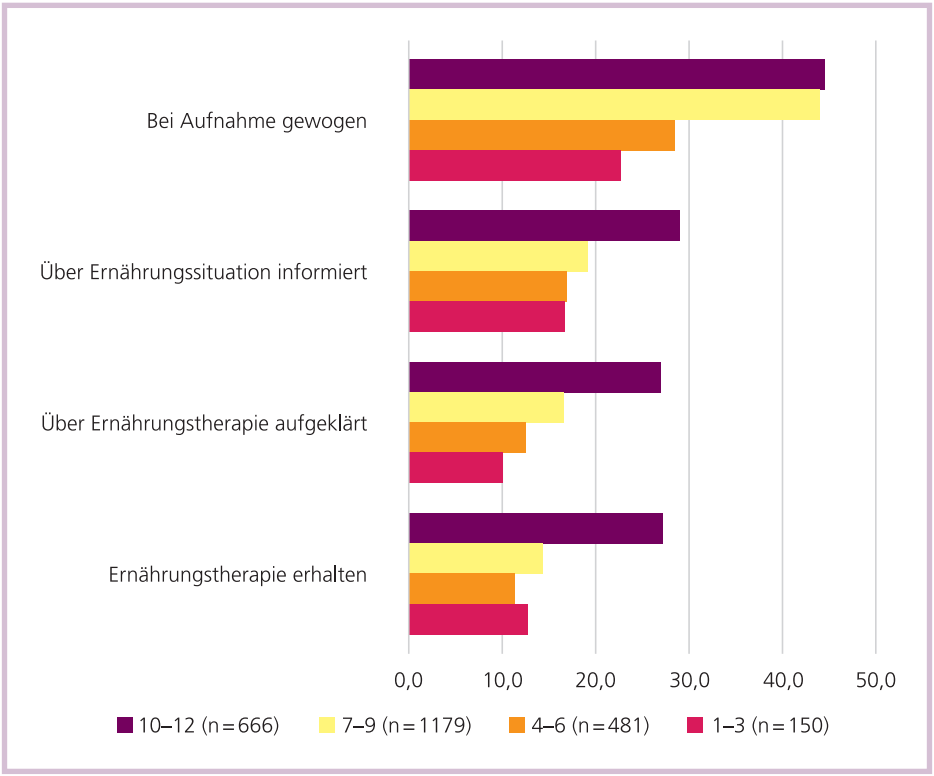


Abbildung 12/4: Häufigkeit von Patient*innenangaben zu ihrer Ernährungsversorgung in Abhängigkeit von der Anzahl vorhandener Indikatoren der Ernährungsversorgungsqualität auf der Station (s. Tab. 12/14; nutritionDay-Daten 2018–2022) [%]

> Bei höherer Anzahl vorhandener Qualitätsindikatoren auf der Station werden Maßnahmen zur Ernährungsversorgung häufiger ergriffen.

Pflegeheim

Die Häufigkeit der im Pflegeheim erfragten Indikatoren zur Beschreibung der Versorgungsqualität zeigt Tabelle 12/16. Am häufigsten wurde sowohl in DE als auch in der EuVG monatliches Wiegen berichtet, in DE sogar nahezu von allen teilnehmenden Wohnbereichen. Ein monatliches Screening auf Mangelernährung wurde mit 83 % etwas häufiger als 2018 angegeben. In der EuVG lag die Häufigkeit eines monatlichen Screenings nach einem Einbruch auf 17 % im Jahr 2018 in den Jahren 2019–2022 bei 42 %.

> Monatliches Wiegen erfolgte im Berichtszeitraum in nahezu allen teilnehmenden Wohnbereichen; ein monatliches Screening auf Mangelernährung wurde mit 83 % etwas häufiger als 2018 durchgeführt.

Tabelle 12/16: Ernährungsmedizinisches Personal und Mangelernährungsmanagement (Anteil Wohnbereiche mit Ernährungsfachkraft, Ansprechperson für Ernährung, routinemäßigem monatlichem Screening bzw. Wiegen [%])

	Deutschland		Europa	
	2018 n = 70	**2019–2022** n = 123	**2018** n = 30	**2019–2022** n = 91
Ernährungsfachkraft	30,0	69,9	83,3	68,1
Ansprechperson für Ernährung	44,3	79,7	66,7	76,9
monatliches Screening	72,9	82,9	16,7	41,8
monatliches Wiegen	91,4	98,4	30,0	74,7

n: Anzahl

Eine Ernährungsfachkraft wurde mit 70 % mehr als doppelt so oft als im Jahr 2018 berichtet, während dieser Anteil in der EuVG mit 68 % um 15 % niedriger lag als 2018. Eine ähnliche Entwicklung gab es im Hinblick auf Personen im Wohnbereich, die speziell mit Ernährungsfragen beauftragt sind. Diese standen mit 80 % in DE und 77 % in EuVG deutlich häufiger zur Verfügung als im Jahr 2018.

> **Im Vergleich zu 2018 gaben mit 70 % mehr als doppelt so viele Wohnbereiche in Deutschland an, eine Ernährungsfachkraft zu haben.**

12.1.3.2.2 Online-Dialoge

Teilnahmezahlen und Charakteristika der Teilnehmenden

An den Online-Dialogen mit Teilnehmenden aus dem **Krankenhaus** haben am 04.05.2023 22 Führungskräfte aus 22 verschiedenen Krankenhäusern und am 11.05.2023 20 Mitarbeitende ohne Führungsverantwortung aus 19 verschiedenen Krankenhäusern teilgenommen. Aus zwei Krankenhäusern waren sowohl Führungskräfte als auch Mitarbeitende vertreten. Die Teilnehmenden sind an Krankenhäusern in 12 verschiedenen Bundesländern beschäftigt, die drei am häufigsten vertretenen Bundesländer waren Nordrhein-Westfalen (19 %), Bayern (16,7 %) und Baden-Württemberg (14,3 %). Die Teilnehmenden waren überwiegend aus dem Ernährungs- und Pflegebereich und aus Einrichtungen von öffentlichen Trägern (Tab. 12/17). Die vorab geschaltete Online-Umfrage wurde von 31 Teilnehmenden ausgefüllt, wovon 14 (41 %) Führungsverantwortung besaßen.

An den Online-Dialogen haben am 03.05.2023 20 Führungskräfte aus 16 verschiedenen **Pflegeheimen** und am 10.05.2023 18 Mitarbeitende ohne Führungsverantwortung aus 12 verschiedenen Pflegeheimen teilgenommen. Aus vier Pflegeheimen waren sowohl Führungskräfte als auch Mitarbeitende vertreten. Die Teilnehmenden waren aus 10 verschiedenen Bundesländern, am häufigsten aus Hessen (24 %), Mecklenburg-Vorpommern (21 %) und Berlin (18 %). Außer ärztlichem Personal waren hier alle Berufsgruppen vertreten, am häufigsten Pflegepersonen. Gemeinnützige und private Träger waren häufiger als bei den Teilnehmenden aus Krankenhäusern. 33 Personen beantworteten die vorab geschaltete Online-Umfrage, davon 22 (67 %) mit Führungsverantwortung.

Tabelle 12/17: Charakteristika der Teilnehmenden der Online-Dialoge [%]

	KH–FK (n=22)	**KH–MA** (n=20)	**PH–FK** (n=20)	**PH–FK** (n=18)
Berufsgruppe				
Pflege	9,1	30,0	20,0	50,0
ärztliches Personal	22,7	15,0	0,0	0,0
Qualitätsmanagement	4,5	0,0	10,0	16,7
Ernährung	45,5	45,0	15,0	5,6
Hauswirtschaft	0,0	0,0	15,0	5,6
Verwaltung	4,5	0,0	15,0	5,6
Küche	13,6	0,0	15,0	0,0
Therapie/Betreuung	0,0	10,0	0,0	11,1
sonstige	0,0	0,0	10,0	5,6
Trägerschaft				
kommunal	59,1	30,0	0,0	5,6
gemeinnützig	13,6	35,0	55,0	61,1
privat	18,2	10,0	30,0	22,2
Berufsgenossenschaft	4,5	0,0	0,0	0,0
unbekannt	4,5	25,0	15,0	11,1

KH: Krankenhaus; FK: Führungskräfte; MA: Mitarbeitende; PH: Pflegeheim; n: Anzahl

Herausforderungen und Ansätze zur Verbesserung im Krankenhaus

Die kategorisierten Angaben mit den jeweils häufigsten Nennungen der Teilnehmenden aus dem Krankenhaus für die vier Themenbereiche sind in Tabelle 12/18 dargestellt.

Tabelle 12/18: Herausforderungen und Verbesserungsansätze aus interdisziplinären Online-Dialogen mit Mitarbeitenden und Führungskräften aus Krankenhäusern (n = 42); jeweils die häufigsten Nennungen zu jedem Themenbereich

Herausforderungen	Verbesserungsvorschläge
Zusammenarbeit und Kommunikation	
• Mangelndes Bewusstsein, mangelnde Priorisierung von Ernährungsthemen	• Schulungsangebote, Fort-/Weiterbildung
• Zeitmangel bei hoher Arbeitsbelastung	• Erhöhung von Personalkapazitäten (insbesondere Fach- und Ernährungskräfte)
• Mangelnde Austauschstrukturen	• Schaffung fester Austauschstrukturen (z. B. Ernährungsteams, Ernährungsvisiten, Qualitätszirkel)
Dokumentation und Überleitung	
• Mangel an funktionierender EDV, digitaler Unterstützung und Standardisierung	• Ausbau von EDV und digitaler Unterstützung (z. B. Automatisierung von Prozessen, Textbausteine)
• Mangelnder Zugriff auf Informationen	• Implementierung digitaler Austauschstrukturen
• Mangelnde Priorisierung von Ernährungsthemen	• Priorisierung und Standardisierung der Ernährungsdokumentation
Patient*innenbeteiligung	
• Unflexible Strukturen (z. B. Essensbestellung, -zeiten, zusätzliche Speisen)	• Flexiblere, spontanere Speisenauswahl mit zusätzlichen Bestell- und Bevorratungsoptionen sowie Integration offener Systeme (z. B. Buffet, Essenswagen)
• Physische/kognitive Einschränkungen der Patient*innen	• Einsatz geschulter Menüassistent*innen
• Mangelndes Budget und gestiegene Kosten	• Mitsprache/Feedback (direkte Befragung der Patient*innen und deren Einbindung in das Qualitätsmanagement)
Nachhaltigkeit und Effizienz	
• Budget/Kosten (z. B. Personal, Wareneinsatz)	• Flexible Portionsgrößen (Evaluation und Anpassung)
• Mangelnde Priorisierung	• Zertifizierungen und Prüfungen, Etablierung von Pflichtelementen
• Begrenzter Einfluss auf Versorgung- und Abfallmanagement bei ausgelagerter Küche	• Besseres Abfall- und Restemanagement (z. B. Evaluierung der Speisenrückläufe)

EDV: elektronische Datenverarbeitung; n: Anzahl

Im Bereich **Zusammenarbeit und Kommunikation** thematisierten die Führungskräfte im Krankenhaus ergänzend zu den in der Tabelle gelisteten Punkten die Problematik von Konkurrenz und Bereichsegoismus, vor allem zwischen verschiedenen Berufsgruppen und Fachbereichen.

Die Mitarbeitenden schlugen als Verbesserungsmaßnahme des Weiteren eine breitere Festlegung von Standards vor, beispielsweise in Form von im Intranet abrufbaren Standardplänen zu bestimmten Ernährungsformen, um Vorgehensweisen interdisziplinär zu vereinheitlichen.

Als Best-Practice-Beispiel wurde berichtet, dass auf jeder Station ein sogenannter *Case Manager* vorhanden ist. Dieser begleitet die Visiten, ist beteiligt bei den Überleitungen zu ergänzenden therapeutischen Maßnahmen wie beispielsweise Ernährungstherapie, Physiotherapie und Logopädie. Weiterhin hat dieser einen Überblick, wann die Patient*innen welche Termine haben bzw. auf der Station für ein (Ernährungs-)Konzil ansprechbar sind. Auf diese Weise wird laut Angaben der Teilnehmenden sehr viel Zeit gespart, weil Wege nicht umsonst gegangen werden.

Ein weiteres Bespiel ist ein dem Patient*innenscreening vorgeschalteter Filter in der elektronische Datenverarbeitung (EDV), sodass nicht alle Patient*innen gescreent werden, sondern nur diejenigen, „die es nötig haben".

In Bezug auf die **Dokumentation und Überleitung** gaben insbesondere die Mitarbeitenden im Krankenhaus einen mangelnden Zugriff und eine mangelnde Übertragung bzw. Erfassung von Informationen als Herausforderung an.

Im Zusammenhang mit der **Patient*innenbeteiligung** thematisierten vor allem die Führungskräfte den Einsatz geschulter Menüassistent*innen. Diese wurden von einer Einrichtung als Best-Practice-Beispiel genannt: Die sogenannten Menüassistent*innen übernehmen die individuelle Speisenabfrage und reagieren bei Auffälligkeiten, z. B. wenn Patient*innen nicht selbständig essen können. Als weitere Beispiele wurden in diesem Bereich die Möglichkeit zur Bestellung von Wunschkost für onkologische Patient*innen sowie das Vorhandensein von zusätzlichen Snacks wie frisches Obst (Obstkorb), Studentenfutter und Müsliriegel genannt.

Der Umsetzung einer **nachhaltigeren Ernährungsversorgung** stehen nach Einschätzung der Teilnehmenden aus beiden Gruppen im Krankenhaus hauptsächlich ein Mangel an Budget und Zeit im Weg. Während die Führungskräfte darüber hinaus die Problematik des erforderlichen Vorlaufs für die Kalkulation der benötigten Lebensmittelmengen als Herausforderung thematisierten – wodurch beispielsweise bei flexibleren Bestellsystemen mit Schätzzahlen in der Produktion gearbeitet werden müsste – nannten die Mitarbeitenden die fehlende Priorisierung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen. Eine Einrichtung gab die tägliche Erfassung des Nassmülls über die Spülküche als Beispiel für eine bereits bestehende Umsetzung zur Verbesserung der Nachhaltigkeit an.

Herausforderungen und Ansätze zur Verbesserung im Pflegeheim

12.1

Die häufigsten Angaben der Teilnehmenden aus den Pflegeheimen zu den Herausforderungen und Verbesserungsvorschlägen für die jeweiligen Themenbereiche sind in Tabelle 12/19 gelistet.

Tabelle 12/19: Herausforderungen und Verbesserungsansätze aus interdisziplinären Online-Dialogen mit Mitarbeitenden und Führungskräften aus Pflegeheimen (n = 42); jeweils die häufigsten Nennungen zu jedem Themenbereich

Herausforderungen	Verbesserungsvorschläge
Zusammenarbeit und Kommunikation	
• Mangelndes Bewusstsein; mangelnde Priorisierung von Ernährungsthemen	• Interdisziplinäre Schulungsangebote, Fort-/Weiterbildung
• Mangel an Fachkräften und Personal, mangelndes Wissen beim Personal	• Erhöhung von Personalkapazitäten (z. B. Ernährungsfachkräfte)
• Zeitmangel bei hoher Arbeitsbelastung	• Schaffung fester Austauschstrukturen (z. B. regelmäßige [Fall-]Besprechungen)
Dokumentation und Überleitung	
• Sprachbarrieren	• Schulungen, Fort-/Weiterbildungen
• Zeitmangel bei hoher Arbeitsbelastung	• Festlegen von Standards, Standardvorgehensweisen
• Mangelnde Austauschstrukturen	• Ausbau von EDV und digitaler Unterstützung
Patient*innenbeteiligung	
• Physische/kognitive Einschränkungen der Patient*innen	• Stärkere Berücksichtigung individueller Bedürfnisse
• Komplexität der Versorgung durch heterogene Bewohnerschaft mit sehr unterschiedlichen Bedürfnissen	• Mitsprache der Bewohner*innen und Feedback-Einholung
• Unflexible Strukturen	• Flexiblere, spontanere, individualisierte Speisenauswahl und Mahlzeitengestaltung (z. B. durch offene Menügestaltung wie Buffet oder Schöpfsystem)
• Mangelndes Budget für Utensilien und Ausstattung (z. B. Küchenutensilien für gemeinsames Kochen etc.)	
Nachhaltigkeit und Effizienz	
• Gestiegene Lebensmittel- und Transportkosten bei geringem Budget (Preis als Hauptkriterium für die Auswahl des Produktes)	• Verbesserung des Abfall- und Restemanagements • Evaluation und Anpassung von Portionsgrößen
• Abhängigkeit von Budgetverhandlungen und das Bestehen uneinheitlicher Pflegesätze	• Erhöhung und Vereinheitlichung des Verpflegungsbudgets
• Abhängigkeit von der Motivation der Führungskräfte bzw. Einzelpersonen	• Implementierung von Zertifizierungen und Pflichtelementen (z. B. Umsetzung von Standards)

EDV: elektronische Datenverarbeitung; n: Anzahl

12.1

Hinsichtlich der **Zusammenarbeit und Kommunikation** im Pflegeheim nannten insbesondere die Führungskräfte „zu wenig Fachwissen" seitens des Personals als wesentliche Herausforderung, während die Mitarbeitenden ergänzend zu den in der Tabelle 12/19 aufgeführten Punkten unflexible Strukturen und mangelnde Austauschstrukturen als Barrieren für eine erfolgreiche Zusammenarbeit und Kommunikation angaben.

Als Lösungsansätze nannten sowohl die Mitarbeitenden als auch die Führungskräfte übereinstimmend am häufigsten mehr Austausch und Netzwerk. Dies gelte vor allem

für Ernährungsfachkräfte und Fachkräfte aus den Bereichen Hauswirtschaft und Küche, die regelmäßig in (Fall-)Besprechungen eingebunden werden sollten (z. B. in Form von ernährungsspezifischen Übergaben oder Ernährungsteams). Als Best-Practice-Beispiele wurden hier das Vorhandensein eines Ernährungsteams, eines Senior*innenbeirates sowie die Implementierung von sogenannten Betreuungskoordinator*innen sowie Möglichkeiten zur Weiterbildung mit Material, das für den direkten Einsatz in der Praxis geeignet ist (z. B. sogenannte Mitmachboxen), angegeben.

Im Bereich der **Dokumentation und Überleitung** sahen die teilnehmenden Mitarbeitenden ausschließlich Sprachbarrieren als Herausforderung. Ein Mangel an Deutschkenntnissen beeinträchtige zum einen den mündlichen Austausch und zum anderen eine verständliche, schriftliche Ausdrucksweise. Von den Führungskräften wurden Zeitmangel und Arbeitsbelastung am häufigsten genannt.

Im Hinblick auf die **Bewohner*innenbeteiligung** stand in den Pflegeheimen die Heterogenität der Bewohner*innen mit ihren unterschiedlichen Bedürfnissen und kognitiven sowie physischen Fähigkeiten im Fokus. Sowohl die Mitarbeitenden als auch die Führungskräfte nannten übereinstimmend am häufigsten „Mitsprache und Feedback-Einholen" der Bewohner*innen als wesentliche Verbesserungsmöglichkeit. Von den Mitarbeitenden ebenso häufig genannt wurde die „Orientierung an den individuellen Bedürfnissen der Bewohner*innen". Als Best-Practice-Beispiele wurden eine „regelmäßige Bewohner*innenvertretung", eine „Küchenkommission" und eine „Küchensprechstunde" angegeben, wo die Essensversorgung unter Einbeziehung der Bewohner*innen gestaltet wird.

Im Themenbereich **Nachhaltigkeit und Effizienz** gaben sowohl die Führungskräfte als auch die Mitarbeitenden übereinstimmend am häufigsten das mangelnde Budget sowie die gleichzeitig gestiegenen Lebensmittel- und Transportkosten als Herausforderung für eine nachhaltige und effiziente Ernährungsversorgung an. Die Mitarbeitenden führten neben den in Tabelle 12/19 gelisteten Aspekten noch die Hygienevorgaben als Barrieren an, um beispielsweise Speiserückläufe zu verwerten.

Anders als im Krankenhaus merkten die Teilnehmenden darüber hinaus an, dass die nachhaltigere Gestaltung der Ernährungsversorgung wesentlich von der Motivation der Führungskräfte bzw. einzelnen Personen abhänge (z. B. die Bereitschaft zu Verhandlungen) – das berichteten sowohl Mitarbeitende als auch die Führungskräfte selbst.

Eine Einrichtung gab die bevorzugte Auswahl regionaler Lieferanten sowie die Gestaltung des Speiseplans unter Berücksichtigung von Saisonalität als bereits bestehende Umsetzung für eine nachhaltige Ernährungsversorgung an. Als weiteres Beispiel wurde die Etablierung offener Buffetsysteme angegeben, welche zur erheblichen Mülleinsparung beitragen, indem z. B. keine kleinen, einzeln verpackten Butter- und Marmeladenportionen mehr verwendet werden.

Herausforderungen der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern und Pflegeheimen bestehen insbesondere in mangelnder Priorisierung von Ernährungsthemen, Zeitmangel bei hoher Arbeitsbelastung und mangelndem Budget bei gestiegenen Kosten. Als Ansätze zur Verbesserung wurden neben Erhöhung von Personalkapazitäten und Budgetaufstockung Schulungsangebote sowie die Schaffung von Standards und Strukturen genannt.

Forderungen der Führungskräfte

In Tabelle 12/20 sind die Forderungen der Führungskräfte aus dem Krankenhaus und Pflegeheim dargestellt.

Tabelle 12/20: Forderungen der an den Online-Dialogen teilnehmenden Führungskräfte aus Krankenhäusern und Pflegeheimen (Nennhäufigkeit, pro Teilnehmer*in drei Nennungen möglich, n = 42)

Krankenhaus (n = 22)	Pflegeheim (n = 20)
Erhöhung und Vereinheitlichung des Budgets/Verpflegungssätze für EV (9)	Erhöhung und Vereinheitlichung des Budgets/Verpflegungssätze für EV (10)
Erhöhung des Budgets und Personalschlüssels für Fachkräfte (8)	Schulungen/Fortbildungen und Weiterbildungen (6)
Schulungen/Fortbildungen und Weiterbildungen (7)	Erhöhung der Vergütung/Refinanzierung von EV (6)
Ausbau interdisziplinärer Zusammenarbeit (7)	Flexiblere Mahlzeiten- bzw. Speisengestaltung (3)
Besseres Bewusstsein für Wichtigkeit der EV (6)	Beendigung von Budgetverhandlungen (Standardbudget) (2)
Stärkerer Einbezug der Patient*innen (3)	Förderung der Qualifizierung von Küchenmitarbeitenden (2)
Angebot hochwertigerer Kost (3)	Erhöhung des Zeitaufwands für EV (2)
Etablierung von Ernährungsteams (3)	Förderung des Services (1)
Implementierung eines Speiserücklaufmanagements (2)	Vergrößerung des politischen Einflusses der Hauswirtschaft (1)
Verpflichtende ernährungstherapeutische Strukturen und Prozesse (2)	Verstärkte (positive) Kontrolle seitens Führungskräfte (1)
Ausbau der EDV-Unterstützung (2)	Verbesserung der Köch*innen-Ausbildung (Diätküche) (1)
Besseres Nachhaltigkeitsmanagement (1)	Implementierung von Ernährungsfachkräften (1)
Einführung von Assessments (1)	Überwindung von Sprachbarrieren (1)
Keine weitere Reduzierung der Verpflegungskosten (1)	Mehr Wahlmöglichkeiten bei den Mahlzeiten (1)
Einhaltung gesetzlicher Standards (1)	Verpflichtende ernährungstherapeutische Strukturen und Prozesse (1)
Förderung von Zertifizierungen (1)	Reduzierung administrativer Arbeiten (1)
Verpflichtendes Ernährungsscreening bei allen Patient*innen (1)	Höhere Lebensmittelsätze (1)
Einbindung der DRG in Verpflegungssätze (1)	Ausbau interdisziplinärer Zusammenarbeit (1)
Gehaltserhöhungen für Personal (1)	Besseres Bewusstsein für Wichtigkeit der EV (1)
	Stärkerer Einbezug der Bewohner*innen (1)

DRG: *Diagnosis Related Groups*; EDV: elektronische Datenverarbeitung; EV: Ernährungsversorgung; n: Anzahl

Zentrale Forderungen der Führungskräfte waren übereinstimmend in Krankenhäusern und Pflegeheimen die Erhöhung und Vereinheitlichung der Verpflegungssätze, Schulungsangebote, verpflichtende ernährungstherapeutische Strukturen und Prozesse sowie der Ausbau interdisziplinärer Zusammenarbeit.

12.1.4 Diskussion

Im Rahmen des vorliegenden Vorhabens wurden die im 14. DGE-Ernährungsbericht dokumentierten Ergebnisse zur Ernährungssituation in deutschen Krankenhäusern und stationären Altenpflegeeinrichtungen anhand aktuellerer Daten im Wesentlichen bestätigt und bekräftigt, zudem wurde der bisherige Erkenntnisstand zur Qualität der Ernährungsversorgung durch vertiefende Informationen untermauert.

Ernährungssituation

Die fortgeführten Analysen der deutschen nutritionDay-Daten im Berichtszeitraum 2019–2022 zeigten insgesamt eine erstaunliche Übereinstimmung mit den früheren Ergebnissen [4]. So waren beispielsweise Merkmale wie die Alters- und Geschlechterstruktur in DE und auch in der EuVG sehr stabil. Im Krankenhaus-Setting war lediglich auffallend, dass der Anteil der Patient*innen mit drei oder mehr Diagnosen in DE deutlich höher lag als 2018. Ursächlich könnte hier eine intensivere Kodierung von Nebendiagnosen im Rahmen des G-DRG-Systems (*German Diagnosis Related Groups*) sein, da Anzahl und Art der Nebendiagnosen in die Erlösberechnung eingehen. In den teilnehmenden Pflegeheimen wurden ohne offensichtliche Erklärung muskuloskelettale Erkrankungen als pflegebegründende Diagnose wesentlich häufiger, schwere Einschränkungen der Kognition und der Mobilität und Kaubeschwerden wesentlich seltener genannt als in den Vorjahren.

Unabhängig von diesen überwiegend kleineren Abweichungen der Proband*innencharakteristika stellt sich der Ernährungszustand der Patient*innen und Bewohner*innen mit Blick auf die mittleren Werte des Body-Mass-Index (BMI), Untergewicht und unbeabsichtigte Gewichtsverluste sowie im Krankenhaus Mangelernährung anhand der global konsentierten GLIM-Kriterien im Vergleich zu 2018 und zur EuVG erstaunlich ähnlich dar (Tab. 12/3 und Tab. 12/10).

Die Teilnehmenden der deutschen und europäischen Einrichtungen weisen hinsichtlich Charakteristika wie Alter, Geschlecht und auch Ernährungszustand im Berichtszeitraum 2019–2022 sehr ähnliche Werte auf wie 2018.

Die erneut festgestellte größere Häufigkeit von Mangelernährung laut GLIM im Vergleich zu anderen Kriterien wurde kürzlich auch in anderen Studien berichtet [28]. Bei den nutritionDay-Ergebnissen muss dabei beachtet werden, dass die Anwendung der GLIM-Kriterien auf den nutritionDay Datensatz nur in adaptierter bzw. eingeschränkter Form möglich ist (s. 14. DGE-Ernährungsbericht [4]).

Die nach wie vor geringere Häufigkeit von Mangelernährung nach Einschätzung des Personals im Vergleich zu den objektiven Kriterien und im Krankenhaus auch im Vergleich zur EuVG (Tab. 12/3) deutet auf ein ungenügendes Ernährungsbewusstsein und -wissen der Mitarbeitenden hin. Hier könnten Schulungsmaßnahmen ansetzen, wie sie auch von den Beteiligten der Online-Dialoge angesprochen und gefordert wurden, wobei die Diskrepanz zukünftig auch durch gezielte Vergleiche der Variablen und durch Erforschung der genauen Einstufungskriterien des Personals noch besser untersucht werden sollte.

Auch die Verzehrmenge der Patient*innen bzw. Bewohner*innen beim Mittagessen am nutritionDay, als ein wichtiger Indikator für Mangelernährung, war sowohl im Krankenhaus als auch im Pflegeheim und sowohl in DE als auch in der EuVG ähnlich wie im Jahr 2018. Vermutlich bedingt durch die akutere Krankheitssituation und fremdere Umgebung im Krankenhaus-Setting wird dort wesentlich häufiger nicht das gesamte Mittagessen verzehrt als im Pflegeheim (s. 14. DGE-Ernährungsbericht [4]).

Die häufigsten Gründe, die von den Patient*innen für eine geringere Verzehrmenge angegeben wurden, waren Appetitlosigkeit bzw. fehlender Hunger, darüber hinaus wurden jedoch – wie bereits 2018 – mehrere Gründe benannt, die sich auf die Art und Qualität der Speisen beziehen (Abb. 12/1). Die Ergebnisse bieten wichtige Anknüpfungspunkte für Maßnahmen, die die Nahrungsaufnahme der Patient*innen erleichtern könnten. Wichtig wäre, wie bereits im 14. DGE-Ernährungsbericht [4] erwähnt und auch von den Teilnehmenden der Online-Dialoge wiederholt als Maßnahme zur Verbesserung der Versorgungsqualität genannt (s. 12.1.3.2.2), individuelle Präferenzen stärker zu berücksichtigen und das Mahlzeitenangebot sowie die Essenszeiten flexibler zu gestalten.

> **Eine flexiblere und den individuellen Bedürfnissen angepasste Gestaltung des Essensangebots könnte die Nahrungsaufnahme von Krankenhauspatient*innen verbessern.**

Methodische Aspekte

Auch wenn das Gesamtbild keine wesentlichen Unterschiede zu den früheren Ergebnissen zeigt, sind doch bei einzelnen Variablen Veränderungen zwischen den Berichtszeiträumen und im kombinierten Zeitraum 2019–2022 auch zwischen den einzelnen Jahren auffällig. Da sich in keinem Fall ein eindeutiger Trend über die Jahre in eine bestimmte Richtung erkennen lässt, sind diese vermutlich eher auf Zufälligkeit und eine große Heterogenität der teilnehmenden Kliniken und Pflegeheime zurückzuführen – im Krankenhaus erkennbar an der unterschiedlichen Teilnahme verschiedener Fachdisziplinen – als auf eindeutige Veränderungen im Laufe der Zeit.

Geringe Teilnahmezahlen und dadurch fehlende Repräsentativität untermauern diese Vermutung. Im Vergleich zu 2018 war die Teilnahme am nutritionDay in den letzten Jahren sowohl in Krankenhäusern als auch Pflegeheimen deutlich niedriger, trotz vielfältiger Bewerbung des Projekts über diverse nationale und internationale Fachgesellschaften sowie Öffentlichkeitsauftritte und auch direkte Ansprachen, insbesondere im Jahr 2022. Allerdings konnte die außergewöhnlich intensive Werbung im Jahr 2018 in den Folgejahren aufgrund begrenzter Ressourcen auch nicht im gleichen Maß umgesetzt werden.

Im Jahr 2020 und in der EuVG in Pflegeheimen auch im Jahr 2021 war die Teilnahme extrem gering, vermutlich aufgrund der Corona-Pandemie. Diese hatte weltweit sowohl in Krankenhäusern als auch in Pflegeheimen massive Auswirkungen, unter anderem auf die vorhandenen Ressourcen und Versorgungsstrukturen, sodass für eine Teilnahme am nutritionDay vermutlich vielerorts keine Kapazitäten vorhanden waren [29, 30].

Auch innerhalb der beteiligten Klinikstationen war die Teilnahmerate im Berichtszeitraum in DE mit im Mittel nur gut der Hälfte der anwesenden Patient*innen deutlich niedriger als 2018 (Tab. 12/2), vermutlich ebenfalls der Corona-Pandemie geschuldet. Dagegen beeindruckt die mittlere Teilnahmerate in den Pflegeheimen, die sowohl in DE als auch in der EuVG erstaunlicherweise in allen Jahren im Median bei 100 % lag (Tab. 12/9). Ursächlich für diesen deutlichen Unterschied zwischen den beiden Settings könnte sein, dass die nutritionDay-Fragen im Pflegeheim ausschließlich vom Personal beantwortet werden und die Bewohner*innen selbst keine Fragebögen ausfüllen müssen. Zudem könnte eine Rolle spielen, dass der Umfang der Befragung im Pflegeheim deutlich geringer ist.

Unterschiede zwischen den Berichtszeiträumen sind eher auf geringe Teilnahmezahlen, Heterogenität der Einrichtungen und fehlende Repräsentativität zurückzuführen als auf tatsächliche Veränderungen im Lauf der Zeit. Lediglich 2 % der Krankenhäuser und 0,3 % der Pflegeheime in Deutschland haben 2019–2022 am nutritionDay teilgenommen.

Eine hohe interne Teilnahmerate gewährleistet zwar eine gute interne Repräsentativität und ermöglicht eine gute Einschätzung der Ernährungssituation für den einzelnen teilnehmenden Wohnbereich, jedoch sind die in diesem Vorhaben berichteten Ergebnisse keinesfalls repräsentativ für alle deutschen Einrichtungen. Insgesamt muss analog zum 14. DGE-Ernährungsbericht erneut festgehalten werden, dass die Beteiligung verglichen mit der Gesamtzahl an Kliniken und Pflegeheimen in Deutschland sehr gering war. Die Anzahl teilnehmender Krankenhäuser im Zeitraum 2019–2022 entspricht lediglich 2 % aller ca. 1 887 Krankenhäuser in Deutschland (Stand 2021, [31]), der Anteil von 56 teilnehmenden Pflegeheimen an bundesweit rund 16 115 Pflegeheimen ist mit 0,3 % noch wesentlich geringer [32]. Dabei muss zusätzlich berücksichtigt werden, dass einige Einrichtungen wiederholt teilnehmen und die Anzahl verschiedener teilnehmender Kliniken noch deutlich niedriger lag. Weiterhin muss angenommen werden, dass es sich bei den Teilnehmenden um eine Auswahl ernährungsinteressierter und vergleichsweise ernährungsbewusster Einrichtungen handelt, und sich die Situation insbesondere im Hinblick auf vorhandene Versorgungsstrukturen und Ernährungsmaßnahmen in Deutschland insgesamt schlechter darstellt.

Eine starke Heterogenität und fehlende Repräsentativität muss auch bei der EuVG hervorgehoben werden. Die Gruppe setzt sich jährlich aus unterschiedlichen Ländern mit stark variierenden Teilnahmezahlen zusammen. Im Krankenhausbereich wird die EuVG im Berichtszeitraum mit über 40 % in allen Jahren stark von belgischen Patient*innen dominiert, was wesentlich auf die dortige Pflicht zur Erfassung der Ernährungssituation zurückzuführen sein dürfte. Im Pflegeheimsetting stammen 80 % der teilnehmenden Bewohner*innen aus Slowenien, Österreich oder Portugal. Unterschiedliche Gesundheitssysteme in verschiedenen Ländern und Unterschiede in den Einrichtungsstrukturen sowohl zwischen als auch innerhalb der Länder können sich auf die Ergebnisse auswirken, sodass auch hier die leider fehlende Repräsentativität bedacht werden muss.

Die berichteten Ergebnisse sind aufgrund der geringen Teilnahmezahlen am nutritionDay und selektiver Teilnahme ernährungsinteressierter Einrichtungen nicht repräsentativ für alle deutschen bzw. europäischen Krankenhäuser und Pflegeheime.

Für eine zuverlässige Einschätzung der Ernährungssituation und Qualität der Ernährungsversorgung wären repräsentative Daten dringend erforderlich. Als geeignete Strategie zu deren Gewinnung wurden bereits im 14. DGE-Ernährungsbericht [4] verpflichtende Vorgaben vorgeschlagen, die bisher allerdings nicht umgesetzt werden konnten. Verpflichtende Vorgaben zur Ermöglichung einer hochwertigen Ernährungsversorgung wurden auch seitens der Teilnehmenden der Online-Dialoge gefordert (s. 12.1.3.2.2), insbesondere zur Gestaltung eines hochwertigen, nachhaltigen Mahlzeitenangebots. Wichtig wäre zudem die Schaffung stärkerer Anreize im Vergütungssystem, die das Interesse und die Auseinandersetzung mit Ernährungsthemen steigern könnten. Ein wertvoller Schritt in diese Richtung ist die seit 2019 codierbare ernährungsmedizinische Komplexbehandlung (EMKB, OPS-Code 8-98j[1]), die unter anderem Screenings und Verlaufskontrollen vorsieht [33]. Bisher ist diese allerdings nicht erlösrelevant. Erst wenn die Kalkulationskrankenhäuser hier in Vorleistung gehen und eine ausreichende Anzahl von Fällen kodiert haben, kann die Kostenstruktur ermittelt werden und damit auch eine mögliche Erlösrelevanz.

Wie im 14. DGE-Ernährungsbericht bereits vermutet [4], hat die Entwicklung und Einführung des „nutritionDay express" als eine reduzierte Version der Erhebungsbögen für das Krankenhaus-Setting (www.nutritionDay.org) leider nicht dazu beigetragen, eine höhere Teilnahme zu erreichen.

Qualität der Ernährungsversorgung

Die Qualität der Ernährungsversorgung wurde anhand von zwölf Variablen aus fünf Themenbereichen beschrieben, die im nutritionDay-Fragebogen enthalten sind (Tab. 12/14) und im Rahmen der Online-Dialoge qualitativ erfasst. Bei den nutritionDay-Variablen musste aus Gründen der Übersichtlichkeit eine Auswahl getroffen werden, die in Ermangelung konsentierter Standards literaturgeleitet erfolgte. [24, 34-37].

Bereits im 14. DGE-Ernährungsbericht wurden jeweils zwei zentrale Qualitätsindikatoren zu Personal und Erfassungsroutinen analysiert, die sowohl im Krankenhaus als auch im Pflegeheim erfragt werden; dabei wurden deutliche Defizite in beiden Bereichen aufgezeigt [4].

Im Hinblick auf das Personal mit Ernährungsexpertise als wichtiger Bestandteil einer guten ernährungsmedizinischen Versorgung stellt sich die Situation insbesondere im Pflegeheim etwas besser dar als in der Vergangenheit (14. DGE-Ernährungsbericht [4]). Der Anteil an Wohnbereichen, die eine Ernährungsfachkraft oder eine Ansprechperson für Ernährung haben, liegt mit 70 % bzw. 80 % deutlich höher als 2018 (Tab. 12/16), wobei dies wie zuvor diskutiert nicht eindeutig als Verbesserung interpretiert werden kann. Nach wie vor

[1] Komplexbehandlungen gehören zu den hochspezialisierten Therapieformen, deren Inhalte und Bedingungen zur Durchführung im Katalog der Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS) definiert werden. Die seit 2019 definierte Prozedur mit dem OPS-Code 8-98j beschreibt die ernährungsmedizinische Komplexbehandlung (EMKB), die als zwingendes Strukturmerkmal ein fachärztlich geleitetes Ernährungsteam mit zumindest einer ernährungstherapeutischen Fachkraft (z. B. Diätassistent*in oder Ökotropholog*in) voraussetzt [32].

kann auch nicht von einer flächendeckenden Versorgung die Rede sein. Auch im Rahmen der Online-Dialoge wurde der Mangel an Fachkräften als Herausforderung für die Versorgungsqualität genannt (s. 12.1.3.2.2). Die Teilnehmenden der Online-Dialoge schlagen hier einrichtungsübergreifend eine Erhöhung der Personalkapazitäten als wesentliche Verbesserungsmöglichkeit vor. Die Diskrepanz zu anderen europäischen Ländern, insbesondere den Niederlanden, ist immer noch offensichtlich [38]. Für das Krankenhaus-Setting lässt sich feststellen, dass der Anteil an Krankenhäusern mit übergeordnetem Ernährungsteam ebenfalls deutlich höher lag als 2018 (Tab. 12/14). In mehr als drei Viertel der Einrichtungen war ein solches multiprofessionelles Team, das diätetische, pflegerische, pharmazeutische und medizinische Expertise vereint, implementiert. Die Bedeutung von Ernährungsteams als wichtiger Baustein einer qualitativ hochwertigen Ernährungsversorgung wurde in den letzten Jahren durch Stellungnahmen von Fachgesellschaften immer stärker betont [39] und die Relevanz – z. B. auch als obligatorische Voraussetzung zur Abrechnung der ernährungsmedizinischen Komplexbehandlung [33] – gesteigert. Erwähnenswert ist, dass es keine aktuellen verlässlichen Daten zur Anzahl implementierter Ernährungsteams in DE zu geben scheint [40]. Schätzungen aus den Jahren 2002 gehen von circa 5 % aus [41], die Häufigkeit dürfte mittlerweile jedoch höher liegen. In Österreich wurden 2020 seitens der Arbeitsgemeinschaft für klinische Ernährung (AKE-nutrition [42]) 24 Ernährungsteams berichtet, was einer Häufigkeit von 9 % aller österreichischen Kliniken entspricht [43]. Insgesamt muss mit Blick auf die Personalstrukturen konstatiert werden, dass in deutschen Krankenhäusern und insbesondere Pflegeheimen trotz scheinbar besserer Ergebnisse als in den Vorjahren nach wie vor ein Defizit an ernährungsmedizinischer Fachkompetenz besteht.

> **In deutschen Krankenhäusern und insbesondere Pflegeheimen besteht nach wie vor ein Defizit an ernährungsmedizinischer Fachkompetenz.**

Im Hinblick auf die Erfassungsroutinen im Krankenhaus sind die Häufigkeiten eines durchgeführten Screenings und Monitorings niedriger als 2018, die Häufigkeit des Wiegens bei Aufnahme lag dagegen höher (Tab. 12/14). Vor allem das Screening auf Mangelernährung, das nach wie vor von knapp 20 % der teilnehmenden Stationen trotz starker Empfehlungen seitens der Fachgesellschaften [44, 45] nicht routinemäßig bzw. regelmäßig durchgeführt wird, ist eine wichtige Basis, um Personen mit (Risiko für) Mangelernährung zu identifizieren und Maßnahmen einzuleiten. Positiv festzuhalten ist, dass vergleichbar mit den Ergebnissen aus dem 14. DGE-Ernährungsbericht [4] nahezu alle Pflegeheimbewohner*innen im Berichtszeitraum monatlich gewogen wurden und bei drei Vierteln ein monatliches Screening durchgeführt wurde (Tab. 12/16). Die starke Verbreitung des Wiegens dürfte mit der Aufmerksamkeit des Medizinischen Dienst Bund für dieses Thema bei seinen Qualitätsprüfungen zusammenhängen [46] und spricht für die Wirksamkeit einer zukünftigen Ausweitung verpflichtender Standards, wie sie auch von den Teilnehmenden der Online-Dialoge als wichtige Verbesserungsmaßnahme angesprochen wurden. In der EuVG liegen die Häufigkeiten für beide Erfassungsroutinen deutlich höher als 2018 (Tab. 12/16), ursächlich ist vermutlich jedoch die bereits erwähnte unterschiedliche Zusammensetzung der Kollektive. Dennoch ist auch hier noch ein deutliches Defizit zu verzeichnen: nur knapp 50 % der teilnehmenden Pflegeheime führten routinemäßig ein monatliches Screening auf Mangelernährung durch. An dieser Stelle sei nochmals auf die möglichen Folgen der Corona-Pandemie hingewiesen, die gerade die Durchführung solcher personal- und zeitressourcenfordernden Maßnahmen beeinträchtigt haben könnte.

Die Prozessqualität hinsichtlich etablierter Routinen zur Erfassung der Ernährungssituation entspricht in den teilnehmenden Krankenhäusern nicht den von den Fachgesellschaften geforderten Standards.

Von den weiteren analysierten Variablen, die allerdings lediglich im Krankenhaus-Teil des nutritionDay-Projekts erfasst werden, wurde die Überwachung des Ernährungszustands während des Aufenthalts mit knapp drei Vierteln am häufigsten angegeben (Tab. 12/14), umgekehrt findet diese Überwachung bei einem Viertel der teilnehmenden Stationen nicht statt und es besteht Verbesserungspotenzial. Bei mehr als der Hälfte fehlen Strukturen zur Patient*innenbeteiligung und zur Dokumentation von Ernährungszustand und Ernährungstherapie. Dies wurde auch in den Online-Dialogen klar bemängelt (Tab. 12/18 und 12/19). Ein eingeschränkter Datenzugriff stellt laut Angaben der Mitarbeitenden eine wesentliche Barriere dar. Als Lösungsweg für die Verbesserung ernährungsrelevanter Angaben in der Patient*innen-/Bewohner*innendokumentation wurden verpflichtende Standards für die Dokumentation genannt. Ergänzend hierzu könnte eine Anpassung der EDV in Kliniken und Pflegeheimen dazu beitragen, die Ernährungsdokumentation zu vereinfachen und damit den Zeitaufwand dafür zu reduzieren. In beiden Bereichen könnten mit überschaubarem Aufwand Verbesserungen erreicht werden.

Die Berechnung eines Summenscores zur Darstellung der Anzahl umgesetzter Kriterien der Struktur- und Prozessqualität stellt den Versuch dar, mehrere Variablen gleichzeitig zu berücksichtigen, um so ein umfassenderes Bild der Versorgungsqualität zu erhalten und Einrichtungen mit mehr oder weniger umgesetzten Struktur- und Prozessanforderungen zu vergleichen. Die Umsetzung von mindestens zehn Kriterien auf über 30 % der Stationen (in der EuVG sogar 44 %) zeigt klar die Machbarkeit, die jedoch nicht selbstverständlich zu sein scheint (Tab. 12/15).

Die Umsetzung sämtlicher untersuchten Kriterien der Struktur- und Prozessqualität der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern ist machbar, jedoch bei weitem nicht überall realisiert.

Tatsächlich wurden Zusammenhänge zwischen der Anzahl vorhandener Qualitätsindikatoren und der Häufigkeit routinemäßig bei Mangelernährung ergriffener Maßnahmen (Abb. 12/2) sowie diverser genereller Maßnahmen zur Unterstützung der Nahrungsaufnahme (Abb. 12/3) festgestellt, die auf eine bessere Versorgung mit zunehmender Anzahl vorhandener Kriterien hindeuten. Ebenso berichten auch Patient*innen auf Stationen mit hoher Anzahl vorhandener Kriterien deutlich häufiger von diversen Standardmaßnahmen der Ernährungsversorgung (Abb. 12/4). In der LPZ-Studie in den Niederlanden, Österreich und Deutschland wurde in insgesamt 214 Pflegeheimen gezeigt, dass 9 von 13 strukturellen Qualitätsindikatoren der Ernährungsversorgung auch mit dem Ernährungszustand der Bewohner*innen assoziiert waren. In multivariater Analyse war der Ernährungszustand der Bewohner*innen besser, wenn im Wohnbereich routinemäßig die Nahrungsaufnahme dokumentiert und das Körpergewicht regelmäßig erfasst wurde [47]. Leider lassen diese Ergebnisse aufgrund des Querschnittsdesigns keine kausalen Rückschlüsse zu und es muss auch offenbleiben, inwiefern die besseren Strukturen und Prozesse sich auf die tatsächliche Behandlung und den Ernährungs- und Gesundheitszustand der Patient*innen auswirken.

Dies müsste in longitudinalen Studien durch Implementierung qualitätsverbessernder Maßnahmen und Untersuchung deren Effekte geklärt werden, wobei der Wirkungsnachweis durch die Vielzahl an Einflussfaktoren bei nur kurzen Aufenthaltszeiten im Krankenhaus extrem schwierig sein dürfte.

Weiterhin ist zu bedenken, dass bestimmte Indikatoren, wie Ernährungsfachkräfte/-teams und Erfassungsroutinen für eine gute Versorgung vermutlich relevanter sind als andere. Da jedoch leider keine konkreten Informationen zur relativen Wichtigkeit einzelner Kriterien vorliegen, wurden für die Berechnung des Summenscores alle Einzelvariablen gleich gewichtet.

Bezüglich der Stärken und Schwächen des nutritionDay-Projekts verweisen wir auf den 14. DGE-Ernährungsbericht [4].

Im Rahmen der Online-Dialoge mit Mitarbeitenden und Führungskräften von Krankenhäusern und Pflegeheimen wurden wertvolle weiterführende Informationen zur Qualität der Ernährungsversorgung gewonnen – unmittelbar aus dem Kreis derer, die direkten Einblick in die Strukturen und Prozesse vor Ort haben und diese im klinischen Alltag umsetzen bzw. dafür verantwortlich sind.

Durch die gezielte Rekrutierung zur Teilnahme an den Online-Dialogen mittels Unterstützung der Fachgesellschaften konnte eine gute Beteiligung erreicht werden. Es bestand ein großes Interesse, vor allem bei Mitarbeitenden und Führungskräften aus der Klinik, sich über die Qualität der Ernährungsversorgung und diesbezügliche Barrieren sowie Verbesserungsansätze auszutauschen. Im Pflegeheim zeigte sich, dass vor allem Führungskräfte für eine Teilnahme zu gewinnen waren, dagegen gestaltete es sich schwieriger, Mitarbeitende zu erreichen – womöglich aufgrund der starken Arbeitsbelastung oder auch aufgrund von Sprachbarrieren. Die angestrebte Zahl von hundert Teilnehmenden konnte über die Rekrutierungsstrategien zunächst erreicht werden; die Gründe dafür, dass schlussendlich nur achtzig Personen an den Dialogen beteiligt waren, lagen vor allem in alltagspraktischen Belangen wie z. B. Terminkollision, Krankheit oder technischen Schwierigkeiten.

Bestimmte Berufsgruppen waren für eine Teilnahme an den Dialogen leichter zu erreichen als andere, vermutlich bedingt durch eine unterschiedliche Präsenz in der praktischen Ernährungsversorgung und unterschiedliche Vernetzung in Fachgesellschaften und Verbänden. Aus Krankenhäusern dominierten die Ernährungsfachkräfte, wohingegen leider kein Personal aus der Hauswirtschaft oder Mitarbeitende aus der Küche gewonnen werden konnte. Für zukünftige Erhebungen wäre es dringend notwendig, diese Berufsgruppen stärker zu involvieren – übereinstimmend mit den Forderungen der Teilnehmenden aus Pflegeheimen zur Verbesserung der Ernährungsversorgung durch eine stärkere Einbindung von Küche und Hauswirtschaft in die interdisziplinäre Zusammenarbeit. Aus Pflegeheimen waren die Berufsgruppen gleichmäßiger vertreten, allerdings war sowohl unter Mitarbeitenden als auch Führungskräften kein ärztliches Personal und vergleichsweise wenige Ernährungsfachkräfte beteiligt. Dies spiegelt nach Aussage der Teilnehmenden auch die Praxis im Pflegeheim wider – es mangelt an einer festen Einbindung von Ärzt*innen und Ernährungsfachkräften in die Strukturen und Prozesse der Ernährungsversorgung.

Auch wenn die Teilnehmendenzahlen der Online-Dialoge zufriedenstellend und mindestens zehn Bundesländer mit Städten bzw. Gemeinden unterschiedlicher Größe vertreten waren, können auch diese Ergebnisse keinesfalls als repräsentativ für alle deutschen

Einrichtungen angesehen werden. Ziel dieser qualitativen Erhebung war vielmehr einen möglichst breiten interdisziplinären Einblick in die Perspektiven von Mitarbeitenden und Führungskräften aus Einrichtungen mit unterschiedlicher Größe und Trägerschaft zu erhalten. Die Befunde erheben somit auch keinen Anspruch auf Sättigung – das heißt vollständige Abdeckung aller Perspektiven – was in der Interpretation berücksichtigt werden sollte. Zudem waren die Online-Dialoge bestimmten Begrenzungen unterlegen, beispielsweise hinsichtlich der Dauer (90 Minuten, was von vielen Teilnehmenden als zu kurz empfunden wurde) und der Themenbereiche. Bei der Ergebnisinterpretation ist abschließend zu bedenken, dass die Teilnehmenden der Online-Dialoge bereits ein gewisses Maß an Interesse – und teils sogar über ihre berufliche Tätigkeit hinausgehendes Engagement – an Ernährungsthemen mitbringen. Weiterhin lässt sich nicht völlig ausschließen, dass bestimmte Textstellen anders interpretiert und kategorisiert wurden, als dies seitens des Teilnehmenden intendiert war.

Die Online-Dialoge gewähren einen breiten interdisziplinären Einblick in die Perspektiven von Mitarbeitenden und Führungskräften aus Einrichtungen unterschiedlicher Größe und Trägerschaft aus ganz Deutschland.

Inhaltlich kristallisieren sich durch Überschneidungen zwischen den vier Themenbereichen (Zusammenarbeit und Kommunikation, Dokumentation und Überleitung, Patient*innen bzw. Bewohner*innen-Beteiligung, Nachhaltigkeit und Effizienz) bestimmte Kernthemen heraus, die sich einer institutionellen Ebene und/oder einer politischen Ebene zuordnen lassen. Sie adressieren sowohl Aspekte der Struktur- als auch der Prozessqualität.

Im Krankenhaus sehen die Teilnehmenden auf Institutionenebene vor allem den Bedarf, mehr Bewusstsein, Ressourcen (Personal, Budget) und Strukturen für eine gute Ernährungsversorgung zu schaffen. Auffällig ist, dass bei den Herausforderungen und Lösungsansätzen trotz großer Heterogenität der vertretenen Einrichtungen und der Berufsgruppen hinsichtlich bestimmter Strukturen und Prozesse der Ernährungsversorgung großer Konsens herrschte. Übereinstimmend wurden z. B. Schulungen/Fortbildungen und Weiterbildungen, der Ausbau interdisziplinärer Zusammenarbeit, verpflichtende ernährungstherapeutische Strukturen und Prozesse sowie stärkerer Einbezug der Patient*innen gewünscht. Standards und Leitlinien mit entsprechenden Maßnahmen zum Erreichen einer guten Versorgungsqualität stehen zwar für alle Berufsgruppen und Bereiche der Ernährungsversorgung zur Verfügung [17], die Befunde aus den Online-Dialogen und auch aus den nutritionDay-Daten zeigen jedoch, dass diese nicht in allen Einrichtungen etabliert sind (Tab. 12/14). Auch aus anderen Ländern wird berichtet, dass bei der Implementierung von Standards zur Ernährungsversorgung Defizite bestehen [20, 48]. Ebenso sind auch interdisziplinäre Ernährungsteams, die es – vergleichbar mit der Rate von Ernährungsteams bei den nutritionDay-Teilnehmenden (Tab. 12/14) – nur bei 65 % der Teilnehmenden im Krankenhaus gab (ergänzendes Ergebnis), leider keine Selbstverständlichkeit. Zudem sind Ernährungsteams meist primär für die Indikation und Durchführung enteraler und parenteraler Ernährung zuständig und es fehlen Kapazitäten, sich um die Ernährungsversorgung oral ernährter Patient*innen zu kümmern. Eine flächendeckende Etablierung von festen Ernährungsteams, wie sie auch in einer 2023 formulierten Stellungnahme von 25 Fachgesellschaften gefordert wurde [39], sowie andere interdisziplinäre Austauschstrukturen (Visiten, Kommissionen, interdisziplinäre Fallbesprechungen) könnten mehreren

genannten Verbesserungsansätzen zugleich Rechnung tragen: Eine stärkere Integration des Hauswirtschafts- und Küchenpersonals, mehr Verständnis und Akzeptanz für die Belange der anderen Berufsgruppen sowie eine Reduktion von Konkurrenzdenken. Auf institutioneller Ebene könnten der gewünschte Ausbau der EDV und ergänzende digitale Möglichkeiten durch Standardisierung und Automatisierung von Prozessen die Dokumentation und Kommunikation erleichtern und so zu Verbesserungen beitragen.

Interessanterweise wurde im Rahmen der Online-Dialoge zudem deutlich, dass es von der Motivation bzw. dem Engagement einzelner (Führungs-)Personen abhängig zu sein scheint, ob es feste Strukturen zur interdisziplinären Zusammenarbeit in der Ernährungsversorgung gibt oder nicht.

> **Auf Institutionsebene im Krankenhaus sehen die Teilnehmenden vor allem den Bedarf, mehr Bewusstsein, Ressourcen und Strukturen für eine gute Ernährungsversorgung zu schaffen.**

Auf politischer Ebene fehlt es nach Meinung der Teilnehmenden im Krankenhaus besonders an der Bereitstellung von Budget (für Personal und Verpflegung) und an Fachwissen. In einer großen Online-Umfrage unter Ernährungsfachkräften in zehn Ländern wurden ebenso der Mangel an Zeit, Ausbildung und Wissen als wesentliche Barrieren für eine gute Ernährungsversorgung genannt [48]. Eine unzureichende Personalausstattung und mangelnde Kenntnisse beim Personal erwiesen sich in einer niederländischen Erhebung auch als wesentliche Barrieren für eine gute Flüssigkeitsversorgung [49]. Neben besseren finanziellen Möglichkeiten könnten Pflichtelemente und Zertifizierungen (z. B. im Hinblick auf Nachhaltigkeit) von politischer Seite zu einer Verbesserung der Versorgungssituation beitragen. Auch könnten durch bessere Möglichkeiten der Abrechnung und Kostenerstattung Anreize für die Verbesserung und Priorisierung der Ernährungsversorgung geschaffen werden. Wie in anderen Ländern gezeigt werden konnte, zahlen sich Investitionen für eine bessere Ernährungsversorgung nicht nur für die Lebensqualität der Patient*innen sondern auch finanziell z. B. durch geringere Komplikationsraten und kürzere Krankenhausverweildauer auf längere Sicht aus (s. 12.2).

Die Beiträge zum Thema Patient*innenbeteiligung bezogen sich vor allem auf die Mahlzeitensituation und Speisenauswahl (Tab. 12/18). Demgegenüber wurde aus australischen Krankenhäusern zu diesem Thema berichtet, dass die Patient*innen auch zu wenig über Mangelernährung und ihren diesbezüglichen Behandlungsplan informiert wurden [50].

Zum Thema Nachhaltigkeit berichteten die Teilnehmenden, dass die einzelnen Institutionen durch die Abhängigkeit von externen Versorgern (Caterern) sowie Schwankungen der Lebensmittelpreise und Budgetierungen geringen bis gar keinen Spielraum haben und Maßnahmen zunächst nur unter einer selbstverantworteten Mehrbelastung in finanzieller und personeller Hinsicht implementiert werden können. Nachhaltiger zu werden, muss sich lohnen und darf (zumindest nicht langfristig) stärker belasten. Dazu braucht es neben Anreizen nach Meinung der Teilnehmenden im Krankenhaus sogar gegebenenfalls strengere gesetzliche Vorgaben (z. B. hinsichtlich Abfallmanagement), die bei Verstoß Konsequenzen nach sich ziehen.

Auf politischer Ebene fehlt es nach Meinung der Teilnehmenden im Krankenhaus besonders an der Bereitstellung von Budget (für Personal und Verpflegung) sowie an Pflichtelementen und Zertifizierungen.

Im Pflegeheim überschneiden sich sowohl auf institutioneller als auch politischer Ebene viele der genannten Herausforderungen und Verbesserungsvorschläge mit denen im Krankenhaus. Es lassen sich allerdings zwei pflegeheimspezifische strukturelle Ansatzpunkte herausstellen: Erstens mangelt es nach Einschätzung der Teilnehmenden auf institutioneller Ebene wesentlich an Ernährungsfachkräften. Im nutritionDay war zwar bei 55 % der 2018–2022 teilnehmenden Wohnbereiche eine Ernährungsfachkraft verfügbar, dennoch kann hier nicht von einer flächendeckenden Präsenz gesprochen werden. Leider scheint das im 14. DGE-Ernährungsbericht [4] formulierte Defizit an ernährungsmedizinischer Fachkompetenz in Pflegeheimen somit bisher nicht behoben zu sein, obwohl auch der DGE-Qualitätsstandard zur Verpflegung in stationären Senioreneinrichtungen die Notwendigkeit einer Verfügbarkeit einer Ernährungsfachkraft postuliert [51]. Möglichkeiten zur Gegensteuerung könnten vor allem vermehrte, niedrigschwellige Angebote zu Schulungen sowie Weiter- und Fortbildungen sowie – falls das Budget für eine feste Ernährungsfachkraft nicht ausreicht – eine Kooperation mit externen Fachkräften sein. Um diese Maßnahmen zu fördern, ist die Unterstützung durch Fachgesellschaften und Verbände von großer Bedeutung.

Im Pflegeheim mangelt es nach Einschätzung der Teilnehmenden auf institutioneller Ebene wesentlich an Ernährungsfachkräften. Falls eine feste Ernährungsfachkraft nicht möglich ist, kann auch mit externen Fachkräften zusammengearbeitet werden.

Der zweite Ansatzpunkt, richtet sich an die politische Ebene und wurde nahezu einstimmig von allen Teilnehmenden benannt, nämlich die Notwendigkeit der Beendigung individueller Budgetverhandlungen und eine – bestenfalls sogar bundesweite – Vereinheitlichung. Zu geringe Budgets mindern nicht nur potenziell die Versorgungsqualität, sondern behindern auch Verbesserungen und Innovationen, z. B. hinsichtlich einer nachhaltigeren Mahlzeitengestaltung. Solange das Prinzip besteht, dass neue Maßnahmen erst implementiert und selbst aufgewendet werden müssen, bevor sie gegebenenfalls – nach längeren Verhandlungen – im Budget Berücksichtigung finden, ist dies ein hemmender Faktor. Dies gilt insbesondere für kleinere Einrichtungen.

Als Ansatzpunkt zur Verbesserung auf politischer Ebene wurde im Pflegeheim nahezu einstimmig die Notwendigkeit einheitlicher und angemessener Verpflegungssätze genannt.

Insgesamt berichten die Teilnehmenden der Online-Dialoge zwar von vielen Herausforderungen und Barrieren für die Ernährungsversorgung, bieten jedoch auch konkrete Vorschläge zur Verbesserung der Versorgungsqualität. Zum Teil wurde bereits von guten Erfahrungen hinsichtlich deren Umsetzung berichtet, beispielsweise hinsichtlich der flexibleren Gestaltung von Mahlzeiten durch ein Buffetsystem oder der Verbesserung des Austauschs durch feste Ernährungsteams. Solche Best-Practice-Beispiele sollten – einschließlich

der Wege zu ihrer Implementierung – für andere Einrichtungen besser bekannt gemacht werden, z. B. durch Fachgesellschaften und Verbände im Internet, bei speziellen Veranstaltungen oder auch durch Wettbewerbe.

