

ERNÄHRUNGSBERICHT

2004



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG E.V., BONN

ERNÄHRUNGSBERICHT 2004

herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V.,
Godesberger Allee 18, 53175 Bonn, mit Förderung des Bundes-
ministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft

Ernährungsbericht 2004

Herausgegeben von der
Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V. (DGE)

im Auftrag des
**Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung
und Landwirtschaft**

Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V., Bonn



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

Ernährungsbericht 2004
ISBN 3-88749-183-1
ISSN 0343-6608
Artikel-Nr.: 204100

CD-ROM
ISBN 3-88749-185-8
Artikel-Nr.: 204200

Ernährungsbericht 2004 / CD-ROM
ISBN 3-88749-184-X
Artikel-Nr.: 204300

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck oder fotomechanische Vervielfältigung dieses Werkes oder einzelner Teile bedürfen einer schriftlichen Genehmigung der DGE.

© 2004 Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V., Godesberger Allee 18, 53175 Bonn
Druck: MedienHaus Plump, Rolandsecker Weg 33, 53619 Rheinbreitbach
Vertrieb: DGE-MedienService, Bornheimer Str. 33b, 53111 Bonn
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

Vorwort von Bundesministerin Renate Künast

Es freut mich, dass gerade zum 10. Jubiläum erstmals das Bundesverbraucherministerium als zuständiges Ressort den Ernährungsbericht der DGE herausgibt. Die Zahlen, Fakten und Ergebnisse geben uns in vielen Fragen wissenschaftliche Begleitung und untermauern unsere politische Arbeit. Der Bericht ist eine wichtige Grundlage für meine Initiativen im Sinne einer „neuen Ernährungsbewegung für Deutschland“, deren Ziel es ist, dem zunehmenden Ungleichgewicht zwischen Ernährung und Bewegung entgegenzuwirken. Der Ernährungsbericht bestätigt, dass die durchschnittliche Energiezufuhr im Verhältnis zu unserer geringen körperlichen Aktivität nach wie vor zu hoch ist – mit den bekannten Folgen für Kinder und Jugendliche, aber auch für Erwachsene. Ernährungsmittelbedingte Krankheiten sind ein vielschichtiges Problem, das ein breites gesellschaftliches Bündnis erfordert. Wir wollen die Balance zwischen Ernährung und Bewegung wieder herstellen. Dazu braucht es gute Aufklärungs- und Informationsarbeit sowie die Einbindung aller gesellschaftlichen Akteure. Um diesen Prozess in Gang zu setzen, habe ich das Programm „KINDER LEICHT. BESSER ESSEN. MEHR BEWEGEN.“ ins Leben gerufen. Ein weiterer Schritt war die Initiative zur Gründung der „PLATTFORM ERNÄHRUNG UND BEWEGUNG“, um möglichst viele gesellschaftliche Akteure zur Mitarbeit zu gewinnen. Die Plattform hat sich inzwischen gegründet, das Interesse an Mitarbeit ist groß.

Übergewicht und Fettsucht sind nicht nur Risikofaktoren für Diabetes mellitus und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, sondern erhöhen auch das Krebsrisiko. Auch das belegt der Ernährungsbericht mit aktuellen Analysen. Die Wirkung bestimmter Lebensmittel auf die Krebsentstehung war in den letzten Jahren immer wieder umstritten. Unstrittig aber ist die Einschätzung der DGE, dass ein angemessener Obst- und Gemüseanteil – wünschenswerter Weise von 650 g am Tag – Grundlage einer vollwertigen Ernährung und Bestandteil der individuellen Krebsfürsorge ist. Auch der Nachweis, dass körperliche Aktivität schützend und vorbeugend wirkt, zeigt, welchen Effekt eine Änderung des Lebensstils haben kann. Dieses Potenzial gilt es in unser aller Interesse zu nutzen.

Besseres Ernährungswissen ist – so der Ernährungsbericht – mit einem günstigeren Ernährungsverhalten eng verknüpft. Anstrengungen zur Verbesserung der theoretischen, vor allem aber auch der praktischen Grundlagen der Ernährung, wie wir sie vor allem in Kindergärten/Kindertagesstätten und Schulen fordern und fördern, zahlen sich also aus, für den Einzelnen und für die Gesellschaft.

Ernährungsinformation muss sich aber noch stärker der großen Kommunikationsmedien bedienen. Hierzu liefert der Ernährungsbericht wertvolle Fakten. Das Fernsehen dient derzeit kaum als Transportmedium zur Ernährungsaufklärung, obwohl es auch von Bevölkerungsgruppen genutzt wird, die mit anderen Medien eher schwer erreichbar sind. Der Bericht weist darauf hin, dass nur in 10 Prozent der Darstellungen Aufklärungsbotschaften gesandt werden, wobei Ernährungsempfehlungen im engeren Sinne nur noch knapp 3 Prozent ausmachen. Außerdem widerspricht dem Bericht zufolge die Darstellung von Lebensmitteln im Fernsehen in weiten Teilen den Ernährungsempfehlungen der DGE. So gehören Süßes und fette Snacks zu den Lebensmitteln, die mit 25 Prozent am häufigsten im Fernsehen dargestellt werden. Nimmt man die alkoholischen Getränke mit einem Anteil von 16 Prozent hinzu, wird offensichtlich, dass das im Fernsehen vermittelte Ernährungsbild nur wenig mit einer die Gesundheit fördernden Ernährung zu tun hat.

Zum ersten Mal wurde anhand der Daten des Statistischen Bundesamtes der zeitliche Aufwand für Zubereitung und Verzehr der Mahlzeiten im Zeitverlauf untersucht. Erfreulich ist, dass sich trotz zunehmender Belastung im Alltags- und Berufsleben die Deutschen mehr Zeit für das tägliche Essen nehmen als vor 10 Jahren. Leider zeigt sich aber auch, dass die Vor- und Zubereitung des Essens auch bei Berufstätigkeit der Frau überwiegend Frauensache bleibt. Noch problematischer erscheint mir das Ergebnis, dass die Beteiligung von Kindern und Jugendlichen an der Essensvorbereitung allgemein gesunken ist, und dass Jungen deutlich weniger einbezogen werden als Mädchen. Unter diesen Voraussetzungen kann es nicht verwundern, wenn handwerkliche Fertigkeiten und Kenntnisse über die Lebensmittelzubereitung und damit grundlegende Kulturtechniken verloren gehen. Hier muss gegengesteuert werden. Ganz große Verantwortung tragen hier die Familien. Denn das Vorbild der Eltern stellt die Weichen für das künftige Ernährungsverhalten. Aber auch Kindergärten und Schulen haben hier einen Erziehungsauftrag.

Gut ein Viertel der Bevölkerung isst mindestens einmal pro Tag außer Haus. Vor 10 Jahren waren es erst 18 Prozent. Die zunehmende Verpflegung von Kindern und Jugendlichen in Kindertagesstätten und Ganztagschulen wird diesen Trend in den kommenden Jahren noch verstärken. Daraus erwachsen zahlreiche Herausforderungen und vielfältige Chancen für eine Verzahnung von Verhaltens- mit Verhältnisprävention. Zum Beispiel beim gemeinsamen Schulfrühstück verbinden sich Ernährungsinformation und deren praktische Umsetzung auf die beste Weise. Deshalb haben die in der Gemeinschaftsverpflegung Tätigen eine hohe Verantwortung. Auch sie können und müssen ihren Beitrag zu einer neuen Ernährungsbewegung in Deutschland leisten. Gleichzeitig stellt das Kochen in Großküchen erhöhte Anforderungen an Küchentechnik und -hygiene, wie auch das Kapitel zu Lebensmittelinfektionen im Ernährungsbericht belegt.

Auf dem deutschen Markt werden neben den verschiedensten Nahrungsergänzungsmitteln mittlerweile eine große Zahl an Lebensmitteln angeboten, denen Vitamine, Mineralstoffe, Amino- und Fettsäuren sowie andere Stoffe zugesetzt werden. Bei manchen Produktgruppen scheint die Anreicherung fast schon zum Standard zu gehören. Gleichzeitig weisen die Daten aber auch auf eine Beliebigkeit der zugesetzten Nährstoffe hin. Dies alles macht die Ernährung nicht unbedingt besser, dafür aber das Lebensmittelangebot für Verbraucherinnen und Verbraucher unübersichtlicher. Und es ist davon auszugehen, dass der Anteil der angereicherten Produkte weiter zunimmt und damit auch die Möglichkeit einer Überdosierung einzelner Nährstoffe. Ich nehme deshalb die Überlegungen des Ernährungsberichts zu einer verstärkten Regelung dieses Marktes sehr ernst.

Mit dem 10. Ernährungsbericht ist es der Deutschen Gesellschaft für Ernährung erneut gelungen, das Thema Ernährung aus ganz verschiedenen Blickwinkeln zu beleuchten und kritisch zu werten. Ich bin sicher, dass auch dieser Ernährungsbericht wieder viele interessierte Leserinnen und Leser findet und wünsche erfolgreiche und folgenreiche Lektüre.

*Renate Künast
Bundesministerin für Verbraucherschutz,
Ernährung und Landwirtschaft*

Vorwort des Präsidenten der DGE

Es ist mir eine große Freude und ich empfinde es als besondere Ehre, hiermit den 10. Ernährungsbericht der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE), herausgegeben im Auftrag des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, vorlegen zu dürfen. Die Ernährungsberichte der DGE sind inzwischen Klassiker. Mehrfach kopiert und vielfach zitiert sind sie die Grundlage der Informationen über die Ernährungssituation in Deutschland. Gesellschafts- und gesundheitspolitisch wichtige Kapitel werden in jedem Bericht fortgeschrieben und durch wechselnde aktuelle Themen ergänzt. Dadurch wird aktuell - und mehr noch über den Verlauf der Jahre - ein weites Spektrum der Ernährung abgedeckt. Durch diese Vielseitigkeit bleiben auch die früheren Ernährungsberichte von Bedeutung. Beispiele sind das auch heute noch nicht ausdiskutierte Thema „Ernährungserziehung in der Schule, in der Erwachsenenbildung und in der beruflichen Weiterbildung“ (1972), die nach wie vor aktuelle Frage „Zur Lage der Gemeinschaftsverpflegung in der Bundesrepublik Deutschland“ (1976), die „Psychosoziale Bewertung der Ernährung“ (1980) und nachfolgend die „Psychosoziale Bewertung der Ernährung in Familien mit Kindern“ (1984), die „Berliner Vegetarier Studie“ (1988), Lebensmittelallergien und -intoleranzreaktionen (1988, 1992), neuartige Lebensmittel (1996), heterozyklische aromatische Amine (1996) sowie Pro- und Präbiotika (2000). In diesem Sinne darf sich glücklich schätzen, wer noch alle Bände in seinem Regal stehen hat (in einigen Fällen können ältere Exemplare noch bei der DGE angefordert werden).

Im vorliegenden Ernährungsbericht werden folgende Themen aufgegriffen: In Kapitel 1 erfolgt die Fortschreibung der Ernährungssituation in Deutschland. Fortgeschrieben werden ebenfalls die bewährten Themen „Toxikologische Aspekte der Ernährung“ (Kapitel 2) und „Mikrobiologische Aspekte der Ernährung“ (Kapitel 3), wobei im Kapitel 2 wieder ein Beitrag zu Mykotoxinen aufgegriffen und in Kapitel 3 aktuelle Daten zu BSE präsentiert werden. Über den „Vitamin- und Mineralstoffgehalt pflanzlicher Lebensmittel“ berichtet anhand von Beispielen Kapitel 4. Kapitel 5 (Tumorentstehung – hemmende und fördernde Ernährungsfaktoren), Kapitel 6 (Beeinflussung der Darmflora durch Ernährung) und Kapitel 7 (Einfluss sekundärer Pflanzenstoffe auf die Gesundheit) greifen Themen aus vorherigen Ernährungsberichten wieder auf, da es wichtig ist, das Präventionspotenzial einer vollwertigen Ernährung den Lesern immer wieder nahe zu bringen und mit neuesten Daten zu untermauern. In Kapitel 5 werden die Aussagen auch nach evidenzbasierten Kriterien beurteilt, womit den Forderungen nach wissenschaftlicher Festlegung der Beweiskraft von Befunden Rechnung getragen wird. Wie Ernährung im Fernsehen präsentiert wird, beschreibt Kapitel 8 „Darstellung und Wirkung von Ernährungsinformationen im Fernsehen“. Kapitel 9 letztlich gibt eine kurze Übersicht über „Anreicherung von Lebensmitteln und neue Produktkonzeptionen“.

Vier Forschungsvorhaben, deren wesentliche Ergebnisse in den Kapiteln 1, 5 und 8 veröffentlicht werden, wurden vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft gefördert. Die DGE dankt dem Bundesministerium für die finanzielle Unterstützung der Forschungsprojekte und der Erstellung des Ernährungsberichts. Sie dankt weiterhin den Kapitelbetreuern und Autoren für die ausgezeichnete und erfolgreiche Zusammenarbeit. Gedankt wird auch den vielen Lektoren, die durch ihre kritischen Diskussionsbeiträge die Qualität der Kapitel wesentlich verbessert haben.

Wer die Entwicklung eines Ernährungsberichts von den Anfängen an mitverfolgt, erlebt die Mühen der Redaktion, des Organisationsteams sowie der Autoren und Kapitelbetreuer mit. Besonderer Dank gilt der Redaktion des Ernährungsberichts 2004, vor allem dem Chefredakteur, Herrn Prof. Dr. med. Günther Wolfram, der das Werk von der Konzeption bis zum druckreifen Buch mit großer Sachkompetenz, enormer Energie und bewundernswerter Geduld betreut und vorangetrieben hat. Frau Dr. Eva Leschik-Bonnet hat im Referat Wissenschaft der Hauptgeschäftsstelle der DGE, mit Unterstützung von Frau Dipl.-Oecotroph. Birte A. Peterson, wie bei den letzten Ernährungsberichten, die Organisation des Werks, die Kontakte mit den Kapitelbetreuern und vieles, was für eine erfolgreiche redaktionelle Arbeit wichtig ist, in bewährter und hervorragender Weise übernommen und koordiniert, wofür die DGE herzlich dankt.

Auch dieser Ernährungsbericht soll nach den Erwartungen der DGE Akzeptanz und weite Verbreitung finden. Dazu wird erstmalig eine CD-ROM Version herausgegeben, die eine schnelle Suche und den raschen Zugriff am Computer ermöglichen soll. Dadurch hoffen wir, dass alle Verantwortlichen im Ernährungs- und Gesundheitsbereich, insbesondere alle Lehr-, Fach- und Mittlerkräfte, sowie alle interessierten Bürger den Ernährungsbericht vielfach und vielseitig verwenden. Damit die Verbreitung möglichst über den deutschsprachigen Raum hinaus erfolgt, wird wiederum eine Zusammenfassung in Englisch erscheinen.

Kiel, im September 2004

*Für das Präsidium der
Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V.
Prof. Dr. Helmut F. Erbersdobler*

Inhalt

	Seite
Vorwort von Bundesministerin Renate Künast	5
Vorwort des Präsidenten der DGE	7
Inhaltsverzeichnis	9
Teil I Zur Entwicklung der Ernährungslage in Deutschland	19
1 Ernährungssituation in Deutschland	21
<i>Kapitelbetreuer: Prof. Dr. oec., Ph. D. Georg Karg, Freising-Weihenstephan</i>	
1.1 Einleitung	21
1.2 Querschnitts- und Trendanalysen zu Lebensmittelverzehr und Nährstoffzufuhr	22
1.2.1 Einleitung	22
1.2.2 Methodische Vorbemerkungen	22
1.2.3 Ergebnisse	25
1.2.3.1 Querschnittsanalysen	25
1.2.3.1.1 Lebensmittelebene	25
1.2.3.1.1.1 Lebensmittelverzehr in den alten und neuen Bundesländern	28
1.2.3.1.1.2 Lebensmittelverzehr in den einzelnen Bundesländern	29
1.2.3.1.2 Nährstoffebene	30
1.2.3.2 Trendanalysen	42
1.2.3.2.1 Lebensmittelebene	42
1.2.3.2.2 Nährstoffebene	53
1.2.4 Ernährungsphysiologische Bewertung	60
1.2.4.1 Lebensmittelverbrauch	61
1.2.4.2 Nährstoffversorgung	62
1.2.4.3 Methodischer Nachsatz	67
1.2.4.4 Schlussfolgerungen	67
1.3 Zusammenhang zwischen Ernährungswissen und -verhalten	68

	Seite
1.4 Zeitbudget, Mahlzeitenmuster und Ernährungsstile	72
1.4.1 Einleitung und Methodik	72
1.4.2 Fragestellungen und Hypothesen	74
1.4.3 Zeitverwendung für Ernährung	76
1.4.3.1 Essen insgesamt, zu Hause und außer Haus	76
1.4.3.2 Mahlzeitenmuster	81
1.4.3.3 Ernährungsstile – wesentliche Einflussfaktoren	82
1.4.3.3.1 Erwerbsbeteiligung	83
1.4.3.3.2 Einkommen	84
1.4.3.3.3 Alter und Familienstand	85
1.4.3.3.4 Sozial-kommunikative Aspekte des Essens	85
1.4.4 Zeitverwendung für Beköstigungsarbeit	86
1.4.4.1 Geschlechtsspezifische Zeitbudgets für Beköstigung	86
1.4.4.2 Beteiligung von Kindern und Jugendlichen an der Ernährungsversorgung	88
1.4.4.3 Zeitverwendung für Beköstigungsaktivitäten von Eltern in Abhängigkeit vom Erwerbsstatus	89
1.4.4.4 Zeitverwendung für Beköstigung im fortgeschrittenen Lebensalter	90
1.4.5 Zusammenfassung	91
1.4.6 Ernährungspolitische Empfehlungen	93
1.5 Mortalität an ernährungsmitbedingten chronischen Krankheiten	94
1.5.1 Einleitung	94
1.5.2 Definitionen	96
1.5.2.1 Ernährungsmitbedingte Krankheiten	96
1.5.2.2 Todesursachen	96
1.5.2.3 Mortalitätsrate (= Sterbeziffer)	96
1.5.2.4 Altersstandardisierung	96
1.5.2.5 Standardisierte Sterbeziffer	97
1.5.2.6 Mittleres Sterbealter	97
1.5.2.7 Lebenserwartung	97
1.5.2.8 Verlorene Lebensjahre	97
1.5.2.9 Beeinträchtigungsadjustierte Lebensjahre = DALYs (Disability Adjusted Life Years)	97
1.5.2.10 Lebenserwartung in Gesundheit = HALE (Health Adjusted Life Expectancy)	97
1.5.3 Datenquellen	99
1.5.4 Ergebnisse	99
1.5.4.1 Überblick	99
1.5.4.2 Detailbetrachtungen	101
1.5.4.2.1 Herz-Kreislauf-Erkrankungen	101
1.5.4.2.2 Übergewicht/Adipositas	103
1.5.4.2.3 Diabetes mellitus	104
1.5.4.2.4 Bösartige Tumoren	105
1.5.4.2.4.1 Verdauungsorgane	106
1.5.4.2.4.2 Atmungsorgane	107
1.5.4.2.4.3 Prostata	107
1.5.4.2.4.4 Brustdrüse	108
1.5.4.2.5 Osteoporose	108
1.6 Literatur	109

	Seite
Teil II Zu Risiken und Nutzenanwendungen in der Ernährung	117
2 Toxikologische Aspekte der Ernährung	119
<i>Kapitelbetreuer: Prof. Dr. rer. nat. Michael Petz, Wuppertal</i>	
2.1 Einleitung	119
2.2 Rückstände von Pflanzenschutz- und Vorratsschutzmitteln	120
2.2.1 Rückstände in Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft.....	120
2.2.1.1 Anwendungssituation	120
2.2.1.2 Ergebnisse der amtlichen Lebensmittelüberwachung	121
2.2.1.3 Ergebnisse aus dem Monitoring-Programm.....	124
2.2.1.4 Ergebnisse aus anderen europäischen Staaten	127
2.2.2 Rückstände in Lebensmitteln tierischer Herkunft	130
2.2.3 Beurteilung und Empfehlungen	134
2.3 Rückstände von Stoffen mit pharmakologischer Wirkung und von Kontaminanten in Lebensmitteln tierischer Herkunft	135
2.3.1 Einleitung	135
2.3.2 Untersuchungen nach dem nationalen Rückstandskontrollplan (NRKP) ..	135
2.3.2.1 Rind, Schwein, Schaf und Pferd	136
2.3.2.2 Geflügel	139
2.3.2.3 Fische aus Aquakulturen	139
2.3.2.4 Kaninchen, Wild und tierische Erzeugnisse	139
2.3.3 Untersuchungen der amtlichen Lebensmittelüberwachung (LMÜ)	141
2.3.4 Beurteilung und Empfehlungen	142
2.4 Schimmelpilzgifte (Mykotoxine) in Lebensmitteln	142
2.4.1 Einleitung	142
2.4.2 Rechtliche Regelungen	143
2.4.3 Vorkommen von Mykotoxinen in Lebensmitteln	144
2.4.3.1 Aflatoxine	144
2.4.3.2 Ochratoxin A (OTA)	146
2.4.3.3 Deoxynivalenol (DON)	149
2.4.3.4 Fumonisine	150
2.4.3.5 Zearalenon (ZEA)	152
2.4.3.6 Patulin	154
2.4.4 Zusammenfassung	155
2.5 Umweltkontaminanten in der Frauenmilch	155
2.5.1 Einleitung	155
2.5.2 Organochlor-Pestizide	156
2.5.3 Polychlorierte Biphenyle (PCB)	158
2.5.4 Beurteilung der Organochlor-Pestizid- und PCB-Gehalte in Frauenmilch ..	159
2.5.5 Dioxine und Dioxin-ähnliche PCB	161
2.5.6 Polybromierte Diphenylether (PBDE)	164
2.5.7 Beurteilung und Schlussfolgerungen	166
2.6 Acrylamid in Lebensmitteln	166
2.6.1 Einleitung	166
2.6.2 Bildung und Gehalte von Acrylamid in Lebensmitteln	167
2.6.3 Toxikologische Bewertung und Exposition	169
2.7 Schlussbemerkungen	170
2.8 Literatur	172

3	Mikrobiologische Aspekte der Ernährung	Seite 179
	<i>Kapitelbetreuer: Dr. med. vet. Paul Teufel, Kiel</i>	
3.1	Einleitung	179
3.2	Lebensmittelinfektionen und Lebensmittelintoxikationen	181
3.2.1	Salmonellose	181
3.2.2	Campylobacteriose	186
3.2.3	Enterohämorrhagische <i>Escherichia coli</i> (EHEC)	187
3.2.4	Listeriose	189
3.2.5	Yersiniose	190
3.2.6	Paratuberkulose.....	190
3.2.7	<i>Enterobacter sakazakii</i>	191
3.2.8	Q-Fieber	192
3.3	Bovine Spongiforme Enzephalopathie (BSE)	193
3.4	Gemeinschaftsverpflegung	196
3.5	Schlussfolgerungen	199
3.6	Literatur	200
4	Vitamin- und Mineralstoffgehalt pflanzlicher Lebensmittel	207
	<i>Kapitelbetreuerin: Dr. rer. nat. Eva Kirchhoff, Garching</i>	
4.1	Einführung	207
4.1.1	Funktionen von Mineralstoffen im Stoffwechsel der Pflanzen	207
4.1.2	Funktionen von Vitaminen im Stoffwechsel der Pflanzen	208
4.2	Faktoren, die den Nährstoffgehalt von pflanzlichen Rohstoffen beeinflussen	209
4.2.1	Interne Parameter	209
4.2.1.1	Sorte	209
4.2.1.2	Wachstumsprozess der Pflanze und Reifegrad zum Erntezeitpunkt	211
4.2.2	Externe Parameter	213
4.2.2.1	Witterung und Klima	213
4.2.2.2	Anbauform und Bodenbeschaffenheit	215
4.2.2.3	Transport und Lagerung	216
4.3	Darstellung und Bewertung von Nährstoffdaten	217
4.3.1	Darstellung von Nährstoffdaten	217
4.3.2	Fortschritt in der Analytik von Lebensmittelinhaltsstoffen	218
4.3.3	Bewertung und Voraussetzungen für den Vergleich von Nährstoffdaten ..	219
4.4	Vergleich der Entwicklung der Konzentration ausgewählter Inhaltsstoffe im zeitlichen Verlauf	219

	Seite
4.5	Schlussbetrachtung zur Entwicklung wertgebender Inhaltsstoffe pflanzlicher Lebensmittel 229
4.6	Literatur 229
5	Tumorentstehung – hemmende und fördernde Ernährungsfaktoren 235
	<i>Kapitelbetreuer: apl. Prof. Dr. oec. troph. Heiner Boeing, Nuthetal</i>
5.1	Einleitung 235
5.2	Ausgewählte Lebensmittelgruppen und ihr Einfluss auf das Krebsrisiko 237
5.2.1	Obst und Gemüse 237
5.2.1.1	Maligne Tumoren der Atmungs- und Verdauungsorgane 237
5.2.1.2	Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom) 238
5.2.1.3	Maligne Tumoren der Blase 238
5.2.1.4	Maligne Tumoren der Eierstöcke (Ovarialkarzinom) 238
5.2.1.5	Biologische Plausibilität für Obst und Gemüse 238
5.2.2	Fleisch und Fisch 239
5.2.2.1	Rotes Fleisch und Fleischwaren 239
5.2.2.1.1	Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom) 239
5.2.2.1.2	Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom) 239
5.2.2.1.3	Biologische Plausibilität für Fleisch und Fleischwaren 240
5.2.2.2	Weißes Fleisch (Fisch und Geflügel) 240
5.2.2.2.1	Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom) 240
5.2.2.2.2	Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom) 240
5.2.2.2.3	Maligne Tumoren des Endometriums 241
5.2.2.2.4	Maligne Tumoren der Prostata 241
5.2.2.2.5	Maligne Tumoren der Schilddrüse 241
5.2.2.2.6	Biologische Plausibilität für Fisch 241
5.2.3	Milch und Milchprodukte 241
5.2.3.1	Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom) 241
5.2.3.2	Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom) 242
5.2.3.3	Maligne Tumoren der Prostata 242
5.2.3.4	Biologische Plausibilität für Milch und Milchprodukte 243
5.2.4	Eier 243
5.2.4.1	Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom) 243
5.2.4.2	Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom) 243
5.2.4.3	Maligne Tumoren der Eierstöcke (Ovarialkarzinom) 244
5.2.4.4	Biologische Plausibilität für Eier 244
5.3	Ausgewählte Inhaltsstoffe der Nahrung und ihr Einfluss auf das Krebsrisiko 244

	Seite
5.3.1 Fett und Fettsäuren	244
5.3.1.1 Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom)	244
5.3.1.2 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)	245
5.3.1.3 Maligne Tumoren der Lunge	246
5.3.1.4 Maligne Tumoren der Blase	246
5.3.1.5 Maligne Tumoren der Prostata	246
5.3.1.6 Maligne Tumoren der Eierstöcke (Ovarialkarzinom)	246
5.3.1.7 Biologische Plausibilität für Fett	247
5.3.2 Kohlenhydrate und andere Kohlenstoffverbindungen	248
5.3.2.1 Ballaststoffe	248
5.3.2.1.1 Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom)	248
5.3.2.1.2 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)	249
5.3.2.1.3 Biologische Plausibilität für Ballaststoffe	249
5.3.2.2 Glykämischer Index (GI)	249
5.3.2.2.1 Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom)	249
5.3.2.2.2 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)	250
5.3.2.2.3 Biologische Plausibilität für den Glykämischen Index (GI)	251
5.3.3 Alkohol	251
5.3.3.1 Maligne Tumoren der Verdauungsorgane	251
5.3.3.2 Maligne Tumoren der Leber	252
5.3.3.3 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)	252
5.3.3.4 Maligne Tumoren der Lunge	252
5.3.3.5 Maligne Tumoren der Eierstöcke (Ovarialkarzinom)	252
5.3.3.6 Maligne Tumoren der Prostata	253
5.3.3.7 Biologische Plausibilität für Alkohol	253
5.4 Gewicht und körperliche Aktivität und ihr Einfluss auf das Krebsrisiko	254
5.4.1 Gewicht	254
5.4.1.1 Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom)	254
5.4.1.2 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)	255
5.4.1.3 Maligne Tumoren des Endometriums	255
5.4.1.4 Maligne Tumoren der Nierenzellen	256
5.4.1.5 Maligne Tumoren der Speiseröhre (Ösophaguskarzinom)	256
5.4.1.6 Maligne Tumoren der Bauchspeicheldrüse (Pankreaskarzinom)	256
5.4.2 Energierestriktion und Krebsrisiko	256
5.4.3 Körperliche Aktivität	257
5.4.3.1 Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom)	257
5.4.3.2 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)	257
5.4.3.3 Maligne Tumoren des Endometriums	257
5.4.3.4 Maligne Tumoren der Prostata	258
5.4.3.5 Maligne Tumoren der Lunge	258
5.4.3.6 Biologische Plausibilität für Übergewicht und körperliche Aktivität	258
5.5 Funktionelle Lebensmittel und Supplemente	259
5.5.1 Funktionelle Lebensmittel	259
5.5.1.1 Probiotika	260