Interessanterweise lassen sich die vorgeschlagenen Maßnahmen sowohl bei den Teilnehmenden im Krankenhaus als auch im Pflegeheim nicht immer direkt aus den Herausforderungen ableiten. Viele beziehen sich auf praktische Maßnahmen innerhalb der Institution und setzen dort an, wo Mitarbeitende und Führungskräfte bei einer Umsetzung selbst aktiv werden müssten – was für eine hohe Bereitschaft zeugt, Verbesserungen der Ernährungsversorgung – je nach Position – anzustoßen und mitzutragen. Dafür sprechen auch das hohe Interesse und die große Motivation der Teilnehmenden, während der Online-Dialoge, die sich gar für die Möglichkeit zum regelmäßigen Austausch im Rahmen eines solchen Formats aussprachen, beispielsweise koordiniert durch die DGE oder die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Gleichzeitig nimmt dies die politische Ebene nicht aus der Verantwortung: Um die Ernährungsqualität in Krankenhäusern und Pflegeheimen im wahrsten Sinne des Wortes nachhaltig zu verbessern, benötigt es eine Vereinheitlichung und Verbesserung der Rahmenbedingungen im Hinblick auf finanzielle und fachliche Ressourcen sowie verpflichtende Standards.

> **Um die Ernährungsqualität in Krankenhäusern und Pflegeheimen nachhaltig zu verbessern, benötigt es eine Vereinheitlichung und Verbesserung der Rahmenbedingungen im Hinblick auf finanzielle und fachliche Ressourcen sowie verpflichtende Standards.**

Die Forderungen der Führungskräfte stimmen im Wesentlichen mit den zuvor während der Online-Dialoge genannten Ansätzen zur Verbesserung überein und sind wesentlich geprägt vom Wunsch vermehrter Ressourcen, auch um gestiegenen Kosten Rechnung zu tragen. In Anbetracht des derzeitigen Fachkräftemangels und allgemein begrenzter Mittel wird diese Forderung vermutlich schwer erreichbar sein. Dagegen scheint der Wunsch einheitlicher Verpflegungssätze ein eher realisierbares Anliegen. Berechtigterweise wird es kritisch gesehen, dass die Höhe der Verpflegungssätze vom Verhandlungsgeschick einzelner Personen in zeitaufwändigen Prozessen abhängt und sich nicht gleichermaßen an nachvollziehbaren objektiven Kriterien wie bestimmten Einrichtungscharakteristika und Lebensmittelpreisen orientiert.

Hinsichtlich weiterem Forschungsbedarf wären nach wie vor repräsentative Daten wichtig, um ein realistisches Gesamtbild sowohl der Ernährungssituation von Patient*innen und Heimbewohner*innen als auch der Versorgungsqualität in den Institutionen zu erhalten. Zudem sollten zukünftig auch Effekte von Verbesserungsmaßnahmen gezielt untersucht werden und die Perspektiven der Betroffenen und ihrer Angehörigen Berücksichtigung finden, die im Rahmen dieses Projekts leider nicht einbezogen werden konnten.

12.1.5 Fazit

Die aktuellen Auswertungen der nutritionDay-Daten und Ergebnisse der Online-Dialoge bestätigen und ergänzen die Erkenntnisse aus den vorangegangenen Analysen im 14. DGE-Ernährungsbericht. Nach wie vor stellt Mangelernährung bei Klinikpatient*innen und Pflegeheimbewohner*innen ein relevantes Gesundheitsproblem dar. Wichtige Strukturen und Prozesse der Ernährungsversorgung sind nicht flächendeckend etabliert.

Im Vergleich zu teilnehmenden Einrichtungen aus anderen europäischen Ländern stellt sich die Situation in Deutschland in einigen Punkten schlechter dar. Als zentrale Ansatzpunkte zur Verbesserung wurden neben Erhöhung von Personalkapazitäten und Budgetaufstockung, Schulungsangebote und die Schaffung von Standards und Etablierung routinemäßiger Prozesse genannt. Die Ergebnisse beider Projektteile sind nicht repräsentativ für die Gesamtsituation in Deutschland, sie liefern jedoch wichtige Hinweise und zahlreiche Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Verbesserung.

12.1.6 Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern und Pflegeheimen

Die aktuellen Auswertungen der nutritionDay-Daten und Ergebnisse der Online-Dialoge bestätigen und bekräftigen grundsätzlich die aus den vorangegangenen Analysen hervorgegangenen Handlungsempfehlungen im 14. DGE-Ernährungsbericht [4]. Aus der Zusammenschau der früheren und der aktuellen Ergebnisse in Verbindung mit ernährungsrelevanten Leitlinien und Standards und der wissenschaftlichen Literatur lassen sich folgende Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Ernährungsversorgung auf institutioneller und politischer Ebene ableiten:

Institutionelle Ebene

- Bereitstellung fachspezifischer Kompetenz in Form von qualifiziertem Personal in ausreichendem Umfang in jedem Krankenhaus und jedem Pflegeheim, gegebenenfalls durch Zusammenarbeit mit externen Fachkräften
- Entwicklung und Etablierung standardisierter Handlungsanleitungen in allen Bereichen der Ernährungsversorgung (Essensproduktion und -verteilung, pflegerische Tätigkeiten, ernährungsmedizinische Versorgung) basierend auf aktuellen Leitlinien und Qualitätsstandards (DGE-Qualitätsstandards in der Gemeinschaftsverpflegung, DNQP-Expertenstandard, DGEM-Leitlinien)
- Einrichtung interdisziplinärer Teams für die Ernährungsversorgung mit Vertreter*innen aller beteiligter Berufsgruppen, in Krankenhäusern insbesondere auch Einbindung von Küche und Hauswirtschaft bzw. externen Caterern in die interdisziplinäre Zusammenarbeit
- Etablierung von Strukturen zum routinemäßigen interdisziplinären Austausch über die Ernährungsversorgung einzelner Patient*innen und Bewohner*innen (z. B. Visiten, Fallbesprechungen)
- Standardisierung und Erleichterung der Dokumentation durch digitale Unterstützung, feste Dokumentationsstrukturen, Textbausteine
- Patient*innen-/Bewohner*innenbeteiligung, z. B. durch flexible Essensauswahl, flexible Portionsgrößen, Befragungen zur Zufriedenheit, in Pflegeheimen durch Kochangebote und Wunschessen
- Evaluierung der Speisenrückläufe und Etablierung eines nachhaltigen Abfall- und Restemanagements

- Angebot und Ermöglichung der Teilnahme an regelmäßigen interdisziplinären Schulungs-, Fort- und Weiterbildungsangeboten zu Ernährungsthemen für Mitarbeitende aus allen Bereichen der Ernährungsversorgung
- Wahrnehmung von Zertifizierungsmöglichkeiten

Politische Ebene

- Vereinheitlichung und Verbesserung der Rahmenbedingungen im Hinblick auf finanzielle und fachliche Ressourcen als Grundvoraussetzung für eine hochwertige Ernährungsversorgung (z. B. angemessenes und einheitliches Budget für die Verpflegung)
- Erhöhung der Personalschlüssel für alle beteiligten Berufsgruppen
- Ausbau und verpflichtende interdisziplinäre Teams für die Ernährungsversorgung in Krankenhäusern und Pflegeheimen
- Verpflichtende Standards (z. B. zur routinemäßigen Erfassung und Dokumentation zentraler Variablen der Ernährungssituation, Gestaltung der Mahlzeiten)
- Verpflichtende Integration von Themen der multiprofessionellen Ernährungsversorgung in die Ausbildung von Gesundheitsberufen, um Bewusstsein zu schaffen und grundlegende Kenntnisse und Fähigkeiten zu vermitteln
- Ausbau entsprechender Fort- und Weiterbildungsangebote
- Schaffung finanzieller Anreize zur Umsetzung ernährungsmedizinischer Präventions- und Therapiemaßnahmen
- Schaffung von Strukturen und Prozessen zur routinemäßigen, repräsentativen Berichterstattung über die Ernährungssituation und Ernährungsversorgung in Deutschland

Eine bedarfsgerechte Energie- und Nährstoffaufnahme ist Grundvoraussetzung für den Erhalt und die Wiederherstellung eines guten Ernährungs- und Gesundheitszustands, insbesondere bei vulnerablen Bevölkerungsgruppen wie akut und chronisch kranken und pflegebedürftigen Personen. Um eine angemessene Ernährungsversorgung für alle Patient*innen und Pflegeheimbewohner*innen flächendeckend zu ermöglichen, müssen durch die genannten institutionellen und politischen Maßnahmen die erforderlichen Strukturen geschaffen und routinemäßige Prozesse etabliert werden. Politische Maßnahmen sind dabei unverzichtbar, um allen Institutionen die Implementierung einer guten Ernährungsversorgung zu ermöglichen und die derzeit bestehenden Defizite zu beseitigen.

12.2 Kosteneffektivität der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern

12.2.1 Einleitung

Mangelernährung bei Krankenhauspatient*innen verursacht durch vermehrt auftretende Krankheitskomplikationen und Folgekrankheiten und eine dadurch längere Aufenthaltsdauer nicht nur Leid und Belastung für die Betroffenen, sondern auch enorme Kosten für das Gesundheitswesen. In Europa wurden die mit Mangelernährung assoziierten direkten und indirekten Kosten 2010 auf 120 Mrd. Euro/Jahr geschätzt [52–54]. Je nach Land werden Summen zwischen 1,5 (Irland) und 15 (Großbritannien) Mrd. Euro jährlich berichtet [52]. Eine Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2015 kommt basierend auf 9 europäischen Studien auf Summen zwischen 33 Mio. und 1,2 Mrd. Euro jährlich, pro Patient*in wurden zusätzliche Kosten zwischen 1 640 und 5 829 Euro berechnet [55]. Eine Schätzung für Deutschland aus dem Jahr 2007 ergab direkt mit Mangelernährung assoziierte Kosten von etwa 9 Mrd. Euro [52], was knapp 2 % der gesamten Gesundheitskosten im Jahr 2022 entspricht [56] und damit am unteren Ende der berichteten Spanne europäischer Länder liegt [55].

Aufgrund des steigenden Bedarfs an bezahlbarer und nachhaltiger Versorgung sowie effizienter Ressourcenallokation sind Kosteneffektivität und mögliche Einsparpotenziale im Gesundheitswesen von großem Interesse.

Zahlreiche randomisierte kontrollierte Interventionsstudien haben in der Vergangenheit gezeigt, dass eine gute Ernährungsversorgung im Krankenhaus das Potenzial hat, den klinischen Verlauf zu verbessern und das Auftreten von Komplikationen, die Behandlungsintensität (z. B. Intensivaufenthalte) und die Krankenhausaufenthaltsdauer zu reduzieren [57, 58]. Damit wäre ein Ernährungsmanagement nicht nur klinisch wirksam (effektiv), sondern auch kostensparend (effizient).

In der vom Schweizer Nationalfonds beauftragten Kostenanalyse der EFFORT-Studie konnte in der Schweiz gezeigt werden, dass ein individualisiertes Ernährungsmanagement bei mangelernährten internistischen Patient*innen im Krankenhaus nicht nur den klinischen Verlauf signifikant verbessert, sondern darüber hinaus auch kosteneffektiv ist [58, 59]. Beispiele aus den Niederlanden [60], Kolumbien [61] und Brasilien [62] geben weitere Evidenz für einen effizienten Einsatz von Ressourcen zum Screening sowie zur Prävention und Therapie von Mangelernährung bei stationär behandelten Patient*innen. Für Deutschland fehlen derartige Daten bislang.

Zielsetzung

Ziel dieses Projektteils ist daher eine modellhafte Betrachtung der potenziellen Kostenersparnis durch eine bessere Ernährungsversorgung in Krankenhäusern in Deutschland.

12.2.2 Methoden

Aktuelle nutritionDay-Daten aus Deutschland wurden modellhaft betrachtet, um den Effekt von einer verbesserten Ernährungsversorgung auf die Verweildauer im Krankenhaus und die damit verbundene potenzielle Kostenersparnis abzuschätzen.

Im Datensatz der Jahre 2016–2022 (verfügbare Daten basierend auf der aktuellsten Fragebogenversion) wurde die mittlere Verweildauer der Patient*innen, die innerhalb von 30 Tagen nach dem stattgefundenen nutritionDay entlassen worden waren, berechnet. Diese Berechnung basiert auf einem gewichteten Mittelwert nach de Uña-Álvarez [63], um Verzerrungen auszugleichen, die durch das Querschnittsdesign der Erhebungen entstehen [11]. Ebenso wurde die Verweildauer nach dem nutritionDay berechnet, beides jeweils für die Gesamtgruppe sowie separat für Patient*innen, die auf eine Operation warteten, postoperative Patient*innen und internistische/konservative Patient*innen.

In einer multivariablen *Competing-Risk*-Regressionsanalyse wurden *Hazard Ratios* (HR) mit 95 % Konfidenzintervall (CI) für die Entlassung nach Hause (vs. alle anderen Optionen des Verbleibs nach 30 Tagen, s. Tab. 12/7) als abhängige Variable bestimmt. Als unabhängige Variable wurde die Verzehrmenge beim Mittagessen am nutritionDay (alles gegessen, die Hälfte gegessen, ein Viertel gegessen, nichts: essen erlaubt, nichts: essen nicht erlaubt, keine Angabe), Geschlecht, Alter in sieben 10-Jahreskategorien, Dauer des Krankenhausaufenthalts am nutritionDay (10 Kategorien), Aufnahmediagnose (21 Kategorien), operativer Status (präoperativ, postoperativ, keine Operation), Aufnahmeart (geplant, notfallmäßig, weiß nicht) und ein Intensivaufenthalt vor nutritionDay (ja/nein) berücksichtigt. Die Analyse wurde zunächst ohne (Modell 1) und anschließend unter Berücksichtigung von künstlicher Ernährung (Trinknahrung, enterale Ernährung, parenterale Ernährung, jeweils ja/nein; Modell 2) gerechnet sowie separat für Patient*innen, die am nutritionDay weniger als 7 bzw. 7 und mehr Tagehospitalisiert waren (jeweils ohne Berücksichtigung künstlicher Ernährung, Modelle 1a und 1b). Von den Regressionsanalysen ausgeschlossen wurden 155 Patient*innen ohne dokumentierte Aufenthaltsdauer nach dem nutritionDay. p-Werte < 0,05 wurden als statistisch signifikant betrachtet.

Aus den Regressionsmodellen wurde die adjustierte kumulative Inzidenz der Entlassung nach Hause bis 30 Tage nach dem nutritionDay für Subgruppen mit unterschiedlicher Verzehrmenge beim Mittagessen am nutritionDay abgeleitet und graphisch dargestellt, um Unterschiede in der Verweildauer in Abhängigkeit von der Verzehrmenge zu zeigen. Die Berechnung wurde für die Gesamtgruppe mit und ohne Berücksichtigung künstlicher Ernährung sowie separat für Patient*innen mit einem Krankenhausaufenthalt vor dem nutritionDay von weniger als 7 bzw. 7 und mehr Tagen durchgeführt.

In der folgenden Betrachtung wurde angenommen, dass durch eine bessere Ernährungsversorgung bzw. eine (Interventions-)Maßnahme zur Verbesserung der Ernährungsversorgung bei 30 % der Patient*innen mit unvollständigem Verzehr des Mittagessens ein vollständiger Verzehr erreicht wird. Aus den Prävalenzraten unterschiedlicher Verzehrmengen und den Unterschieden in der Verweildauer zwischen Patient*innen mit unterschiedlicher Verzehrmenge wurden die dadurch zu erwartenden Auswirkungen auf die Verweildauer berechnet.

Mithilfe statistischer Daten (mittlere Verweildauer, Krankenhausfallzahlen im Jahr 2020, Kosten für einen Krankenhaustag) wurden die Ergebnisse auf das deutsche

Gesundheitssystem übertragen und die durch eine ungenügende Ernährung entstehenden und durch ein Ernährungsmanagement potenziell vermeidbaren Kosten berechnet. Da ein relevanter Effekt einer Ernährungsintervention bei Patient*innen mit sehr kurzer Verweildauer nicht zu erwarten ist, wurden Stundenfälle und Patient*innen, die weniger als drei Tage im Krankenhaus waren, bei der Kostenberechnung nicht berücksichtigt.

12.2.3 Ergebnisse

In der betrachteten nutritionDay-Kohorte (n = 3 210) betrug die querschnitt-adjustierte mittlere Aufenthaltsdauer der Patient*innen, die vor dem 30. Tag nach dem nutritionDay entlassen wurden, 7,9 Tage, ohne nennenswerte Unterschiede zwischen Patient*innen, die am nutritionDay auf eine Operation warteten (7,5 Tage), postoperativen Patient*innen (8 Tage) und Patient*innen ohne Operation (7,7 Tage). Die querschnitt-adjustierte Aufenthaltsdauer nach dem nutritionDay unterschied sich dagegen bei präoperativen (4,9 Tage), postoperativen (3,5 Tage) und Patient*innen ohne Operation (4,1 Tage).

Die Wahrscheinlichkeit für eine Entlassung nach Hause innerhalb von 30 Tagen nach dem nutritionDay war bei Patient*innen mit unvollständigem Verzehr des Mittagessens im Vergleich zu Patient*innen, die alles gegessen haben, signifikant reduziert, je nach Verzehrmenge mit HR zwischen 0,72 und 0,88 (Tab. 12/21, Modell 1). Bei Berücksichtigung künstlicher Ernährung unterscheiden sich die Ergebnisse nur unwesentlich. Patient*innen mit parenteraler Ernährung am nutritionDay zeigten ebenfalls eine reduzierte Wahrscheinlichkeit, nach 30 Tagen nach Hause entlassen zu sein (Tab. 12/21, Modell 2).

> **Die Wahrscheinlichkeit für eine Entlassung nach Hause innerhalb von 30 Tagen nach dem nutritionDay ist bei Patient*innen mit unvollständigem Verzehr des Mittagessens im Vergleich zu Patient*innen, die alles gegessen haben, signifikant reduziert.**

Tabelle 12/21: *Hazard Ratios*[a] (95 % Konfidenzintervall) für die Entlassung von nutritionDay-Patient*innen 2016–2022 nach Hause innerhalb von 30 Tagen nach dem nutritionDay; *Competing-Risk*-Regressionsanalyse, Modell 1 ohne und Modell 2 mit Berücksichtigung künstlicher Ernährung (n = 3 055)

		n	Modell 1 [95 % CI]	Modell 2 [95 % CI]
Verzehr beim Mittagessen am nutritionDay	alles gegessen	1 206	1,00 [Referenz]	1,00 [Referenz]
	½ gegessen	842	0,88** [0,80–0,97]	0,89* [0,80–0,98]
	¼ gegessen	416	0,79*** [0,71–0,89]	0,81*** [0,72–0,91]
	Nichts – essen erlaubt	119	0,72** [0,59–0,89]	0,80* [0,65–0,97]
	Nichts – essen nicht erlaubt	184	0,89 [0,76–1,04]	0,92 [0,79–1,08]
	keine Angabe	288	0,76*** [0,66–0,89]	0,77*** [0,67–0,90]
Geschlecht	weiblich	1 501	1,00 [Referenz]	1,00 [Referenz]
	männlich	1 528	0,93 [0,86–1,00]	0,93 [0,86–1,01]
	divers	26	0,94 [0,61–1,46]	0,93 [0,59–1,44]
Alter	18 bis < 30 Jahre	111	1,16 [0,91–1,47]	1,14 [0,90–1,46]
	30 bis < 40 Jahre	156	1,11 [0,93–1,32]	1,11 [0,93–1,32]
	40 bis < 50 Jahre	197	1,17 [1,00–1,38]	1,16 [0,99–1,37]
	50 bis < 60 Jahre	495	1,06 [0,94–1,20]	1,06 [0,94–1,19]
	60 bis < 70 Jahre	654	1,00 [Referenz]	1,00 [Referenz]
	70 bis < 80 Jahre	719	0,83*** [0,74–0,92]	0,82*** [0,73–0,92]
	80 bis < 90 Jahre	606	0,77*** [0,68–0,86]	0,76*** [0,67–0,86]
	≥ 90 Jahre	117	0,55*** [0,43–0,72]	0,55*** [0,43–0,72]
Operation (OP)	präoperativ	154	0,65*** [0,54–0,79]	0,65*** [0,54–0,79]
	postoperativ	639	1,23*** [1,10–1,37]	1,22*** [1,10–1,37]
	OP ohne Zeitangabe	37	1,64*** [1,28–2,11]	1,61*** [1,25–2,07]
	keine Operation	2 225	1,00 [Referenz]	1,00 [Referenz]
Zeit im Krankenhaus vor nutritionDay	1 Tag	139	0,93 [0,78–1,11]	0,94 [0,79–1,11]
	2 Tage	417	1,17* [1,02–1,34]	1,17* [1,02–1,34]
	3 Tage	451	1,00 [Referenz]	1,00 [Referenz]
	4 Tage	379	1,03 [0,89–1,19]	1,03 [0,89–1,20]
	5–6 Tage	213	1,04 [0,87–1,24]	1,05 [0,88–1,26]
	7–8 Tage	339	0,86* [0,74–0,99]	0,88 [0,76–1,02]
	9–11 Tage	342	0,80** [0,69–0,93]	0,81** [0,69–0,94]
	2 Wochen	218	0,78** [0,65–0,94]	0,80* [0,66–0,96]
	3 Wochen	290	0,62*** [0,52–0,74]	0,63*** [0,53–0,74]
	≥ 4 Wochen	192	0,37*** [0,30–0,46]	0,38*** [0,31–0,48]
	keine Angabe	75	0,86 [0,69–1,07]	0,88 [0,71–1,10]

* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,00

CI: Konfidenzintervall; n: Anzahl

[a] *Hazard Ratio* < 1 entspricht einer geringeren Wahrscheinlichkeit für die Entlassung nach Hause innerhalb von 30 Tagen bzw. längerer Dauer nach nutritionDay bis zur Entlassung nach Hause.

← zurück zum Inhaltsverzeichnis

▶ Fortsetzung **Tabelle 12/21**

		n	Modell 1 [95 % CI]	Modell 2 [95 % CI]
Aufnahmediagnose (ICD-10)	Infektion	135	0,92 [0,75–1,11]	0,91 [0,75–1,10]
	Neubildung	525	0,98 [0,87–1,11]	0,99 [0,88–1,13]
	Blut/Blutbildung	141	0,91 [0,76–1,09]	0,93 [0,77–1,12]
	endokrin/metabolisch	156	1,02 [0,85–1,23]	1,03 [0,85–1,24]
	mental	19	0,73 [0,40–1,33]	0,73 [0,40–1,35]
	Nerven	285	0,76*** [0,65–0,89]	0,75*** [0,64–0,88]
	Auge	8	1,24 [0,61–2,53]	1,22 [0,59–2,51]
	Ohr	18	1,64* [1,08–2,49]	1,63* [1,07–2,49]
	Herz/Kreislauf	198	1,03 [0,85–1,24]	1,01 [0,84–1,22]
	Lunge, Respiration	217	1,16 [0,99–1,35]	1,14 [0,98–1,34]
	Verdauungstrakt	705	1,00 [Referenz]	1,00 [Referenz]
	Haut	38	1,18 [0,80–1,73]	1,15 [0,78–1,69]
	Muskel/Skelett	278	0,81* [0,69–0,95]	0,81** [0,69–0,95]
	Harntrakt/Geschlecht	113	0,93 [0,74–1,16]	0,92 [0,73–1,15]
	Schwangerschaft	3	1,55*** [1,23–1,95]	1,52*** [1,19–1,93]
	kongenital	5	1,77 [0,98–3,19]	1,76 [0,99–3,14]
	Laborauffälligkeit	68	1,06 [0,83–1,37]	1,08 [0,84–1,39]
	Verletzung/Vergiftung	59	0,52*** [0,37–0,74]	0,51*** [0,36–0,73]
	äußere Ursache von Morbidität	10	0,41* [0,19–0,88]	0,41* [0,19–0,89]
	anderer Kontakt mit Krankenhaus	65	0,69* [0,51–0,94]	0,69* [0,50–0,94]
	keine Angabe	9	0,27* [0,09–0,79]	0,26* [0,09–0,78]
Aufnahmestatus	geplant	1 373	1,00 [Referenz]	1,00 [Referenz]
	Notfall	1 381	0,87** [0,80–0,95]	0,87** [0,80–0,96]
	ich weiß nicht	301	0,94 [0,82–1,07]	0,94 [0,82–1,08]
Intensivaufenthalt	Nein	2 695	1,00 [Referenz]	1,00 [Referenz]
	Ja	360	0,79*** [0,69–0,90]	0,79*** [0,69–0,90]
enterale Ernährung	Nein	2 883		1,00 [Referenz]
	Ja	172		1,11 [0,95–1,30]
parenterale Ernährung	Nein	2 934		1,00 [Referenz]
	Ja	121		0,67*** [0,54–0,83]
Trinknahrung	Nein	2 698		1,00 [Referenz]
	Ja	357		0,91 [0,80–1,03]

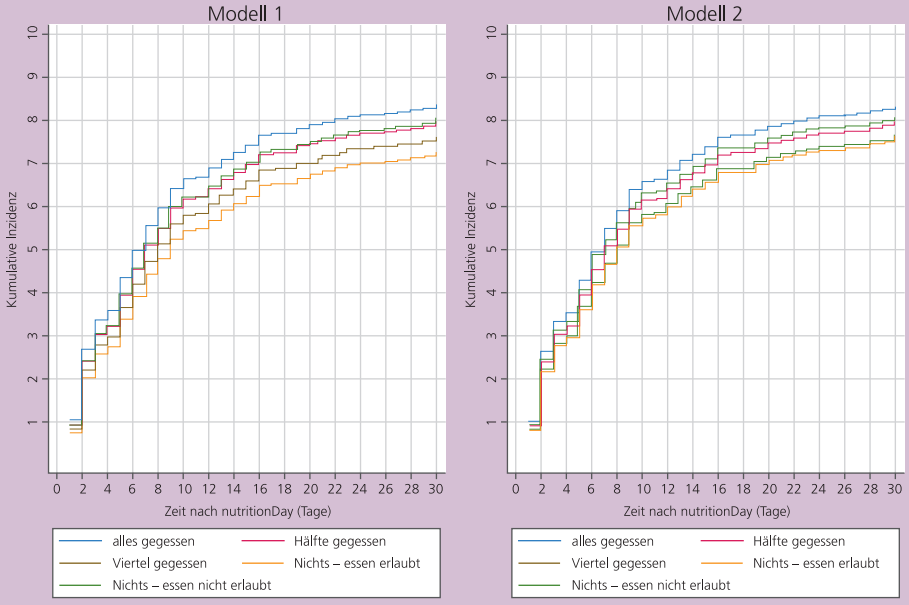
* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,00$

CI: Konfidenzintervall; n: Anzahl

[a] *Hazard Ratio* < 1 entspricht einer geringeren Wahrscheinlichkeit für die Entlassung nach Hause innerhalb von 30 Tagen bzw. längerer Dauer nach nutritionDay bis zur Entlassung nach Hause.

← zurück zum Inhaltsverzeichnis

Die adjustierte kumulative Inzidenz der Entlassung nach Hause zeigt Abbildung 12/5. Hier ist erkennbar, dass ein reduzierter Verzehr des Mittagessens am nutritionDay mit einer deutlich längeren Aufenthaltsdauer assoziiert war: Im Median waren es 6 Tage, wenn alles, 7 Tage, wenn die Hälfte, 8 Tage, wenn ein Viertel gegessen wurde sowie 9 Tage, wenn trotz Erlaubnis nichts bzw. 7 Tage, wenn wegen Nüchterngebots nichts gegessen wurde. Die Unterschiede in der Aufenthaltsdauer zwischen den Gruppen, wenn 50 % entlassen waren, betrugen somit 1 Tag zwischen Patient*innen mit vollständigem und Patient*innen mit 50 % Verzehr der Mahlzeit, 2 Tage zu den Patient*innen mit 25 % Verzehr der Mahlzeit und 3 Tage zwischen Alles- und Nichts-Essern trotz Erlaubnis. Die separate Analyse von Patient*innen mit unterschiedlich langer Aufenthaltsdauer zeigt, dass Patient*innen, die vor dem nutritionDay bereits 7 Tage oder länger hospitalisiert waren, insgesamt eine geringere Wahrscheinlichkeit hatten, innerhalb von 30 Tagen entlassen zu werden und die Unterschiede diesbezüglich zwischen den Gruppen mit unterschiedlicher Verzehrmenge größer waren (Abb. 12/6).



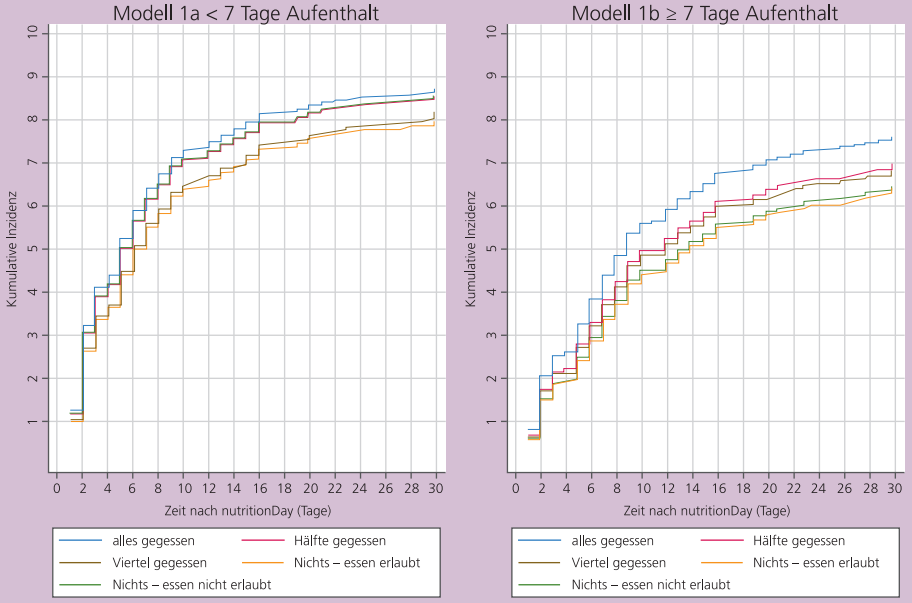
Modell 1: adjustiert für Geschlecht, Alter, Vorverweildauer, Aufnahmediagnose, Operation, Aufnahmeart und Intensivaufenthalt vor nutritionDay

Modell 2: zusätzlich adjustiert für künstliche Ernährung: Trinknahrung, enterale Ernährung, parenterale Ernährung

Abbildung 12/5: Adjustierte kumulative Inzidenz für Entlassung aus dem Krankenhaus in Abhängigkeit von der Verzehrmenge beim Mittagessen am nutritionDay (2016–2022), links ohne (Modell 1) und rechts mit (Modell 2) Adjustierung für künstliche Ernährung (n = 3 055)

12.2

Ein reduzierter Verzehr des Mittagessens am nutritionDay war mit einer deutlich längeren Aufenthaltsdauer assoziiert: Patient*innen, die nichts verzehrten waren im Mittel 3 Tage länger im Krankenhaus als Patient*innen mit vollständigem Verzehr.

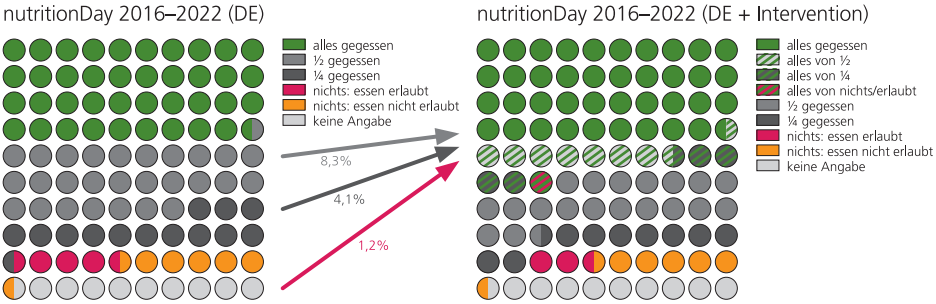


Modelle adjustiert für Geschlecht, Alter, Vorverweildauer, Aufnahmediagnose, Operation, Aufnahmeart und Intensivaufenthalt vor dem nutritionDay

Abbildung 12/6: Adjustierte kumulative Inzidenz für Entlassung aus dem Krankenhaus in Abhängigkeit der Verzehrmenge beim Mittagessen am nutritionDay (2016–2022) für Patient*innen mit einer Aufenthaltsdauer < 7 Tagen am nutritionDay (links, n = 1 599, Modell 1a) bzw. 7 oder mehr Tagen am nutritionDay (rechts, n = 1 456, Modell 1b)

Ein vollständiger Verzehr des Mittagessens am nutritionDay war bei 39 % der Patient*innen dokumentiert, 28 % verzehrten die Hälfte, 13 % ein Viertel und 4 % nahmen trotz Erlaubnis keine Nahrung zu sich. Unter der Annahme, dass 30 % der Patient*innen mit reduzierter Verzehrmenge durch ein besseres Ernährungsmanagement die Mahlzeit vollständig zu sich nehmen, ergibt sich eine Reduktion der Krankenhaustage um 28 x 0,3 x 1 Tag + 13 x 0,3 x 2 Tage + 4 x 0,3 x 3 Tage = 20 Tage pro 100 Patient*innen. Bei einer durchschnittlichen Aufenthaltsdauer von 7,2 Tagen in Krankenhäusern in Deutschland in den letzten Jahren [64] bedeutet dies 20 von 720 Tagen pro 100 Patient*innen, d. h. eine Reduktion der Aufenthaltstage um 2,7 %. Aus der separaten Analyse von Patient*innen mit kürzerer bzw. längerer Aufenthaltsdauer geht hervor, dass etwa 1 % dieser Reduktion bei Patient*innen mit einer bisherigen Verweildauer am nutritionDay unter 7 Tagen und 1,7 % bei Patient*innen mit einer Verweildauer von 7 oder mehr Tagen zu erwarten sind.

Abbildung 12/7 zeigt ein Modell zur Prävalenz unterschiedlicher Verzehrmengen sowie deren Veränderung unter der Annahme, dass bei 30 % der Patient*innen mit unvollständiger Verzehrmenge ein vollständiger Verzehr erreicht wird. Die Gruppe mit dem Verzehr der ganzen Mahlzeit nimmt dadurch von 39,5 auf 52 % zu.



Die Prozentangaben an den Pfeilen entsprechen dem Prozentsatz der jeweiligen Kategorie, der durch die Intervention zum Verzehr der ganzen Mahlzeit gebracht wird (schraffierte Punkte)

Abbildung 12/7: Modell zur Veränderung der Prävalenz von unterschiedlichen Verzehrmengen bei einer Hauptmahlzeit unter der Annahme, dass 30 % der Patient*innen von einer niedrigeren in die höchste Verzehrgruppe gebracht werden; n = 3 055)

Laut Statistischem Bundesamt wurden im Jahr 2020 in Deutschland 8 908 432 vollstationäre Patient*innen aus dem Krankenhaus entlassen (ohne 8 148 193 Kurzlieger und 368 096 Stundenfälle) [64]. Bei einer durchschnittlichen Verweildauer von 7,2 Tagen betrug die Gesamtzahl an Krankenhaustagen 64 140 710 Tage. Den zuvor beschriebenen Berechnungen zufolge sind 2,7 % dieser Tage, also 1 731 799 Krankenhaustage, durch Steigerung der Verzehrmenge bei Patient*innen mit unvollständigem Verzehr, potenziell vermeidbar. Bei angenommenen Kosten von 560 Euro/Krankenhaustag [65] entspricht dies Gesamtkosten von 969 807 535 Euro/Jahr.

Unter der Annahme, dass 30 % der Patient*innen mit reduzierter Verzehrmenge am nutritionDay durch ein besseres Ernährungsmanagement die Mahlzeit vollständig zu sich nähmen, errechnet sich eine Reduktion der Aufenthaltsdauer um 2,7 % und dadurch eine potenzielle Kostenersparnis von knapp 1 Mrd. Euro jährlich.

12.2.4 Diskussion

Der vorliegenden modellhaften Betrachtung zufolge entstehen in Krankenhäusern bei Patient*innen mit unvollständiger Verzehrmenge bei einer zufällig ausgewählten Mahlzeit permanent enorme Kosten in der Größenordnung von jährlich knapp 1 Mrd. Euro. Dieser Betrag liegt deutlich unter den bisher in der Literatur und auch vor einiger Zeit für Deutschland berichteten Zahlen [52, 66, 67], er bezieht sich jedoch auch ausschließlich auf die Kosten, die durch eine Verkürzung der Verweildauer aufgrund besserer Ernährung potenziell eingespart werden könnten. Weitere mangelernährungs(mit)bedingte Kosten, die beispielsweise durch notwendige Aufenthalte auf einer Intensivstation, vermehrten Behandlungsbedarf im Krankenhaus, erforderliche Wiederaufnahmen, Inanspruchnahme poststationärer Dienstleistungen und durch beeinträchtige Arbeitsfähigkeit nach der Entlassung entstehen [14, 55, 68–71] und potenziell durch eine bessere Ernährungsversorgung reduziert werden könnten, sind dabei nicht berücksichtigt, da sie sich aus den vorliegenden Daten nicht ableiten lassen. Insgesamt muss betont werden, dass es sich um den Versuch einer groben Schätzung handelt, bei dem sämtliche getroffenen

Annahmen das Ergebnis stark beeinflussen. Werden beispielsweise pro Krankenhaustag statt 560 Euro (Ausgleichspauschale an die Krankenhäuser pro Patient und Tag während der Corona-Pandemie [65]) Kosten von 700 Euro veranschlagt (Kosten je Fall im Jahr 2019 von 5 088 Euro [72] und mittlere Aufenthaltsdauer von 7,2 Tagen [64]), erhöhen sich die geschätzten Kosten auf 1,2 Mrd. Euro. Auch die vorliegenden Kostenkalkulationen aus anderen Ländern variieren stark, da je nach Gesundheitssystem und vorhandener Datenbasis auch unterschiedliche Faktoren berücksichtigt wurden [55].

Der in der vorliegenden Analyse im Fokus stehende Zusammenhang zwischen Mangelernährung und Verweildauer im Krankenhaus ist bekannt [14, 55, 69, 71, 73]. In einer Übersichtsarbeit von 9 europäischen Studien werden Unterschiede von 2,4–7,2 Tagen zwischen mangelernährten und nicht mangelernährten Patient*innen berichtet [55]. Für Deutschland wurde im 14. DGE-Ernährungsbericht anhand der nutritionDay-Daten von 2016–2018 bereits rein deskriptiv ein Unterschied von 2–3 Tagen gezeigt, sowohl in Abhängigkeit vom Ernährungszustand als auch in Abhängigkeit von der Verzehrmenge [4]. In der vorliegenden Analyse hat sich unter Berücksichtigung potenzieller Störgrößen die Zunahme der Verweildauer mit abnehmender Nahrungsaufnahme der Patient*innen im adjustierten Modell klar bestätigt, mit einem Unterschied von etwa 3 Tagen zwischen Patienten*innen mit vollständiger und fehlender Verzehrmenge beim Mittagessen am nutritionDay. Vergleichbar war in einer australischen Erhebung die mittlere Aufenthaltsdauer von Patient*innen, die 25 % oder weniger des Tagesangebots an Mahlzeiten und Zwischenmahlzeiten verzehrten, 2 Tage länger als die von Patient*innen mit mindestens 50 %iger Verzehrmenge [71].

Die Verzehrmenge wurde in der vorliegenden Analyse als Zielgröße gewählt, da sie die aktuelle Ernährung reflektiert und durch Interventionsmaßnahmen unmittelbar beeinflusst werden kann [58]. Die Nahrungsmenge bestimmt längerfristig den Ernährungszustand, der enge Zusammenhang zwischen Nahrungsmenge und Ernährungszustand ist auch bei Krankenhauspatient*innen belegt [74, 75]. Dennoch muss einschränkend festgehalten werden, dass die Verzehrmenge bei einer Mahlzeit eine blitzlichtartige Momentaufnahme ist, die von vielen Faktoren beeinflusst wird.

Die verzehrte Menge beim Mittagessen am nutritionDay korrelierte in Auswertungen des ersten nutritionDay im Jahr 2006 signifikant mit der Verzehrmenge beim Frühstück und Abendessen [76] und wurde zur Vereinfachung zukünftiger Erhebungen daher als Näherungsgröße für die gesamte Nahrungsaufnahme am nutritionDay etabliert. Bei allen Mahlzeiten war in dieser Auswertung des ersten nutritionDay das Risiko innerhalb von 30 Tagen im Krankenhaus zu versterben umso höher, je weniger gegessen wurde [76]. Das erhöhte Mortalitätsrisiko war dabei unabhängig vom Ernährungszustand und von der Art und Schwere der Erkrankung [76], was sich auch in weiteren Analysen bestätigt hat [3]. In einer großen Genfer Untersuchung ging eine geringe Verzehrmenge bei allen Mahlzeiten eines Tages mit einem erhöhten Risiko für Krankenhausinfektionen einher [70].

Mit etwa 60 % war eine unvollständige Verzehrmenge bei deutschen nutritionDay-Teilnehmenden ähnlich häufig wie in anderen nationalen und internationalen nutritionDay-Analysen [3, 76-78]. Einer großen kanadischen Erhebung zufolge verzehrten sogar 57 % der untersuchten Krankenhauspatient*innen weniger als die Hälfte ihrer Mahlzeit am nutritionDay [79].

Der weiteren Berechnung liegt die Annahme zugrunde, dass bei etwa einem Drittel derjenigen mit eingeschränkter Ernährung durch gezielte Maßnahmen ein optimaler, d. h. vollständiger Verzehr der angebotenen Mahlzeiten bewirkt werden kann. Diese Annahme wurde in Anlehnung an die schweizerische EFFORT-Studie getroffen, wo durch Implementierung eines Maßnahmenbündels, das Screening, Ernährungsplan, Intervention und Monitoring umfasste, das Ernährungsziel von 75 % des berechneten Energiebedarfs in der Interventionsgruppe bei 79 % und in der Kontrollgruppe bei 54 % der Patient*innen erreicht wurde. Die mittlere Energiezufuhr lag dort während des Klinikaufenthalts in der Interventionsgruppe im Mittel bei 1 500 kcal/Tag im Vergleich zu 1 200 kcal/Tag in der Kontrollgruppe [58].

Die getroffene Annahme scheint auch insofern realistisch, als einerseits durch eine derzeit nicht optimale Ernährungsversorgung (s. 12.1) ein großes Verbesserungspotenzial in diesem Bereich besteht, sowohl im Hinblick auf das Essensangebot und die erforderliche Unterstützung bei den Mahlzeiten als auch auf die systematische Erfassung der Ernährungssituation und ernährungstherapeutischen Interventionen (s. Tab. 12/14). Andererseits wird vermutlich bei einem größeren Teil der Patient*innen aufgrund der akuten Krankheitssituation kurzfristig auch keine vollständige, bedarfsgerechte Ernährung erreichbar sein. Es könnte im Gegenteil eine Verzerrung dadurch entstehen, dass eine geringe Nahrungsaufnahme den Schweregrad der Erkrankung reflektiert und damit auch ein Marker für den Ressourcenbedarf sein könnte. Diesem Aspekt wurde im multivariaten Modell durch die Variablen Intensivaufenthalt, Aufnahme- und Operationsstatus teilweise Rechnung getragen (Tab. 12/21), eine weitergehende Berücksichtigung war anhand des Datensatzes jedoch nicht möglich.

Eine weitere wesentliche Limitation der vorliegenden Berechnungen liegt im Querschnittsdesign der Studie, aus dem Interventionseffekte definitiv nicht abgeleitet werden können. Zudem sind die nutritionDay-Daten leider nicht repräsentativ für Deutschland, sondern vermutlich eine Positivselektion ernährungsinteressierter Institutionen, in denen möglicherweise bereits eine überdurchschnittliche Ernährungsversorgung stattfindet. Weiterhin stellen die Teilnehmenden am nutritionDay in vielerlei Hinsicht ein sehr heterogenes Patient*innenkollektiv dar (s. 12.1), aus unterschiedlichen medizinischen Fachdisziplinen mit sehr unterschiedlichen Arten und Schweregraden von Erkrankungen.

Wesentliche Limitationen der vorliegenden Modellrechnung bestehen im Querschnittsdesign des nutritionDay-Projekts, der fehlenden Repräsentativität der Daten und der fehlenden Möglichkeit weitere mangelernährungsbedingte Kosten außer der längeren Verweildauer abschätzen zu können.

12.2

Interessanterweise liegt die berechnete mittlere Verweildauer von 7,9 Tagen sehr nahe an der vom Statistischen Bundesamt publizierten mittleren Verweildauer für Deutschland seit 2018 von 7,2 Tagen [64], die für die Berechnung der Kosten verwendet wurde. Da sich Maßnahmen zur Steigerung der Nahrungsaufnahme wie z. B. Trinknahrung, Sondenernährung oder parenteraler Ernährung jedoch nur auf die Verweildauer nach dem nutritionDay auswirken können, wurde die Auswertung auf diesen Zeitraum beschränkt und nicht die gesamte Verweildauer berücksichtigt.

Aufgrund der anstehenden Reformen im deutschen Krankenhauswesen mit mutmaßlich weiterer Verschiebung von Behandlungen vom stationären in den ambulanten Sektor [80, 81] ist damit zu rechnen, dass sich die Verweildauer national reduzieren wird, aber die Patient*innen, die weiterhin stationär behandelt werden, schwerer krank sind. Damit dürfte der Anteil der Krankenhauspatient*innen mit einem Ernährungsproblem und damit auch derjenigen, die von einem Ernährungsmanagement profitieren, steigen. Ernährungsmanagement könnte dann kosteneffektiver werden, da die notwendigen Ressourcen, z. B. Ernährungsfachkräfte, effektiver eingesetzt werden könnten. Zum Teil wurde dies in der vorliegenden Auswertung bereits berücksichtigt, indem Patient*innen, die kürzer als 3 Tage im Krankenhaus waren, ausgeschlossen wurden.

Eine genauere Kostenbilanz muss offenbleiben, da sich der Aufwand zum Erreichen dieser besseren Versorgung aufgrund seiner Vielschichtigkeit derzeit nicht seriös abschätzen lässt. Dieser Aufwand beinhaltet die erforderliche Zeit für ein routinemäßiges Screening auf Mangelernährung bei allen aufgenommenen Patient*innen (ca. 5 Min./Patient*in), die Zeit für ein weiterführendes Assessment bei auffälligen Patient*innen (5–15 Min./Patient*in) sowie für ein erneutes Screening nach einer Woche bei anfangs unauffälligen Patient*innen, da sich die Ernährungssituation zwischenzeitlich verschlechtert haben könnte. Weiterhin werden Ernährungsfachkräfte benötigt, um angemessene Maßnahmen in die Wege zu leiten, die wiederum ebenfalls mit weiteren Kosten verbunden sind, beispielsweise für Trink- und Sondennahrung oder parenterale Ernährung. Nicht zuletzt fallen gegebenenfalls Kosten zur Optimierung des Essensangebots und der pflegerischen Versorgung der Patient*innen bei den Mahlzeiten an. Andererseits besteht möglicherweise auch weiteres Einsparpotenzial durch rein organisatorische Veränderungen, bessere Kommunikation, Verbesserung der Abläufe und dadurch effizientere Nutzung vorhandener Ressourcen. Teilweise sind die genannten Maßnahmen in deutschen Krankenhäusern bereits etabliert, Ernährungsfachkräfte sind vorhanden und Ernährungstherapie findet bei betroffenen Patient*innen statt. Dies ist jedoch in sehr unterschiedlichem Ausmaß der Fall, die Qualität der Ernährungsversorgung ist äußerst heterogen (s. 12.1). Es fehlen deutschlandweite Daten zur derzeitigen Versorgungssituation, die eine Schätzung des erforderlichen Kostenaufwands zur Schaffung der notwendigen Voraussetzungen für ein wirksames Ernährungsmanagement ermöglichen würden.

> **Eine Bilanz zwischen potenzieller Ersparnis durch Vermeidung mangelernährungsbedingter Kosten einerseits und dem Kostenaufwand für die Etablierung einer besseren Ernährungsversorgung andererseits lässt sich anhand der derzeit für Deutschland verfügbaren Informationen nicht erstellen.**

12.2

In verschiedenen internationalen Studien wurde gezeigt, dass sich die Aufenthaltsdauer verkürzt, das Risiko für Komplikationen wie Krankenhausinfektionen und für eine Wiederaufnahme ins Krankenhaus verringert, wenn Patient*innen mit bereits bestehender Mangelernährung oder einem Ernährungsrisiko adäquat ernährungsmedizinisch betreut werden [57]. Daten aus anderen Ländern legen nahe, dass ein Ernährungsmanagement bestehend aus routinemäßigem Screening und individualisierter Ernährungstherapie bei identifizierten Risikopatient*innen im Krankenhaus kosteneffizient sein kann [61, 82-84]. Es ist naheliegend, dass dies auch für das deutsche Gesundheitswesen zutrifft, mit den bisher vorhandenen Daten ist dies jedoch nicht belegbar.

Landesweite Daten liegen dagegen aus der Schweiz vom dortigen Bundesamt für Statistik vor. Anhand dieser Daten wurden in den Jahren 2013–2018 114 264 medizinische Hospitalisationen identifiziert, bei denen ein Mangelernährungsrisiko diagnostiziert und kodiert wurde [85]. In 68 % der Fälle wurde eine Ernährungstherapie durchgeführt. In dieser Kohorte war nicht nur die Sterblichkeitsrate im Krankenhaus bei mangelernährten Patient*innen mit Ernährungstherapie um 21 % signifikant reduziert, zusätzlich war bei den Patient*innen mit Ernährungstherapie die Krankenhauswiederaufnahme innerhalb von 30 Tagen nach der Entlassung („Drehtüreffekt") um 15 % und bei Entlassung in eine Pflegeeinrichtung um 11 % geringer als in einer vergleichbaren (*matched*) Kontrollgruppe ohne Ernährungstherapie. Beide Effekte haben unmittelbar positive Effekte auf die Kosten im Gesundheitswesen.

In Großbritannien wurde die Kosteneffektivität von Ernährungstherapie im Rahmen der Implementierung der Leitlinie des Nationalen Instituts für Exzellenz in Gesundheit und Pflege (*National Institute for Health and Care Excellence*, NICE) zur ernährungsmedizinischen Versorgung von Patient*innen im nationalen Gesundheitssystem (*National Health System*, NHS) gezeigt [86]. Mit steigender Prävalenz der Mangelernährung (von 1–8 %) und steigender Krankheitsschwere (60-Tage-Mortalität von 1–4 %) nahmen dabei die Kosten für ein gewonnenes QUALY (*quality-adjusted life year*) von 65 000 Pfund in der Population mit dem niedrigsten Risiko (1 % Mangelernährung und 1 % Mortalität) auf 6 000 Pfund in der Population mit dem höchsten Risiko (8 % Mangelernährung und 4 % Mortalität) ab [86]. International werden Kosten von < 20 000 Pfund als akzeptabel für ein QUALY angesehen, dieser Wert würde bereits bei einer Mangelernährungsprävalenz von > 3 % und einer 60-Tage-Mortalität von > 1,5 % erreicht [86]. Die Daten verdeutlichen, dass der Einsatz von Ressourcen in Risikogruppen besonders betroffener Patient*innen am effektivsten ist. In weiteren Modellrechnungen wurden für England Kostenbilanzen berechnet, die zeigen, dass die Umsetzung der NICE-Leitlinie zu deutlichen Kosteneinsparungen im Gesundheitswesen führt (je nach Modell 63–77 Mio. Pfund bzw. 119 000–145 000 Pfund/100 000 Einwohner*innen) [67].

12.2.5 Fazit und Ausblick

Die vorliegende Kostenbetrachtung ergab, basierend auf den nutritionDay-Daten der letzten Jahre aus Deutschland in Verbindung mit aktuellen gesundheitsstatistischen Daten, Kosten von rund 1 Mrd. Euro jährlich allein durch eine längere Verweildauer im Krankenhaus bei unvollständigem Verzehr des Mittagessens am Tag der Erhebung, die durch eine bessere Ernährungsversorgung potenziell vermieden werden könnten.

Zukünftig wäre eine genauere Abschätzung der Kosten unter Berücksichtigung weiterer mangelernährungsbedingter Kostenverursacher, wie Wiedereinweisungen und verstärkter Inanspruchnahme von Gesundheitsleistungen sowie insbesondere eine Berechnung der Kostenbilanz wünschenswert. Dies wäre in Zusammenarbeit mit Kostenträgern und gesundheitsökonomischen Expert*innen, z. B. dem unabhängigen Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWIG) oder auch dem Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (InEK) denkbar.

Bis dahin sollten die jeweils vor Ort bestehenden Möglichkeiten zur Etablierung einer hochwertigen Ernährungsversorgung so weit wie möglich ausgeschöpft werden, um das damit verbundene Einsparpotenzial zu nutzen und insbesondere den betroffenen Patient*innen einen weniger belastenden Krankheitsverlauf und eine bessere Lebensqualität zu ermöglichen.

12.3 Literaturverzeichnis

[1] Cass AR, Charlton KE: Prevalence of hospital-acquired malnutrition and modifiable determinants of nutritional deterioration during inpatient admissions: a systematic review of the evidence. J Hum Nutr Diet 35 (2022) 1043–1058. doi:10.1111/jhn.13009

[2] Pradelli L, Zaniolo O, Sanfilippo A et al.: Prevalence and economic cost of malnutrition in Italy: a systematic review and metanalysis from the Italian Society of Artificial Nutrition and Metabolism (SINPE). Nutrition 108 (2023) 111943. doi:10.1016/j.nut.2022.111943

[3] Sauer AC, Goates S, Malone A et al.: Prevalence of malnutrition risk and the impact of nutrition risk on hospital outcomes: results from nutritionDay in the U.S. JPEN J Parenter Enteral Nutr 43 (2019) 918–926. doi:10.1002/jpen.1499

[4] Volkert D, Weber J, Kiesswetter E et al.: 14. DGE-Ernährungsbericht - Vorveröffentlichung Kapitel 2. Ernährungssituation in Krankenhäusern und Pflegeheimen - Auswertung der nutritionDay-Daten für Deutschland. (2019) https://www.dge.de/fileadmin/dok/wissenschaft/ernaehrungsberichte/14eb/14-DGE-EB-Vorveroeffentlichung-Kapitel2.pdf (eingesehen am 29.08.2024)

[5] Allison SP: Malnutrition, disease, and outcome. Nutrition 16 (2000) 590–593. doi:10.1016/s0899-9007(00)00368-3

[6] Bell CL, Lee ASW, Tamura BK: Malnutrition in the nursing home. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 18 (2015) 17–23. doi:10.1097/MCO.0000000000000130

[7] Barker LA, Gout BS, Crowe TC: Hospital malnutrition: prevalence, identification and impact on patients and the healthcare system. Int J Environ Res Public Health 8 (2011) 514–527. doi:10.3390/ijerph8020514

[8] Martin-Martinez A, Ortega O, Viñas P et al.: COVID-19 is associated with oropharyngeal dysphagia and malnutrition in hospitalized patients during the spring 2020 wave of the pandemic. Clin Nutr 41 (2022) 2996–3006. doi:10.1016/j.clnu.2021.06.010

[9] Abate SM, Chekole YA, Estifanos MB et al.: Prevalence and outcomes of malnutrition among hospitalized COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis. Clin Nutr ESPEN 43 (2021) 174–183. doi:10.1016/j.clnesp.2021.03.002

[10] Pérez-Rodríguez P, Díaz de Bustamante M, Aparicio Mollá S et al.: Functional, cognitive, and nutritional decline in 435 elderly nursing home residents after the first wave of the COVID-19 Pandemic. Eur Geriatr Med 12 (2021) 1137–1145. doi:10.1007/s41999-021-00524-1

[11] Frantal S, Pernicka E, Hiesmayr M et al.: Length bias correction in one-day cross-sectional assessments - The nutritionDay study. Clin Nutr 35 (2016) 522–527. doi:10.1016/j.clnu.2015.03.019

[12] Reber E, Norman K, Endrich O et al.: Economic challenges in nutritional management. J Clin Med 8 (2019) 1005. doi:10.3390/jcm8071005

[13] Zhong Y, Cohen JT, Goates S et al.: The cost-effectiveness of oral nutrition supplementation for malnourished older hospital patients. Appl Health Econ Health Policy 15 (2017) 75–83. doi:10.1007/s40258-016-0269-7

[14] Correia MITD, Waitzberg DL: The impact of malnutrition on morbidity, mortality, length of hospital stay and costs evaluated through a multivariate model analysis. Clin Nutr 22 (2003) 235–239. doi:10.1016/s0261-5614(02)00215-7

[15] Abizanda P, Sinclair A, Barcons N et al.: Costs of malnutrition in institutionalized and community-dwelling older adults: a systematic review. J Am Med Dir Assoc 17 (2016) 17–23. doi:10.1016/j.jamda.2015.07.005

[16] Keller HH, Carrier N, Slaughter SE et al.: Prevalence and determinants of poor food intake of residents living in long-term care. J Am Med Dir Assoc 18 (2017) 941–947. doi:10.1016/j.jamda.2017.05.003

[17] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (Hrsg.): DGE-Qualitätsstandard für die Verpflegung in Kliniken. Bonn, 1. Auflage, 2. korrigierter und aktualisierter Nachdruck (2023)

[18] Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege (Hrsg.): Auszug aus dem Expertenstandard Ernährungsmanagement zur Sicherung und Förderung der oralen Ernährung in der Pflege einschließlich Kommentierungen und Literaturstudie. (2017) https://www.dnqp.de/fileadmin/HSOS/Homepages/DNQP/Dateien/Expertenstandards/Ernaehrungsmanagement_in_der_Pflege/Ernaehrung_Akt_Auszug.pdf (eingesehen am 29.08.2024)

[19] Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin e. V. (DGEM): Leitlinien der DGEM für die klinische Ernährung in verschiedenen Fachdisziplinen. https://www.dgem.de/leitlinien (eingesehen am 29.08.2024)

[20] Agarwal E, Ferguson M, Banks M et al.: Nutrition care practices in hospital wards: results from the Nutrition Care Day Survey 2010. Clin Nutr 31 (2012) 995–1001. doi:10.1016/j.clnu.2012.05.014

[21] Cereda E, Lucchin L, Pedrolli C et al.: Nutritional care routines in Italy: results from the PIMAI (Project: Iatrogenic MAlnutrition in Italy) study. Eur J Clin Nutr 64 (2010) 894–898. doi:10.1038/ejcn.2010.85

[22] Hendricks A, Basrai M, Gonzalez Granda A et al.: Umsetzung von ernährungsmedizinischen Leitlinien in Schwerpunktzentren für Alterstraumatologie – eine stichprobenartige Untersuchung zweier Kliniken. Aktuel Ernaehr Med 43 (2018) 272–283. doi:10.1055/a-0652-0970

[23] Volkert D, Arens-Azevêdo U, Pfannes U: Evaluation des „DGE-Qualitätsstandard für die Verpflegung in stationären Senioreneinrichtungen". In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): 13. DGE-Ernährungsbericht. Bonn (2016) 161–201

[24] Moick S, Hiesmayr M, Mouhieddine M et al.: Reducing the knowledge to action gap in hospital nutrition care - developing and implementing nutritionDay 2.0. Clin Nutr 40 (2021) 936–945. doi:10.1016/j.clnu.2020.06.021

[25] Mayring P, Fenzl T: Qualitative Inhaltsanalyse. In: Baur N, Blasius J (Hrsg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Springer, Wiesbaden, 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage (2019) 633–648

[26] Cederholm T, Bosaeus I, Barazzoni R et al.: Diagnostic criteria for malnutrition - An ESPEN Consensus Statement. Clin Nutr 34 (2015) 335–340. doi:10.1016/j.clnu.2015.03.001

[27] Cederholm T, Jensen GL, Correia MITD et al.: GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition - a consensus report from the global clinical nutrition community. Clin Nutr 38 (2019) 1–9. doi:10.1016/j.clnu.2018.08.002

[28] Alves LF, de Jesus JDS, Britto VNM et al.: GLIM criteria to identify malnutrition in patients in hospital settings: a systematic review. JPEN J Parenter Enteral Nutr 47 (2023) 702–709. doi:10.1002/jpen.2533

[29] Giri S, Chenn LM, Romero-Ortuno R: Nursing homes during the COVID-19 pandemic: a scoping review of challenges and responses. Eur Geriatr Med 12 (2021) 1127–1136. doi:10.1007/s41999-021-00531-2

[30] Alkhamees AA, Aljohani MS, Kalani S et al.: Physician's burnout during the COVID-19 pandemic: a systematic review and meta-analysis. Int J Environ Res Public Health 20 (2023) 4598. doi:10.3390/ijerph20054598

[31] Statistisches Bundesamt (Destatis): Grunddaten der Krankenhäuser. (2021) https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Publikationen/Downloads-Krankenhaeuser/grunddaten-krankenhaeuser-2120611217004.html (eingesehen am 29.08.2024)

[32] Statistisches Bundesamt (Destatis): Pflegeheime und ambulante Pflegedienste. (2022) https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Pflege/Tabellen/pflegeeinrichtungen-deutschland.html (eingesehen am 29.08.2024)

[33] Kray J, Renter R, Adolph M et al.: Complex medicalnutritonal therapy according to OPS code 8-98j – a unique feature of the German DRG system. Ernahrungs Umschau 70 (2023) 54–62. doi:10.4455/eu.2023.009

[34] Meijers JMM, Tan F, Schols JMGA et al.: Nutritional care; do process and structure indicators influence malnutrition prevalence over time? Clin Nutr 33 (2014) 459–465. doi:10.1016/j.clnu.2013.06.015

[35] Moick S, Simon J, Hiesmayr M: Nutrition care quality indicators in hospitals and nursing homes: a systematic literature review and critical appraisal of current evidence. Clin Nutr 39 (2020) 1667–1680. doi:10.1016/j.clnu.2019.07.025

[36] van Nie NC, Meijers JMM, Schols JMGA et al.: Do structural quality indicators of nutritional care influence malnutrition prevalence in Dutch, German, and Austrian nursing homes? Nutrition 30 (2014) 1384–1390. doi:10.1016/j.nut.2014.04.015

[37] Lorini C, Porchia BR, Pieralli F et al.: Process, structural, and outcome quality indicators of nutritional care in nursing homes: a systematic review. BMC Health Serv Res 18 (2018) 43. doi:10.1186/s12913-018-2828-0

[38] van Nie-Visser NC, Meijers J, Schols J et al.: Which characteristics of nursing home residents influence differences in malnutrition prevalence? An international comparison of The Netherlands, Germany and Austria. Br J Nutr 111 (2014) 1129–1136. doi:10.1017/S0007114513003541

[39] Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin e. V. (DGEM): Ernährungsmedizin im Krankenhaus stärken. Vorschläge für eine Verbesserung der Struktur- und Prozessqualität. (2023) https://www.dgem.de/sites/default/files/PDFs/Stellungnahmen/LO_Stellungnahme_Klinikreform_final_end_23_04_17.pdf (eingesehen am 29.08.2024)

[40] Bayerischer Landtag: Ernährung im Krankenhaus und stationären Einrichtungen in Bayern. Drucksache 18/9548. (2020) https://www1.bayern.landtag.de/www/ElanTextAblage_WP18/Drucksachen/Schriftliche%20Anfragen/18_0009548.pdf (eingesehen am 29.08.2024)

[41] Bischoff SC, Feuser K: Interdisziplinäres Ernährungsteam. In: Löser C (Hrsg.): Unter- und Mangelernährung. Thieme, Stuttgart (2011) 145–152

[42] Österreiche Arbeitsgemeinschaft für klinische Ernährung (AKE-Nutrition): Ernährungsteams. (2020) https://www.ake-nutrition.at/ERNAEHRUNGSTEAMS.8.0.html (eingesehen am 29.08.2024)

[43] Statista: Anzahl der Krankenhäuser in Österreich von 1985 bis 2022. (2024) https://de.statista.com/statistik/daten/studie/298568/umfrage/oesterreic-hanzahl-der-krankenhaeuser-seit-1985/ (eingesehen am 29.08.2024)

[44] Valentini L, Volkert D, Schütz T et al.: Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM). DGEM-Terminologie in der Klinischen Ernährung. Aktuel Ernahrungsmed 38 (2013) 97–111. doi:10.1055/s-0032-1332980

[45] Kondrup J, Allison SP, Elia M et al.: ESPEN guidelines for nutrition screening 2002. Clin Nutr 22 (2003) 415–421. doi:10.1016/S0261-5614(03)00098-0

[46] Medizinischer Dienst Bund: Maßstäbe und Grundsätze für die Qualität, die Qualitätssicherung und -darstellung sowie für die Entwicklung eines einrichtungsinternen Qualitätsmanagements nach § 113 SGB XI in der vollstationären Pflege vom 23.11.2018. (2023) https://md-bund.de/fileadmin/dokumente/Publikationen/SPV/Expertenstandards_113/Pflege_Qualitaet_MuG_vollstationaer_230530.pdf (eingesehen am 25.09.2024)

[47] van Nie-Visser NC, Meijers JM, Schols JM et al.: To what extent do structural quality indicators of (nutritional) care influence malnutrition prevalence in nursing homes? Clin Nutr 34 (2015) 1172–1176. doi:10.1016/j.clnu.2014.12.003

[48] Lövestam E, Vivanti A, Steiber A et al.: Barriers and enablers in the implementation of a standardised process for nutrition care: findings from a multinational survey of dietetic professionals in 10 countries. J Hum Nutr Diet 33 (2020) 252–262. doi:10.1111/jhn.12700

[49] Paulis SJC, Everink IHJ, Halfens RJG et al.: Perceived quality of collaboration in dehydration care among Dutch nursing home professionals: a cross-sectional study. J Adv Nurs 78 (2022) 2357–2366. doi:10.1111/jan.15149

[50] Bell JJ, Rushton A, Elmas K et al.: Are malnourished inpatients treated by dietitians active participants in their nutrition care? Findings of an exploratory study of patient-reported measures across nine Australian hospitals. Healthcare (Basel) 11 (2023) 1172. doi:10.3390/healthcare11081172

[51] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (Hrsg.): DGE-Qualitätsstandard für die Verpflegung mit „Essen auf Rädern" und in Senioreneinrichtungen. Bonn, 1. Auflage, 2. korrigierter und aktualisierter Nachdruck (2023)

[52] Freijer K, Tan SS, Koopmanschap MA et al.: The economic costs of disease related malnutrition. Clin Nutr 32 (2013) 136–141. doi:10.1016/j.clnu.2012.06.009

[53] Ljungqvist O, van Gossum A, Sanz ML et al.: The European fight against malnutrition. Clin Nutr 29 (2010) 149–150. doi:10.1016/j.clnu.2009.10.004

[54] Ljungqvist O, de Man F: Under nutrition: a major health problem in Europe. Nutr Hosp 24 (2009) 369–370

[55] Khalatbari-Soltani S, Marques-Vidal P: The economic cost of hospital malnutrition in Europe; a narrative review. Clin Nutr ESPEN 10 (2015) e89–e94. doi:10.1016/j.clnesp.2015.04.003

[56] Statistisches Bundesamt (Destatis): Gesundheitsausgaben. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Gesundheitsausgaben/_inhalt.html (eingesehen am 29.08.2024)

[57] Gomes F, Baumgartner A, Bounoure L et al.: Association of nutritional support with clinical outcomes among medical inpatients who are malnourished or at nutritional risk: an updated systematic review and meta-analysis. JAMA Netw Open 2 (2019) e1915138. doi:10.1001/jamanetworkopen.2019.15138

[58] Schuetz P, Fehr R, Baechli V et al.: Individualised nutritional support in medical inpatients at nutritional risk: a randomised clinical trial. Lancet 393 (2019) 2312–2321. doi:10.1016/S0140-6736(18)32776-4

[59] Schuetz P, Sulo S, Walzer S et al.: Economic evaluation of individualized nutritional support in medical inpatients: secondary analysis of the EFFORT trial. Clin Nutr 39 (2020) 3361–3368. doi:10.1016/j.clnu.2020.02.023

[60] Freijer K, Nuijten MJC: Analysis of the health economic impact of medical nutrition in the Netherlands. Eur J Clin Nutr 64 (2010) 1229–1234. doi:10.1038/ejcn.2010.147

[61] Buitrago G, Vargas J, Sulo S et al.: Targeting malnutrition: nutrition programs yield cost savings for hospitalized patients. Clin Nutr 39 (2020) 2896–2901. doi:10.1016/j.clnu.2019.12.025

[62] Toulson Davisson Correia MI, Castro M, de Oliveira Toledo D et al.: Nutrition therapy cost-effectiveness model indicating how nutrition may contribute to the efficiency and financial sustainability of the health systems. JPEN J Parenter Enteral Nutr 45 (2021) 1542–1550. doi:10.1002/jpen.2052

[63] de Una-Alvarez J: Nonparametric estimation under length-biased sampling and type I censoring: a moment based approach. Ann Inst Statist Math 56 (2004) 667–681

[64] Statistisches Bundesamt (Destatis): Eckdaten der Krankenhauspatientinnen und -patienten. (2023) https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/entlassene-patienten-eckdaten.html (eingesehen am 29.08.2024)

[65] Bundesministerium für Gesundheit (BMG): Bundesrat stimmt Gesetzespaketen zur Unterstützung des Gesundheitswesens bei der Bewältigung der Corona-Epidemie zu. Pressemeldung vom 27.03.2020. https://www.bundesgesundheitsministerium.de/presse/pressemitteilungen/2020/1-quartal/corona-gesetzespaket-im-bundesrat (eingesehen am 29.08.2024)

[66] Löser C: Malnutrition in hospital: the clinical and economic implications. Dtsch Arztebl Int 107 (2010) 911–917. doi:10.3238/arztebl.2010.0911

[67] Marinos E on behalf of the Malnutrition Action Group of BAPEN and the National Institute for Health Research Southampton Biomedical Research Centre: The cost of malnutrition in England and potential cost savings from nutritional interventions. (2015) https://www.bapen.org.uk/pdfs/economic-report-full.pdf (eingesehen am 29.08.2024)

[68] Iversen MKF, Buhl A, Schnieber A: Nutritional risk predicts readmission within 30 and 180 days after discharge among older adult patients across a broad spectrum of diagnoses. Clin Nutr ESPEN 61 (2024) 288–294. doi:10.1016/j.clnesp.2024.03.027

[69] Lim SL, Ong KCB, Chan YH et al.: Malnutrition and its impact on cost of hospitalization, length of stay, readmission and 3-year mortality. Clin Nutr 31 (2012) 345–350. doi:10.1016/j.clnu.2011.11.001

[70] Thibault R, Makhlouf A-M, Kossovsky MP et al.: Healthcare-associated infections are associated with insufficient dietary intake: an observational cross-sectional study. PLoS One 10 (2015) e0123695. doi:10.1371/journal.pone.0123695

[71] Agarwal E, Ferguson M, Banks M et al.: Malnutrition and poor food intake are associated with prolonged hospital stay, frequent readmissions, and greater in-hospital mortality: results from the Nutrition Care Day Survey 2010. Clin Nutr 32 (2013) 737–745. doi:10.1016/j.clnu.2012.11.021

[72] Statistisches Bundesamt (Destatis): Ein Krankenhausfall kostete 2019 durchschnittlich 5 088 Euro. Pressemitteilung Nr. 194 vom 16. April 2021. (2021) https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/04/PD21_194_231.html (eingesehen am 29.08.2024)

[73] Pirlich M, Schutz T, Norman K et al.: The German hospital malnutrition study. Clin Nutr 25 (2006) 563–572. doi:10.1016/j.clnu.2006.03.005

[74] Schindler K, Themessl-Huber M, Hiesmayr M et al.: To eat or not to eat? Indicators for reduced food intake in 91,245 patients hospitalized on nutritionDays 2006-2014 in 56 countries worldwide: a descriptive analysis. Am J Clin Nutr 104 (2016) 1393–1402. doi:10.3945/ajcn.116.137125

[75] Agarwal E, Ferguson M, Banks M et al.: Nutritional status and dietary intake of acute care patients: results from the Nutrition Care Day Survey 2010. Clin Nutr 31 (2012) 41–47. doi:10.1016/j.clnu.2011.08.002

[76] Hiesmayr M, Schindler K, Pernicka E et al.: Decreased food intake is a risk factor for mortality in hospitalised patients: the NutritionDay survey 2006. Clin Nutr 28 (2009) 484–491. doi:10.1016/j.clnu.2009.05.013

[77] Henriksen C, Gjelstad IM, Nilssen H et al.: A low proportion of malnourished patients receive nutrition treatment - results from nutritionDay. Food Nutr Res 61 (2017) 1391667. doi:10.1080/16546628.2017.1391667

[78] Kontogianni MD, Poulia KA, Bersimis F et al.: Exploring factors influencing dietary intake during hospitalization: results from analyzing nutritionDay's database (2006-2013). Clin Nutr ESPEN 38 (2020) 263–270. doi:10.1016/j.clnesp.2020.04.001

[79] Kent-Smith L, Eisenbraun C, Wile H: Hospital patients are not eating their full meal: results of the Canadian 2010-2011 nutritionDay Survey. Can J Diet Pract Res 77 (2016) 25–29. doi:10.3148/cjdpr-2015-028

[80] Pioch C, Nimptsch U, Mannsky T et al.: Endbericht zum Projekt Ambulantisierungspotenzial in deutschen Krankenhäusern. (2023) https://www.zi.de/fileadmin/Downloads/Service/Gutachten/Endbericht_AMBPO_30-11-23.pdf (eingesehen am 29.08.2024)

[81] Redaktion Deutsches Ärzteblatt: Weitere Ambulantisierung vorantreiben. (2024) https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/150733/Weitere-Ambulantisierung-vorantreiben (eingesehen am 29.08.2024)

[82] Schuetz P, Sulo S, Walzer S et al.: Cost savings associated with nutritional support in medical inpatients: an economic model based on data from a systematic review of randomised trials. BMJ Open 11 (2021) e046402. doi:10.1136/bmjopen-2020-046402

[83] Sulo S, Feldstein J, Partridge J et al.: Budget impact of a comprehensive nutrition-focused quality improvement program for malnourished hospitalized patients. Am Health Drug Benefits 10 (2017) 262–270

[84] Correia MITD, Laviano A: Cost-effectiveness of nutrition therapy. Nutrition 50 (2018) 109–111. doi:10.1016/j.nut.2018.01.001

[85] Kaegi-Braun N, Mueller M, Schuetz P et al.: Evaluation of nutritional support and in-hospital mortality in patients with malnutrition. JAMA Netw Open 4 (2021) e2033433. doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.33433

[86] National Collaborating Centre for Acute Care (UK) (Hrsg.): Nutrition support for adults: oral nutrition support, enteral tube feeding and parenteral nutrition. (2006) https://www.nice.org.uk/guidance/cg32/evidence/full-guideline-pdf-194889853 (eingesehen am 29.08.2024)

13 Systemgastronomie in Deutschland: Speisenangebot und Nutzungsverhalten*

Sabine Will, Claudia Meißner, Mario Meixner, Margot Dasbach, Wilfried Rozhon, Nora Brehme, Katja Kröller

Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie und Landschaftsentwicklung, Hochschule Anhalt, Bernburg

Zusammenfassung

Einleitung: Die Bedeutung der Systemgastronomie wächst auch in Deutschland stetig, und könnte aufgrund eines Angebots mit hoher Energie- und geringer Nährstoffdichte zu den hohen Prävalenzzahlen ernährungsmitbedingter Erkrankungen beitragen. Daten zu Angebot und Nutzung von Systemgastronomie in Deutschland liegen bisher nur begrenzt vor, sodass sich das vorliegende Forschungsprojekt der Analyse und Bewertung einer Stichprobe von 14 ausgewählten Restaurant-Ketten in Deutschland gewidmet hat.

Methodik: Anhand der vollständigen Erfassung der von den Unternehmen auf ihrer Webseite zur Verfügung gestellten Informationen zu ihrem Standard-Speisenangebot erfolgte eine ernährungsphysiologisch bezogene Bewertung. Zudem wurde mit einem Mix aus qualitativen und quantitativen Methoden das Nutzungsverhalten in der Zielgruppe der 16- bis unter 35-Jährigen erfasst und entsprechende Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Ergebnisse: Alle untersuchten Unternehmen boten sowohl vegetarische als auch vegane Speisen an, wobei sich diese in der Energie- und Nährstoffzusammensetzung von den fleischhaltigen Angeboten kaum unterschieden und auch seltener von den Teilnehmenden gewählt wurden. Der überwiegende Anteil (63–80 %) der von den Teilnehmenden gewählten Speisenkombinationen überschritt die von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfohlenen Richtwerte für Energie, Fett, Zucker und Salz. In der vorliegenden repräsentativen Befragung gaben die Befragten an, die Systemgastronomie mit 30 % häufiger als die Individualgastronomie oder die Gemeinschaftsverpflegung zu nutzen, vor allem aufgrund der guten Erreichbarkeit und dem schnellen Service. Teilnehmende mit höherer Impulsivität und stärker ausgeprägter *unhealthy-tasty intuition* nutzen häufiger die Systemgastronomie, während stärker gesundheitsorientierte Nutzer*innen die Individualgastronomie bevorzugen.

* Die vorliegende Studie wurde im Rahmen des 15. DGE-Ernährungsberichts durchgeführt und wurde aus Mitteln des Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) durch den Projektträger Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) gefördert (Förderkennzeichen 2821HS004). Der DGE-Ernährungsbericht wird von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) im Auftrag des BMEL herausgegeben.

Die befragte Stichprobe beschreibt vor allem positive Einstellungen der Systemgastronomie gegenüber, wobei auf die Gesundheit oder Nachhaltigkeit bezogene Motive eine untergeordnete Rolle zu spielen scheinen.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse zeigen, dass die von der Zielgruppe gewählten Speisen und entsprechende Kombinationen aus der Systemgastronomie als ernährungsphysiologisch kritisch bewertet werden müssen. Die Ergebnisse zur Speisenauswahl und der Verzehrhäufigkeit unterstützen dies. Die erfassten, auf die Verbraucher*innen bezogenen, Motive legen nahe, dass bewusst auf die Gesundheit oder Nachhaltigkeit ausgerichtete Strategien kaum effektiv sein dürften, auf den Preis ausgerichtete oder affektiv wirksame Strategien aber als wirksam anzunehmen sind.

Kernaussagen

- Die DGE/ÖGE-Referenzwerte für die Zufuhr von Energie, Fett, Salz und Zucker wurden für die am häufigsten verzehrten Speisen bzw. Speisenkombinationen überschritten, wobei sich vegetarische bzw. vegane von den fleischhaltigen Varianten kaum unterschieden.
- 30 % der 16- bis unter 35-Jährigen gaben an, Restaurants der Systemgastronomie mindestens einmal pro Woche und damit nach eigener Aussage häufiger als die individuelle Gastronomie oder die Gemeinschaftsverpflegung zu nutzen.
- Als wichtigste Nutzungsmotive wurden die gute Erreichbarkeit, der schnelle Service und ein standardisiertes Angebot angegeben. Meist standen bei der Nutzung andere Aktivitäten (z. B. Einkaufen, Arbeitsweg) im Vordergrund.
- Die untersuchten Nutzer*innen ließen sich vor allem durch preis- und genussorientierte Strategien beeinflussen. Strategien, die Gesundheits- oder Nachhaltigkeitsaspekte betonen, könnten hier sogar gegenteilige Effekte haben.

13.1 Einleitung

Abgeleitet aus der vorhandenen Literatur [1, 2] kann der Begriff Systemgastronomie als ein Zweig der Gastronomie beschrieben werden, in welchem ein definiertes und multiplizierbares Konzept, eine zentrale Steuerung sowie eine Standardisierung des Speisenangebots vorhanden sind. Einer Statistik des Bundesverbandes der Systemgastronomie (BdS) folgend wies die Systemgastronomie im Jahr 2023 einen Umsatz von 31 Mrd. Euro auf, was eine Steigerung gegenüber 2022 (+12 %), aber auch gegenüber der Vor-Corona-Zeit von 2019 (+2 %) bedeutet [3]. Internationale Analysen zeigen dabei, dass Systemgastronomie-Angebote mindestens 600 kcal/Portion beinhalten [4]. Zudem weisen nahezu alle angebotenen Produkte im Vergleich zu gängigen Empfehlungen einen erhöhten Energie-, Fett- und Salzgehalt auf [5], wobei die durchschnittliche Energiezufuhr der Verbraucher*innen je nach Restaurant-Kette variiert [6]. Die Notwendigkeit zur Berücksichtigung von auf die Nachhaltigkeit bezogenen Aspekten wird in der Außer-Haus-Verpflegung zunehmend erkannt. 2013 berichtet eine Studie aus UK, dass Fast-Food-Ketten in der Umsetzung von Nachhaltigkeitskonzepten weiter sind als mittelgroße Fast-Food-Restaurants [7]. In Deutschland wurden am Institut für Nachhaltige Ernährung seit 2017 mehrere Instrumente zur Analyse und Verbesserung der Nachhaltigkeit von Speisen in der Gemeinschaftsverpflegung entwickelt [8, 9], konkrete Bewertungen zur Systemgastronomie liegen jedoch nicht vor.

Bereits vorhandene Untersuchungen anderer Länder zeigen, dass die Systemgastronomie regelmäßig und von einer breiten Bevölkerungsgruppe in Anspruch genommen wird [10]. Der BdS berichtet für das Jahr 2023 auch in Deutschland von einer Zunahme der Besucher*innenzahlen mit 8 % gegenüber 2022 und 6 % gegenüber 2019 (Vor-Corona-Zeit) [3]. Als Motiv für die Inanspruchnahme wird in internationalen Studien übereinstimmend der Preis als wichtigstes Kriterium genannt [11, 12]. Daneben sind der schnelle Service, die einfache Nutzung sowie der Geschmack relevante Motive [13, 14]. Der wahrgenommene Gesundheitswert von Speisen scheint für die Systemgastronomie dagegen keinen Einfluss auf die Konsumhäufigkeit zu haben [15]. Gesundheitsorientierte Hinweise und Kennzeichnungen von Nährwerten könnten sogar nachteilige Effekte haben [16, 17]. Es existieren bislang nur wenige Studien zu den Einstellungen von Nutzer*innen der Systemgastronomie, und diese weisen wiederum einen geringen Zusammenhang zwischen den vorhandenen Einstellungen und dem eigentlichen Konsum auf [18]. Dieses auch als „Einstellungs-Verhaltens-Lücke" bekannte Phänomen der Konsument*innen-Forschung [19] kann durch den Einfluss impliziter, also unbewusster Einstellungen, begründet werden: So können individuelle Entscheidungen für Produkte mit einer ernährungsphysiologisch eher ungünstigen Zusammensetzung beispielsweise durch die als *unhealthy-tasty intuition* bekannte Heuristik erklärt werden [17, 20]. Dabei wird die Nahrungsauswahl durch implizit vorhandene Erwartungen eines besseren Geschmackserlebnisses bei ernährungsphysiologisch eher ungünstigen Angeboten gegenüber einem schlechteren erwarteten Geschmackserlebnis bei ernährungsphysiologisch günstigen Angeboten beeinflusst.

Insgesamt gibt es zum individuellen Nutzungsverhalten der Systemgastronomie sowie der damit verbundenen Energie- und Nährstoffzufuhr zurzeit keine belastbaren Daten für Deutschland. Die vorhandenen Zahlen weisen auf eine breite Nutzung bei einem im Vergleich zu den Empfehlungen energie-, fett- und salzreichen Angebot hin [4–6, 10], was die Systemgastronomie zu einem potenziellen Einflussfaktor der Entwicklung von ernährungsphysiologisch ungünstigen Ernährungsgewohnheiten macht. Um in dem

komplexen Gefüge aus Angebot und Inanspruchnahme von Systemgastronomie konkrete Ansatzpunkte für eine nachhaltige Gesundheitsförderung ableiten zu können, wurden in der hier beschriebenen Untersuchung die vorhandenen Speisenangebote einer Auswahl in Deutschland etablierter Systemgastronomie-Ketten analysiert und mit dem individuellen Nutzungsverhalten der Verbraucher*innen im Alter von 16 bis unter 35 Jahren in Zusammenhang gebracht. Einem multimodalen und interdisziplinären Ansatz folgend standen dabei die folgenden Zielstellungen im Vordergrund:

- Analyse der betrachteten Speisen hinsichtlich ihrer ernährungsphysiologischen Qualität und Nachhaltigkeitsaspekte
- Erfassung und Analyse der von der Zielgruppe am häufigsten verzehrten Speisen der Systemgastronomie
- Erfassung und Analyse des Nutzungsverhaltens sowie psychologischer Einflussfaktoren in der Zielgruppe der 16- bis unter 35-Jährigen
- Ableitung von verhältnisorientierten Handlungsempfehlungen aus den Ergebnissen der ernährungsphysiologischen Analyse und dem Nutzungsverhalten.

Für die auf die Nachhaltigkeit bezogene Analyse der ausgewählten Restaurant-Ketten und ihrer Angebote wurde ein umfangreicher Kriterienkatalog zusammengestellt, der aufgrund eines nur geringen Rücklaufs (2 von 14 Restaurant-Ketten) jedoch nur unvollständig ausgewertet werden konnte. Aus diesem Grund wird auf eine vertiefte Darstellung hier verzichtet.

13.2 Methodik

Der Komplexität der Fragestellung entsprechend wurde ein multimodaler und interdisziplinärer Ansatz gewählt, der im Überblick in Abbildung 13/1 dargestellt und in den folgenden Unterpunkten detaillierter beschrieben ist.

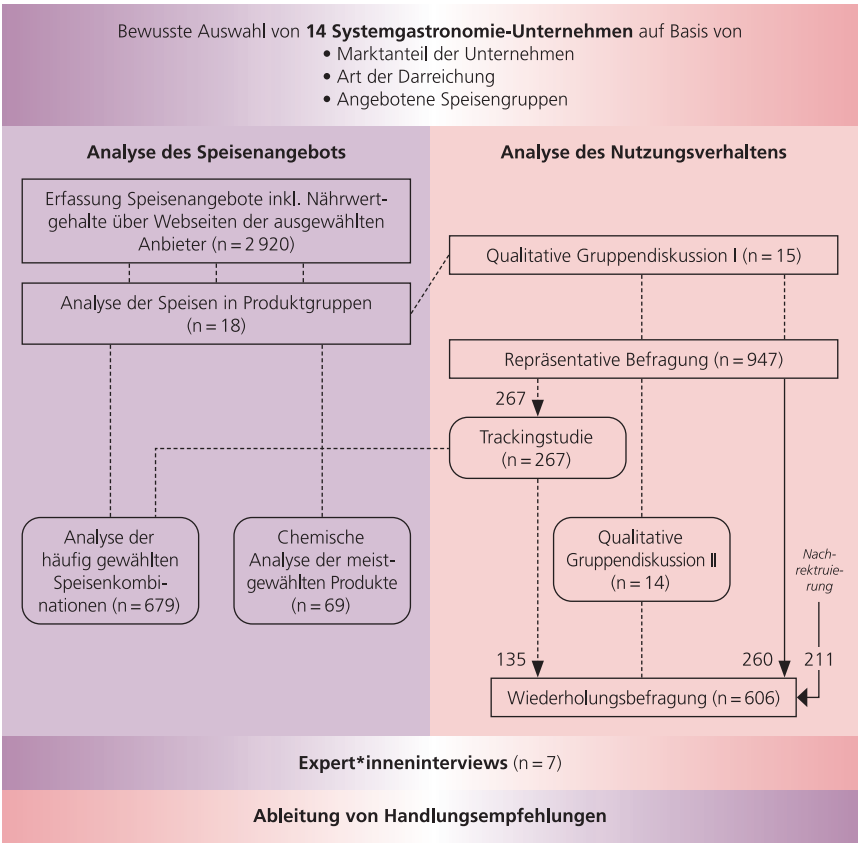


Abbildung 13/1: Übersichtsgrafik der einzelnen Studienkomponenten

13.2.1 Stichprobe Unternehmen

Die Grundgesamtheit der Untersuchung stellten alle Unternehmen der Quick- und Full-Service-Gastronomie in Deutschland dar, die entweder als Restaurant-Kette oder im Franchisesystem geführt werden und sich auf ein Produktsortiment spezialisieren. Nicht in die Grundgesamtheit aufgenommen wurden Unternehmen, deren Kerngeschäft nicht in der Systemgastronomie liegt, wie z. B. Bäckereien oder Möbelhäuser. Die Auswahl der Unternehmen erfolgte auf Grundlage von Daten des Jahresberichts des Bundesverbands der Systemgastronomie sowie der Top-100-Statistik der Zeitschrift *food*service [21]. Aufgrund der regional unterschiedlichen Verbreitung der Unternehmen und der teilweise geringen Anzahl von Standorten wurde keine Zufallsauswahl vorgenommen. Stattdessen erfolgte eine bewusste Auswahl der Restaurant-Ketten, um eine möglichst hohe Abdeckung der Inanspruchnahme von Systemgastronomie in der Bevölkerung sowie eine gewisse Angebotsvielfalt zu gewährleisten. Aus der Systemgastronomie wurde eine Stichprobe von 14 Unternehmen mittels einer bewussten Auswahl auf Basis von Marktanteilen (aus den Top-100-Unternehmen der Systemgastronomie), der Art der Darreichung

(Quick und Full Service) sowie der angebotenen Speisengruppen gewählt. Zudem wurden typische Vertreter für den Quick- und Full-Service-Bereich ausgewählt, die besonders im Trend lagen.

Die Auswahl spiegelt den Umsatzanteil von Quick (80 %) und Full Service (20 %) in der Grundgesamtheit wider und soll die Relevanz der ausgewählten Unternehmen für den Markt sicherstellen. Quick Service wurde dabei definiert als ein Angebot, bei dem die Kundschaft an einer Theke bestellt und bezahlt und/oder den Transport der Speisen und/oder des benutzten Geschirrs selbst übernimmt. Full Service hingegen bedeutet, dass die Kundschaft am Tisch bedient wird, dort bestellt und bezahlt und die Speisen sowie das benutzte Geschirr von Servicepersonal transportiert werden. Neben den mittleren Ergebnissen für die Erhebungen zu allen untersuchten Restaurant-Ketten werden im vorliegenden Artikel vergleichende Analysen für fünf ausgewählte Restaurant-Unternehmen präsentiert. Diese Unternehmen sind als Vertreter der Systemgastronomie ubiquitär in Deutschland vertreten, weisen höchste Bekanntheitsgrade in der Zielgruppe auf (60–99 %) und haben für die Systemgastronomie kennzeichnende Produktgruppen im Angebot.

13.2.2 Erfassung und Auswertung des Produktangebots

Für die ausgewählte Stichprobe erfolgte eine vollständige Erfassung der von den Restaurant-Ketten auf ihrer Webseite zur Verfügung gestellten Informationen zu ihrem Standard-Speisenangebot zum Stichtag 13.07.2022 (ohne Produkte aus Aktionswochen). Erfasst wurden Speisenamen, verfügbare Nährwertangaben und Label (z. B. Bio, Fairtrade). Es erfolgte eine Zuordnung der Speisen zu 18 zuvor definierten Produktgruppen (z. B. Burger, Pizza, Wraps) mit entsprechenden Untergruppen (Tab. 13/1). Die Gruppen wurden aus der Literatur [22] sowie auf Basis der Zubereitungsart und den Hauptzutaten abgeleitet.

Tabelle 13/1: Übersicht der zugeordneten Produktgruppen mit Untergruppen

Burger (weiches Brötchen [Bun] belegt mit verschiedenen Zutaten; Hauptzutat ist ein gegartes Patty in der Form des Brötchens aus Fleisch, meist Hackfleisch oder einer pflanzlichen Alternative)	Rindfleisch	1 Patty	**Fleisch und Alternativen** (Stücke und Zubereitungen aus Fleisch sowie deren pflanzenbasierte Alternativen)	Rindfleisch	unpaniert
		2 Pattys			paniert
	Fisch	unpaniert		Geflügel	ganze Fasern unpaniert
		paniert			ganze Fasern paniert
	Geflügel	unpaniert			fein-zerkleinert paniert
		paniert		Fisch	ganze Fasern unpaniert
		2 panierte Pattys			ganze Fasern paniert
	Schwein				fein-zerkleinert unpaniert
	ovo-lacto-vegetabil	unpaniert			fein-zerkleinert paniert
		paniert		ovo-lacto-vegetarische Alternative	
		2 unpanierte Pattys		vegane Alternative	
	vegan	unpaniert	**Beilagen** (Speisen zu einem Hauptgericht, werden aber auch einzeln verzehrt, umfassen Sättigungs- und Gemüsebeilagen)	Kartoffeln	Pommes
		paniert			Kartoffelspalten
Pizza (Speise der italienischen Küche, bei welcher ein runder, flacher Hefeteig vor dem Backen mit meist herzhaften Zutaten belegt wird)	mit Fleisch				Chips
	mit Fisch				Kartoffelpüree
	mit Meeresfrüchten				Ofenkartoffeln
	ovo-lacto-vegetabil				Kartoffelgratin
	Vegan				Riffelkartoffeln
Nudelgerichte (Speisen, die Nudeln als Hauptbestandteil enthalten und meist mit einer Soße verzehrt werden)	mit Fleisch				Kartoffelrösti
	mit Fisch			frittierte Produkte im Teigmantel	Käsenuggets
	mit Meeresfrüchten				Gemüse
	ovo-lacto-vegetabil			warme Gemüsespeisen	
	vegan			Brot	
Wraps (mit einer Füllung versehener gerollter Teigfladen [Soft Tortilla])	mit Fleisch		**Sandwiches** (Speisen aus zwei oder mehr Scheiben Brot, Brötchen oder Baguette, zwischen denen sich ein oder mehrere Beläge befinden)	mit Fleisch	
	mit Fisch			mit Fisch	
	mit Meeresfrüchten			mit Meeresfrüchten	
	ovo-lacto-vegetabil			ovo-lacto-vegetabil	
	vegan			vegan	

13.2

▶ Fortsetzung **Tabelle 13/1**

Salate (Speisen aus zerkleinertem Gemüse, welche mit einem Dressing angemacht werden und weitere Zutaten enthalten können)	mit Fleisch
	mit Fisch
	mit Meeresfrüchten
	ovo-lacto-vegetabil
	vegan
Curry (Speisen der asiatischen Küche, deren Basis eine sämige Soße mit verschiedenen Gewürzen ist und Zugaben von Fleisch, Fisch oder Gemüse enthalten)	mit Fleisch
	mit Fisch
	mit Meeresfrüchten
	ovo-lacto-vegetabil
	vegan
Süße Backwaren (Speisen aus Teigen oder Massen mit höheren Anteilen an Fett und Zucker)	Kuchenstück
	Gebäckteilchen
	frittierte Backwaren
	Kekse
	Muffins
Eier-Speisen (Speisen, deren Hauptzutat Eier sind)	mit Fleisch
	ohne Fleisch
Sushi (Speise der japanischen Küche aus kaltem, gekochtem und gesäuertem Reis, welcher mit anderen Zutaten, wie Fisch, Gemüse oder getrocknetem Seetang, in mundgerechten Stücken serviert wird)	
Soßen/Dips (halbflüssige Zubereitungen, die in Verbindung mit anderen Speisen verzehrt werden, um den Geschmack zu ergänzen, wie Ketchup, Mayonnaise, Senf)	

Bowls (Gerichte, die in einer Schüssel serviert werden und aus mehreren Speisen ohne definierbare Hauptkomponente bestehen)	mit Fleisch
	mit Fisch
	mit Meeresfrüchten
	ovo-lacto-vegetabil
	vegan
Suppen (Speisen mit einem hohen Flüssigkeitsanteil, welche mit unterschiedlichsten Einlagen als Vorspeise oder Hauptgang verzehrt werden)	
Desserts (süße Speisen und Speisenzubereitungen die meist nach der Hauptspeise verzehrt werden)	Eis
	Obst
	Pudding/Milchreis/Müsli
	andere Süßwaren
Getränke (Flüssigkeiten, die zum Trinken konsumiert werden)	Saft/Smoothies
	Soft-/Energydrinks
	alkoholische Getränke
	Kaffeegetränke
	Shakes
	Schorlen
	Wasser
	Teegetränke
Toppings (wählbare Extra-Zutaten zu den Speisen, wie Sahne, Keksstücke, Speck)	

Die erfasste Speisenauswahl bildet die Grundlage für die ernährungsphysiologischen Analysen des Speisenangebotes sowie für die Untersuchungen zum Nutzungsverhalten, die sich aus jeweils mehreren Aspekten zusammensetzen (s. 13.2.3 und 13.2.4). Eine Übersicht der nachfolgend näher erläuterten Methoden gibt Abbildung 13/1.

13.2.3 Ernährungsphysiologische Analyse

Es wurden die Portionsgrößen sowie die Gehalte an Energie, Kohlenhydraten, Zucker, Fett, gesättigten Fettsäuren, Protein, Salz und Ballaststoffen pro Portion erfasst sowie die Energiedichte und die prozentualen Anteile der Hauptnährstoffe an der Gesamtenergie berechnet. Bei den berücksichtigten Angaben zum Zucker handelt es sich um den Gesamtzucker, der den von Natur aus enthaltenen Zucker sowie bei der Zubereitung zugesetzten Zucker umfasst. Energie- und Nährstoffgehalte wurden, bis auf die Angaben zur Energiedichte, auf die Portionen bezogen dargestellt, da angenommen wird, dass die gewählten Portionen der gekauften Speisen auch vollständig verzehrt werden. Untersuchungen belegen, dass der tatsächliche Verzehr von der Menge der angebotenen Speisen abhängt. So stellt die Portionsgröße einen visuellen Hinweis bzw. eine Konsumnorm dar, die Einfluss auf den Verzehr und das Sättigungsgefühl hat [23–25].

Im Fokus der Analyse standen Speisen und Speisenkombinationen (Abb. 13/1), die von den befragten Teilnehmenden besonders häufig konsumiert wurden. Dazu wurden innerhalb der Tracking-Studie (s. 13.2.4) die Systemgastronomie-Besuche der Teilnehmenden über einen Zeitraum von vier Wochen protokolliert und auf dieser Basis die am häufigsten protokollierten Speisen je Produktgruppe identifiziert, auf Ebene der Produktuntergruppen zusammengefasst und analysiert, wobei je nach Häufigkeit der Nennungen bis zu vier Produktuntergruppen betrachtet wurden. Produkte, die selten oder gar nicht protokolliert wurden, wurden in die Auswertung nicht einbezogen.

Von den als häufig verzehrt identifizierten Speisen wurde eine Stichprobe aus 59 Speisen und 10 Getränken nach gängigen Analysemethoden chemisch auf die Gehalte an Kohlenhydraten, Zuckern, Proteinen, Fetten, Ballaststoffen und Salzen analysiert und mit den Angaben der Unternehmen verglichen. Die Ergebnisse bestätigten im Durchschnitt die Nährwertangaben der Unternehmen. Es zeigten sich in einigen Fällen Abweichungen, z. B. im Salzgehalt, die sich aber im gesetzlich vorgegebenen Rahmen befanden. In die ernährungsphysiologischen Analysen flossen die Ergebnisse der chemischen Untersuchung nicht ein.

Des Weiteren wurden die oben genannten Parameter der Speisen zu Energie- und Nährwertgehalten von Speisenkombinationen kumuliert, wobei die Zusammenstellung ebenfalls anhand der Ergebnisse der Tracking-Studie erfolgte. Diese Speisenkombinationen bilden damit die tatsächlich von den Teilnehmenden protokollierten Bestellungen bei Nutzung der Systemgastronomie und damit ein reales Nutzungsverhalten ab. Die Benennung der Speisen und Speisenkombinationen orientierte sich an deren Bestandteilen, z. B. „Burger, Beilage, Softdrink" für alle Mahlzeiten, die einen Burger, eine Beilage und einen Softdrink enthielten. Die ernährungsphysiologische Analyse erfolgte auf Basis der Mittelwerte über alle konkret benannten Burger, Beilagen und Softdrinks (inklusive der angegebenen Portionsgrößen). So enthält die Speisenkombination „Burger, Beilage, Softdrink" zwar unterschiedliche Burger, Beilagen und Softdrinks, es wird jedoch das Mittel an Energie und Nährstoffen abgebildet, die über diese Speisenkombination aufgenommen wurde. Die Produktuntergruppe Softdrink umfasst zuckerhaltige und zuckerfreie Varianten. Unspezifische Angabe wurden als zuckerhaltige Varianten klassifiziert. Anschließend wurden die so zusammengestellten Speisen und Speisenkombinationen mit den Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) und der Österreichischen Gesellschaft für Ernährung (ÖGE) [26] verglichen. Dabei wurde davon

ausgegangen, dass in der Systemgastronomie eine Hauptmahlzeit (Frühstück, Mittagessen oder Abendessen) eingenommen wurde. Deshalb wurde hinsichtlich der Energiezufuhr der sogenannte Viertel-Ansatz verwendet, d. h., es werden jeweils 25 % des Richtwerts für die Energiezufuhr für das Frühstück, Mittag- und Abendessen sowie jeweils 12,5 % für zwei Zwischenmahlzeiten zugrunde gelegt [27]. Da sich der größte Anteil der Teilnehmenden der Tracking-Studie, deren Mahlzeiten in die Untersuchung einflossen, in der Altersgruppe der 25- bis 35-Jährigen befanden, wurden als Richtwerte die Angaben für die Altersgruppe der 25- bis unter 51-Jährigen zum Vergleich genutzt. Basierend auf den Angaben zum Aktivitätsniveau und der körperlichen Betätigung pro Woche aus der repräsentativen Grundbefragung (s. 13.2.4) wurde ein PAL-Wert (*physical activity level,* PAL) von 1,6 abgeleitet[1]. Aus pragmatischen Gründen wurde der Viertel-Ansatz auch für die anderen betrachteten Nährstoffe herangezogen, um einzelne Speisenkombinationen vergleichen und bewerten zu können (Tab. 13/2). Hinsichtlich der prozentualen Energiezufuhr wurde ein Energieanteil an Kohlenhydraten > 50 Energieprozent (En%), ein Energieanteil an Fett von 30 En% und ein Energieanteil an Protein von 15 En% zugrunde gelegt [28]. Zur Bewertung der Qualität der Fette wurde der Anteil der gesättigten Fettsäuren an der Gesamtenergiezufuhr pro Person zugrunde gelegt. Dieser sollte 7 bis 10 % der Energie ausmachen [29]. Für die ernährungsphysiologische Analyse wurde die Obergrenze von 10 En% gewählt. Zur Beurteilung der Qualität der Kohlenhydrate wurde der Zuckergehalt der Speisen und Speisenkombinationen berücksichtigt, wobei der von den Restaurant-Ketten angegebene Gesamtzucker (alle Mono- und Disaccharide in der Nahrung, unabhängig von deren Quelle) aus den Nährwertangaben zur Bewertung herangezogen wurde. Aufgrund mangelnder Richtwerte zur Zufuhr von Gesamtzucker wurde als Beurteilungskriterium der freie Zucker gewählt und die entsprechende Empfehlung des Konsensuspapiers der DGE zugrunde gelegt, wonach die Zufuhr von freiem Zucker auf 10 % der Gesamtenergiezufuhr zu beschränken ist. Bei freiem Zucker handelt es sich um Mono- und Disaccharide, die den Lebensmitteln und Speisen bei der Herstellung zugesetzt werden sowie um natürlich vorkommende Zucker in Honig, Sirup, Fruchtsaftkonzentraten und Fruchtsäften [30].

[1] Die Befragten beantworteten in der Grundbefragung zwei Fragen zur körperlichen Aktivität im Beruf und im Freizeitverhalten. Aus diesen Angaben wurde der individuelle PAL-Wert ermittelt und daraus anschließend der Mittelwert berechnet.

Tabelle 13/2: Darstellung der abgeleiteten Werte für die Nährstoffzufuhr nach dem Viertel-Ansatz auf Basis der DGE/ÖGE-Referenzwerte [26–28, 30]

Nährstoff	DGE/ÖGE-Richtwerte	Werte abgeleitet nach dem Viertel-Ansatz für die Altersgruppe der 25- bis unter 51-Jährigen, PAL-Wert 1,6	
		Männer	Frauen
Energiezufuhr/Tag [27]		2 700 kcal	2 100 kcal
Energiezufuhr/ Hauptmahlzeit [28]		675 kcal	525 kcal
Kohlenhydrate [27, 29]	> 50 En%	337,5 kcal bzw. 84,4 g	262,5 kcal bzw. 65,6 g
davon Zucker[a] [30]	10 % der Gesamtenergie-zufuhr aus freien Zuckern[b]	67,5 kcal bzw. 16,9 g	52,5 kcal bzw. 13,1 g
Ballaststoffe [27]	≥ 30 g/Tag	15 kcal bzw. 7,5 g	15 kcal bzw. 7,5 g
Fett [27]	30 En%	202,5 kcal bzw. 22,5 g	157,5 kcal bzw. 17,5 g
davon gesättigte Fettsäuren	7–10 En%	67,5 kcal bzw. 7,5 g	52,5 kcal bzw. 5,8 g
Protein [29]	15 En%	57 kcal bzw. 14,3 g	48 kcal bzw. 12 g
Salz[a]	6 g/Tag	1,5 g	1,5 g

En%: Energieprozent; PAL: *physical activity level*

[a] kein DGE/ÖGE-Referenzwert, sondern quantitative Zufuhrempfehlung [31]

[b] Freie Zucker umfassen Mono- und Disaccharide, die Hersteller oder Verbraucher*innen Lebensmitteln zusetzen, sowie in Honig, Sirupen, Fruchtsaftkonzentraten und Fruchtsäften natürlich vorkommende Zucker. Bei einer geschätzten Gesamtenergiezufuhr von 2 000 kcal/Tag entspricht diese Empfehlung einer maximalen Zufuhr von 50 g freien Zuckern [30].

Mittels IBM SPSS Statistics 26 wurden die Daten ausgewertet. Dafür wurden alle Datensätze einer deskriptiven Datenanalyse unterzogen und für Vergleiche parametrische und nicht parametrische Verfahren angewendet. Bei einem Niveau von $p < 0,05$ wurde von statistischer Signifikanz ausgegangen.

13.2.4 Nutzungsverhalten und Wahrnehmung der Studienteilnehmenden

Für eine möglichst umfassende Erhebung des Nutzungsverhaltens und damit verbundener Einstellungen zur Systemgastronomie kam ein Mix aus qualitativen und quantitativen Erhebungsmethoden zur Anwendung (Abb. 13/1). Zwei halb-standardisierte Gruppendiskussionen mit insgesamt 15 Teilnehmenden im Alter von 23 bis unter 35 Jahren (53 % Frauen, 46 % Studierende) dienten der qualitativen Erfassung von Anlässen für die Inanspruchnahme von Systemgastronomie, Gründen für die Wahl bzw. Nicht-Wahl eines spezifischen Restaurants sowie Kriterien zur Auswahl konkreter Speisen. Die Ergebnisse dienten zur Vorbereitung von drei quantitativen Erhebungsschritten: Die repräsentative Grundbefragung, Tracking-Studie und Einstellungsbefragung. Die **Grundbefragung** (n = 947) diente der repräsentativen Erfassung der Nutzungshäufigkeit und -art von Systemgastronomie sowie den zugrundeliegenden Motiven. Die **Tracking-Studie** hatte zum

Ziel, tatsächliche Nutzungsereignisse in der Systemgastronomie zu erfassen und damit die retrospektive Messung der Nutzungshäufigkeit der Grundbefragung zu validieren sowie die von der Zielgruppe am häufigsten verzehrten Speisen zu erfassen. Der Schwerpunkt der **Einstellungsbefragung** war die Erfassung von psychologischen Einflussfaktoren des Verhaltens.

13.2.4.1 Stichprobe und Rekrutierung

Befragt wurden Verbraucher*innen in der Altersgruppe 16 bis unter 35 Jahren. Alle Untersuchungen wurden online durchgeführt. Die Rekrutierung der Teilnehmenden für die repräsentative Grundbefragung erfolgte über eine Quotenauswahl aus einem Online-Panel eines kommerziellen Marktforschungsinstituts. Dabei wurde anhand bevölkerungsrepräsentativer Quoten für die Merkmale Geschlecht, Alter, Schulabschluss und Bundesland rekrutiert. Tabelle 13/3 zeigt die Verteilung der wichtigsten soziodemografischen Merkmale in den einzelnen Teilstudien. Die Stichprobe der Grundbefragung bildete die Grundgesamtheit für die nachfolgende Tracking-Studie und die Einstellungsbefragung.

Die Auswahl der Teilnehmenden für die Tracking-Studie erfolgte auf Basis der in der Grundbefragung angegebenen Nutzungshäufigkeit von Restaurants der Systemgastronomie und dem Merkmal Geschlecht mit dem Ziel, eine in diesen Parametern möglichst ausgeglichene Stichprobe zu erhalten. Für die Tracking-Studie wurden 400 Teilnehmende eingeladen, ihre tatsächlich durchgeführten Besuche und Bestellungen in der Systemgastronomie im Verlauf von vier Wochen zu berichten. Die Teilnehmenden wurden zweimal pro Woche per E-Mail erinnert, einen Online-Fragebogen auszufüllen und darin ihre tatsächlichen Besuche und die gewählten Speisen einzutragen. 333 Personen nahmen an der Studie teil. Nach erfolgter Datenbereinigung[2] umfasst der Datensatz 1 048 Nutzungseinträge (= Besuchs- bzw. Bestellungsereignisse) von 267 Personen. Im Vergleich zur Grundgesamtheit sind die zwei jüngeren Altersgruppen (bis unter 25 Jahren) in der Tracking-Studie überrepräsentiert, während die Altersgruppe von 25 bis unter 35 Jahren unterrepräsentiert ist. Für die Einstellungsbefragung wurden alle Teilnehmenden der Grundbefragung erneut per E-Mail eingeladen. Nach der Datenbereinigung umfasst die Stichprobe 606 Studienteilnehmende, in der Teilnehmende älter als 30 Jahre und mit Abitur mit 14 bzw. 10 Prozentpunkten überrepräsentiert sind (Tab. 13/3).

[2] Die Datenbereinigung erfolgte auf Basis der Plausibilität der Nutzungseinträge. Ausschlusskriterien für die Nutzungseinträge waren: keine Systemgastronomie, sondern Eintrag von Besuchen der Individualgastronomie; Doppelerfassungen; Nutzungsdatum nach Datum des Eintrags im Fragebogen; falsche Fotos der Kassenbelege; Angabe von Speisen, die nicht im Angebot der Systemgastronomie-Kette sind; Angabe mehrerer Besuche in verschiedenen Ketten zum gleichen Zeitpunkt; mehr als 6 Besuche pro Tag. Wenn mehr als 65 % der Nutzungseinträge eines/einer Studienteilnehmer*in als ungültig eingestuft wurden, wurde der/die Teilnehmende insgesamt aus der Stichprobe ausgeschlossen.

Tabelle 13/3: Beschreibung der Stichproben der quantitativen Teilstudien

	16 bis < 35-Jährige in Deutschland [32]	Grundbefragung (n = 947)	Tracking-Studie (n = 267)	Einstellungs-befragung (n = 606)
Befragungsfokus		repräsentativer Überblick	Tracking tatsächlicher Nutzungsereignisse	Einstellungen
Feldzeit		September 2022	Oktober 2022	Juli 2023
Geschlecht [%]				
Frauen	48	53	50	51
Männer	52	46	49	49
divers	–	1	1	0,2
Altersgruppen [%]				
16 bis < 20 Jahre	17	15	21	10
20 bis < 25 Jahre	25	24	31	20
25 bis < 30 Jahre	27	28	25	27
30 bis < 35 Jahre	30	32	23	44
Schulabschluss [%]				
noch in Schule	13	5	9	4
Hauptschule	13	20	18	12
Realschule	26	28	26	29
Abitur	44	45	45	54
ohne Abschluss	4	1	2	1

n: Anzahl

13.2.4.2 Erhebungsinstrumente und Datenauswertung

Die Fragen zur Erfassung des Nutzungsverhaltens in der Grundbefragung wurden auf Basis der qualitativen Fokusgruppengespräche sowie vorhandenen Skalen zum Konsumverhalten entwickelt und in einem Pre-Test auf die Passung zur Zielgruppe und Systemgastronomie überprüft. Zur subjektiven Wahrnehmung der Systemgastronomie wurden den Befragungsteilnehmenden der Grundbefragung 15 Eigenschaften zur Bewertung der Restaurant-Ketten vorgelegt. Auf Basis dieser Variablen wurde eine Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation (erklärte Gesamtvarianz: 58 %, Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium [KMO] = 0,935) durchgeführt, mit der drei zentrale Bewertungsfaktoren (Qualität, Geschmack, Preis) extrahiert wurden.

Als potenzielle Einflussfaktoren der Nutzungshäufigkeit von Systemgastronomie wurden in der Einstellungsbefragung explizite Einstellungen gegenüber einzelnen Unternehmen sowie verschiedene psychologische Aspekte [20, 33, 34] der Teilnehmenden erfasst. Dazu wurden in der Konsument*innenforschung etablierte Instrumente auf die in den Fokusgruppengesprächen und der Grundbefragung ermittelten Einflussfaktoren angepasst.

Die Operationalisierung der expliziten Einstellungen erfolgte mehrdimensional über ein semantisches Differenzial mit gegensätzlichen Adjektivpaaren an den Endpolen einer 6-stufigen Skala. Die Erfassung der Gesundheits- und Genussorientierung erfolgte kontextbezogen für den Außer-Haus-Verzehr [35]. Impulsivität als ein relevanter Einflussfaktor auf das Ernährungsverhalten wurde anhand der selbstberichteten Neigung, Essen auszuwählen, das gerade beworben wird, erfasst. Zusätzlich wurden zwei Statements zur Messung der *unhealthy-tasty intuition* (Assoziation, dass ernährungsphysiologisch eher ungünstige Lebensmittel automatisch mit einem besseren Geschmackserlebnis einhergehen) im Fragebogen aufgenommen[3]. Mittels IBM SPSS Statistics 26 wurden die Daten ausgewertet. Zur Prüfung statistisch signifikanter Unterschiede zwischen verschiedenen Subgruppen der Stichprobe wurden parametrische und nicht-parametrische Verfahren angewendet. Zur Untersuchung der Einflussfaktoren der Nutzungshäufigkeit wurden Varianzanalysen durchgeführt. Bei einem Niveau von $p < 0,05$ wird von statistischer Signifikanz ausgegangen.

13.2.5 Expert*innen-Interviews

Zur Ableitung von Handlungsempfehlungen wurden zusätzlich zu den Ergebnissen der ernährungsphysiologischen Analyse und des Nutzungsverhaltens Einschätzungen von Expert*innen berücksichtigt. Dafür wurden qualitative Online-Interviews mit Expert*innen aus den Bereichen Gesundheit, Systemgastronomie, Produktentwicklung sowie Großhaushalte und Versorgungsmanagement Ende August/Anfang September 2023 durchgeführt. Die Auswahl der Gesprächspartner*innen erfolgte auf Basis ihrer ausgewiesenen Expertise und ihrer Verfügbarkeit im Untersuchungszeitraum. Von elf angefragten Expert*innen konnten Interviews mit sieben Gesprächspartner*innen realisiert werden. Die Interviews wurden von der Projektmitarbeiterin online durchgeführt und dauerten im Durchschnitt 50 Minuten. Der Interviewleitfaden konzentrierte sich thematisch auf den Zusammenhang zwischen Systemgastronomie und Ernährungsverhalten sowie denkbaren Handlungsoptionen für mehr Gesundheit und Nachhaltigkeit in der Systemgastronomie. Die Interviews wurden video- und audioaufgezeichnet. Zur Auswertung wurden entsprechend des Leitfadens Kategorien gebildet und die Interviews auf deren Basis schriftlich zusammengefasst.

13.3 Ergebnisse

13.3.1 Angebot der Systemgastronomie in Deutschland

Es wurden insgesamt 2 920 Produkte erfasst, darunter 1 577 Speisen und 1 343 Getränke. Die Aufteilung der erfassten Speisen und Getränke in die definierten Produktgruppen ist der Abbildung 13/2 zu entnehmen. Die untersuchten Restaurant-Ketten hielten 28 % vegetarische und 15 % vegane Speisen bereit.

[3] Statements zur Operationalisierung der *unhealthy-tasty intuition*: „Essen, was gut für mich ist, schmeckt selten gut." und „Es gibt keinen Weg, Essen gesünder zu machen, ohne dass der Geschmack darunter leidet." [36]

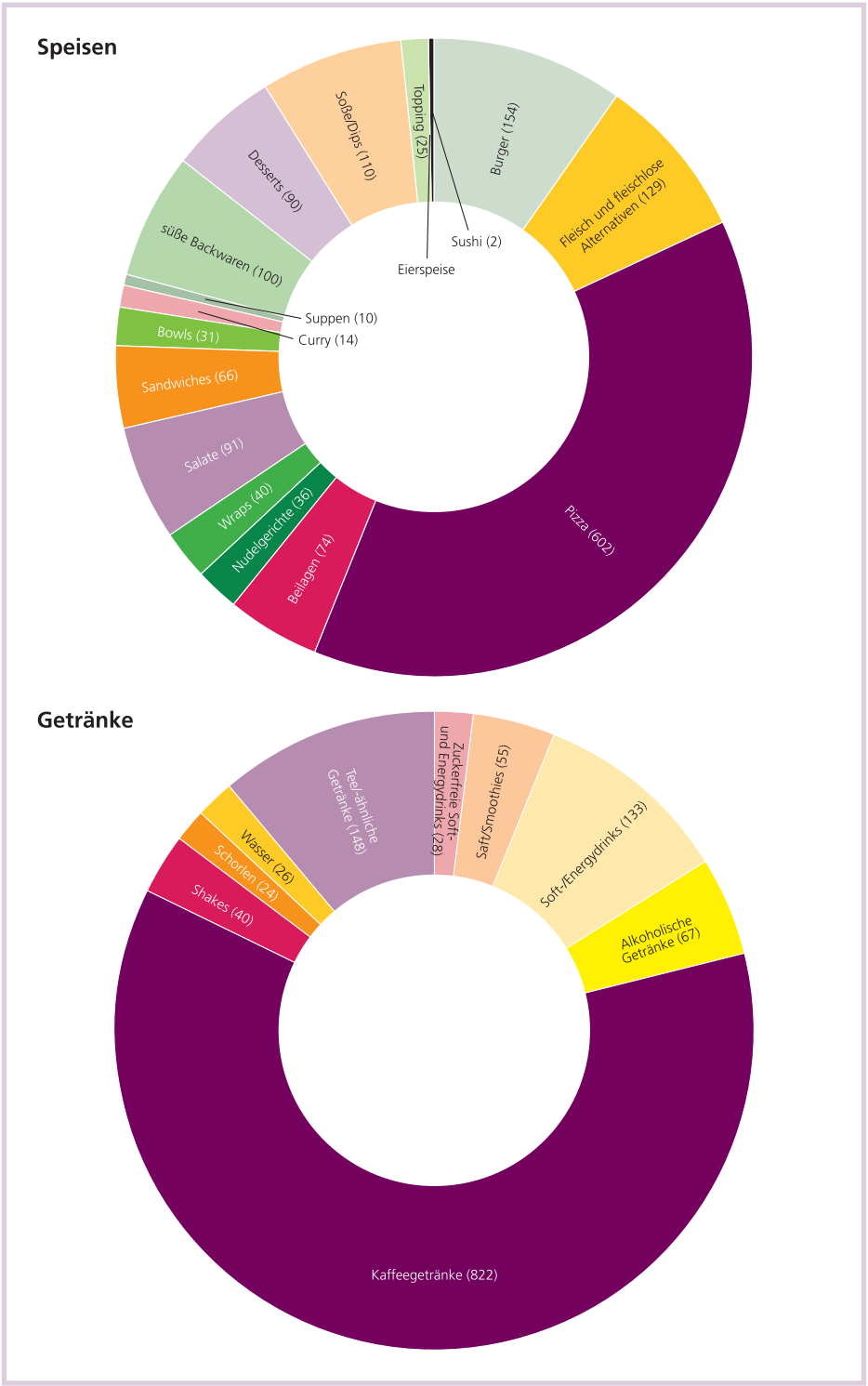


Abbildung 13/2: Übersicht über die erfassten Produkte und Produktgruppen der 14 Restaurant-Ketten der Systemgastronomie (Häufigkeit)

13.3.2 Ernährungsphysiologische Analyse

13.3.2.1 Energiegehalte und Nährstoffzusammensetzung nach Produktgruppen

Die aus der Tracking-Studie ausgezählten häufigsten Einzelprodukte pro Produktgruppe sowie Produktuntergruppe sind mit ihren Energie- und Nährwertgehalten in Tabelle 13/4 dargestellt. Die Beschreibung der Produkte/Produktgruppen ist Tabelle 13/1 zu entnehmen. Die in den Produktgruppen dargestellten Häufigkeiten (n) beziehen sich auf die Anzahl der von den Teilnehmenden genannten Produkte im Erhebungszeitraum. In der Spalte „Ballaststoffe" weicht die Häufigkeit ab, da nur 5 der 14 betrachteten Restaurant-Ketten Ballaststoffangaben machten. Auch die Portionsgrößen wurden von den Restaurant-Ketten nicht immer angegeben, sodass auch hier die Häufigkeit abweicht. Die ausgewiesenen p-Werte beziehen sich dabei auf die Varianz zwischen den Produktuntergruppen.