	Seite
5.5.1.2 Präbiotika	260
5.5.2 Vitamin- und Mineralstoffsupplemente	260
5.6 Gen-Nährstoff-Interaktionen	261
5.7 Ernährungsmuster	262
5.8 Zusammenfassende Bewertung und Abschätzung des Präventionspotenzials	264
5.9 Forschungslücken und Forschungsbedarf	268
5.10 Literatur	269
5.11 Anhang zu den Fußnoten	283
 6 Beeinflussung der Darmflora durch Ernährung	 287
<i>Kapitelbetreuer: Prof. Dr. med. Jürgen Schrezenmeir, Prof. Dr. rer. nat. Knut J. Heller, Dr. rer. nat. Michael de Vrese, Kiel</i>	
6.1 Einleitung	287
6.2 Zusammensetzung der Darmflora	287
6.3 Einfluss der Ernährung auf die Darmflora	289
6.3.1 Verdauliche und unverdauliche Lebensmittelinhaltsstoffe	289
6.3.2 Lebende Mikroorganismen	289
6.4 Stoffwechsel der Darmflora	291
6.4.1 Abbau und Stoffwechsel von Nährstoffen	291
6.4.1.1 Kohlenhydrate	291
6.4.1.2 Proteine	292
6.4.1.3 Fett	292
6.4.2 Stoffwechsel von Fermentationsendprodukten	292
6.4.3 Bildung antibakterieller Stoffe	292
6.4.4 Bakterielle Enzyme	293
6.5 Gesundheitliche Effekte von Pro- und Präbiotika	293
6.5.1 Probiotika	293
6.5.1.1 Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts und gastrointestinale Beschwerden	294
6.5.1.1.1 Viren-induzierte Durchfälle	294
6.5.1.1.2 Reisedurchfälle	295
6.5.1.1.3 Antibiotika- und <i>Clostridium difficile</i> -induzierte Durchfälle	295
6.5.1.1.4 Durchfälle in Begleitung von Immundefizienz	295
6.5.1.1.5 Durchfälle bei Lactoseintoleranz	295
6.5.1.1.6 Entzündliche Erkrankungen und Reizungen des Magen-Darm-Trakts	296
6.5.1.1.7 Bacterial overgrowth	297

	Seite
6.5.1.1.8 Unspezifische gastrointestinale Beschwerden	297
6.5.1.1.9 Obstipation	297
6.5.1.2 Infektionen außerhalb des Magen-Darm-Trakts	298
6.5.1.2.1 Infektionen des Urogenitaltrakts	298
6.5.1.2.2 Zahngesundheit	299
6.5.1.3 Immunsystem-vermittelte Effekte	299
6.5.1.3.1 Immunmodulation	299
6.5.1.3.2 Infektionsprophylaxe	300
6.5.1.3.3 Lebensmittelallergien; atopische Kinder	300
6.5.1.4 Krebs	301
6.5.1.5 Cholesterol, Lipidstoffwechsel, Blutdruck und koronare Herzerkrankungen	301
6.5.2 Präbiotika	302
6.5.2.1 Ballaststoffeigenschaften	302
6.5.2.2 Beeinflussung der Darmflora	302
6.5.2.3 Modulation des Stoffwechsels der Darmflora; Krebs	302
6.5.2.4 Beeinflussung des Lipidstoffwechsels	303
6.5.2.5 Förderung der Mineralstoffabsorption und Knochenstabilität	303
6.5.2.6 Immunmodulation	303
6.5.3 Säuglingsernährung	304
6.5.4 Sicherheit	305
6.6 Fazit	306
6.7 Literatur	307
 7 Einfluss sekundärer Pflanzenstoffe auf die Gesundheit ..	 325
<i>Kapitelbetreuer: Prof. Dr. rer. nat. Gerhard Rechkemmer, Freising-Weihenstephan; Dr. oec. troph. Bernhard Watzl, Karlsruhe</i>	
7.1 Einleitung	325
7.2 Vorkommen, Bioverfügbarkeit, Metabolismus	325
7.3 Epidemiologische Studien zum Zusammenhang zwischen Aufnahme von sekundären Pflanzenstoffen und Krankheitsrisiken ..	328
7.4 Gesundheitsfördernde Wirkungen von sekundären Pflanzenstoffen	329
7.4.1 Antikanzerogene Wirkungen	330
7.4.2 Antioxidative Wirkungen	332
7.4.3 Immunmodulatorische Wirkungen	333
7.4.4 Cholesterol-senkende Wirkungen	334
7.4.5 Antibiotische Wirkungen	334
7.4.6 Antithrombotische Wirkungen	335
7.4.7 Sonstige Wirkungen	336
7.5 Schlussfolgerungen	336
7.6 Literatur	337

	Seite
8 Darstellung und Wirkung von Ernährungsinformationen im Fernsehen	347
<i>Kapitelbetreuer(in): Prof. Dr. rer. soc. Patrick Rössler, Erfurt, Dipl.-Haushaltsök. Corinna Willhöft, Karlsruhe</i>	
8.1 Einführung	347
8.2 Studienkonzept	348
8.2.1 Theoretischer Hintergrund	348
8.2.1.1 Kultivierung	348
8.2.1.2 Framing	349
8.2.2 Untersuchungsanlage und Forschungsfragen	350
8.2.2.1 Inhaltsanalyse	350
8.2.2.2 Befragung	353
8.2.2.3 Experiment	354
8.3 Ergebnisse	355
8.3.1 Inhaltsanalyse: Darstellung von Ernährung im Fernsehen	355
8.3.1.1 Der Umfang von Ernährungsdarstellungen im Fernsehen	355
8.3.1.1.1 Anzahl ernährungsrelevanter Analyseeinheiten	356
8.3.1.1.2 Zeitliche Dauer der Ernährungsdarstellung	357
8.3.1.1.3 Intensität der Ernährungsdarstellungen	358
8.3.1.2 Das Bild von Ernährung im Fernsehen – Lebensmittel	359
8.3.1.3 Das Bild von Ernährung im Fernsehen – Themen	362
8.3.1.4 Das Bild von Ernährung im Fernsehen – Aufklärungsbotschaft und Vorbildfunktion	363
8.3.1.5 Das Bild von Ernährung im Fernsehen – weiterführende Informationsmöglichkeiten	364
8.3.1.6 Das Bild von Ernährung im Fernsehen – Medienframes	365
8.3.1.7 Das Bild von Ernährung im Fernsehen – Lebensmittelsicherheit	368
8.3.1.8 Das Bild von Ernährung im Fernsehen – Gesamtschau	369
8.3.2 Befragung: Wahrnehmung von Ernährung im Fernsehen	370
8.3.2.1 Stichprobenbeschreibung	371
8.3.2.2 Vorgehensweise	372
8.3.2.3 Einfluss der Fernsehnutzung auf die Wahrnehmung ernährungsrelevanter Informationen	374
8.3.2.4 Einfluss der Fernsehnutzung auf die Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung	378
8.3.2.5 Einfluss der Fernsehnutzung auf das selbst eingeschätzte Ernährungsverhalten	381
8.3.2.6 Die Rolle des Fernsehens bei der Wahrnehmung von Lebensmittels Risiken	385
8.3.2.7 Zusammenfassung: Wahrnehmung von Ernährung im Fernsehen	388
8.3.3 Experiment: Wirkungspotenzial von Ernährungsinformationen im Fernsehen	389
8.3.3.1 Beschreibung der Stichprobe	391
8.3.3.2 Voraussetzungen für die experimentelle Untersuchung	392
8.3.3.3 Prüfung der Forschungsannahmen	393
8.3.3.3.1 Einstellungsänderungen im Zeitablauf	393

	Seite
8.3.3.3.2 Einflussfaktoren auf die Einstellungsänderung	395
8.3.3.3.3 Erinnerung an die Aufklärungsbotschaft	398
8.3.3.4 Zusammenfassung der Forschungsannahmen und Überblick über die Ergebnisse	399
8.4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen	400
8.5 Literatur	404
 9 Anreicherung von Lebensmitteln und neue Produktkonzeptionen	 407
<i>Kapitelbetreuer: PD Dr. rer. nat. Burckhard Viell, Berlin</i>	
9.1 Einleitung	407
9.2 Datenbasis der vorliegenden Studie	408
9.2.1 Produkterfassung	408
9.2.2 Dokumentation	409
9.2.3 Kriterien zur Produktauswahl	409
9.2.4 Auswahl der Datensätze/Ausschlüsse	409
9.3 Ergebnisse	410
9.3.1 Stoffe, die der Anreicherung dienen	410
9.3.2 Einteilung der angereicherten Produkte	412
9.3.2.1 Abgeteilte Produkte (Nahrungsergänzungsmittel)	412
9.3.2.1.1 Häufigkeit der Zusätze von Vitaminen und Mineralstoffen	412
9.3.2.1.2 Art der zugesetzten Vitamine und Mineralstoffe	415
9.3.2.2 Angereicherte herkömmliche Lebensmittel	417
9.3.2.2.1 Häufigkeit der Zusätze von Vitaminen und Mineralstoffen	417
9.3.2.2.2 Art der zugesetzten Vitamine und Mineralstoffe	419
9.3.2.2.3 Anreicherungsmuster und Anreicherungsgrad	420
9.4 Schlussfolgerungen	422
9.5 Literatur	425
 Zusammenfassung der einzelnen Kapitel des Ernährungsberichts 2004	 427
<i>Prof. Dr. med. Günther Wolfram, Freising-Weihenstephan</i>	
Mitarbeiterverzeichnis	473
Stichwortverzeichnis	477

Teil I

Zur Entwicklung der Ernährungslage in Deutschland

1 Ernährungssituation in Deutschland^{1,2}

1.1 Einleitung³

Die Ernährung ist ein zentrales Element menschlichen Lebens. Sie erfüllt eine Reihe wichtiger Funktionen – zunächst biologischer Art, aber auch sozialer und psychischer Art. In dieser zentralen Rolle ist die Ernährung einer Vielzahl von Einflussfaktoren unterworfen (vgl. [1]) und ist selbst ein wesentlicher Einflussfaktor für Gesundheit und Wohlbefinden. Eine gesunderhaltende Ernährung schafft die Grundlage individueller Leistungsfähigkeit, hilft Kosten im Gesundheitswesen zu sparen und fördert das Wohlergehen der Menschen. Früher galt das Augenmerk des Staates vor allem einer ausreichenden Versorgung der Menschen mit Nahrung. Heute ist dieser eher quantitative Schwerpunkt einem qualitativen gewichen: Die Ernährung der Menschen soll nicht nur ausreichend, sondern auch ausgewogen sein, um der Entstehung ernährungsmitbedingter Krankheiten vorzubeugen.

Um dieses Ziel zu erreichen, stehen der Ernährungspolitik theoretisch eine Reihe mehr oder weniger invasiver Instrumente zur Verfügung. In Deutschland versucht der Staat jedoch vorrangig, den allgemeinen Gesundheitszustand der Bevölkerung „durch Motivation der Menschen zu einer gesundheitsgerechten Lebensweise“ zu verbessern. Zu diesem Zweck setzt er in erster Linie die Instrumente der Aufklärung und Beratung ein, um „die Möglichkeiten und Fähigkeiten der Menschen zu verbessern, sich zugunsten einer gesunden Lebensweise zu entscheiden“ (2).

Damit reiht sich die öffentliche Ernährungspolitik mit ihren Maßnahmen ein in die Vielzahl von Einflussfaktoren auf die Ernährung der Menschen. Sie steht unter anderem in Konkurrenz mit kulturell verwurzelten Ernährungsgewohnheiten, dem menschlichen Streben nach Genuss, Zeitersparnis und Sicherheit oder den umsatzorientierten Marketingstrategien der Ernährungswirtschaft. Wie kann der Staat in dieser Situation beurteilen, welche seiner Maßnahmen sich durchgesetzt haben und erfolgreich waren und welche anderen eingestellt, modifiziert oder von Grund auf neu konzipiert werden müssen?

Um Antworten auf diese Fragen zu erhalten, bedarf es eines Monitoring-Instruments, das in regelmäßigen Abständen die aktuelle Ernährungssituation der Bevölkerung beleuchtet und Veränderungen aufzeigt. Diese Aufgabe hat das vorliegende Kapitel des Ernährungsberichts. Im Mittelpunkt stehen dabei folgende Fragen:

- Welche Ernährungstrends sind in der Bevölkerung erkennbar?
- Wie unterscheidet sich die Ernährungssituation in den alten und neuen Ländern?
- Inwieweit entspricht die Ernährung der Bevölkerung den aktuellen wissenschaftlichen Empfehlungen?
- Inwieweit sind gesundheitspolitisch gewünschte oder unerwünschte Veränderungen im Ernährungsverhalten erkennbar?
- Wie entwickelte sich in den vergangenen Jahren die Mortalität an ernährungsmitbedingten chronischen Krankheiten?
- Welche wesentlichen Aktionsfelder ergeben sich für öffentliche Maßnahmen der Ernährungsprävention?

¹ Kapitelbetreuer: Karg, Georg

² mit Förderung durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft

³ Bearbeiter: Gedrich, Kurt; Karg, Georg

1.2 Querschnitts- und Trendanalysen zu Lebensmittelverzehr und Nährstoffzufuhr

1.2.1 Einleitung⁴

Ein wirksames Instrument zum Monitoring der Ernährungssituation einer Bevölkerung muss sowohl Querschnittsanalysen als auch Zeitreihen- bzw. Trendanalysen ermöglichen.

In Querschnittsanalysen wird die Ernährungssituation zu einem bestimmten Zeitpunkt detailliert untersucht. Meist wird man zu diesem Zweck einen möglichst aktuellen Zeitpunkt wählen, um etwaige aktuelle Probleme der Ernährung erkennen zu können. Schwerpunkt der Querschnittsanalysen ist der Vergleich der Ernährungssituation verschiedener Personengruppen, um Risikogruppen zu identifizieren und entsprechende Präventionsmaßnahmen (z.B. Informationskampagnen) gezielt einsetzen zu können. Darüber hinaus vermögen Querschnittsanalysen aufzudecken, inwieweit einmal definierte Ernährungsziele für die Bevölkerung erreicht sind und welcher Handlungsbedarf gegebenenfalls weiterhin besteht.

Zeitreihen- bzw. Trendanalysen beobachten die Ernährungssituation über eine gewisse Zeitspanne, um deren Entwicklung erfassen zu können. Somit lässt sich klären, inwieweit Präventionsmaßnahmen der Vergangenheit gewirkt haben, ob sie verstärkt oder verändert werden müssen.

Für den vorliegenden Ernährungsbericht liegen Daten in ausreichendem Umfang vor, um Ergebnisse sowohl von Querschnitts- als auch von Trendanalysen präsentieren zu können. Dennoch befindet sich die Analyse der Ernährungssituation in Deutschland mit diesem Ernährungsbericht voraussichtlich an einem Wendepunkt. Das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft plant nach der ersten Nationalen Verzehrsstudie (NVS) aus den 80er Jahren (3, 4, 5) die Durchführung einer zweiten Nationalen Verzehrsstudie (NVS), die unter Umständen sogar zu einem Monitoring-Instrument ausgebaut wird. Damit würden künftige Ernährungsberichte über ein wesentlich größeres Datenmaterial verfügen, als die meisten der bisherigen Berichte.

1.2.2 Methodische Vorbemerkungen⁵

An die Daten des Ernährungsberichts werden hohe Anforderungen gestellt. Sie sollen möglichst valide, repräsentativ, differenziert und aktuell sein. Bislang gibt es jedoch keine Quelle, die allen diesen Anforderungen auf gleichermaßen hohem Niveau gerecht wird. Traditionell löst der Ernährungsbericht dieses Problem, indem auf verschiedene Daten mit unterschiedlichen Stärken und Schwächen zurückgegriffen wird. Dieser Strategie bleibt auch der vorliegende Ernährungsbericht treu. Im Mittelpunkt stehen wieder die Daten der Agrarstatistik sowie der Einkommens- und Verbrauchsstichproben (EVS).

Die *Agrarstatistik* liefert Angaben über den (gesamtwirtschaftlichen) Lebensmittelverbrauch der Bevölkerung pro Kopf und Jahr. Die Daten stammen zum überwiegenden Teil aus statistischen Arbeiten des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, welche jährlich im Statistischen Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten veröffentlicht werden (vgl. z.B. [6, 7]). In der Agrarstatistik wird für verschiedene

⁴ Bearbeiter: Gedrich, Kurt; Karg, Georg

⁵ Bearbeiter: Gedrich, Kurt; Karg, Georg

landwirtschaftliche Produkte, ausgehend von den Mengen inländischer Erzeugung zuzüglich der Importe und abzüglich der Exporte sowie unter Berücksichtigung von Veränderungen der Lagerbestände, die für die deutsche Bevölkerung in einem Jahr insgesamt für den Verbrauch verfügbare Menge errechnet. Das Ergebnis wird durch die Anzahl der Einwohner in dem betreffenden Jahr geteilt und als „pro Kopf und Jahr gesamtwirtschaftlich verbrauchte Lebensmittelmenge“ ausgewiesen.

Die Stärken der Daten der Agrarstatistik liegen zum einen in ihrer *Repräsentativität*, denn sie erfasst die gesamte in Deutschland für den Verbrauch verfügbare landwirtschaftliche Produktion ohne Beschränkung der Betrachtung auf bestimmte Verbraucherguppen wie beispielsweise auf private Haushalte. Zum anderen hat die Agrarstatistik eine hohe *Aktualität*. Ihre Daten werden vom zuständigen Bundesministerium relativ kurzfristig, d.h., bereits jeweils innerhalb etwa eines Jahres, bereitgestellt. Eine dritte Stärke der Agrarstatistik ist die gute *Vergleichbarkeit* ihrer Daten, da die Erfassung nach international festgelegten Standards und in regelmäßigen Abständen (d.h. jährlich) erfolgt.

Die Schwächen der Agrarstatistik hingegen betreffen zum einen die *Validität*: Sie liefert nur Angaben zur Gesamtheit der für den Verbrauch zur Verfügung stehenden Lebensmittelmengen, nicht aber zu den tatsächlich von den Menschen verzehrten Mengen. Darauf weisen die betreffenden Statistischen Jahrbücher deutlich hin. Bei Fleisch enthalten die ausgewiesenen Mengen z.B. noch gewisse Anteile für industrielle Verwertung sowie Knochen, an Haustiere verfütterte Mengen sowie Distributions- und Zubereitungsverluste. Zum anderen weisen die Daten der Agrarstatistik nur eine stark eingeschränkte *Differenziertheit* auf. Sie gelten jeweils nur für den Durchschnitt der gesamten Bevölkerung und geben keine Auskunft über die Variabilität des Verbrauchs in verschiedenen Personengruppen (z.B. Alters- und Geschlechtsgruppen).

Angeichts der genannten Stärken und Schwächen liefert die *Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS)* eine gute Ergänzung zur Agrarstatistik. Die EVS ist eine vom Statistischen Bundesamt regelmäßig durchgeführte Haushaltsbudget-Erhebung, in der private Haushalte für einen Zeitraum von 3 Monaten über ihre Einnahmen und Ausgaben berichten („Grobanschreibung“). Die Erhebung findet alle 5 Jahre statt, zuletzt im Jahr 2003. Die jüngsten für wissenschaftliche Auswertungen verfügbaren Daten stammen aus der EVS 1998, für den Ernährungsbericht 2000 wurden zuletzt die Daten der EVS 1993 ausgewertet.

Die Grundgesamtheit der EVS repräsentiert den Großteil der privaten Haushalte in Deutschland. Nicht berücksichtigt sind Personen ohne festen Wohnsitz und Personen, die in Gemeinschaftsunterkünften oder Anstalten (z.B. Seniorenheime) leben sowie Haushalte mit einem monatlichen Nettoeinkommen über 35 000 DM (bzw. ca. 17 900 €). Der Stichprobenumfang der EVS belief sich 1998 auf ca. 62 000 Haushalte. Etwa jeder 5. dieser Haushalte (20%ige Unterstichprobe) führt zusätzlich zur obligatorischen Grobanschreibung für jeweils einen Monat eine sogenannte „Feinanschreibung“ des mengen- und wertmäßigen (einzelwirtschaftlichen) Verbrauchs an „Nahrungs- und Genussmitteln“ durch (8, 9, 10, 11).

Die Stärken der EVS liegen zum einen bei ihrem großen Stichprobenumfang und ihrem detaillierten Erhebungsprogramm. Damit ermöglicht die EVS Auswertungen zu einem weiten Spektrum an Fragestellungen mit jeweils starker *Differenzierung*, insbesondere in Bezug auf verschiedene Personengruppen. Zum anderen ist die *Validität* der EVS-Daten im Vergleich zu den Daten der Agrarstatistik deutlich höher einzuschätzen, da die Erhebung wesentlich näher am Verbraucher erfolgt.

Differenziertheit und Validität können jedoch nur im Vergleich zur Agrarstatistik als Stärken der EVS genannt werden. Bei absoluter Betrachtung ist diese Bewertung nur eingeschränkt möglich:

Die hohe Differenziertheit der EVS-Daten gilt auf sachlicher Ebene nur für den Inner-Haus-Bereich. Hierzu liefert die EVS eine Aufschlüsselung des Konsums in mehr als 100 Lebensmittelgruppen. Der Außer-Haus-Bereich wird jedoch nur monetär und ohne lebensmittelbezogene Differenzierung erfasst. In der Vergangenheit wurde dieses Problem durch ergänzende Erhebungen zum Außer-Haus-Verzehr gelöst (vgl. [12, 13, 14]). Da diese Ergänzungserhebungen nicht für alle Einkommens- und Verbrauchsstichproben der vergangenen Jahre zur Verfügung stehen, wurde für den vorliegenden Ernährungsbericht erstmals ein Schätzverfahren entwickelt, das auf der Basis der Außer-Haus-Verzehrsausgaben für jeden Haushalt die entsprechenden Verzehrdaten nach Art und Menge liefert. Auf diese Weise ist es möglich, mit verhältnismäßig geringem Aufwand für jede EVS konsistente Daten zum Außer-Haus-Verzehr zu bestimmen.

Betrachtet man die Validität der EVS-Daten, so ist darauf hinzuweisen, dass es sich nicht unmittelbar um Verzehrdaten handelt, wie es für den Ernährungsbericht wünschenswert wäre, sondern um Daten über Lebensmitteleinkäufe (einschließlich unterstellter Käufe) von Haushalten. Somit sind einige Transformationen erforderlich, um die EVS-Daten für Zwecke des Ernährungsberichts nutzen zu können. Dies sind im Einzelnen:

- Transformation von Einkaufsmengen in tatsächliche Verzehrsmengen mit Hilfe von Korrekturfaktoren
- Transformation von haushaltsbezogenen in personenbezogene Mengen mit Hilfe eines ernährungsverhaltenswissenschaftlich fundierten ökonometrischen Schätzverfahrens. Dieses auf Nourney (15) zurückgehende Verfahren wurde erstmals für den Ernährungsbericht 1976 angewandt (16) und seither kontinuierlich weiterentwickelt (17, 18, 19, 20, 21). Dadurch hat die Validität der auf Basis der EVS geschätzten individuellen Verzehrdaten mittlerweile ein Niveau erreicht, das in verschiedener Hinsicht mit dem von direkten Verzehrerhebungen vergleichbar ist. Dies ist nicht zuletzt auch auf die Tatsache zurückzuführen, dass die EVS von den für Verzehrsstudien typischen Erhebungsproblemen wie *selection bias*, *underreporting* oder *Hawthorne-Effekt*⁶ wenig betroffen ist (vgl. [22]). Dennoch sollte bei der Betrachtung der im Folgenden vorgestellten Ergebnisse nicht übersehen werden, dass sie auf Schätzungen beruhen, die mit gewissen Ungenauigkeiten behaftet sind. Dies gilt insbesondere für die Gruppe der Kinder und Jugendlichen, da sich deren Ernährung innerhalb weniger Jahre erheblich ändert. Um diese Entwicklung zuverlässig erfassen zu können, fehlt jedoch eine adäquate Anzahl an Beobachtungen. Aus diesem Grund müssten Kinder in Erhebungen überrepräsentiert werden. Dies ist jedoch weder in der EVS noch in den meisten Verzehrsstudien der Fall und oft auf Grund des Erhebungsdesigns auch gar nicht möglich. Eine Lösung stellen daher separate Erhebungen zur Ernährung von Kindern dar (vgl. z. B. [23, 24, 25]).

⁶ *Selection bias*: Teilnehmer (responder) und Teilnahme-Verweigerer (non-responder) einer Verzehrerhebung unterscheiden sich in ihren Verzehrsgewohnheiten. Solcherart erhobene Daten sind nicht repräsentativ. *Underreporting*: Untersuchungsteilnehmer geben nicht alles an, was sie während des Untersuchungszeitraumes tatsächlich verzehren.

Hawthorne-Effekt: Jedes Verhalten wird durch die eigene bewusste Registrierung oder durch die merkbare Beobachtung von Dritten beeinflusst.

Eine kaum zu behebende Schwäche der EVS stellt ihre relativ geringe Aktualität dar. Diese hat im Wesentlichen zwei Gründe. Zum einen liegen zwischen Abschluss der Erhebung und der Datenbereitstellung für die Wissenschaft durch das Statistische Bundesamt oft mehr als 2 Jahre. Zum anderen wird die EVS nur alle 5 Jahre durchgeführt. So konnte beispielsweise die EVS 1993 erst für den Ernährungsbericht 2000 ausgewertet werden, und für den vorliegenden Ernährungsbericht sind keine aktuelleren Daten als jene der EVS 1998 verfügbar, obwohl die Erhebung der EVS 2003 beim Erscheinen dieses Berichts bereits abgeschlossen ist.

Angesichts des Stärken- und Schwächen-Profiles der für diesen Ernährungsbericht verfügbaren Daten wird deutlich, dass sich die EVS vor allem für differenzierte Querschnittsanalysen eignet. Sie lässt sich auf Grund des neu entwickelten Verfahrens zur Schätzung des Außer-Haus-Verzehrs nun jedoch auch verwenden, um gewisse Trends im Ernährungsverhalten zu analysieren. Will man bei diesen Trendanalysen einen möglichst aktuellen Bezug, so sind die Daten der Agrarstatistik zu bevorzugen.

Auf Grund dieser Gegebenheiten basieren die im Folgenden vorgestellten Querschnittsanalysen zu Lebensmittelverzehr und Nährstoffzufuhr auf den Daten der EVS 1998. Für die Trendanalysen werden auf Lebensmittelebene die Daten der Agrarstatistik herangezogen. Zur Untersuchung von Trends in der Nährstoffzufuhr scheint die Agrarstatistik jedoch auf Grund ihrer verbraucherfernen Erfassung weniger geeignet, weshalb hierzu die Daten der Einkommens- und Verbrauchsstichproben von 1988 (früheres Bundesgebiet), 1993 und 1998 Verwendung finden.

1.2.3 Ergebnisse⁷

Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse sind gegliedert nach Querschnitts- und Trendanalysen. Erstere zeigen Daten zur Ernährungssituation 1998 und letztere zur Entwicklung der Ernährungssituation während der vergangenen Jahre bzw. Jahrzehnte. Beide Abschnitte sind weiter untergliedert in lebensmittelbezogene und nährstoffbezogene Betrachtungen.

1.2.3.1 Querschnittsanalysen

1.2.3.1.1 Lebensmittelebene

Anfang der 90er Jahre wurde vielfach angenommen, dass sich die Ernährungsgewohnheiten in den neuen und alten Ländern rasch angleichen würden. Inzwischen wird klar, dass dies nicht zutrifft. Obwohl regionale Verzehrunterschiede in Deutschland allgemein üblich sind (vgl. [26]), zeigen sich die deutlichsten Unterschiede weiterhin zwischen den alten und neuen Ländern. Clusteranalysen⁸ mit den mittleren Verzehrsmengen der EVS 1998 (adjustiert für Haushaltszusammensetzung) bestätigen weitgehend die im Ernährungsbericht 2000 (22) auf Basis der EVS 1993 präsentierten Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen den Verzehrsgewohnheiten in den einzelnen Ländern. Auf Grund dieser Ergebnisse erscheint es weiterhin erforderlich, bei Auswertungen zum Lebensmittelverzehr zwischen alten und neuen Ländern zu unterscheiden.

⁷ Bearbeiter: Gedrich, Kurt; Wagner, Kornelius; Karg, Georg

⁸ Die Clusteranalyse ist ein statistisches Verfahren zur Gruppierung von Objekten (z.B. Ländern) basierend auf Ähnlichkeiten bestimmter Merkmale (z.B. mittlerer Verzehrsmengen von Lebensmittelgruppen).

Tabelle 1/1: Mittlerer täglicher Verzehr von Lebensmittelgruppen (gerundete Werte in g/Person und Tag) nach Geschlecht, Alter und Gebiet (AL = alte Länder, NL = neue Länder)
a) männliche Personen

Lebensmittelgruppen	Alter der Personen																Durchschnitt	
	4 bis unter 7 Jahre		7 bis unter 10 Jahre		10 bis unter 13 Jahre		13 bis unter 15 Jahre		15 bis unter 19 Jahre		19 bis unter 25 Jahre		25 bis unter 51 Jahre		51 bis unter 65 Jahre		65 Jahre und älter	
	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL
1 Fleisch	29	30	28	32	33	35	41	50	49	55	55	63	63	75	77	94	72	81
2 Wurstwaren u. Fleischerzeugnisse	31	33	30	34	36	39	40	43	43	53	48	56	70	87	88	102	83	92
3 Fisch u. Fischwaren	6	7	6	9	7	8	9	11	8	10	6	9	18	21	26	32	29	40
4 Eier	10	9	13	15	14	14	17	15	19	21	18	19	19	20	24	24	25	20
5 Milch	167	150	185	166	202	186	225	198	259	208	231	204	160	148	138	134	149	181
6 Milcherzeugnisse	38	33	45	37	43	37	44	42	58	60	67	58	64	62	58	61	60	67
7 Käse u. Quark	19	16	25	21	27	22	32	26	37	29	36	30	39	33	45	40	48	45
8 Butter	12	15	11	11	12	14	15	17	15	16	12	15	13	15	14	17	16	16
9 Margarine	2	4	6	12	7	14	9	17	12	24	11	22	13	25	15	28	16	26
10 Andere Speisefette u. -öle	5	5	5	3	5	4	7	6	8	6	10	6	8	6	9	7	11	9
11 Einheimisches Frischobst	49	61	52	55	66	67	68	98	48	59	39	37	55	65	116	128	125	159
12 Frische Südfrüchte	20	20	18	21	27	30	33	39	30	41	27	36	32	36	50	54	60	70
13 Obstprodukte*	13	16	18	20	18	19	20	19	24	34	20	21	17	16	23	26	25	30
14 Frischgemüse**	51	61	62	67	63	70	64	64	54	51	73	75	92	88	124	131	163	163
15 Gemüseprodukte	12	12	9	12	12	15	19	23	29	34	34	40	37	43	39	59	40	60
16 Kartoffeln u. Kartoffelprodukte	40	37	48	44	83	69	105	128	93	91	118	116	109	115	141	182	209	207
17 Brot u. Backwaren	93	108	107	133	115	132	124	164	147	190	139	160	142	178	162	201	174	212
18 Nahrungsmittel, Gewürze u.a. LM***	67	49	83	62	104	68	127	80	127	82	103	69	80	57	69	56	93	75
19 Zucker	14	17	18	18	18	18	21	18	24	20	20	18	20	18	26	24	30	27
20 Honig, Marmelade u. Konfitüre	5	6	4	5	6	8	8	13	7	10	5	6	7	9	10	12	11	10
21 Schokolade u. Süßwaren	46	40	59	44	63	49	69	48	60	48	47	36	43	33	36	33	42	44
22 Kaffee u. Tee	96	124	154	246	228	366	349	627	417	697	372	469	492	555	647	708	668	776
23 Alkoholfreie Getränke	292	254	341	304	441	386	544	553	627	563	657	607	587	505	482	423	427	390
24 Alkoholisches Getränke****	-	-	-	-	-	-	-	-	19	24	35	52	342	449	475	579	390	419

* einschließlich Schalenobst und Tiefkühlprodukte

** einschließlich Tiefkühlprodukte

*** z.B. Suppen, Soßen, Würzen, Ketchup, Backhefe und andere Backzutaten, Säuglings- und Kleinkindernahrung

**** Die verfügbaren Daten lassen keine valide Schätzung des Alkoholkonsums von Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen zu (vgl. S. 28f, 65).