Tabelle 13/4: Energie- und Nährwertangaben der angebotenen Speisen und Getränke nach Produktgruppen und Produktuntergruppen

Produktgruppen	Produktuntergruppen	Anzahl der Bestellungen in der Stichprobe (n)[a]	Portionsgröße [g bzw. ml] (n = 1 125)		Energiedichte [kcal/100g]		Energie [kcal/Portion]		Kohlenhydrate [g/Portion]		davon Zucker [g/Portion]		Fett [g/Portion]		ges. Fettsäuren [g/Portion]		Protein [g/Portion]		Ballaststoffe [g/Portion] (n = 540)		Salz [g/Portion]		Kohlenhydrate [En%]		Fett [En%]		Protein [En%]	
			MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p
Burger	Burger Rind 1 Patty	224	173 ± 88		246 ± 19		444 ± 223		36 ± 12		7 ± 3		23 ± 15		9 ± 5		23 ± 11		1 ± 1		2 ± 1		36 ± 8		43 ± 9		21 ± 2	
	Burger Geflügel paniert	118	174 ± 54		256 ± 18	*	443 ± 124		46 ± 8	*	7 ± 3	*	20 ± 9		4 ± 2	*	18 ± 7	*	1 ± 1	*	2 ± 1		44 ± 9	*	39 ± 9	*	16 ± 3	*
	Burger Rind 2 Pattys	97	221 ± 54		241 ± 13		534 ± 139		40 ± 6		8 ± 1		28 ± 10		11 ± 4		29 ± 9		2 ± 1		2 ± 1		30 ± 4		47 ± 4		22 ± 1	
	Burger vegan unpaniert	18	224 ± 10		189 ± 9		423 ± 39		38 ± 1		9 ± 0		19 ± 4		3 ± 0		21 ± 0		8 ± 0		2 ± 0		36 ± 3		40 ± 5		20 ± 2	
	Summe Burger	457	188 ± 74		245 ± 21		426 ± 184		39 ± 11		7 ± 2		23 ± 13		8 ± 5		23 ± 10		2 ± 2		2 ± 1		37 ± 9		43 ± 8		20 ± 3	
Beilagen	Pommes	270	145 ± 49		271 ± 26		402 ± 94		51 ± 94		1 ± 3		19 ± 5		3 ± 3		5 ± 1		3 ± 3		1 ± 1		51 ± 3		42 ± 3		5 ± 1	
Sandwiches	Sandwich mit Fleisch	75	203 ± 17		138 ± 27		279 ± 47		36 ± 2		8 ± 2		5 ± 5		2 ± 2		21 ± 3		3 ± 0		1 ± 0		52 ± 7		16 ± 11		30 ± 5	
	Sandwich mit Fisch	28	182 ± 30		189 ± 40		333 ± 54		37 ± 6		5 ± 3		13 ± 3		2 ± 1		17 ± 4		1 ± 1		2 ± 0		45 ± 4		35 ± 5		20 ± 3	
	Sandwich vegan	9	226 ± 14		156 ± 38	*	358 ± 119		45 ± 9		9 ± 1		10 ± 9		3 ± 1		20 ± 2		6 ± 2	*	2 ± 1		51 ± 6		23 ± 10	*	23 ± 3	*
	Sandwich ovo-lacto vegetabil	6	153 ± 0		150 ± 0		230 ± 0		35 ± 0		7 ± 0		6 ± 0		3 ± 0		11 ± 0		3 ± 0		1 ± 0		59 ± 0		21 ± 0		18 ± 0	
	Summe Sandwiches	118	198 ± 25		152 ± 37		295 ± 64		37 ± 5		7 ± 2		8 ± 6		2 ± 2		19 ± 4		3 ± 1		2 ± 0		51 ± 7		21 ± 12		27 ± 6	
Fleisch und Alternativen	Geflügel fein zerkleinert paniert	46	169 ± 93		244 ± 4		414 ± 234		30 ± 16		1 ± 0		21 ± 12		3 ± 1	*	26 ± 15	*	1 ± 1		2 ± 1	*	29 ± 1	*	45 ± 2		25 ± 1	
	Geflügel ganze Fasern paniert	41	199 ± 71		265 ± 45		825 ± 675		33 ± 25		1 ± 2		49 ± 40		15 ± 13		63 ± 55		0 ± 0		5 ± 3		17 ± 3		53 ± 7		30 ± 4	
	Summe Fleisch und Alternativen	87	182 ± 85		253 ± 31		608 ± 532		31 ± 21		1 ± 2		34 ± 32		9 ± 11		43 ± 43		1 ± 1		4 ± 3		23 ± 7		49 ± 6		27 ± 4	
Pizza	Pizza mit Fleisch	37	561 ± 165		226 ± 45		1 273 ± 488		141 ± 40		16 ± 11		55 ± 32		20 ± 10		50 ± 19		5 ± 4		5 ± 3		47 ± 8		36 ± 9		16 ± 3	
	Pizza ovo-lacto vegetabil	13	510 ± 92		234 ± 43		1 211 ± 391		135 ± 31		9 ± 2		52 ± 29		20 ± 13		47 ± 18		6 ± 3		4 ± 2		46 ± 9		37 ± 8		16 ± 3	
	Summe Pizza	50	548 ± 150		228 ± 44		1 257 ± 462		139 ± 38		14 ± 10		54 ± 31		20 ± 11		50 ± 19		6 ± 4		5 ± 3		47 ± 8		37 ± 9		16 ± 3	
Süße Backwaren	Kekse	28	47 ± 8		480 ± 5	*	226 ± 37		30 ± 4		19 ± 4		10 ± 2		6 ± 2	*	2 ± 1		1 ± 0		0 ± 0		53 ± 1	*	42 ± 1		4 ± 0	
	Kuchenstück	12	113 ± 35		350 ± 85		371 ± 40		36 ± 5		25 ± 7		23 ± 3		14 ± 3		6 ± 1		0 ± 0		0 ± 0		38 ± 2		55 ± 3		6 ± 1	
	Summe süße Backwaren	40	67 ± 37		441 ± 75		270 ± 77		31 ± 5		21 ± 5		14 ± 6		8 ± 5		3 ± 2		1 ± 0		0 ± 0		49 ± 7		46 ± 7		5 ± 1	

13.3

▶ Fortsetzung **Tabelle 13/4**

Produkt-gruppen	Produkt-untergruppen	Anzahl der Bestellungen in der Stichprobe (n)[a]	Portionsgröße [g bzw. ml] (n = 1 125)		Energiedichte [kcal/100g]		Energie [kcal/Portion]		Kohlenhydrate [g/Portion]		davon Zucker [g/Portion]		Fett [g/Portion]		ges. Fettsäuren [g/Portion]		Protein [g/Portion]		Ballaststoffe [g/Portion] (n = 540)		Salz [g/Portion]		Kohlenhydrate [En%]		Fett [En%]		Protein [En%]	
			MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p	MW ± SD	p
Salate	Salat ovo-lacto vegetabil	14	167 ± 125		51 ± 54	*	102 ± 117		8 ± 8		4 ± 4		6 ± 8		3 ± 4		4 ± 5	*	1 ± 1		0 ± 1		45 ± 16	*	32 ± 20	*	22 ± 7	
	Salat vegan	13	120 ± 83		22 ± 4		34 ± 14		5 ± 3		2 ± 2		1 ± 0		0 ± 0		2 ± 1		0 ± 1		0 ± 0		54 ± 10		16 ± 4		27 ± 10	
	Salat mit Fleisch	11	278 ± 96		118 ± 38		412 ± 193		18 ± 9		5 ± 2		24 ± 16		8 ± 4		29 ± 10		2 ± 2		2 ± 1		19 ± 9		48 ± 15		32 ± 12	
	Summe Salate	38	183 ± 120		62 ± 55		168 ± 201		10 ± 9		4 ± 3		9 ± 14		3 ± 5		11 ± 13		1 ± 1		1 ± 1		41 ± 19		31 ± 19		27 ± 10	
Wraps	Wrap mit Fleisch	10	228 ± 20		219 ± 49		498 ± 114		51 ± 7		5 ± 1		22 ± 11		6 ± 3		22 ± 3		2 ± 2	*	2 ± 0		43 ± 11		38 ± 14		18 ± 3	
	Wrap ovo-lacto vegetabil	2	232 ± 0		209 ± 0		485 ± 0		61 ± 0		27 ± 0		21 ± 0		6 ± 0		11 ± 0		10 ± 0		3 ± 0		49 ± 0		38 ± 0		9 ± 0	
	Summe Wraps	12	229 ± 18		217 ± 45		496 ± 103		52 ± 8		9 ± 9		22 ± 10		6 ± 3		20 ± 5		4 ± 4		2 ± 0		44 ± 10		38 ± 13		17 ± 4	
Getränke	Soft-/Energydrinks	258	484 ± 99		38 ± 7		185 ± 54		46 ± 14		46 ± 14		0 ± 0		0 ± 0		0 ± 0		0 ± 0		0 ± 0		100 ± 4		0 ± 1		0 ± 3	
	Kaffeegetränke	66	389 ± 122	*	34 ± 32	*	147 ± 146	*	15 ± 20	*	14 ± 18	*	7 ± 7	*	4 ± 5	*	5 ± 4	*	0 ± 1	*	0 ± 0	*	29 ± 16	*	44 ± 9	*	27 ± 22	*
	Shakes	23	272 ± 45		121 ± 14		331 ± 73		59 ± 13		52 ± 10		7 ± 3		5 ± 2		8 ± 1		0 ± 0		0 ± 0		72 ± 5		18 ± 5		10 ± 1	
	Summe Getränke	347	452 ± 117		43 ± 26		189 ± 90		41 ± 20		40 ± 20		2 ± 4		1 ± 3		2 ± 3		0 ± 0		0 ± 0		86 ± 27		8 ± 17		5 ± 14	

En%: Energieprozent; MW: Mittelwert; n: Anzahl; SD: Standardabweichung
[a] Anzahl der Nennungen in der Stichprobe der Tracking-Studie
* $p < 0,05$

Die von den Teilnehmenden am häufigsten gewählten Produkte der Systemgastronomie waren Burger (n = 457), wobei Burger mit einem Rindfleischpatty ungefähr doppelt so häufig (n = 224) gewählt wurden wie Burger mit paniertem Geflügelpatty (n = 118) oder mit 2 Rindfleischpattys (n = 97). Vegane, unpanierte Burger wurden deutlich seltener gewählt (n = 18). Die Energiegehalte der Burger pro Portion unterschieden sich nicht signifikant voneinander und lagen durchschnittlich bei 426 ± 184 kcal/Portion. Vegane, unpanierte Burger wiesen zwar eine signifikant geringere Energiedichte auf als alle anderen betrachteten Burger ($p < 0,05$), die Portionen waren aber auch größer. Positiv zu werten war der signifikant ($p < 0,05$) höhere Ballaststoffanteil der veganen, unpanierten Burger gegenüber allen anderen betrachteten Burgern sowie der signifikant ($p < 0,05$) geringere Gehalt an gesättigten Fettsäuren der veganen, unpanierten Burger gegenüber den Burgern mit 2 Pattys. Insgesamt wiesen alle Burger mindestens rund 40 En% an Fett auf.

In der Produktgruppe „Beilagen" wurde mit großer Anzahl Pommes (n = 270) als favorisiertes Produkt gewählt. Andere Beilagen, wie Kartoffelspalten, Kartoffelrösti oder Gemüse wurden der Tracking-Studie nach nur in wenigen Einzelfällen gewählt. Durchschnittlich wurden 145 ± 49 g Pommes und damit 402 ± 94 kcal/Portion mit ebenfalls über 40 En% an Fett verzehrt.

Nach den Ergebnissen der Tracking-Studie wurde die Produktgruppe „Sandwiches" mit n = 118 am dritthäufigsten bestellt. Die am häufigsten gewählten Sandwiches waren mit Fleisch (n = 75) belegt, gefolgt von Sandwiches mit Fisch (n = 28). Die veganen (n = 9) und ovo-lacto-vegetabilen (n = 6) Varianten wurden weniger bevorzugt. Die Portionsgrößen unterschieden sich nicht signifikant voneinander, ebenso wie die Energiegehalte pro Portion. Die Energiedichte der Fischsandwiches (189 ± 40 kcal/100 g) war jedoch im Vergleich zur Energiedichte der Sandwiches mit Fleisch (138 ± 27 kcal/100 g) signifikant höher ($p < 0,05$). Ursächlich ist der Fettgehalt, der bei den Fischsandwiches deutlich höher lag als bei den anderen Sandwichvarianten und sich hinsichtlich des Fettanteils an der Gesamtenergie (35 ± 5 En% Fett) auch signifikant ($p < 0,05$) von den Sandwiches mit Fleisch (16 ± 11 En% Fett) unterschied. Auch bei den Sandwiches wiesen die veganen Varianten (6 ± 2 g) signifikant ($p < 0,05$) höhere Ballaststoffgehalte auf als die Sandwiches mit Fleisch (3 ± 0 g) und Fisch (1 + 1 g). Durchschnittlich wurden pro Sandwich 295 ± 64 kcal/Portion und 21 ± 12 En% an Fett aufgenommen.

Hinsichtlich der Häufigkeit der Bestellung wurde nach Auswertung der Tracking-Studie an vierter Stelle die Produktgruppe „Fleisch und Alternativen" gewählt (n = 87). In dieser Produktgruppe wurden die Untergruppen „fein zerkleinertes und paniertes Geflügelfleisch" (n = 46) sowie „paniertes Geflügel mit ganzen Fasern" (n = 41) am häufigsten bestellt. Letztere enthielt durchschnittlich mehr Energie (825 ± 675 vs. 414 ± 234 kcal), Fett (49 ± 40 vs. 21 ± 12 g), Protein (63 ± 55 vs. 26 ± 15 g) und Salz (5 ± 3 vs. 2 ± 1 g) pro Portion als das fein zerkleinerte und panierte Geflügelfleisch. Signifikant ($p < 0,05$) waren die Unterschiede jedoch nur im Protein- und Salzgehalt. Durchschnittlich wurden durch das gewählte Geflügelfleisch 608 ± 532 kcal/Portion aufgenommen. Der prozentuale Fettanteil der Produkte lag im Mittel bei 49 ± 6 %.

Aus der Produktgruppe „Pizza" wurden der Tracking-Studie nach am häufigsten Beläge mit Fleisch (n = 37) sowie ovo-lacto-vegetabile Beläge (n = 13) gewählt. Die durchschnittlichen Portionsgrößen betrugen über 500 g/Portion und die Energiedichte im Mittel 226 kcal/100 g (mit Fleisch) bzw. 234 kcal/100 g (ovo-lacto-vegetabil). Pro Portion wiesen

die Pizzen dabei durchschnittlich einen Energiegehalt von über 1 200 kcal, und damit den höchsten Energiegehalt pro Portion aller untersuchten Produktgruppen, auf. Der prozentuale Fettanteil der Pizzen betrug durchschnittlich 37 ± 9 %.

Innerhalb der Produktgruppe der süßen Backwaren wurden am häufigsten Kekse (n = 28) und Kuchenstücke (n = 12) gewählt. Kuchenstücke wiesen eine höhere Gesamtenergie pro Portion auf als die Kekse (371 ± 40 kcal vs. 226 ± 37 kcal). Da die Portionsgrößen eines Kuchenstücks im Durchschnitt ca. doppelt so groß waren wie die der Kekse, war die Energiedichte der Kekse signifikant ($p < 0,05$) höher, die Nährstoffgehalte aufgrund der kleineren Portionen aber geringer als bei den Kuchenstücken. Durchschnittlich wurden mit den süßen Backwaren 46 ± 7 En% an Fett aufgenommen.

Salate rangierten bei den in der Tracking-Studie bestellten Produkten auf Platz 7. Hier wurden am häufigsten die ovo-lacto-vegetabilen Varianten (n = 14) gewählt, gefolgt von veganen Varianten (n = 13) und Salaten mit Fleisch (n = 11). Salate mit Fleisch wiesen mit durchschnittlich 278 ± 96 g größere Portionen auf als die ovo-lacto-vegetabilen (167 ± 125 g) und veganen Salate (120 ± 83 g). Damit wiesen Salate mit Fleisch auch höhere Gehalte an Energie und sämtlichen erfassten Nährstoffen, einschließlich der Ballaststoffe, im Vergleich zu den anderen Salaten auf. Signifikant waren die Unterschiede nicht. Die Salate mit Fleisch lieferten zudem signifikant ($p < 0,05$) mehr Energie aus Fett (48 ± 15 En%) als die veganen Salatvarianten (16 ± 4 En%). Zu beachten ist, dass insbesondere die veganen Salate im Gegensatz zu den anderen Salatvarianten meist ohne Dressing ausgewiesen wurden, sodass die tatsächliche Energie- und Nährstoffzufuhr je nach Wahl des Dressings (zwischen 22 und 449 kcal/Portion) höher ausfallen dürfte.

Bei den Wraps wurden am häufigsten Varianten mit Fleisch (n = 10) und ovo-lacto-vegetabile Varianten (n = 2) gewählt. Beide Varianten unterschieden sich im Energiegehalt und den Nährwerten nicht signifikant voneinander. Lediglich bezüglich des Ballaststoffgehalts wiesen die ovo-lacto-vegetabilen Wraps mit 10 ± 0 g signifikant ($p < 0,05$) höhere Werte auf als die Wraps mit Fleisch (2 ± 2 g). Durchschnittlich wiesen die von den Teilnehmenden genannten Wraps einen Energiegehalt von 496 ± 103 kcal/Portion auf, der durchschnittlich prozentuale Anteil an Fett lag bei 38 ± 13 En%.

Die untersuchten Restaurant-Ketten hielten 28 % vegetarische und 15 % vegane Speisen bereit. In den Produktgruppen „Burger", „Sandwiches", „Fleisch und Alternativen", „Pizza" und „Wraps" wurden fleischhaltige Produktvarianten von den Studienteilnehmenden deutlich häufiger gewählt als vegetarische und vegane Varianten.

Unter den Getränken wurden während der Tracking-Studie Soft-/Energydrinks (n = 258), Kaffeegetränke (n = 66) und Shakes (n = 23) am häufigsten protokolliert. Diese lieferten im Mittel 189 ± 90 kcal/Portion, wobei insbesondere der Energiegehalt der Shakes mit 331 ± 73 kcal/Portion auffiel. Da die Portionsgrößen der Shakes durchschnittlich kleiner waren als die der anderen Getränke, war auch die Energiedichte (121 ± 14 vs. 38 ± 7 kcal/100 ml bei Soft-/Energydrinks und 34 ± 32 kcal/100 ml bei Kaffeegetränken) signifikant höher. Shakes lieferten im Durchschnitt 52 ± 10 g und Soft-/Energiedrinks 46 ± 14 g Zucker pro Portion. Falls von den Teilnehmenden angegeben, flossen in den Durchschnittswert auch zuckerfreie Varianten ein. Kaffeegetränke und Shakes wiesen mit 7 ± 7 bzw. 7 ± 3 g/Portion und mit 4 ± 5 bzw. 5 ± 2 g/Portion ähnliche Gehalte an Fett und gesättigten Fettsäuren auf. Bei den Kaffeegetränken resultierten diese Werte aus diversen Zusätzen wie Milch oder Schokoladensoße. Damit führten sich die Teilnehmenden der Stichprobe mit den Kaffeegetränken im Mittel 44 ± 9 En% an Fett und mit den Soft-/Energydrinks sowie Shakes aufgrund des hohen Zuckeranteils im Mittel 100 ± 4 En% bzw. 72 ± 5 En% an Kohlenhydraten zu. Auch Wasser (n = 33) wurde in der Stichprobe bestellt, wurde aber aufgrund seiner ernährungsphysiologischen Eigenschaften hier nicht weiter betrachtet.

Produkte, die in der Stichprobe nicht oder nur einmal genannt wurden wie Bowls, Sushi oder Suppen, wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt.

> Vegetarische und zum Teil auch vegane Produkte unterschieden sich auf Energie- und Nährstoffebene pro Portion kaum von den fleischhaltigen Varianten.

13.3.2.2 Ernährungsphysiologische Analyse der Mahlzeiten

Grundsätzlich war die in der Tracking-Studie beobachtete Zusammenstellung der Speisenkombinationen sehr individuell. Die Komponenten „Burger, Pommes und Softdrink" (n = 71) wurden am häufigsten verzehrt (Tab. 13/5). Pizza (n = 27) oder Sandwiches (n = 23) wurden häufig auch ohne Beilagen bestellt. Burger wurden sogar häufiger als Einzelprodukt (n = 79) genannt als Burger in Kombination mit anderen Produkten, z. B. „Burger und Softdrink" (n = 22) oder „Burger, Pommes, Wasser" (n = 7). Tabelle 13/5 führt alle Speisen und Speisenkombinationen auf, die 7-mal oder häufiger in der Stichprobe genannt wurden.

Tabelle 13/5: Energie- und Nährwertangaben der in der Stichprobe der Tracking-Studie am häufigsten gewählten Speisen und Speisenkombinationen[a]

Gewählte Speisen und -kombinationen	Anzahl Nennungen (n)	Energie	Kohlenhydrate	Zucker	Fett	ges. Fettsäuren	Protein	Ballaststoffe	Salz	Kohlenhydrate	Fett	Protein
		kcal/Portion	g/Portion							Energieprozent [En%]		
		MW ± SD								MW ± SD		
Burger	79	516 ± 227	46 ± 21	8 ± 2	25 ± 14	8 ± 5	25 ± 11	1,5 ± 2,1	2,5 ± 1,1	37 ± 10	42 ± 8	20 ± 4
Burger, Pommes, Softdrink	71	1 150 ± 248	138 ± 27	49 ± 19	50 ± 14	13 ± 6	33 ± 11	5,4 ± 4,3	3,6 ± 1,1	49 ± 6	39 ± 5	11 ± 2
Pizza	27	1 335 ± 448	150 ± 38	16 ± 9	56 ± 29	20 ± 12	54 ± 20	6 ± 3,8	4,8 ± 2,8	46 ± 7	36 ± 7	16 ± 4
Sandwich	23	326 ± 95	39 ± 8	6 ± 3	11 ± 7	2 ± 2	17 ± 4	2,2 ± 2	1,7 ± 0,6	49 ± 7	27 ± 12	22 ± 6
Burger, Softdrink	22	696 ± 192	86 ± 20	51 ± 13	27 ± 12	9 ± 4	25 ± 9	1,8 ± 1,7	2,4 ± 0,7	51 ± 10	34 ± 8	15 ± 5
Sandwich, Softdrink	20	470 ± 48	84 ± 10	56 ± 10	7 ± 4	2 ± 1	19 ± 5	2,2 ± 1,1	1,6 ± 0,4	71 ± 5	12 ± 7	16 ± 5
Burger, Pommes	19	903 ± 267	94 ± 22	8 ± 3	43 ± 15	12 ± 7	28 ± 11	4,7 ± 3,9	3,2 ± 1,3	43 ± 6	43 ± 5	13 ± 2
2 Sandwiches	16	584 ± 96	75 ± 4	17 ± 2	12 ± 10	4 ± 4	43 ± 5	6,4 ± 2,7	3 ± 0,5	51 ± 7	17 ± 11	30 ± 6
2 Burger, Pommes, Softdrink	13	1 523 ± 287	171 ± 26	55 ± 18	68 ± 20	20 ± 8	49 ± 15	4,1 ± 4,6	5,5 ± 1,2	46 ± 7	40 ± 6	13 ± 3
Geflügel	12	711 ± 584	37 ± 22	1 ± 2	38 ± 34	11 ± 12	55 ± 49	0,7 ± 1,4	5 ± 3	22 ± 5	48 ± 5	30 ± 5
Pommes	9	417 ± 56	53 ± 7	0 ± 0	19 ± 4	3 ± 2	5 ± 1	3,4 ± 2,6	0,9 ± 0,6	52 ± 5	41 ± 5	5 ± 1
Burger, Geflügel, Pommes, Softdrink	9	1 449 ± 223	156 ± 23	49 ± 17	66 ± 15	16 ± 5	55 ± 10	8,7 ± 1,3	4,8 ± 1,4	43 ± 5	41 ± 4	15 ± 1
Geflügel, Softdrink	9	1 071 ± 674	71 ± 34	28 ± 16	57 ± 43	17 ± 15	70 ± 48	0,5 ± 1,5	6 ± 3,2	29 ± 10	45 ± 9	25 ± 3
Geflügel, Pommes, Softdrink	8	1 078 ± 292	104 ± 24	37 ± 19	52 ± 17	15 ± 4	45 ± 18	0 ± 0	5,7 ± 1,5	40 ± 7	44 ± 6	16 ± 3
Milchshake	7	395 ± 90	70 ± 13	61 ± 9	9 ± 5	6 ± 3	9 ± 1	0,2 ± 0,6	0,4 ± 0,2	71 ± 6	20 ± 6	9 ± 1
Salat	7	90 ± 114	4 ± 2	3 ± 2	3 ± 6	1 ± 2	9 ± 11	0,2 ± 0,5	0,6 ± 0,7	43 ± 23	22 ± 14	35 ± 15
2 Sandwiches, Softdrink	7	745 ± 84	120 ± 11	64 ± 12	12 ± 13	5 ± 5	40 ± 8	5,3 ± 0,2	2,5 ± 0,3	65 ± 10	13 ± 12	21 ± 4
Burger, Pommes, Wasser	7	850 ± 106	89 ± 8	8 ± 2	41 ± 7	10 ± 5	27 ± 5	7,4 ± 5,7	3,4 ± 1,1	42 ± 2	43 ± 3	13 ± 1
2 Burger	7	783 ± 179	72 ± 12	14 ± 3	36 ± 12	14 ± 3	39 ± 9	4,1 ± 2,1	3,8 ± 0,6	38 ± 4	41 ± 6	20 ± 2

MW: Mittelwert; n: Anzahl; SD: Standardabweichung
[a] genannte n-Werte geben die Anzahl der Nennungen in der Stichprobe der Tracking-Studie wieder

Generell wurden Speisenkombinationen, die Burger enthielten (n = 141) oder nur aus einem Burger (n = 86) bestanden, am häufigsten genannt. Es folgten Speisen bzw. Speisenkombinationen, die aus einem oder mehreren Sandwiches (n = 39) bestanden, gefolgt von Fleisch/Alternativen (ausschließlich Geflügel) allein oder in Kombination mit anderen Produkten (n = 38), Sandwiches, die mit anderen Produkten (n = 27) verzehrt wurden, sowie Pizzen (n = 27) und Salate (n = 7).

Da in der Tracking-Studie bezüglich der am häufigsten verzehrten Produkte keine Alters- und Geschlechtsunterschiede in der Stichprobe festgestellt werden konnten, wurde bei den weiteren Darstellungen auf eine spezifische Unterscheidung verzichtet.

Bei Betrachtung der Energiegehalte pro Speise oder Speisenkombination (Abb. 13/3) wurde deutlich, dass insbesondere Speisenkombinationen, also unterschiedlich zusammengestellte Produkte, zu einer durchschnittlich höheren Energiezufuhr führten als einzelne von den Teilnehmenden gewählte Speisen. Beispielsweise wurden bei der Kombination von „2 Burgern, Pommes und Softdrink" durchschnittlich 1 523 ± 287 kcal/Mahlzeit aufgenommen. Die Richtwerte für die Energiezufuhr pro Hauptmahlzeit lagen in der Stichprobe mit einem ermittelten PAL-Wert von 1,6 für Männer bei 675 kcal und für Frauen bei 525 kcal [26, 27]. Nahezu alle Speisen und Speisenkombinationen lagen zum Teil sehr deutlich über diesen Richtwerten. Nur einzelne, wenige Kombinationen wie „Sandwich und Softdrink" (470 ± 48 kcal) lagen sowohl bei Männern als auch bei Frauen unter dem Richtwert für die Energiezufuhr auf Basis des Viertel-Ansatzes. Gleiches galt für einige Speisen, die allein, also nicht in Kombination mit anderen Speisen und Getränken, aufgenommen wurden, wie z. B. ein Burger (516 ± 227 kcal) oder ein Sandwich (326 ± 95 kcal).

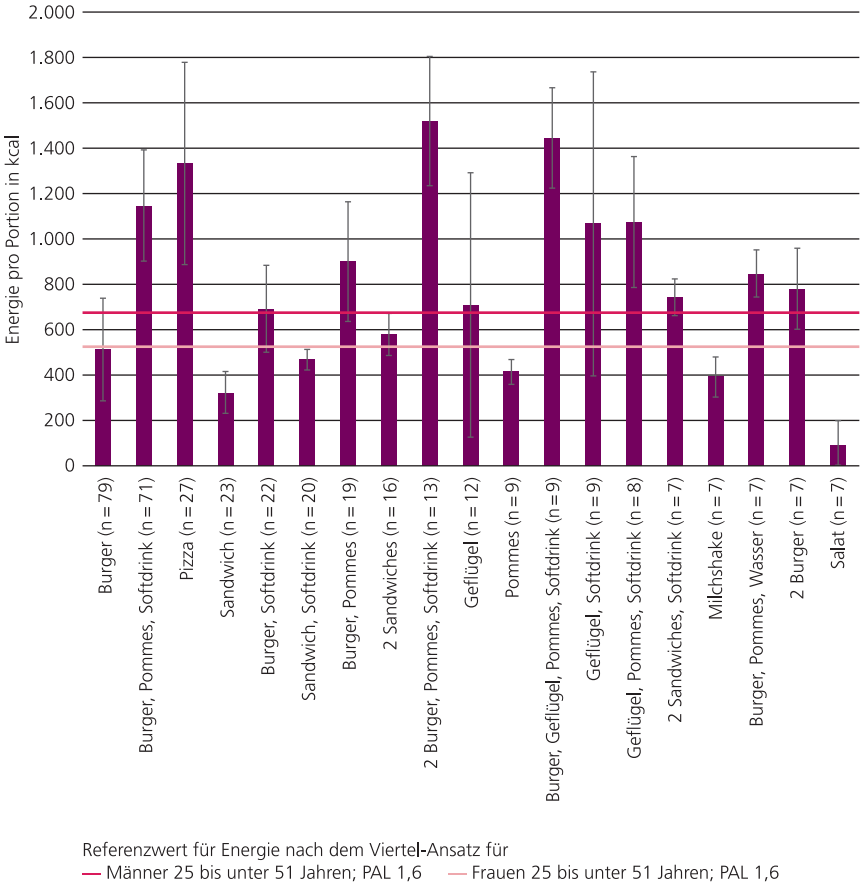


Abbildung 13/3: Durchschnittliche Energiezufuhr je Speise bzw. Speisenkombination in kcal/Portion im Vergleich zu der empfohlenen Energiezufuhr für Männer und Frauen

Ca. 63 % der untersuchten Speisen bzw. Speisenkombinationen aus der Systemgastronomie überschreiten die Richtwerte für eine Energiezufuhr nach dem Viertel-Ansatz bei Männern bei einem PAL-Wert von 1,6; bei Frauen sind es rund 74 %.

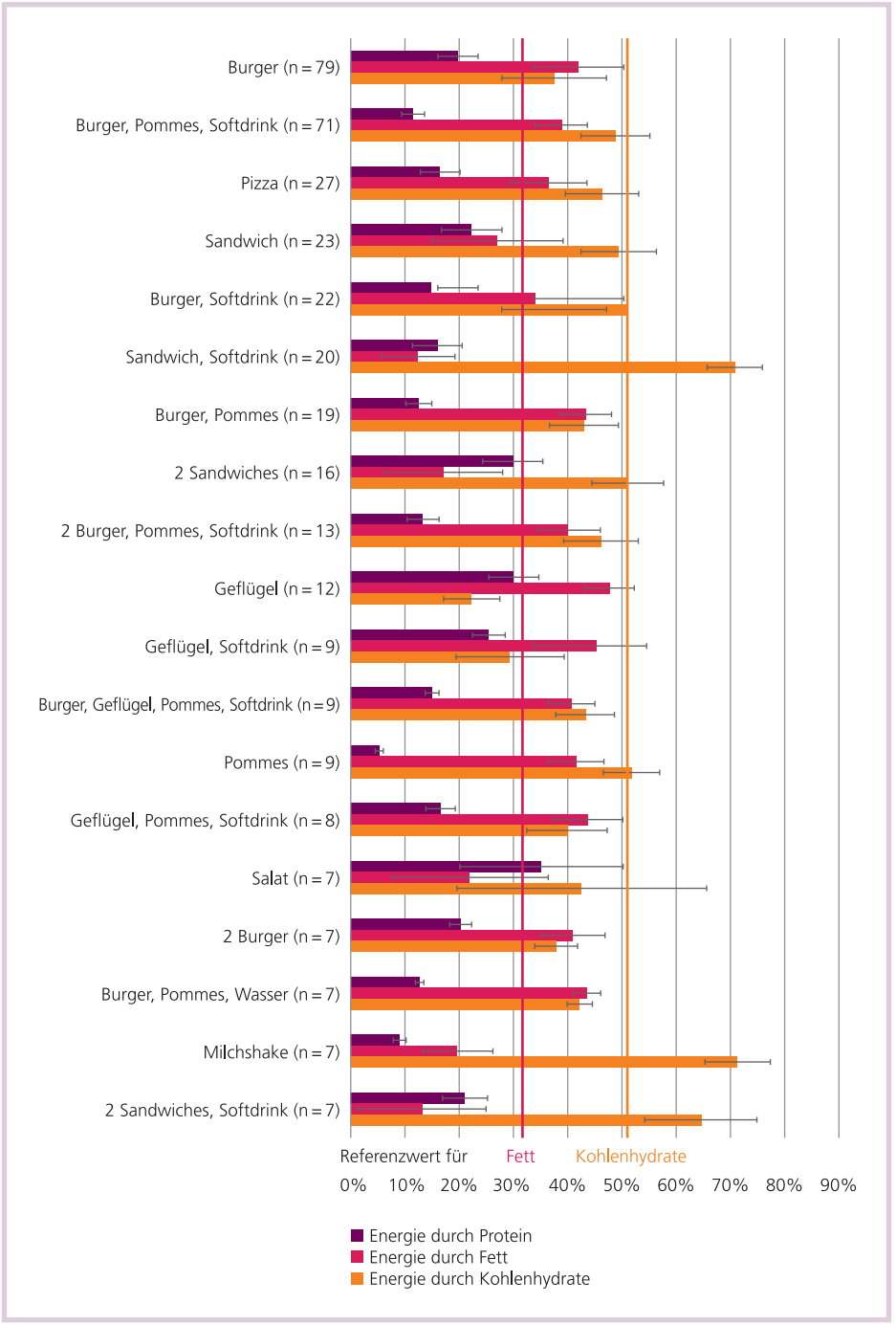
Die prozentuale Verteilung der Hauptnährstoffe an der Gesamtenergie der Speisen und Speisenkombinationen ist in Abbildung 13/4 dargestellt. Bei den meisten Speisen und Speisenkombinationen wurde der Richtwert für die Fettzufuhr von 30 En% [28] überschritten, wobei der größte Teil sogar bei 40 En% (z. B. „2 Burger, Pommes, Softdrink“) oder über 40 En% (z. B. „Geflügel, Softdrink“) lag. Speisen und Speisenkombinationen mit Sandwiches lagen unter 30 En% Fett. Milchshakes lagen mit rund 20 En% durch Fett ebenfalls unter dem Richtwert von 30 En%, gleichzeitig lag der Kohlenhydratanteil

an der Gesamtenergie der Milchshakes bei 71 %, (70 ± 13 g Kohlenhydraten mit ca. 61 ± 9 g Zucker). Ähnlich kohlenhydrat- und zuckerreich war die Speisenkombination „Sandwich und Softdrink".

Ca. 80 % der untersuchten Speisen bzw. Speisenkombinationen aus der Systemgastronomie wiesen einen Fettanteil von über 30 % auf.

Der Richtwert für den Anteil der Energiezufuhr aus Kohlenhydraten lag bei > 50 % [28]. Bei den gewählten Speisen und Speisenkombinationen in der Tracking-Studie wurde dieser Richtwert von 13 Speisen und Speisenkombinationen unterschritten. In den Fällen, in denen mehr als 50 En% aus Kohlenhydraten stammten, resultierten diese insbesondere aus den hohen Zuckeranteilen, die aus der Wahl von Softdrinks und Milchshakes hervorgingen. Nur die Sandwiches und Pommes konnten ca. 50 En% an Kohlenhydraten liefern, was bei den Pommes allerdings mit einem Fettanteil von 41 % einherging.

Der DGE/ÖGE-Referenzwert für die Proteinzufuhr liegt bei 0,8 g/kg Körpergewicht pro Tag, was in der Altersgruppe der 25- bis unter 51-Jährigen bei einem Referenzgewicht von 70,7 kg bei Männern und 60 kg bei Frauen einer täglichen Zufuhr von 57 g (Männer) und 48 g (Frauen) entspricht [26]. Legt man auch hier den Viertel-Ansatz zugrunde, entspricht dies bei Männern 14,3 g und bei Frauen 12 g Protein pro Hauptmahlzeit. Diese Referenzwerte wurden mit den gewählten Speisen und Speisenkombinationen in der Tracking-Studie größtenteils überschritten (Männer: 13 von 19; Frauen 15 von 19).



13.3

Abbildung 13/4: Prozentuale Verteilung der Hauptnährstoffe an der Gesamtenergie je Speise/Speisenkombination im Vergleich mit den DGE/ÖGE-Referenzwerten

Neben den Gehalten an energieliefernden Nährstoffen sowie der prozentualen Verteilung der Hauptnährstoffe an der Gesamtenergie der Speisen und Speisenkombinationen war die Qualität der Hauptnährstoffe für die ernährungsphysiologische Bewertung relevant. Für Einschätzungen der Fettqualität wurde der Anteil der gesättigten Fettsäuren an der Gesamtenergiezufuhr pro Person zugrunde gelegt. Dieser sollte 10 % nicht überschreiten [29]. Für die Altersgruppe der 25- bis unter 51-Jährigen entspricht dies bei einem PAL-Wert von 1,6 unter Berücksichtigung des Viertel-Ansatzes maximal 67,5 kcal aus gesättigten Fettsäuren bei Männern und maximal 52,5 kcal bei Frauen für eine Hauptmahlzeit. In Abbildung 13/5 sind die Energiegehalte, die aus gesättigten Fettsäuren stammen, dargestellt. Erkennbar ist, dass der überwiegende Anteil der Mahlzeiten die Empfehlungen überschritt. So nahmen die Teilnehmenden beispielsweise mit einer Pizza durchschnittlich 20 g gesättigte Fettsäuren auf, was in etwa 180 kcal entspricht und damit die Richtwerte deutlich überschritt.

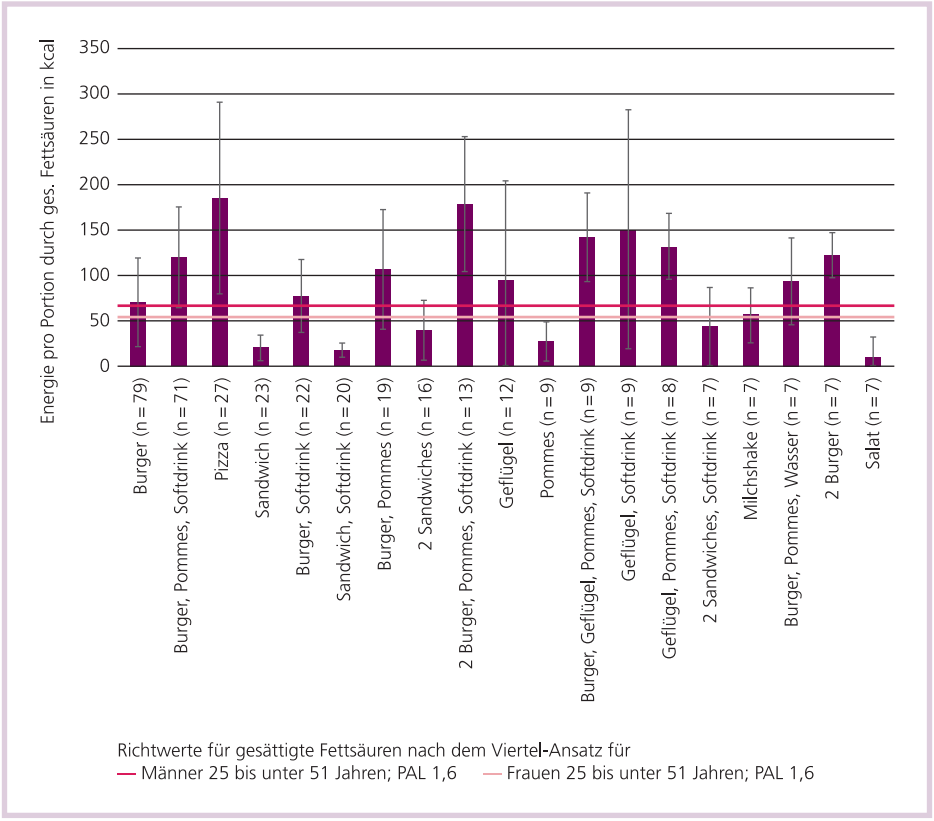
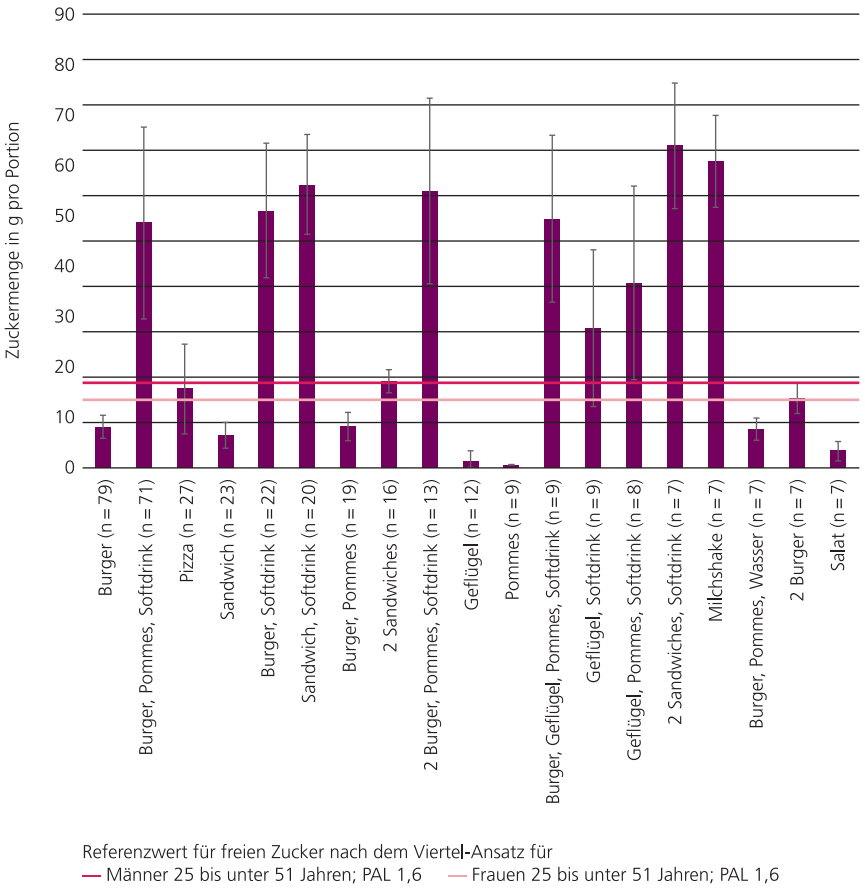


Abbildung 13/5: Durchschnittliche Energiezufuhr je Speise bzw. Speisenkombination durch gesättigte Fettsäuren in kcal/Portion

13.3

Zur Beurteilung der Qualität der Kohlenhydrate wurde der Zuckergehalt der Speisen und Speisenkombinationen berücksichtigt. In der Erhebung fielen dazu besonders die Speisenkombination, die mit Softdrinks und Milchshakes kombiniert verzehrt wurden, durch einen hohen Gesamtzuckergehalt auf. Das Konsensuspapier der DGE empfiehlt, die Zufuhr von freiem Zucker auf 10 % der Gesamtenergiezufuhr zu beschränken [30]. Demnach sollten

Männer nicht mehr als 67,5 g und Frauen nicht mehr als 52,5 g freien Zucker pro Tag zu sich nehmen. Aus Abbildung 13/6 ist erkennbar, dass insbesondere Speisenkombinationen, die mit Softdrinks kombiniert wurden oder aus einem Milchshake bestanden, die maximale Tagesmenge für freien Zucker bei den Frauen erreichten oder überschritten. So wurden beispielsweise bei der Kombination aus „2 Sandwiches und Softdrink" 64 ± 12 g Zucker aufgenommen. Unter Annahme des Viertel-Ansatzes sollten Männer maximal 16,9 g und Frauen 13,1 g freien Zucker pro Hauptmahlzeit zu sich nehmen (Abb. 13/6).
Auch dieser Wert wurde bei den meisten Speisen und Speisenkombinationen überschritten (Männer: 9 von 19, Frauen: 12 von 19).



[a] Freie Zucker umfassen Mono- und Disaccharide, die Hersteller oder Verbraucher*innen Lebensmitteln zusetzen, sowie in Honig, Sirupen, Fruchtsaftkonzentraten und Fruchtsäften natürlich vorkommende Zucker. Bei einer geschätzten Gesamtenergiezufuhr von 2 000 kcal/Tag entspricht diese Empfehlung einer maximalen Zufuhr von 50 g freien Zuckern [30].

13.3

Abbildung 13/6: Durchschnittliche Zuckerzufuhr[a] je Speise bzw. Speisenkombination in g/Portion

Soweit verfügbar, wurden auch die Ballaststoffmengen in den Speisen und Speisenkombinationen betrachtet. Der DGE/ÖGE-Referenzwert für die Ballaststoffzufuhr liegt bei ≥ 30 g/Tag [26]. Mit dem Viertel-Ansatz sollten also nicht weniger als ca. 7,5 g Ballaststoffe pro Hauptmahlzeit aufgenommen werden. Alle in der Tracking-Studie gewählten Speisen und Speisenkombinationen lieferten deutlich weniger als die empfohlene Menge an Ballaststoffen pro Mahlzeit, mit Ausnahme von „Burger, Geflügel, Pommes, Softdrink" (Abb. 13/7). Diese Speisenkombination erreichte mit 8,7 ± 1,3 g die empfohlene Ballaststoffmenge; dies gelang aber vor allem durch die insgesamt große Portionsgröße, die mit einer entsprechend hohen Energiezufuhr (1 449 ± 223 kcal/Portion) einherging.

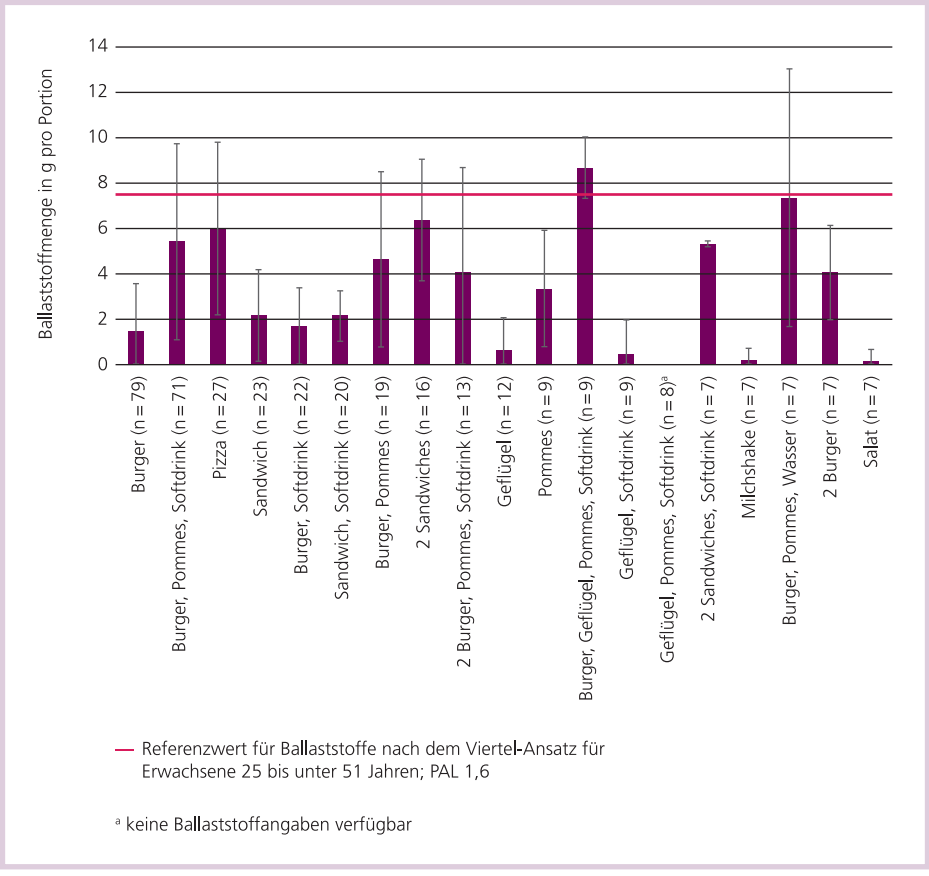


Abbildung 13/7: Durchschnittliche Ballaststoffzufuhr je Speise/Speisenkombination in g/Portion

Ernährungsphysiologisch relevant sind auch die Gehalte an Speisesalz. Als Orientierungswert gilt eine Zufuhr von bis zu 6 g Speisesalz pro Tag [31]. Diese Menge wurde durch den Verzehr von „Geflügel und Softdrink" bereits erreicht (Abb. 13/8). Durch den Verzehr von z. B. „Geflügel, Pommes, Softdrink" wurde der Orientierungswert nahezu erreicht (5,7 ± 1,5 g). Auf Basis des Viertel-Ansatzes sollten pro Hauptmahlzeit nicht mehr als 1,5 g Speisesalz zugeführt werden. Die meisten gewählten Speisen und Speisenkombinationen überschritten diese Empfehlung (16 von 19).

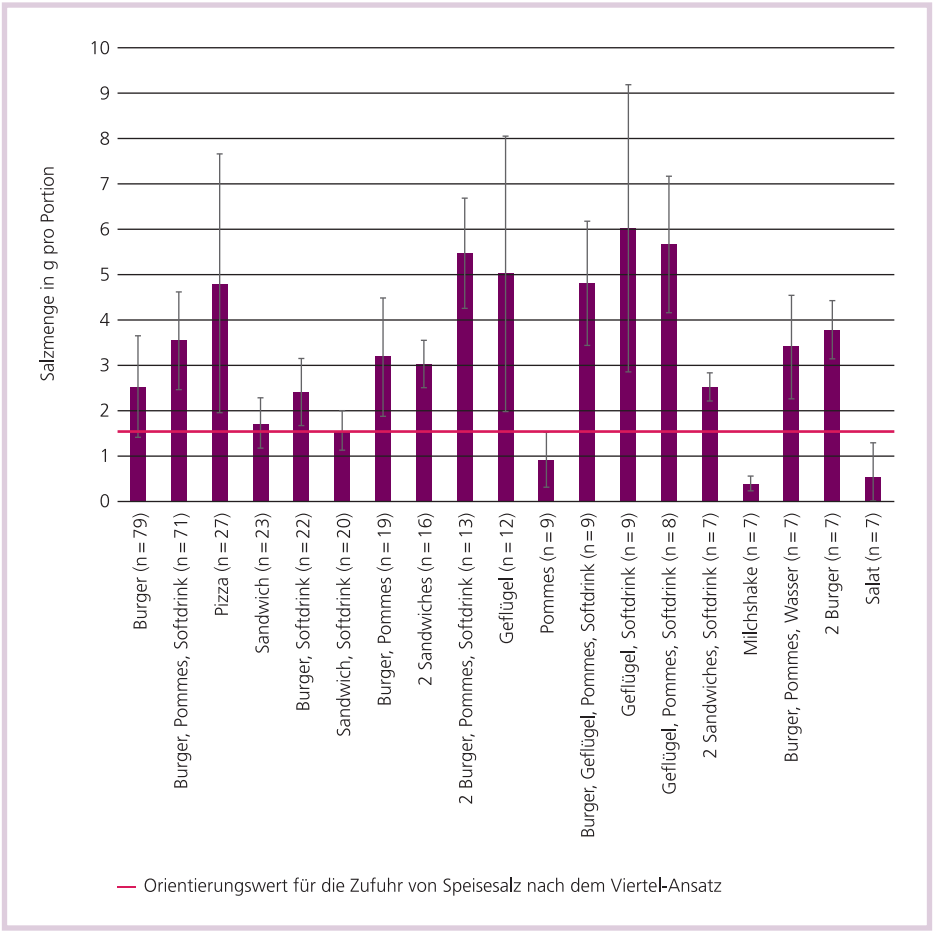


Abbildung 13/8: Durchschnittliche Speisesalzzufuhr je Speise bzw. Speisenkombination in g/Portion

13.3

13.3.3 Nutzungsverhalten in der Systemgastronomie

Das Nutzungsverhalten bei gastronomischen Angeboten umfasst den Besuch eines Restaurants mit Vor-Ort-Verzehr sowie die Selbstabholung oder Lieferung der bestellten Speisen mit dem Verzehr außerhalb des Restaurants. Aus der repräsentativen Grundbefragung ergab sich, dass die Systemgastronomie von jungen Menschen signifikant häufiger genutzt wird als die Individualgastronomie oder Gemeinschaftsverpflegung: 30 % der Teilnehmenden nutzen Restaurants einer Kette der Systemgastronomie mindestens einmal pro Woche. Diese Nutzungsfrequenz wurde auch in der Tracking-Studie, die eine aktuelle Nutzungsmessung über vier Wochen vornahm, bestätigt: Laut Tracking nutzen 32 % der Teilnehmenden mindestens einmal pro Woche Systemgastronomie (durchschnittlich 0,76 Besuche oder Bestellungen pro Woche). Der Besuch individueller Restaurants wurde von den Teilnehmenden zu 21 % und der von Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung zu 18 % angegeben. Als wichtigste Kriterien für die Wahl eines Restaurants oder Cafés der Systemgastronomie gaben die Teilnehmenden die Qualität und den guten Geschmack des Essens sowie die Sauberkeit im Restaurant an. Diese Kriterien waren für ca. 60 % der Teilnehmenden sehr wichtig. Dass die Speisen und Getränke gesund oder nachhaltig sind, wurde demgegenüber von 26 % bzw. 17 % als sehr wichtig bezeichnet. Korrelationsergebnisse zwischen den Entscheidungskriterien und der Nutzungshäufigkeit gastronomischer Angebote zeigten leicht gegensätzliche Effekte: Je wichtiger Kriterien wie Preis und Convenience[4] waren, desto häufiger wurde die Systemgastronomie (Spearman-Korrelation: $p = 0{,}064$; $p = 0{,}05$; $n = 947$), und desto weniger häufig die Individualgastronomie ($p = -0{,}081$; $p = 0{,}012$; $n = 947$) genutzt.

Das Nutzungsverhalten gastronomischer Angebote wurde durch den Anlass der Nutzung, den zeitlichen Nutzungsrahmen und die Begleitpersonen charakterisiert. Abbildung 13/9 zeigt, dass neben Hunger und Appetit das Essen während einer anderen Aktivität (Ausflug, Einkaufen) als häufige Gründe für die Nutzung systemgastronomischer Angebote angegeben worden waren.

[4] Convenience wird als Sammelbegriff für Eigenschaften verstanden, die die Restaurant- bzw. Speisewahl für Verbraucher*innen vereinfachen. Es umfasst eine gute Erreichbarkeit, einen schnellen Service sowie die Umschreibung des Restaurantbesuchs bzw. der Speisewahl als einfach und unkompliziert.

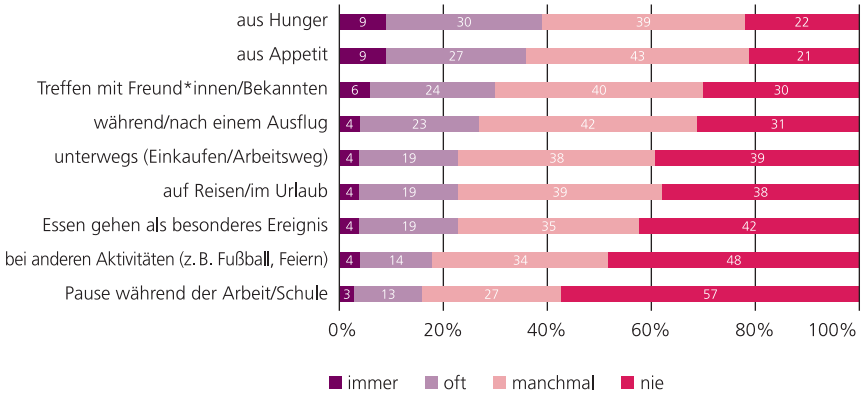


Abbildung 13/9: Anlässe der Nutzung von Systemgastronomie in % (n = 1 181)

Laut der repräsentativen Grundbefragung nutzen 34 % der Teilnehmenden Systemgastronomie immer und oft am Wochenende und an freien Tagen, häufiger als sie dies an Werktagen tun (16 %). Dabei lag der Schwerpunkt am Nachmittag und in den Abendstunden. Die Systemgastronomie wurde eher in Gesellschaft – mit dem/der Partner*in (30 %), mit Freund*innen (30 %) und der Familie (23 %) – als allein (19 %) in Anspruch genommen. Wenn Kinder im Haushalt leben, waren diese von ca. einem Drittel der Befragten „oft" und „immer" Begleitpersonen bzw. bestellten mit.

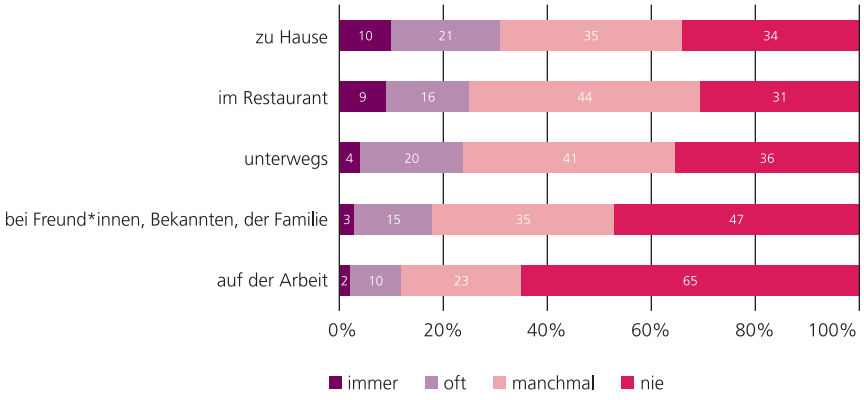


Abbildung 13/10: Orte des Verzehrs von Speisen aus der Systemgastronomie in % (n = 1 181)

13.3

Am häufigsten wurde das Essen aus der Systemgastronomie zu Hause verzehrt (Abb. 13/10). 31 % der jungen Menschen gaben an, hier oft oder immer zu essen. Bestellt wurde dabei hauptsächlich persönlich im Restaurant oder Drive-in (38 %). Ca. ein Fünftel (22 %) beschrieb, online über Essenslieferdienste oder die Bestell-App der Restaurant-Ketten zu bestellen. Zum größten Teil holten die Teilnehmenden das Essen dabei selbst ab (45 % oft und immer).

Abbildung 13/11 zeigt die spezifischen Motivlagen für die Inanspruchnahme von Systemgastronomie, die in der Einstellungsbefragung ermittelt wurden. Die Teilnehmenden nutzen die Systemgastronomie dabei vor allem aufgrund des standardisierten Angebotes („Man weiß, was man bekommt.“) und des schnellen Services. Dies sind die wesentlichen Motive, denen über 75 % der Befragten aus der Einstellungsbefragung zustimmten. Im Vergleich als weniger relevant wurden ein vegetarisches Angebot und „ein besseres Gefühl“ bei der Nutzung bestimmter Restaurant-Ketten berichtet.

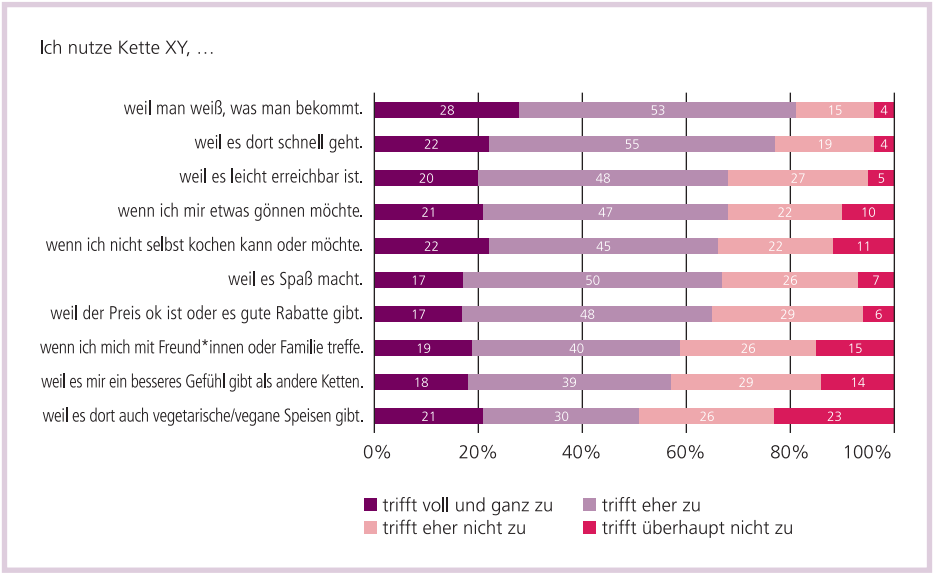


Abbildung 13/11: Motive der Nutzung von Systemgastronomie in % (n = 531)

Die befragte Zielgruppe nutzte Systemgastronomie häufiger als Individualgastronomie oder die Gemeinschaftsverpflegung. Die Mahlzeiten wurden dabei häufig zu Hause verzehrt. Die wichtigsten Nutzungsmotive waren ein standardisiertes Angebot und der schnelle Service. Oft erfolgte die Nutzung im Rahmen anderer Aktivitäten (z. B. Einkaufen, Arbeitsweg).

Vergleich verschiedener Systemgastronomie-Unternehmen

Um das unterschiedliche Nutzungsverhalten für die betrachteten Restaurant-Ketten vergleichen zu können, wird im Folgenden das Nutzungsverhalten spezifisch nach fünf ubiquitär in Deutschland verbreiteten Systemgastronomie-Unternehmen aufgezeigt. Abbildung 13/12 zeigt die in der repräsentativen Grundbefragung ermittelten Nutzungshäufigkeiten für die entsprechenden Ketten. Mit Ausnahme von Anbieter A wurden die einzelnen Restaurant-Ketten relativ selten genutzt. Fasst man die Nutzungshäufigkeiten für alle der 14 untersuchten Ketten zusammen, gaben 19 % der Befragungsteilnehmenden an, mindestens einmal pro Woche Systemgastronomie zu nutzen.

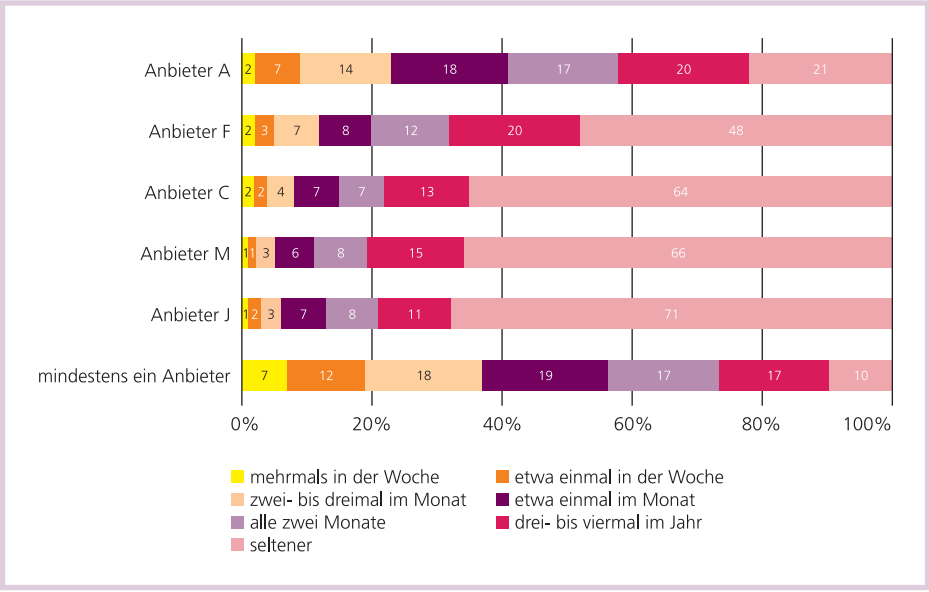


Abbildung 13/12: Nutzungshäufigkeit nach Systemgastronomie-Anbietern in % (n = 947)

Die in der Einstellungsbefragung berichteten Motive zur Nutzung von Anbieter A waren vor allem der schnelle Service (86 %), die günstigen Preise (75 %) und die gute Erreichbarkeit (74 %). Tabelle 13/6 zeigt die verschiedenen Nutzungsparameter des Anbieters im Vergleich zur Erhebungsgesamtheit und den vier anderen Restaurant-Ketten auf. Eine nächtliche Nutzung von Anbieter A war im Vergleich zu den anderen Ketten besonders häufig. Restaurant-Kette A wurde signifikant seltener mit Kolleg*innen besucht. Kinder wurden dagegen überdurchschnittlich häufig mitgenommen bzw. es wurde für sie mitbestellt. Am häufigsten wurde persönlich im Restaurant bestellt und das Essen mitgenommen. Entscheidend für die Auswahl der Speisen bei Restaurant-Kette A war die Nutzung von Rabatten und Gutscheinen, während Gesundheit und Nachhaltigkeit der Speisen signifikant seltener als von Bedeutung angegeben worden waren als bei den anderen Restaurant-Ketten (Tab. 13/6).