Tabelle 1/1: Mittlerer täglicher Verzehr von Lebensmittelgruppen (gerundete Werte in g/Person und Tag) nach Geschlecht, Alter und Gebiet (AL = alte Länder, NL = neue Länder)
b) weibliche Personen

Lebensmittelgruppen	Alter der Personen																Durchschnitt
	4 bis unter 7 Jahre		7 bis unter 10 Jahre		10 bis unter 13 Jahre		13 bis unter 15 Jahre		15 bis unter 19 Jahre		19 bis unter 25 Jahre		25 bis unter 51 Jahre		51 bis unter 65 Jahre		65 Jahre und älter
	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	
1 Fleisch	16	21	25	22	26	31	27	32	34	40	34	35	59	66	77	93	63 74
2 Wurstwaren u. Fleischerzeugnisse	26	28	33	40	34	37	30	34	27	32	34	38	54	65	57	65	53 62
3 Fisch u. Fischwaren	8	11	4	6	3	3	3	5	8	10	6	7	9	11	12	15	12 18
4 Eier	14	12	11	9	12	14	13	13	17	21	17	16	16	18	23	24	24 20
5 Milch	179	147	167	142	162	152	176	148	178	145	153	139	135	115	141	131	149 128
6 Milcherzeugnisse	37	34	36	27	48	50	60	59	63	61	69	59	70	62	83	80	81 84
7 Käse u. Quark	20	20	24	20	28	24	31	23	36	28	39	32	47	39	57	50	45 44
8 Butter	12	11	10	12	11	13	11	16	13	14	11	13	11	13	21	25	22 22
9 Margarine	3	6	6	11	7	13	8	14	9	20	10	18	9	18	8	16	11 17
10 Andere Speisefette u. -öle	5	3	3	2	6	4	8	6	6	3	4	3	5	3	8	6	7 7
11 Einheimisches Frischobst	56	53	62	63	61	76	58	61	62	76	61	79	82	99	136	171	120 141
12 Frische Süßfrüchte	33	34	23	23	25	41	33	52	31	39	41	50	53	66	71	77	60 75
13 Obstprodukte*	14	19	14	15	14	20	16	23	16	21	16	21	9	8	16	19	19 27
14 Frischgemüse**	86	83	90	84	77	77	73	72	94	85	114	107	157	153	203	206	140 141
15 Gemüseprodukte	12	14	16	18	22	25	29	34	29	28	31	29	32	36	32	39	28 42
16 Kartoffeln u. Kartoffelprodukte	37	30	57	52	92	97	101	87	83	68	77	76	107	111	130	150	129 132
17 Brot u. Backwaren	74	84	86	99	106	129	114	134	112	139	108	123	131	163	133	171	139 175
18 Nahrungsmittel, Gewürze u.a. LM***	62	52	76	50	88	66	100	76	118	84	107	71	106	78	82	59	65 48
19 Zucker	11	13	15	12	14	14	15	14	21	21	17	13	7	6	21	21	29 24
20 Honig, Marmelade u. Konfitüre	6	8	5	6	5	6	6	7	5	9	5	10	4	4	12	14	14 15
21 Schokolade u. Süßwaren	49	37	49	39	61	48	65	54	63	48	58	46	65	50	55	48	53 52
22 Kaffee u. Tee	82	167	180	323	276	478	359	515	371	323	400	357	632	588	588	567	562 557
23 Alkoholfreie Getränke	306	242	243	191	360	331	454	390	496	439	550	497	528	445	465	397	379 307
24 Alkoholische Getränke****	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	48	66	181	219	155	162	86 76
																	115 137

* einschließlich Schalenobst und Tiefkühlprodukte

** einschließlich Tiefkühlprodukte

*** z.B. Suppen, Soßen, Würzen, Ketchup, Backhefe und andere Backzutaten, Säuglings- und Kleinkindernahrung

**** Die verfügbaren Daten lassen keine valide Schätzung des Alkoholkonsums von Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen zu (vgl. S. 28f, 65).

1.2.3.1.1 Lebensmittelverzehr in den alten und neuen Bundesländern

Tabelle 1/1 (vgl. S. 26 - 27) zeigt die aus der EVS 1998 errechneten mittleren Verzehrsmengen an 24 Lebensmittelgruppen differenziert nach Geschlecht und Alter der Personen sowie dem Gebiet ihres Wohnorts.⁹ Im Vergleich zu früheren EVS-Auswertungen im Ernährungsbericht ist hier zu beachten, dass die Mengen an Kaffee und Tee nicht mehr als Pulver angegeben sind, sondern mit Hilfe von Umrechnungsfaktoren des pan-europäischen DAFNE-Projekts¹⁰ (27, 28) in Getränkemengen umgerechnet wurden.¹¹

Bei Betrachtung von Tabelle 1/1 wird deutlich, dass in den neuen Ländern im Vergleich zu den alten durchschnittlich mehr Fleisch, Wurstwaren und Fleischerzeugnisse, Fisch, Butter, Margarine, einheimisches Frischobst, frische Südfrüchte, Gemüseprodukte, Brot und Backwaren, Honig, Marmelade und Konfitüre, Kaffee und Tee sowie alkoholische Getränke verzehrt werden. Umgekehrt ist in den alten Ländern zumeist der Verzehr von Milch, Käse und Quark, anderen Speisefetten und -ölen, Nahrungsmitteln, Schokolade und Süßwaren sowie alkoholfreien Getränken höher als in den neuen Ländern.

Beim Vergleich der Verzehrsmengen von männlichen und weiblichen Personen zeigt sich, dass männliche Personen in (fast) allen Altersgruppen von folgenden Lebensmittelgruppen durchschnittlich größere Mengen verzehren als weibliche: Fleisch, Wurstwaren und Fleischerzeugnisse, Fisch, Milch, Margarine und Zucker sowie alkoholische und alkoholfreie Getränke. Bei den Lebensmittelgruppen Milcherzeugnisse, Käse und Quark sowie frische Südfrüchte und Frischgemüse (auch TK) übertrifft jedoch der Verzehr der weiblichen Personen tendenziell den der männlichen.

Vergleicht man schließlich die mittleren Verzehrsmengen der einzelnen Altersgruppen, so zeigen sich die größten Verzehrsmengen meist bei den Personen ab 51 Jahren (z.B. Fleisch, Wurstwaren und Fleischerzeugnisse, Fisch, Eier, Käse und Quark, Frischobst, Kartoffeln und Kartoffelprodukte, Brot und Backwaren, Zucker). Eine deutliche Abweichung von dieser Regel ergibt sich für die Lebensmittelgruppe „Nahrungsmittel, Gewürze u.a. Lebensmittel“, die von Jugendlichen und jungen Erwachsenen (insbesondere in den alten Ländern) die stärkste Präferenz erfährt. Bei Milch beispielsweise sind hingegen nur relativ geringe Verzehrunterschiede zwischen den Altersgruppen erkennbar.

Auffallend niedrig sind die Werte für den Konsum alkoholischer Getränke bei Personen unter 25 Jahren. Dies ist jedoch auf das Verfahren zur Schätzung des Außer-Haus-Verzehrs zurückzuführen, das hier erstmals allein auf den verfügbaren EVS-Daten basiert und nicht wie bisher auf Daten aus separaten Erhebungen beruht. Der Vorteil dieses neuen Verfahrens liegt darin, dass für jede EVS vergleichbare Daten zum Außer-Haus-Verzehr erzeugt werden können, sodass konsistente Trendanalysen möglich werden. Detaillierte empirische Untersuchungen zur Validität der Schätzungen des Außer-Haus-Verzehrs stehen noch aus. Auf Grund theoretischer Überlegungen erscheint dennoch eine gewisse Abschätzung der Validität möglich: Ausgangspunkt der Schätzung ist die Annahme, dass der Inner-Haus-Verzehr von einem Lebensmittel um so geringer ist, je höher die Ausgaben für den Außer-Haus-Verzehr sind. Dies impliziert, dass der Außer-Haus-Verzehr eine reine

⁹ Rechnet man die Verzehrsmengen aus Tabelle 1/1 auf eine Lebenserwartung von 75 Jahren bei Männern bzw. 81 Jahren bei Frauen hoch, so ergibt sich im Verlauf eines Lebens pro Person ein Gesamtverzehr von ca. 50 t Lebensmitteln einschließlich Getränken, wobei jedoch der Verzehr von Leitungswasser nur unvollkommen erfasst ist.

¹⁰ „Data Food Networking“ (DAFNE)

¹¹ Hierbei wurde angenommen, dass jeweils 60 g Kaffeepulver bzw. 10 g Teepulver einen Liter Getränk ergeben.

Substitution des Inner-Haus-Verzehrs darstellt. Die erzielten Ergebnisse zeigen, dass diese Annahme für die meisten Lebensmittelgruppen zutreffend ist. Aber bei einigen Lebensmittelgruppen, insbesondere bei alkoholischen Getränken, ist der Außer-Haus-Verzehr kein Ersatz für den Inner-Haus-Verzehr. Vielmehr erfolgen beide weitgehend unabhängig voneinander - mit der Konsequenz, dass das Schätzverfahren den Außer-Haus-Verzehr für diese Lebensmittelgruppen unterschätzt. Da Personen unter 25 Jahren Alkohol zu einem erheblichen Teil außer Haus trinken, sind sie von dieser Unterschätzung besonders betroffen. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse entsprechend berücksichtigt werden.

1.2.3.1.1.2 Lebensmittelverzehr in den einzelnen Bundesländern

Abbildung 1/1 (S. 31) zeigt exemplarisch für 8 ausgewählte Lebensmittel, wie stark die *regionalen Verzehrunterschiede* teilweise ausfallen können. Dargestellt sind jeweils die mittleren Verzehrsmengen in den einzelnen Ländern, adjustiert für Alter und Geschlecht (Least Squares Means), um der unterschiedlichen Bevölkerungsstruktur in den einzelnen Ländern gerecht zu werden. Zum Vergleich ist jeweils auch der durchschnittliche Verzehr auf Bundesebene dargestellt.

Der adjustierte durchschnittliche Rindfleischverzehr variiert zwischen 3,7 g pro Person und Tag in Mecklenburg-Vorpommern und 10,0 g pro Person und Tag in Hessen, während der Bundesdurchschnitt bei 7,9 g pro Person und Tag liegt. Ein zum Rindfleischverzehr nahezu komplementäres Bild ergibt sich bei der Betrachtung des Schweinefleischverzehrs. In Ländern mit hohem Rindfleischverzehr ist zumeist der Schweinefleischverzehr relativ niedrig (z.B. Schleswig-Holstein, Hamburg und Hessen) bzw. umgekehrt (z.B. Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Sachsen). Beachtet man jedoch die absolute Höhe der Verzehrsmengen, so wird deutlich, dass Schweinefleisch in allen Ländern die bevorzugte Fleischart darstellt.

Ein ähnliches Bild wie für den Schweinefleischverzehr zeigt sich für den Verzehr von Wurstwaren (einschließlich Fleischerzeugnissen). Überdurchschnittlich hohe adjustierte durchschnittliche Verzehrsmengen finden sich mit der Ausnahme von Baden-Württemberg im Süden und im Osten Deutschlands mit Werten von über 50 g pro Person und Tag, während die Werte im Norden und Westen zwischen 30 g und 40 g pro Person und Tag liegen.

Für den Verzehr von Fisch bestätigt sich die Erwartung, dass die Verzehrsmengen von Norden nach Süden abnehmen. Während in Hamburg und Berlin (West) durchschnittlich knapp 20 g pro Person und Tag verzehrt werden (adjustiert), erreichen Personen in Rheinland-Pfalz, Hessen, Baden-Württemberg und Bayern nur Werte zwischen 10 g und 12 g pro Person und Tag. Eine Ausnahme bildet Sachsen mit einem relativ hohen adjustierten durchschnittlichen Fischverzehr in Höhe von 17 g pro Person und Tag.

Betrachtet man den Käse-Verzehr, so wird dessen komplementäre Beziehung zum Verzehr von Wurstwaren deutlich: In Ländern mit hohem Verzehr von Wurstwaren (insbesondere in den neuen Ländern und Bayern) ist der adjustierte Käseverzehr mit durchschnittlich ca. 20 g bis 22 g pro Person und Tag relativ gering, während er umgekehrt in jenen Ländern hoch ist (ca. 27 g bis 29 g pro Person und Tag), in welchen relativ wenig Wurstwaren verzehrt werden (Schleswig-Holstein, Hamburg, Bremen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Berlin [West]).

Auch beim Konsum alkoholischer Getränke sind erhebliche regionale Unterschiede erkennbar. So werden im Süden Deutschlands sehr viel geringere Mengen an Spirituosen¹² getrunken (durchschnittlich ca. 5 g pro Person und Tag [adjustiert]) als in den übrigen Ländern (8 g bis 15 g pro Person und Tag [adjustiert]).

Bei Traubenweinen stechen die beiden Weinanbau-Länder Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg sowie Hamburg und Berlin (West) hervor mit adjustierten durchschnittlichen Verzehrsmengen von 40 g bis 50 g pro Person und Tag. In den übrigen Ländern werden durchschnittlich meist weniger als 30 g pro Person und Tag (adjustiert) genossen. Bier schließlich findet, ähnlich wie Wurstwaren, den größten Zuspruch in den neuen Ländern sowie in Bayern und im Saarland mit adjustierten mittleren Verzehrsmengen zwischen 150 g (Berlin [Ost]) und 200 g pro Person und Tag (Sachsen). Für die übrigen Länder liegen die Werte zwischen 100 g (Schleswig-Holstein) und 140 g pro Person und Tag (Nordrhein-Westfalen).

1.2.3.1.2 Nährstoffebene

Mit Hilfe des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS) Version II.3 wurden die im vorangegangenen Abschnitt vorgestellten Verzehrdaten in Nährstoffzufuhrdaten umgerechnet. Bei einem Vergleich dieser Werte zwischen den alten und neuen Ländern (wiederum adjustiert für Alter und Geschlecht) ergaben sich für die meisten Nährstoffe statistisch signifikante Unterschiede. Ausnahmen bildeten lediglich Kohlenhydrate (insgesamt), Ballaststoffe (insgesamt sowie wasserunlösliche Ballaststoffe, darunter Cellulose und Lignin), Vitamin K, Niacin und Folat sowie Kalium und Phosphor. Aus diesem Grund werden im Folgenden alle Ergebnisse zur Nährstoffzufuhr differenziert nach alten und neuen Ländern dargestellt.

Tabelle 1/2 (S. 34 - 35) zeigt zunächst die Werte zur mittleren Zufuhr an *Nahrungsenergie* und den *Anteilen energieliefernder Nährstoffe*. Die Daten sind außer nach alten und neuen Ländern weiter aufgeschlüsselt nach Geschlecht, Alter und der Art der verzehrten Lebensmittel (pflanzlichen oder tierischen Ursprungs¹³).

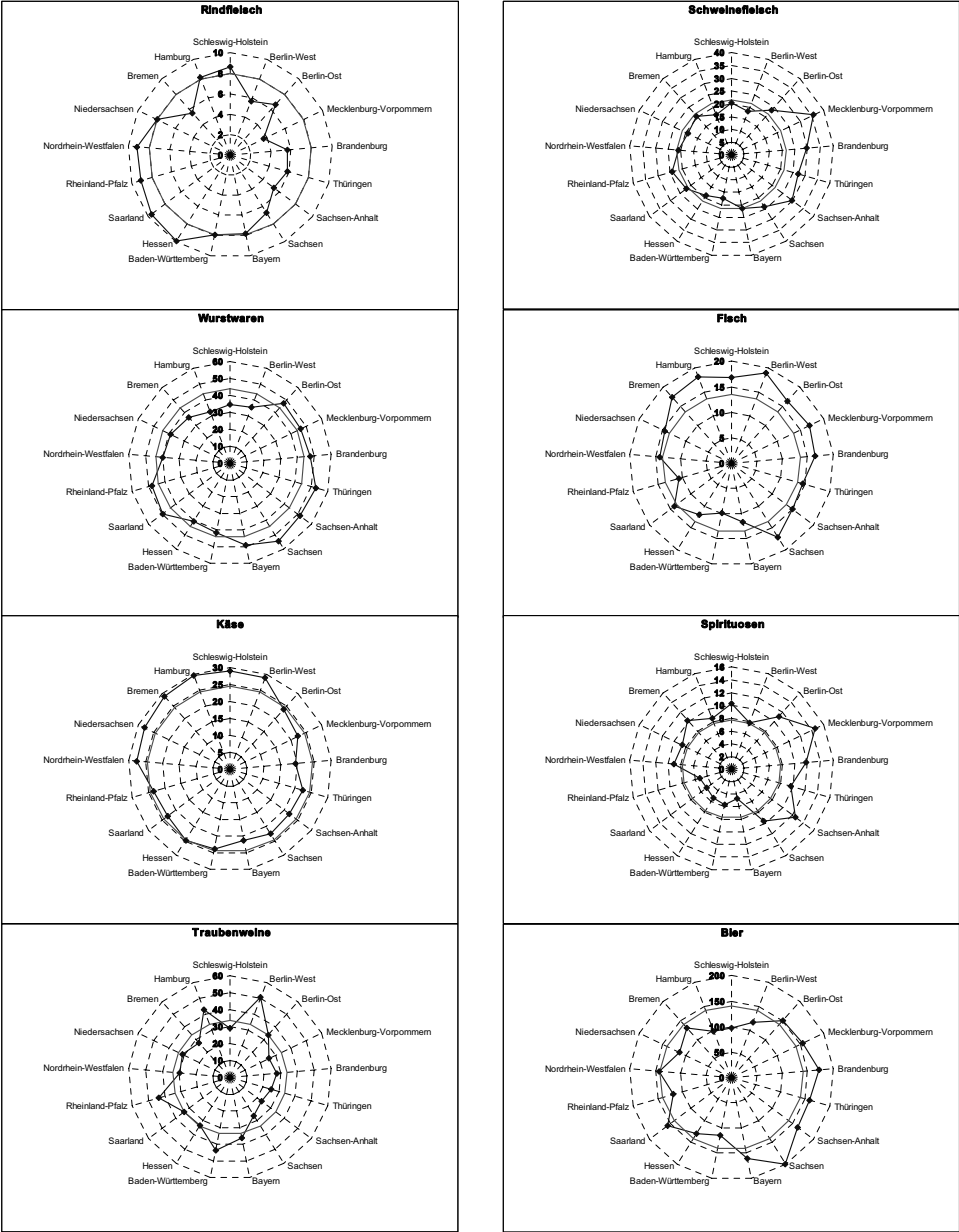
Die höchste Energiezufuhr findet sich bei den Männern in der Altersgruppe ab 65 Jahren und bei den Frauen in der Gruppe der 51- bis unter 65-Jährigen. Bei allen Personengruppen überwiegen pflanzliche Lebensmittel als Energielieferanten. Sie machen im Durchschnitt mehr als zwei Drittel der Energiezufuhr aus, wobei mit Ausnahme der Personen über 65 Jahren der prozentuale Anteil pflanzlicher Lebensmittel an der Energiezufuhr in den alten Ländern geringfügig höher liegt als in den neuen Ländern.

Unterscheidet man bei der Energiezufuhr nach der Art der energieliefernden Nährstoffe, so wird deutlich, dass der Fettanteil je nach Personengruppe zwischen 33 % und 38 % liegt. Im Durchschnitt ist der Fettanteil an der Energiezufuhr bei männlichen und weiblichen Personen etwa gleich hoch, in den neuen Ländern jedoch um ca. zwei Prozentpunkte höher als in den alten Ländern. Wird die Fettzufuhr nach der Art der aufgenommenen Fettsäuren weiter aufgeschlüsselt, so wird erkennbar, dass gesättigte Fettsäuren den größten Anteil haben. Bei männlichen Personen liefern sie ca. 14 %, bei weiblichen Personen ca. 15 % der Gesamtenergiezufuhr.

¹² Spirituosen: Branntweine aus Wein (z.B. Cognac, Weinbrand), Kornbranntweine (z.B. Korn, Doppelkorn), Liköre (z.B. Bitter-, Kräuter-, Eierliköre) und andere Spirituosen wie Rum, Whisky, Wodka, Gin und Spirituosenmischgetränke mit einem Alkoholgehalt von mehr als 6 %

¹³ Als Lebensmittel tierischen Ursprungs zählen die Lebensmittelgruppen 1 bis 8 von Tabelle 1/1. Die übrigen Lebensmittelgruppen werden als pflanzlich betrachtet.

Abbildung 1/1: Vergleich der mittleren Verzehrsmengen ausgewählter Lebensmittel in den Ländern, adjustiert für Alter und Geschlecht (in g/Person und Tag)



◆ Durchschn. Verzehrsmenge — Bundesdurchschnitt

Der Anteil der Kohlenhydrate an der Energiezufuhr sinkt tendenziell mit zunehmendem Alter. Er erreicht nur bei den Personen unter 25 Jahren Werte von 50 %. Umgekehrt steigt der Alkoholanteil an der Energiezufuhr und erreicht sein Maximum bei Männern in der Gruppe der 51- bis unter 65-Jährigen mit durchschnittlich 7 %. Bei Frauen hat die Gruppe der 25- bis unter 51-Jährigen den höchsten Alkoholanteil an der Energiezufuhr mit durchschnittlich ca. 3 % (alte Länder) bzw. 4 % (neue Länder).

In Tabelle 1/3 (S. 36 - 37) finden sich die Ergebnisse zur mittleren täglichen Zufuhr von *Energie, energieliefernden Nährstoffen, Cholesterol, Ballaststoffen und Purinen*, differenziert nach Geschlecht, Alter und Gebiet. Im Durchschnitt über alle Altersgruppen sind die Werte bei den weiblichen Personen meist niedriger als bei den männlichen (Ausnahmen: wasserunlösliche Ballaststoffe, darunter Cellulose und Lignin) und in den alten Ländern niedriger als in den neuen Ländern (Ausnahmen: Polysaccharide bei männlichen und weiblichen Personen sowie Kohlenhydrate [insgesamt] bei weiblichen Personen). Auffällig ist ferner, dass sich die Unterschiede bei der durchschnittlichen Energiezufuhr der einzelnen Personengruppen in den alten und neuen Ländern mit dem Alter systematisch verändern. Bei jüngeren Personen ist die durchschnittliche Energiezufuhr in den alten Ländern höher als in den neuen. Mit zunehmendem Alter wendet sich jedoch dieses Verhältnis und bei Männern ab 25 Jahren bzw. Frauen ab 51 Jahren ist die durchschnittliche Energiezufuhr in den neuen Ländern höher als in den alten.

Die Werte zur durchschnittlichen Zufuhr an Mengen- und Spurenelementen sowie Vitaminen sind in Tabelle 1/4 (S. 38 - 39) aufgelistet. Es erfolgt wiederum eine Differenzierung nach Geschlecht, Alter und Gebiet. Auch bei diesen Nährstoffen sind die Zufuhrwerte in den neuen Ländern oftmals höher als in den alten Ländern. Dies gilt insbesondere für die männlichen Personen, bei denen nur die Zufuhr an Calcium, Magnesium und Mangan in den alten Ländern höher liegt als in den neuen. Bei den weiblichen Personen sind die durchschnittlichen Zufuhrwerte in den neuen Ländern für alle Nährstoffe außer Kalium, Calcium, Magnesium, Mangan, Phosphor und Vitamin K höher als in den alten. Insgesamt ist also in den neuen Ländern im Vergleich zu den alten Ländern eine bessere Vitaminversorgung festzustellen. Bei Mengen- und Spurenelementen ergibt sich kein so klares Bild. Tendenziell ist jedoch bei männlichen Personen die durchschnittliche Versorgung der Personen in den neuen Ländern besser als in den alten (nennenswerte Ausnahmen bilden Calcium und vor allem Magnesium) und bei weiblichen Personen in den alten Ländern besser als in den neuen.

Beim Vergleich der Nährstoffzufuhr männlicher und weiblicher Personen wäre zu erwarten, dass männliche Personen im Vergleich zu weiblichen auf Grund ihrer höheren Energiezufuhr (s. Tab. 1/2 bzw. 1/3) absolut gesehen auch größere Nährstoffmengen aufnehmen. Dies ist jedoch insbesondere in den alten Ländern nicht immer zutreffend. Hier haben weibliche Personen im Durchschnitt beispielsweise eine höhere Zufuhr an Kalium, Calcium, Mangan und Folat. Ferner ist sowohl in den alten als auch in den neuen Ländern die Zufuhr an Vitamin A, β -Carotin, Vitamin K und Vitamin C von weiblichen Personen im Durchschnitt höher als von männlichen. Dies deutet auf eine insgesamt höhere Nährstoffdichte der Ernährung der weiblichen Personen, insbesondere in den alten Ländern, hin.

Der Tradition vorangegangener Ernährungsberichte folgend zeigt Tabelle 1/5 (vgl. S. 40 - 41) zur Erleichterung einer Beurteilung der Nährstoffversorgung die Werte der durchschnittlichen Zufuhr an Energie und Nahrungsinhaltsstoffen im Verhältnis zu den entsprechenden D-A-CH-Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr (29). Dabei ist jedoch zu beachten, dass diese Werte im Wesentlichen Zufuhrempfehlungen und keine Bedarfsangaben darstellen. Demnach ist bei Überschreitung der D-A-CH-Referenzwerte von einer nahezu gesicherten Bedarfsdeckung auszugehen, während bei Unterschreitungen keine gesicherten Aussagen über die Deckung der Nährstoffbedarfe möglich sind. Eine detaillierte Auseinandersetzung mit den präsentierten Ergebnissen erfolgt im Rahmen der ernährungsphysiologischen Bewertung (s. Abschnitt 1.2.4, S. 60ff).