Tabelle 13/6: Nutzungsvariablen nach Systemgastronomie-Anbietern; Angaben in %

Prozentwerte der Kategorien „oft" und „immer"	Gesamt n = 1 181	Systemgastronomie-Anbieter					KW-Test
		A n = 151	C n = 90	F n = 93	J n = 73	M n = 76	
Anlässe[a]							
Treffen mit Freund*innen/Bekannten	30	27	28	29	26	50	28,48*
auf Reisen/im Urlaub	23	34	16	16	21	22	24,31*
Essen gehen als besonderes Ereignis	22	21	16	20	15	37	42,54*
Pause während der Arbeit/Schule	16	10	7	17	27	12	33,15*
Zeiten der Inanspruchnahme[a]							
am Wochenende	34	41	42	32	19	42	27,10*
mittags	17	12	18	20	27	15	15,06*
abends	38	50	43	33	18	46	40,63*
nachts	13	18	12	7	10	11	43,01*
Begleitpersonen[a]							
mit Freund*innen/Bekannten	30	29	29	29	26	42	11,22*
allein	19	17	13	23	19	7	23,72*
mit Kolleg*innen	15	7	13	22	26	13	16,31*
mit Kindern	33	40	46	17	27	31	7,81
Orte des Verzehrs[a]							
zu Hause	31	36	50	31	22	13	60,46*
im Restaurant	25	25	13	23	23	63	107,64*
unterwegs	24	33	14	30	16	5	67,96*
auf der Arbeit	12	6	11	10	19	7	20,19*
Bestellung[a] (wenn nicht im Restaurant gegessen wird)							
persönlich im Restaurant/Drive-in	38	61	11	51	40	24	81,71*
online	22	9	42	17	21	24	66,70*
per Telefon	14	3	23	7	16	24	56,09*
Abholung[a] (wenn nicht im Restaurant gegessen wird)							
Selbstabholung	46	67	33	59	47	36	43,69*
Lieferung	25	11	45	14	22	27	96,65*
Gründe der Speisewahl[a]							
Rabatte/Gutscheine	44	60	58	31	32	28	64,24*
etwas Neues ausprobieren	40	25	44	39	51	57	26,61*
wieviel Zeit man hat	37	34	36	41	45	36	5,58
was gesünder ist	28	16	27	32	41	32	33,56*
Empfehlungen	27	19	24	32	32	30	6,83
was nachhaltiger ist	25	15	21	20	26	24	14,83*
Anpassung des Ernährungsverhaltens bei anderen Mahlzeiten[b]	23	25	29	20	22	22	3,23

KW-Test: Kruskal-Wallis-Test; n: Anzahl

[a] Wie oft (wie häufig) trifft Folgendes zu? Vierstufige Antwort-Skala: 1 = nie, 2 = manchmal, 3 = oft, 4 = immer.

[b] Statement: „Ein Besuch/Bestellung bei Kette XY hat Einfluss darauf, was ich am Rest des Tages oder am nächsten Tage esse". Gleiche Antwortskala wie bei [a].

* Die Unterschiede sind auf dem 0,05-Niveau signifikant.

Restaurant-Kette C wurde vor allem wegen des schnellen Service und aufgrund der guten Erreichbarkeit genutzt. Überdurchschnittlich häufig wurde online bestellt und die Speisen zu Hause verzehrt. Kinder aßen hier von den miteinander verglichenen Ketten am häufigsten mit oder es wurde für sie mitbestellt. Auch bei Restaurant-Kette C war der Preis der am häufigsten genannte Grund für die Speisewahl. Ein spezielles Motiv zur Nutzung von Restaurant-Kette F und J war ein mit der Nutzung einhergehendes besseres Gefühl bei den Teilnehmenden als bei anderen Restaurant-Ketten (76 %). Restaurant-Kette J wurde zusätzlich auch wegen ihres Angebots an fleischfreien Speisen genutzt (75 %). In Tabelle 13/6 zeigen sich folgende typische Nutzungsparameter: Die Restaurant-Ketten F und J wurden weniger häufig am Wochenende genutzt, Kinder waren weniger häufig Begleitpersonen. Wie bei Restaurant-Kette A wurde auch hier am häufigsten im Restaurant bestellt und die Speisen mitgenommen. Restaurant-Kette J wurde überdurchschnittlich häufig in der Pause von Schule bzw. Arbeit genutzt. Die Nutzung am Wochenende war dagegen unterdurchschnittlich ausgeprägt. Im Vergleich zu den anderen Restaurant-Ketten waren Nachhaltigkeits- und Gesundheitskriterien bei der Speisenauswahl bei Anbieter J signifikant wichtiger. Die Nachhaltigkeit der Speisen und Getränke war aber auch bei diesem Anbieter im Vergleich zu den anderen Kriterien eher unwichtig (Tab. 13/6). Wichtige Nutzungsmotive des Full-Service-Restaurants M waren das Treffen mit Freund*innen und dass man sich mit einem Besuch etwas gönnen möchte. Die für die anderen Restaurant-Ketten des Quick Service relevanten Motive des schnellen Service und der Erreichbarkeit waren bei Restaurant-Kette M signifikant weniger stark ausgeprägt. Der Neuheitswert war für die Teilnehmenden ein überdurchschnittlich wichtiges Auswahlkriterium für die Speisen. Das Angebot wurde meist direkt im Restaurant verzehrt (Tab. 13/6).

Gefragt nach einer möglichen Anpassung ihres Ernährungsverhalten vor oder nach der Nutzung von Systemgastronomie („Ein Besuch/Bestellung bei Kette XY hat Einfluss darauf, was ich am Rest des Tages oder am nächsten Tag esse.") stimmten durchschnittlich 23 % der Teilnehmenden zu, dass sie dies oft und immer tun (Tab. 13/6). Als Motive wurden dabei am häufigsten entweder der Ausgleich eines als niedrig wahrgenommenen Gesundheitswertes der Speisen oder eine zu hohe Verzehrmenge angegeben. Zwischen den betrachteten Restaurant-Ketten waren die Unterschiede im Anpassungsverhalten eher gering.

Das individuelle Nutzungsverhalten bezüglich der Anlässe, Nutzungszeiten sowie der Begleitpersonen zeigte für verschiedene Restaurant-Ketten individuelle Schwerpunkte.

In Bezug auf die jeweilige Qualitäts-, Geschmacks- und Preiswahrnehmung wurden die Restaurant-Ketten von den Teilnehmenden subjektiv unterschiedlich wahrgenommen und bewertet. Der Faktor „Qualitätswahrnehmung" umfasst dabei qualitätsbezogene Kriterien wie Nachhaltigkeit, Gesundheit und Qualität der Speisen und Getränke. Der Faktor „Geschmackswahrnehmung" wird durch das Kriterium „guter Geschmack" und der Faktor „Preiswahrnehmung" durch das Kriterium „gute Rabattaktionen, Gutscheine und Coupons" dominiert. Abbildung 13/13 präsentiert die mittlere Ausprägung dieser drei aus Sicht der befragten Stichprobe beurteilten Bewertungsfaktoren für fünf

Systemgastronomie-Repräsentanten. Ein mittlerer Faktorwert von Null zeigt eine durchschnittliche Ausprägung des Faktors an. Positive (bzw. negative) Faktorenwerte weisen auf eine überdurchschnittliche (bzw. unterdurchschnittliche) Ausprägung des Faktors hin.

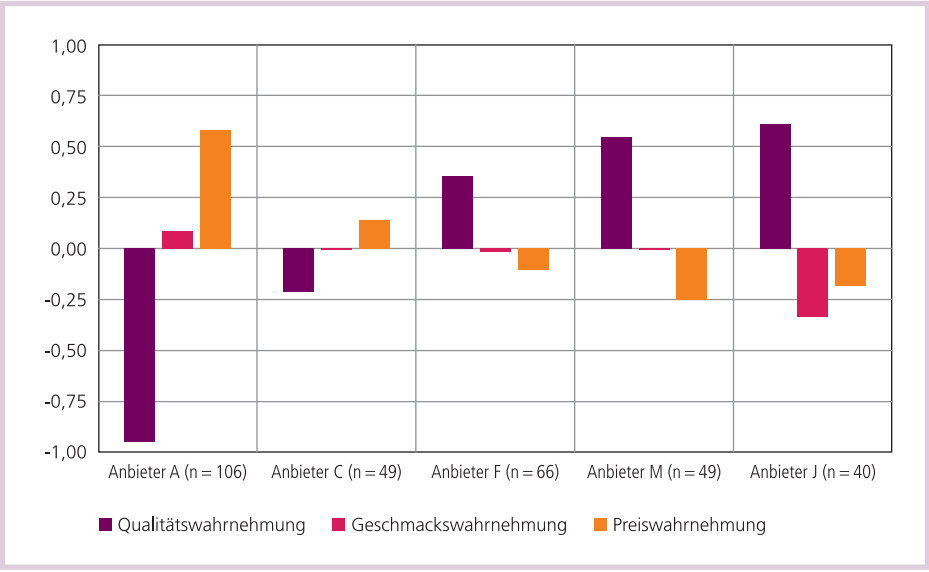


Abbildung 13/13: Faktorenwerte (Mittelwerte) der Bewertung nach Systemgastronomie-Anbietern

Restaurant-Kette A wurde in Bezug auf die Qualität der Speisen und Getränke von den Teilnehmenden als unterdurchschnittlich wahrgenommen, während die Geschmackswahrnehmung als durchschnittlich und die Preiswahrnehmung als überdurchschnittlich bezeichnet wurden. Restaurant-Kette C wurde von den Teilnehmenden ähnlich bewertet, nur in geringerer Ausprägung. Die Restaurant-Ketten F, M und J wurden bezüglich der Qualität überdurchschnittlich und bezüglich des Preises unterdurchschnittlich wahrgenommen. Die Geschmackswahrnehmung wurde als eher durchschnittlich bezeichnet, mit Ausnahme von Restaurant-Kette J. Hier wurde der Geschmack der Speisen und Getränke unterdurchschnittlich von den Teilnehmenden wahrgenommen.

Die verschiedenen Unternehmen der Systemgastronomie werden in Bezug auf Preis, Qualität und Geschmack von der Zielgruppe heterogen wahrgenommen.

13.3

Die expliziten Einstellungen gegenüber den untersuchten Restaurant-Ketten sind zum Großteil positiv ausgeprägt (Abb. 13/14). Die mittleren Werte liegen bis auf sechs Ausnahmen im positiven Bewertungsbereich (Wertebereich 1–3,5). Insbesondere bezüglich der Einstellungsdimensionen Geschmack und Convenience wurden alle Ketten sehr positiv eingeschätzt. Die von den Teilnehmenden angegebenen Einstellungen unterschieden sich signifikant zwischen den fünf Repräsentanten der Restaurant-Ketten. So wurden die

Einstellungen gegenüber Restaurant-Kette A in drei Dimensionen als eher negativ angegeben: Die Kette A wurde dabei von den Teilnehmenden als eher teuer (3,64 ± 1,33), ungesund (4,78 ± 1,29) und umweltschädlich (4,08 ± 1,3) wahrgenommen. Zudem wurde Kette A in fünf weiteren Dimensionen (Geschmack, Gefühl, Sättigung, Kreativität, Gemütlichkeit) am signifikant schlechtesten gegenüber den anderen Restaurant-Ketten eingeschätzt, aber signifikant positiv als am unkompliziertesten wahrgenommen. Auch Kette C wurde von den Teilnehmenden als eher ungesund (4,07 ± 1,27) bezeichnet, die Preiseinstellung („günstig – teuer") dagegen am positivsten eingeschätzt (3,09 ± 1,16). Die Einstellungen gegenüber Kette F waren durchweg positiv. Dies traf insbesondere auf den Geschmack (1,72 ± 0,82), die Convenience (2,19 ± 0,82) und das Gefühl (2,12 ± 0,87) zu.

Ketten J und M wurden im Vergleich zu den anderen Restaurant-Ketten als am teuersten (3,89 ± 1,07 bzw. 1,22) und langsamsten (2,73 ± 1,18 bzw. 2,74 ± 1,15) wahrgenommen. Hingegen waren Einstellungen bezüglich Gesundheit (2,27 ± 1,25) und Umweltfreundlichkeit (2,65 ± 1,14) bei Kette J besonders positiv. Bei der Restaurant-Kette M, als Full-Service-Unternehmen, wurde die Gemütlichkeit (2,40 ± 1,12) am positivsten unter allen untersuchten Restaurant-Ketten eingeschätzt.

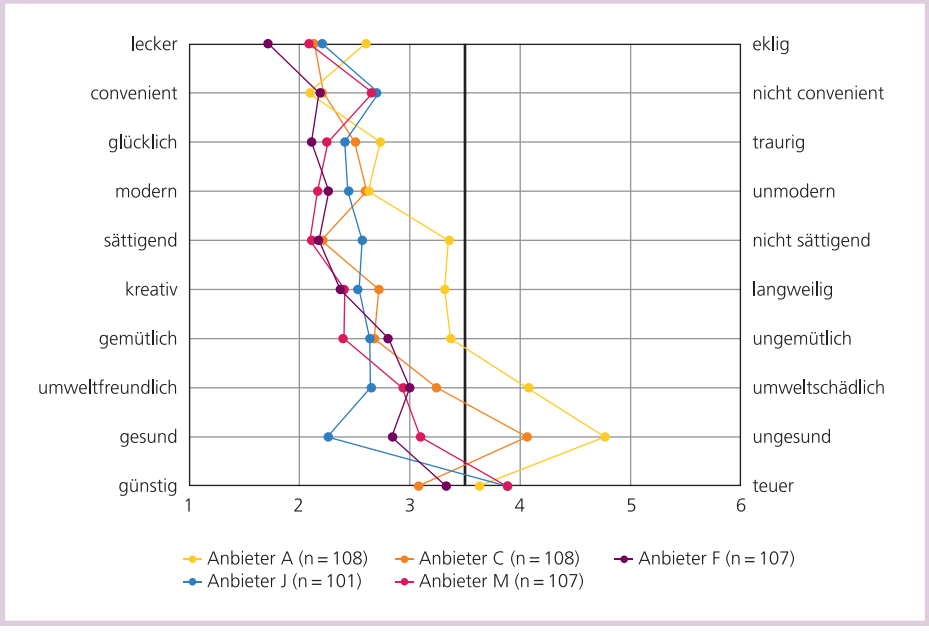


Abbildung 13/14: Einstellungen (Mittelwerte) nach Systemgastronomie-Anbietern

13.3

Die Nutzer*innen bringen allen Restaurant-Ketten eine insgesamt positive Einstellung entgegen. In einzelnen Dimensionen und im Vergleich nur einzelne Ketten betreffend äußern die Nutzer*innen auch tendenziell negative Einstellungen, z. B. die Gesundheit, die Umweltbewertung und Preisattraktivität betreffend.

13.3.3.1 Einflussfaktoren auf das Nutzungsverhalten

Für die Frage nach den persönlichen Faktoren, die beeinflussen, wie häufig die Zielgruppe Systemgastronomie in Anspruch nimmt, wurde eine vergleichende Analyse durchgeführt. Die varianzanalytischen Ergebnisse zur Erklärung der Nutzungshäufigkeit von Individual- versus Systemgastronomie werden in Tabelle 13/7 zusammengefasst. Bei den persönlichen Faktoren wird zwischen soziodemografischen Merkmalen und psychologischen Persönlichkeitsfaktoren unterschieden. Dazu gehören die Gesundheitsorientierung und die Genussorientierung beim Außer-Haus-Verzehr, die *unhealthy-tasty intuition* (Assoziation, dass ernährungsphysiologisch günstigere Lebensmittel automatisch mit weniger Geschmack einhergehen) und die Impulsivität (Tendenz, bei Ernährungsentscheidungen einem spontanen Drang zu folgen) der Studienteilnehmenden bei der Speisenwahl im Außer-Haus-Verzehr.

Tabelle 13/7: Varianzanalysen zur Erklärung der Nutzung verschiedener gastronomischer Angebote[a]

Faktor	Individuelle Gastronomie				Systemgastronomie			
	b[a]	T	p[b]	part. Eta²	b[a]	T	p[b]	part. Eta²
Konstante	3,50	4,48	< 0,001	0,050	4,44	5,78	< 0,001	0,080
soziodemografische Faktoren (binär)								
Frau	–0,35	–1,91	0,045	0,009	–0,36	–2,01	0,051	0,010
Abitur	0,87	4,72	< 0,001	0,055	0,30	1,64	0,092	0,007
berufstätig	0,70	3,42	< 0,001	0,029	0,61	3,05	< 0,001	0,024
Alter (metr.)	–0,01	–0,61	0,522	0,001	–0,05	–2,44	0,019	0,015
Psychologische Persönlichkeitsfaktoren[c]								
Gesundheitsorientierung	0,26	2,59	0,010	0,017	0,10	1,04	0,298	0,003
Genussorientierung	0,06	0,47	0,653	0,001	0,13	0,96	0,377	0,002
unhealthy-tasty intuition	0,32	2,68	0,007	0,018	0,29	2,46	0,014	0,015
Impulsivität	0,09	0,85	0,444	0,002	0,25	2,34	0,028	0,014

[a] Abhängige Variable: Nutzungshäufigkeit mit 7 Stufen (1 = mehrmals in der Woche, 2 = 1-mal in der Woche, 3 = 2–3-mal im Monat, 4 = 1-mal im Monat, 5 = alle 2 Monate, 6 = 3–4-mal im Jahr, 7 = seltener)

[b] Koeffizienten und Signifikanzniveau per *BCa-Bootstrapping* mit 1 000 *BCa*-Stichproben; statistische Signifikanz, wenn p < 0,05

[c] Die psychologischen Persönlichkeitsfaktoren werden über eine 4-stufige Skala von 1 = „trifft überhaupt nicht zu" bis 4 = „trifft voll und ganz zu" operationalisiert.
Gesundheitsorientierung = Statement „Wenn ich auswärts esse oder mir etwas liefern lasse, vermeide ich oft bestimmte Lebensmittel, weil ich auf meine Gesundheit achte."; Genussorientierung: Mittelwert aus den Statements „Wenn ich auswärts esse oder mir etwas liefern lasse, achte ich in erster Linie auf den Geschmack." und „Wenn ich auswärts esse oder mir etwas liefern lasse, habe ich manchmal ein Verlangen nach bestimmtem Essen."; Expliziter Glaube in die *unhealthy-tasty intuition*: Mittelwert aus den Statements „Essen, was gut für mich ist, schmeckt selten gut." und „Es gibt keinen Weg Essen gesünder zu machen, ohne dass der Geschmack darunter leidet." [36]; Impulsivität: „Ich wähle häufig das Essen, was im Restaurant oder auf Gutscheinen beworben wird".

In Bezug auf soziodemografische Faktoren wurde die Individualgastronomie signifikant häufiger von Männern, Berufstätigen und Teilnehmenden mit höherem Bildungsabschluss genutzt. Für die Nutzung der Systemgastronomie konnte ebenfalls ein Einfluss von Berufstätigkeit und Alter nachgewiesen werden. Jüngere Personen nutzten die Systemgastronomie demnach signifikant häufiger. In Bezug auf die Persönlichkeitsfaktoren konnte für beide gastronomischen Angebote ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen einer explizit geäußerten *unhealthy-tasty intuition* und der Nutzungshäufigkeit festgestellt werden. Das heißt, je stärker Verbraucher*innen ernährungsphysiologisch ungünstige Lebensmittel automatisch mit einem guten Geschmack verbinden, desto häufiger besuchen sie bzw. bestellen bei Individual- wie auch Systemgastronomie. Während die Gesundheits- und Genussorientierung bezüglich der Nutzung der Systemgastronomie keinen erklärenden Einfluss zeigten, wies die gesundheitsorientierte Ernährungseinstellung einen signifikant positiven Zusammenhang zur Inanspruchnahme von individualgastronomischen Angeboten auf. Im Zusammenhang zur Nutzung der Systemgastronomie zeigte die Impulsivität der Teilnehmenden einen positiven Effekt.

Studienteilnehmende mit höherer *unhealthy-tasty intuition* und Impulsivität nutzen vermehrt die Systemgastronomie, während gesundheitsorientierte Studienteilnehmende häufiger die Individualgastronomie aufsuchten.

13.3.3.2 Wünsche der Teilnehmenden

Veränderungen in der Systemgastronomie sind nur nachhaltig umsetzbar, wenn sie von den Verbraucher*innen akzeptiert werden. Abbildung 13/15 fasst zusammen, wie verschiedene Maßnahmen mit dem Ziel einer besseren Gesundheit und Nachhaltigkeit in der Systemgastronomie von den Studienteilnehmenden der Einstellungsbefragung beurteilt wurden.

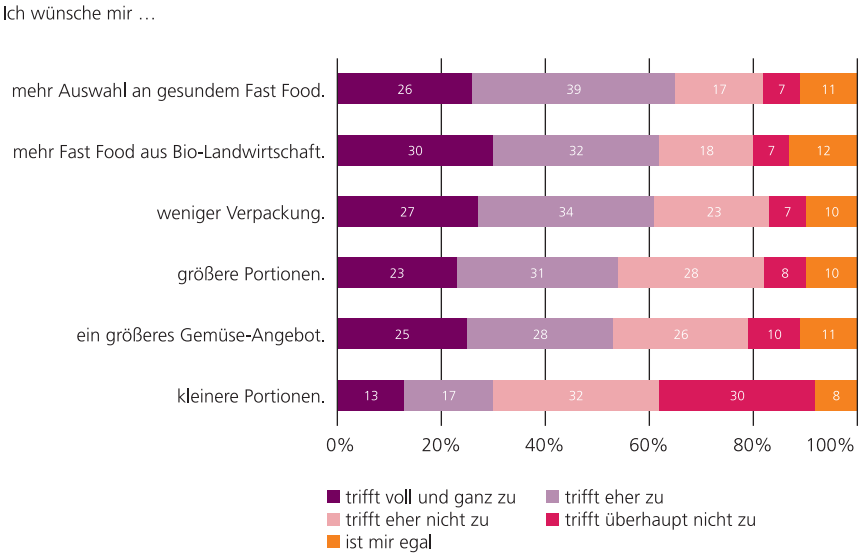


Abbildung 13/15: Wünsche bezüglich des Angebotes der Systemgastronomie in % (n = 531)

Eine größere Auswahl an gesundem Fast Food (65 %), mehr Fast Food aus ökologischer Landwirtschaft (62 %) und die Verwendung von weniger Verpackung (61 %) wurden von einem Großteil der Befragten befürwortet. Wenig Akzeptanz hingegen erfuhr eine Verkleinerung der Portionsgrößen (30 %).

13.4 Diskussion

Ziel des Projektes war die Erfassung des vorhandenen Speisenangebots einer Auswahl von in Deutschland etablierten Systemgastronomie-Ketten sowie die nährstoffbezogene Analyse der von der Zielgruppe 16- bis unter 35-Jähriger am häufigsten verzehrten Speisen und Speisenkombinationen. Zusätzlich wurde das individuelle Nutzungsverhalten der Zielgruppe erfasst und auf Unterschiede oder spezifische Einflussfaktoren hin untersucht. Aus den Ergebnissen wurden konkrete Handlungsempfehlungen im Sinne der Gesundheitsförderung abgeleitet.

13.4.1 Analyse der Systemgastronomie

Die Systemgastronomie hält ein breites Angebot an Speisen und Getränken bereit. Im Fokus der Analysen dieser Untersuchung standen Speisen, die in der Stichprobe häufig verzehrt wurden. Basierend auf den Produktangaben der untersuchten Restaurant-Ketten ergaben die Daten der ernährungsphysiologischen Analyse, dass die Energiezufuhr insbesondere bei Speisenkombinationen, die aus mehreren Speisen und Getränken zusammengestellt wurden, im Vergleich zu den aktuellen Empfehlungen und unter Berücksichtigung des Viertel-Ansatzes zu hoch waren.

Auch die Richtwerte für die Fettzufuhr wurden meist überschritten, wobei insbesondere der Anteil an gesättigten Fettsäuren bei vielen Speisen und Speisenkombinationen zu hoch ausfiel. Dabei wurden die Richtwerte von 7 bis 10 En% an gesättigten Fettsäuren zugrunde gelegt und bei der Bewertung die Obergrenze von 10 En% gewählt. Bei Orientierung an der Untergrenze (7 En%) müssten die Ergebnisse noch kritischer betrachtet werden.

Insbesondere Speisenkombinationen mit zuckerhaltigen Softdrinks oder Milchshakes wiesen hohe Zuckergehalte auf. Shakes lieferten im Durchschnitt 52 ± 10 g und Soft/Energydrinks 46 ± 14 g Zucker pro Portion. Das kann, je nach Alter, Geschlecht und körperlicher Aktivität, bereits der Empfehlung für die maximale Zufuhr für einen ganzen Tag entsprechen.

Zudem waren die untersuchten Speisen und Speisenkombinationen überwiegend als ballaststoffarm sowie zu salzhaltig zu bezeichnen. Damit entsprechen die Ergebnisse den internationalen Daten zur Einschätzung des Systemgastronomieangebots [5, 37]. Von allen untersuchten Restaurant-Ketten wurden sowohl vegetarische (ca. 28 % der Speisen) als auch vegane (ca. 15 % der Speisen) Angebote vorgehalten. Bis auf den Ballaststoffgehalt, der bei den in der vorliegenden Studie untersuchten veganen und vegetarischen Produkten pro Portion oft höher lag, gab es in den Nährwerten kaum signifikante Unterschiede zu den fleischhaltigen Varianten. Zwar zeigte sich bei veganen und zum Teil vegetarischen Varianten eine geringere Energiedichte, jedoch waren die Portionen auch größer. Zudem wurden die veganen und vegetarischen Varianten von den in der Tracking-Studie analysierten 16- bis unter 35-Jährigen (n = 267) deutlich seltener gewählt als die fleischhaltigen Produkte.

Wenige Produkte aus dem Angebot der Beilagen, wie Gemüse, gebackene Kartoffeln oder Brot sowie einige Wraps, Sandwiches und Bowls, könnten hinsichtlich ihres Nährstoffspektrums aus ernährungsphysiologischer Sicht empfohlen werden, wurden durch die befragten Teilnehmenden aber kaum gewählt. Auch einige der untersuchten Salate

können bei Auswahl eines energiearmen Dressings (z. B. Balsamico-Dressing) aus ernährungsphysiologischer Sicht empfohlen werden. Trotzdem gilt auch für diese Produkte, dass die Ergänzung um andere Speisenkomponenten (z. B. Softdrink, Pommes), wie sie von vielen Teilnehmenden der Tracking-Studie üblicherweise bestellt wurden, schnell zum Überschreiten der DGE/ÖGE-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr führen.

Nicht alle Restaurant-Ketten (5 von 14) gaben die Ballaststoffgehalte ihrer Produkte an. In den Mittelwertberechnungen konnten somit nur jene Angaben berücksichtigt werden, die auch ausgewiesen wurden. Damit ist anzunehmen, dass die Analysen weniger Ballaststoffe abbilden, als tatsächlich in den Speisen vorhanden waren. Die ernährungsphysiologische Analyse der Speisen und Speisenkombinationen erfolgte anhand der Mengen- und Produktangaben der befragten Teilnehmenden. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass Fehlangaben gemacht wurden. So fällt insbesondere die seltene Angabe von Dressings beim Verzehr von Salaten auf, bei der vermutet werden kann, dass zwar Dressings gewählt, diese aber nicht dokumentiert worden sind. So bleibt offen, ob die Auswertungen zu den Salaten möglicherweise zu positiv ausfallen. Gleiches gilt für den Verzehr von Pommes, zu denen selten Angaben zur Nutzung von Ketchup, Mayonnaise oder anderen Dips gemacht wurden. Bei den Softdrinks wurde während der Tracking-Studie selten angegeben, dass zuckerfreie Varianten konsumiert wurden. Somit flossen in die Berechnungen nur die zuckerfreien Varianten ein, die auch als solche angegeben wurden. Es wäre denkbar, dass mehr Teilnehmende zuckerfreie Varianten gewählt haben, dies aber nicht dokumentierten.

Die Restaurant-Ketten gaben in ihren Nährwertangaben den Gesamtzucker an. Als Vergleichsbasis wurde aber der Richtwert für freien Zucker herangezogen, da Richtwerte für die Gesamtzuckerzufuhr fehlen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich im Gesamtzucker zusätzlich zu den freien Zuckern auch noch natürlich vorkommende Frucht- und Milchzucker befinden können. Dies betrifft z. B. Produkte mit Käse oder Milch, wie Burger, Sandwiches oder Milchshakes. Auch wenn die Anteile von natürlich vorkommenden Frucht- und Milchzuckern nicht differenziert betrachtet werden konnten, wird deutlich, dass insbesondere zugesetzte Zucker, wie in Softdrinks und Milchshakes, für die hohen Gesamtzuckergehalte verantwortlich sind.

Unbekannt ist zudem, ob die angegebenen Speisen und Speisenkombinationen tatsächlich als Hauptmahlzeiten verzehrt wurden, so wie es mit dem Viertel-Ansatz für die Auswertung der Daten in der Regel angenommen wurde. Sollten die angegebenen Speisen und Speisenkombinationen als Snack oder Zwischenmahlzeit aufgenommen worden sein, so wäre die ernährungsphysiologische Bewertung noch kritischer zu sehen, wie z. B. beim Verzehr von Milchshakes, die pro Portion 395 ± 90 kcal an Energie und 69 ± 9 g Zucker liefern. In diesem Beispiel würde allein mit einer Zwischenmahlzeit das Maximum an freiem Zucker erreicht bzw. überschritten werden, sodass andere Mahlzeiten am Tag keinen weiteren freien Zucker enthalten dürften.

Ebenfalls wurde nicht abgefragt, ob die protokollierten Produkte komplett verzehrt oder Reste übriggelassen, gegebenenfalls mitgenommen und später verzehrt wurden. In der Auswertung wurde angenommen, dass die angegebenen Speisen und Speisenkombinationen von einer Person komplett verzehrt wurden, da bekannt ist, dass die Portionsgröße eine Konsumnorm darstellt, die Einfluss auf den Verzehr und das Sättigungsgefühl hat [23–25]. Deshalb wurde als Vergleichsbasis auch die Portion gewählt und nicht die Energie- und Nährstoffdichte, um die vermutete Energiezufuhr besser wiederzugeben.

Der Viertel-Ansatz, der definitionsgemäß für die Energiezufuhr gilt, wurde für eine bessere Vergleichbarkeit auch für die Richtwerte anderer Nährstoffe, die üblicherweise für die Tageszufuhr gelten, angewendet. Dieses Vorgehen ist kritisch zu sehen, da je nach Produktauswahl zu anderen Mahlzeiten des Tages die Richtwerte für die Tageszufuhr durchaus eingehalten werden können. Allerdings wurden durch einige Speisen und Speisenkombinationen bereits allein die Richtwerte für die Tageszufuhr erreicht, wie Beispiele für gesättigte Fettsäuren, Salz und freien Zucker zeigten. Trotz der genannten Einschränkungen lassen sich mit der vorliegenden Untersuchung die analysierten Speisen und Speisenkombinationen ernährungsphysiologisch einordnen. Zur ernährungsphysiologischen Bewertung wurde ein PAL-Wert von 1,6 (leicht bis moderat aktiver Lebensstil) zugrunde gelegt. Die Selbstangaben aus der repräsentativen Grunderhebung (n = 947) ergaben einen etwas höheren PAL-Wert, der unter der Annahme eines gewissen *Overreporting* angepasst wurde [38]. Damit liegt der hier zugrunde gelegte PAL-Wert höher als er z. B. im DGE-Qualitätsstandard für die Verpflegung in Betrieben, Behörden und Hochschulen (PAL-Wert von 1,4) [27] angesetzt wird, sodass die Vergleichbarkeit eingeschränkt ist. Für die hier vorgenommenen Analysen wurde der nach den Aktivitätsangaben der Teilnehmenden abgeleitete PAL-Wert berücksichtigt, um die Energiezufuhr unter Berücksichtigung des ermittelten Energieverbrauchs im Verhältnis zu betrachten. Im Einzelfall kann der zugrunde gelegte PAL-Wert zu hoch oder auch zu niedrig angesetzt sein.

Bei Betrachtung des Produktangebots wurde deutlich, dass die Restaurant-Ketten unterschiedliche Portionsgrößen von Speisen bereithalten. Die Portionsgröße hat einen Einfluss auf die Gehalte an Nährstoffen und Energie. In die Mittelwertberechnungen der ernährungsphysiologischen Analyse gingen alle Speisen in den durch die Teilnehmenden der Tracking-Studie angegebenen Portionsgrößen ein, sodass diese die tatsächliche durchschnittliche Zufuhr in der Stichprobe widerspiegeln. Eine explizite Auswertung nach Portionsgrößen erfolgte nicht, da die Portionsgrößen im Angebot der Restaurant-Ketten nicht einheitlich gestaltet waren und auch nicht alle Restaurant-Ketten Angaben zu den Portionsgrößen machten. Basierend auf den berichteten Verzehrgewohnheiten der Teilnehmenden müssen die am häufigsten verzehrten Speisen und Speisenkombinationen hinsichtlich der Energie und einiger Nährstoffe kritisch bewertet werden. Vor diesem Hintergrund wäre eine Anpassung des Speisenangebots bzw. eine Reformulierung der Speisen wünschenswert, um den Gehalt an Fett, gesättigten Fettsäuren, Salz und Zucker zu reduzieren und durch einen größeren Einsatz von pflanzlichen Lebensmitteln den Anteil an den Ballaststoffen zu erhöhen.

13.4.2 Nutzungsverhalten in der Systemgastronomie

Zu wissen, wann und warum junge Menschen im Alter von 16 bis unter 35 Jahren Restaurants der Systemgastronomie aufsuchen, ist von Relevanz, um den Einfluss der Systemgastronomie auf die Ernährung und damit auch möglicher gesundheitlicher Folgen abschätzen zu können. So wird bei einem regelmäßigen Konsum von Fast Food, welches einen Großteil der Systemgastronomie ausmacht, ab einer Nutzungsfrequenz von mindestens einmal pro Woche von einer höheren täglichen Energiezufuhr und negativen gesundheitlichen Effekten ausgegangen [10, 39]. Diese Nutzungsfrequenz zeigten in der vorliegenden Untersuchung ca. 30 % der 16- bis unter 35-Jährigen und nutzten damit die Systemgastronomie deutlich häufiger als andere Bereiche der Außer-Haus-Verpflegung. Das generelle Speisenangebot der Systemgastronomie, insbesondere die von der hier

befragten Zielgruppe häufig verzehrten Speisen und Speisenkombinationen, leistet so einen Beitrag zu einer überhöhten Energiezufuhr und damit auch zur Entstehung sowie Förderung von ernährungsmitbedingten Erkrankungen [10]. Dieser Zusammenhang gilt für alle im Projekt untersuchten Restaurant-Ketten. Zwar nahmen die Teilnehmenden einzelne Anbieter (insbesondere Kette J) als gesünder als andere Ketten wahr, durch die Befunde der ernährungsphysiologischen Analyse ließ sich diese subjektive Wahrnehmung jedoch nicht bestätigen. Eine individuelle Strategie zum Ausgleich des eher mit ernährungsphysiologisch ungünstigem Essen assoziierten Systemgastronomie-Besuchs wäre eine für die Gesundheit günstigere Speisenwahl zu Hause [40]. In der repräsentativen Grundbefragung gaben allerdings nur 23 % der Befragten an, dies regelmäßig zu tun. So unterstützen die gezeigten Ergebnisse andere internationale Arbeiten [41], nach denen ein regelmäßiger Fast-Food-Konsum mit einem insgesamt der Gesundheit abträglichen Lebensstil in Verbindung steht.

Die Ergebnisse der Varianzanalyse zeigen, dass die Nutzungshäufigkeit systemgastronomischer Angebote bei Männern, Berufstätigen und jüngeren Personen höher war als bei Frauen, Nicht-Berufstätigen und älteren Personen. Dabei wird die Systemgastronomie vor allem genutzt, weil das Speisenangebot standardisiert und damit bekannt ist und weil die Restaurants leicht erreichbar und convenient sind. Diese von den Teilnehmenden angegebenen Hauptmotive werden durch internationale Studien bestätigt [6, 14, 33]. Die Nutzung in Verbindung mit einer anderen Aktivität/Ausflug (z. B. Einkaufen, Arbeitsweg) ist charakteristisch. Gesundheits- oder Nachhaltigkeitsaspekte gaben die Teilnehmenden für ihre Entscheidung, Systemgastronomie zu nutzen, als kaum relevant an. Dagegen konnte ein starker Einfluss der *unhealthy-tasty intuition* auf die Nutzungshäufigkeit der Systemgastronomie festgestellt werden. Dabei werden ernährungsphysiologisch günstigere Lebensmittel automatisch mit einem schlechteren Geschmack assoziiert, was beispielsweise dazu führt, dass Gesundheits-Labels kontraproduktiv wirken und negative Verhaltenseffekte mit sich bringen können. Dies unterstreicht die Befunde anderer Studien [16, 17]. Die vorliegende Untersuchung zeigt auch, dass das Angebot einzelner Systemgastronomie-Ketten als signifikant weniger gesund (Kette A und C) und nachhaltig (Kette A) als das Angebot der anderen Ketten eingeschätzt wurde. Der niedrige Gesundheitswert der Speisen scheint den Nutzer*innen also bewusst zu sein, auch aufgrund der großen Bequemlichkeit und Preisattraktivität wird diese Gastronomie aber dennoch bevorzugt. Zudem konnte ein signifikanter Einfluss der Impulsivität auf die Nutzungshäufigkeit von Systemgastronomie gezeigt werden. Dieser Zusammenhang begründet, dass Werbe- und Rabattaktionen gerne angenommen werden und häufig Grundlage für Kaufentscheidungen sind. Sowohl die *unhealthy-tasty intuition* als auch die Impulsivität werden auch in der Literatur als Einflussfaktoren des Ernährungsverhaltens (außer Haus) diskutiert, was die vorliegenden Ergebnisse unterstreichen [20, 33, 34]. Basierend auf diesen Befunden sind implizite und vor allem affektiv wirksame Nudging-Strategien (nudging: anstoßen, stupsen) (z. B. Genuss- oder sinnesorientierte Kennzeichnungen) als besonders wirksam anzunehmen. Nudges werden dabei als implizit wirksame Interventionen verstanden, die die Entscheidungssituation in dem Sinne verändern, dass Verbraucher*innen „angestupst" werden, die gesundheitlich günstigere Entscheidung zu treffen, ohne dass die Wahlfreiheit insgesamt eingeschränkt wird. Bereits existierende Befunde unterstreichen die hier aufgezeigten Zusammenhänge, dass affektiv wirksame Strategien im Vergleich wirkungsvoller als kognitiv zu verarbeitende Hinweise (z. B. Nährwertkennzeichnungen) sind [20, 42].

Zur Erfassung des Nutzungsverhaltens wurde ein Methoden-Mix angewendet, der die verschiedenen Aspekte des Verhaltens gut nachzuzeichnen vermag. Zudem ist es dadurch möglich, Unwägbarkeiten aufgrund methodischer Limitationen einzelner Ansätze mit Ergebnissen zusätzlicher Analysen zu kompensieren. Dies bezieht sich insbesondere auf die Operationalisierung der Nutzungshäufigkeit von Systemgastronomie, die im Rahmen der Grundbefragung retrospektiv und in der Tracking-Studie als aktuelle direkte Messung operationalisiert werden konnte. Die Grundbefragung ermöglicht einen repräsentativen Überblick über das Nutzungsverhalten in der Systemgastronomie in Deutschland, während die Daten der Tracking-Studie und der Einstellungsbefragung aufgrund leicht verzerrter Alters- und Bildungsanteile in den Stichproben nur eingeschränkt auf die Grundgesamtheit übertragbar sind. Bildungsunterschiede scheinen keinen Einfluss zu haben; gerade für die jüngere Zielgruppe sollten weitere Untersuchungen die hier aufgezeigten Ergebnisse validieren. Alle Erhebungen wurden online (sowohl über mobile Endgeräte als auch Rechner beantwortbar) durchgeführt. Neben unmittelbaren Vorteilen in der Gestaltung der Fragebögen (z. B. Fragebogenführung, Verwendung von Bildmaterial, Variabilität in der Fragebogengestaltung) und der Erreichbarkeit potenzieller Studienteilnehmer*innen ist der Einfluss auf die Repräsentativität der Grundbefragung zu thematisieren. In der Zielgruppe ist die Internetnutzung aufgrund der jungen Altersstruktur omnipräsent, sodass systematische Verzerrungen aufgrund fehlender Abdeckung nahezu ausgeschlossen werden können.

Die hier präsentierten Analyseergebnisse parametrischer Verfahren wurden jeweils mit nicht-parametrischen Verfahren und, wenn möglich, durch *Bootstrapping* abgesichert. Die abhängige Variable in den Varianzanalysen zur Erklärung der Nutzungshäufigkeit ist ordinal skaliert und wird als quasimetrisch interpretiert. Die Signifikanz und Ausrichtung der Koeffizienten bestätigen sich in einer ordinalen Regression.

Insgesamt gesehen kann davon ausgegangen werden, dass eine häufige Nutzung der Systemgastronomie zu negativen gesundheitlichen Effekten führen kann. So sollten Interventionsmaßnahmen insbesondere auf jene Ketten der Systemgastronomie fokussiert werden, die aufgrund ihrer überdurchschnittlichen convenience und Preisattraktivität besonders häufig genutzt werden. Dies ist auch vor dem Hintergrund bedeutsam, dass gerade bei diesen Ketten Kinder überdurchschnittlich häufig mitgenommen werden bzw. mitessen. Da in der Kindheit die Grundlagen für das Ernährungsverhalten im Erwachsenenalter gelegt werden, sind hier Maßnahmen im Sinne des gesundheitlichen Verbraucher*innenschutzes sinnvoll. Die Art der Maßnahmen sind von dem spezifischen Nutzungsverhalten bei diesen Systemgastronomie-Ketten abzuleiten, um deren Wirksamkeit sicherzustellen.

13.5 Handlungsempfehlungen

Im Folgenden werden Handlungsempfehlungen beschrieben, die den Wert an Gesundheit und Nachhaltigkeit in der Systemgastronomie erhöhen können. Grundlage dafür bilden die Projektergebnisse unter Berücksichtigung von Literatur und Expert*innenmeinungen. Die Handlungsempfehlungen werden auf den Ebenen Produktangebot, Nudging, Verpackung/Werbung und Erreichbarkeit dargestellt. Weiterhin wird darauf eingegangen, welche Maßnahmen für die Systemgastronomie nur sehr eingeschränkt anwendbar bzw. als nicht wirksam bewertet werden.

13.5.1 Handlungsempfehlungen zum Produktangebot

Um die ernährungsphysiologische Qualität des Produktangebots zu erhöhen, wird empfohlen, die vorhandenen Rezepte anzupassen. Dabei sollte der Anteil von Gemüse und Hülsenfrüchten erhöht und der Anteil von Fleisch und Käse reduziert werden. Beispielsweise könnte die Hackfleischmasse eines Fleischpattys mit Gemüse und/oder Hülsenfrüchten kombiniert werden. Um die Fettzufuhr zu reduzieren, sollten verwendete Garmethoden bzw. -geräte angepasst und z. B. Heißluftfritteusen anstelle klassischer Fritteusen verwendet werden. In diesem Sinne ist eine Ausweitung der Nationalen Reduktions- und Innovationsstrategie [43] auf das Angebot der Systemgastronomie empfehlenswert. Dabei sollten explizit alle Ketten der Systemgastronomie miteinbezogen werden, da die Analyse für die Produkte aller Ketten ernährungsphysiologisch kritische Werte festgestellt hat.

Eine weitere Stellschraube stellen Portionsgrößen dar. Hier sollte die kleinere Portionsgröße die Standardgröße sein [42]. Hier ist zu beachten, dass die Verkleinerung ernährungsphysiologisch ungünstiger Portionsanteile effektiver ist als die Vergrößerung der Portionen ernährungsphysiologisch günstigerer Speisenkomponenten. Um den Konsum zuckerhaltiger Getränke zu reduzieren, wird empfohlen, auch hier eine kleinere Bechergröße als Standard anzubieten und mit einer Nachfüllmöglichkeit für Wasser zu kombinieren. Bei Speisenkomponenten, die in verschiedenen Stückzahlen (z. B. Nuggets) angeboten werden, wird empfohlen, eine flexible Portionsgröße anzubieten. So haben Verbraucher*innen mehr Entscheidungsspielraum und einen Einfluss darauf, wie groß die Portion sein soll: Auf diese Weise könnte beispielweise vermieden werden, dass jemand, der zum Burger nur drei Nuggets essen möchte, letztlich aber doch mehr isst, weil in der kleinsten Standardportion z. B. sechs Nuggets enthalten sind.

13.5.2 Handlungsempfehlungen zu Nudging und impliziten Maßnahmen

Die beschriebenen Untersuchungen zeigen, dass die Studienteilnehmenden das Angebot der Systemgastronomie bereits subjektiv als ungesund und eher umweltschädlich einschätzen. Der niedrige Gesundheitswert der Speisen ist ihnen damit bewusst, sodass Kampagnen zur Stärkung der individuellen Ernährungskompetenz keinen Mehrwert haben dürften. Für eine gesündere Konsumentscheidung wird daher die Nutzung von *Nudges* empfohlen, das heißt ernährungsphysiologisch günstigere Speisen sollten für Verbraucher*innen immer die einfachste und günstigste Wahl sein, wobei affektive und verhaltensorientierte Nudges, die nicht kognitiv verarbeitet werden müssen, am effektivsten sind. Im Hinblick auf den konkreten Bestellvorgang (insbesondere online oder am Bestellterminal) bedeutet dies, dass die gesündere Alternative (z. B. die kleinere Portionsgröße) bereits als Voreinstellung vorhanden sein sollte [42]. Zudem sollten zusätzliche Beilagen nicht direkt mit angeboten werden, sodass die Verbraucher*innen selbst aktiv werden müssen, um zusätzliche Komponenten in ihre Bestellung aufzunehmen. Bei der Vor-Ort-Bestellung sollten mehr Bilder und attraktive Auslagen von gesünderen Speisen bzw. Speisenkomponenten für die Kund*innen sichtbar sein. Die Verwendung des Begriffes „gesund" ist zu vermeiden, da diese Speisen als weniger schmackhaft bewertet werden (*unhealthy-tasty intuition*) [17]. Explizite Hinweise oder die Kennzeichnung gesünderer Alternativen sind daher wenig effektiv oder können sogar kontraproduktiv wirken [16, 17]. Ein weiteres

hochrelevantes Motiv für die Speisenwahl ist der Preis. Ernährungsphysiologisch günstigere Speisen innerhalb einer Produktgruppe sollten einen niedrigeren Preis haben als Speisen mit einer ernährungsphysiologisch ungünstigeren Zusammensetzung, z. B. durch fiskalische Maßnahmen wie eine Mehrwertsteuersenkung. Bei den Getränken wird eine kostenlose Nachfüllmöglichkeit für Wasser empfohlen, um die Zufuhr an zuckergesüßten Getränken zu senken.

13.5.3 Handlungsempfehlungen zu Verpackung und Werbung

Verpackungen sind in der Systemgastronomie ein wichtiges Steuerelement in Bezug auf die Nachhaltigkeit. Es sollten wirtschaftliche Anreize sowohl auf Verbraucher*innen- als auch auf Anbieterseite für die Verwendung nachhaltiger Verpackungen geschaffen werden. Ernährungsphysiologisch günstigere Speisen sollten mehr in den Fokus der Werbung gerückt werden und in den Aktionen Berücksichtigung finden [44], ohne explizit auf den Gesundheitswert hinzuweisen. Speisen, die häufiger in der Werbung vorkommen, werden positiver bewertet (*mere-exposure*-Effekt) und sprechen vor allem Personen mit hoher Impulsivität – welche in der preisorientierten Systemgastronomie eine erhöhte Nutzungshäufigkeit aufweisen – an. Dabei sollte mit Genussassoziationen und attraktiven Bezeichnungen (z. B. Bowl) geworben werden. Labeling, welches die Sinne anspricht, ist wirkungsvoller als Nährwert- oder Kalorienkennzeichnung, um Ernährungsverhalten zu beeinflussen [45].

13.5.4 Handlungsempfehlung zur Erreichbarkeit

Zur regionalen Verteilung der Systemgastronomie gibt es nach Untersuchungen in englischsprachigen Regionen eine Häufung in Gebieten mit weniger Einkommen und einem höheren Anteil ethnischer Minderheiten sowie in unmittelbarer Nähe zu Schulen der Sekundarstufe [46, 47]. Unterschiede zwischen ländlichen und städtischen Regionen wurden nicht gefunden [47]. Auch die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass die Nutzungshäufigkeit auch von der Erreichbarkeit der Systemgastronomie bestimmt wird. Es wird empfohlen, die Ansiedlung von Systemgastronomie, insbesondere des preisorientierten Segments, in einem bestimmten Umkreis von Schulen und Bildungseinrichtungen für junge Erwachsene einzuschränken [48].

13.6 Fazit

Basierend auf den von regelmäßigen Nutzer*innen berichteten Verzehrgewohnheiten müssen die Produkte der Systemgastronomie als ernährungsphysiologisch kritisch bewertet werden. Da die Zielgruppe der 16- bis unter 35-Jährigen die Angebote der Systemgastronomie vor allem aufgrund der guten Erreichbarkeit und des schnellen Service aufsucht und dabei den Konsum ernährungsphysiologisch ungünstiger oder wenig nachhaltiger Speisen bewusst in Kauf nimmt, sind auf die Gesundheit, Nachhaltigkeit oder kleinere Portionen ausgerichtete Strategien der Verhältnis- oder Verhaltensprävention nicht zu empfehlen. Eine höhere Preisattraktivität für ernährungsphysiologisch günstigere Speisen, affektiv wirksame und auf den Genuss (nicht die Gesundheit) ausgerichtete Werbestrategien sowie verhaltensorientierte Nudges (z. B. durch Voreinstellungen am Bestellterminal) sind dagegen als wirksam anzunehmen.

13.7 Literaturverzeichnis

[1] Bundesverband der Systemgastronomie e. V. (Hrsg.): Die Systemgastronomie - Definition und Kriterien. (2023) https://www.bundesverband-systemgastronomie.de/de/ueber-den-bds/das-ist-die-systemgastronomie.html (eingesehen am 22.10.2024)

[2] Dettmer H (Hrsg.): Systemgastronomie in Theorie und Praxis. Verlag Handwerk und Technik GmbH, Hamburg, 3. Auflage (2009)

[3] Bundesverband der Systemgastronomie e. V. (Hrsg.): Wege - Jahresbericht 2023/24. (2024) https://www.bundesverband-systemgastronomie.de/bds-jahresbericht/jahresbericht-2023-2024.html?file=files/public/Publikationen/Jahresberichte/Webversion-Jahresbericht/BDS-JB-24-online.pdf (eingesehen am 22.10.2024)

[4] Roberts SB, Das SK, Suen VMM et al.: Measured energy content of frequently purchased restaurant meals: multi-country cross sectional study. BMJ 363 (2018) k4864. doi:10.1136/bmj.k4864

[5] Wu HW, Sturm R: What's on the menu? A review of the energy and nutritional content of US chain restaurant menus. Public Health Nutr 16 (2013) 87–96. doi:10.1017/S136898001200122X

[6] Brindal E, Wilson C, Mohr P et al.: Nutritional consequences of a fast food eating occasion are associated with choice of quick-service restaurant chain. Nutrition & Dietetics 71 (2014) 184–192. doi:10.1111/1747-0080.12129

[7] Shokri A, Oglethorpe D, Nabhani F: Evaluating sustainability in the UK fast food supply chain. JMTM 25 (2014) 1224–1244. doi:10.1108/JMTM-04-2013-0031

[8] Göbel C, Scheiper M, Teitscheid, P et al.: Nachhaltig Wirtschaften in der Außer-Haus-Gastronomie. Status-quo-Analyse - Struktur und wirtschaftliche Bedeutung, Nachhaltigkeitskommunikation, Trends. NAHGAST Arbeitspapier 1. Münster (2017)

[9] Speck M, Rohn H, Engelmann T et al.: Entwicklung von integrierten Methoden zur Messung und Bewertung von Speisenangeboten in den Dimensionen Ökologie, Soziales, Ökonomie und Gesundheit. NAHGAST Arbeitspapier 2. Wuppertal, Friedberg (2017)

[10] Adams J, Goffe L, Brown T et al.: Frequency and socio-demographic correlates of eating meals out and take-away meals at home: cross-sectional analysis of the UK national diet and nutrition survey, waves 1–4 (2008–12). Int J Behav Nutr Phys Act 12 (2015) 51. doi:10.1186/s12966-015-0210-8

[11] Chua B-L, Karim S, Lee S et al.: Customer restaurant choice: an empirical analysis of restaurant types and eating-out occasions. Int J Environ Res Public Health 17 (2020) 6276. doi:10.3390/ijerph17176276

[12] Mason K, Jones S, Benefield M et al.: Consumer perceptions of quick service restaurants. JIBE 13 (2013) 109–116. doi:10.18374/JIBE-13-4.8

[13] Opolski Medeiros C, Salay E: A review of food service selection factors important to the consumer. Food Publ Health 3 (2013) 176–190. doi:10.5923/j.fph.20130304.02

[14] Rydell SA, Harnack LJ, Oakes JM et al.: Why eat at fast-food restaurants: reported reasons among frequent consumers. J Am Diet Assoc 108 (2008) 2066–2070. doi:10.1016/j.jada.2008.09.008

[15] Dave JM, An LC, Jeffery RW et al.: Relationship of attitudes toward fast food and frequency of fast-food intake in adults. Obesity 17 (2009) 1164–1170. doi:10.1038/oby.2009.26

[16] Chandon P, Wansink B: The biasing health halos of fast-food restaurant health claims: lower calorie estimates and higher side-dish consumption intentions. J Consum Res 34 (2007) 301–314. doi:10.1086/519499

[17] Garaus M, Lalicic L: The unhealthy-tasty intuition for online recipes - When healthiness perceptions backfire. Appetite 159 (2021) 105066. doi:10.1016/j.appet.2020.105066

[18] Min J, Jahns L, Xue H et al.: Americans' perceptions about fast food and how they associate with its consumption and obesity risk. Adv Nutr 9 (2018) 590–601. doi:10.1093/advances/nmy032

[19] Hoffmann S, Akbar P: Konsumentenverhalten. Konsumenten verstehen - Marketingmaßnahmen gestalten. Springer Gabler, Wiesbaden, 2. aktualisierte Auflage (2019)

[20] Mai R, Hoffmann S, Hoppert K et al.: The spirit is willing, but the flesh is weak: the moderating effect of implicit associations on healthy eating behaviors. Food Quality Pref 39 (2015) 62–72. doi:10.1016/j.foodqual.2014.06.014

[21] Weiß G: 2020: Ein Desaster-Jahr. Food Service (2021) 16–35

[22] Brandes F, Grüner H, Krödel C et al.: Der junge Koch, die junge Köchin. Pfanneberg, Haan-Gruiten, 36. Auflage (2015)

[23] Diliberti N, Bordi PL, Conklin MT et al.: Increased portion size leads to increased energy intake in a restaurant meal. Obes Res 12 (2004) 562–568. doi:10.1038/oby.2004.64

[24] Rolls BJ, Morris EL, Roe LS: Portion size of food affects energy intake in normal-weight and overweight men and women. Am J Clin Nutr 76 (2002) 1207–1213. doi:10.1093/ajcn/76.6.1207

[25] Wansink B, Painter JE, North J: Bottomless bowls: why visual cues of portion size may influence intake. Obes Res 13 (2005) 93–100. doi:10.1038/oby.2005.12

[26] Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Bonn, 2. Auflage, 8. aktualisierte Ausgabe (2024)

[27] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (Hrsg.): DGE-Qualitätsstandards für die Verpflegung in Betrieben, Behörden und Hochschulen. (2023) https://www.dge.de//fileadmin/dok/gemeinschaftsgastronomie/dge-qualitaetsstandards/2023/231023-DGE-QST-Betriebe-DE.pdf (eingesehen am 22.10.2024)

[28] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (Hrsg.): DGE Position. Richtwerte für die Energiezufuhr aus Kohlenhydraten und Fett. (2011) https://www.dge.de/fileadmin/Bilder/wissenschaft/referenzwerte/energie/DGE-Positionspapier-Richtwerte-Energiezufuhr-KH-und-Fett.pdf (eingesehen am 22.10.2024)

[29] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (Hrsg.): Leitlinie Fett kompakt. Fettzufuhr und Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Krankheiten. Bonn (2015)

[30] Ernst JB, Arens-Azevêdo U, Bitzer B et al.: Quantitative Empfehlung zur Zuckerzufuhr in Deutschland. (2018) https://www.dge.de/wissenschaft/stellungnahmen-und-fachinformationen/stellungnahmen/quantitative-empfehlung-zur-zuckerzufuhr-in-deutschland/ (eingesehen am 22.10.2024)

[31] Strohm D, Boeing H, Leschik-Bonnet E et al.: Salt intake in Germany, health consequences, and resulting recommendations for action. Ernahrungs Umschau 63 (2016) 62–70. doi:10.4455/eu.2016.012

[32] Statistisches Bundesamt (Destatis): Bevölkerung und Erwerbstätigkeit 2020: Bevölkerungsfortschreibung auf Grundlage des Zensus 2011. Fachserie 1 Reihe 1.3. (2023) https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Publikationen/Downloads-Bevoelkerungsstand/bevoelkerungsfortschreibung-2010130217005.html (eingesehen am 22.10.2024)

[33] Dunn KI, Mohr P, Wilson CJ et al.: Determinants of fast-food consumption. An application of the Theory of Planned Behaviour. Appetite 57 (2011) 349–357. doi:10.1016/j.appet.2011.06.004

[34] Trendel O, Werle COC: Distinguishing the affective and cognitive bases of implicit attitudes to improve prediction of food choices. Appetite 104 (2016) 33–43. doi:10.1016/j.appet.2015.10.005

[35] Claessens IWH, Gillebaart M, Ridder DTD de: Personal values, motives, and healthy and sustainable food choices: Examining differences between home meals and restaurant meals. Appetite 182 (2023) 106432. doi:10.1016/j.appet.2022.106432

[36] van der Heijden A, te Molder H, de Graaf C et al.: Healthy is (not) tasty? Implicit and explicit associations between food healthiness and tastiness in primary school-aged children and parents with a lower socioeconomic position. Food Quality Pref 84 (2020) 103939. doi:10.1016/j.foodqual.2020.103939

[37] Robinson E, Jones A, Whitelock V et al.: (Over)eating out at major UK restaurant chains: observational study of energy content of main meals. BMJ 363 (2018) k4982. doi:10.1136/bmj.k4982

[38] Rasmussen LB, Matthiessen J, Biltoft-Jensen A et al.: Characteristics of misreporters of dietary intake and physical activity. Public Health Nutr 10 (2007) 230–237. doi:10.1017/S136898000724666X

[39] Goffe L, Rushton S, White M et al.: Relationship between mean daily energy intake and frequency of consumption of out-of-home meals in the UK National Diet and Nutrition Survey. Int J Behav Nutr Phys Act 14 (2017) 131. doi:10.1186/s12966-017-0589-5

[40] Bezerra IN, Curioni C, Sichieri R: Association between eating out of home and body weight. Nutr Rev 70 (2012) 65–79. doi:10.1111/j.1753-4887.2011.00459.x

[41] Tambalis KD, Panagiotakos DB, Psarra G et al.: Association between fast-food consumption and lifestyle characteristics in Greek children and adolescents; results from the EYZHN (National Action for Children's Health) programme. Public Health Nutr 21 (2018) 3386–3394. doi:10.1017/S1368980018002707

[42] Cadario R, Chandon P: Which healthy eating nudges work best? A meta-analysis of field experiments. Marketing Science 39 (2020) 465–486. doi:10.1287/mksc.2018.1128

[43] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Nationale Reduktions- und Innovationsstrategie: Weniger Zucker, Fette und Salz in Fertigprodukten. (2020) https://www.bmel.de/DE/themen/ernaehrung/gesunde-ernaehrung/reduktionsstrategie/reduktionsstrategie-zucker-salz-fette.html (eingesehen am 22.10.2024)

[44] Lassen AD, Lehmann C, Andersen EW et al.: Gender differences in purchase intentions and reasons for meal selection among fast food customers – opportunities for healthier and more sustainable fast food. Food Quality Pref 47 (2016) 123–129. doi:10.1016/j.foodqual.2015.06.011

[45] Chandon P, Cornil Y: More value from less food? Effects of epicurean labeling on moderate eating in the United States and in France. Appetite 178 (2022) 106262. doi:10.1016/j.appet.2022.106262

[46] Fleischhacker SE, Evenson KR, Rodriguez DA et al.: A systematic review of fast food access studies. Obes Rev 12 (2011) e460–e471. doi:10.1111/j.1467-789X.2010.00715.x

[47] Thornton LE, Lamb KE, Ball K: Fast food restaurant locations according to socioeconomic disadvantage, urban-regional locality, and schools within Victoria, Australia. SSM - population health 2 (2016) 1–9. doi:10.1016/j.ssmph.2015.12.001

[48] Moosburger R, Lage Barbosa C, Haftenberger M et al.: Fast Food-Konsum der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse aus EsKiMo II. J Health Monitoring 5 (2020) 1–19. doi:10.25646/6394

14 Analyse und Bewertung gängiger Speisenproduktionssysteme in der Gemeinschaftsverpflegung hinsichtlich einer nachhaltigen Produktionsweise*

Mareike Täger[1], Linda Chalupová[2], Silke Thiele[1]

[1] ife Institut für Ernährung und Ernährungswirtschaft e.V., Kiel
[2] Fachbereich Oecotrophologie, Umwelt- und Nachhaltigkeitswissenschaften, Hochschule Fulda, Fulda

Zusammenfassung

Einleitung: Die Art und Menge eingesetzter Ressourcen zur Erreichung einer ernährungsphysiologisch ausgewogenen sowie nachhaltigeren Ernährung unterscheidet sich je nachdem, welches Speisenproduktionssystem (SPS) verwendet wird. Eine vergleichende Analyse, die die Nachhaltigkeit der SPS *Cook & Serve* (C&S), *Cook & Hold* (C&H), *Cook & Chill* (C&C) und *Cook & Freeze* (C&F) untersucht, liegt bisher nicht vor. Ziel dieses Projekts ist es daher, die verschiedenen SPS im Hinblick auf eine nachhaltige Produktionsweise zu bewerten, um damit Handlungsempfehlungen für Akteur*innen in Politik und Praxis abzuleiten.

Methodik: Im ersten Schritt wurden für die hier betrachteten vier Nachhaltigkeitsdimensionen Gesundheit, Umwelt, Soziales und Kosten SPS-relevante Indikatoren erarbeitet. Anschließend wurden diese Indikatoren (z. B. Energieverbrauch, Nährstoffverluste) für jedes der vier SPS mithilfe verschiedener Methoden (Literaturanalyse, Modellierung und/oder Befragung) bewertet. Da die Indikatoren in unterschiedlichen Einheiten gemessen werden (z. B. kWh, Euro), wurden diese mittels eines Index so transformiert, dass sie direkt verglichen und in einer Bewertungsmatrix gegenübergestellt werden konnten. Zusätzlich wurden die Treibhausgasemissionen (THGE) der SPS bestimmt. Die Bewertungsmatrix und die berechneten THGE bildeten die Grundlage für den Vergleich der SPS und die Ableitung von Handlungsempfehlungen.

* Die vorliegende Studie wurde im Rahmen des 15. DGE-Ernährungsberichts durchgeführt und aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) durch den Projektträger Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) gefördert (Förderkennzeichen 2823HS001). Der DGE-Ernährungsbericht wird von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) im Auftrag des BMEL herausgegeben.

Ergebnisse: Die Ergebnisse zeigen, dass sich je nach betrachteter Dimension und betrachtetem Indikator unterschiedliche SPS als besonders vorteilhaft erwiesen. So schnitt C&S in den Dimensionen Gesundheit und Soziales bei allen Indikatoren am besten ab, in den Dimensionen Umwelt und Kosten (ohne Investitions- sowie Betriebs- und Arbeitsmittelkosten) hingegen C&H. In Abhängigkeit vom Energieträger wurden die niedrigsten THGE entweder bei C&H oder C&S festgestellt.

Schlussfolgerungen: Diese Studie diente dazu, verschiedene SPS im Hinblick auf eine nachhaltige Produktionsweise zu bewerten. Diese Bewertung kann als Hilfestellung bei der Entscheidung für ein SPS genutzt werden. Bei einer Gleichgewichtung aller betrachteten Indikatoren erwies sich C&S als das vorteilhafteste System. Werden aber höhere Gewichte z. B. auf Energieeffizienz gelegt, dann erzielt C&H bessere Ergebnisse. Eine Nutzwertanalyse, in der die einzelnen Indikatoren gemäß den spezifischen Zielen und Bedürfnissen einer/eines Entscheidungstragenden gewichtet werden, kann bei der Entscheidungsfindung hilfreich sein.

Danksagung

Wir bedanken uns herzlich bei Rieke Appel, Jennifer Hartung, Jennifer Henrich und Luisa Kulla für ihre engagierte Mitarbeit an diesem Projekt und ihren wertvollen Beitrag zu den erzielten Studienergebnissen. Ein besonderer Dank gilt dabei Jennifer Hartung, die im Rahmen ihrer Bachelorarbeit die Themen Energie- und Wasserverbrauch eigenständig untersucht und damit einen wichtigen Beitrag zum Gelingen des Projekts geleistet hat. Ihr besonderes Engagement möchten wir an dieser Stelle ausdrücklich würdigen. Ebenso danken wir Rieke Appel und Jennifer Henrich für ihre unermüdliche Unterstützung. Durch ihren engagierten Einsatz haben sie das Projekt entscheidend mitgestaltet. Wir danken auch allen beteiligten Expert*innen aus Wissenschaft und Praxis herzlich für ihre wertvolle Unterstützung bei der Erstellung dieser Studie. Ihre Expertise und praktischen Erfahrungen haben wesentlich zur Qualität und Aussagekraft der Studienergebnisse beigetragen.

Kernaussagen

- Das Speisenproduktionssystem *Cook & Serve* schnitt in den Nachhaltigkeitsdimensionen Gesundheit und Soziales durchweg am besten ab.
- Das System *Cook & Hold* war bei den Dimensionen Umwelt und Kosten (ohne Investitions- sowie Betriebs- und Arbeitsmittelkosten) am vorteilhaftesten.
- Bei *Cook & Hold* wurden die niedrigsten THGE pro Mahlzeit ermittelt, wenn der durchschnittliche Strommix in Deutschland zugrunde gelegt wird.
- Bei Verwendung erneuerbarer Energieträger wie Wasser- oder Windkraft wies *Cook & Serve* die niedrigsten THGE pro Mahlzeit auf, gefolgt von *Cook & Freeze*.
- Bei Gleichgewichtung der Dimensionen zeigte *Cook & Serve* die meisten Vorteile. Bei höherer Gewichtung z. B. der Energieeffizienz schnitt jedoch *Cook & Hold* besser ab.
- Die Kombination verschiedener Systeme, z. B. *Cook & Serve* und *Cook & Hold*, könnte Synergieeffekte schaffen, indem sich gesundheitliche, soziale sowie ökologische Vorteile ergänzen.
- Eine Nutzwertanalyse, in der die einzelnen Indikatoren gemäß den spezifischen Zielen und Bedürfnissen einer/eines Entscheidungstragenden gewichtet werden, kann bei der Entscheidungsfindung hilfreich sein.
- Bei der Entscheidung für ein SPS spielen auch weitere, hier nicht betrachtete Restriktionen, z. B. räumliche Restriktionen, vorhandene Kücheninfrastruktur, eine Rolle.

14.1 Einleitung

Die Gemeinschaftsverpflegung (GV) wird als wichtiges Handlungsfeld zur Umsetzung einer ernährungsphysiologisch ausgewogenen sowie nachhaltigeren Ernährung angesehen. Da in Deutschland täglich etwa 16 Mio. Nutzende in Einrichtungen der GV verpflegt werden [1], kann hier eine große Anzahl von Menschen erreicht werden. Werden in den Einrichtungen günstige Ernährungsumgebungen vorgefunden, kann dies die Basis für eine langfristige Integration der Umgebungen auch in andere Lebensbereiche wie das häusliche Umfeld bilden [2]. Nach einer Definition des Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE) liegt eine günstige bzw. faire Ernährungsumgebung dann vor, wenn vermehrt nachhaltige Wahlmöglichkeiten hinsichtlich der Nachhaltigkeitsdimensionen Gesundheit, Soziales, Umwelt und Tierwohl geboten werden. Dies allerdings geht in der Regel mit höheren Kosten einher, die daher auch berücksichtigt werden müssen [2].

Die Art und Menge eingesetzter Ressourcen zur Erreichung einer ernährungsphysiologisch ausgewogenen sowie nachhaltigeren Ernährung unterscheidet sich je nachdem, welches Speisenproduktionssystem (SPS) verwendet wird. Die vier gängigsten Systeme sind *Cook & Serve* (C&S), *Cook & Hold* (C&H), *Cook & Chill* (C&C) und *Cook & Freeze* (C&F), die sich hauptsächlich durch die räumliche, zeitliche und thermische Kopplung oder Entkopplung von Produktion und Ausgabe unterscheiden und damit Einfluss z. B. auf den Energieverbrauch und die ernährungsphysiologische Qualität haben. Eine vergleichende Analyse, die die Nachhaltigkeit der SPS untersucht, liegt bisher nicht vor. Diese Studie soll dazu beitragen, die bestehende Forschungslücke zu schließen.

Im vorliegenden Projekt war es das Ziel, ein Indikatorenschema als Basis für eine Bewertung der Nachhaltigkeit verschiedener SPS zu erarbeiten und diese im Hinblick auf eine nachhaltige Produktionsweise zu bewerten, um damit Handlungsempfehlungen für Akteur*innen in Politik und Praxis ableiten zu können.

14.2 Grundlagen, Definitionen und Abgrenzungen

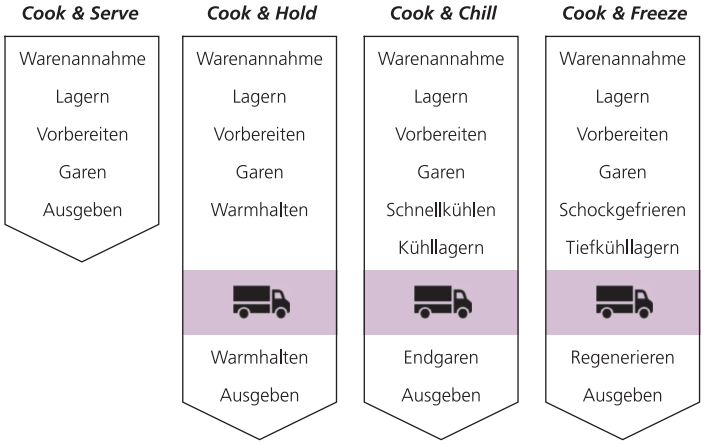
14.2.1 Gängige Speisenproduktionssysteme in der Gemeinschaftsverpflegung

SPS umfassen sämtliche Prozessschritte zur Zubereitung und Ausgabe von Speisen [3]. Die Klassifizierung dieser Systeme erfolgt, wie in Abbildung 14/1 dargestellt, anhand der räumlichen, thermischen und zeitlichen Kopplung bzw. Entkopplung der einzelnen Prozesse, wodurch unterschiedliche Anforderungen an die Kücheninfrastruktur, das Personal sowie die Ausstattung entstehen [4].

Bei **C&S** handelt es sich um ein räumlich, zeitlich und thermisch gekoppeltes System [5]. Dies bedeutet, dass Produktion und Ausgabe an einem Ort stattfinden (räumlich gekoppelt) und die Speisen direkt nach dem Garen ausgegeben werden (zeitlich und thermisch gekoppelt). Alle anderen Systeme sind im Gegensatz zu C&S räumlich entkoppelt. Während bei C&H eine zeitliche und thermische Kopplung besteht, gilt dies nicht für die Systeme C&C und C&F.

Bei **C&H** werden die Speisen in einer Zentralküche zubereitet und an externe Einrichtungen ausgeliefert, in denen die Ausgabe stattfindet (räumlich entkoppelt). Während des Transports werden die Speisen warmgehalten [3]. Die Ausgabe erfolgt nach maximal drei Stunden Warmhaltedauer bei einer Temperatur von mindestens 60 °C (zeitlich und thermisch gekoppelt) [6].

> Speisenproduktionssysteme (SPS) umfassen sämtliche Prozessschritte zur Zubereitung und Ausgabe von Speisen. Die vier gängigsten SPS sind *Cook & Serve*, *Cook & Hold*, *Cook & Chill* und *Cook & Freeze*, die sich hauptsächlich durch die räumliche, zeitliche und thermische Kopplung oder Entkopplung von Produktion und Ausgabe unterscheiden.



Kopplungen[a]	*Cook & Serve*	*Cook & Hold*	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
räumlich	✓	–	–	–
zeitlich	✓	✓	–	–
thermisch	✓	✓	–	–

[a] Kopplungen beschreiben die räumliche, zeitliche oder thermische Kopplung der Systeme.

Abbildung 14/1: Verfahrensschritte und Kopplungen der Speiseproduktionssysteme [7]

Bei **C&C** erfolgen die Produktion und Ausgabe der Speisen wie bei C&H an unterschiedlichen Orten (räumlich entkoppelt) [3]. Nach dem Garen werden die Speisen auf 0 bis 3 °C gekühlt und können bis zu 72 Stunden gelagert werden, bevor sie an den Ausgabeorten erhitzt und anschließend ausgegeben werden (zeitlich und thermisch entkoppelt) [8].

Auch bei **C&F** erfolgen die Produktion und Ausgabe der Speisen an unterschiedlichen Orten (räumlich entkoppelt). Die Speisen werden jedoch im Gegensatz zu C&C nach dem Garen auf –18 °C schockgefroren und können dadurch bis zu zwölf Monate gelagert werden [5, 7]. An den Ausgabeorten werden die tiefgekühlten Speisen dann regeneriert und ausgegeben (zeitlich und thermisch entkoppelt) [8].

Theoretisch können Menüs auch in C&C oder C&F örtlich gekoppelt sein, wenn eine Ausgabe vor Ort stattfindet. In dieser Studie wurden jedoch nur die SPS in der dargestellten Form (Abb. 14/1) untersucht.

14.2.2 Vorgehen bei der Auswahl von Indikatoren zur Bewertung gängiger Speisenproduktionssysteme hinsichtlich einer nachhaltigeren Produktionsweise

Bei der Bewertung der Nachhaltigkeit der SPS sind verschiedene Kriterien zu berücksichtigen. So ist neben den Energieverbräuchen z. B. auch eine angemessene Versorgung mit Nährstoffen entscheidend. Mit den Kriterien, die bei einer nachhaltigeren Ernährung zu berücksichtigen sind, hat sich der WBAE in einem Gutachten auseinandergesetzt [2].

Hier wurden vier Zieldimensionen für eine nachhaltigere Ernährung erarbeitet, zu denen die Dimensionen Gesundheit, Soziales, Umwelt und Tierschutz gehören [2]. Um allen Menschen den Zugang zu einer nachhaltigeren und gesundheitsfördernden Ernährung zu ermöglichen, ist als weitere Dimension die Berücksichtigung der Kosten relevant.

Um den Kriterien einer nachhaltigeren Produktionsweise zur Bewertung gängiger SPS angemessen Rechnung zu tragen, wurde in dieser Studie ein Indikatorenschema auf der Grundlage der Nachhaltigkeitsdimensionen gemäß WBAE entwickelt. Eine weitere Grundlage bildeten die in Abbildung 14/1 dargestellten Systemgrenzen der SPS. Diese beginnen bei der Warenannahme und enden bei der Ausgabe der Speisen. Es wurden außerdem nur Indikatoren in das Indikatorenschema aufgenommen, bei denen systembedingte Unterschiede zu erwarten sind, da dies die zentrale Fragestellung dieser Studie darstellt. Diese drei in Tabelle 14/1 aufgelisteten Auswahlkriterien, die alle gleichzeitig gelten mussten, bildeten die Grundlage für die Aufnahme von Indikatoren in das Indikatorenschema in dieser Studie.

Tabelle 14/1: Auswahlkriterien für die Erstellung des Indikatorenschemas zur Bewertung der Speisenproduktionssysteme hinsichtlich einer nachhaltigeren Produktionsweise

Kriterien	
K1	Indikatoren sind einer der vier **Dimensionen** einer nachhaltigeren Ernährung gemäß dem WBAE [2] zuzuordnen.
K2	Indikatoren treten innerhalb der **Systemgrenzen** zwischen Warenannahme und Speisenausgabe auf bzw. werden innerhalb dieser Grenzen verursacht.
K3	Bei den Indikatoren sind **systembedingte Unterschiede** zwischen den Speisenproduktionssystemen zu erwarten.

Folgende Beispiele zeigen die Vorgehensweise bei der Auswahl der Indikatoren:

Indikatoren, die der Dimension Tierwohl zuzuordnen sind, sind zwar einer der Dimensionen einer nachhaltigeren Ernährung zuzuteilen (K1), erfüllen jedoch nicht die Kriterien K2 und K3 aus Tabelle 14/1. Der Einsatz von Tierwohlprodukten wird beim Lebensmitteleinkauf entschieden, der außerhalb der hier definierten Systemgrenzen (K2) liegt, denn er findet vor der Warenannahme statt. Gleichzeitig werden die Indikatoren als „nicht systembedingt" (K3) eingestuft, da Tierwohlprodukte in allen vier SPS systemunabhängig eingesetzt werden können. Vor diesem Hintergrund wurden alle Indikatoren der Dimension Tierwohl in dieser Studie nicht betrachtet.

Indikatoren der Dimensionen Gesundheit, Umwelt, Soziales und Kosten wurden hingegen als systembedingt (K3) identifiziert, denn bei allen Dimensionen sind aufgrund systembedingter Unterschiede bei den Prozessschritten (z. B. Warmhalten, Tiefkühlen) Unterschiede zwischen den SPS zu erwarten. So treten in der Dimension Gesundheit z. B. systembedingte Unterschiede bei den Nährstoffverlusten beispielsweise aufgrund unterschiedlicher Warmhalte- und Lagerzeiten auf, die gleichzeitig innerhalb der definierten

Systemgrenzen (K2) liegen. Auch sind systembedingte Unterschiede z. B. beim Energieverbrauch (Dimension Umwelt), den Arbeitsbedingungen (Dimension Soziales) und den Personalkosten (Dimension Kosten) innerhalb der Systemgrenzen zu erwarten. Aber nicht alle Indikatoren dieser Dimensionen wurden einbezogen, wie z. B. der Indikator Regionalität (Dimension Umwelt). Ähnlich wie bei der Dimension Tierwohl wird bereits vor der Warenannahme über die Herkunft der Lebensmittel (K2) entschieden, und es sind daher auch keine systembedingten Unterschiede (K3) zu erwarten.

Mithilfe der Literatur und eines für die Bearbeitung dieser Studie eigens zusammengestellten Expert*innenkreises[1] wurde auf Basis der in Tabelle 14/1 aufgeführten Auswahlkriterien ein Indikatorenschema erarbeitet. Die in diesem Schema enthaltenen Indikatoren dienten in dieser Studie als Grundlage für die Bewertung der SPS hinsichtlich einer nachhaltigeren Produktionsweise. Dabei handelt es sich nicht um ein abschließendes Schema, weitere Indikatoren können in zukünftigen Studien je nach Bedarf hinzugefügt werden. Das Indikatorenschema dieser Studie umfasst insgesamt 20 Indikatoren, die in Tabelle 14/2 unter 14.3.1 aufgelistet sind.

14.3 Methodik

14.3.1 Methoden zur Bewertung der Indikatoren

Aufgrund der begrenzten Datenlage und der großen Unterschiede zwischen den Indikatoren war es nicht möglich, alle 20 Indikatoren mit einer einzigen Methode zu bewerten. Stattdessen wurden drei verschiedene Methoden angewandt und die Indikatoren je nach Datenlage mithilfe von Literaturanalysen, Modellierung oder Befragung bewertet. Wenn möglich, wurden die Indikatoren anhand der verfügbaren Literatur bewertet. War keine ausreichende Literatur vorhanden, wurde auf die Methode der Modellierung zurückgegriffen. Wenn ein Indikator weder durch Literatur noch durch Modellierung bewertet werden konnte, wurde auf die Methode der Befragung zurückgegriffen. Bei zwei Indikatoren (Investitionskosten sowie Betriebs- und Arbeitsmittelkosten) wurden die Methoden Literatur und Modellierung kombiniert, indem Literaturangaben für die Modellannahmen genutzt wurden. Einen Überblick über die Indikatoren und die angewandten Methoden gibt Tabelle 14/2. Wie bei der Erstellung des Indikatorenschemas wurde auch die Auswahl der Methoden mit dem Expert*innenkreis diskutiert.

[1] Im Rahmen der Bearbeitung dieser Studie wurde ein wissenschaftlicher Expert*innenkreis gebildet, der sich im Laufe des Projektes dreimal getroffen hat, um die Ergebnisse dieses Projektes zu diskutieren.

Tabelle 14/2: Betrachtete Indikatoren und verwendete Methoden zur Bewertung der Speisenproduktionssysteme hinsichtlich einer nachhaltigeren Produktionsweise

Indikator	Methode zur Bewertung[a]
Dimension Gesundheit	
Nährstoffverluste	Literaturanalyse
Mikrobiologie/Hygiene	Literaturanalyse
Dimension Umwelt	
Energieverbrauch	Modellierung
Wasserverbrauch	Modellierung
Verpackungsmüll	Befragung
Lebensmittelabfälle	Literaturanalyse
Transport	Modellierung
Flächenbedarf	Modellierung
Reinigungsmittelverbrauch	Modellierung
Dimension Soziales	
Mitarbeitende:	
Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz	Literaturanalyse
Flexible Arbeitszeitmodelle und rotierende Arbeitsbereiche	Befragung
Gäste:	
Sensorische Qualität	Literaturanalyse
Berücksichtigung von Gästewünschen	Befragung
Dimension Kosten	
Energiekosten	Modellierung
Wasserkosten	Modellierung
Raumkosten	Modellierung
Personalkosten	Modellierung
Investitionskosten	Modellierung / Literaturanalyse
Betriebs- und Arbeitsmittelkosten	Modellierung / Literaturanalyse
Transportkosten	Modellierung

[a] s. 14.3.1.1–3

14.3.1.1 Literaturanalyse

Die Methode der Literaturanalyse konnte für insgesamt fünf der 20 Indikatoren angewendet werden (Tab. 14/2). Bei drei der Indikatoren wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt (Nährstoffverluste, Lebensmittelabfälle und sensorische Qualität). Dafür wurden nach dem Vier-Augen-Prinzip Suchbegriffe und Ausschlusskriterien für die Literaturrecherche festgelegt. Zusätzlich wurden im Schneeballprinzip weitere Studien ergänzt, die in Datenbanken nicht verfügbar waren.

Bei den anderen beiden Indikatoren lagen keine wissenschaftlichen Studienergebnisse vor, sodass auf praxisnahe Literatur (z. B. DIN-Normen, Arbeitsschutzregelungen) zurückgegriffen wurde. Auf dieser Basis wurden potenzielle Gefährdungen (Indikator Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz) und kritische Kontrollpunkte (*Critical Control Point*, CCP) für den Indikator Mikrobiologie/Hygiene bestimmt. Bei zwei weiteren Indikatoren wurden zwei Methoden (Modellierung und Literaturanalyse) kombiniert (s. 14.3.1.2).

Nährstoffverluste: Bei diesem Indikator wurden Unterschiede bezüglich der Nährstoffverluste zwischen den SPS untersucht. Dazu wurden insgesamt 31 Studien und 266 Einzelmessungen ausgewertet. In allen Studien wurden die Nährstoffverluste im Vergleich zu einer frisch zubereiteten Mahlzeit (C&S) bewertet. Die Ergebnisse geben daher an, wie hoch die Nährstoffverluste bei C&H, C&C und C&F im Vergleich zu C&S ausfallen. Unterschiede zwischen den Studien lagen bezüglich der jeweils untersuchten Lebensmittelgruppen, Nährstoffe und Warmhaltedauern vor. Direkt vergleichbar waren die Studien daher nicht, weil die Höhe der Nährstoffverluste durch alle drei Kriterien beeinflusst wird, sodass eine Mittelwertbildung über die Studien für die einzelnen SPS zu Verzerrungen geführt hätte. Vor diesem Hintergrund wurden in einem ersten Schritt mittlere Nährstoffverluste für die SPS getrennt nach den Lebensmittelgruppen, Nährstoffen und Warmhaltedauern berechnet. In einem zweiten Schritt wurden mittlere Nährstoffverluste für die SPS nur für diejenigen Lebensmittelgruppen, Nährstoffe und Warmhaltedauern berechnet, bei denen Ergebnisse für alle vier SPS vorlagen.

Mikrobiologie/Hygiene: Für die Bewertung des Indikators Mikrobiologie/Hygiene wurden anhand von DIN-Normen die CCPs im Sinne des HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) erarbeitet. Diese wurden genutzt, um aufzuzeigen, wie viele CCPs im Vergleich zu C&S auftreten. Anschließend wurden die gesammelten Ergebnisse in einem Praxis-Expert*innengespräch verifiziert.

Lebensmittelabfälle: Bei diesem Indikator wurden Lebensmittelabfälle betrachtet, die durch Tellerreste (von den Gästen nicht verzehrte Speisereste) und Ausgabereste (nicht ausgegebene, überproduzierte Speisen) entstehen. Anzunehmen ist, dass insbesondere diese Abfälle durch die sensorische Qualität der Menüs und die Flexibilität der SPS beeinflusst werden und daher ein systembedingter Unterschied zwischen den SPS besteht. Bei Produktionsresten (qualitativ fehlerhafte Produktion) und Lebensmittelabfällen, die durch Überschreitung des Mindesthaltbarkeitsdatums entstehen, wurde dagegen kein Zusammenhang zum SPS angenommen. Insgesamt konnten sechs Studien identifiziert werden, in denen in Kindergärten, Schulen oder Krankenhäusern über mehrere Tage Teller- bzw. Ausgabereste getrennt nach SPS gemessen wurden. Die Ergebnisse wurden zunächst für die Teller- und Ausgabereste einzeln ermittelt und anschließend summiert.

Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz: Zur Bewertung des Indikators Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz wurden für jedes der vier SPS potenzielle Gefährdungen im Sinne einer allgemeinen Gefährdungsbeurteilung ermittelt. Spezifische Gefährdungsfaktoren wurden nicht berücksichtigt, da diese ausschließlich von Rahmenbedingungen in Einrichtungen abhängen. Da in der Literatur keine Gefährdungsbeurteilungen je nach SPS gefunden werden konnten, wurde praxisnahe Literatur genutzt, um potenzielle Gefährdungen für jedes SPS und geordnet nach Prozessschritten selbst zu ermitteln. Als Literaturquellen dienten z. B. Arbeitsschutzregelungen, Arbeitssicherheitsinformationen und DIN-Normen. Der abschließende Vergleich erfolgte anhand der Anzahl der Gefährdungen.

Sensorische Qualität: Bei diesem Indikator wurden Studien betrachtet, in denen die Sensorik von Speisen, hergestellt in einem der vier SPS, bewertet wurden. Diese Studien waren sehr heterogen hinsichtlich der jeweils betrachteten Attribute zur Beurteilung der sensorischen Qualität, der betrachteten Menüs, der einbezogenen SPS und der verwendeten Beurteilungsskalen. Um die sensorische Qualität der Menüs der vier SPS möglichst unverzerrt vergleichen zu können, wurden nur Studien berücksichtigt, in denen die sensorische Qualität eines Menüs, das in C&S hergestellt wurde, mit der sensorischen Qualität desselben Menüs, das nach einem anderen Verfahren hergestellt wurde, verglichen wurde. Insgesamt konnten so sieben Studien zur sensorischen Qualität identifiziert werden, die den Kriterien entsprechen. Aufgrund unterschiedlicher in den Studien verwendeter Skalen (z. B. Bewertung auf einer Skala von 1–14 oder 0–1) wurden prozentuale Abweichungen zum maximal erreichbaren Skalenwert berechnet, sodass bestimmt werden konnte, wie viel Prozent vom maximalen Skalenwert die Menüs in der Bewertung erhalten haben. In einem zweiten Schritt wurden die prozentualen Unterschiede der sensorischen Bewertung im Vergleich zu einem C&S-Menü berechnet. Da die Ergebnisse von den betrachteten Menüs abhängen, wurden Mittelwerte getrennt für die drei Kategorien kohlenhydratreiche Lebensmittel (z. B. Nudeln, Kartoffeln, Reis), Gemüse und Fleisch ermittelt.

14.3.1.2 Modellierung

Mit dieser Methode wurden 12 der 20 Indikatoren bewertet (Tab. 14/2). In der Modellierung wurden sieben fiktive Einrichtungen fest definiert (Abb. 14/2). Mithilfe der feststehenden Definition war es möglich, alle nicht systembedingten Faktoren, die auch Einfluss auf die Nachhaltigkeitsbewertung haben können (z. B. Größe der Betriebe, gekochte Menüs, Modernität der Geräte etc.), durch Konstanthaltung auszuklammern und die hier betrachteten systembedingten Unterschiede zwischen den SPS klar herauszuarbeiten. In Bezug auf die Größe der Einrichtungen wurde z. B. von 500 Mahlzeiten am Tag in den Ausgabestellen (AS) und in der C&S-Mischküche ausgegangen. In den Produktionsstätten (PS) der Systeme C&H, C&C und C&F wurden 4 000 Mahlzeiten am Tag unterstellt (Anlehnung an die Modellannahmen von [9]). Außerdem wurde bei allen Systemen davon ausgegangen, dass drei Menüs in der Mittagsverpflegung produziert bzw. ausgegeben werden. Die drei Menüs wurden aus den nährstoffoptimierten Wochenspeiseplänen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) für die Mittagsverpflegung der Sekundarstufe entnommen [10, 11]. Es wurden ein veganes (Chili sin Carne), ein vegetarisches (Möhren-Tomaten-Linsen-Bolognese mit Vollkornnudeln) und ein Menü mit Fleisch (Paprikagemüse, Putenbrustfilet, Kräutersoße und Tomatenvollkornreis) ausgewählt [10, 11]. Da es verschiedene Ausgabesysteme gibt (z.B. Cafeteria-Linie, Tischgemeinschaft, Freeflow-Ausgabe), musste auch dieses festgelegt werden. In Expert*innengesprächen wurde die Freeflow-Ausgabe empfohlen, weswegen diese in der Modellierung zugrunde gelegt wurde.

Im nächsten Schritt wurden die fiktiven Modelleinrichtungen vollständig mit Geräten ausgestattet und die Räume durch ein Großküchenplanungsbüro entworfen. Die Ausstattung erfolgte auf Basis der Literatur zur Großküchenplanung [12–14], diverse Homepages von Geräteherstellern und durch eine Vielzahl von Gesprächen mit verschiedenen Praxis-Expert*innen[2]. Gemeinsam mit ihnen wurden komplexere Planungen für Lüftungs-, Kühl- und Spülanlagen vorgenommen. Das Ergebnis waren sieben vollständige fiktive Modelleinrichtungen, die für die Bestimmung der folgenden Indikatoren verwendet wurden.

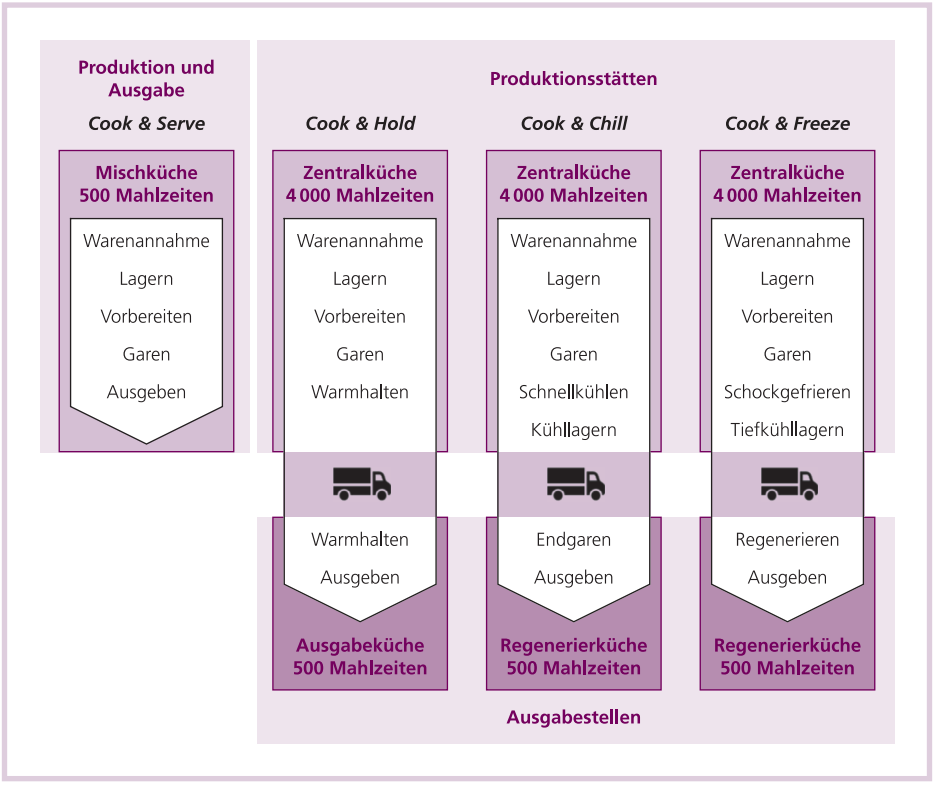


Abbildung 14/2: Übersicht über die fiktiven Modelleinrichtungen

Energieverbrauch und -kosten: Bei dem Indikator Energieverbrauch wurden die Modelleinrichtungen genutzt, um den Energiebedarf (hier Strombedarf) zu ermitteln, der bei der Herstellung der definierten Modellmenüs anfällt. Für die Ermittlung wurde eine Energiebedarfsrechnung unter Berücksichtigung des Speiseplans durchgeführt [12]. Dazu wurden Herstellerangaben zum Stromverbrauch der einzelnen Geräte recherchiert (Anschlusswerte) und anhand der Rezepturen der festgelegten Menüs Gerätebelegungen anhand der Gar- und Reinigungszeiten erstellt. Mithilfe der Gerätelaufzeiten und Anschlusswerte konnten dann die Strombedarfe für die Herstellung des Modellmenüs berechnet werden. Die Vorheizzeiten der Geräte wurden dabei berücksichtigt. Der berechnete Strombedarf wurde im Anschluss mit recherchierten Preisdaten des Statistischen Bundesamts bewertet [15], um die entstehenden Kosten zu berechnen.

[2] Insgesamt haben sich an dieser Studie 19 Expert*innen aus der Praxis beteiligt.

Wasserverbrauch und -kosten: Die Ermittlung des Wasserverbrauchs der Küchengeräte erfolgte analog zur Ermittlung des Stromverbrauchs über die Herstellerangaben der Geräte (z. B. Wasserverbrauch von Geschirrspülern oder Kombidämpfern). Zusätzlich wurden die Wasserverbräuche für die Zubereitung der Modellmenüs (Kochwasser/Dampf) sowie für die Händehygiene des Personals ermittelt. Informationen zum Personal entstammten der Personalplanung der Modelleinrichtungen. Im Anschluss wurden die Wasserverbräuche mit Preisen vom Statistischen Bundesamt bewertet und die Kosten für den Wasserverbrauch berechnet [16, 17].

Transport und -kosten: Um die Umweltauswirkungen des Transports zu bestimmen, wurden die Kraftstoffverbräuche der Auslieferfahrzeuge zwischen den PS und den AS für C&H, C&C und C&F modelliert. Es wurde angenommen, dass die in den PS produzierten 4 000 Mahlzeiten am Tag an acht Ausgabeorte geliefert werden, an denen jeweils 500 Mahlzeiten ausgegeben werden. Weiterhin wurden die in Tabelle 14/3 getroffenen Annahmen für den Transport unterstellt.

Tabelle 14/3: Übersicht über die Annahmen zum Transport der verschiedenen Speisenproduktionssysteme

	Cook & Hold	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
Auslieferungen pro Woche	5	3	1
max. Auslieferzeit[a]	1 Stunde	—	—
max. tägl. Arbeitszeiten [18]	9 Stunden	9 Stunden	9 Stunden
Fahrzeugtyp[b]	LKW 3,5 t	LKW 18 t	LKW 18 t
Kraftstoffverbrauch [l/100 km] [19]	14,5	32,6	32,6

[a] Da eine Speisenausgabe vor Ort von zwei Stunden angenommen wurde, können die C&H-Menüs maximal eine Stunde ausgeliefert werden, um die maximale Warmhaltedauer von drei Stunden [7] nicht zu überschreiten.
[b] Festlegung basierend auf Praxis-Expert*innengespräch

Basierend auf Praxis-Expert*innengesprächen, dargestellt in Tabelle 14/3, wurde für die Auslieferung bei C&H ein 3,5-t-LKW angenommen, während bei C&C und C&F ein 18-t-LKW gewählt wurde. Bei der Modellierung wurden u. a. die möglichen Packmaße der LKW mit den Modellmenüs, die maximalen Lieferzeiten bei C&H, die Pausenzeiten der LKW-Fahrer*innen (vorgeschriebene Pause nach 4,5 Stunden) [18], die maximalen täglichen Arbeitszeiten von neun Stunden [18] und die wöchentlichen Lieferzyklen berücksichtigt. Da für die Entfernungen keine SPS-spezifischen Größen unterstellt werden konnten, wurden konstante Distanzen zwischen den Ausgabestellen modelliert. Das Vorgehen für eine konstante Distanz von 10 km ist in Abbildung 14/3 für C&H, C&C und C&F abgebildet. Analog wurde für die Distanzen 5 km, 15 km, 20 km, 25 km und 30 km vorgegangen, um den Vergleich der Systeme bei gleich weit entfernten Einrichtungen beurteilen zu können. Durch die begrenzte Warmhaltedauer bei C&H war eine Modellierung mit längeren Distanzen für C&H nicht möglich.

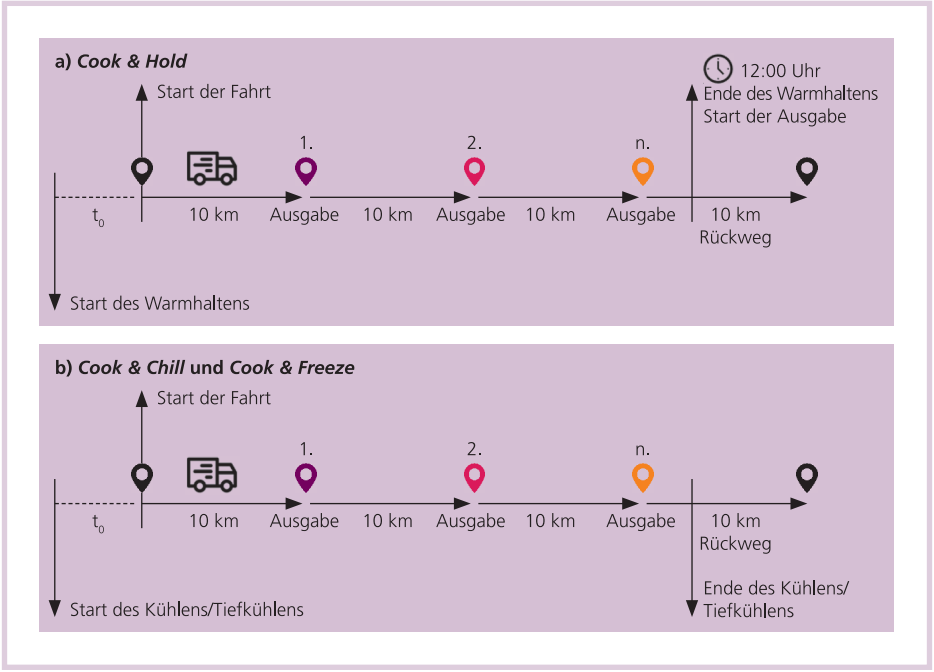


Abbildung 14/3: Exemplarischer Routenaufbau bei einer Distanz von 10 km zwischen den Einrichtungen für a) *Cook & Hold* und b) *Cook & Chill* und *Cook & Freeze*

Auf dieser Basis wurden die Routenplanungen erstellt und der jeweilige Kraftstoffverbrauch für die Fahrstrecken und die aktiven Kühl- bzw. Tiefkühlprozesse (inklusive Vorkühlzeiten) bei C&C und C&F ermittelt. Der Stromverbrauch, der für das aktive Warmhalten der Speisen bei C&H anfällt, wurde hier nicht berücksichtigt, denn er wurde in dem Indikator Energieverbrauch und Energiekosten bewertet.

Zur Beurteilung der Kosten wurden der Kraftstoffverbrauch mit Verbraucherpreisen der Europäischen Kommission, die wöchentlich erhoben werden, bewertet [20]. Zudem wurden die Personalkosten anhand der Fahrzeiten und der Personallöhne aus der Literatur [21] sowie die Investitionskosten für die Anschaffung der Fahrzeuge berechnet.

Reinigungsmittelverbrauch und -kosten: Auf Basis von drei Praxis-Expert*innengesprächen zur Dosierung von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln konnte der Tagesbedarf an Flüssigreinigern, Klarspülern, Spültabs zur Reinigung der Gargeräte und Desinfektionsmitteln in den Modelleinrichtungen ermittelt werden. Berücksichtigt wurden die Verbräuche für die Reinigung der Gargeräte, der Schockkühler/Schockfroster, der Kühllager, der Tiefkühllager und der Küchenböden sowie die Verbräuche der Geschirrspülanlagen. Weitere Verbräuche, wie z. B. für die Reinigung der Arbeitsflächen, konnten aufgrund fehlender Daten nicht berücksichtigt werden. Für die Bewertung des Indikators Reinigungsmittelverbrauch war es notwendig, die vier verschiedenen Reinigungsmittelarten zusammenzufassen. Da die verschiedenen Reinigungsmittelarten jedoch nicht in den gleichen Einheiten vorlagen (Anzahl Tabs bzw. ml Reinigungsmittel), war eine einfache Addition der Verbräuche nicht möglich. Daher basiert die Bewertung dieses Indikators auf dem SPS-Nachhaltigkeitsindex, der für jede der vier Reinigungsmittelarten gebildet

wurde (s. 14.3.3). Für die Kostenermittlung wurden die Verbräuche mit Preisen bewertet, die online für die empfohlenen Reinigungsmittelarten recherchiert wurden [22]. Die errechneten Reinigungsmittelkosten wurden im Indikator Betriebs- und Arbeitsmittelkosten berücksichtigt.

Flächenbedarf und Raumkosten: Für die sieben Modelleinrichtungen wurden von Praxis-Expert*innen Raumplanungen erstellt, aus denen sich sowohl die Raumgrößen für die einzelnen Küchenbereiche (z. B. Lager, Warenannahme) als auch die gesamten Raumgrößen bestimmen ließen. Anhand dieser Planungen wurde der Flächenbedarf pro Mahlzeit bestimmt. Im Anschluss wurden die Flächen auf Basis aktueller Mietpreise mit durchschnittlich 10,60 Euro/m^2 [23] preislich bewertet, um die Raumkosten zu errechnen.

Personalkosten: Die Personalplanung für die sieben Modelleinrichtungen, die für die Herstellung des Modellmenüs mit der entsprechenden Anzahl an Mahlzeiten benötigt werden, wurde von Praxis-Expert*innen modelliert. Für die Berechnung der Personalkosten wurden die in Tabelle 14/4 dargestellten durchschnittlichen Stundenlöhne anhand der Tarifsynopse des Deutschen Hotel- und Gaststättenverbandes e. V. (DEHOGA) über alle Bundesländer ermittelt und für die Bepreisung des Personalbedarfs genutzt [24].

Tabelle 14/4: Durchschnittliche Stundenlöhne (gemittelt über die Bundesländer), ermittelt anhand der DEHOGA-Tarifsynopse[a]

Position/Funktion	**Durchschnittlicher Lohn** [Euro/Stunde]
Küchenhilfskraft	15,80
ausgebildete Fachkraft	17,56
Küchenleitung	23,49
Betriebsleitung	24,36
Buchhaltung/Administration	21,46

[a] Eigene Berechnungen auf Basis der Tarifsynopse [24]

Betriebs-, Arbeitsmittel- und Investitionskosten: Für die Ermittlung der Betriebs- und Arbeitsmittelkosten sowie der Investitionskosten wurde die Studie zu Kosten- und Preisstrukturen in der Schulverpflegung (KuPS-Studie) herangezogen [9]. Für die Bestimmung wurden der KuPS-Studie die Werte für die Betriebs- und Arbeitsmittelkosten entnommen. Auch die Investitionskosten für die Größe der in dieser Studie verwendeten fiktiven Modelleinrichtungen mit 4 000 Mahlzeiten pro Tag für die PS und 500 Mahlzeiten pro Tag für die AS entstammen der KuPS-Studie. Da sich die KuPS-Studie auf das Jahr 2019 bezieht, wurden die Kosten mit dem Verbraucherpreisindex für das Jahr 2023 fortgeschrieben [25].

14.3.1.1.3 Befragung

Drei der 20 Indikatoren (Verpackungsmüll, Berücksichtigung von Gästewünschen, flexible Arbeitszeitmodelle und rotierende Arbeitsbereiche) konnten weder durch eine Literaturanalyse noch durch die Modellierung bewertet werden. Daher wurde für diese Indikatoren eine Online-Befragung in GV-Einrichtungen durchgeführt.

Es wurden drei Fragebögen entwickelt, die die drei Einrichtungstypen Mischküche (C&S), PS (C&H, C&C, C&F) und AS (C&H, C&C, C&F) abdecken. Zu Beginn des gemeinsamen Fragebogenteils für alle drei Typen standen Fragen, die der Zuordnung der Befragten in die drei Einrichtungstypen dienten. Es folgten Fragen zum Produktionsverfahren (z. B. Herstellung von gekühlten oder tiefgekühlten Speisen) und zur Organisation der Produktion (z. B. Anzahl der Betriebstage), die für die Zuordnung zu den jeweiligen SPS relevant waren. Danach schlossen sich die Fragen zur Erfassung der drei Indikatoren an (z. B. Verpackungsmüll).

Nach der inhaltlichen Konzeption wurde der Fragebogen mithilfe der Online-Umfragesoftware Unipark programmiert. Um die Verständlichkeit des Fragebogens sicherzustellen, wurde ein Pretest mit drei Expert*innen durchgeführt. Dabei wurden Personen ausgewählt, die über Fachwissen im Untersuchungsgebiet verfügen. Dadurch konnten mögliche Schwachstellen im Fragebogen identifiziert und verbessert werden. Anschließend wurde der Fragebogen mittels Hyperlink und QR-Code über verschiedene Verteiler (z. B. Branchenpresse, Vernetzungsstellen Schulverpflegung, Branchenverbände) verbreitet. Nach Abschluss der Befragung erfolgte die Auswertung der erhobenen Daten mittels quantitativer Methoden. Im Folgenden wird erläutert, wie die Indikatoren im Rahmen der Erhebung erfasst wurden.

Verpackungsmüll: Verpackungsmüll kann zum einen bei der Anlieferung der Waren in den PS anfallen und zum anderen beim Transport der fertigen Speisen zu den AS. Der Verpackungsmüll, der bei der Warenanlieferung in den PS auftritt, bestimmt sich wesentlich durch den gewählten Convenience-Grad der Lebensmittel und weniger durch das SPS, weshalb dieser Abfall in dieser Studie nicht berücksichtigt wurde (s. Auswahlkriterien in Tab. 14/1). Demgegenüber wurde der Verpackungsmüll, der beim Transport der fertigen Menüs entsteht, in dieser Studie betrachtet, denn dieser unterscheidet sich aufgrund der unterschiedlichen Lieferdistanzen zwischen den SPS. Zur Erfassung dieses Teils wurde in der Befragung nach der Nutzung von Einweg- oder Mehrwegverpackungen gefragt.

Berücksichtigung von Gästewünschen: Es wird angenommen, dass je nach SPS auf Gästewünsche unterschiedlich flexibel reagiert werden kann. So gilt C&S im Allgemeinen als flexibler, weshalb individuelle Unverträglichkeiten oder spezielle Essgewohnheiten der Gäste eher berücksichtigt werden können [26]. Um die Flexibilität zu erfassen, wurden die Einrichtungen auf einer Skala von 1 (überhaupt nicht) bis 5 (immer) befragt, ob und welche Ernährungsbedürfnisse und Essgewohnheiten umgesetzt werden können. Abgefragt wurden acht Kriterien (Tab 14/21), u. a., ob lactose-/glutenfreie, vegetarische oder vegane Menüs angeboten werden können.

Flexible Arbeitszeitmodelle und rotierende Arbeitsbereiche: Die Zufriedenheit der Mitarbeitenden kann durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst werden, wie z. B. Bezahlung, Kontakt mit Kolleg*innen, Arbeitsbelastung oder Zeitmangel [27]. Gemäß der Fragestellung wurde der Fokus auf die Attribute gelegt, bei denen Unterschiede bedingt durch

das SPS zu erwarten sind. So sind beispielsweise die Stundenlöhne in den Tarifverträgen nach Bundesland und Qualifikation geregelt, jedoch nicht nach SPS differenziert [24]. Ebenso gibt es keine Anhaltspunkte dafür, dass der Kontakt mit Kolleg*innen oder die Beziehung zur Führungskraft durch das SPS bedingt sein könnte. Demgegenüber kann jedoch vermutet werden, dass sich die Arbeitszufriedenheit aufgrund der SPS-spezifischen zeitlichen und räumlichen Entkopplung/Kopplung zwischen den Systemen unterscheidet. So kann die zeitliche Entkopplung bei C&C und C&F dazu führen, dass SPS flexibler in der Arbeitszeitgestaltung sind. Flexible Arbeitszeiten wiederum sind mit einer höheren Arbeitszufriedenheit verbunden [28–30]. Die räumliche Entkopplung wiederum kann zu einer verstärkten Arbeitsteilung zwischen den PS und den AS führen, was monotone und repetitive Tätigkeiten fördern könnte, die wiederum mit negativen Auswirkungen auf Gesundheit und Arbeitszufriedenheit in Verbindung stehen [31–33]. Vor diesem Hintergrund wurden sowohl Fragen zum Angebot flexibler Arbeitszeitmodelle als auch zu wechselnder geistiger und körperlicher Beanspruchung gestellt (Tab. 14/5). Diese dienten als Indikator SPS-spezifischer Arbeitszufriedenheit.

Tabelle 14/5: Abgefragte Kriterien zur Erfassung des Angebots flexibler Arbeitszeitmodelle und zum Einsatz rotierender Arbeitsbereiche auf einer Skala von 1 (wird nicht ermöglicht) bis 5 (wird ermöglicht)

Angebot an flexiblen Arbeitszeitmodellen
Arbeiten nur an bestimmten Wochentagen (z. B. nur montags und mittwochs)
Arbeitsverträge mit unterschiedlichem täglichen Stundenumfang
Arbeiten nur zu bestimmten Zeiten (z. B. nur vormittags)
Berücksichtigung von Präferenzen für Urlaubszeiträume
Betriebsferien (1 = Ja; 5 = Nein)
Einsatz in rotierenden Arbeitsbereichen
Arbeiten unterschiedlicher geistiger Beanspruchungen
Arbeiten unterschiedlicher körperlicher Beanspruchungen

Weitere Faktoren, die sich auf die SPS-spezifische Arbeitssituation auswirken (Stress, Zeitdruck durch zeitliche Kopplung, Arbeiten in kalter Umgebung, Stress beim Transport), wurden bereits beim Indikator Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz berücksichtigt und daher in diesem Indikator nicht betrachtet, um eine Doppelbewertung zu vermeiden.

Stichprobenbeschreibung

Insgesamt haben 221 Einrichtungen an der Befragung teilgenommen (Tab. 14/6). Bei 30,3 % der 221 Einrichtungen wurden nicht nur ein, sondern mindestens zwei SPS gleichzeitig eingesetzt (z. B. Kombination von C&S und C&H). Diese Einrichtungen wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Der größte Teil der Einrichtungen konnte C&S zugeordnet werden (40,3 %), gefolgt von C&H-AS (15,4 %) und C&H-PS (5,9 %). C&F-PS sowie C&C-AS waren dagegen besonders gering vertreten (0,5 % bzw. 0,9 %). Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Tabelle 14/6: Anzahl und Eigenschaften der an der Befragung teilnehmenden Einrichtungen

Speisenproduktionssystem		teilnehmende Einrichtungen		Durchschnitt	
		Anzahl	Anteil [%]	Mahlzeiten pro Betriebstag	Betriebstage im Jahr
Cook & Serve		89	40,3	2 074	294
Cook & Hold	Produktionsstätte	13	5,9	4 008	288
	Ausgabestelle	34	15,4	154	214
Cook & Chill	Produktionsstätte	5	2,3	4 840	298
	Ausgabestelle	2	0,9	1 711	364
Cook & Freeze	Produktionsstätte	1	0,5	250 000	260
	Ausgabestelle	10	4,5	283	212
Kombination der Speisenproduktionssysteme		67	30,3		
Summe		**221**	**100**		

14.3.2 Berechnung der Treibhausgasemissionen

Die berechneten Strom- und Wasserverbräuche der fiktiven Modelleinrichtungen sowie die Kraftstoffverbräuche für die Auslieferung der Modellmenüs wurden in der Dimension Umwelt bewertet. Zusätzlich wurden alle drei Verbräuche in dieser Studie für die Ermittlung von Treibhausgasemissionen (THGE) verwendet. Die THGE selbst werden in dieser Studie nicht als Indikator in die Bewertungsmatrix einbezogen. Da die Bewertungen bereits über die einzelnen Indikatoren enthalten sind, hätte eine zusätzliche Aufnahme der THGE als Indikator zu einer Doppelbewertung geführt. Für die Berechnung der THGE in kg CO_2-Äquivalente (CO_2-Äq) wurden aktuelle Daten des Deutschen Bundestags [34, 35] und des Umweltbundesamts [36–38] herangezogen (Tab. 14/7). Bei den THGE wurden verschiedene Stromquellen berücksichtigt (durchschnittlicher Strommix und verschiedene regenerative Stromquellen) und die THGE unter Nutzung dieser verschiedenen Stromquellen bestimmt. Die lebensmittelbedingten THGE wurden nicht berücksichtigt.

Tabelle 14/7: Verwendete CO_2-Äquivalente zur Berechnung der Treibhausgasemissionen[a] (THGE)

THGE-Quelle	Bezugsgröße	kg CO_2-Äq	Quelle
Kraftstoff (Diesel)	1 l	2,65000	[34]
Wasser	1 l	0,00035	[35]
Ø Strommix in Deutschland 2023	1 kWh	0,3800	[36]
Photovoltaik[b]	1 kWh	0,0430–0,0630	[37]
Windenergie (Onshore)	1 kWh	0,0079–0,0106	[37]
Wasserkraft (Laufwasser)	1 kWh	0,0027	[38]
Biogas (Energiepflanzen)	1 kWh	0,1694	[38]

CO_2-Äq: CO_2-Äquivalente
[a] Eigene Darstellung der Daten von [34–38]
[b] Nutzungsdauer der Photovoltaikanlage von 30 Jahren (monokristalline Module)

14.3.3 Gesamtbewertung der Indikatoren

Da die hier betrachteten 20 Indikatoren in unterschiedlichen Einheiten gemessen wurden und somit nicht direkt vergleichend bewertet werden können, wurde ein dynamischer Index (SPS-Nachhaltigkeitsindex) entwickelt, mit dem die originären Indikatorwerte so transformiert wurden, dass sie zwischen 0 und 10 liegen. Diese Skalierung wurde anhand einer Min-Max-Normierung vorgenommen. Bei der Min-Max-Normierung wird der kleinste Wert auf 0 und der größte Wert auf 10 skaliert. Die anderen Werte liegen entsprechend proportional zwischen 0 und 10 und werden folgendermaßen berechnet:

Wenn geringe Werte besonders vorteilhaft sind (z. B. Lebensmittelabfälle):

1) $$Index\ x' = \frac{Max(X)^d - x}{Max(X)^d - Min(X)^d} * 10$$

Wenn hohe Werte besonders vorteilhaft sind (z. B. Berücksichtigung von Gästewünschen):

2) $$Index\ x' = \frac{Min(X)^d - x}{Min(X)^d - Max(X)^d} * 10$$

In den Formeln ist *x* der originäre Indikatorwert und *x'* der transformierte Wert im Bereich 0 bis 10. *Max(X)* stellt den größten und *Min(X)* den kleinsten Wert der Datenreihe *X* dar. Das Superskript *d* kennzeichnet, dass es sich um einen dynamischen Index handelt, bei dem die Maximal- und Minimalwerte angepasst werden können. Beim Indikator Energieverbrauch z. B. wurden die in dieser Studie ermittelten maximalen Energiewerte für das Maximum zugrunde gelegt. Werden in Folgestudien andere Maximalwerte ermittelt, kann die Berechnung des SPS-Nachhaltigkeitsindex entsprechend angepasst werden. Exemplarisch gezeigt ist die Min-Max-Normierung für den Indikator Lebensmittelabfälle in Tabelle 14/8. In diesem Beispiel wurden die geringsten Lebensmittelabfälle bei

C&S mit 20,7 % Lebensmittelabfällen bezogen auf die Produktionsmenge ermittelt. Im Vergleich der vier SPS schneidet dadurch C&S am besten ab und erhält den Indexwert 10. C&H schneidet mit einem Lebensmittelabfallanteil von 41,1 % am ungünstigsten ab und erhält den Indexwert 0. Die anderen Werte von C&C und C&F werden gemäß Formel 1 berechnet.

Tabelle 14/8: Beispiel für den SPS-Nachhaltigkeitsindex anhand eines Indikators, der bei geringen Originalwerten am besten abschneidet

	Cook & Serve	*Cook & Hold*	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
Lebensmittelabfälle pro Produktionsmenge [%]	20,7 %	41,1 %	26,2 %	40,4 %
SPS-Nachhaltigkeitsindex[a]	10,0	0,0	7,3	0,3

SPS: Speisenproduktionssystem
[a] 10 = geringster Anteil an Lebensmittelabfällen bezogen auf die Produktionsmenge;
0 = höchster Anteil an Lebensmittelabfällen bezogen auf die Produktionsmenge

Auf diese Weise wurden allen originären Indikatorwerten entsprechende Indexwerte zugeordnet, welche zusammenfassend in einer Bewertungsmatrix dargestellt und somit direkt verglichen werden können. Die Indikatoren der Dimension Kosten wurden nicht indexiert, denn hier lagen innerhalb der Dimension alle Positionen in einer einheitlichen Einheit (Euro) vor.

14.4 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die verschiedenen SPS anhand der Indikatoren der Tabelle 14/2 verglichen.

14.4.1 Dimension Gesundheit

14.4.1.1 Nährstoffverluste

Der Indikator Nährstoffverluste wurde anhand der verfügbaren Literatur [39–69] bewertet (s. 14.3.1.1). Tabelle 14/9 zeigt über verschiedene Studien gemittelte Nährstoffverluste, getrennt für die Lebensmittelgruppen Gemüse, Fleisch und Kartoffeln sowie für die Nährstoffe Thiamin (Vitamin B_1), Riboflavin (Vitamin B_2), Vitamin C, Vitamin B_6, Folat und Niacin. Zusätzlich wurden die Werte für C&H nach der Warmhaltedauer (30 Minuten, 1–2 Stunden, 3 Stunden) unterteilt. Bei C&C wurde in allen Studien einheitlich eine Lagerdauer von einem Tag angesetzt, während bei C&F für die Lebensmittelgruppe Gemüse Ergebnisse sowohl für eine Lagerdauer von einem Monat als auch von bis zu 6 Monaten vorhanden waren. Die roten Umrandungen in Tabelle 14/9 zeigen, für welche Lebensmittelgruppen und Nährstoffe Ergebnisse für alle SPS vorlagen: Dies war bei der Lebensmittelgruppe Gemüse für die Nährstoffe Thiamin, Riboflavin und Vitamin C der Fall sowie bei der Lebensmittelgruppe Fleisch für Thiamin. Wie im Methodenkapitel erläutert, wurden nur diese Grundlagen für die zusammenfassende Bewertung der SPS verwendet.

Tabelle 14/9: Über verschiedene Studien gemittelte Nährstoffverluste bei der Herstellung von *Cook & Hold*-, *Cook & Chill*- und *Cook & Freeze*-Menüs im Vergleich zu *Cook & Serve*-Menüs (Mittelwertvergleich)[a,b] [%]

	Dauer	Thiamin (Vitamin B_1)	n	Riboflavin (Vitamin B_2)	n	Vitamin C	n	Vitamin B_6	n	Folat	n	Niacin	n
	Gemüse												
Cook & Hold	30 min	12,08	4	11,64	3	30,62	13			20,98	5		
	1–2 Std.	12,60	13	9,53	9	45,66	20	21,43	2	33,18	5	4,77	2
	bis 3 Std.	24,93	9	2,83	1	61,36	6	42,86	1				
Cook & Chill	bis 1 Tag	18,90	2	20,93	1	44,03	29			22,38	5		
Cook & Freeze	1 Monat	19,97	2	25,00	1	50,00	1						
	1–6 Monate	31,66	1	25,00	1	14,64	5						
	Fleisch												
Cook & Hold	30 min	2,67	2	3,50	1								
	1–2 Std.	18,00	7	3,50	1			19,01	3				
	bis 3 Std.	25,57	4	0,00	1			42,12	1				
Cook & Chill	bis 1 Tag	25,00	1			11,95	3	13,02	2				
Cook & Freeze	1 Monat	17,65	2										
	Kartoffeln												
Cook & Hold	30 min	3,27	1	1,11	3	21,18	9	4,19	2	17,84	2	1,02	2
	1–2 Std.	6,83	19	–0,81	3	33,04	14	6,00	4	27,19	2	2,45	6
	bis 3 Std.	18,40	1	2,75	1	60,38	1	20,96	1				
Cook & Chill	bis 1 Tag	46,36	5	8,02	3	15,09	3	-4,15	3	10,83	3	–8,59	3
Cook & Freeze	6 Monate												

min: Minute; n: Anzahl Studien; Std.: Stunden

[a] Eigene Darstellung berechnet auf Basis der Studien [39–69].

[b] Die dunklen Umrandungen zeigen, für welche Lebensmittelgruppen und Nährstoffe Ergebnisse für alle Speisenproduktionssysteme vorlagen.

Abbildung 14/4 zeigt die relativen Nährstoffverluste der drei Systeme C&H, C&C und C&F im Vergleich zu C&S für Gemüse und Fleisch. Zusätzlich wurden die Werte für C&H nach der Warmhaltedauer (30 Minuten, 1–2 Stunden, 3 Stunden) unterteilt. Außerdem ist ein zusammenfassender Gesamtvergleich der SPS gezeigt, in dem sowohl über die Lebensmittelgruppen Gemüse und Fleisch als auch über die Warmhaltedauern bei C&H Mittelwerte gebildet wurden.

Die Ergebnisse zeigen, dass im Vergleich zu C&S bei den anderen drei Systemen aufgrund thermischer Behandlungen und Lagerzeiten zusätzliche Nährstoffverluste zwischen 2,7 % und 29,7 % auftraten. Die mit C&S zubereiteten Menüs wiesen somit durchweg die geringsten Nährstoffverluste auf. Bei Gemüse waren die Nährstoffverluste bei C&C und C&F nahezu gleich (28,0 % bzw. 27,7 %), bei Fleisch fielen die Nährstoffverluste bei C&C etwas höher aus (25,0 % bzw. 17,7 %). Die Nährstoffverluste bei C&H waren dagegen stark von der Warmhaltedauer abhängig. Bei Gemüse stiegen die Nährstoffverluste gegenüber C&S von 18,1 % bei einer 30-minütigen auf 29,7 % bei einer dreistündigen Warmhaltedauer. Insgesamt reagierte Gemüse deutlich empfindlicher als Fleisch, bei dem bei 30 Minuten kaum Nährstoffverluste auftraten (2,7 %). Im Gesamtvergleich der Systeme wurden bei C&H-Menüs Nährstoffverluste von 19,4 % im Vergleich zu C&S-Menüs festgestellt. Bei C&F-Menüs waren es Nährstoffverluste von 22,7 % und bei C&C-Menüs von 26,5 %. Damit schnitt C&S in Bezug auf die Nährstoffverluste insgesamt am günstigsten ab, gefolgt von C&H, C&F und C&C.