Tabelle 1/2: Mittlere tägliche Energiezufuhr und Anteil energieliefernder Nährstoffe (gerundete Werte) nach Geschlecht, Alter, Gebiet (AL = alte Länder, NL = neue Länder) und Art der Lebensmittel (EVS 1998)
a) männliche Personen

Energie und energieliefernde Nährstoffe		Alter der Personen																65 Jahre und älter		Durchschnitt																	
		4 bis unter 7 Jahre				7 bis unter 10 Jahre				10 bis unter 13 Jahre				13 bis unter 15 Jahre								15 bis unter 19 Jahre				19 bis unter 25 Jahre				25 bis unter 51 Jahre				51 bis unter 65 Jahre			
		AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL					AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL		
Energie	MJ/Pers. u. Tag insges. aus pflanzl. Produkten aus tierischen Produkten	6,2	6,0	7,2	7,2	8,6	8,0	10,0	9,7	10,5	10,4	9,8	9,5	10,1	10,7	11,2	12,4	12,2	13,0	9,9	10,5																
		4,3	4,1	5,2	5,2	6,4	5,7	7,4	7,1	7,6	7,5	6,9	6,5	7,1	7,3	7,7	8,6	8,6	9,2	7,0	7,3																
% Protein	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	1,9	1,9	2,0	2,0	2,2	2,2	2,6	2,6	2,9	2,9	2,8	2,9	3,1	3,4	3,5	3,9	3,6	3,8	2,9	3,2																
		12,4	11,9	12,2	12,1	12,2	12,0	12,4	12,3	12,8	12,5	13,4	13,6	13,7	13,4	13,9	13,6	13,3	13,2	13,4	13,2																
% Fett	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	35,6	37,6	35,0	36,3	34,1	36,5	34,0	35,4	34,7	37,0	35,6	37,8	35,5	37,3	34,8	36,7	35,2	36,4	35,2	37,0																
		45,0	42,9	48,8	50,7	51,2	49,7	50,5	50,0	51,9	49,3	48,0	45,5	45,5	42,9	45,3	46,3	48,5	46,0	46,9	45,3																
% Gesätt. Fettsäuren	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	55,0	57,1	51,2	49,3	48,8	50,3	49,5	49,3	50,0	48,1	50,7	52,0	54,5	54,5	57,1	54,7	53,7	51,5	54,0	53,1																
		14,8	16,1	14,3	14,7	13,6	14,7	13,5	14,1	13,8	14,5	14,0	14,9	13,8	14,4	13,3	13,9	13,4	13,8	13,7	14,3																
% Einf. unges. Fettsäuren	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	32,4	31,9	35,3	39,5	37,2	36,9	35,9	37,9	35,4	38,9	34,3	34,6	32,2	34,1	30,2	34,1	33,0	36,8	32,5	35,2																
		67,6	68,1	64,7	60,5	62,8	63,1	64,1	62,1	64,6	61,1	65,7	65,4	67,8	65,9	69,8	65,9	67,0	63,2	67,5	64,8																
% Mehrf. unges. Fettsäuren	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	12,0	12,7	11,8	12,6	11,2	12,5	11,1	12,1	11,6	13,0	11,7	13,3	12,1	13,5	12,2	13,1	12,1	12,8	12,0	13,1																
		41,9	39,7	46,7	48,8	47,4	47,3	46,4	48,3	47,0	50,2	44,4	45,7	40,9	42,7	38,4	41,5	41,8	44,8	41,6	43,9																
% Kohlenhydrate	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	58,1	60,3	53,3	51,2	52,6	52,7	53,6	51,7	53,0	49,8	55,6	54,3	59,1	57,3	61,6	58,5	58,1	55,2	58,4	56,1																
		6,2	6,2	6,3	6,4	6,6	6,6	6,8	6,6	6,7	6,9	7,3	7,1	6,8	6,8	7,0	6,2	6,4	5,7	5,6	5,3	7,1	7,3	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9				
% Monosaccharide	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	77,2	74,8	79,4	76,9	81,6	78,8	82,1	79,4	81,9	80,2	82,3	78,6	76,6	73,0	73,5	72,5	76,4	75,2	77,0	74,7																
		22,8	25,2	20,6	23,1	18,4	21,2	17,9	20,6	18,1	19,8	17,7	21,4	23,4	27,0	26,5	27,5	23,6	24,8	23,0	25,3																
% Disaccharide	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	51,2	49,6	52,1	50,9	52,9	50,6	52,8	51,4	51,4	49,3	49,5	46,9	45,0	42,2	43,5	41,7	45,1	43,8	46,3	44,2																
		93,0	93,1	93,3	93,6	94,2	93,8	94,5	94,5	93,6	93,7	93,1	93,0	93,8	93,6	94,3	94,4	94,7	94,3	93,9	93,9																
% Saccharose	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	7,0	6,9	6,7	6,4	5,8	6,2	5,5	5,5	6,4	6,3	6,9	7,0	6,2	6,1	6,4	5,7	5,6	5,3	6,1	6,1																
		6,4	6,3	6,2	6,6	7,5	7,8	7,8	7,8	6,9	6,8	7,5	6,8	7,1	6,1	6,1	6,7	6,1	6,5	6,6	6,5																
% Polysaccharide	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	97,6	97,7	97,8	98,0	98,5	98,5	98,8	98,8	98,4	98,2	97,9	97,9	97,6	97,5	97,9	97,8	98,1	98,0	97,9	97,8																
		2,4	2,3	2,2	2,0	1,5	1,5	1,2	1,2	1,6	1,8	2,1	2,1	2,4	2,5	2,1	2,2	1,9	2,0	2,1	2,2																
% Alkohol	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	19,1	20,3	19,1	18,8	18,0	18,3	17,6	17,5	17,6	17,0	16,1	15,9	14,4	13,5	13,6	13,0	13,7	14,0	15,0	14,5																
		83,7	85,4	84,4	85,4	85,3	85,9	86,3	83,9	84,7	82,0	82,9	84,1	84,0	85,9	86,2	86,3	85,3	84,7	84,8	84,8																
% Sonst. Inhaltsstoffe	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	16,0	17,4	16,1	16,1	15,3	15,6	15,0	15,1	14,8	14,6	13,3	13,3	12,1	11,4	11,6	11,2	11,8	12,0	12,7	12,3																
		97,0	96,9	97,2	96,7	97,2	97,2	97,8	97,1	97,0	96,0	96,1	95,8	95,2	94,2	95,3	94,8	95,7	95,2	95,8	95,2																
% Sonst. Inhaltsstoffe	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	25,4	22,7	26,5	25,2	27,1	24,3	27,2	24,6	26,8	24,4	26,2	23,5	22,9	20,6	21,5	20,5	23,5	21,8	23,6	21,7																
		98,8	98,6	98,7	98,5	98,9	98,6	98,9	98,8	98,8	98,7	98,4	98,7	98,4	98,4	98,4	98,4	98,4	98,4	98,4	98,4																
% Sonst. Inhaltsstoffe	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,6	0,9	5,1	6,4	7,0	7,3	5,7	5,8	4,3																
		96,4	97,3	96,3	97,5	96,9	97,2	97,0	97,3	99,4	99,5	99,5	99,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0																
% Sonst. Inhaltsstoffe	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	3,6	2,7	3,7	2,5	3,1	2,8	3,0	2,7	0,6	0,5	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
		0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7																
% Sonst. Inhaltsstoffe	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	78,1	81,0	77,8	80,4	81,7	83,0	83,4	86,4	81,3	83,1	81,0	83,3	81,2	82,3	83,4	83,9	83,4	82,7	81,8	83,0																
		21,9	19,0	22,2	19,6	18,3	17,0	16,6	13,6	18,7	16,9	19,0	16,7	18,8	17,7	16,6	16,1	16,6	17,3	18,2	17,0																

Tabelle 1/2: Mittlere tägliche Energiezufuhr und Anteil energieliefernder Nährstoffe (gerundete Werte) nach Geschlecht, Alter, Gebiet
(AL = alte Länder, NL = neue Länder) und Art der Lebensmittel (EVS 1998)
b) weibliche Personen

Energie und energieliefernde Nährstoffe		Alter der Personen																Durchschnitt	
		4 bis unter 7 Jahre		7 bis unter 10 Jahre		10 bis unter 13 Jahre		13 bis unter 15 Jahre		15 bis unter 19 Jahre		19 bis unter 25 Jahre		25 bis unter 51 Jahre		51 bis unter 65 Jahre		65 Jahre und älter	
		AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL
Energie	MJ/Pers. u. Tag insges. aus pflanzl. Produkten aus tierischen Produkten	5,8 4,0	5,5 3,8	6,5 4,7	6,0 4,2	7,6 5,6	7,7 5,7	8,2 6,2	8,1 5,9	8,9 6,6	8,6 6,3	8,7 6,5	8,5 6,2	9,7 6,9	9,6 6,8	10,2 6,7	10,7 7,0	9,5 6,6	10,0 6,3
% Protein	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	12,2 46,9	12,6 43,6	12,5 48,8	12,1 46,1	12,1 51,6	11,8 49,3	12,0 52,6	11,5 50,3	12,4 51,7	12,2 47,6	12,9 51,5	12,3 48,6	13,9 45,6	13,5 42,1	14,2 38,7	14,1 36,6	13,5 39,0	13,6 44,2
% Fett	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	36,6 43,9	35,8 43,5	35,0 48,5	34,4 48,1	34,3 51,9	36,1 53,0	33,6 53,7	36,3 51,9	33,8 52,2	35,7 51,4	33,1 50,0	35,8 47,4	34,2 45,9	36,1 51,9	36,6 47,4	38,0 51,9	36,6 47,4	38,4 51,9
% Gesätt. Fettsäuren	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	15,4 30,7	15,1 32,5	14,2 35,3	15,7 36,5	13,7 37,5	14,5 40,1	13,4 38,6	14,8 36,8	13,6 38,2	14,3 36,3	13,5 36,5	14,3 38,6	14,1 34,4	14,6 37,4	15,6 24,9	16,0 28,4	15,9 26,0	16,2 31,2
% Einf. unges. Fettsäuren	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	12,3 42,1	12,6 42,7	11,6 45,2	13,2 44,6	11,1 47,8	12,2 49,7	11,0 48,8	12,3 49,4	11,1 48,6	12,5 47,8	11,0 50,0	12,4 48,1	11,8 54,1	13,1 52,6	12,7 62,7	13,5 60,6	12,8 62,5	13,6 58,2
% Mehrf. unges. Fettsäuren	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	6,2 76,6	5,7 71,6	6,4 80,0	6,7 77,0	6,8 83,3	6,7 82,0	6,6 84,6	6,6 82,0	6,5 82,6	6,5 80,1	6,1 80,8	6,5 80,6	5,8 76,1	5,9 73,6	5,8 71,8	5,9 69,9	5,5 70,2	6,1 71,1
% Kohlenhydrate	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	50,3 92,1	50,6 92,6	51,7 93,6	48,7 93,6	52,8 94,1	51,3 93,9	53,6 93,9	51,3 93,8	52,8 94,1	51,1 93,9	52,3 94,2	49,5 94,0	47,7 94,4	45,4 94,5	44,3 93,6	44,3 93,1	47,3 93,3	46,2 93,9
% Monosaccharide	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	7,9 98,3	7,4 98,1	6,4 97,9	6,4 97,9	5,9 98,1	6,1 98,2	6,1 98,2	6,2 98,2	5,9 98,1	6,1 98,2	5,8 98,1	6,0 98,2	5,5 98,2	5,6 98,2	6,4 98,0	6,4 97,9	6,4 97,9	6,1 98,1
% Disaccharide	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	19,0 82,2	19,8 84,3	18,2 85,0	17,8 85,3	17,6 85,0	18,1 85,3	18,4 85,0	18,1 85,3	18,3 85,7	18,6 86,4	17,6 85,7	17,4 85,7	14,1 84,6	13,6 84,9	15,2 84,7	15,5 85,6	17,7 85,0	17,3 84,6
% Saccharose	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	15,6 97,1	16,7 96,6	15,2 97,5	15,1 97,3	15,0 96,6	15,3 95,9	15,7 96,2	15,0 95,8	15,7 96,2	16,3 95,8	15,2 96,1	15,3 95,5	11,9 95,6	11,6 94,6	13,0 95,4	13,5 94,9	15,3 95,2	15,2 94,4
% Polysaccharide	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	23,1 98,2	22,5 98,1	26,1 98,8	23,8 98,7	27,7 99,0	25,4 98,7	27,7 98,9	25,3 98,8	27,4 98,8	24,7 98,2	26,4 98,6	22,7 98,4	25,3 98,7	22,9 98,1	22,1 98,1	20,7 98,0	22,2 97,9	24,4 98,1
% Alkohol	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	0,1 96,5	0,1 96,1	0,1 97,1	0,1 97,1	0,1 96,6	0,1 96,1	0,1 95,3	0,2 95,9	0,2 98,2	0,2 98,1	0,8 99,6	1,3 99,8	1,3 99,9	1,3 99,9	1,6 99,9	1,6 99,9	1,8 99,9	1,6 99,9
% Sonst. Inhaltsstoffe	insges. Anteil pflanzl. Produkte (%) Anteil tierischer Produkte (%)	0,9 80,6	0,9 81,5	0,8 79,4	0,7 79,7	0,8 79,9	0,8 81,5	0,8 80,4	0,8 82,0	0,8 82,0	0,8 83,8	0,9 83,0	0,9 86,0	0,9 84,4	0,9 83,0	0,9 81,8	0,8 83,0	0,8 81,2	0,9 82,3
	insges. Anteil tierischer Produkte (%)	19,4	18,5	20,6	20,3	20,1	18,5	19,6	17,8	18,0	16,2	17,0	14,0	16,6	15,1	18,2	17,0	18,8	17,7

Tabelle 1/3: Mittlere tägliche Zufuhr an Energie, energieliefernden Nährstoffen, Cholesterol, Ballaststoffen und Purinen (gerundete Werte in Einheit pro Person und Tag) nach Geschlecht, Alter und Gebiet (AL = alte Länder, NL = neue Länder) (EVS 1998)
a) männliche Personen

Energie und Nahrungsinhaltsstoffe	Einheit	Alter der Personen																				Durchschnitt	
		4 bis unter 7 Jahre		7 bis unter 10 Jahre		10 bis unter 13 Jahre		13 bis unter 15 Jahre		15 bis unter 19 Jahre		19 bis unter 25 Jahre		25 bis unter 51 Jahre		51 bis unter 65 Jahre		65 Jahre und älter					
		AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL		
		1470	1430	1728	1715	2048	1906	2380	2320	2507	2477	2333	2258	2418	2543	2676	2965	2906	3115	2367	2505		
Energie	kcal	6,2	6,0	7,2	7,2	8,6	8,0	10,0	9,7	10,5	10,4	9,8	9,5	10,1	10,7	11,2	12,4	12,2	13,0	9,9	10,5		
Protein	g	45	42	52	51	61	56	72	70	79	76	77	75	82	84	92	100	95	101	78	82		
Fett	g	59	61	68	70	79	79	91	93	98	104	94	97	97	107	106	123	116	128	94	105		
Fettsäuren																							
gesättigt	g	25	26	28	28	31	32	36	37	39	41	37	38	38	41	40	47	44	49	37	41		
einfach ungesättigt	g	20	21	23	24	26	27	30	32	33	36	31	34	33	39	37	44	40	45	32	37		
mehrf. ungesättigt	g	10	10	12	12	15	14	18	17	19	19	19	18	19	20	21	24	23	26	18	20		
Linolsäure	g	8,9	8,7	10,4	10,5	12,9	12,2	15,4	14,8	16,3	16,7	16,6	15,7	16,3	16,9	17,7	20,1	20,1	21,9	15,8	16,8		
Linolensäure	g	1,3	1,2	1,6	1,6	2,2	1,8	2,5	2,1	2,3	2,3	2,3	2,0	2,2	2,2	2,3	2,7	2,6	2,9	2,2	2,2		
Arachidonsäure	mg	79	82	85	100	98	105	115	134	124	144	126	142	152	178	188	223	191	216	146	170		
Eicosapentaensäure	mg	36	43	40	59	42	50	50	62	48	61	41	56	98	120	139	174	147	202	93	116		
Docosahexaensäure	mg	57	64	64	86	70	79	84	100	82	101	71	89	134	157	184	223	197	258	129	155		
Cholesterol	mg	175	185	196	213	219	226	253	266	282	305	270	288	292	331	335	387	352	383	283	319		
Kohlenhydrate	g	186	175	222	215	267	238	310	293	318	300	285	261	268	264	287	304	323	336	270	273		
Polysaccharide	g	92	80	113	106	137	114	159	140	165	149	151	131	136	129	142	150	168	167	138	134		
Saccharose	g	58	61	68	68	77	73	88	86	91	89	77	74	72	71	77	82	85	92	74	76		
Ballaststoffe	g	14	13	17	17	21	19	24	23	24	23	23	21	22	22	25	28	31	32	23	23		
wasserlöslich	g	4	4	5	5	7	6	8	7	8	7	7	7	7	7	8	9	10	10	7	8		
wasserunlöslich	g	10	9	12	11	15	13	16	16	16	15	15	14	15	14	17	19	21	22	15	15		
Cellulose	g	3,0	2,8	3,7	3,6	4,7	4,1	5,3	5,1	5,2	4,8	5,1	4,6	5,1	4,9	6,0	6,6	7,5	7,8	5,2	5,3		
Lignin	g	1,0	0,9	1,2	1,1	1,4	1,2	1,5	1,4	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,2	1,2		
Alkohol *	g											2	3	18	23	27	31	24	26	15	18		
Purin-Stickstoff	mg	88	87	100	103	120	113	140	143	147	149	146	148	171	187	207	235	213	235	165	180		

* Die verfügbaren Daten lassen keine valide Schätzung der Alkoholzufuhr bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen zu (vgl. S. 28f, 65).

Tabelle 1/3: Mittlere tägliche Zufuhr an Energie, energieliefernden Nährstoffen, Cholesterol, Ballaststoffen und Purinen (gerundete Werte in Einheit pro Person und Tag) nach Geschlecht, Alter und Gebiet (AL = alte Länder, NL = neue Länder) (EVS 1998)
b) weibliche Personen

Energie und Nahrungsinhaltsstoffe	Einheit	Alter der Personen																Durchschnitt	
		4 bis unter 7 Jahre		7 bis unter 10 Jahre		10 bis unter 13 Jahre		13 bis unter 15 Jahre		15 bis unter 19 Jahre		19 bis unter 25 Jahre		25 bis unter 51 Jahre		51 bis unter 65 Jahre		65 Jahre und älter	
		AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL
Energie	kcal	1391	1314	1558	1443	1805	1844	1960	1927	2132	2045	2087	2022	2319	2301	2433	2559	2264	2391
	MJ	5,8	5,5	6,5	6,0	7,6	7,7	8,2	8,1	8,9	8,6	8,7	8,5	9,7	9,6	10,2	10,7	9,5	10,0
Protein	g	42	41	48	43	54	53	58	55	65	62	66	61	79	77	85	89	75	80
Fett	g	58	53	62	63	70	75	74	79	81	83	78	82	90	94	101	110	94	104
Fettsäuren																			
gesättigt	g	24	22	25	26	28	30	30	32	33	33	32	33	37	38	43	46	41	44
einfach ungesättigt	g	19	19	20	22	23	25	24	27	27	29	26	28	31	34	35	39	33	37
mehrf. ungesättigt	g	10	8	11	11	14	14	15	14	16	15	14	15	15	15	16	17	14	16
Linolsäure	g	8,2	7,2	9,5	9,2	11,7	12,0	12,6	12,3	13,2	12,8	12,1	12,7	12,8	13,0	13,6	14,5	12,1	13,9
Linolensäure	g	1,3	1,0	1,6	1,5	1,9	1,9	1,8	1,8	2,1	1,8	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	2,1	1,7	2,0
Arachidonsäure	mg	63	72	72	75	78	91	82	91	98	112	99	103	134	151	163	194	148	170
Eicosapentaensäure	mg	42	60	27	39	25	27	23	30	43	54	37	43	53	66	67	84	64	94
Docosahexaensäure	mg	63	82	43	55	44	51	49	58	76	92	68	72	87	103	113	137	110	143
Cholesterol	mg	177	172	176	178	190	214	202	225	231	253	225	231	275	299	336	375	324	345
Kohlenhydrate	g	172	164	198	173	234	233	259	244	277	257	269	247	273	257	273	279	264	269
Polysaccharide	g	79	73	100	84	123	115	134	120	144	124	135	113	144	130	133	131	124	124
Saccharose	g	53	54	59	54	67	70	76	74	83	82	75	75	68	66	78	85	85	89
Ballaststoffe	g	14	14	17	15	19	19	21	20	23	21	22	21	25	24	26	27	23	24
wasserlöslich	g	4	4	5	5	6	6	7	6	7	7	7	6	8	7	8	9	8	8
wasserunlöslich	g	10	9	12	10	13	13	15	14	16	14	15	14	17	16	18	19	15	16
Cellulose	g	3,3	3,0	3,9	3,4	4,4	4,4	4,7	4,4	5,1	4,5	5,1	4,7	5,9	5,6	6,4	6,7	5,3	5,7
Lignin	g	1,0	0,9	1,0	0,8	1,1	1,2	1,4	1,4	1,5	1,3	1,4	1,4	1,5	1,4	1,5	1,6	1,2	1,3
Alkohol *	g											3	4	11	14	10	10	6	6
Purin-Stickstoff	mg	84	85	96	90	106	107	111	110	128	124	129	126	157	159	167	182	146	162
																		142	151

* Die verfügbaren Daten lassen keine valide Schätzung der Alkoholzufuhr bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen zu (vgl. S. 28f, 65).

Tabelle 1/4: Mittlere tägliche Zufuhr an Mineralstoffen, Spurenelementen und Vitaminen (gerundete Werte in Einheit pro Person und Tag) nach Geschlecht, Alter und Gebiet (AL = alte Länder, NL = neue Länder) (EVS 1998)
a) männliche Personen

Nährstoffe	Einheit	Alter der Personen																		Durchschnitt			
		4 bis unter 7 Jahre		7 bis unter 10 Jahre		10 bis unter 13 Jahre		13 bis unter 15 Jahre		15 bis unter 19 Jahre		19 bis unter 25 Jahre		25 bis unter 51 Jahre		51 bis unter 65 Jahre		65 Jahre und älter					
		AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL		
Natrium	g	1,2	1,2	1,5	1,8	2,0	2,0	2,4	2,5	2,3	2,6	2,7	2,9	3,2	3,8	4,1	4,6	4,3	4,5	3,1	3,5		
Kalium	g	1,7	1,6	1,9	1,9	2,4	2,2	2,7	2,8	2,8	2,7	2,8	2,7	3,2	3,2	3,9	4,0	4,2	4,4	3,1	3,2		
Calcium	mg	560	505	649	590	746	660	855	780	948	841	898	819	903	838	970	947	1021	1070	873	837		
Magnesium	mg	208	185	246	233	300	259	344	321	361	331	342	315	386	375	441	450	473	477	372	366		
Eisen	mg	7,7	7,3	9,2	9,2	11,3	10,3	13,0	12,6	13,3	13,1	12,5	11,9	13,4	13,5	15,8	16,8	17,8	18,2	13,4	13,7		
Zink	mg	6,4	5,9	7,5	7,4	8,9	8,1	10,3	9,8	11,1	10,6	10,8	10,2	11,1	11,2	12,5	13,4	13,4	13,9	10,8	11,1		
Kupfer	mg	1,2	1,1	1,4	1,4	1,7	1,5	1,9	1,9	2,0	2,0	1,9	1,8	2,2	2,2	2,4	2,6	2,7	2,8	2,1	2,1		
Mangan	mg	2,6	2,3	3,3	3,3	4,0	3,6	4,6	4,3	4,9	4,6	4,3	4,0	4,4	4,2	5,3	5,0	6,0	5,9	4,5	4,4		
Phosphor	mg	804	731	946	902	1118	990	1276	1185	1368	1265	1305	1212	1383	1395	1534	1643	1640	1731	1337	1361		
Jod *	µg	48	47	56	58	67	70	82	95	90	101	86	88	96	99	116	122	124	137	94	100		
Vitamin A (RA)**	mg	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	0,9	1,1	1,1	1,3	1,4	1,8	1,7	1,8	1,1	1,3		
β-Carotin	mg	1,5	1,5	1,6	1,9	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	1,9	2,2	2,2	2,7	3,0	3,5	3,6	2,2	2,3		
Vitamin D ***	µg	1,5	1,8	1,9	2,4	2,0	2,3	2,3	2,7	2,5	3,1	2,2	2,7	3,3	4,1	4,3	5,4	4,6	6,1	3,2	4,0		
Vitamin E (TÄ)**	mg	9,2	9,2	10,4	10,2	12,0	11,6	14,3	14,0	15,5	15,5	15,4	14,5	14,8	14,9	16,3	17,7	18,9	20,3	14,7	15,2		
Vitamin K	µg	139	138	159	161	206	203	252	247	238	231	254	246	282	278	340	355	409	406	279	281		
Thiamin	mg	0,8	0,8	0,9	0,9	1,1	1,0	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,7	1,8	1,3	1,4		
Riboflavin	mg	0,9	0,9	1,1	1,0	1,2	1,1	1,4	1,3	1,5	1,5	1,5	1,4	1,6	1,6	1,8	1,9	1,9	2,0	1,5	1,6		
Niacin (NÄ)**	mg	15	14	17	17	21	19	24	24	26	25	26	25	32	33	38	41	39	40	30	31		
Vitamin B ₆	mg	1,0	0,9	1,1	1,1	1,4	1,2	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	1,9	2,1	2,4	2,3	2,5	1,7	1,8		
Folat (FÄ)**	µg	117	111	146	140	171	158	195	196	201	195	197	189	209	215	250	268	285	290	210	216		
Pantothensäure	mg	2,9	2,7	3,4	3,3	3,9	3,6	4,4	4,4	4,7	4,6	4,5	4,4	5,0	5,3	5,8	6,5	6,3	6,9	4,9	5,2		
Biotin	µg	26	24	31	30	35	32	39	37	43	40	39	37	41	43	46	50	50	53	40	42		
Vitamin B ₁₂	µg	2,8	2,8	3,2	3,3	3,7	3,5	4,2	4,2	4,8	4,9	4,8	5,0	6,0	6,8	7,4	8,7	7,6	8,6	5,7	6,4		
Vitamin C	mg	72	79	80	79	92	94	99	116	98	101	101	102	94	101	117	132	141	158	101	110		

* Die verfügbaren Daten lassen keine valide Schätzung der Jodzufuhr in Form von Jodsalz und damit hergestellter Lebensmittel zu, sodass die angegebenen Werte die wahre Zufuhr unterschätzen.
** RA = Retinol-Äquivalente; TÄ = Tocopherol-Äquivalente; NÄ = Niacin-Äquivalente; FÄ = Folat-Äquivalente
*** Ohne Berücksichtigung der nicht abschätzbaren Vitamin D-Eigensynthese in der Haut.

Tabelle 1/4:

Mittlere tägliche Zufuhr an Mineralstoffen, Spurenelementen und Vitaminen (gerundete Werte in Einheit pro Person und Tag) nach Geschlecht, Alter und Gebiet (AL = alte Länder, NL = neue Länder) (EVS 1998)
b) weibliche Personen

Nährstoffe	Einheit	Alter der Personen																Durchschnitt			
		4 bis unter 7 Jahre		7 bis unter 10 Jahre		10 bis unter 13 Jahre		13 bis unter 15 Jahre		15 bis unter 19 Jahre		19 bis unter 25 Jahre		25 bis unter 51 Jahre		51 bis unter 65 Jahre				65 Jahre und älter	
		AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL
Natrium	g	1,2	1,2	1,7	1,8	2,0	2,1	2,0	2,5	2,4	2,5	2,2	2,3	2,5	2,7	3,2	3,3	2,9	3,1	2,5	2,7
Kalium	g	1,7	1,6	1,9	1,7	2,2	2,2	2,4	2,3	2,7	2,4	2,9	2,6	3,6	3,3	3,7	3,8	3,4	3,6	3,2	3,1
Calcium	mg	601	531	596	512	675	642	768	686	844	727	861	765	951	830	1001	943	889	873	876	811
Magnesium	mg	207	189	224	195	261	254	295	274	338	292	351	306	425	375	419	408	377	376	371	350
Eisen	mg	7,7	7,4	8,8	8,0	10,0	10,2	10,8	10,6	12,1	11,1	12,4	11,7	15,2	14,6	15,3	15,8	13,3	13,9	13,4	13,5
Zink	mg	6,0	5,7	7,0	6,2	8,0	7,9	8,6	8,1	9,4	8,7	9,3	8,6	11,1	10,7	11,6	11,8	10,1	10,5	10,0	10,1
Kupfer	mg	1,1	1,1	1,3	1,1	1,5	1,5	1,7	1,6	1,9	1,7	1,9	1,8	2,3	2,2	2,3	2,4	2,1	2,2	2,0	2,1
Mangan	mg	2,3	2,3	2,8	2,5	3,4	3,4	4,0	3,5	4,6	3,9	4,6	3,9	5,6	5,0	5,5	4,9	4,6	4,4	4,8	4,4
Phosphor	mg	792	735	872	768	994	960	1090	1005	1205	1079	1199	1087	1372	1280	1417	1430	1267	1311	1249	1226
Jod *	µg	51	52	54	55	64	73	72	76	79	74	80	76	95	91	101	100	91	94	86	87
Vitamin A (RÄ)**	mg	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	1,0	0,9	0,9	1,0	1,1	1,4	1,6	1,7	2,0	1,5	1,6	1,3	1,5
β-Carotin	mg	2,2	2,4	2,2	2,1	2,1	2,2	1,9	2,0	2,4	2,2	2,8	2,8	3,4	3,4	4,0	4,3	3,0	3,1	3,1	3,3
Vitamin D ***	µg	1,9	2,2	1,5	1,8	1,5	1,8	1,6	2,0	2,2	2,7	2,0	2,3	2,4	2,9	2,9	3,4	2,9	3,7	2,4	2,9
Vitamin E (TÄ)**	mg	8,9	7,8	9,3	8,7	11,1	11,3	12,5	12,0	13,1	12,7	11,8	12,3	12,7	12,8	14,7	15,2	12,8	14,1	12,4	13,0
Vitamin K	µg	169	160	188	165	199	196	215	195	252	228	258	243	316	294	410	401	341	341	304	297
Thiamin	mg	0,8	0,8	0,9	0,8	1,0	1,0	1,1	1,0	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,4	1,4	1,5	1,2	1,3	1,2	1,3
Riboflavin	mg	0,9	0,9	1,0	0,9	1,1	1,1	1,2	1,1	1,3	1,2	1,3	1,2	1,5	1,5	1,7	1,8	1,6	1,6	1,4	1,5
Niacin (NÄ)**	mg	14	13	16	14	18	18	20	19	23	21	24	21	32	30	34	35	30	32	28	28
Vitamin B ₆	mg	0,9	0,9	1,1	1,0	1,3	1,3	1,3	1,2	1,4	1,3	1,4	1,4	1,7	1,7	1,9	2,0	1,6	1,8	1,6	1,6
Folat (FÄ)**	µg	130	124	136	121	156	154	175	172	195	176	198	184	229	222	267	265	231	231	215	215
Pantothensäure	mg	3,0	2,9	3,1	2,9	3,5	3,5	3,8	3,7	4,2	3,9	4,2	4,0	4,9	4,9	5,4	5,7	4,8	5,1	4,5	4,7
Biotin	µg	27	26	28	24	30	30	33	31	37	35	37	35	43	42	46	48	41	42	40	40
Vitamin B ₁₂	µg	2,8	2,8	2,9	2,8	3,2	3,3	3,3	3,3	3,6	3,5	3,7	3,6	5,2	5,6	6,0	6,7	5,3	6,0	4,7	5,2
Vitamin C	mg	87	81	86	76	84	89	90	91	108	103	114	123	128	136	155	166	120	135	121	131

* Die verfügbaren Daten lassen keine valide Schätzung der Jodzufuhr in Form von Jodsalz und damit hergestellter Lebensmittel zu, sodass die angegebenen Werte die wahre Zufuhr unterschätzen.

** RÄ = Retinol-Äquivalente; TÄ = Tocopherol-Äquivalente; NÄ = Niacin-Äquivalente; FÄ = Folat-Äquivalente

*** Ohne Berücksichtigung der nicht abschätzbaren Vitamin D-Eigensynthese in der Haut.

Tabelle 1/5: Mittlere tägliche Zufuhr an Energie und Nahrungsinhaltsstoffen in Prozent der D-A-CH-Referenzwerte (gerundete Werte) nach Geschlecht, Alter und Gebiet (AL = alte Länder, NL = neue Länder) (EVS 1998)
a) männliche Personen

Energie und Nahrungsinhaltsstoffe	Alter der Personen																Durchschnitt	
	4 bis unter 7 Jahre		7 bis unter 10 Jahre		10 bis unter 13 Jahre		13 bis unter 15 Jahre		15 bis unter 19 Jahre		19 bis unter 25 Jahre		25 bis unter 51 Jahre		51 bis unter 65 Jahre		65 Jahre und älter	
	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL
Energie	98	95	91	90	89	83	88	86	100	99	93	90	101	106	122	135	145	156
Protein	249	233	216	213	181	166	158	153	131	127	131	128	138	142	158	172	176	188
Fett	103	105	98	100	96	96	93	95	114	121	109	112	117	129	141	164	173	192
gesättigte Fettsäuren	142	151	130	133	124	125	120	122	137	142	129	133	136	150	162	188	197	217
einfach ungesättigte Fettsäuren	99	101	95	99	92	95	90	94	99	106	95	101	102	114	120	139	140	156
mehrt. ungesättigte Fettsäuren	76	74	74	75	77	73	77	75	83	85	82	80	84	87	97	107	115	122
Cholesterin	58	62	65	71	73	75	84	89	94	102	90	96	97	110	112	129	117	128
Kohlenhydrate	90	84	87	84	88	78	86	81	93	88	83	76	81	80	96	102	120	125
Ballaststoffe	95	88	91	89	92	81	89	85	96	91	75	69	73	72	85	92	103	106
Natrium	284	292	336	384	391	400	428	449	413	470	494	525	590	684	739	832	775	813
Kalium	120	114	120	118	141	145	141	136	140	133	159	158	193	201	210	218	210	162
Calcium	80	72	72	66	68	60	71	65	79	70	90	82	90	84	97	95	102	107
Magnesium	174	154	145	137	131	113	111	104	90	83	86	79	110	107	126	129	135	136
Eisen	97	91	92	92	94	86	108	105	111	109	125	119	134	135	158	168	178	182
Zink	128	119	107	105	99	90	108	103	111	106	108	102	111	112	125	134	134	139
Kupfer *	123	114	106	104	121	110	134	132	140	134	133	126	147	147	165	176	181	187
Mangan *	136	122	120	119	106	102	110	108	116	109	109	106	110	105	121	115	132	128
Phosphor	134	122	118	113	89	79	102	95	109	101	186	173	198	199	219	235	234	247
Jod **	40	39	40	42	37	39	41	47	45	50	43	44	48	49	65	68	69	76
Vitamin A	91	95	88	100	84	89	75	82	87	98	93	106	112	133	139	177	165	182
β-Carotin *	65	64	70	73	72	72	72	73	73	73	74	77	82	85	92	99	108	109
Vitamin D ***	31	36	38	49	40	46	46	55	51	61	44	55	66	82	85	107	46	61
Vitamin E	114	115	104	102	93	89	102	100	104	103	103	97	106	107	125	137	157	169
Vitamin K	694	689	528	537	516	508	504	494	340	330	363	351	403	397	426	443	511	507
Thiamin	101	95	92	92	93	87	93	94	105	105	102	103	113	122	141	159	171	182
Riboflavin	102	96	96	92	86	80	86	83	101	97	98	94	111	117	136	150	156	169
Niacin	148	138	143	141	139	125	135	131	153	148	153	148	200	207	250	272	296	310
Vitamin B ₆	193	178	155	152	139	124	115	113	100	97	109	104	119	124	138	157	167	177
Folat	39	37	47	47	43	40	49	49	50	49	49	47	52	54	63	67	71	72
Pantothensäure	72	68	67	67	78	73	74	73	79	77	76	74	83	89	96	109	105	115
Biotin *	176	160	157	152	123	115	118	114	99	98	96	95	97	98	101	103	104	105
Vitamin B ₁₂	189	187	176	182	183	176	140	140	161	165	161	165	200	226	247	291	252	285
Vitamin C	103	113	100	99	102	105	99	116	98	101	101	102	94	101	117	132	141	158

* Den Berechnungen liegen die unteren Werte der in den D-A-CH-Referenzwerten angegebenen Bereiche zu Grunde.

** Die verfügbaren Daten lassen keine valide Schätzung der Jodzufuhr in Form von Jodsalz und damit hergestellter Lebensmittel zu, sodass die angegebenen Werte die wahre Zufuhr unterschätzen.

*** Ohne Berücksichtigung der nicht abschätzbaren Vitamin D-Eigensynthese in der Haut.

Tabelle 1/5: Mittlere tägliche Zufuhr an Energie und Nahrungsinhaltsstoffen in Prozent der D-A-CH-Referenzwerte (gerundete Werte) nach Geschlecht, Alter und Gebiet (AL = alte Länder, NL = neue Länder) (EVS 1998)
b) weibliche Personen

Energie und Nahrungsinhaltsstoffe	Alter der Personen																		Durchschnitt	
	4 bis unter 7 Jahre		7 bis unter 10 Jahre		10 bis unter 13 Jahre		13 bis unter 15 Jahre		15 bis unter 19 Jahre		19 bis unter 25 Jahre		25 bis unter 51 Jahre		51 bis unter 65 Jahre		65 Jahre und älter			
	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL	AL	NL
Energie Protein Fett gesättigte Fettsäuren einfach ungesättigte Fettsäuren mehrf. ungesättigte Fettsäuren Cholesterol Kohlenhydrate Ballaststoffe	99	94	92	85	90	92	89	88	107	102	110	106	122	121	135	142	142	149	119	122
	246	239	201	179	154	153	129	121	142	134	138	127	169	163	185	193	171	181	173	168
	109	103	98	99	95	100	91	96	118	120	118	124	142	149	168	183	168	176	186	146
	155	143	130	134	122	131	117	127	143	145	149	149	176	181	215	232	219	235	178	189
	103	101	94	98	90	97	88	94	100	106	101	107	119	128	138	152	139	154	118	129
	79	73	76	76	77	78	73	74	84	83	82	84	88	89	94	100	91	102	86	90
	59	57	59	59	63	71	67	75	77	84	75	77	92	100	112	125	108	115	89	99
	92	87	86	75	85	85	85	80	101	93	103	94	108	102	114	117	118	121	105	103
	103	97	99	86	97	96	92	87	113	103	74	69	82	79	87	91	76	80	85	84
	296	289	372	395	383	415	365	448	434	447	394	411	463	487	580	592	534	570	463	496
Natrium	124	116	120	109	128	131	126	120	134	119	143	131	181	163	186	190	172	178	165	159
Kalium	86	76	66	57	61	58	64	57	70	61	86	77	95	83	100	94	89	87	89	81
Calcium	173	158	132	115	104	101	95	88	97	83	113	99	142	125	140	136	126	125	134	121
Magnesium	97	93	88	80	67	68	72	71	80	74	83	78	101	97	153	158	133	139	108	108
Eisen	120	114	100	89	114	112	123	116	134	124	133	123	159	152	166	169	144	150	147	146
Zink	121	115	100	94	110	110	120	117	128	118	131	124	154	149	157	165	142	149	142	146
Kupfer *	123	122	105	100	100	100	105	100	112	104	114	104	129	117	126	115	115	109	121	112
Mangan *	132	123	109	96	80	77	87	80	96	86	171	155	196	183	202	204	181	187	171	167
Phosphor	42	43	38	40	36	41	36	38	40	37	40	38	48	46	56	56	50	52	47	46
Jod **	111	114	100	101	93	104	85	99	103	105	127	133	173	195	210	248	182	200	160	184
Vitamin A	82	84	82	79	81	83	77	78	88	86	94	97	107	108	118	127	98	101	101	105
β-Carotin *	37	44	30	36	31	36	33	40	44	54	40	46	49	58	69	29	37	44	54	54
Vitamin D ***	111	98	103	96	101	103	104	100	109	106	99	103	106	107	123	127	116	128	110	112
Vitamin E	843	798	626	551	497	490	431	389	420	379	430	404	526	490	630	617	525	525	557	516
Vitamin K	97	96	90	83	100	102	96	94	116	112	116	113	136	139	140	150	122	131	125	130
Thiamin	103	96	89	80	90	91	92	88	107	99	108	101	128	125	142	147	131	136	122	122
Riboflavin	139	135	134	120	140	138	131	126	175	159	184	165	246	231	259	271	232	244	219	217
Niacin	188	177	158	141	126	126	94	88	119	108	120	116	143	156	168	168	135	146	142	142
Vitamin B ₆	43	41	45	40	39	38	44	43	49	44	49	46	57	55	67	66	58	58	55	55
Folat	75	71	63	57	69	70	63	61	70	66	70	67	81	81	90	95	81	85	78	80
Pantothensäure	182	173	143	127	111	111	106	101	94	95	94	93	99	98	101	102	97	99	105	102
Biotin *	185	184	164	157	160	163	110	112	118	118	122	119	173	187	199	223	178	200	171	183
Vitamin B ₁₂	124	116	108	95	94	99	90	91	108	103	114	123	128	136	155	166	120	135	126	134
Vitamin C																				

* Den Berechnungen liegen die unteren Werte der in den D-A-CH-Referenzwerten angegebenen Bereiche zu Grunde.

** Die verfügbaren Daten lassen keine valide Schätzung der Jodzufuhr in Form von Jodsalz und damit hergestellter Lebensmittel zu, sodass die angegebenen Werte die wahre Zufuhr unterschätzen.

*** Ohne Berücksichtigung der nicht abschätzbaren Vitamin D-Eigensynthese in der Haut.

1.2.3.2 Trendanalysen

Im Folgenden wird der Frage nachgegangen, wie sich Lebensmittelverzehr und Nährstoffzufuhr in Deutschland während der vergangenen Jahre bzw. Jahrzehnte verändert haben. Zunächst erfolgt eine Betrachtung auf Lebensmittelebene, anschließend auf Nährstoffebene.

1.2.3.2.1 Lebensmittelebene

Die Datenbasis für die Trendanalysen auf Lebensmittelebene bildet die Agrarstatistik (vgl. S. 22). In den Abbildungen 1/2 bis 1/19 (S. 43 - 51) sind die entsprechenden Daten für ausgewählte landwirtschaftliche Produkte nach der Tradition vorangegangener Ernährungsberichte grafisch aufbereitet.

Die Abbildungen 1/2 bis 1/11 zeigen die langfristige Entwicklung des Verbrauchs seit den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts. Betrachtet man darin jeweils die jüngere Entwicklung seit 1990, so fällt eine teilweise sehr deutliche Zunahme des Verbrauchs an Getreiderzeugnissen (Abb. 1/2), Gemüse (Abb. 1/3), Käse (Abb. 1/6), Geflügelfleisch (Abb. 1/7) und pflanzlichen Fetten (Abb. 1/11) sowie eine gewisse Abnahme des Verbrauchs an Roggen (Abb. 1/2), Kartoffeln (Abb. 1/3), Alkohol (Abb. 1/5), Fleisch (Abb. 1/8), tierischen Fetten (Abb. 1/10) und Margarine (Abb. 1/11) auf.

Die Abbildungen 1/12 bis 1/19 zeigen nochmals die Entwicklung des Verbrauchs zwischen 1995 und 2002, allerdings bei stärkerer Aufschlüsselung der Produkte im Vergleich zu den vorangegangenen Darstellungen (Abb. 1/2 bis 1/11). Wie bereits im letzten Ernährungsbericht (30) werden Trends im Verbrauch mit Hilfe linearer Regressionsanalysen untersucht. Resultieren hieraus signifikante Regressionskoeffizienten β , d. h., ist die durchschnittliche jährliche Verbrauchsveränderung mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von unter 5 % von Null verschieden, so wird im Folgenden von einem signifikanten Trend gesprochen.

Abbildung 1/2: Verbrauch an Getreideerzeugnissen

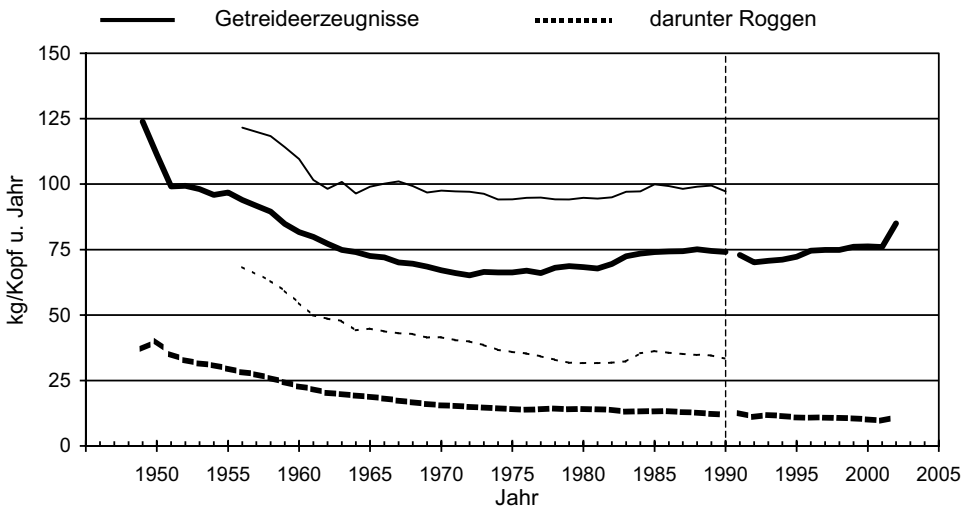


Abbildung 1/3: Verbrauch an Kartoffeln und Gemüse

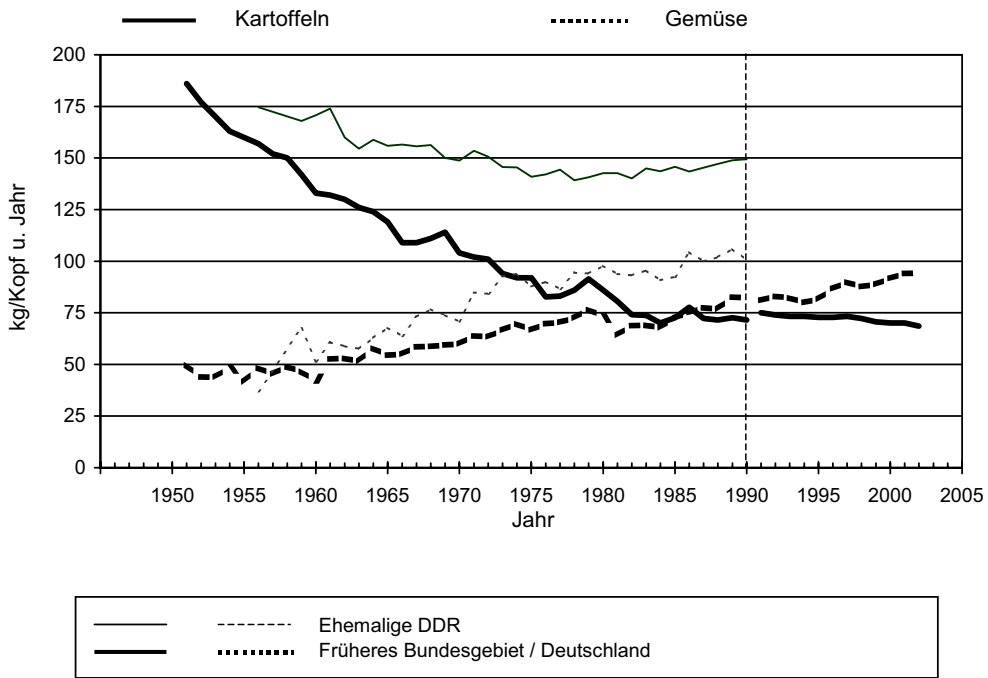


Abbildung 1/4: Verbrauch an Frischobst und Zitrusfrüchten

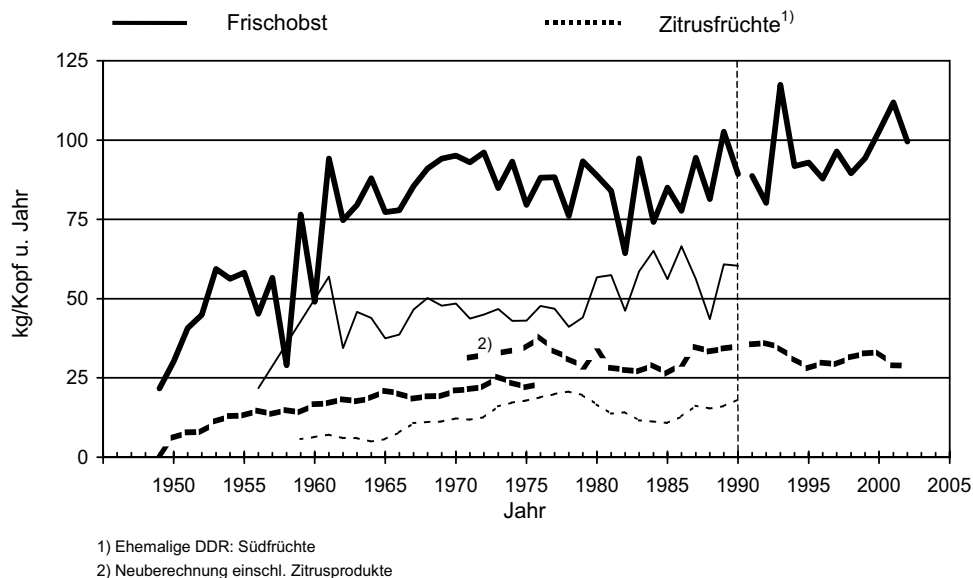


Abbildung 1/5: Verbrauch an Zucker und Alkohol

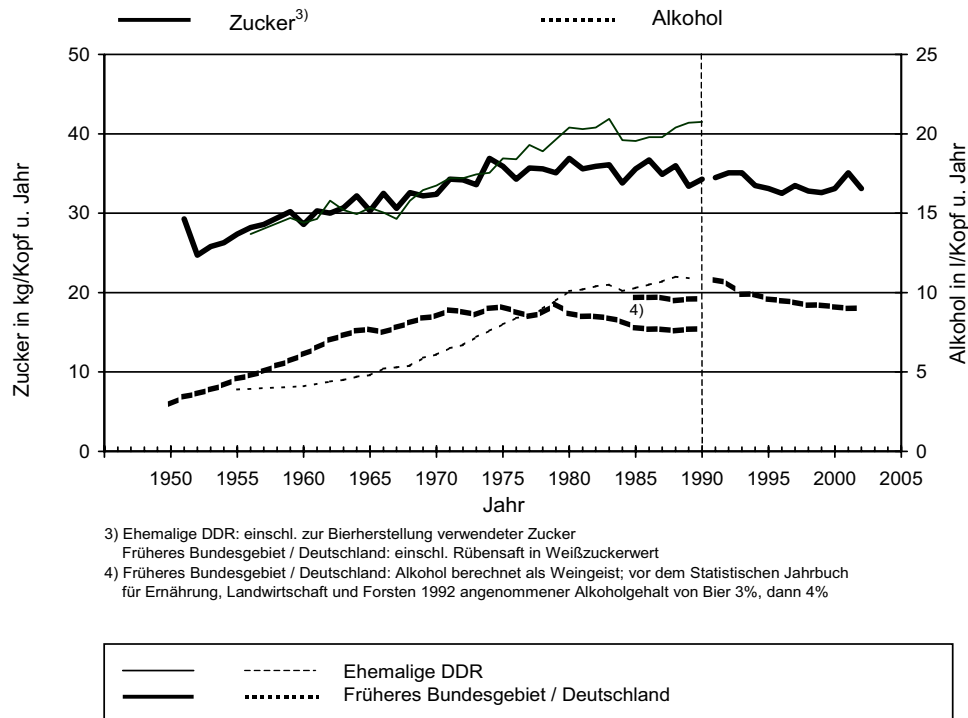


Abbildung 1/6: Verbrauch an Frischmilcherzeugnissen und Käse

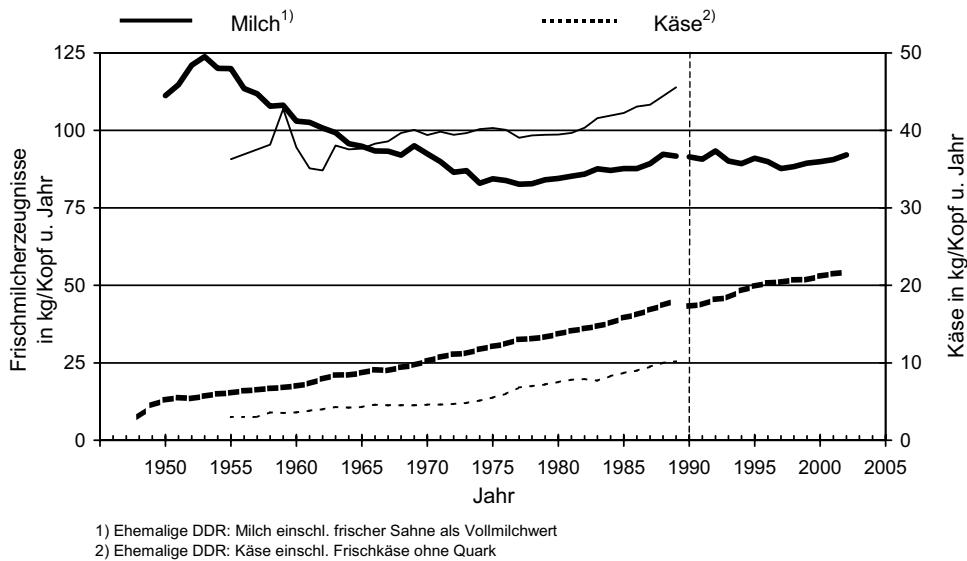


Abbildung 1/7: Verbrauch an Eiern und Geflügelfleisch

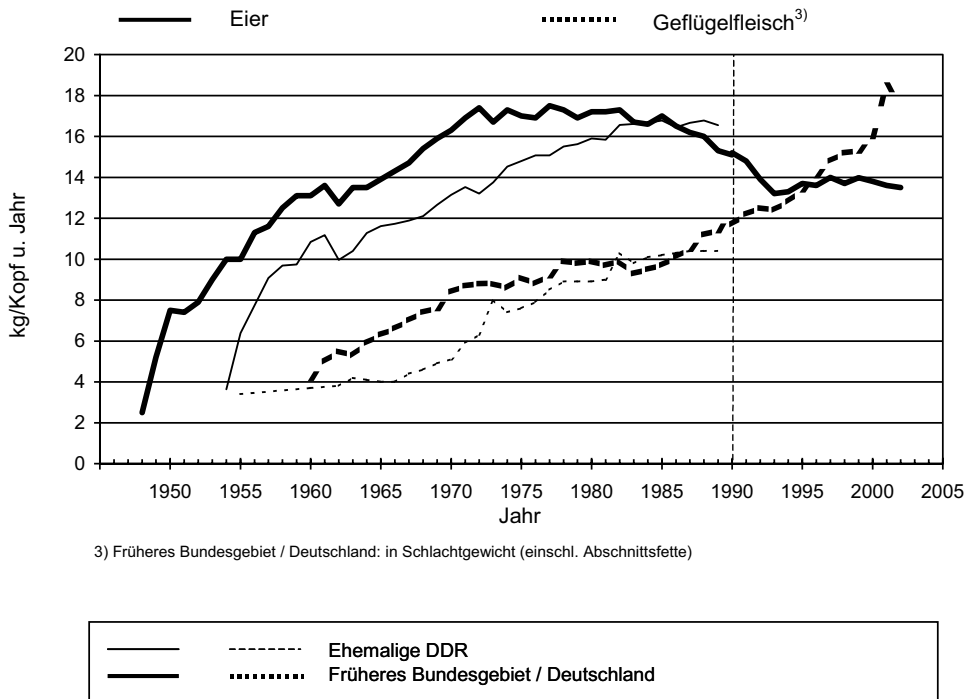
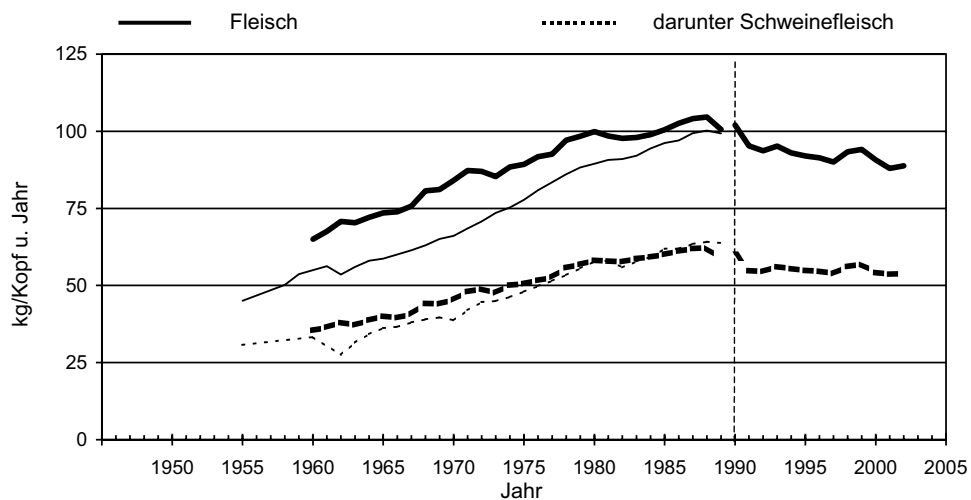
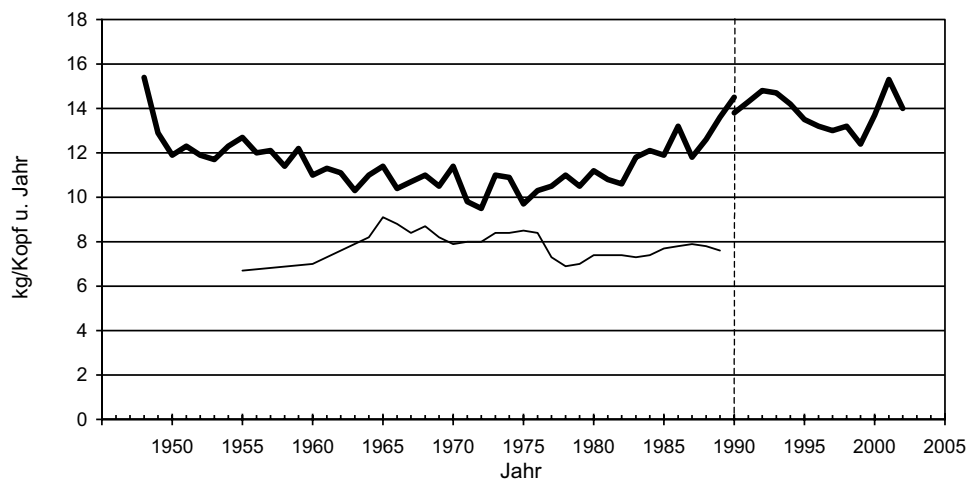


Abbildung 1/8: Verbrauch an Fleisch¹⁾



1) Ehemalige DDR: in Schlachtgewicht (ohne Abschnittsfette)
Früheres Bundesgebiet / Deutschland: in Schlachtgewicht (einschl. Abschnittsfette)

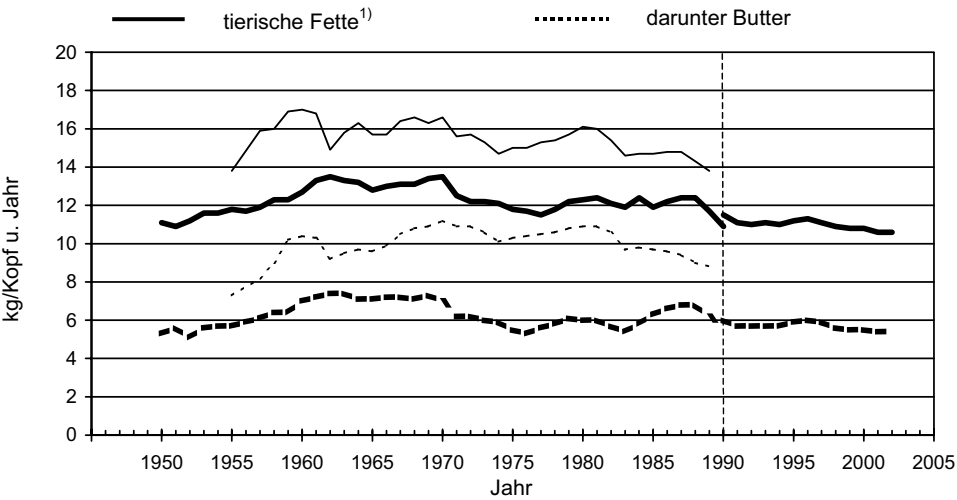
Abbildung 1/9: Verbrauch an Fisch²⁾



2) Ehemalige DDR: effektives Warengewicht (einschl. Zutaten bei Konserven)
Früheres Bundesgebiet / Deutschland: Frisch- bzw. Fanggewicht

—	-----	Ehemalige DDR
—		Früheres Bundesgebiet / Deutschland

Abbildung 1/10: Verbrauch an tierischen Fetten (Reinfett)



1) Schlachtfette und Butter
Ehemalige DDR: ca. 50 % der als Schlachtfette ausgewiesenen Fettmengen wurden in Fleischwaren verarbeitet.