> Die mit *Cook & Serve* zubereiteten Menüs wiesen durchweg die geringsten Nährstoffverluste auf, gefolgt von *Cook & Hold*, *Cook & Freeze* und *Cook & Chill*.

Abbildung 14/4: Relativer Nährstoffverlust bei *Cook & Hold* (C&H), *Cook & Chill* (C&C) und *Cook & Freeze* (C&F) im Vergleich zu *Cook & Serve* (C&S) für die Lebensmittelgruppen Gemüse und Fleisch sowie verschiedene Warmhaltedauern und Gesamtbewertung (Mittelwertsvergleich) [%]

14.4.1.2 Mikrobiologie/Hygiene

Für die Bewertung der Mikrobiologie/Hygiene wurde anhand der verfügbaren Literatur [6–8] die Anzahl zusätzlicher CCPs im Vergleich zu C&S ermittelt (s. 14.3.1.1). Der Vergleich der vier SPS ergab, dass bei C&F gegenüber C&S sechs und bei C&C fünf zusätzliche CCPs erforderlich sind, um die Anforderungen an die Lebensmittelsicherheit gemäß Verordnung (EG) Nr. 852/2004 [70] zu erfüllen. Bei C&H waren dagegen nur zwei CCPs notwendig. Dies ist in Tabelle 14/10 ersichtlich, in der die zusätzlichen CCPs beschrieben sind. Zusammenfassend zeigt sich, dass die zusätzlichen Prozessschritte bei C&F und C&C die hygienischen Anforderungen am deutlichsten erhöhen.

Tabelle 14/10: Anzahl und Beschreibung der zusätzlichen *Critical Control Points* im Vergleich zu *Cook & Serve* [6–8]

Prozessschritt	*Cook & Hold*	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
Warenannahme	Identische Anforderungen in allen vier SPS		
Lagern			
Vorbereiten			
Garen			
Warmhalten	■ ≥ 60 °C max. 3 Std. [7]		
Schnellkühlen/ Schockfrieren		■ Wenn Kühlprozess nicht nahtlos an Garprozess anschließt: Produkttemperatur von mind. 60 °C während der Wartezeit [7] ■ von 60 °C auf ≤ 3 °C in max. 90 min [8]	■ Wenn Kühlprozess nicht nahtlos an Garprozess anschließt: Produkttemperatur von mind. 60 °C während der Wartezeit [7] ■ von 60°C auf < 0°C in max. 90 min [7] ■ Gefriergeschwindigkeit von 1 cm/Std. für den Temperaturbereich zwischen 0–18 °C [7]
Kühllagern/ Tiefkühllagern		■ Lagerung max. 72 Std. bei 0–3 °C [8]	■ Lagerung bis zu 12 Monate [7]
Transport	■ ≥ 60 °C [6]	■ ≤ 3 °C (bis max. 7°C für max. 5 Std.) [8]	■ ≤ –12 bis –18 °C [6]
Portionieren	Vorgaben zur Portionierung in allen vier SPS, jedoch mit unterschiedlichen Temperaturvorgaben		
Endgaren/ Regenerieren		■ 72 °C für mind. 2 min [8]	■ 72 °C für mind. 2 min [7]
Ausgeben	Identische Anforderungen in allen vier SPS		
Summe	**+ 2**	**+ 5**	**+ 6**

min: Minute; Std.: Stunde

14.4.2 Dimension Umwelt

14.4.2.1 Energieverbrauch

Beim Indikator Energieverbrauch wurde der Energiebedarf anhand der Modellierung bestimmt (s. 14.3.1.2). Tabelle 14/11 zeigt die Stromverbräuche für die einzelnen Bereiche (z. B. Kühlen, Garen, Spülen, Lüften) für die angegebene Anzahl von Mahlzeiten in den PS bzw. den AS und der C&S-Mischküche. Die Ergebnisse zeigen, dass in den PS vergleichsweise hohe Stromverbräuche pro Betriebstag bei C&F anfielen (1 637,0 kWh/Betriebstag), während diese in den PS bei C&H deutlich niedriger waren (667,9 kWh/Betriebstag).

Abbildung 14/5 zeigt die Stromverbräuche pro Mahlzeit für ausgewählte Prozessschritte im Vergleich der SPS (Prozessabfolge wie in Abb. 14/1). Auch hier sind die hohen Stromverbräuche bei C&F ersichtlich, die sich dadurch erklären lassen, dass insbesondere die Tiefkühllagerung, das Schockfrosten sowie die Regeneration der Menüs sehr stromintensiv waren. Im Vergleich zu C&C fällt auf, dass die vergleichbaren Prozessschritte bei C&F

stromintensiver waren. So benötigte das Schockfrosten mehr Strom als das Schockkühlen und das Tiefkühllager mehr Strom als das Kühllager. Auch die Regeneration von Tiefkühlmenüs war stromintensiver als die von Kühlmenüs.

Sowohl beim Garen als auch bei der Lüftung wies C&S die höchsten Verbräuche pro Mahlzeit auf. Dies kann zum einen auf die geringere Produktionsmenge zurückgeführt werden, wodurch der Garprozess weniger effizient ausgelastet war und zum anderen auf die höhere Gleichzeitigkeit. Der zuständige Experte hatte unter Berücksichtigung dieser Aspekte eine entsprechende Lüftungsanlage geplant.

Tabelle 14/11: Stromverbrauch zur Herstellung der Modellmenüs [kWh/Betriebstag]

	Cook & Serve	*Cook & Hold*	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
	Produktionsstätte[a]			
Mahlzeiten pro Betriebstag	*500*	*4 000*	*4 000*	*4 000*
Kühllager	24,9	38,1	33,4	33,4
Tiefkühllager	34,6	53,0	58,7	58,7
Kühl-/Tiefkühllager fertige Menüs	—	—	114,0	379,5
Schnellkühlen/Schockfrosten	—	—	212,1	642,9
Garen	83,1	465,6	434,4	434,4
Reinigung Gargeräte	8,3	15,2	8,0	8,0
Spülen	26,5	41,6	56,0	56,0
Lüftung	49,3	54,4	24,0	24,0
Warmausgabe	16,2	Befinden sich in den Ausgabestellen		
Kaltausgabe	4,8			
Summe	**247,7**	**667,9**	**940,6**	**1637,0**
	Ausgabestelle			
Mahlzeiten pro Betriebstag		*500*	*500*	*500*
Kühllager		5,4	13,6	10,0
Tiefkühllager		—	—	39,8
Regenerieren		—	71,7	116,8
Spülen		22,1	22,1	22,1
Lüftung		6,9	6,9	6,9
Reinigung Gargeräte		—	18,1	18,1
Warmhalten		6,3	—	—
Warmausgabe		16,2	16,2	16,2
Kaltausgabe		4,8	4,8	4,8
Summe		**61,7**	**153,3**	**234,7**

[a] Bei *Cook & Serve* ist die Produktionsstätte gleich der Ausgabestelle

Im Vergleich dazu war der Stromverbrauch bei C&H geringer, da die energieintensiven Prozessschritte wie Schockkühlen/Schockfrosten, Kühlen/Tiefkühlen und Regenerieren entfielen. Das stattdessen notwendige Warmhalten der Menüs verbrauchte dagegen kaum Strom.

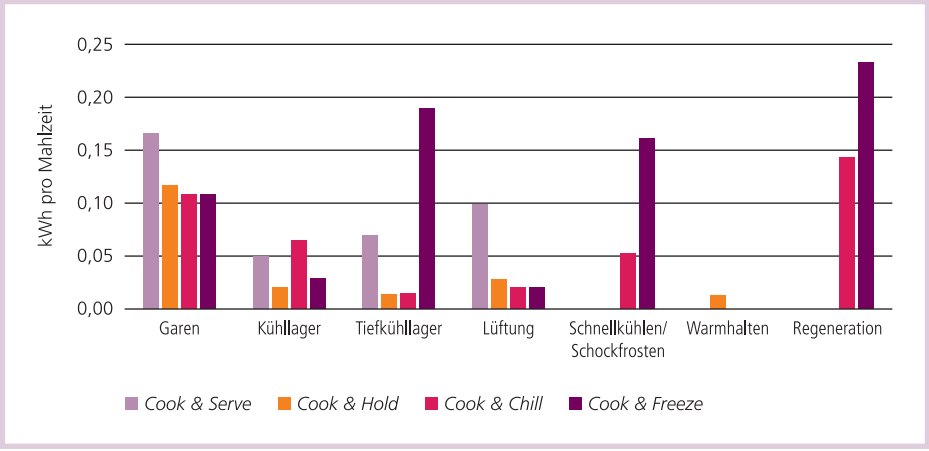


Abbildung 14/5: Stromverbrauch zur Herstellung des Modellmenüs für ausgewählte Prozessschritte [kWh/Mahlzeit]

Ein abschließender Vergleich des gesamten Energieverbrauchs zeigt, dass der höchste Stromverbrauch bei C&F mit 0,88 kWh pro Mahlzeit auftrat, gefolgt von C&C mit 0,54 kWh und C&S mit 0,50 kWh pro Mahlzeit (Tab. 14/12). Den niedrigsten Stromverbrauch wies C&H mit 0,29 kWh pro Mahlzeit auf.

Tabelle 14/12: Stromverbrauch zur Herstellung des Modellmenüs [kWh/Mahlzeit]

	Cook & Serve	*Cook & Hold*	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
Produktion	0,50	0,17	0,24	0,41
Ausgabe		0,12	0,31	0,47
Summe	**0,50**	**0,29**	**0,54**	**0,88**

Den niedrigsten Stromverbrauch insgesamt wies C&H mit 0,29 kWh pro Mahlzeit auf. C&F wies hingegen den höchsten Stromverbrauch auf, was sich dadurch erklären lässt, dass insbesondere die Tiefkühllagerung, das Schockfrosten sowie die Regeneration der Menüs stromintensive Prozesse sind.

14.4.2.2 Wasserverbrauch

Der Indikator Wasserverbrauch wurde ebenfalls anhand der Modellierung bestimmt (s. 14.3.1.2). Tabelle 14/13 zeigt den Wasserverbrauch für die Herstellung der Modellmenüs in Litern pro Betriebstag für C&S mit 500 Mahlzeiten, für die PS mit 4 000 Mahlzeiten und für die AS mit 500 Mahlzeiten für C&H, C&C und C&F. Die höchsten Wasserverbräuche entstanden durch die Spülanlagen und die Reinigungsvorgänge der Gar- und Regeneriergeräte. Da in den AS aufgrund der geringeren Ausgabemenge von 500 Mahlzeiten weniger Personen arbeiten als in den PS mit 4 000 Mahlzeiten, fiel der Wasserbedarf für die Personalhygiene entsprechend geringer aus. Die Wasserverbräuche für die Garprozesse der 4 000 Mahlzeiten waren bei C&H, C&C und C&F identisch. Bei der Regeneration fielen jedoch bei C&F aufgrund der längeren Regenerierzeiten etwas höhere Verbräuche an als bei C&C.

Bezogen auf den Verbrauch pro Mahlzeit waren die Wasserverbräuche in den AS insgesamt höher als in den PS (Tab. 14/14). So fielen z. B. bei C&F 0,28 l Wasser pro Mahlzeit in den PS und weitere 1,20 l pro Mahlzeit in den AS an. In der Summe ergaben sich somit die höchsten Wasserverbräuche pro Mahlzeit bei C&F (1,48 l), gefolgt vom C&C (1,42 l). Die geringsten Wasserverbräuche wurden mit 1,01 l pro Mahlzeit bei C&H ermittelt.

Tabelle 14/13: Wasserverbrauch zur Herstellung der Modellmenüs in Liter pro Betriebstag [l/Betriebstag]

	Cook & Serve[a]	*Cook & Hold*	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
	Produktionsstätte			
Mahlzeiten pro Betriebstag	*500*	*4 000*	*4 000*	*4 000*
Garen	74,0	190,0	190,0	190,0
Reinigung Gargeräte	157,0	200,8	290,4	290,4
Spülen	397,0	320,0	432,0	432,0
Personalhygiene	43,4	184,9	160,0	202,7
Summe	**671,4**	**895,7**	**1 072,4**	**1 115,1**
	Ausgabestelle			
Mahlzeiten pro Betriebstag		500	500	500
Regenerieren		—	35,0	58,3
Reinigung Regeneriergeräte		—	148,0	148,0
Spülen		369,5	369,5	369,5
Personalhygiene		21,4	22,8	24,2
Summe		**390,9**	**575,3**	**600,0**

[a] Bei *Cook & Serve* ist die Produktionsstätte gleich der Ausgabestelle

Tabelle 14/14: Wasserverbrauch zur Herstellung des Modellmenüs in Litern pro Mahlzeit [l/Mahlzeit]

	Cook & Serve	*Cook & Hold*	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
Produktionsstätte	1,34	0,22	0,27	0,28
Ausgabestelle		0,78	1,15	1,20
Summe	**1,34**	**1,01**	**1,42**	**1,48**

14.4.2.3 Verpackungsmüll

Der Indikator Verpackungsmüll wurde anhand einer Befragung bewertet (s. 14.3.1.3). Tabelle 14/15 zeigt den Anteil der Befragten, die ausschließlich Einwegverpackungen, ausschließlich Mehrwegverpackungen oder beide Verpackungsarten für den Transport der fertigen Menüs verwendeten. Es wird deutlich, dass sowohl bei C&H als auch bei C&C mit Anteilen von 79,1 % bzw. 76,9 % überwiegend ausschließlich Mehrwegverpackungen (z. B. Gastronorm-Behälter) eingesetzt wurden. Bei C&F verwendeten die befragten Einrichtungen mit einem Anteil von 72,7 % dagegen überwiegend ausschließlich Einwegverpackungen. Lediglich 27,3 % der befragten C&F-Einrichtungen verwendeten sowohl Mehrweg- als auch Einwegverpackungen für den Transport. C&F-Einrichtungen, die ausschließlich Mehrwegverpackungen verwendeten, wurden nicht ermittelt. Aufgrund des hohen Anteils an Einrichtungen, die Einwegverpackungen nutzten, kann angenommen werden, dass bei C&F höhere Mengen an Verpackungsmüll anfallen.

Für die abschließende Bewertung des Indikators Verpackungsmüll wurden die Anteile der befragten Einrichtungen, die Einwegverpackungen verwenden, herangezogen. Dabei wurden die Anteile der Befragten, die angaben, sowohl Einweg- als auch Mehrwegverpackungen zu verwenden, zu 50 % den Einwegverpackungen zugerechnet.

> Von den befragten *Cook & Hold*-Einrichtungen verwendeten 10,4 % Einwegverpackungen, während es bei *Cook & Chill* 15,4 % und bei *Cook & Freeze* 86,4 % waren.

Tabelle 14/15: Anteil der Befragten pro Speisenproduktionssystem, die ausschließlich Einwegverpackungen, ausschließlich Mehrwegverpackungen oder beide Verpackungsarten für den Transport der fertigen Menüs verwenden [%]

	Cook & Hold		*Cook & Chill*		*Cook & Freeze*	
	Anteil der Befragten	n	Anteil der Befragten	n	Anteil der Befragten	n
Ausschließlich Mehrweg	79,1	72	76,9	10	0,0	0
Ausschließlich Einweg	0,0	0	7,7	1	72,7	8
Sowohl Einweg als auch Mehrweg	20,9	19	15,4	2	27,3	3
Summe Anteil Einweg[a]	**10,4**		**15,4**		**86,4**	

n: Anzahl der befragten Einrichtungen
[a] Um die Summe des Einweganteils zu ermitteln, wurden die Anteile der Befragten, die angaben, sowohl Einweg- als auch Mehrwegverpackungen zu verwenden, zu 50 % den Einwegverpackungen zugerechnet.

14.4.2.4 Lebensmittelabfälle

Der Indikator Lebensmittelabfälle wurde anhand der verfügbaren Literatur [71–76] bewertet (s. 14.3.1.1). Als Ergebnis konnten sechs Studien in die Auswertung eingeschlossen werden. In Summe wurden die höchsten Lebensmittelabfälle (Teller- und Ausgabereste) mit einem Anteil von 41,1 % von der Produktionsmenge bei C&H festgestellt, gefolgt von 40,4 % bei C&F und 26,2 % bei C&C (Abb. 14/6).

> Die geringsten Lebensmittelabfälle konnten bei *Cook & Serve* mit einem Anteil von 20,7 % der Produktionsmenge ermittelt werden.

Unterteilt nach Ausgabe- und Tellerresten, ist in Tabelle 14/16 zu sehen, dass in allen vier SPS die Ausgabereste die anteilig größere Lebensmittelabfallfraktion darstellten. Dabei fielen die meisten Tellerreste bei C&F an, während die Ausgabereste bei C&H am höchsten waren. Diese hohen Teller- und Ausgabereste könnten auf eine geringere Flexibilität der Systeme zurückzuführen sein, wobei bei Tellerresten vor allem eine geringe Flexibilität in der Anpassung der Portionsgrößen und bei Ausgaberesten die Planung der Anzahl der Verzehrsteilnehmenden Einfluss nehmen könnten.

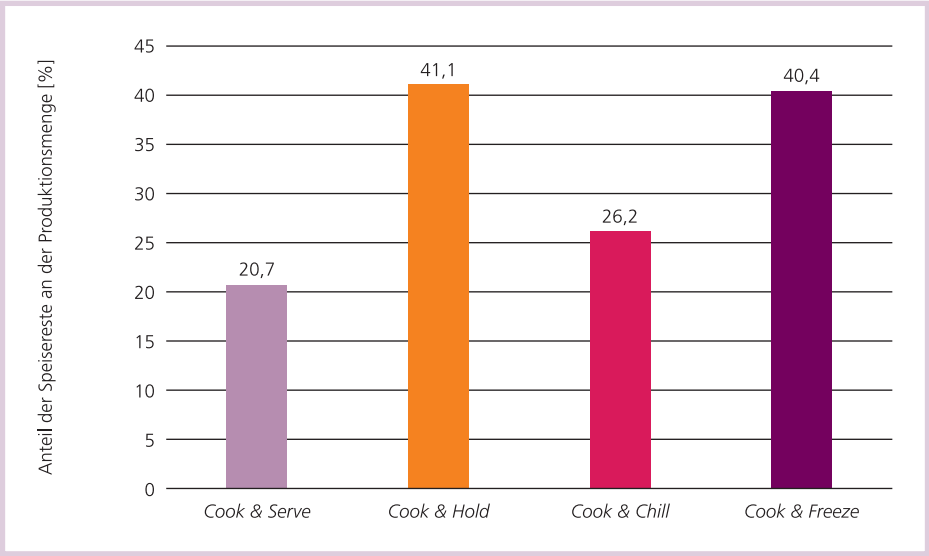


Abbildung 14/6: Anteil der durchschnittlichen Speisereste (Summe aus Teller- und Ausgaberesten) an der Produktionsmenge [%] [71–76]

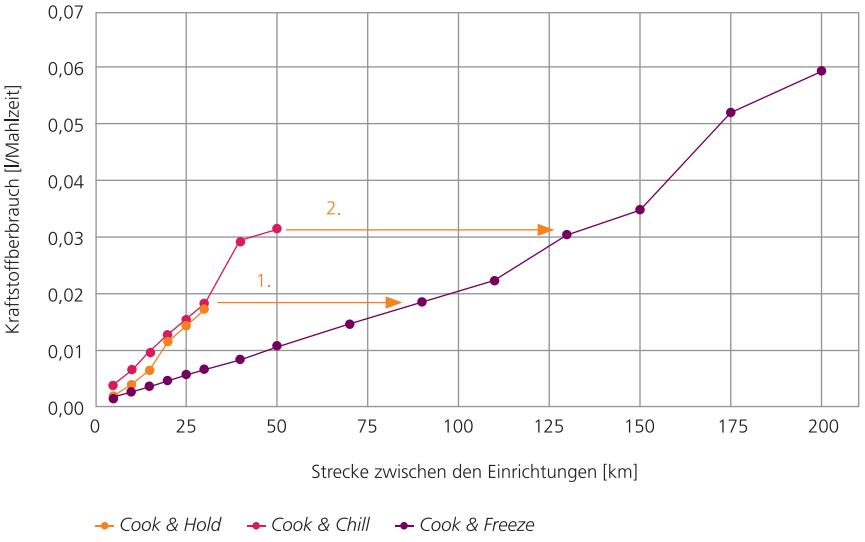
Tabelle 14/16: Anteil der Teller- und Ausgabereste an der Produktionsmenge [%] [71–76]

	Cook & Serve	*Cook & Hold*	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
Tellerreste	8,0	8,9	10,5	15,4
Ausgabereste	12,7	32,2	15,7	25,0
Summe	**20,7**	**41,1**	**26,2**	**40,4**

14.4.2.5 Transport

Der Indikator Transport wurde anhand der Modellierung bestimmt (s. 14.3.1.2). Abbildung 14/7 zeigt die resultierenden Kraftstoffverbräuche pro Mahlzeit in Abhängigkeit der Entfernungen zwischen den Einrichtungen. Die Kraftstoffverbräuche für C&H wurden nur bis zu einer Entfernung von 30 km zwischen den Einrichtungen modelliert, da bei größeren Entfernungen die maximale Warmhaltedauer der Menüs nicht eingehalten werden konnte. C&C wurde hingegen bis zu einer Entfernung von 50 km und C&F bis zu einer Entfernung von 200 km modelliert.

Erwartungsgemäß stiegen die Kraftstoffverbräuche pro Mahlzeit mit zunehmender Entfernung zwischen den Einrichtungen an. Generell wurde bei C&F bei gleichen Entfernungen zwischen den Einrichtungen weniger Kraftstoff pro Mahlzeit verbraucht als bei C&H und C&C. Dies kann vor allem durch die deutlich selteneren Lieferzyklen von einmal pro Woche bei C&F erklärt werden. Die Kurven von C&H und C&C verlaufen dagegen annähernd gleich, wobei die Kraftstoffverbräuche bei C&H etwas geringer ausfielen.



Pfeile 1 und 2: Längere Distanz, die bei *Cook & Freeze* bei gleichem Kraftstoffverbrauch pro Mahlzeit gefahren werden kann.

Abbildung 14/7: Kraftstoffverbrauch pro Mahlzeit zur Auslieferung des Modellmenüs zu acht Ausgabestellen in Abhängigkeit von der Distanz zwischen den Einrichtungen

Wie Abbildung 14/7 zeigt, könnten bei C&F bei gleichen Kraftstoffverbräuchen pro Mahlzeit deutlich größere Distanzen zurückgelegt werden als bei C&H und C&C. Während z. B. bei C&H und C&C bereits bei einer Entfernung von 30 km zwischen den Einrichtungen ca. 0,018 l pro Mahlzeit anfielen, war dies bei C&F erst bei der dreifachen Entfernung von 90 km der Fall (1. roter Pfeil in Abb. 14/7). Ein weiteres Beispiel zeigt, dass ein Kraftstoffverbrauch von 0,03 l pro Mahlzeit bei C&C bereits bei einer Distanz von 40 bis 50 km erreicht wurde, während dies bei C&F erst bei einer Distanz von ca. 130 km der Fall war (2. roter Pfeil in Abb. 14/7).

> Bei *Cook & Freeze* können bei gleichen Kraftstoffverbräuchen deutlich größere Distanzen zurückgelegt werden.

Für den abschließenden Vergleich wurden die bei gleichen Entfernungen anfallenden Kraftstoffverbräuche der SPS gegenübergestellt, um die Vorteilhaftigkeit der SPS bei gleich weit entfernten Einrichtungen beurteilen zu können (Tab. 14/17). Da bei C&H maximal bis zu einer Entfernung von 30 km geliefert werden konnte, konnten nur die Werte bis zu dieser Entfernung verglichen werden. Im Mittel über die sechs verschiedenen Entfernungen zwischen den Einrichtungen (5 km, 10 km, 15 km, 20 km, 25 km, 30 km) entstanden die höchsten Kraftstoffverbräuche bei C&C (0,011 l/Mahlzeit), dicht gefolgt von C&H (0,009 l/Mahlzeit). C&F verursachte im Durchschnitt deutlich geringere Kraftstoffverbräuche von 0,004 l pro Mahlzeit.

Tabelle 14/17: Kraftstoffverbräuche pro Mahlzeit zur Auslieferung des Modellmenüs für die Strecken 5 km bis 30 km zwischen den Einrichtungen [l/Mahlzeit]

Strecke zwischen den Einrichtungen	Kraftstoffverbräuche		
	Cook & Hold	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
5 km	0,002	0,004	0,002
10 km	0,004	0,007	0,003
15 km	0,007	0,010	0,004
20 km	0,012	0,013	0,005
25 km	0,015	0,016	0,006
30 km	0,017	0,018	0,007
Mittelwert	**0,009**	**0,011**	**0,004**

14.4.2.6 Flächenbedarf

Der Indikator Flächenbedarf wurde anhand der Modellierung bestimmt (s. 14.3.1.2). In Tabelle 14/18 sind die modellierten Flächenbedarfe in m^2 für verschiedene Küchenbereiche zusammengefasst. Im Vergleich der PS benötigte C&F für die Herstellung der 4 000 Mahlzeiten mit 750 m^2 die größte Fläche, während der Flächenbedarf der C&H-PS mit 490 m^2 deutlich geringer ausfiel, da hier u. a. keine Flächen für die Lagerung der fertigen Menüs benötigt wurden. In den C&H-AS war der Flächenbedarf ebenfalls geringer, da hier weniger Lager- und Produktionsflächen benötigt wurden.

Da die dargestellten Raumgrößen für eine unterschiedliche Anzahl produzierter Mahlzeiten gelten (C&S für 500 Mahlzeiten und in den PS für 4 000 Mahlzeiten), ist ein Vergleich der SPS erst bei Betrachtung des Flächenbedarfs pro Mahlzeit möglich (Tab. 14/18). Dieser war bei C&S mit 0,68 m^2 pro Mahlzeit höher als in den anderen SPS. Der geringste Platzbedarf pro Mahlzeit wurde mit 0,34 m^2 bei C&H ermittelt und ist damit nur halb so groß wie bei C&S. Bei C&C und C&F betrug der Flächenbedarf dagegen 0,47 m^2 bzw. 0,55 m^2 pro Mahlzeit.

Tabelle 14/18: Flächenbedarf der Modelleinrichtungen [m²][a]

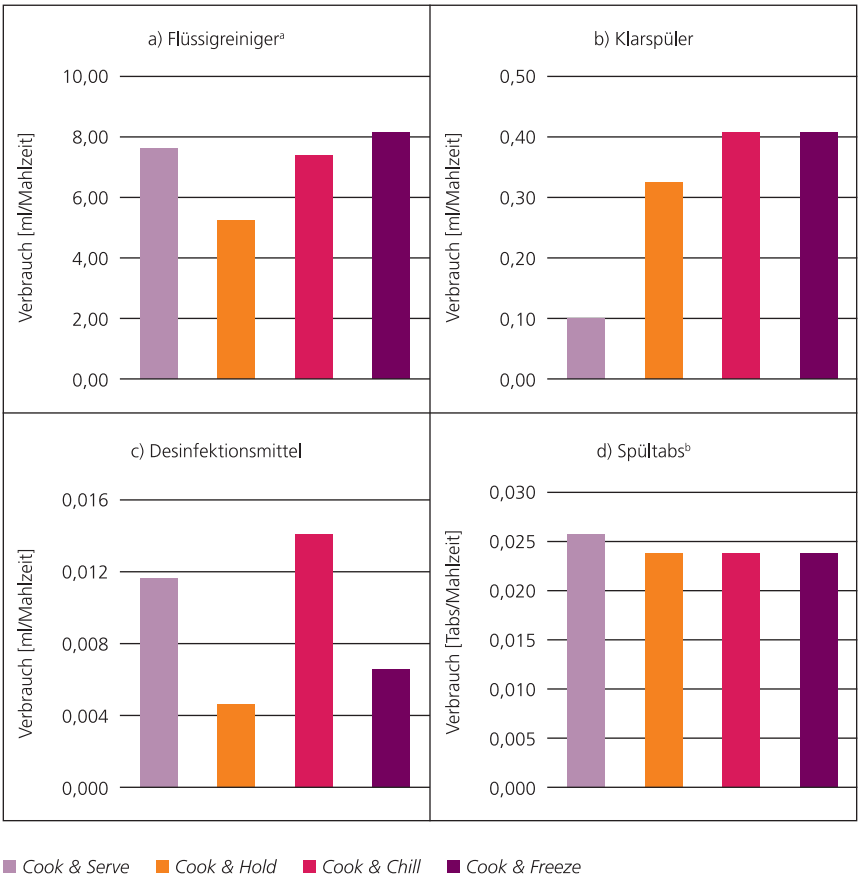
	Cook & Serve[b]	*Cook & Hold*	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
	Produktionsstätte			
Mahlzeiten pro Betriebstag	*500*	*4 000*	*4 000*	*4 000*
Warenanlieferung, Lagerbereiche	142	173	178	201
Produktion	76	108	86	116
Lagerfläche fertige Lebensmittel	—	—	108	158
Behälter, Reinigung, Auslieferung	76	127	146	209
Büro, Personal	45	82	78	66
Summe	**339**	**490**	**596**	**750**
	Ausgabestelle			
Mahlzeiten pro Betriebstag	—	*500*	*500*	*500*
Warenanlieferung, Lagerbereiche	—	7	15	18
Lagerfläche fertige Lebensmittel	—	16	24	38
Produktion	—	14	35	36
Behälter, Reinigung	—	53	68	72
Büro, Personal	—	17	17	16
Summe	—	**107**	**159**	**180**
Summe gesamt				
Flächenbedarf in m²	**339**	**597**	**755**	**930**
Raumgröße in m² pro Mahlzeit	**0,68**	**0,34**	**0,47**	**0,55**

[a] Planung der Raumgrößen für die fiktiven Modelleinrichtungen durch ein Großküchenplanungsbüro
[b] Bei *Cook & Serve* ist die Produktionsstätte gleich der Ausgabestelle

14.4.2.7 Reinigungsmittelverbrauch

Der Indikator Reinigungsmittelverbrauch wurde anhand der Modellierung bestimmt (s. 14.3.1.2). Bezogen auf den Reinigungsmittelverbrauch pro Mahlzeit ergaben sich je nach Art des Reinigungsmittels (Flüssigreiniger, Desinfektionsmittel, Klarspüler und Spültabs) in der Modellierung unterschiedliche Verbräuche pro SPS (Abb. 14/8). Während der Verbrauch an Spültabs pro Mahlzeit bei C&S am höchsten waren, fiel der Verbrauch an Flüssigreinigern bei C&F am höchsten aus. Der Klarspülerverbrauch war dagegen bei C&C und C&F und der Desinfektionsmittelverbrauch bei C&C am größten.

Der indizierte Reinigungsmittelverbrauch ist in Tabelle 14/19 für die vier Reinigungsmittelarten und im Mittelwert über diese vier Kategorien dargestellt. Der Mittelwert über alle vier Reinigungsmittelarten zeigt, dass C&H mit einem Index von 8,2 am besten abschnitt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei C&H in den Kategorien Flüssigreiniger, Desinfektionsmittel und Spültabs die niedrigsten Verbräuche pro Mahlzeit ermittelt wurden. An zweiter Stelle folgt C&F (Ø 4,5), gefolgt von C&S (Ø 3,6). Die höchsten Verbräuche wurden bei C&C ermittelt (Ø 3,2), was darauf zurückzuführen ist, dass bei C&C die höchsten Verbräuche in den Kategorien Desinfektionsmittel und Klarspüler ermittelt wurden und auch der Verbrauch an Flüssigreinigern hoch war.



[a] Flüssigreiniger umfassen sowohl Flüssigreiniger zum Reinigen von Oberflächen und Böden als auch Spülmittel für die Geschirrspülmaschinen.
[b] Spültabs zur Reinigung der Gargeräte

Abbildung 14/8: Reinigungsmittelverbrauch in den Modelleinrichtungen pro Mahlzeit

Tabelle 14/19: Indizierter Reinigungsmittelverbrauch für die vier Reinigungsmittelarten

	Indizierter Reinigungsmittelverbrauch[a]			
	Cook & Serve	*Cook & Hold*	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
Flüssigreiniger[b]	1,8	10,0	2,8	0,0
Klarspüler	10,0	2,7	0,0	0,0
Desinfektionsmittel	2,5	10,0	0,0	8,0
Spültabs[c]	0,0	10,0	10,0	10,0
Mittelwert Index	**3,6**	**8,2**	**3,2**	**4,5**

[a] 10 = niedrigster Verbrauch einer Kategorie; 0 = höchster Verbrauch einer Kategorie
[b] Flüssigreiniger umfassen sowohl Flüssigreiniger zum Reinigen von Oberflächen und Böden als auch Spülmittel für die Geschirrspülmaschinen.
[c] Spültabs zur Reinigung der Gargeräte

14.4.3 Dimension Soziales

14.4.3.1 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

Der Indikator Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz wurde anhand der verfügbaren Literatur [6, 77–89] bewertet (s. 14.3.1.1). Die systematische Analyse der Gefährdungen zeigt, dass C&S die geringste Anzahl an Gefährdungen aufwies (n = 8) (Tab. 14/20). Die anderen drei SPS wiesen aufgrund der zusätzlichen Prozessschritte (z. B. Warmhalten, Schnellkühlen, Schockfrosten) eine höhere Anzahl an potenziellen Gefährdungen auf. Die höchste Anzahl an Gefährdungen wurde bei C&F ermittelt (n = 16). Die Mitarbeitenden in C&S-Einrichtungen sind somit der geringsten Anzahl potenzieller Gefährdungen ausgesetzt, während die Mitarbeitenden in C&F-Einrichtungen der höchsten Anzahl potenzieller Gefährdungen ausgesetzt werden.

Tabelle 14/20: Anzahl an Gefährdungen bei *Cook & Serve* (C&S), *Cook & Hold* (C&H), *Cook & Chill* (C&C) und *Cook & Freeze* (C&F) [6, 77–89]

Prozessschritt	Gefährdung	C&S	C&H	C&C	C&F
Garen	■ (Erhöhter) Stressfaktor/psychische Belastung: Stressfaktoren, Arbeitshektik, Arbeitsbelastung (durch zeitliche Kopplung)	X	X		
	■ Brandgefahr, Verbrühungen, Verbrennungen	X	X	X	X
	■ (Erhöhte) Sturzgefahr	X	X	X	X
	■ Quetschgefahren	X	X	X	X
	■ Belastungen des Muskel-Skelett-Systems	X	X	X	X
	■ Gefahrstoffe in der Atemluft	X	X	X	X
	■ Zunahme von Fehlern und höheren Unfallzahlen durch Ermüdung, Erschöpfung und Konzentrationsprobleme	X	X	X	X
	■ Gehörschäden, Zugluft, Nackenbeschwerden	X	X	X	X
Schnellkühlen/ Schockgefrieren	■ Gefahr von Unterkühlung			X	X
	■ Belastung des Trägers und Behinderung bei der Arbeit durch unzulängliche Schutzausrüstung, Hautprobleme				X
Kühllagern/ Tiefkühllagern	■ Gefahr von Unterkühlung			X	X
	■ Steifer Hals			X	X
	■ Sturzgefahr			X	X
	■ Rheumatische Erkrankungen, Gelenkschmerzen (Nacken, Schultern, Handgelenke …), Schmerzen an Wirbelsäule				X
Endgaren/ Regenerieren	■ Verbrennungen			X	X
	■ Gefahr von Unterkühlung (bei Kaltportionierung)			X	
Transport	■ (Erhöhter) Stressfaktor/psychische Belastung		X	X	X
	■ Physische Verletzungen, Brand- und Explosionsgefahr, Erstickungsgefahr		X	X	X
Summe Gefährdungen		**8**	**10**	**15**	**16**

14.4.3.2 Flexible Arbeitszeitmodelle und rotierende Arbeitsbereiche

Der Indikator flexible Arbeitszeitmodelle und rotierende Arbeitsbereiche wurde anhand einer Befragung bewertet (s. 14.3.1.3). Abbildung 14/9 zeigt die Mittelwerte der Skalen, mit denen in der Befragung (n = 128) die Verfügbarkeit von flexiblen Arbeitszeitmodellen und rotierenden Arbeitsbereichen auf einer Skala von 1 (wird nicht ermöglicht) bis 5 (wird ermöglicht) bewertet wurden. Es zeigt sich, dass in den PS in den zeitlich entkoppelten Systemen (C&C und C&F) erwartungsgemäß mehr flexible Arbeitszeitmodelle angeboten wurden, während bei C&S und in den C&H-PS flexible Arbeitszeiten seltener umgesetzt

werden konnten. Im Gegenzug durchliefen die Beschäftigten bei C&S mehr rotierende Arbeitsbereiche und waren damit weniger Monotonie ausgesetzt. Im räumlich entkoppelten System wurden die Mitarbeitenden dagegen in den PS seltener in verschiedenen Arbeitsbereichen eingesetzt, was auf die stärkere Aufgabenteilung zurückgeführt werden könnte.

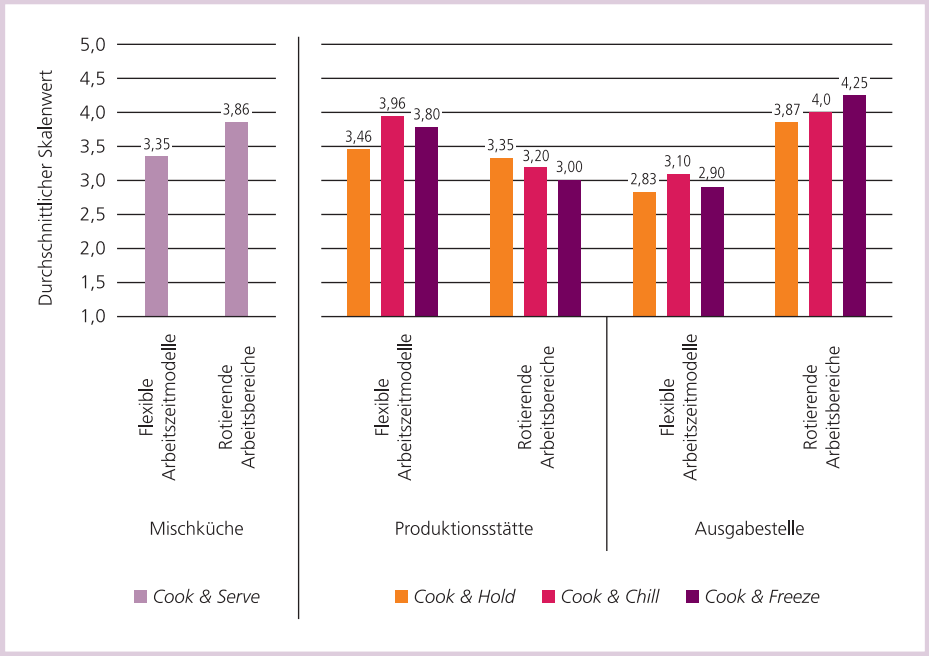


Abbildung 14/9: Befragungsergebnisse zu den Arbeitsbedingungen auf einer Skala von 1 (wird nicht ermöglicht) bis 5 (wird ermöglicht) (Durchschnitt der Skalenwerte)

In den AS wurden in den befragten Einrichtungen weniger flexible Arbeitszeitmodelle angeboten als in den PS. Dies ist plausibel, denn die Arbeitszeiten in den AS sind trotz zeitlicher Entkopplung an feste Essenszeiten gebunden. Dagegen fielen die Mittelwerte der Skala „rotierende Arbeitsbereiche" in den AS höher aus als in den PS. Es zeigt sich, dass die Mitarbeitenden in den C&H-AS weniger verschiedene Arbeitsbereiche durchlaufen als die Mitarbeitenden in der C&F-AS, was durch die zusätzlichen Aufgaben in den C&F-AS (Speisenplanung, Regenerierung) erklärt werden könnte.

Im Gesamtvergleich wurden die Skalenwerte für die PS und AS sowie über die Kriterien „flexible Arbeitszeitmodelle" und „rotierende Arbeitsbereiche" gemittelt. Der Gesamtvergleich zeigt, dass der höchste Skalenmittelwert mit 3,61 bei C&S erreicht wurde, gefolgt von einem Skalenmittelwert von 3,57 bei C&C und 3,49 bei C&F (Abb. 14/10). Der niedrigste Skalenmittelwert wurde mit 3,38 bei C&H ermittelt. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass C&H zeitlich gekoppelt ist, was das Angebot flexibler Arbeitszeitmodelle erschwert. Gleichzeitig ist es räumlich entkoppelt, wodurch die Mitarbeitenden offenbar seltener in rotierenden Arbeitsbereichen eingesetzt werden. In den anderen drei SPS hingegen profitierten C&C und C&F in den PS von der zeitlichen Entkopplung (mehr Arbeitszeitflexibilität) und C&S von der räumlichen Kopplung im Bereich der rotierenden Arbeitsbereiche.

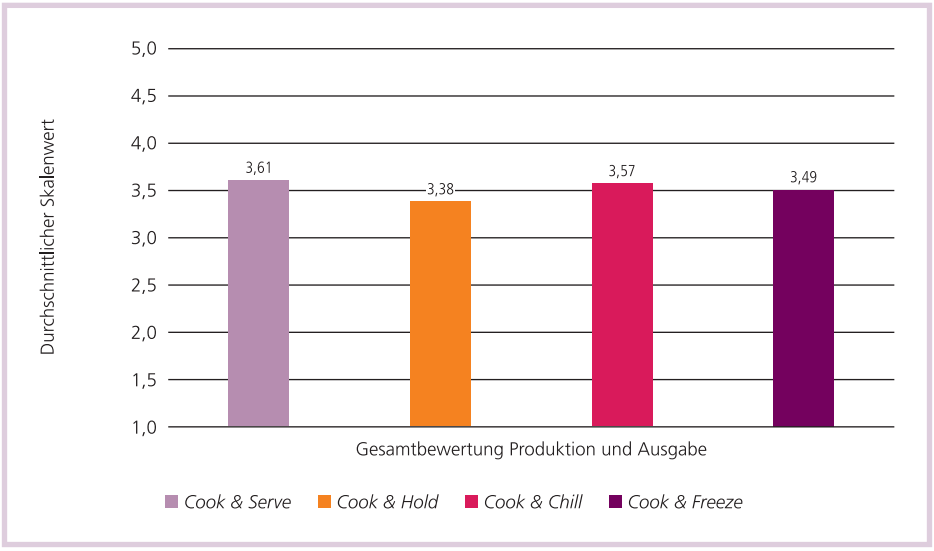


Abbildung 14/10: Gesamtbewertung der flexiblen Arbeitszeitmodelle und rotierenden Arbeitsbereichen auf einer Skala von 1 (wird nicht ermöglicht) bis 5 (wird ermöglicht) (Durchschnitt der Skalenwerte)

14.4.3.3 Sensorische Qualität

Der Indikator Sensorische Qualität wurde anhand der verfügbaren Literatur [90–96] bewertet (s. 14.3.1.1). Abbildung 14/11 zeigt die prozentualen Unterschiede in der auf einer Skala gemessenen sensorischen Bewertung der Menüs verschiedener SPS im Vergleich zu C&S. Die Ergebnisse der ausgewerteten Studien wurden getrennt für die Kategorien kohlenhydratreiche Lebensmittel, Fleisch und Gemüse sowie für C&H in Abhängigkeit zu der Warmhaltedauer (bis 1 Std. und für > 1–3 Std.) gemittelt.

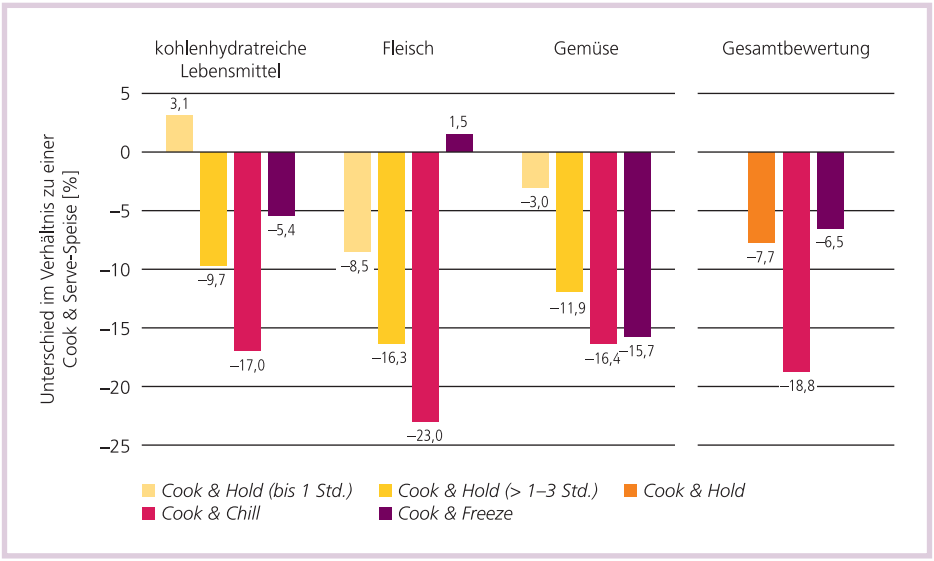


Abbildung 14/11: Skalenunterschied der sensorischen Bewertung im Verhältnis zu einem *Cook & Serve*-Menü am Beispiel von drei Lebensmittelkategorien [%] [90–96]

Die Ergebnisse zeigen, dass C&H-, C&C- und C&F-Menüs im Durchschnitt ungünstiger bewertet wurden als C&S-Menüs. Lediglich Fleisch bei C&F (+1,5 %) und kohlenhydratreiche Lebensmittel bei C&H mit kurzer Warmhaltedauer bis zu einer Stunde (+3,1 %) schnitten besser ab als bei C&S. Besonders ungünstig schnitten die in C&C hergestellten Menüs ab; hier wurde die sensorische Qualität bei allen drei Kategorien am ungünstigsten bewertet. Bei C&H zeigte sich eine Verringerung der sensorischen Qualität mit steigender Warmhaltedauer der Menüs. Bei einer Warmhaltedauer von bis zu einer Stunde wurde z. B. das Gemüse um 3,0 % ungünstiger bewertet als ein C&S Menü, während es bei einer Warmhaltedauer von bis zu drei Stunden 11,9 % waren.

C&F-Menüs wurden dagegen um 6,5 % ungünstiger bewertet, C&H-Menüs lagen im Durchschnitt der Lebensmittelkategorien und Warmhaltedauern mit 7,7 % etwas darunter. Dabei ist zu beachten, dass die sensorische Qualität mit der Dauer der Warmhaltezeit sinkt.

Im Durchschnitt über alle drei untersuchten Lebensmittelkategorien (kohlenhydratreiche Lebensmittel, Fleisch und Gemüse) zeigt sich, dass sich insbesondere *Cook & Chill* negativ auf die sensorische Qualität auszuwirken scheint, denn die Menüs wurden im Durchschnitt um 18,8 % ungünstiger bewertet als bei *Cook & Serve*.

14.4.3.4 Berücksichtigung von Gästewünschen

Die Berücksichtigung von Gästewünschen wurde anhand einer Befragung bestimmt (s. 14.3.1.3). Um zu ermitteln, in welchem Maße verschiedene Gästewünsche in den SPS berücksichtigt werden können, wurden Einrichtungen befragt, inwieweit sie den in Tabelle 14/21 aufgelisteten acht Gästewünschen (z. B. Angebot lactose- oder glutenfreier Menüs) nachkommen können. Dies wurde auf einer Skala von 1 (gar nicht) bis 5 (immer) angegeben. Abbildung 14/12 zeigt, dass bei insgesamt fünf der acht Gästewünsche C&S die höchsten Skalenmittelwerte erzielte, d. h. diese Gästewünsche konnten bei den Befragten häufiger berücksichtigt werden als in den anderen Systemen. So wurden z. B. die Portionsgrößen bei C&S häufiger auf Wunsch angepasst (Ø Skalenwert 4,50) oder es wurde auf kurzfristige Essenswünsche reagiert (Ø Skalenwert 3,87). Schweinefleischfreie Menüs sowie die Berücksichtigung von Allergien konnten hingegen bei C&F am häufigsten realisiert werden (Ø Skalenwert 4,50 bzw. 4,80), während bei C&H besonders häufig ein vegetarisches Angebot ermöglicht werden konnte (Ø Skalenwert 4,76).

Tabelle 14/21: Erfüllung von Gästewünschen auf einer Likert-Skala von 1 (gar nicht) bis 5 (immer) – Durchschnitt der Skalenwerte basierend auf einer Befragung von Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung[a]

Können Sie auf folgende Gästewünsche reagieren?	*Cook & Serve*		*Cook & Hold*		*Cook & Chill*		*Cook & Freeze*	
	Wert	n	Wert	n	Wert	n	Wert	n
Lactosefrei	4,35*	86	3,91	33	3,00	2	4,22	9
Glutenfrei	4,17*	83	3,74	31	3,00	2	3,78	9
Allergien (z. B. Nussallergie)	4,46	84	4,06	33	3,50	2	4,50*	8
Verzicht auf Schweinefleisch	4,58	86	4,79	34	4,00	2	4,80*	10
Vegetarisch	4,74	85	4,76*	34	4,50	2	4,50	10
Vegan	3,46*	82	2,33	27	3,00	2	3,13	8
Verschied. Portionsgrößen	4,50*	84	3,13	31	4,00	2	3,60	10
Kurzfristige Essenswünsche	3,87*	84	3,13	31	2,50	2	3,40	10
Mittelwert	**4,27**		**3,73**		**3,44**		**3,99**	

n: Anzahl der Antworten
[a] Das SPS mit dem höchsten Wert eines Attributes wurde mit einem Sternchen (*) markiert.

Über alle acht Gästewünsche gemittelt erreichte C&S die höchsten Skalenmittelwerte (Ø Skalenwert 4,27) (Tab. 14/21). Das zeigt, dass die C&S-Einrichtungen die Gästewünsche am häufigsten berücksichtigen konnten. Am seltensten konnten die Gästewünsche hingegen bei C&C berücksichtigt werden (Ø Skalenwert 3,44).

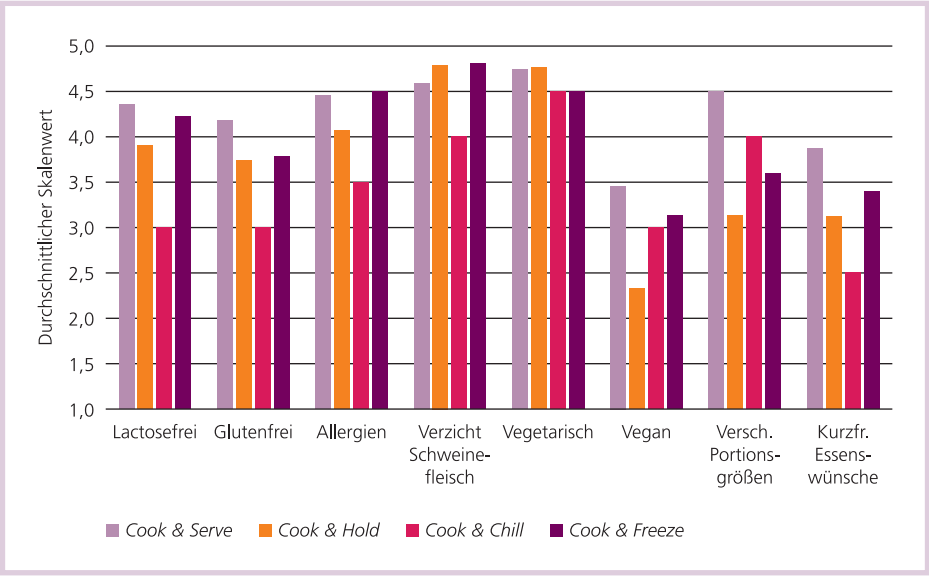


Abbildung 14/12: Erfüllung von Gästewünschen auf einer Likert-Skala von 1 (gar nicht) bis 5 (immer) – Durchschnitt der Skalenwerte basierend auf einer Befragung von Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung

14.4.4 Dimension Kosten

Alle Kostenindikatoren wurden mit der Modellierung bestimmt. Bei zwei der Indikatoren wurde zusätzlich die Literatur herangezogen (s. 14.3.1.2).

14.4.4.1 Energiekosten

Als Ergebnis der Modellierung konnten die niedrigsten Stromkosten mit 0,12 Euro pro Mahlzeit bei C&H ermittelt werden (Tab. 14/22). Hier waren sowohl die Kosten in den PS (0,07 Euro) als auch in den AS (0,05 Euro) relativ gering, was sich dadurch erklären lässt, dass stromintensive Prozessschritte wie z. B. Kühl-/Tiefkühllagerung, Schockfrosten und Regenerierung entfielen. Auch war der Stromverbrauch im Vergleich zu C&S geringer, da durch die höhere Produktionsmenge Größenvorteile entstanden und effizienter gewirtschaftet werden konnte. Die höchsten Stromkosten wurden für C&F mit 0,37 Euro pro Mahlzeit ermittelt, hier fielen hohe zusätzliche Stromverbräuche für das Schockfrosten und Tiefkühlen an.

Tabelle 14/22: Stromkosten pro Mahlzeit für die Herstellung des Modelmenüs [Euro/Mahlzeit]

	Stromkosten			
	Cook & Serve	***Cook & Hold***	***Cook & Chill***	***Cook & Freeze***
Produktionsstätte	0,21	0,07	0,10	0,17
Ausgabestelle		0,05	0,13	0,20
Summe	**0,21**	**0,12**	**0,23**	**0,37**

14.4.4.2 Wasserkosten

Tabelle 14/23 zeigt die Wasserkosten pro Mahlzeit. Am niedrigsten fielen die Wasserkosten bei C&H mit 0,0049 Euro pro Mahlzeit aus, gefolgt vom C&S mit 0,0065 Euro. Bei C&F waren die Wasserkosten mit 0,0072 Euro am höchsten.

Tabelle 14/23: Wasserkosten pro Mahlzeit für die Herstellung des Modelmenüs [Euro/Mahlzeit]

	Wasserkosten			
	Cook & Serve	***Cook & Hold***	***Cook & Chill***	***Cook & Freeze***
Produktionsstätte	0,0065	0,0011	0,0013	0,0014
Ausgabestelle		0,0038	0,0056	0,0058
Summe	**0,0065**	**0,0049**	**0,0069**	**0,0072**

14.4.4.3 Raumkosten

Wie in Tabelle 14/24 ausgewiesen, fielen die Raumkosten bei C&S mit 0,33 Euro pro Mahlzeit am höchsten aus. In den anderen drei SPS waren die Raumkosten pro Mahlzeit in den PS generell niedriger als in den kleineren AS, was darauf zurückzuführen ist, dass die hohe Produktionsmenge von 4 000 Mahlzeiten in den PS zu Größenvorteilen führte. Insgesamt ergaben sich die geringsten Raumkosten pro Mahlzeit mit 0,16 Euro bei C&H, da hier aufgrund der zeitnahen Anlieferung kaum Lagerflächen für die fertigen Menüs benötigt wurden. Es folgen C&C mit Raumkosten von 0,23 Euro pro Mahlzeit und C&F mit 0,27 Euro pro Mahlzeit.

Tabelle 14/24: Raumkosten pro Mahlzeit für die Herstellung des Modellmenüs [Euro/Mahlzeit][a]

	Raumkosten			
	Cook & Serve	*Cook & Hold*	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
Produktionsstätte	0,33	0,06	0,07	0,09
Ausgabestelle		0,10	0,15	0,18
Summe	**0,33**	**0,16**	**0,23**	**0,27**

[a] Erstellung der Raumplanung durch Großküchenplanungsbüro. Eigene Bepreisung auf Basis der Raumpreise des IVD-Bundesverbands [23].

14.4.4.4 Personalkosten

Tabelle 14/25 zeigt, dass die niedrigsten Personalkosten für die Herstellung der Modellmenüs bei C&C mit 1,90 Euro pro Mahlzeit anfielen, gefolgt vom C&H mit 1,96 Euro und C&S mit 1,99 Euro pro Mahlzeit. Die höchsten Personalkosten wurden mit 2,15 Euro bei C&F festgestellt, was auf den höheren Bedarf an Hilfskräften in den PS und AS zurückgeführt werden kann.

Tabelle 14/25: Personalkosten für die Modelleinrichtungen [Euro/Mahlzeit][a]

	Personalkosten			
	Cook & Serve[c]	*Cook & Hold*	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
	Produktionsstätte			
Betriebsleitung	0,39	0,05	0,05	0,05
Küchenleitung		0,05	0,05	0,05
Fachkraft	0,56	0,14	0,14	0,19
Hilfskraft	1,04	0,66	0,55	0,70
Buchhaltung		0,02	0,02	0,02
	Ausgabestelle			
Leitende Hilfskraft[b]		0,28	0,28	0,28
Hilfskraft		0,76	0,81	0,86
Summe pro Mahlzeit	**1,99**	**1,96**	**1,90**	**2,15**

[a] Erstellung der Personalplanung für die fiktiven Modelleinrichtungen durch ein Großküchenplanungsbüro. Eigene Bepreisung auf Basis der DEHOGA Tarife [24]
[b] Der leitenden Hilfskraft wurde der Stundenlohn der ausgebildeten Fachkraft zugewiesen.
[c] Bei Cook & Serve ist die Produktionsstätte gleich der Ausgabestelle

14.4.4.5 Investitionskosten

Tabelle 14/26 zeigt die Investitionskosten pro Mahlzeit für die Küchenausstattung inklusive der Kosten für eine Freeflow-Ausgabe. Die niedrigsten Investitionskosten von 0,57 Euro pro Mahlzeit fielen bei C&S an. Die niedrigen Kosten resultierten vor allem daraus, dass bei C&S nur eine Einrichtung (keine zusätzliche AS) ausgestattet werden musste und nicht wie bei den anderen SPS jeweils zwei Einrichtungen (PS und AS). Bei C&H und C&C ergaben sich wiederum höhere Investitionskosten von 0,84 Euro bzw. 1,02 Euro pro Mahlzeit. Für C&F konnte keine abschließende Bewertung vorgenommen werden, da keine vollständigen Daten zu den Investitionskosten in den PS vorlagen.

Tabelle 14/26: Investitionskosten inkl. Kosten für die Freeflow-Ausgabe [Euro/Mahlzeit]

	Investitionskosten[a]			
	Cook & Serve	***Cook & Hold***	***Cook & Chill***	***Cook & Freeze***
Produktionsstätte	0,57	0,50	0,57	[b]
Ausgabestelle		0,34	0,45	0,49
Summe	**0,57**	**0,84**	**1,02**	—

[a] Berechnet auf Basis der KuPS-Studie (Studie zu Kosten- und Preisstrukturen in der Schulverpflegung) [9] und fortgeschrieben mit dem Verbraucherpreisindex für das Jahr 2023 [25].
[b] Für *Cook & Freeze* lagen bei der KuPS-Studie [9] keine Ergebnisse für die Produktionsstätten vor. Daher konnten die Investitionskosten für *Cook & Freeze* nicht vollständig bestimmt werden.

14.4.4.6 Betriebs- und Arbeitsmittelkosten

Tabelle 14/27 zeigt die Betriebs- und Arbeitsmittelkosten untergliedert in die Bereiche PS und AS. In beiden Bereichen finden sich Kostenpositionen wie z. B. Reinigungsmittel, Abfallentsorgung und Arbeitskleidung. Insgesamt waren die Betriebs- und Arbeitsmittelkosten pro Mahlzeit bei C&C mit 0,47 Euro am höchsten, gefolgt von 0,44 Euro bei C&H und 0,43 Euro bei C&S. Für C&F konnte keine abschließende Bewertung vorgenommen werden, da keine vollständigen Daten zu den Betriebs- und Arbeitsmittelkosten in den PS vorlagen.

Tabelle 14/27: Betriebs- und Arbeitsmittelkosten [Euro/Mahlzeit][a]

	Betriebs- und Arbeitsmittelkosten			
	Cook & Serve[b]	*Cook & Hold*	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*[c]
	Produktionsstätte			
Reinigungsmittel	0,08	0,04	0,05	0,07
Abfallentsorgung	0,02	0,01	0,01	[c]
Bürobedarf	0,06	0,06	0,06	[c]
Arbeitskleidung	0,01	0,01	0,01	[c]
Versicherung	0,01	0,01	0,02	[c]
Marketing	0,02	0,02	0,01	[c]
Reparatur und Wartungsarbeiten	0,05	0,02	0,02	[c]
Bestellsystem	0,15	—	—	—
Qualitäts- und Hygienekontrollen	0,02	0,01	0,01	[c]
Summe	**0,43**	**0,20**	**0,20**	—
	Ausgabestelle			
Reinigungsmittel		0,02	0,03	0,04
Abfallentsorgung		0,01	0,01	0,01
Arbeitskleidung		0,01	0,01	0,01
Reparatur und Wartungsarbeiten		0,02	0,02	0,02
Bestellsystem		0,15	0,15	0,15
Qualitäts- und Hygienekontrollen		0,01	0,01	0,01
Summe		**0,23**	**0,24**	**0,26**
Summe gesamt	**0,43**	**0,43**	**0,44**	—

[a] Die Kosten für die Reinigungsmittel basieren auf eigenen Berechnungen. Die Kosten für alle anderen Posten wurde der KuPS-Studie (Studie zu Kosten- und Preisstrukturen in der Schulverpflegung) [9] entnommen und mit dem Verbraucherpreisindex für das Jahr 2023 fortgeschrieben [25].
[b] Bei *Cook & Serve* ist die Produktionsstätte gleich der Ausgabestelle
[c] Für *Cook & Freeze* lagen bei der KuPS-Studie [9] keine Ergebnisse für die Produktionsstätten vor. Daher konnten die Investitionskosten für *Cook & Freeze* nicht vollständig bestimmt werden.

14.4.4.7 Transportkosten

Die Transportkosten pro Mahlzeit für jedes SPS, unterteilt in Kosten für Kraftstoffverbrauch, Investitionskosten und Personalkosten, sind in Tabelle 14/28 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Transportkosten in Abhängigkeit zu den Distanzen unterschiedlich stark anstiegen. Während die Transportkosten bei C&H bei 5 km 0,05 Euro und bei 30 km bereits 0,17 Euro pro Mahlzeit betrugen, fand bei C&F nur ein Anstieg von 0,03 Euro auf 0,04 Euro pro Mahlzeit statt. Je nach SPS fand demnach ein unterschiedlich starker Kostenanstieg in Abhängigkeit der Distanz statt.

Tabelle 14/28: Transportkosten für verschiedene Distanzen zwischen den Produktionsstätten und Ausgabestellen [Euro/Mahlzeit][a]

	Transportkosten						
	5 km	10 km	15 km	20 km	25 km	30 km	Mittelwert
Cook & Hold							
Kraftstoffkosten	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,016
Investitionskosten	0,03	0,03	0,04	0,09	0,09	0,09	0,062
Personalkosten	0,01	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,031
Summe	**0,05**	**0,05**	**0,08**	**0,15**	**0,16**	**0,17**	**0,109**
Cook & Chill							
Kraftstoffkosten	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,019
Investitionskosten	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,022
Personalkosten	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,014
Summe	**0,04**	**0,04**	**0,05**	**0,06**	**0,07**	**0,08**	**0,055**
Cook & Freeze							
Kraftstoffkosten	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,007
Investitionskosten	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,022
Personalkosten	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,006
Summe	**0,03**	**0,03**	**0,03**	**0,04**	**0,04**	**0,04**	**0,035**

[a] Für die Berechnung der Kosten wurden folgende Preisdaten genutzt: Kraftstoff: [20]; Strom: [15]; Stundenlohn: [21]; Anschaffungskosten LKW: Schätzwert 3,5-t-LKW/Transporter: 75 000 Euro; Schätzwert 18-t-LKW: 150 000 Euro

Für den zusammenfassenden Vergleich der Transportkosten wurden die Mittelwerte über die verschiedenen Entfernungen (von 5 bis 30 km) gebildet. Der Vergleich zeigt, dass die Kraftstoffkosten bei C&C am höchsten waren, die Investitions- und Personalkosten dagegen bei C&H. Die höheren Investitionskosten bei C&H von 0,062 Euro pro Mahlzeit können auf die Anschaffung der Fahrzeuge zurückgeführt werden. Die Auslieferung musste hier mit mehreren Fahrzeugen erfolgen, da sonst die begrenzten Warmhaltedauern der Menüs nicht eingehalten werden konnten. Analog dazu fielen auch die Personalkosten mit 0,031 Euro pro Mahlzeit höher aus, da mehr Fahrer*innen benötigt wurden. Auch in der Summe der Transportkosten zeigten sich für C&H mit 0,109 Euro die höchsten Kosten pro Mahlzeit, gefolgt von C&C mit 0,055 Euro und C&F mit 0,035 Euro. Die geringen Kosten bei C&F sind darauf zurückzuführen, dass die Menüs nur einmal pro Woche ausgeliefert werden. Im Vergleich zu den anderen Kostenpositionen wie z. B. den Personal-, Raum-, und Energiekosten (Strom) fielen die Transportkosten jedoch kaum ins Gewicht.

14.4.5 Gesamtbewertung der SPS hinsichtlich einer nachhaltigen Produktionsweise

Für die Gesamtbewertung der verschiedenen SPS hinsichtlich einer nachhaltigen Produktionsweise wurde für alle Indikatoren der Dimensionen Gesundheit, Umwelt und Soziales der in 14.3.3 beschriebene SPS-Nachhaltigkeitsindex berechnet (s. 14.4.5.1). Die Indikatoren der Dimension Kosten wurden nicht indexiert, da alle Positionen in einer einheitlichen Einheit (Euro) vorlagen und werden separat in 14.4.5.2 vorgestellt. Die Originalergebnisse aller Dimensionen befinden sich in Tabelle 14/29.

Tabelle 14/29: Übersicht über die Ergebnisse der Indikatoren

		Werte			
Indikator	**Einheit**	**Cook & Serve**	**Cook & Hold**	**Cook & Chill**	**Cook & Freeze**
Gesundheit					
Nährstoffe	Nährstoffverlust im Vergleich zu einer C&S-Mahlzeit [%]	0,00	19,44	26,48	22,68
Mikrobiologie/Hygiene	Anzahl an zusätzlichen Lenkungspunkten im Vergleich zum C&S-System	0	2	5	6
Umwelt					
Energieverbrauch	Energieverbrauch [kWh/Mahlzeit]	0,50	0,29	0,54	0,88
Wasserverbrauch	Wasserverbrauch [l/Mahlzeit]	1,34	1,01	1,42	1,48
Verpackungsmüll	Anteil an Einwegverpackungen für den Transport [%]	0,00	10,44	15,38	86,36
Lebensmittelabfälle	Lebensmittelabfälle pro Produktionsmenge [%]	20,65	41,10	26,20	40,40
Transport	Kraftstoffverbrauch [l/Mahlzeit]	0,000	0,009	0,011	0,004
Flächenbedarf	Raumgröße [m^2/Mahlzeit]	0,68	0,34	0,47	0,55
Reinigungsmittelverbrauch	Ø Index über vier Reinigungsmittelposten (max. = 10)	3,59	8,18	3,20	4,49
Soziales					
Mitarbeitende:					
Arbeitssicherheit & Gesundheitsschutz	Anzahl an Gefährdungen	8	10	15	16
Flexible Arbeitszeitmodelle und rotierende Arbeitsbereiche	Skalenbewertung Umfrage (max. = 5)	3,61	3,38	3,57	3,49
Gäste:					
Sensorik	Skalenunterschied im Verhältnis zum C&S-System [%]	0,00	–7,73	–18,80	–6,53
Berücksichtigung von Gästewünschen	Ø Skalenwert (min. = 1; max. = 5)	4,27	3,73	3,44	3,99
Kosten					
Energiekosten	Euro/Mahlzeit	0,21	0,12	0,23	0,37
Wasserkosten	Euro/Mahlzeit	0,0065	0,0049	0,0069	0,0072
Raumkosten (Miete)	Euro/Mahlzeit	0,33	0,16	0,23	0,27
Personalkosten	Euro/Mahlzeit	1,99	1,96	1,90	2,15
Investitionskosten (ohne Transport)	Euro/Mahlzeit	0,57	0,84	1,02	[a]
Kosten für Betriebs-/Arbeitsmittel	Euro/Mahlzeit	0,43	0,43	0,44	[a]
Transportkosten	Euro/Mahlzeit	0,00	0,11	0,06	0,04

[a] Für *Cook & Freeze* lagen bei der KuPS-Studie [9] keine Ergebnisse für die Produktionsstätten vor. Daher konnten die Investitionskosten und Betriebs- und Arbeitsmittelkosten für *Cook & Freeze* nicht vollständig bestimmt werden

14.4.5.1 Bewertung der Dimensionen Gesundheit, Umwelt und Soziales

Tabelle 14/30 zeigt die Bewertungsmatrix mit dem SPS-Nachhaltigkeitsindex. In der **Dimension Gesundheit** erhielt C&S für jeden Indikator die höchste Punktzahl und schnitt daher auch im Durchschnitt mit 10 Punkten am besten ab. Die zweithöchste Punktzahl erreichte in dieser Dimension C&H mit einem Mittelwert von 4,7. Es folgen C&C mit 0,8 und C&F mit 0,7 Punkten. Die gute Bewertung von C&S hinsichtlich der Nährstoffverluste sind durch die fehlenden zusätzlichen thermischen Behandlungen wie Warmhalten, Kühlen, Tiefkühlen und Regeneration zu erklären. C&H erhielt bei den Nährstoffverlusten einen Mittelwert von 2,7, der den Durchschnitt über verschiedene Warmhaltedauern bildete. Zu erwähnen ist, dass dieses System bei kürzeren Warmhaltedauern von bis zu 30 Minuten das Potenzial hat, besser abzuschneiden, bei längeren Warmhaltedauern von 3 Stunden aber auch schlechter (s. 14.4.1.1).

Tabelle 14/30: Bewertungsmatrix mit dem SPS-Nachhaltigkeitsindex

Indikator	Methode	*Cook & Serve*	*Cook & Hold*	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
Gesundheit					
Nährstoffverluste	Literatur	10,0	2,7	0,0	1,4
Mikrobiologie	Literatur	10,0	6,7	1,7	0,0
Mittelwert (Gesundheit)		**10,0**	**4,7**	**0,8**	**0,7**
Umwelt					
Energieverbrauch	Modellierung	6,5	10,0	5,7	0,0
Wasserverbrauch	Modellierung	3,0	10,0	1,3	0,0
Verpackung	Befragung	10,0	8,8	8,2	0,0
Lebensmittelabfälle	Literatur	10,0	0,0	7,3	0,3
Transport	Modellierung	10,0	1,6	0,0	6,2
Flächenbedarf	Modellierung	0,0	10,0	6,2	3,8
Reinigungsmittel	Modellierung	0,8	10,0	0,0	2,6
Mittelwert (Umwelt)		**5,8**	**7,2**	**4,1**	**1,9**
Soziales					
Zufriedenheit Mitarbeitende					
Arbeitssicherheit & Gesundheitsschutz	Literatur	10,0	7,5	1,3	0,0
Mitarbeitendenzufriedenheit	Befragung	10,0	0,0	8,3	4,8
Zufriedenheit Gäste					
Sensorik	Literatur	10,0	5,9	0,0	6,5
Berücksichtigung von Gästewünschen	Befragung	10,0	3,5	0,0	6,6
Mittelwert (Soziales)		**10,0**	**4,2**	**2,4**	**4,5**

In der **Dimension Umwelt** erhielt C&H mit 7,2 Punkten die beste Bewertung. Es folgten C&S (5,8 Punkte), C&C (4,1 Punkte) und C&F (1,9 Punkte). Dabei schnitt C&S bei drei und C&H bei vier der sieben Umweltindikatoren am besten ab. Bei den Indikatoren Verpackungsmüll, Lebensmittelabfälle und Transport schnitt C&S am besten ab, bei den Indikatoren Energieverbrauch, Wasserverbrauch, Flächenbedarf und Reinigungsmittelverbrauch C&H. Die gute Bewertung von C&S beim Indikator Transport ist darauf zurückzuführen, dass hier kein Transportprozess zwischen PS und AS stattfindet (räumliche Kopplung). Beim Indikator Verpackung, bei dem die genutzten Verpackungen beim Transport bewertet wurden, kann der hohe Indexwert ebenfalls mit dem fehlenden Transportprozess erklärt werden. Der hohe Indexwert beim Indikator Lebensmittelabfälle könnte wiederum auf die höhere Flexibilität des Systems zurückgeführt werden. Der hohe Indexwert von C&H beim Indikator Energie, bei dem der Stromverbrauch pro Mahlzeit betrachtet wurde, lässt sich damit erklären, dass auf stromintensive Prozessschritte wie Kühl-/Tiefkühllagerung, Schockkühlung/Schockfrosten und Regenerierung verzichtet werden kann. Gleichzeitig konnte hier aufgrund höherer Produktionsmengen im Vergleich zu C&S energieeffizienter gearbeitet werden. Auch der Flächenbedarf pro Mahlzeit war in diesem System aufgrund der hohen Auslastung im Vergleich zu C&S und gleichzeitig des geringeren Bedarfs an Lagerflächen im Vergleich zu C&C und C&F am besten bewertet. Unmittelbar mit dem geringeren Flächenbedarf pro Mahlzeit war auch ein geringerer Reinigungsmittelverbrauch pro Mahlzeit verbunden.

In der **Dimension Soziales** zeigt sich ein ähnliches Bild wie in der Dimension Gesundheit, denn C&S schnitt hier in allen vier Indikatoren am besten ab. So waren die Mitarbeitenden bei C&S der geringsten Anzahl an Gefährdungen ausgesetzt und erreichten auch im Hinblick auf das Angebot rotierender Arbeitsbereiche sowie flexibler Arbeitszeiten die höchsten Indexwerte. Auch konnte den Bedürfnissen der Gäste am ehesten entsprochen werden, denn hier schnitt die sensorische Qualität am besten ab und die unterschiedlichen Gästewünsche konnten am ehesten erfüllt werden. An zweiter Stelle folgte in dieser Dimension C&F mit einem Mittelwert von 4,5 Punkten, dicht gefolgt von C&H mit 4,2 Punkten und C&C mit 2,4 Punkten.

> In der Bewertung mit dem SPS-Nachhaltigkeitsindex erhielt *Cook & Serve* in den Dimensionen Gesundheit und Soziales für jeden Indikator die höchste Punktzahl und schnitt daher auch im Durchschnitt mit 10 Punkten am besten ab. In der Dimension Umwelt erhielt *Cook & Hold* mit 7,2 Punkten die beste Bewertung.

14.4.5.2 Bewertung der Dimension Kosten

In der Dimension Kosten konnten nicht alle Indikatoren vollständig bewertet werden, denn für C&F fehlten für die PS Angaben zu den Investitions- sowie Betriebs- und Arbeitsmittelkosten (s. 14.4.4.5 und 14.4.4.6). Insbesondere aufgrund der vergleichsweise hohen Investitionskosten war daher eine abschließende Kostenbewertung nicht möglich. Tabelle 14/31 zeigt die Kosten für die bei allen SPS vollständig bewerteten Indikatoren. Aufgrund der fehlenden Kostenpositionen handelt es sich nicht um eine abschließende Bewertung, denn das Ergebnis kann sich ändern, wenn alle Kostenpositionen berücksichtigt werden. Die Auswertung der vorhandenen Kostenpositionen zeigt, dass C&F mit 2,95 Euro pro Mahlzeit die höchsten Gesamtkosten verursachte, was vor allem auf die höheren

Energie- und Personalkosten zurückzuführen ist. Demgegenüber erwies sich C&H mit 2,41 Euro pro Mahlzeit als das kostengünstigste System, da die Kosten für Energie, Raum und Reinigungsmittel am geringsten waren, aber auch die Personalkosten vergleichsweise niedrig ausfielen. Im Mittelfeld lagen C&C und C&S mit Kosten von 2,51 bzw. 2,62 Euro pro Mahlzeit, wobei C&C im SPS-Vergleich die niedrigsten Personalkosten aufwies.

Tabelle 14/31: Übersicht der vollständig bewerteten Kostenindikatoren[a] [Euro/Mahlzeit]

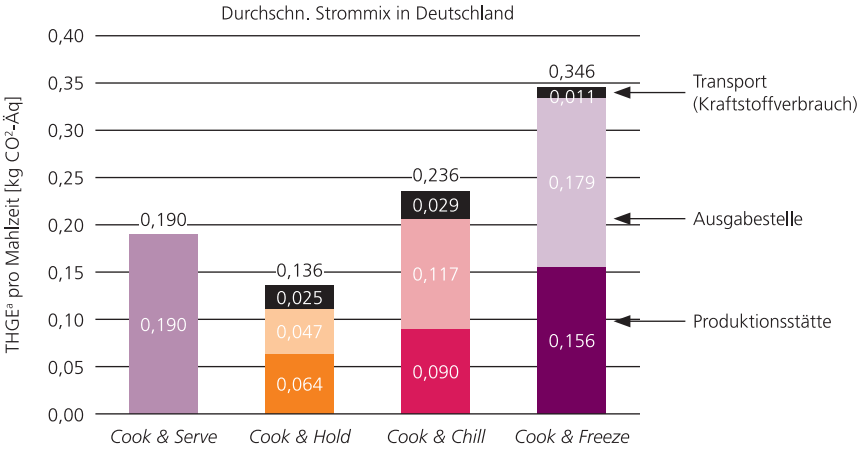
	Cook & Serve	*Cook & Hold*	*Cook & Chill*	*Cook & Freeze*
Energiekosten	0,21	0,12	0,23	0,37
Wasserkosten	0,0065	0,0049	0,0069	0,0072
Raumkosten	0,33	0,16	0,23	0,27
Personalkosten	1,99	1,96	1,90	2,15
Reinigungsmittelkosten	0,08	0,06	0,08	0,11
Transportkosten	0,00	0,11	0,06	0,04
Summe	**2,62**	**2,41**	**2,51**	**2,95**

[a] Es konnten nur ausgewählte Kostenpositionen (ohne Investitions- und Betriebs- und Arbeitsmittelkosten) betrachtet werden. Bei Einbezug aller Positionen kann sich das Ergebnis ändern.

14.4.6 Treibhausgasemissionen der Speisenproduktionssysteme im Vergleich

Für die Indikatoren Energie- und Wasserverbrauch sowie den Transport wurden in dieser Studie zusätzlich die THGE in kg CO_2-Äq pro Mahlzeit bestimmt. Dabei handelt es sich um die THGE, die in den Modelleinrichtungen durch den Strom-, Wasser- und Kraftstoffverbrauch innerhalb der Prozessschritte anfielen. Die lebensmittelbedingten THGE wurden nicht berücksichtigt.

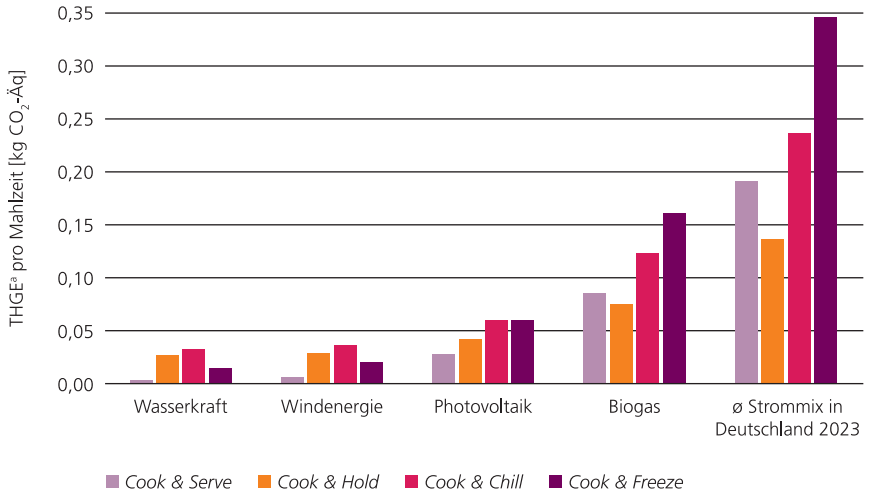
Die Ergebnisse unter Annahme eines durchschnittlichen Strommixes sind in Abbildung 14/13 gezeigt. Bei den Systemen C&H, C&C und C&F wurden die THGE für die PS, die AS und den Transport dargestellt, während bei C&S eine solche Unterteilung nicht möglich ist, da es keine räumliche Trennung zwischen PS und AS gibt. Unter Annahme des durchschnittlichen Strommixes in Deutschland entstanden die höchsten THGE bei C&F mit 0,35 kg CO_2-Äq pro Mahlzeit, bedingt durch energieintensive Prozessschritte wie das Schockfrosten, das Tiefkühllagern und das Regenerieren der tiefgekühlten Menüs. Die zweithöchsten THGE pro Mahlzeit wurden mit 0,24 kg CO_2-Äq bei C&C identifiziert, ebenfalls bedingt durch energieintensive Prozesse bei der Menüherstellung (z. B. Schockkühlung, Kühllagerung und Regenerierung). Mit 0,14 kg CO_2-Äq wurden die geringsten THGE bei C&H ermittelt. Sowohl in den PS als auch in den AS waren die THGE niedriger als bei C&C und C&F. C&S liegt mit 0,19 kg CO_2-Äq pro Mahlzeit an zweiter Stelle. Die THGE aus den Transportprozessen fielen mit Werten zwischen 0,011 und 0,025 kg CO_2-Äq in allen Systemen kaum ins Gewicht.



[a] Inbegriffen sind die THGE, die durch die Prozessschritte innerhalb der Systemgrenzen entstehen. Nicht berücksichtigt sind die THGE der Lebensmittel.

Abbildung 14/13: Treibhausgasemissionen (THGE) der Speisenproduktionssysteme unter Annahme des durchschnittlichen Strommixes in Deutschland [kg CO_2-Äq/Mahlzeit]

Unter Annahme des durchschnittlichen Strommixes in Deutschland wurden die geringsten Treibhausgasemissionen pro Mahlzeit mit 0,14 kg CO_2-Äquivalente bei C&H ermittelt. Die höchsten Treibhausgasemissionen entstanden bei C&F mit 0,35 kg CO_2-Äquivalenten pro Mahlzeit.



[a] Inbegriffen sind die THGE, die aus dem Transport, dem Wasser- und Stromverbrauch innerhalb der Systemgrenzen entstehen. Nicht berücksichtigt sind die THGE der Lebensmittel.

Abbildung 14/14: Treibhausgasemissionen (THGE) bei Verwendung unterschiedlicher Stromquellen [kg CO_2-Äq/Mahlzeit]

Abbildung 14/14 zeigt die THGE pro Mahlzeit, die bei der Nutzung unterschiedlicher Stromquellen entstehen. Es wird deutlich, dass sich die THGE pro Mahlzeit durch eine Umstellung von einem durchschnittlichen in Deutschland verwendeten Strommix auf regenerative Energien deutlich reduzieren lassen. Bei Umstellung auf Wasserkraft sind Reduktionen der THGE je nach SPS zwischen 81 bis 99 % möglich, wird auf Biogas umgestellt, betragen die Reduktionen immerhin noch 45 bis 55 %. Von den Umstellungen würden insbesondere stromintensive SPS wie C&F profitieren, denn diese könnten ihre THGE pro Mahlzeit von 0,35 auf 0,16 kg CO_2-Äq bei Biogas und auf bis zu 0,02 kg CO_2-Äq bei Wasserkraft reduzieren. Die verbleibenden THGE würden dann hauptsächlich durch den Kraftstoffverbrauch der Transportprozesse bestimmt.

Der Einsatz erneuerbarer Energiequellen kann die Treibhausgasemissionen pro Mahlzeit deutlich reduzieren. Während unter der Annahme des durchschnittlichen deutschen Strommixes die geringsten Treibhausgasemissionen bei *Cook & Hold* und *Cook & Serve* ermittelt wurden, wiesen bei einer Umstellung auf Wasser- oder Windenergie *Cook & Serve* und *Cook & Freeze* die geringsten Treibhausgasemissionen auf.

14.5 Diskussion

14.5.1 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Ziel dieser Studie war es, die vier gängigen SPS C&S, C&H, C&C und C&F hinsichtlich einer nachhaltigeren Produktionsweise zu bewerten. Dabei wurden die Nachhaltigkeitsdimensionen Gesundheit, Soziales, Umwelt und Kosten einbezogen. Um die systembedingten Unterschiede zwischen den SPS klar herauszuarbeiten, musste auf nicht systembedingte Faktoren kontrolliert werden, da diese auch Einfluss auf die Nachhaltigkeitsbewertung haben können (z. B. Größe der Einrichtungen, Modernität eingesetzter Geräte, gekochte Menüs). Vor diesem Hintergrund wurde methodisch auf die drei Konzepte Literaturanalyse, Modellierung und Befragung zurückgegriffen. Zu betonen ist, dass die Ergebnisse dieser Studie vor dem Hintergrund der Limitationen dieser Methoden, die in 14.5.2 diskutiert werden, zu interpretieren sind.

Auf Basis der in dieser Studie verwendeten methodischen Grundlagen schnitt C&S in den Dimensionen Gesundheit und Soziales bei allen Indikatoren am besten ab. In den Dimensionen Umwelt und Kosten (ohne Investitions- sowie Betriebs- und Arbeitsmittelkosten) erhielt C&H die beste Gesamtbewertung. Zusätzlich wurden bei C&H auch die niedrigsten THGE pro Mahlzeit ermittelt, wenn ein in Deutschland durchschnittlicher Strommix zugrunde gelegt wurde. Bei Umstellung auf erneuerbare Energiequellen wie Wasser- oder Windkraft wurden dagegen die niedrigsten THGE pro Mahlzeit bei *Cook & Serve* ermittelt, gefolgt von *Cook & Freeze*.

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass je nach betrachteter Dimension und betrachtetem Indikator unterschiedliche SPS besonders vorteilhaft sein können. Bei Gleichgewichtung der Dimensionen Gesundheit, Umwelt und Soziales wies C&S die meisten Vorteile auf. Wird jedoch eine unterschiedliche Gewichtung der Indikatoren vorgenommen, können je nach gesetztem Schwerpunkt auch andere Systeme besser abschneiden. Wird z. B. ein besonders hohes Gewicht auf Energieeffizienz gelegt, dann erzielt C&H bessere Ergebnisse, während C&S bei den Indikatoren Nährstoffverluste und sensorische Qualität überlegen ist. Dies könnte für Entscheidungstragende relevant sein, die einzelnen Dimensionen und Indikatoren eine unterschiedliche Bedeutung beimessen.

> Hinsichtlich einer nachhaltigeren Produktionsweise wurde in der Studie deutlich, dass je nach betrachteter Dimension und betrachtetem Indikator unterschiedliche Speisenproduktionssysteme besonders vorteilhaft sein können. Bei Gleichgewichtung der Dimensionen Gesundheit, Umwelt und Soziales wies das System *Cook & Serve* die meisten Vorteile auf.

Diese Studie diente dazu, verschiedene Indikatoren in vier Nachhaltigkeitsdimensionen transparent zu vergleichen, sodass diese bei der Entscheidung für ein SPS berücksichtigt werden können. Die letztendliche Entscheidung für ein SPS kann jedoch je nach gesetzten Schwerpunkten einzelner Anspruchsgruppen abweichen. Auch kann die Entscheidung durch sonstige, hier nicht betrachtete, Restriktionen und einrichtungsspezifische Rahmenbedingungen beeinflusst sein. So können z. B. räumliche Restriktionen, die vorhandene Kücheninfrastruktur oder ein Mangel an Fachpersonal zum Ausschluss spezifischer SPS führen. Dies zeigt die Bedeutung einer differenzierten Betrachtung unter Einbezug der Restriktionen und realer einrichtungsspezifischer Rahmenbedingungen.

14.5.2 Herausforderungen und Limitationen

Die vorliegende Studie stand vor mehreren Herausforderungen und Limitationen. Eine zentrale Herausforderung bestand in der **Festlegung der Annahmen für die Modellierung**. In der Praxis gibt es eine Fülle verschiedener Faktoren, die die Nachhaltigkeitsbewertung entscheidend beeinflussen. Der Energieverbrauch wird z. B. nicht nur durch Art und Alter der eingesetzten Geräte und zurückgelegte Strecken beim Transport determiniert, sondern entscheidend auch durch die Größe der Betriebe. Um einen hinreichenden Vergleich der Vorteilhaftigkeit verschiedener SPS vornehmen zu können, musste für diese nicht systembedingten Faktoren (z. B. Größe der Betriebe, gekochte Menüs, Modernität der Geräte etc.) kontrolliert werden, weshalb die Methode der Modellierung gewählt wurde. Bei der Modellierung war es möglich, durch Konstanthaltung dieser nicht systembedingten Faktoren deren Einfluss auszuklammern und die systembedingten Unterschiede zwischen den SPS herauszuarbeiten. In diesem Rahmen wurde versucht, realistische Annahmen abzubilden und diese in transparenter Weise offenzulegen. Nichtdestotrotz existieren in der Praxis sehr unterschiedliche Umsetzungen der SPS, die die Ergebnisse ändern können.

> In der Modellierung wurde von einer festen Anzahl von Mahlzeiten (500 bzw. 4 000) ausgegangen. Mögliche Skaleneffekte wurden nicht berücksichtigt.

Im Rahmen der Modellierung musste die **Annahme einer festen Anzahl von Mahlzeiten pro Tag** (500 bzw. 4 000 Mahlzeiten) getroffen werden. Berechnungen mit einer Variation der Mahlzeitenanzahl wären sehr aufwendig gewesen und konnten daher nicht durchgeführt werden, weshalb Skaleneffekte durch eine Produktion größerer bzw. kleinerer Mengen nicht untersucht wurden. Denkbar ist z. B., dass C&S, bei dem häufig auch kleinere Mengen produziert werden, bei Indikatoren, die von der Mahlzeitenmenge beeinflusst werden (z. B. Energieverbrauch, Kosten), ungünstiger abschneidet. Bei C&F hingegen werden auch deutlich höhere Mahlzeitenmengen im industriellen Rahmen (z. B. über 200 000 Mahlzeiten pro Tag) produziert, während in dieser Studie 4 000 Mahlzeiten angenommen wurden. Da jedoch keine Daten zu den verwendeten Geräten im industriellen Maßstab vorliegen, konnten Berechnungen mit einer deutlich höheren Mahlzeitenanzahl nicht durchgeführt werden.

Auch können die Ergebnisse durch die **Wahl der Indikatoren** beeinflusst sein. Das verwendete Indikatorenschema basiert auf einer ausführlichen Literaturrecherche zu den Faktoren, die die Nachhaltigkeitsbewertung der SPS beeinflussen können, sowie

der Expertise des wissenschaftlichen Expert*innenkreises. Das Schema bildet wichtige Indikatoren ab, erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Aufnahme weiterer Indikatoren zur Bewertung der Nachhaltigkeit verschiedener SPS ist jederzeit möglich.

Auch kann die **Wahl der Systemgrenzen**, die in dieser Studie von der Warenannahme bis zur Essensausgabe reichte, das Gesamtergebnis leicht verändern. So könnte z. B eine Erweiterung der Grenzen durch einen Einbezug von Lebensmitteleinkauf und Speiseplangestaltung die Ergebnisse zugunsten von Systemen verändern, die hier besondere Vorteile ausspielen können. Denkbar ist z. B., dass Systeme wie C&F, die in der Regel in größeren Einheiten produzieren, eher DGE-zertifizierte Speisepläne anbieten können als Systeme wie C&S, die oft auch in kleineren Einheiten produzieren.

Bei der systematischen Literaturrecherche zu den Nährstoffverlusten wurde festgestellt, dass nur Daten zu einzelnen Nährstoffen untersucht wurden und einige **Literaturquellen zu den Nährstoffverlusten vergleichsweise alt** sind. Viele dieser Studien stammen aus der Zeit zwischen den 1940er- und 1990er-Jahren, während kaum Ergebnisse aus Studien nach den 2000er-Jahren vorliegen. Dies schränkt die Aussagekraft der Ergebnisse ein, da unklar bleibt, inwieweit z. B. modernere Gar- oder Regenerationsverfahren die Nährstoffverluste bei C&C und C&F reduzieren könnten.

Bei dem Indikator **flexible Arbeitszeitmodelle und rotierende Arbeitsbereiche wurden nur geringe Unterschiede zwischen den SPS festgestellt**. Wie groß diese Unterschiede tatsächlich sind, bedarf weiterer Untersuchungen mit einer umfangreicheren Stichprobe.

Eine weitere Limitation besteht darin, dass nur ausgewählte Kostenpositionen berücksichtigt werden konnten, da **Daten zu Kosten der PS von C&F fehlen**. Eine umfassende Kostenbetrachtung, in der auch die Gesamtkosten von C&F ermittelt werden, steht daher noch aus.

> Nicht alle Kostenpositionen konnten erfasst werden, da Daten zu den Produktionskosten von *Cook & Freeze* fehlen.

Eine weitere Herausforderung bestand zudem darin, die sieben Einrichtungstypen, die die vier SPS repräsentieren, für die Teilnahme an der Befragung zu gewinnen. Obwohl verschiedene Kanäle genutzt wurden (Branchenpresse und -verbände, Vernetzungsstellen, Telefonakquise), sind **einige Einrichtungstypen in der Befragung nur schwach vertreten**. Beispielsweise nahm nur eine einzige C&F-PS an der Befragung teil, weshalb die Ableitung von Aussagen hier schwierig war. Obwohl die verschiedenen Einrichtungstypen unterschiedlich gut repräsentiert waren, konnten aufgrund der Stichprobengröße von 221 befragten Einrichtungen neue Einblicke in die Umsetzung der SPS in der GV erzielt werden.

Insgesamt lieferte die Studie wertvolle Erkenntnisse, die jedoch vor dem Hintergrund der genannten Einschränkungen zu interpretieren sind. Zukünftige Forschung sollte darauf abzielen, diese Lücken zu schließen und die Ergebnisse durch Messungen und umfassendere und differenziertere Analysen zu ergänzen.

14.6 Handlungsempfehlungen

Nutzung der Ergebnisse zur Identifizierung des vorteilhaftesten Speisenproduktionssystems

Die Studie liefert wertvolle Erkenntnisse, die dabei unterstützen können, das optimale SPS je nach gesetzten Schwerpunkten zu identifizieren. Die Identifikation könnte z. B. anhand einer Nutzwertanalyse durchgeführt werden, in der die einzelnen Indikatoren gemäß den spezifischen Zielen und Bedürfnissen eines Entscheidungstragenden gewichtet werden. Dafür müssten zunächst Gewichte für jeden Indikator mittels individuell festgelegter Nutzwerte vergeben werden. Die Werte werden dann mit den individuellen Gewichtungsfaktoren multipliziert, um eine Rangfolge der SPS zu ermitteln. Zusätzlich müssen weitere, hier nicht betrachtete Restriktionen berücksichtigt werden, um die spezifische Umsetzbarkeit der SPS zu prüfen. Eine Nutzwertanalyse kann auf diese Weise bei der Entscheidungsfindung hilfreich sein.

Nutzung der Ergebnisse für einzelbetriebliche Bewertungen

Der Fokus dieser Studie lag auf der Bewertung der gesamten SPS von der Produktion der Speisen bis hin zur Ausgabe, weshalb der in 14.4.5 vorgenommene SPS-Vergleich für die Bewertung der gesamten Systeme gilt. Vor diesem Hintergrund sind die in 14.4.5. dargestellten Ergebnisse in erster Linie für Entscheidungstragende, wie z. B. Kommunen, relevant, die sich für ein Gesamtsystem entscheiden möchten. Um die Ergebnisse für die einzelbetriebliche Ebene zu nutzen, muss für jeden Indikator entschieden werden, inwieweit sich die Ergebnisse verwenden lassen. So können z. B. die Ergebnisse der Indikatoren Nährstoffverluste und Sensorik sowie die Bewertung der THGE bei der Entscheidung für oder gegen ein SPS auch auf der einzelbetrieblichen Ebene eine wichtige Entscheidungsgrundlage liefern. Bei anderen Indikatoren, wie z. B. dem Transport, müssen demgegenüber die spezifischen Bedingungen vor Ort beurteilt werden. So müsste z. B. eine Schule abklären, wie weit mögliche PS für die Speisenanlieferung entfernt liegen und diese spezifischen Distanzen bei der Beurteilung berücksichtigen. Ebenso ist bei dem Indikator Flächenbedarf nicht der gesamte Flächenbedarf des Systems zu betrachten, sondern der Flächenbedarf, den der jeweilige Einzelbetrieb (z. B. Ausgabestätte in einer Schule) bei der Entscheidung für eines der Systeme C&H, C&C oder C&F benötigen würde. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die vorliegende Studie eine wichtige Grundlage für eine einzelbetriebliche Bewertung darstellt, in Folgestudien sollte diese jedoch erweitert und bezüglich der Umsetzung in die Praxis geprüft werden.

Ableitung von Forschungsbedarfen

- **Überprüfung der Robustheit der Ergebnisse:** In dieser Studie mussten einige Annahmen für die Modellierung getroffen werden, wie z. B. die Festlegung der Anzahl produzierter Mahlzeiten oder die Auswahl der Modellmenüs. Um die Robustheit der Ergebnisse zu prüfen, sollten weitere Studien mit veränderten Annahmen durchgeführt werden. Eine größer angelegte Pilotstudie, in der in Einrichtungen der GV Messungen zu den Indikatoren durchgeführt werden, könnte zudem dabei helfen, die Übertragbarkeit und Validität der Ergebnisse zu bestätigen. Die in der Pilotstudie erhobenen Ergebnisse könnten in den SPS-Nachhaltigkeitsindex einfließen, dessen Punktvergabe sich an den für jeden Indikator ermittelten neuen minimalen und maximalen Ergebnissen orientiert.

- **Untersuchung der Kombination von SPS:** In dieser Studie wurden die vier SPS C&S, C&H, C&C und C&F separat betrachtet. Die möglichen Vorteile einer Kombination der Systeme (z. B. C&S und C&H in einer PS) wurden in dieser Studie nicht untersucht, werden in der Praxis jedoch vielfach angewendet. In der Praxis könnte z. B. die Kombination von C&S und C&H möglicherweise die gesundheitlichen und sozialen Vorteile von C&S mit den Umwelt- und Kostenvorteilen von C&H verbinden. Es sollte daher untersucht werden, inwieweit die Kombination verschiedener SPS zu Synergieeffekten und Ressourceneinsparungen führen könnte

- **Gespräche mit Expert*innen aus der Praxis:** Die Studienergebnisse wurden mithilfe einer Vielzahl an Gesprächen mit Expert*innen aus der Praxis entwickelt und mit Expert*innen aus der Wissenschaft diskutiert. Dennoch wäre es empfehlenswert, analog zu den Gesprächen mit wissenschaftlichen Expert*innen die Gesamtergebnisse und Handlungsempfehlungen mit Praxispartner*innen (z. B. Großküchenplaner*innen und Vertreter*innen von Trägern oder Kommunen) zu diskutieren und diese Erkenntnisse in die Bewertungsmatrix einfließen zu lassen.

14.7 Literaturverzeichnis

[1] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE): Wie viele Menschen essen in Deutschland täglich in der Gemeinschaftsverpflegung? (2024) https://www.dge.de/blog/2024/wie-viele-menschen-essen-in-deutschland-taeglich-in-der-gemeinschaftsverpflegung/ (eingesehen am 31.10.2024)

[2] Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE) beim BMEL (Hrsg.): Politik für eine nachhaltigere Ernährung. Eine integrierte Ernährungspolitik entwickeln und faire Ernährungsumgebungen gestalten. Gutachten. (2020) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/agrarpolitik/wbae-gutachten-nachhaltige-ernaehrung.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (eingesehen am 31.10.2024)

[3] Pfefferle H, Hagspihl S, Clausen K: Gemeinschaftsverpflegung in Deutschland – Stellenwert und Strukturen. Ernährungs Umschau 68 (2021) M470–M483. doi:10.4455/eu.2021.034

[4] Bölts M, Gemüth P: Speisenproduktions- und Ausgabesysteme – Gewusst wie!? In: Bölts M, Seidl M, Fladung U (Hrsg.): Modernes Verpflegungsmanagement. Best practices für Individual-, Gemeinschafts- und Systemgastronomie. Matthaes, Stuttgart (2015) 160–182

[5] Andreä J, Greiner M, Großmann U et al.: Küche und Technik - Handbuch für gewerbliche Küchen. Teil I. (2020) https://haushalt-wissenschaft.de/wp-content/uploads/2020/01/Handbuch_Kueche_Technik_Teil_I_2020.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[6] Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN): DIN 10508 „Lebensmittelhygiene - Temperaturen für Lebensmittel". (2022) https://www.dinmedia.de/de/norm/din-10508/349618944 (eingesehen am 31.10.2024)

[7] Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN): DIN 10506 „Lebensmittelhygiene - Gemeinschaftsverpflegung". (2023) https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/nal/veroeffentlichungen/wdc-beuth:din21:362577479 (eingesehen am 31.10.2024)

[8] Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN): DIN 10536 „Lebensmittelhygiene - Cook & Chill-Verfahren - Hygieneanforderungen". (2023) https://www.dinmedia.de/de/norm/din-10536/362577620 (eingesehen am 31.10.2024)

[9] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (Hrsg.): Studie zu Kosten- und Preisstrukturen in der Schulverpflegung. KuPS Abschlussbericht. (2019) https://www.dge.de/fileadmin/dok/dge/projekte/KuPS-Studie-Abschlussbericht.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[10] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), IN FORM (Deutschlands Initiative für gesunde Ernährung und mehr Bewegung): Nährstoffoptimierter Vierwochenspeiseplan Nr. 1 - Sekundarstufe. (2021) https://www.schuleplusessen.de/fileadmin/user_upload/schuleplusessen/speisepl%C3%A4ne/Schule_Wochenspeiseplan1_Sekundarstufe.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[11] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), IN FORM (Deutschlands Initiative für gesunde Ernährung und mehr Bewegung): Nährstoffoptimierter Vierwochenspeiseplan Nr. 2 - Sekundarstufe. (2021) https://www.schuleplusessen.de/fileadmin/user_upload/schuleplusessen/speisepl%C3%A4ne/Schule_Wochenspeiseplan2_Sekundarstufe.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[12] Schwarz P, Lemme F, Neumann P et al.: Großküchen. Planung, Entwurf, Einrichtung. Huss-Medien, Berlin, 5., vollständig überarbeitete Auflage (2010)

[13] Wagner C: Die Großküche. Raum, Geräte und Installation, Einrichtung und Organisation, Arbeitshygiene. Handwerk und Technik, Hamburg, 11. Auflage (2004)

[14] Chefs Culinar GmbH & Co. KG: Katalog Großküchentechnik. (2024) https://www.chefsculinar-gkt.de/kataloge-786.htm (eingesehen am 31.10.2024)

[15] Statistisches Bundesamt (Destatis): Strompreise für Haushalte: Deutschland, Halbjahre, Jahresverbrauchsklassen, Preisarten. Stand 08.05.2024 (2024)

[16] Statistisches Bundesamt (Destatis): Entgelt für die Trinkwasserversorgung in Tarifgebieten nach Tariftypen 2020 bis 2022. (2023) https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Wasserwirtschaft/Tabellen/tw-08-entgelt-trinkwasserversorgung-tarifgeb-nach-tariftypen-2020-2022-land-bund.html (eingesehen am 31.10.2024)

[17] Statistisches Bundesamt (Destatis): Ausgewählte Entgelte für die Abwasserentsorgung in Tarifgebieten nach Tariftypen in Deutschland 2020 bis 2022. (26.09.2023) https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Wasserwirtschaft/Tabellen/aw-07-ausgew-entgelt-tariftyp-abwasser-2020-2020.html (eingesehen am 31.10.2024)

[18] Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM): Fahrpersonalrecht https://www.balm.bund.de/DE/Themen/RechtsentwicklungRechtsvorschriften/Rechtsvorschriften/Fahrpersonalrecht/fahrpersonalrecht_node.html (eingesehen am 31.10.2024)

[19] Statistisches Bundesamt (Destatis): Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Transportleistungen und Energieverbrauch im Straßenverkehr 2007-2017. (2019) https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00054523/5850010179004_korr24032020.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[20] Europäische Kommission: Energy. Price developments 2005 onwards. Wöchentliche Dieselpreise für Deutschland (Weekly Oil Bulletin). (2024) https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/weekly-oil-bulletin_en?prefLang=de (eingesehen am 31.10.2024)

[21] Bünger P, Herrberg H, Lübker M: Was verdienen Berufskraftfahrer/innen im Güterverkehr? Eine Analyse auf Basis der WSI-Lohnspiegel-Datenbank. (2023) https://www.wsi.de/fpdf/HBS-008758/ap_lohnspiegel_berufskraftfahrer_innen.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[22] hygi.de GmbH & Co. KG: Produkte und Informationen rund um Hygiene und Sauberkeit. (2024) https://www.hygi.de (eingesehen am 31.10.2024)

[23] IVD-Bundesverband: Mietpreise für Büroflächen stabilisieren sich. (2022) https://ivd.net/ivd-mietpreise-fuer-bueroflaechen-stabilisieren-sich/ (eingesehen am 31.10.2024)

[24] DEHOGA Bundesverband: Tarifsynopse des DEHOGA Bundesverbandes. Stand: 01. Januar 2024. (2024) https://www.dehoga-bundesverband.de/branchenthemen/tarifvertraege/ (eingesehen am 31.10.2024)

[25] Statistisches Bundesamt (Destatis): Verbraucherpreisindex: Deutschland, Jahre. Code 61111-0001. Stand 04.08.2024. (2024) https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/statistic/61111/table/61111-0001 (eingesehen am 31.10.2024)

[26] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), IN FORM (Deutschlands Initiative für gesunde Ernährung und mehr Bewegung): Cook & Serve (Mischküche). https://www.schuleplusessen.de/schule/verpflegungssysteme/cook-serve (eingesehen am 31.10.2024)

[27] van Ham I, Verhoeven AAH, Groenier KH et al.: Job satisfaction among general practitioners: a systematic literature review. Eur J Gen Pract 12 (2006) 174–180. doi:10.1080/13814780600994376

[28] Hanglberger D: Arbeitszufriedenheit und flexible Arbeitszeiten – Empirische Analyse mit Daten des Sozio-oekonomischen Panels. (2010) https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.357208.de/diw_sp0304.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[29] McNall LA, Masuda AD, Nicklin JM: Flexible work arrangements, job satisfaction, and turnover intentions: the mediating role of work-to-family enrichment. J Psychol 144 (2010) 61–81. doi:10.1080/00223980903356073

[30] Scandura TA, Lankau MJ: Relationships of gender, family responsibility and flexible work hours to organizational commitment and job satisfaction. J Organiz Behav 18 (1997) 377–391. doi:10.1002/(SICI)1099-1379(199707)18:4

[31] Rissén D: Repetitive and monotonous work among women: psychophysiological and subjective stress reactions, muscle activity and neck and shoulder pain. Department of Psychology, Stockholm University, Stockholm (2006)

[32] Melamed S, Ben-Avi I, Luz J et al.: Objective and subjective work monotony: effects on job satisfaction, psychological distress, and absenteeism in blue-collar workers. J Appl Psychol 80 (1995) 29–42. doi:10.1037/0021-9010.80.1.29

[33] Savitri AR, Widajati N: Correlation between individual characteristics, work monotony, and mental workload with work stress. IJOSH 12 (2023) 201–209. doi:10.20473/ijosh.v12i2.2023.201-209

[34] Deutscher Bundestag, Wissenschaftliche Dienste: CO_2-Emissionen im Verkehrsbereich. (2019) https://www.bundestag.de/resource/blob/660794/dfdee26b00e44b018b04a187f0c6843e/WD-8-056-19-pdf-data.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[35] Deutscher Bundestag, Wissenschaftliche Dienste: Zum CO_2-Fußabdruck von Mineral- und Trinkwasser. (2023) https://www.bundestag.de/resource/blob/962390/53bb5e3e3afc08aa0418d69baf650a03/WD-8-044-23-pdf.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[36] Icha P, Lauf T: Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990–2023 www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-der-spezifischen-treibhausgas-10 (eingesehen am 31.10.2024)

[37] Hengstler J, Russ M, Stoffregen A et al.: Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen. (2021) https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06_cc_35-2021_oekobilanzen_windenergie_photovoltaik.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[38] Lauf T, Memmler M, Schneider S: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. (2023) https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/20231219_49_2023_cc_emissionsbilanz_erneuerbarer_energien_2022_bf.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[39] Williams PG, Ross H, Miller JCB: Ascorbic acid and 5-methyltetrahyclrofolate losses in vegetables with cook/chill or cook/hot-hold foodservice systems. J Food Sci 60 (1995) 541–546. doi:10.1111/j.1365-2621.1995.tb09822.x

[40] Jonsson L, Danielsson K: Vitamin retention in foods handled in food service systems. Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie 14 (1981) 94–96

[41] Wood MA, Collings AR, Stodola V et al.: Effect of large-scale food preparation on vitamin retention; cabbage. J Am Diet Assoc 22 (1946) 677–682

[42] Ang CYW, Basillo LA, Cato BA et al.: Riboflavin an thiamine retention in frozen beef-soy patties and frozen fried chicken heated by methods used in food service operations. J Food Sci 43 (1978) 1024–1025. doi:10.1111/j.1365-2621.1978.tb02478.x

[43] Lee FV, Khan MA, Klein BP: Effect of preparation and service on the thiamin content of oven-baked chicken. J Food Sci 46 (1981) 1560–1562. doi:10.1111/j.1365-2621.1981.tb04220.x

[44] Carlson BL, Tabacchi MH: Loss of vitamin C in vegetables during the foodservice cycle. J Am Diet Assoc 88 (1988) 65–67. doi:10.1016/S0002-8223(21)01917-9

[45] Briant AM, MacKenzie VE, Fenton F: Vitamin retention in frozen peas and frozen green beans in quantity food service. J Am Diet Assoc 22 (1946) 507–510. doi:10.1016/S0002-8223(21)33556-8

[46] Jenkins GN: Ascorbic acid in mashed potatoes. Nature 151 (1943) 473. doi:10.1038/151473a0

[47] Albert H, Nagel SB, Robert S et al.: Effect of restaurant cooking and service on vitamin content of foods. J Am Diet Assoc 19 (1943) 23–25. doi:10.1016/S0002-8223(21)34396-6

[48] Engler PP, Bowers JA: Vitamin B 6 in reheated, held, and freshly cooked turkey breast. J Am Diet Assoc 67 (1975) 42–44. doi:10.1016/S0002-8223(21)14638-3

[49] Augustin J, Marousek GA, Artz WE et al.: Vitamin retention during preparation and holding of mashed potatoes made from commercially dehydrated flakes and granules. J Food Sci 47 (1982) 274–276. doi:10.1111/j.1365-2621.1982.tb11077.x

[50] Reiter LA, Driskell JA: Vitamin B-6 content of selected foods served in dining halls. J Am Diet Assoc 85 (1985) 1625–1627

[51] Ang CYW, Chang CM, Frey AE et al.: Effects of heating methods on vitamin retention in six fresh or frozen prepared food products. J Food Sci 40 (1975) 997–1003. doi:10.1111/j.1365-2621.1975.tb02252.x

[52] Streightoff F, Munsell HE: Effect of large-scale methods of preparation on vitamin content of food. I. Potatoes. J Am Diet Assoc 22 (1946) 117–127

[53] Streightoff F, Munsell HE: Effect of large-scale methods of preparation on vitamin content of food: II. Carrots. J Am Diet Assoc 22 (1946) 511–518

[54] Streightoff F, Bendor B, Munsell HE et al.: Effect of large-scale methods of preparation on the vitamin content of food. IV. Corn. J Am Diet Assoc 25 (1949) 687–691. doi:10.1016/S0002-8223(21)29876-3

[55] Streightoff F, Bendor B: Effect of large-scale methods of preparation on the vitamin content of food: V. Spinach. J Am Diet Assoc 25 (1949) 770–775

[56] Gleim E, Albury M: Ascorbic acid, thiamin, riboflavin, and niacin content of potatoes in large-scale food service. Food Res 11 (1946) 461–467. doi:10.1111/j.1365-2621.1946.tb16376.x

[57] Kahn LN, Livingston GE: Effect of heating methods on thiamine retention in fresh or frozen prepared foods. J Food Sci 35 (1970) 349–351. doi:10.1111/j.1365-2621.1970.tb00927.x

[58] Wang XY, Kozempel MG, Hicks KB et al.: Vitamin C stability during preparation and storage of potato flakes and reconstituted mashed potatoes. J Food Sci 57 (1992) 1136–1139. doi:10.1111/j.1365-2621.1992.tb11282.x

[59] Wertz AW, Weir CE: Effect of institutional cooking methods on vitamin content of foods. II. Ascorbic acid content of potatoes. Food Res 11 (1946) 319–326. doi:10.1111/j.1365-2621.1946.tb16356.x

[60] Augustin J, Marousek GI, Tholen LA et al.: Vitamin retention in cooked, chilled, and reheated potatoes. J Food Sci 45 (1980) 814–816. doi:10.1111/j.1365-2621.1980.tb07456.x

[61] Nicholanco S, Matthews ME: Quality of beef stew in a hospital chill foodservice system. J Am Diet Assoc 72 (1978) 31–37

[62] Jones JB, Wood MA, Phillips MG et al.: Ascorbic acid, thiamin, and riboflavin retention in quick-frozen broccoli in institution food service. J Am Diet Assoc 20 (1944) 369–372. doi:10.1016/S0002-8223(21)32635-9

[63] Warrendorf EM, Kitson JA: Retention of ascorbic acid in hospital meals. Can Inst Food Sci Technol J 11 (1978) 55–58. doi:10.1016/S0315-5463(78)73182-2

[64] Charlton KE, Patrick P, Dowling L et al.: Ascorbic acid losses in vegetables associated with cook-chill food preparation. South African J Clin Nutr 17 (2004) 56–63. doi:10.1080/16070658.2004.11734015

[65] Lane RH, Neggers YB, Bonner JL et al.: Nutrient quality of selected vegetables by conventional and cook-freeze methods. J Food Qual 9 (1986) 407–414. doi:10.1111/j.1745-4557.1986.tb00810.x

[66] Kossovitsas C, Navab M, Chang CM et al.: A comparison of chilled-holding versus frozen storage on quality and wholesomeness of some prepared foods. J Food Sci 38 (1973) 901–902. doi:10.1111/j.1365-2621.1973.tb02105.x

[67] Dahl-Sawyer CA, Jen JJ, Huang PD: Cook/Chill foodservice systems with conduction, convection and microwave reheat subsystems. Nutrient retention in beef loaf, potatoes and peas. J Food Sci 47 (1982) 1089–1095. doi:10.1111/j.1365-2621.1982.tb07625.x

[68] Erdman JW, Klein BP: Harvesting, processing, and cooking influences on vitamin C in foods. In: Seib PA, Tolbert BM (Hrsg.): Ascorbic acid. Chemistry, metabolism, and uses. American Chemical Society, Washington, D.C. (1982) 499–532

[69] van Duyne FO, Chase JT, Simpson JI: Effect of various home practices on ascorbic acid content of cabbage. J Food Sci 9 (1944) 164–173. doi:10.1111/j.1365-2621.1944.tb16674.x

[70] Europäisches Parlament, Europäischer Rat: Verordnung (EG) Nr. 852/2004 vom 29. April 2004 über Lebensmittelhygiene. (2004) https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2004R0852:20090420:DE:PDF (eingesehen am: 31.10.2024)

[71] Waskow F, Blumenthal A: Vermeidung von Lebensmittelabfällen in der Verpflegung von Ganztagsschulen. Working Paper I. (2016) https://refowas.de/images/WPVZ12.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[72] Elsen A: Wie lässt sich die Lebensmittelverschwendung in Kindertagesstätten vermeiden? Eine Status quo Abfallmessung in der Gemeinschaftsverpflegung. Bachelorarbeit. Hochschule Fulda. (2019) https://fuldok.hs-fulda.de/opus4/frontdoor/deliver/index/docId/808/file/BA_Alina_Elsen_Anonym.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[73] Simanek J: Lebensmittelverschwendung in Deutschland und ihre Bedeutung in verschiedenen Verpflegungssystemen der Schulverpflegung. Bachelorarbeit. Fachhochschule Münster; Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (2015)

[74] Göbel C: Lebensmittelabfall in der Schulverpflegung. Schulverpflegung in Bewegung 22. November 2016, Hannover. (2016) https://www.akademie.lsb-niedersachsen.de/fileadmin/daten/dokumente/Akademie_des_Sports/2016/Kooperationen/2016.11.22_Schulverpflegung_in_Bewegung/161220_G%C3%B6bel_LMA_Schulverpflegung_%C3%B6ffentlich.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[75] Bux C, Zizzo G, Amicarelli V: A combined evaluation of energy efficiency, customer satisfaction and food waste in the healthcare sector by comparing cook-hold and cook-chill catering. J Clean Prod 429 (2023) 139594. doi:10.1016/j.jclepro.2023.139594

[76] Sonnino R, McWilliam S: Food waste, catering practices and public procurement: a case study of hospital food systems in Wales. Food Policy 36 (2011) 823–829. doi:10.1016/j.foodpol.2011.09.003

[77] Dasbach M (Hrsg.): Erfolgreiches Verpflegungsmanagement. Praxisorientierte Methoden für Einsteiger und Profis. Neuer Merkur, Planegg, 2., überarbeitete und aktualisierte Auflage (2021)

[78] Pekkarinen A, Anttonen H, Niskanen J: Assessment of health risks in canteen kitchens. Int J Occup Saf Ergon 2 (1996) 262–267. doi:10.1080/10803548.1996.11076354

[79] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV): Branche Küchenbetriebe. DGUV Regel 110-003 https://www.bgn.de/praevention-arbeitshilfen/praxishilfen-service/vorschriften-und-arbeitssicherheitsinformationen/regeln-dguv-regeln/DGUV-Regel-110-003_Kuechenbetriebe.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[80] Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN): DIN 18866 „Großküchengeräte - Heißumluftgeräte und Heißluftdämpfer - Anforderungen und Prüfungen". (2022) https://www.din.de/de/mitwirken/normen-ausschuesse/fnh/veroeffentlichungen/wdc-beuth:din21:357848398 (eingesehen am 31.10.2024)

[81] Haruyama Y, Matsuzuki H, Tomita S et al.: Burn and cut injuries related to job stress among kitchen workers in Japan. Ind Health 52 (2014) 113–120. doi:10.2486/indhealth.2013-0143

[82] Jeong BY: Cooking processes and occupational accidents in commercial restaurant kitchens. Safety Science 80 (2015) 87–93. doi:10.1016/j.ssci.2015.07.014

[83] Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe (BGN): Check-up: Betriebsärztlicher und sicherheitstechnischer Fernlehrgang für Unternehmerinnen und Unternehmer. (2023) https://www.bgn.de/?storage=3&identifier=%2F396312&eID=sixomc_filecontent&hmac=6e8c7bc2c-5999b631f44c86f4165d3f7ee694b43 (eingesehen am 31.10.2024)

[84] Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe (BGN): Be- und Entlüftung von gewerblichen Küchen: Arbeitssicherheitsinformation (ASI) 2.19. (2019) https://www.bgn.de/praevention-arbeitshilfen/praxishilfen-service/vorschriften-und-arbeitssicherheitsinformationen/asi-zum-download/asi_2-19.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[85] Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN): DIN EN 16282 „Einrichtungen in gewerblichen Küchen – Elemente zur Be- und Entlüftung - Teil 1: Allgemeine Anforderungen einschließlich Berechnungsmethoden". (2017) https://www.dinmedia.de/de/norm/din-en-16282-1/264926982 (eingesehen am 31.10.2024)

[86] Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe (BGN): Auslegung des Volumenstroms von raumlufttechnischen Anlagen in Küchen nach VDI 2052 bzw. DIN EN 16282-1. Stellungnahme der BGN. (2022) https://bgn-branchenwissen.de/praxishilfen-von-a-z/klima-lueftung/BGN_Stellungnahme_Lueftung.pdf (eingesehen am 31.10.2024)

[87] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV): Beurteilung des Raumklimas. Handlungshilfe für kleine und mittlere Unternehmen. DGUV Information 215-510. (2016) https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/796 (eingesehen am 31.10.2024)

[88] Lehmann E, Werlein H: Cook & Chill: Kochen mit System. aid Spezial 3759 (2004)

[89] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV): Benutzung von Schutzhandschuhen. DGUV Regel 112-995. (2007) https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/1356 (eingesehen am 31.10.2024)

[90] Klein B, Matthews M, Setser C: Foodservice systems: time and temperature effects on food quality. (1984) https://archive.org/details/foodservicesyste00klei/page/n7/mode/2up (eingesehen am 31.10.2024)

[91] Al-Obaidy HM, Khan MA, Klein BP: Comparison between sensory quality of freshly prepared spaghetti with meat sauce before and after hot hording on a cafeteria counter. J Food Sci 49 (1984) 1475–1477. doi:10.1111/j.1365-2621.1984.tb12824.x

[92] Boyle MA, Funk K: Holding roast beef by three methods. J Am Diet Assoc 56 (1970) 34–38. doi:10.1016/S0002-8223(21)13155-4

[93] Jacobson M, Koehler HH: Development of rancidity during short-time storage of cooked poultry meat. J Agric Food Chem 18 (1970) 1069–1072. doi:10.1021/jf60172a010

[94] Kwak HS, Kim H-G, Kim HS et al.: Sensory characteristics and consumer acceptance of frozen cooked rice by a rapid freezing process compared to homemade and aseptic packaged cooked rice. Prev Nutr Food Sci 18 (2013) 67–75. doi:10.3746/pnf.2013.18.1.067

[95] Vieira C, Diaz MT, Martínez B et al.: Effect of frozen storage conditions (temperature and length of storage) on microbiological and sensory quality of rustic crossbred beef at different states of ageing. Meat Sci 83 (2009) 398–404. doi:10.1016/j.meatsci.2009.06.013

[96] aid infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e. V.: Qualität warmer Speisen. Angebotsformen in der Großküche. Ernährung im Fokus 6 (2006) 2–8

Zu guter Letzt

Erstmals ist ein DGE-Ernährungsbericht unter ein Rahmenthema gestellt worden. Die zuständige Ernährungsberichtskommission der DGE hatte hierfür das Thema „Nachhaltigkeit" gewählt, weil alle Bereiche der Ernährung mittelbar oder unmittelbar Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit haben können. Gleichzeitig kann durch ein solches Rahmenthema das Verständnis der Komplexität von Nachhaltigkeit geweckt und eine verantwortungsbewusste Umsetzung im Feld der Ernährung erleichtert werden.

Dabei zeigen die einzelnen Kapitel – unabhängig davon, ob es sich hierbei um systematische Literaturrecherchen oder eigenständige Forschungsvorhaben handelt – mit Blick auf die Anforderungen an die Nachhaltigkeit nur erste Ansätze. Denn vielfach musste Neuland beschritten, neue Daten mussten generiert und Studienergebnisse neu bewertet werden. Weitere Erhebungen und Studien werden notwendig sein, um Ergebnisse kritisch zu reflektieren und gezielt Handlungsempfehlungen abzuleiten, die dem ganzheitlichen Grundgedanken von Nachhaltigkeit folgen.

Heraklit von Ephesus (535–475 v. Chr.) wird das Zitat „Nichts ist so beständig wie der Wandel" zugeordnet. Das Zitat hat an Aktualität nichts verloren, denn auch in Wissenschaft und Forschung müssen Anforderungen stets überprüft, Daten kritisch bewertet und Methodik und Studiendesign von Erhebungen kontinuierlich weiterentwickelt werden. Johann Wolfgang von Goethe hat in seinem Werk „Autobiographisches. Aus meinem Leben. Dichtung und Wahrheit" den bemerkenswerten Satz geprägt, dass „Zuwachs an Kenntnis Zuwachs an Unruhe ist"[1]. Diese Unruhe ist eine notwendige Voraussetzung dafür, weiterzuforschen, sich mit aktuellen Ergebnissen nicht zufriedenzugeben und darüber hinaus Erkenntnisse in der Realität zu erproben.

Die Ernährungstransformation erfordert einen grundlegenden Wandel – vom Individuum in gleicher Weise wie von der Gesellschaft. Offenheit und gegenseitige Wertschätzung, Neugier und Flexibilität sind Voraussetzungen, um diesen Wandel zu bewältigen, damit die Welt für gegenwärtige und zukünftige Generationen weiterhin lebenswert bleibt.

Deshalb wird der künftige 16. DGE-Ernährungsbericht die neuen lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen der DGE als Rahmenthema setzen und spannende neue Schwerpunkte bearbeiten, aber auch Themen weiterentwickeln, die bereits im aktuellen 15. DGE-Ernährungsbericht oder vorangegangenen Berichten angelegt waren.

Ulrike Arens-Azevêdo, Hamburg

[1] Johann Wolfgang von Goethe: Aus meinem Leben. Dichtung und Wahrheit. 2. Teil, 8. Buch. Tübingen (1812)