Abbildung 1/11: Verbrauch an pflanzlichen Fetten (Reinfett)

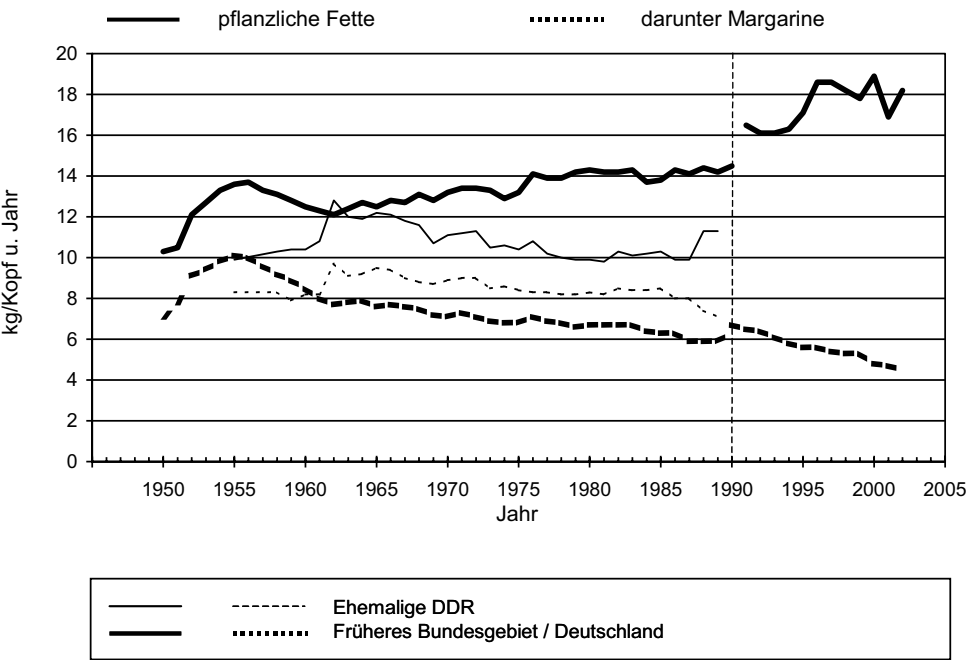


Abbildung 1/12: Verbrauch an Gemüse und Kartoffeln (1995 - 2002)

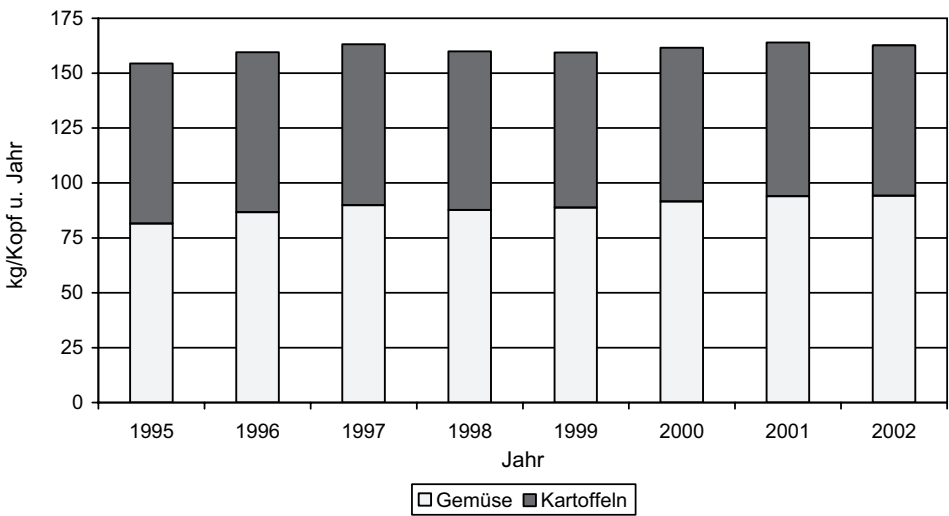


Abbildung 1/13: Verbrauch an Frischobst und Zitrusfrüchten (1995 - 2002)

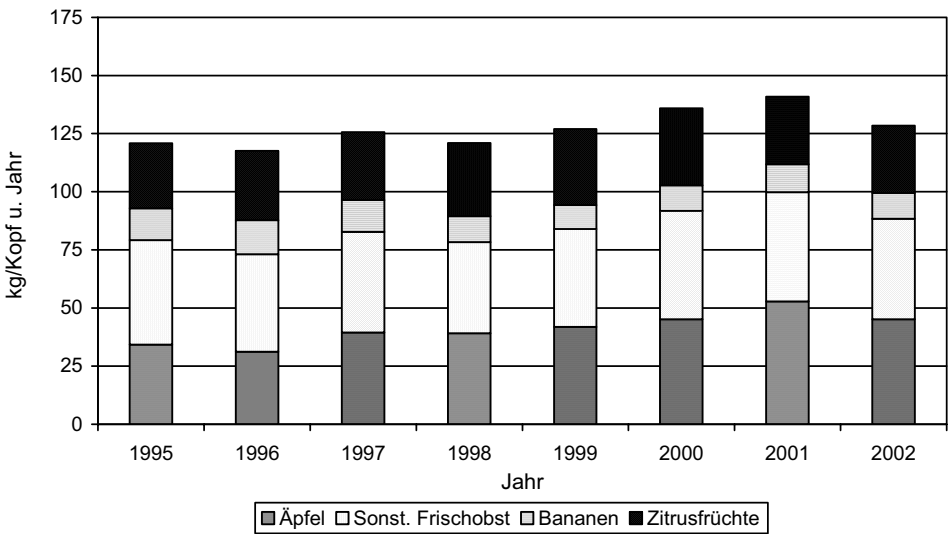


Abbildung 1/14: Verbrauch an alkoholischen Getränken (1995 - 2002)

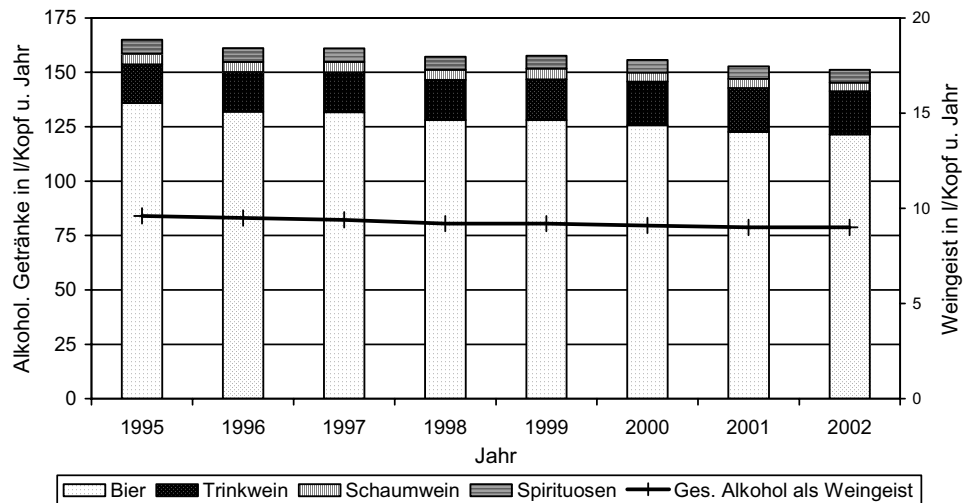


Abbildung 1/15: Verbrauch an Milcherzeugnissen (1995 - 2002; Produktgewicht)

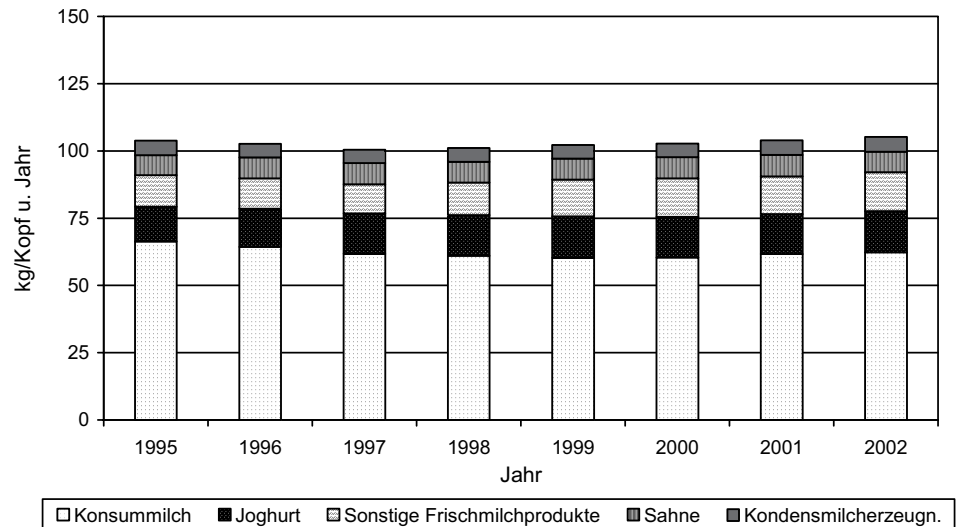


Abbildung 1/16: Verbrauch an Käse (1995 - 2002)

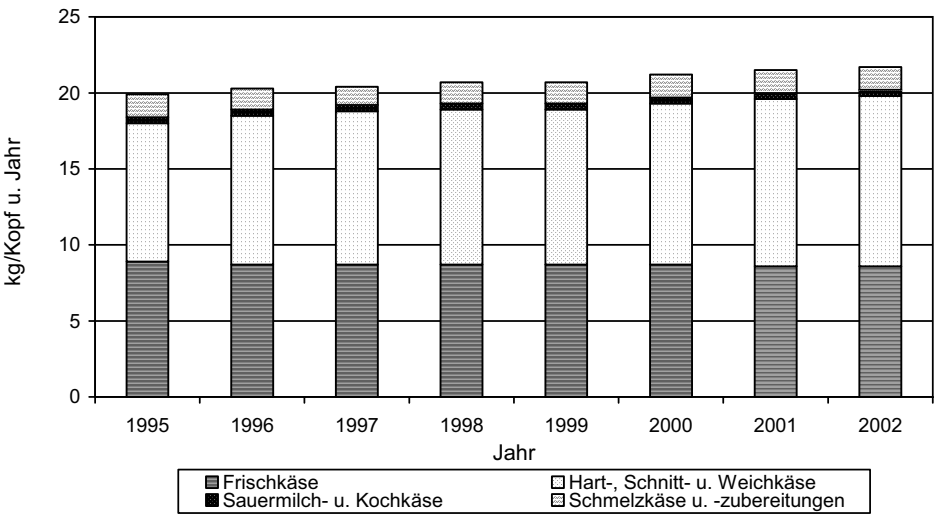


Abbildung 1/17: Verbrauch an Fleisch (1995 - 2002; für den menschlichen Verzehr verfügbare Rohware)

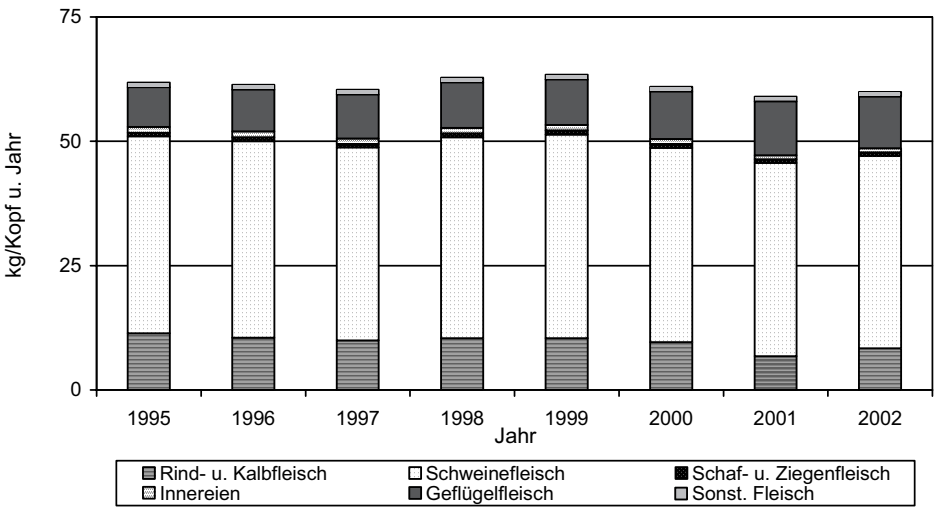


Abbildung 1/18: Verbrauch an Fisch (1995 - 2002; für den menschlichen Verzehr verfügbare Rohware)

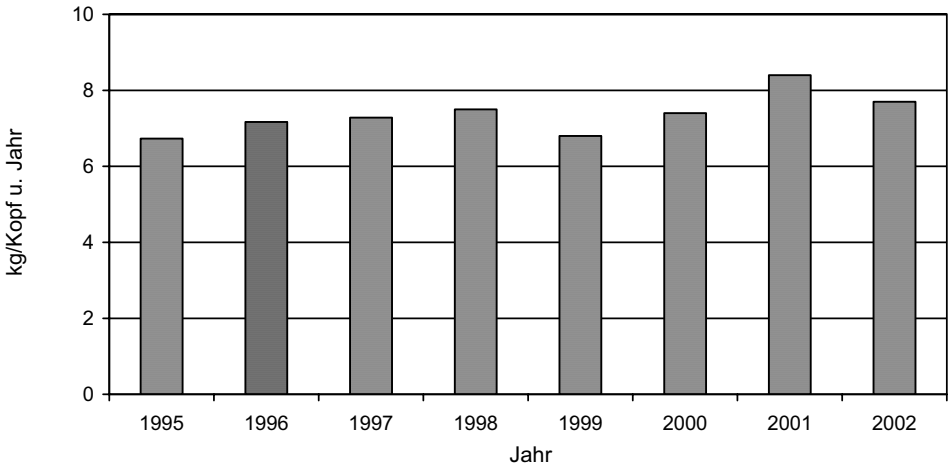
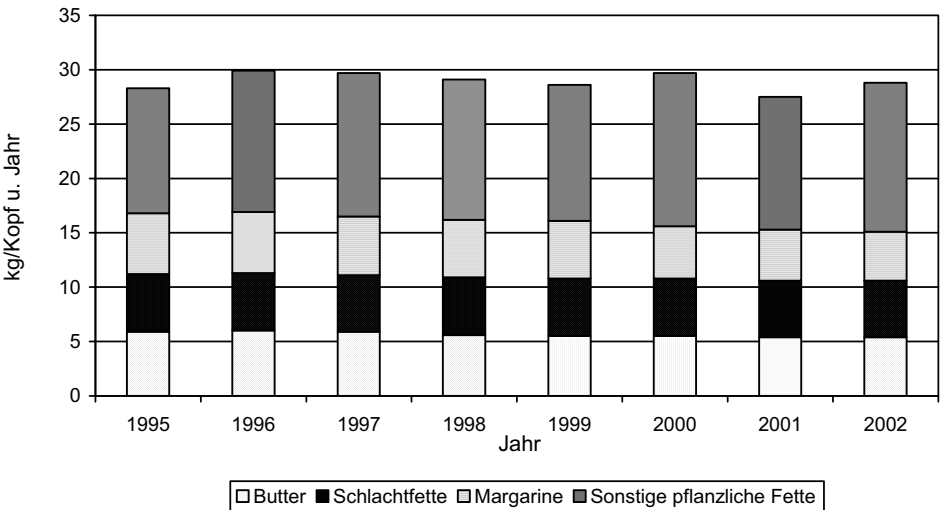


Abbildung 1/19: Verbrauch an Fetten (1995 - 2002; Reinfett)



Es zeigt sich, dass der **Kartoffel**verbrauch weiterhin signifikant rückläufig ist. Er nimmt seit 1995 um durchschnittlich knapp 0,7 kg pro Kopf und Jahr ab (vgl. Abb. 1/12). Signifikant gestiegen ist hingegen der **Gemüse**verbrauch, der im selben Zeitraum um durchschnittlich 1,6 kg pro Kopf und Jahr zugenommen hat (vgl. Abb. 1/12).

Der **Obst**verbrauch (vgl. Abb. 1/13) ist angebotsbedingt durch starke Schwankungen gekennzeichnet. Insgesamt ist er seit 1995 um ca. 2 kg pro Kopf und Jahr signifikant gestiegen. Der Anstieg ist vor allem auf eine relativ starke Zunahme beim Verbrauch an Äpfeln zurückzuführen ($\beta = 2,4$ kg pro Kopf und Jahr), während der Verbrauch an Bananen signifikant um ca. 0,5 kg pro Kopf und Jahr zurückging. Der Verbrauch an sonstigem Frischobst und Zitrusfrüchten hat geringfügig, aber nicht signifikant zugenommen.

Abbildung 1/14 zeigt die Entwicklung des Verbrauchs an **alkoholischen Getränken**. Seit 1995 hat sich der Alkoholverbrauch insgesamt weiter reduziert. So ergibt sich ein Regressionskoeffizient $\beta = -0,09$ l Weingeist (Alkohol) pro Kopf und Jahr. Im Vergleich zum letzten Ernährungsbericht ($\beta = -0,22$ l Alkohol pro Kopf und Jahr [30]) ist dieser Wert zwar weiterhin statistisch signifikant negativ, er weist aber auf eine gebremste Entwicklung während der zweiten Hälfte der 90er Jahre hin. Dies lässt sich zurückführen auf einen zwar weiterhin statistisch signifikanten, aber im Vergleich zum letzten Ernährungsbericht weniger deutlichen Rückgang des Verbrauchs an Bier ($-2,0$ l pro Kopf und Jahr) und Spirituosen ($-0,09$ l pro Kopf und Jahr) sowie einen signifikanten Anstieg des Verbrauchs an Trinkwein¹⁴ ($0,4$ l pro Kopf und Jahr). Der Verbrauch an Schaumwein verzeichnet seit 1995 einen signifikanten Rückgang um $0,1$ l pro Kopf und Jahr.

Bei **Milcherzeugnissen** (vgl. Abb. 1/15) zeigt sich seit Mitte der 90er Jahre ein signifikanter Rückgang im Verbrauch an Konsummilch ($\beta = -0,6$ kg pro Kopf und Jahr) und ein signifikanter Anstieg im Verbrauch an Joghurt ($\beta = 0,3$ kg pro Kopf und Jahr) und sonstigen Frischmilchprodukten ($\beta = 0,5$ kg pro Kopf und Jahr). Insgesamt ist der Verbrauch an Frischmilcherzeugnissen damit geringfügig, aber nicht signifikant gestiegen. Der Verbrauch an Sahne und Kondensmilcherzeugnissen blieb im Betrachtungszeitraum weitgehend unverändert.

Der Käseverbrauch (vgl. Abb. 1/16) ist seit 1995 statistisch signifikant um knapp 0,3 kg pro Kopf und Jahr gestiegen. Dies ist vor allem auf den Anstieg des Verbrauchs an Hart-, Schnitt- und Weichkäse zurückzuführen ($\beta = 0,3$ kg pro Kopf und Jahr), während der Verbrauch an Frischkäse seither gering, aber statistisch signifikant zurück gegangen ist ($\beta = -0,03$ kg pro Kopf und Jahr).

Viele Aussagen des Ernährungsberichts 2000 (30) zu den Trends im **Fleisch**verbrauch haben weiterhin Bestand (vgl. Abb. 1/17). Der Verbrauch an Rind- und Kalbfleisch nimmt seit 1995 weiter signifikant um durchschnittlich 0,5 kg pro Kopf und Jahr ab. Im Gegenzug steigt der Verbrauch an Geflügelfleisch signifikant um durchschnittlich 0,4 kg pro Kopf und Jahr. Da sich der Verbrauch an anderen Fleischarten zwar wenig verändert, tendenziell jedoch eher zurückgeht, resultiert insgesamt weiterhin ein gewisser, wenngleich nicht mehr signifikanter Rückgang des Fleischverbrauchs um durchschnittlich 0,3 kg pro Kopf und Jahr. Beim Vergleich der absoluten Höhe der Verbrauchsdaten in Abbildung 1/8 und 1/17 ist zu beachten, dass der Verbrauch in Abbildung 1/8 als Schlachtgewicht (einschließlich Abschnittsfette) angegeben ist, während in Abbildung 1/17 nur die für den menschlichen Verzehr verfügbare Rohware, ohne Knochen, Verluste, industrielle Verwertung oder Tierfutter, berücksichtigt wurde.

¹⁴ Trinkwein: Traubenweine + Obstweine

Gleiches gilt für die in Abbildung 1/18 dargestellte Entwicklung des **Fisch**verbrauchs. Auch hier sind im Gegensatz zur Abbildung 1/9 nur die Mengen an Rohware berücksichtigt, die für den menschlichen Verzehr verfügbar sind (31). Die Werte liegen deshalb insgesamt deutlich niedriger. Abbildung 1/18 zeigt eine signifikante Zunahme des Fischverbrauchs seit 1995 um durchschnittlich mehr als 0,1 kg pro Kopf und Jahr. Damit hat sich der Anstieg des Fischverbrauchs seit dem letzten Ernährungsbericht geringfügig verlangsamt.

In Abbildung 1/19 ist die Entwicklung des **Fett**verbrauchs seit 1995 dargestellt, aufgeschlüsselt nach Butter, Schlachtfetten, Margarine und sonstigen pflanzlichen Fetten (pflanzliche Speisefette [z.B. Kokosfett] und Speiseöle). Der Anstieg des Verbrauchs an sonstigen pflanzlichen Fetten (ohne Margarine) hat sich im Vergleich zum letzten Ernährungsbericht (30) deutlich verlangsamt und ist nun nicht mehr signifikant. Dennoch machen diese pflanzlichen Fette mittlerweile nahezu die Hälfte des gesamten Fettverbrauchs aus. Dem Anstieg des Verbrauchs an sonstigen pflanzlichen Fetten stehen signifikante Abnahmen im Verbrauch an Butter ($\beta = -0,09$ kg pro Kopf und Jahr) und Margarine ($\beta = -0,2$ kg pro Kopf und Jahr) bei einem weitgehend konstanten Verbrauch an Schlachtfetten gegenüber, wodurch der Fettverbrauch über den gesamten Betrachtungszeitraum insgesamt geringfügig ($\beta = -0,1$ kg pro Kopf und Jahr), aber nicht signifikant zurückgegangen ist.

1.2.3.2.2 Nährstoffebene

Die Auswertung der Einkommens- und Verbrauchsstichproben von 1988 (ehemaliges Bundesgebiet), 1993 und 1998 mit einheitlicher Methodik und einheitlichem Bundeslebensmittelschlüssel (Version II.3) ermöglicht Trendanalysen auf Nährstoffebene. Abbildung 1/20 (S. 56) zeigt die Entwicklung der durchschnittlichen **Energie**zufuhr im Betrachtungszeitraum, aufgeschlüsselt nach Geschlecht und Gebiet. Die Daten weisen darauf hin, dass die Energiezufuhr in den vergangenen Jahren etwas angestiegen ist. Dies gilt gleichermaßen für männliche und weibliche Personen sowie für Personen in den alten und neuen Ländern.

Wie sich die Energiezufuhr aus Protein, Fett, Kohlenhydraten und Alkohol im Durchschnitt zusammensetzt, zeigt Abbildung 1/21 (S. 56), ebenfalls aufgeschlüsselt nach männlichen und weiblichen Personen sowie nach alten und neuen Ländern. Dabei wird deutlich, dass zwischen 1988 und 1998 in den alten Ländern die Anteile von Protein und Fett zu Gunsten der Kohlenhydrate sanken. Bei weiblichen Personen war diese Entwicklung ausgeprägter als bei männlichen Personen. In den neuen Ländern unterscheiden sich die Werte von 1993 und 1998 nur geringfügig.

Innerhalb der Nährstoffgruppen ergaben sich bei allen Personengruppen sowohl in den alten als auch in den neuen Ländern gewisse Verschiebungen (vgl. Abb. 1/22, Abb. 1/23, S. 57). In den alten Ländern reduzierte sich beispielsweise der Anteil gesättigter und einfach ungesättigter **Fettsäuren** an der Energiezufuhr um ca. 1 bis 2 Prozentpunkte, während der Anteil mehrfach ungesättigter Fettsäuren stieg. In den neuen Ländern blieb der Anteil gesättigter Fettsäuren an der Energiezufuhr konstant, aber sowohl bei männlichen als auch bei weiblichen Personen ging der Anteil einfach ungesättigter Fettsäuren um ungefähr einen Prozentpunkt zu Gunsten der mehrfach ungesättigten Fettsäuren zurück (vgl. Abb. 1/22, S. 57).

Abbildung 1/23 (S. 57) zeigt die Entwicklung des Anteils einzelner **Kohlenhydratfraktionen** an der Energiezufuhr zwischen 1988 und 1998. Dabei wird deutlich, dass der Anteil der Disaccharide an der Energiezufuhr der männlichen Personen um einen Prozentpunkt zurückging, während Polysaccharide bei beiden Geschlechtern an Bedeutung für die Energiezufuhr gewannen (1 Prozentpunkt bei den weiblichen Personen in den neuen Ländern und 2,3 bis 2,7 Prozentpunkte bei den übrigen betrachteten Personengruppen).

Abbildung 1/24 (S. 58) zeigt die Entwicklung der durchschnittlichen Zufuhr an energieliefernden Nährstoffen und Ballaststoffen (oben) sowie ausgewählten Mengenelementen (Mitte) und Spurenelementen (unten) für die Zeit von 1988 bis 1998, wiederum aufgeschlüsselt nach männlichen und weiblichen Personen sowie alten und neuen Ländern.

Demnach stieg die Zufuhr an Kohlenhydraten und Ballaststoffen teilweise deutlich an, aber auch die Zufuhr an Protein und Fett hat zumeist etwas zugenommen. Für die Alkoholzufuhr ergibt sich in den alten Ländern eine uneinheitliche Entwicklung. In den neuen Ländern resultiert bei den Männern ein gewisser Rückgang des Alkoholkonsums, während bei den Frauen ein geringer Anstieg zu verzeichnen ist.

Die Zufuhr an den ausgewählten **Mengenelementen** (vgl. Abb. 1/24, S. 58 Mitte) zeigt eine überwiegend positive Entwicklung. Sowohl bei männlichen als auch bei weiblichen Personen in den alten und neuen Ländern ist die Zufuhr an Kalium, Calcium und Magnesium zumindest geringfügig angestiegen. Besonders deutlich angestiegen ist dabei die durchschnittliche Kaliumzufuhr der männlichen und weiblichen Personen in den alten Ländern sowie die Calciumzufuhr der weiblichen Personen in den alten und neuen Ländern. Die Natriumzufuhr ist bei den männlichen Personen in den alten Ländern und den weiblichen Personen in den neuen Ländern geringfügig zurückgegangen. Bei den männlichen Personen in den neuen Ländern ist sie jedoch merklich gestiegen, während sie bei den weiblichen Personen in den alten Ländern eine uneinheitliche Entwicklung zeigte. Bei der Betrachtung der Natriumzufuhr ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Verzehr von Speisesalz über die EVS nur ungenau erfasst werden kann, sodass die absolute Höhe der angegebenen Werte nur einen groben Anhaltspunkt zur tatsächlichen Zufuhr liefern kann. Da hiervon jedoch alle betrachteten Datensätze gleichermaßen betroffen sind, können die Trendaussagen zur Natriumzufuhr als relativ valide aufgefasst werden.

Eine ähnliche Entwicklung wie bei den Mengenelementen zeigt sich auch für die Zufuhr an den ausgewählten **Spurenelementen** (vgl. Abb. 1/24, S. 58 unten): Sowohl bei männlichen als auch bei weiblichen Personen ist ein Anstieg der mittleren Zufuhr an Eisen, Zink, Kupfer und Jod zu erkennen. Dies gilt gleichermaßen für die alten und neuen Länder. Für die Jodzufuhr ist zu beachten, dass in der EVS nicht unterschieden wird zwischen jodiertem und nicht-jodiertem Speisesalz. Auch die etwaige Verwendung von jodiertem Speise- oder Pökelsalz in Lebensmittelindustrie oder -handwerk kann auf Grund der Datenlage nicht adäquat berücksichtigt werden. Daher ist davon auszugehen, dass hier die absolute Höhe der Jodzufuhr deutlich unterschätzt wird. Ähnlich wie zuvor bei Natrium können jedoch die Trendaussagen zur Jodzufuhr als weitgehend valide betrachtet werden.

Abbildung 1/25 (S. 59) zeigt die Entwicklung der durchschnittlichen Zufuhr ausgewählter **Vitamine** zwischen 1988 und 1998, wiederum aufgeschlüsselt nach männlichen und weiblichen Personen sowie alten und neuen Ländern. Betrachtet man zunächst die fettlöslichen Vitamine, so werden vor allem bei weiblichen Personen überwiegend positive Entwicklungen deutlich: Die Zufuhr an Vitamin A (Retinol-Äquivalenten), β -Carotin und Vitamin E (Tocopherol-Äquivalenten) ist bei den weiblichen Personen jeweils gestiegen,

wobei der Anstieg bei Vitamin E mit durchschnittlich ca. 2 bis 3 mg pro Person und Tag sehr deutlich ausgefallen ist. Auch die Vitamin D-Zufuhr der weiblichen Personen ist im Betrachtungszeitraum etwas gestiegen, wobei der Anstieg in den alten Ländern zwischen 1988 und 1993 erfolgte. Zwischen 1993 und 1998 ist die durchschnittliche Vitamin D-Zufuhr der weiblichen Personen in den alten Ländern geringfügig zurückgegangen, während sie in den neuen Ländern ebenso geringfügig angestiegen ist. Bei den männlichen Personen ist die Entwicklung der Zufuhr fettlöslicher Vitamine eher uneinheitlich – lediglich bei der Zufuhr an Vitamin E zeigt sich im Betrachtungszeitraum, ähnlich wie bei den weiblichen Personen, ein deutlicher Anstieg. Geringfügig zugenommen hat ferner auch die Zufuhr von β -Carotin. Weitgehend unverändert blieb hingegen die durchschnittliche Vitamin A-Zufuhr der männlichen Personen. Die Vitamin D-Zufuhr männlicher Personen ist in den alten Ländern - ähnlich wie bei den weiblichen Personen - zwischen 1988 und 1993 gestiegen und zwischen 1993 und 1998 wieder etwas zurückgegangen. Insgesamt ist die Vitamin D-Zufuhr jedoch 1998 etwas höher als 1988. In den neuen Ländern ist die Vitamin D-Zufuhr männlicher Personen während des Betrachtungszeitraums etwas zurückgegangen.

Für die ausgewählten wasserlöslichen Vitamine zeigen sich bei männlichen und weiblichen Personen der alten und neuen Länder weitgehend einheitliche Zufuhr-Trends: Bei fast allen Vitaminen hat sich die Zufuhr im Betrachtungszeitraum erhöht. Bei Pantothensäure, Vitamin B₆, Biotin und Vitamin C ist dieser Anstieg relativ deutlich ausgefallen, während er vor allem bei Vitamin B₂, Niacin und Folat nur als marginal zu bezeichnen ist. Unter den betrachteten wasserlöslichen Vitaminen ist lediglich für die durchschnittliche Zufuhr an Vitamin B₁₂ kein allgemeiner Anstieg zu verzeichnen. Bei den männlichen Personen ist die Zufuhr nur in den alten Ländern und nur zwischen 1988 und 1993 gestiegen, zwischen 1993 und 1998 aber sowohl in den alten als auch in den neuen Ländern zurückgegangen. Bei den weiblichen Personen blieb die Zufuhr von Vitamin B₁₂ in den alten Ländern nahezu unverändert, während sie in den neuen Ländern zwischen 1993 und 1998 geringfügig anstieg.

Betrachtet man die Veränderungen der Nährstoffzufuhr zwischen 1988 und 1998 nur absolut, so sind diese schwer zu bewerten, da sich im Betrachtungszeitraum gleichzeitig die Energiezufuhr erhöht hat. Daher ist es sinnvoll, die Nährstoffzufuhr im Verhältnis zur Energiezufuhr (**Nährstoffdichte**) zu untersuchen. Dabei wird deutlich, dass sich die Nährstoffzufuhr männlicher Personen während der betrachteten 10 Jahre nicht so günstig entwickelte wie die der weiblichen Personen. Bei männlichen Personen ist ein Anstieg der Nährstoffdichte für Ballaststoffe, Kalium, Magnesium, Eisen, Jod, β -Carotin, Vitamin E, Pyridoxin, Biotin und Vitamin C zu verzeichnen. Die Nährstoffdichten für die übrigen Nährstoffe sind entweder weitgehend konstant geblieben oder - wie im Fall von Vitamin B₁₂ - zurückgegangen. Bei weiblichen Personen ist die Liste der Nährstoffe mit gestiegener Nährstoffdichte deutlich länger als bei den männlichen Personen. Sie umfasst: Ballaststoffe, Kalium (jedoch nur in den alten Ländern), Calcium, Magnesium, Eisen, Zink, Kupfer, Jod, β -Carotin, Vitamin E, Thiamin, Riboflavin und Vitamin B₆ sowie Pantothensäure, Niacin, Biotin, Folat und Vitamin C. Deutlich zurückgegangen ist bei den weiblichen Personen nur die Nährstoffdichte von Vitamin B₁₂, bei den übrigen Nährstoffen zeigten sich kaum Veränderungen.

Abbildung 1/20: Mittlere Energiezufuhr in den Jahren 1988, 1993 und 1998, nach Geschlecht und Gebiet (AL = alte Länder, NL = neue Länder)

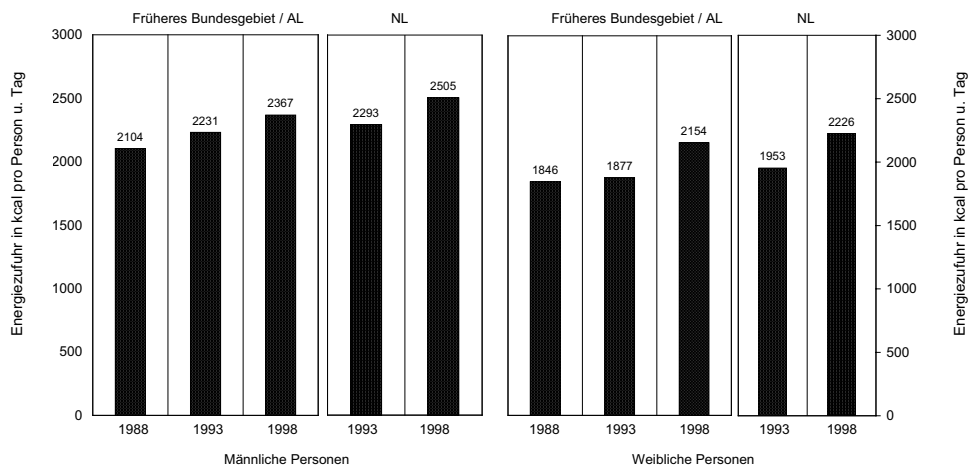


Abbildung 1/21: Mittlere Anteile energieliefernder Nährstoffe an der Energiezufuhr in den Jahren 1988, 1993 und 1998 (gerundete Werte in Prozent), nach Geschlecht und Gebiet (AL = alte Länder, NL = neue Länder)

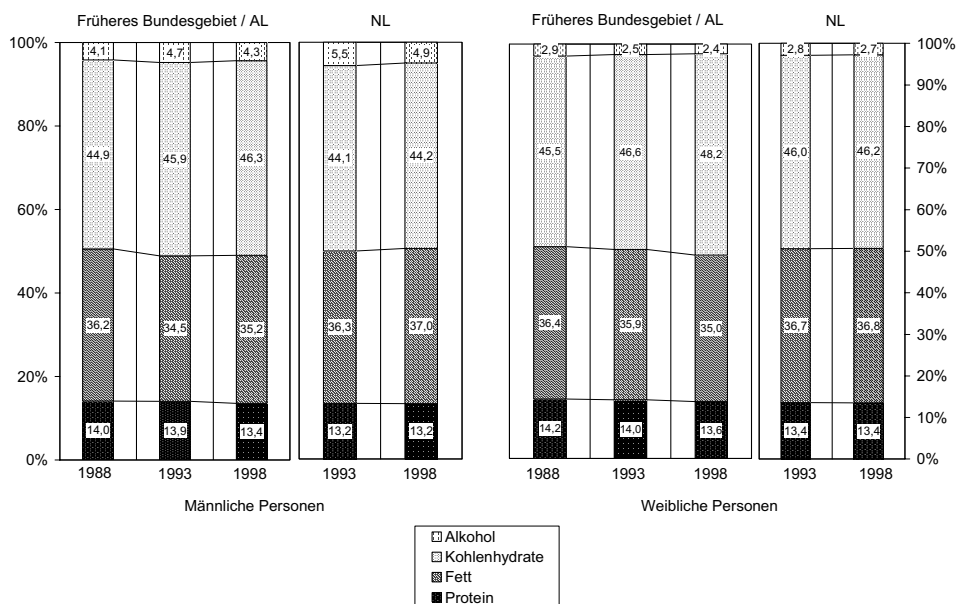


Abbildung 1/22: Mittlere Anteile verschiedener Fettfraktionen an der Energiezufuhr in den Jahren 1988, 1993 und 1998 (gerundete Werte in Prozent), nach Geschlecht und Gebiet (AL = alte Länder, NL = neue Länder)

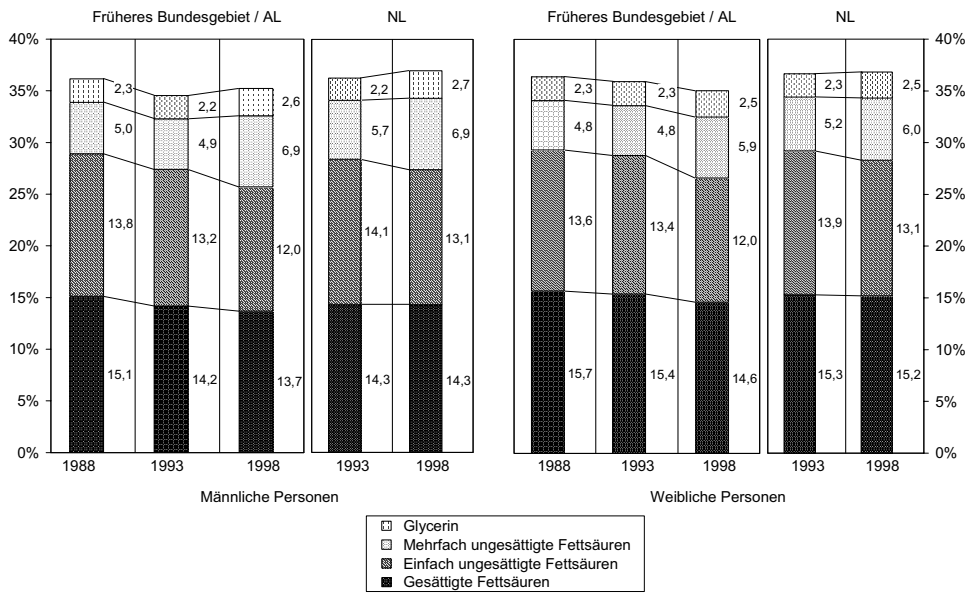


Abbildung 1/23: Mittlere Anteile verschiedener Kohlenhydratfraktionen an der Energiezufuhr in den Jahren 1988, 1993 und 1998 (gerundete Werte in Prozent), nach Geschlecht und Gebiet (AL = alte Länder, NL = neue Länder)

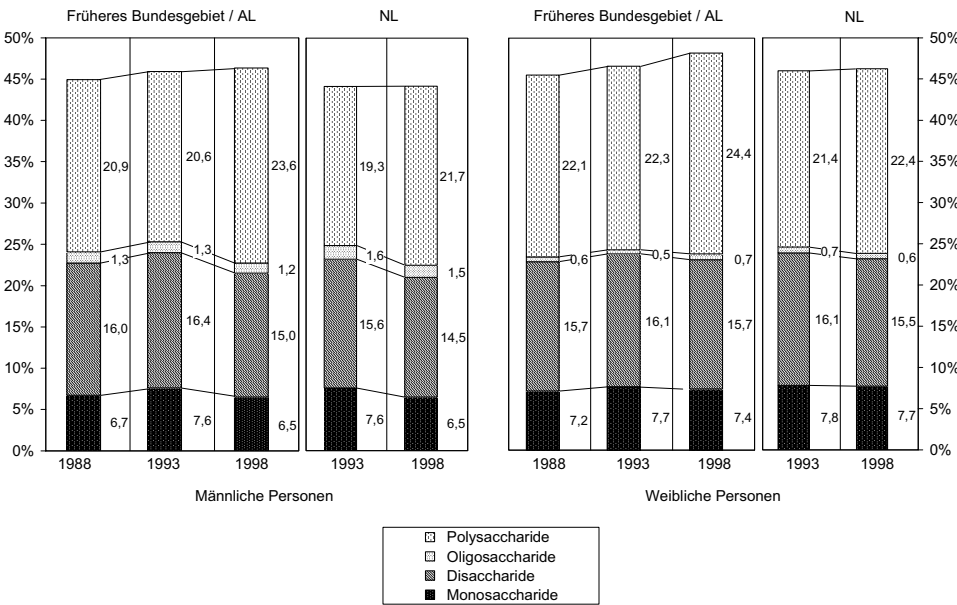
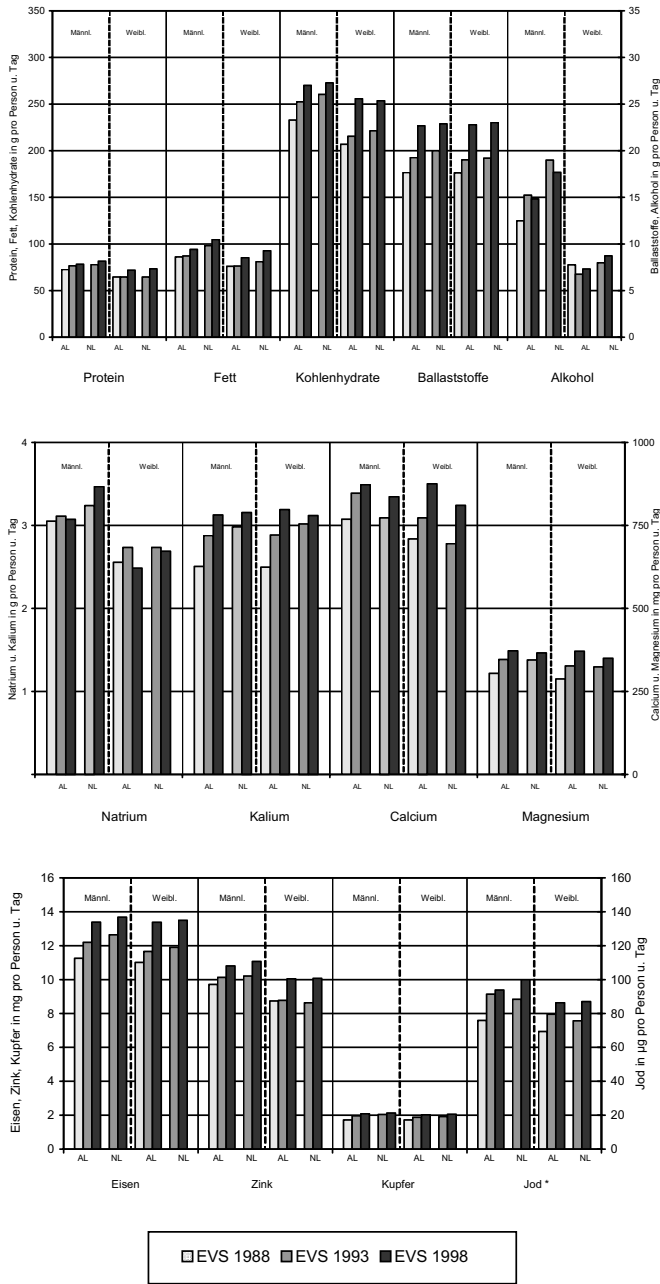
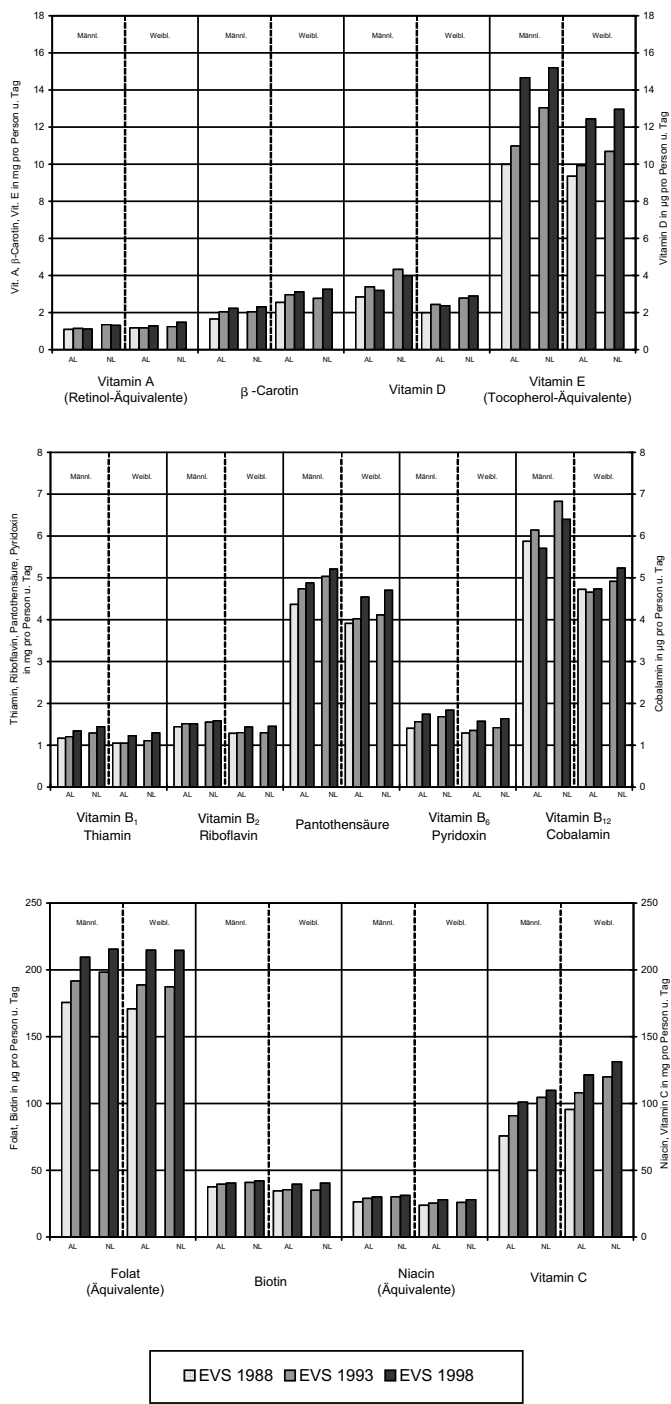


Abbildung 1/24: Mittlere Zufuhr an energieliefernden Nährstoffen, Ballaststoffen und ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in den Jahren 1988, 1993 und 1998, nach Geschlecht und Gebiet (AL = alte Länder, NL = neue Länder)



* Die verfügbaren Daten lassen keine valide Schätzung der Jodzufuhr in Form von Jodsalz und damit hergestellter Lebensmittel zu, sodass die angegebenen Werte die wahre Zufuhr unterschätzen.

Abbildung 1/25: Mittlere Zufuhr ausgewählter Vitamine in den Jahren 1988, 1993 u. 1998, nach Geschlecht und Gebiet (AL = alte Länder, NL = neue Länder)



1.2.4 Ernährungsphysiologische Bewertung¹⁵

Gegenstand dieser Beurteilung sind die Zahlen der EVS 1998, die von der Lebensmittelebene ausgehend in mehreren Schritten transformiert werden mussten, um zu den Zahlen auf der Ebene der täglichen Nährstoffzufuhr zu kommen (s. Tab. 1/3, Tab. 1/4). Eine wertvolle Ergänzung erfuhren diese Zahlen durch die nachträgliche Auswertung der EVS 1988 und 1993 mit einheitlicher Methodik und dem neuesten Bundeslebensmittelschlüssel (BLS, Version II.3) (Abb. 1/20 - 1/25). Die nachfolgende ernährungsphysiologische Beurteilung bezieht sich bevorzugt auf die Ernährungssituation der Erwachsenen, wie sie die Zahlen der EVS 1998 ausweisen, und vergleicht sie mit den D-A-CH-Referenzwerten 2000 (29) und den Empfehlungen des WHO - Reports Nr. 916 (32).

Die ernährungsphysiologische Bewertung der vorliegenden Daten erfolgt unter den folgenden Randbedingungen, die bestimmte Einschränkungen mit sich bringen:

1. Die Daten zum Lebensmittelverzehr stammen aus Schätzungen auf der Basis der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS). Diese Schätzungen haben zwar in der Vergangenheit zunehmend an Validität gewonnen, können aber auch weiterhin mit Fehlern behaftet sein. Grundsätzlich ist zu beachten, dass die EVS keine Daten über den Verbrauch an Nahrungsergänzungsmitteln liefert und die hieraus resultierende Nährstoffzufuhr daher nicht berücksichtigt werden kann.
2. Die Nährstoffangaben des BLS zur Umrechnung von Lebensmittelverzehr in Nährstoffzufuhr stellen Mittelwerte dar. Im Einzelfall kann der tatsächliche Nährstoffgehalt aber auf Grund individueller Sortenwahl, Lagerbedingungen und Zubereitungsverfahren nicht unerheblich von den BLS-Werten abweichen. Darüber hinaus fehlen im BLS Angaben zu angereicherten oder funktionellen Lebensmitteln, die somit hier keine Berücksichtigung finden können.
3. Die Angaben in den Referenzwerten sind Empfehlungen, Richt- oder Schätzwerte, die zwar wissenschaftlich fundiert sind, die individuellen Bedarfswerte können aber mehr oder weniger stark davon abweichen.
4. Es werden unterschiedliche Perzentilen miteinander verglichen: die durchschnittlichen Zufuhrmengen (ca. 50. Perzentile) mit den Zufuhrempfehlungen (ca. 98. Perzentile) (s. auch 1.2.4.3).

Dennoch erscheinen die vorliegenden Daten ausreichend valide, um auf dieser Basis eine Bewertung der Nährstoffversorgung in Deutschland vorzunehmen.

Die Empfehlungen nationaler und internationaler Gremien gehen in den vergangenen Jahren eindeutig in die Richtung, vermehrt pflanzliche und weniger tierische Lebensmittel zu verzehren (29, 32). Zu den Vorteilen einer an pflanzlichen Lebensmitteln reichen Ernährung zählen: geringere Energiedichte, in aller Regel geringerer Fettgehalt mit günstigerer Fettsäurezusammensetzung, hoher Gehalt an Vitaminen, Mengen- und Spurenelementen, sekundären Pflanzenstoffen und Ballaststoffen. Zahlreiche epidemiologische Studien haben die positiven Wirkungen dieser Art von Ernährung für die Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs belegt ([33], vgl. auch Kapitel 5, Seite 235ff).

¹⁵ Bearbeiter: Wolfram, Günther; Gedrich, Kurt

Dabei entfalten nach derzeitigen Erkenntnissen weniger einzelne Inhaltsstoffe als vielmehr das Zusammenwirken zahlreicher biologisch aktiver Substanzen in Gemüse, Obst und Vollkornprodukten und das dadurch erreichte Ernährungsmuster diese positiven Wirkungen. Zusätzlich zu diesen Vorteilen wirkt noch der Verdrängungseffekt von pflanzlichen Lebensmitteln im Sinne eines geringeren Verzehrs von tierischen Lebensmitteln mit z.B. großen Mengen gesättigter Fettsäuren. Vermehrter Verzehr von rotem Fleisch, insbesondere von verarbeiteten Fleischprodukten, wird auch mit einem erhöhten Risiko für Dickdarmkrebs in Verbindung gebracht (vgl. Kapitel 5, Seite 239). Davon bleibt aber die prominente Bedeutung angemessener Mengen hochwertiger tierischer Lebensmittel für die Versorgung des Menschen mit bestimmten essenziellen Nährstoffen wie Vitamin B₁₂, Eisen, Zink oder Calcium im Rahmen einer vollwertigen Ernährung unberührt.

1.2.4.1 Lebensmittelverbrauch

Bei den Lebensmitteln tierischer Herkunft ist der Anstieg der verfügbaren Mengen von Geflügelfleisch und Fisch positiv zu bewerten (Abb. 1/17, Abb. 1/18), ebenso wie die tendenzielle Abnahme des Verbrauchs von rotem Fleisch (Abb. 1/17). Erfreulich ist auch die relative Konstanz der verfügbaren Mengen von Frischmilcherzeugnissen (Abb.1/15), und die nach wie vor steigende Tendenz des Verbrauchs von Joghurt. Der weiter andauernde Anstieg des Käsekonsums verbessert die Versorgung mit Calcium und weiteren Mineralstoffen (Abb. 1/16), birgt aber die Gefahr einer vermehrten Zufuhr von Fett, insbesondere in Form gesättigter Fettsäuren. Der Fettkonsum ist immer noch zu hoch und zeigt auch keine überzeugende Tendenz nach unten. Positiv zu bewerten ist, dass der Anteil von pflanzlichen Ölen und pflanzlichen Fetten inzwischen mehr als die Hälfte des Fettverbrauchs erreicht und der Verbrauch von Butter abnimmt. Diese Abnahme des Verbrauchs müsste sich noch auf die Schlachtfette ausdehnen (Abb.1/19).

Bei den pflanzlichen Lebensmitteln ist der Gemüseverbrauch erfreulicherweise weiter gestiegen (Abb. 1/12). Dieser Befund wird durch den langfristig ansteigenden Trend des Gemüseverbrauchs in der Agrarstatistik bestätigt (Abb. 1/3). Sehr positiv zu bewerten ist auch die Zunahme des Obstverbrauchs (Abb. 1/13).

Trotz dieser positiven Entwicklungen ist aber der Konsum von Obst und Gemüse weiterhin zu niedrig (Tab. 1/1). Selbst wenn man neben den frischen Lebensmitteln alle Obst- und Gemüseprodukte mit einbezieht, erreicht kaum eine Personengruppe im Durchschnitt das von der WHO (32) jüngst formulierte Ernährungsziel, täglich mindestens 400 g Obst und Gemüse zu verzehren. Erfreuliche Ausnahmen bilden die Altersgruppen über 51 Jahre, die diesem Ziel nahe kommen oder es sogar übertreffen. Aber jüngere Personen, insbesondere in den alten Ländern, müssen weiterhin ermuntert werden, mehr Obst und Gemüse zu verzehren. Angesichts des weit verbreiteten Problems von Übergewicht und Adipositas darf aber die Steigerung des Verzehrs an Obst und Gemüse, trotz dessen meist geringer Energiedichte, in aller Regel nicht zusätzlich zum üblichen Verzehr erfolgen, sondern muss andere Lebensmittel teilweise ersetzen.

Abschließend sei noch erwähnt, dass sich die im Ernährungsbericht 2000 aufgezeigte Tendenz eines Rückgangs des Alkoholkonsums fortgesetzt hat (Abb. 1/14).

Die Empfehlung, sich vorwiegend mit pflanzlichen Lebensmitteln zu ernähren, wird im Durchschnitt von allen Personengruppen eingehalten (Tab. 1/2). Etwa zwei Drittel der zugeführten Nahrungsenergie stammt aus pflanzlichen Produkten. Die Umsetzung der

Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) zu mehr Verzehr von Gemüse und Obst (entsprechend der 5 am Tag Kampagne) wird eine weitere Verschiebung der Energiezufuhr zu Gunsten pflanzlicher Lebensmittel bewirken.

1.2.4.2 Nährstoffversorgung

Die durchschnittlichen Werte der *Energiezufuhr* (Tab. 1/3) liegen bei männlichen und weiblichen Personen aller Altersgruppen bis unter 51 Jahren unter den entsprechenden Richtwerten der Energiezufuhr in den D-A-CH-Referenzwerten ([29], Tab. 4, S. 31). Dies mag vor dem Hintergrund von Publikationen, wonach bereits mit Beginn im Kindesalter je nach Altersgruppe 25 % bis 70 % der Bevölkerung von Präadipositas oder Adipositas betroffen sind (34, 35), zunächst überraschen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Richtwerte für die durchschnittliche Energiezufuhr von einer adäquaten körperlichen Aktivität mit PAL-Werten¹⁶ zwischen 1,6 und 1,75 ausgehen. Da die meisten Menschen in Deutschland aber nur wenig körperlich aktiv sind (36), muss man für den Vergleich mit Zufuhrdaten die Richtwerte für die Energiezufuhr aus den D-A-CH-Referenzwerten mit einem PAL-Wert von 1,4 zu Grunde legen (vgl. [29], Tab. 5, S. 32). Dann liegt die Energiezufuhr bei allen weiblichen Personen ab 15 Jahren und allen männlichen Personen ab 25 Jahren höher als die Referenzwerte. Dieser Vergleich macht deutlich, dass die wachsende Prävalenz von Übergewicht in Deutschland (37) sowohl ein Ernährungsproblem als auch ein Bewegungsproblem darstellt. In Deutschland haben über 65 % der Männer und etwa 55 % der Frauen Übergewicht ($\text{BMI} \geq 25^{16}$) und innerhalb dieser Gruppe etwa 0,5 % bzw. 1,6 % eine massive Fettsucht ($\text{BMI} \geq 40$). Gleichzeitig gibt es aber bei 0,4 % der Männer und 1,5 % der Frauen ein eindeutiges, klinisch relevantes Untergewicht ($\text{BMI} < 18,5$) mit eingeschränkter körperlicher Leistungsfähigkeit und erhöhtem Mortalitätsrisiko (35).

Die Personen der Altersgruppen der über 51-Jährigen haben, wie bereits im letzten Ernährungsbericht dargestellt, ungewöhnlich hohe Energiezufuhrwerte. Diese Konstellation wird bei ernährungsbezogenen Auswertungen von Haushaltsbudgeterhebungen immer wieder beobachtet (38), ist aber immer noch nicht zufriedenstellend erklärt. Einerseits ist vermutlich die Energiezufuhr bei diesen Personengruppen tatsächlich höher, als es aus manchen Verzehrstudien hervorgeht, insbesondere wenn retrospektive Erhebungsverfahren angewandt wurden (z. B. [39]). Dies würde auch die besonders hohe Prävalenz von Übergewicht gerade in diesen Altersgruppen erklären (40). Andererseits muss man auch davon ausgehen, dass in Haushalten älterer Menschen Lebensmitteleinkauf und Eigenverzehr stärker voneinander abweichen als in anderen Haushalten, was zur Überschätzung der Verzehrsmengen und entsprechend auch der Energie- und Nährstoffzufuhr dieser Personen führen würde. Leider fehlt es weiterhin an Daten, um den Zusammenhang zwischen Lebensmitteleinkauf und Verzehr genau analysieren und daraus entsprechende Korrekturverfahren entwickeln zu können.

Der durchschnittliche *Proteinanteil* an der Energiezufuhr liegt bei allen Personengruppen zwischen 12 % und 14 % (Tab. 1/2). Dies ist mehr als die 8 % bis 10 % der Energiezufuhr, die sich aus den Proteinempfehlungen in den D-A-CH-Referenzwerten für Erwachsene ableiten lassen (29). Dieser Proteinanteil steht aber im Einklang mit den WHO-

¹⁶ PAL = physical activity level, durchschnittlicher täglicher Energiebedarf für körperliche Aktivität als Mehrfaches des Grundumsatzes
BMI = Body Mass Index: Körpergewicht [kg]/Quadrat der Körperlänge [m²]

Empfehlungen von 10 % bis 15 % (32). Nach dem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand stellt eine Proteinzufuhr in dieser Höhe beim Gesunden kein Risiko für die Gesundheit dar. Zu beachten ist aber, dass tierische Proteinquellen oft mit Fett, insbesondere gesättigten Fettsäuren, Cholesterol oder Purinen vergesellschaftet sind und aus diesem Grund eine erhöhte Zufuhr nicht unproblematisch sein kann.

Betrachtet man in Tabelle 1/2 den Fettanteil an der Energiezufuhr, so wird deutlich, dass dieser mit Werten zwischen 33 % und 38 % weiterhin zu hoch ist. Zwar darf die Zufuhr von Fett bei entsprechender körperlicher Aktivität auch 35 % der Energie erreichen, die durchschnittliche körperliche Aktivität der Bevölkerung entspricht aber nicht einmal den empfohlenen PAL-Werten von 1,6 bis 1,75 (36). Die höchsten Anteile von Fett finden sich bei den männlichen Personen zwischen 19 und 25 Jahren und bei den weiblichen ab 51 Jahren. Personen in den neuen Ländern haben bei den einzelnen Altersgruppen einen im Durchschnitt um 1 bis 3 Prozentpunkte höheren Fettanteil als Personen in den alten Ländern. Zur Prävention von Stoffwechselkrankheiten, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und z. B. Brustkrebs wäre in Deutschland eine Reduzierung des Fettanteils auf etwa 30 % der Energiezufuhr anzustreben (29, 32). Meta-Analysen zeigen, dass durch eine derartige fett-moderate Ernährung auch dem Übergewicht langfristig vorgebeugt wird (z. B. [41]). In einer Interventionsstudie mit über 3000 Personen mit einer gestörten Glucosetoleranz konnte im Verlauf von 2,8 Jahren durch Verminderung der Fettzufuhr auf 27 % der Energie und Steigerung der körperlichen Aktivität das Körpergewicht um durchschnittlich 6 kg vermindert und das Auftreten von Diabetes mellitus um 58 % gesenkt werden (42).

Neben der Gesamthöhe der Fettzufuhr ist aber auch deren Zusammensetzung wichtig (33). Tabelle 1/2 zeigt, dass gesättigte Fettsäuren je nach Personengruppe zwischen 13 % und 16 % der Energiezufuhr erreichen und somit deutlich über dem entsprechenden Richtwert von höchstens 10 % der Energiezufuhr liegen. Der überwiegende Teil der Nahrungsfette sollte aus einfach ungesättigten Fettsäuren bestehen. Die Zufuhr von mehrfach ungesättigten Fettsäuren erreicht knapp den in den D-A-CH-Referenzwerten angegebenen Richtwert von 7 % der Energie ([29], S. 45), ihre Zusammensetzung ist aber noch nicht optimal. Die Zufuhr von Linolsäure (n-6) und α -Linolensäure (n-3) sollte im Verhältnis von 5:1 erfolgen, liegt in Deutschland aber im Durchschnitt über 7:1 (Tab. 1/3). Die Zufuhr sehr langkettiger n-3 Fettsäuren (Eicosapentaen- und Docosahexaensäure) erreicht bei Männern im Durchschnitt etwa 250 mg und bei Frauen etwa 150 mg pro Tag. Die Gruppe der Männer mit 51 bis unter 65 Jahren erreicht etwa 350 mg, die Frauen dieser Altersgruppe etwa 200 mg pro Tag. Diese Werte entsprechen den Zahlen einer Auswertung der EPIC-Studie (43) und sind in Verbindung mit der Eigensynthese langkettiger n-3 Fettsäuren aus α -Linolensäure ausreichend. Dennoch sollte in der Ernährungsberatung wegen des günstigen Verhältnisses von Linol- zu α -Linolensäure auf die bevorzugte Verwendung von Raps- und Walnussöl sowie auf den Verzehr von 1 bis 2 Seefischmahlzeiten pro Woche hingewiesen werden, da n-3 Fettsäuren eine sehr wichtige protektive Wirkung gegen den plötzlichen Herztod haben (33).

Die *Cholesterol*-zufuhr (Tab. 1/3) der Personen über 51 Jahren liegt im Durchschnitt deutlich über dem Richtwert von 300 mg pro Tag. Obwohl die Bedeutung des Nahrungscholesterols als eigenständiger Risikofaktor für die Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen nicht so groß ist wie die der gesättigten Fettsäuren (29), sollte eine Reduzierung der Cholesterolzufuhr angestrebt werden. Hierzu empfiehlt sich eine Beschränkung des Verzehrs von Innereien, Eiern, fettreichen Fleisch- und Milchprodukten. Damit erreicht man gleichzeitig eine Verringerung der Zufuhr von gesättigten Fettsäuren.

Ernährungsphysiologisch besonders ungünstig ist die Kombination einer hohen Energie-, Fett- und Cholesterolzufuhr mit einem hohen Anteil an gesättigten Fettsäuren, wie sie sich im Durchschnitt bei Personen ab 51 Jahren – insbesondere in den neuen Ländern – zeigt (Tab. 1/3). Hierdurch ist das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen deutlich erhöht (33). Daher sollte es weiterhin das Bestreben der Ernährungsaufklärung sein, die Zufuhr gesättigter Fettsäuren, insbesondere von Laurin- (C12:0), Myristin- (C14:0) und Palmitinsäure (C16:0) zu reduzieren, und diese zum Teil durch ungesättigte Fettsäuren, nicht zuletzt n-3 Fettsäuren, zu ersetzen. Diesem Ziel dient der bevorzugte Verzehr von fettarmen Sorten von Fleisch- und Milchprodukten sowie Backwaren und Süßspeisen, die maßvolle Verwendung von Butter und Eiern sowie die bevorzugte Verwendung von Raps- und Walnußöl.

Der durchschnittliche *Kohlenhydrat*anteil an der Energiezufuhr liegt, je nach Personengruppe, zwischen 42 % und 54 %. Die Kohlenhydratanteile sind bei Kindern und Jugendlichen am höchsten und sinken mit zunehmendem Alter. Im Durchschnitt über alle Personengruppen beträgt die Kohlenhydratzufuhr nicht einmal 50 % der Energiezufuhr. Zum überwiegenden Teil werden die Kohlenhydrate zwar in Form von Polysacchariden zugeführt, deren Anteil an der Energiezufuhr liegt aber bei allen Personengruppen deutlich unter 30 %. Das Verhältnis der Zufuhr von Polysacchariden zu niedermolekularen Kohlenhydraten hat natürlich auch Auswirkungen auf den glykämischen Index¹⁷ der Nahrung. Die mit einem hohen glykämischen Index in Verbindung gebrachten Risiken erhöhter Blutzucker- und Insulinwerte sind für Patienten mit Diabetes mellitus von Bedeutung, aber für die Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen vorerst nur hypothetisch und bisher durch keine Interventionsstudie belegt (44).

Einen erheblichen Anteil an der Kohlenhydrat- und Energiezufuhr haben *Mono-* und *Disaccharide* (Tab. 1/3), die bei allen Altersgruppen den WHO-Richtwert übersteigen. Die WHO empfiehlt, die Zufuhr von verschiedenen Zuckerarten auf höchstens 10 % der Energiezufuhr zu beschränken (32), um eine hohe Nährstoffdichte zu gewährleisten, um der Entstehung von Übergewicht, insbesondere durch den erhöhten Konsum von gesüßten Getränken (99) vorzubeugen, und mit polysaccharidhaltigen Lebensmitteln wie Vollkornprodukten und Gemüse auch die Zufuhr von Ballaststoffen und sekundären Pflanzenstoffen zu verbessern.

Die *Ballaststoffzufuhr* (Tab. 1/3) ist bei fast allen Personengruppen im Durchschnitt niedriger als der D-A-CH-Referenzwert von mindestens 30 g pro Tag. Die einzige Ausnahme bilden männliche Personen ab 65 Jahren. Ballaststoffe haben wichtige protektive Wirkungen in Bezug auf verschiedene Stoffwechselkrankheiten wie Diabetes mellitus oder Hypercholesterolämie, Herzinfarkt und möglicherweise Dickdarmkrebs. Daher empfiehlt sich eine weitere Steigerung des Anteils ballaststoffreicher pflanzlicher Lebensmittel, wie Gemüse, Obst, Vollkornprodukte und Kartoffeln, zur Erreichung des D-A-CH-Referenzwerts für Ballaststoffe. Dies sollte zu Lasten von fett- und zuckerreichen Lebensmitteln gehen.

Alkohol hat bei Personen ab einem Alter von 25 Jahren einen nennenswerten Anteil an der Energiezufuhr (Tab. 1/2). Dies gilt insbesondere für männliche Personen. So erreichen Männer der Altersgruppe zwischen 51 und 65 Jahren im Durchschnitt einen Alkoholanteil an der Energiezufuhr von 7 %. Dieser Durchschnittswert bedeutet, dass bei einem Teil der Bevölkerung der Anteil von Alkohol an der Energiezufuhr deutlich höher ist. Dieser Alkoholkonsum ist nicht nur wegen der schädlichen Wirkungen des Ethanols als bedenk-

¹⁷ Der glykämische Index ist ein Maß für die Höhe des Blutglucosespiegels und damit für die Insulinausschüttung nach Zufuhr von 50 g Kohlenhydraten mit einem Testlebensmittel (44).

lich einzustufen, sondern auch wegen der dadurch bedingten Reduzierung der Nährstoffdichte der gesamten Ernährung. Die D-A-CH-Referenzwerte nennen 20 g Alkohol pro Tag als für gesunde Männer gesundheitlich verträgliche Dosis. Für Frauen gilt die Hälfte dieses Wertes (29). Alkohol sollte aber nicht jeden Tag getrunken werden. Die durchschnittliche Alkoholfuhr der Männer ab 25 Jahren und die der Frauen zwischen 25 und 65 Jahren liegt zum Teil deutlich über diesem D-A-CH-Referenzwert (Tab. 1/3). Zum Alkoholkonsum von Kindern und Jugendlichen kann hier aus methodischen Gründen (vgl. S. 28f) keine Stellung genommen werden. Auch für eine Diskussion über den Konsum alkoholischer Mischgetränke durch Jugendliche (sogenannte „Alkopops“) können die vorliegenden Daten auf Grund des Erhebungszeitpunkts (1998) und der Erhebungsmethodik nicht verwendet werden.

Die Daten zur mittleren Zufuhr von Mengen- und Spurenelementen sowie Vitaminen können nur einen groben Eindruck von der Nährstoffversorgung der Bevölkerung vermitteln, da keine Streuungsmaße berücksichtigt sind (s. S. 67). Dennoch ist die Tabelle 1/5 (s. S. 40-41) gut geeignet, die wesentlichen Probleme der Nährstoffversorgung aufzudecken. Der Vergleich der mittleren Zufuhrmengen mit den D-A-CH-Referenzwerten in diesem Ernährungsbericht und im Ernährungsbericht 2000 macht deutlich, dass sich die Versorgung in den letzten 4 Jahren nicht entscheidend verändert hat und bei der Mehrzahl dieser Nährstoffe ausreichend ist. Die Zufuhrwerte von Natrium, Calcium, Eisen und Jod sowie Vitamin D, Folat und Pantothensäure müssen aber kommentiert werden:

Die *Natrium*zufuhr ist bei Männern und Frauen über 51 Jahren im Durchschnitt relativ hoch und übersteigt deutlich den Richtwert von 6 g Kochsalz pro Tag. Diese Durchschnittswerte lassen darauf schließen, dass für Personen mit einer Natriumzufuhr im oberen Bereich bei entsprechender genetischer Veranlagung das Risiko für Bluthochdruck erhöht ist. Sie sollten die Kochsalzzufuhr, insbesondere mit Wurstwaren und Brot, sowie bei der Speisenzubereitung reduzieren.

Die *Calcium*zufuhr ist vor allem bei Kindern und Jugendlichen bis unter 19 Jahren im Durchschnitt unzureichend. Dies gilt insbesondere in den neuen Ländern. Darüber hinaus ist aber die Calciumversorgung auch in den anderen Altersgruppen nicht zufriedenstellend (Tab. 1/5). Die Osteoporose ist eine speziell im Alter weit verbreitete Störung des Knochenstoffwechsels und die ansteigende Lebenserwartung des Menschen verlangt im Prinzip auch eine längere Lebensdauer der Knochen. Die Menschen sollten daher motiviert werden, mehr calciumreiche, aber fettarme Milchprodukte zu wählen. Zusätzlich sollten noch mehr calciumreiche Gemüse, z.B. bestimmte Kohlarten, und Mineralwässer verzehrt werden. Da Vitamin D eine Rolle bei der Calciumverwertung spielt, muss zusätzlich zur Aufnahme mit der Nahrung für die Eigensynthese von Vitamin D in der Haut durch UV-Licht für ausreichenden Aufenthalt im Freien gesorgt werden. Körperliche Aktivität steigert noch zusätzlich die Knochendichte.

Die *Eisen*zufuhr ist vor allem in den neuen Ländern bei weiblichen Kindern und Jugendlichen im Alter zwischen 10 bis unter 15 Jahren unzureichend. Aber auch bei jungen Frauen im Alter von 15 bis unter 25 Jahren ist die Versorgung mit Eisen nicht befriedigend (Tab. 1/5). Dies bedeutet, dass gerade bei den Frauen im gebärfähigen Alter der physiologisch bedingte, erhöhte Bedarf an Eisen nicht ausreichend gedeckt wird. Auf Grund der guten Bioverfügbarkeit von Häm-Eisen sind Fleisch und Fleischwaren gute Eisenquellen. Bei Frauen dieser Altersgruppe ist aber häufig eine fleischarme oder sogar fleischoffene Ernährung beliebt. Ein maßvoller Verzehr von fettarmen Fleischsorten und Fleischprodukten wird deshalb den Frauen dieser Altersgruppen empfohlen.

Die Jodversorgung ist gemäß Tabelle 1/5 bei allen Personengruppen ungenügend. Da aber die Verwendung von Jodsalz im Haushalt sowie die Verwendung von mit Jodsalz hergestellten Lebensmitteln sich in den hier wiedergegebenen Daten nicht adäquat widerspiegeln, erlauben sie keine Aussage zur tatsächlichen Jodversorgung. Damit unterscheiden sich die hier vorliegenden Daten zur Jodzufuhr nicht grundlegend von denen in anderen Erhebungen dieser Art (39, 45). Zwar ist nach Daten zur Ausscheidung von Jod im Urin (Jodurie) in einigen Regionen Deutschlands die Jodversorgung beispielsweise von Schulkindern ausreichend (46), aber die Erhebung dieser Daten erfolgte selektiv und nicht repräsentativ für ganz Deutschland. Da nach wie vor der Jodversorgungsstatus in Deutschland im internationalen Vergleich nicht ausreichend ist (47), muss die allgemeine Verwendung von Jodsalz, nicht nur im Privathaushalt, sondern auch in der Gemeinschaftsverpflegung, vor allem aber bei der industriellen und handwerklichen Herstellung von Lebensmitteln oberste Priorität behalten (48). Regelmäßiger Verzehr von Seefisch und Milch unterstützt diese Maßnahme, kann aber die Verwendung von Jodsalz und damit hergestellten Lebensmitteln nicht ersetzen. Von einem generellen Zusatz von Jod zu diversen Lebensmitteln wird hingegen abgeraten.

Die Vitaminzufuhr ist gemäß den Zahlen in Tabelle 1/5 weitgehend zufriedenstellend. Ausnahmen bilden jedoch Vitamin D, Folat und Pantothensäure:

Vitamin D spielt eine zentrale Rolle im Calcium- und Phosphat-Stoffwechsel und hat damit große Bedeutung für den Knochenstoffwechsel, nach neueren Erkenntnissen auch für den Muskel (49). Einer ausreichenden Versorgung mit Vitamin D kommt besonders in der Wachstumsphase und im Alter eine wichtige Rolle zu. Umso problematischer ist es daher, dass die durchschnittliche Vitamin D-Zufuhr insbesondere bei Kindern und Jugendlichen zum Teil erheblich unter der empfohlenen Zufuhr liegt. Dies allein wäre noch kein Problem, da Vitamin D bei ausreichender UV-Bestrahlung vom Körper weitgehend selbst synthetisiert werden kann. Voraussetzung ist jedoch eine entsprechende UV-Exposition im Freien, die vielfach durch die modernen Arten der Freizeitgestaltung nicht mehr gegeben ist. Im Kleinkindesalter wird dies durch Vitamin D-Supplemente korrigiert. Im Alter ist die Eigensynthese von Vitamin D durch eine altersbedingte Reduzierung der Aktivität der entsprechenden Enzyme zusätzlich verringert. Hier ist durch verbesserte alimentäre Zufuhr mit Seefisch etc. und ausreichender Bewegung im Freien zu allen Jahreszeiten für eine Deckung des erhöhten Bedarfs als Schutz vor Osteoporose zu sorgen.

Ein weiteres Vitamin, dessen Zufuhr besondere Aufmerksamkeit gebührt, ist *Folat*. Bei Personen unter 25 Jahren liegt die mittlere Folatzufuhr deutlich unter den D-A-CH-Referenzwerten. Bei älteren Personen ist die Versorgung nicht ganz so ungünstig, aber keinesfalls zufriedenstellend. Folat hat präventivmedizinische Bedeutung, da durch eine ausreichende Zufuhr erhöhte Homocysteinkonzentrationen im Blut, ein Risikofaktor für die Koronarsklerose, gesenkt werden. Zur Prävention eines Neuralrohrdefekts wird Frauen, die schwanger werden wollen oder könnten, empfohlen, pro Tag zusätzlich zum Folat in der Nahrung 400 µg synthetische Folsäure in Form von Supplementen aufzunehmen. Zur Verbesserung der allgemeinen Versorgung mit Folat sollten mehr Gemüse (vor allem Blatt- und Stängelgemüse sowie Hülsenfrüchte) und mehr Vollkorngetreideprodukte verzehrt werden.

Die Versorgung mit *Pantothensäure* ist nicht so schlecht, wie es ein Vergleich mit den D-A-CH-Referenzwerten auszudrücken scheint. Hier muss berücksichtigt werden, dass im Vergleich mit internationalen Referenzwerten die D-A-CH-Schätzwerte wegen einer noch nicht gesicherten Datenlage relativ hoch angesetzt sind. Für eine unzureichende Deckung des Pantothensäurebedarfs gibt es in Deutschland aber keine Anhaltspunkte.

1.2.4.3 Methodischer Nachsatz

Die in den D-A-CH Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr (29) empfohlenen Zufuhrmengen stellen bei nahezu allen Personen (ca. 98 %) einer gesunden Bevölkerung eine adäquate Nährstoffversorgung sicher. Gesunde Personen, deren Zufuhr diesen Empfehlungen entspricht, sind daher mit ca. 98 %iger Wahrscheinlichkeit ausreichend versorgt. Personen, deren Zufuhr die Empfehlungen nicht erreicht, sind jedoch umgekehrt nicht zwangsläufig unterversorgt. Die Wahrscheinlichkeit, dass sie ihren individuellen Nährstoffbedarf decken, sinkt jedoch, je weiter ihre Zufuhr von der Empfehlung nach unten abweicht.

Die ernährungsphysiologische Bewertung der vorgestellten Ergebnisse zur Ernährungssituation in Deutschland muss durch eine Gegenüberstellung von Nährstoffzufuhr und Nährstoffbedarf erfolgen. Auf der Ebene von Personengruppen hat der Vergleich von durchschnittlichen Zufuhrmengen (ca. 50. Perzentile) mit den Zufuhrempfehlungen (ca. 98. Perzentile) nur eingeschränkte Aussagekraft (vgl. [50]), da genau genommen immer nur die gleichen Perzentilen miteinander verglichen werden können. Der in Tabelle 1/5 durchgeführte Vergleich bewertet also die Ernährungssituation im Prinzip zu schlecht. Bei dieser Vorgehensweise bleiben die Streuungen von Zufuhr und Bedarf innerhalb der Personengruppen unberücksichtigt. Sie können nur adäquat eingebracht werden, wenn die Zufuhrwerte der Individuen einzeln zur Verteilungskurve des Bedarfs in dieser Gruppe in Beziehung gesetzt werden (50).

So könnte die Häufigkeit einer zu geringen Nährstoffzufuhr in der betreffenden Bevölkerungsgruppe mit Hilfe der Variation der Nährstoffzufuhrverteilung und des Durchschnittsbedarfs ermittelt werden (50). Erstere sind zwar zu berechnen, aber die genauen Werte des Durchschnittsbedarfs stehen in den D-A-CH-Referenzwerten nur bei wenigen Nährstoffen zur Verfügung (29).

Sowohl die Erhebung der Nährstoffzufuhr als auch die Methodik der ernährungsphysiologischen Bewertung müssen somit noch verbessert werden. Eine bessere Dokumentation der Nährstoffzufuhr ist von einer geplanten neuen Nationalen Verzehrsstudie zu erwarten. Die D-A-CH-Referenzwerte sollten mit zunehmenden wissenschaftlichen Erkenntnissen in Zukunft auch Werte des Durchschnittsbedarfs enthalten, um damit die Bestimmung von Häufigkeiten einer zu geringen Nährstoffzufuhr zu ermöglichen.

1.2.4.4 Schlussfolgerungen

Zur Verbesserung der Ernährungssituation sind Verhaltensänderungen in der Bevölkerung erforderlich. Diese betreffen nicht nur die Ernährung, sondern auch die Zunahme der körperlichen Aktivität. Bei allen Personengruppen sollte die Nährstoffdichte der Nahrung erhöht werden: Vor allem jüngere Menschen sollten die Zufuhr an Vitaminen und Mineralstoffen steigern, ohne die Energiezufuhr wesentlich zu verändern, während ältere Personen die Energiezufuhr meist reduzieren sollten, ohne die Zufuhr an Vitaminen und Mineralstoffen zu senken. So wird bei bedarfsdeckender, fett-moderater, vollwertiger Ernährung dem Übergewicht, als dem wichtigsten Wegbereiter von Stoffwechselkrankheiten, wirksam vorgebeugt. Darüber hinaus hätte eine Steigerung der körperlichen Aktivität ebenfalls eine starke präventive Wirkung gegen Übergewicht, Stoffwechselkrankheiten, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Osteoporose und Dickdarmkrebs (51) und könnte auch helfen, viele Ernährungsziele ohne einschneidende Ernährungsumstellungen zu erreichen, da bei erhöhter körperlicher Aktivität die Energiebilanz leichter ausgeglichen gestaltet werden kann.

1.3 Zusammenhang zwischen Ernährungswissen und -verhalten¹⁸

Zahlreiche Maßnahmen der öffentlichen Ernährungsaufklärung und -beratung zielen auf eine Verbesserung des Ernährungswissens der Bevölkerung mit der Absicht, dadurch das Ernährungsverhalten günstig zu beeinflussen. Inwieweit sich das Ernährungswissen aber tatsächlich auf das Ernährungsverhalten auswirkt, ist weiterhin umstritten (vgl. z. B. [1, 52, 53, 54]).

Aktuelle Daten zu dieser Thematik liefert die 2. Bayerische Verzehrsstudie¹⁸ (BVS II), die zwischen September 2002 und Juli 2003 durchgeführt wurde. Dabei wurden aus der Grundgesamtheit der 13- bis 80-jährigen deutschsprachigen Wohnbevölkerung in Bayern mittels Random-Route-Verfahren 896 Studienteilnehmer rekrutiert (366 männlich, 530 weiblich; Alter: $46,1 \pm 16,8$ Jahre [MW $\pm$ SD]). Sie wurden zunächst im Rahmen eines computer-gestützten persönlichen Interviews (computer aided personal interview = CAPI) u.a. zu Ernährungsverhalten und -wissen sowie zu soziodemographischen Merkmalen befragt. Im Anschluss wurden Lebensmittelverzehr und körperliche Aktivität der Teilnehmer innerhalb von 14 Tagen mit 3 telefonisch durchgeführten, ebenfalls computer-gestützten 24h-recalls erfasst (computer aided telephone interview = CATI). Für die Ernährungserhebung kam die Software EPIC-SOFT (vgl. [55]) zum Einsatz, die von der International Agency for Research on Cancer (IARC) in Lyon zur Verfügung gestellt wurde.

Die Studie beinhaltete u.a. 13 Fragen zum Ernährungswissen, die den folgenden Bereichen zugeordnet werden können:

- 2 geschlossene Fragen zu allgemeinem Ernährungswissen (knowledge of concepts)
- 10 geschlossene Fragen zu Nährstoffgehalten von Lebensmitteln (instrumental knowledge)
- 1 offene Frage zum Zusammenhang von Ernährung und Gesundheit (knowledge of causal relationships).

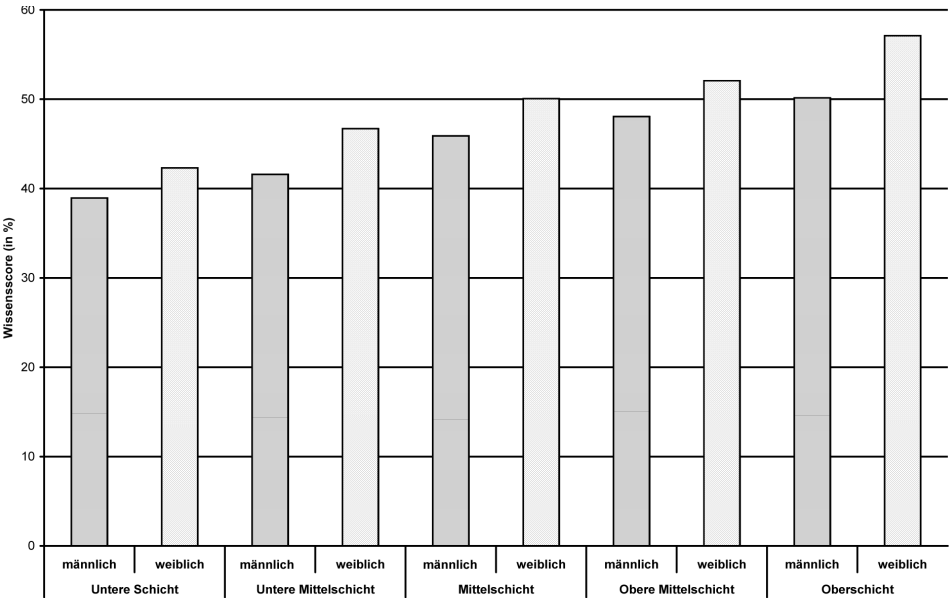
Für jede korrekt beantwortete Frage wurde ein Punkt vergeben. Die Anzahl der von einem Teilnehmer erreichten Punkte wurde addiert und ins Verhältnis zur maximal erreichbaren Punktzahl gesetzt. Das Resultat liegt demnach zwischen 0 % und 100 % und wird im Folgenden als Wissensscore bezeichnet.

Die Datenauswertung zeigt, dass weibliche Teilnehmer ein signifikant besseres Ernährungswissen haben als männliche Teilnehmer. Ein Unterschied zeigt sich auch bei der Differenzierung nach Schichtzugehörigkeit.¹⁹ Hier haben Personen aus höheren sozialen Schichten ein signifikant besseres Ernährungswissen als Personen aus niedrigeren sozialen Schichten (vgl. Abb. 1/26).

¹⁸ Mit Förderung durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
Bearbeiter(in): Gedrich, Kurt; Himmerich, Stephanie; Karg, Georg; Linseisen, Jakob

¹⁹ Zur Berechnung eines sozialen Schichtindex wurde das Punktgruppenverfahren von NFO Infratest (56) verwendet. Es berücksichtigt das Bildungsniveau einer Person sowie das Netto-Einkommen und die berufliche Stellung des Haupteinkommensbeziehers des entsprechenden Haushalts.

Abbildung 1/26: Mittlerer Wissensscore nach Geschlecht und sozialer Schicht



Mit Hilfe statistischer Methoden lässt sich der Einfluss des Ernährungswissens auf den Lebensmittelverzehr und die Zufuhr von Nahrungsinhaltsstoffen untersuchen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Erkennung dieser Zusammenhänge durch Störgrößen (Confounders), die mit den interessierenden Variablen korrelieren, behindert sein kann. Daher erfolgten die Analysen unter Adjustierung für Energiezufuhr, sozialer Schichtzugehörigkeit und Gesundheits- bzw. Ernährungseinstellungen. Die entsprechenden Ergebnisse sind in den Tabellen 1/6 (für den Lebensmittelverzehr) und 1/7 (für die Zufuhr ausgewählter Nahrungsinhaltsstoffe) dargestellt.

In beiden Tabellen zeigen die Werte der Spalten „Standardisierter Regressionskoeffizient“ jeweils in vergleichbaren Einheiten (d. h. in Standardabweichungen), wie sich der Lebensmittelverzehr bzw. die Nährstoffzufuhr bei gegebener Energiezufuhr, Schichtzugehörigkeit und bei gegebenen Gesundheits- bzw. Ernährungseinstellungen im Durchschnitt verändert, wenn der Wissensscore um eine Standardabweichung steigt. Dabei ist der Zusammenhang umso stärker, je größer der Betrag des Regressionskoeffizienten ist. Die Spalte „p-Wert“ zeigt die Ergebnisse des t-Tests auf statistische Signifikanz der Regressionskoeffizienten. Ist der p-Wert kleiner als 0,05, so gilt der entsprechende Regressionskoeffizient als statistisch signifikant von Null verschieden. Zur Verdeutlichung sind die signifikanten Koeffizienten in den Tabellen 1/6 und 1/7 durch Fettdruck hervorgehoben.

Tabelle 1/6: Regression des Verzehrs an Lebensmittelgruppen auf das Ernährungswissen* (BVS II)

Lebensmittelgruppe	Standardisierter Regressionskoeffizient**	p-Wert
Fleisch	-0,063	0,05
Fleisch- und Wurstwaren	-0,117	<0,005
Fisch und Fischwaren	0,061	0,08
Eier	0,013	0,70
Milch und Milchprodukte	0,078	0,02
Käse und Quark	0,081	0,02
Butter	-0,031	0,36
Speisefette und -öle	0,027	0,43
Brot und Backwaren	0,019	0,48
Nährmittel	-0,007	0,84
Kartoffeln	0,024	0,49
Frischgemüse	0,049	0,16
Gemüseprodukte	0,126	<0,005
Einheimisches Frischobst	0,113	<0,005
Südfrüchte	0,109	<0,005
Obstprodukte	0,071	0,04
Marmelade/Konfitüre	0,012	0,72
Zucker	0,006	0,86
Süßwaren	-0,012	0,72
Gewürze und Zutaten	0,037	0,29
Alkoholfreie Getränke	-0,010	0,77
Alkoholische Getränke	-0,040	0,22
Röstkaffee	0,050	0,15
Tee	0,110	<0,005

* adjustiert für Energiezufuhr, soziale Schichtzugehörigkeit und Indikatoren von Gesundheits- und Ernährungseinstellungen

** Veränderung des Lebensmittelverzehrs (in Standardabweichungen) pro Veränderung des Wissensscores (in Standardabweichungen); statistisch signifikante Koeffizienten ($p < 0,05$) sind fett gedruckt

Tabelle 1/6 zeigt, dass mit steigendem Ernährungswissen signifikant mehr Obst, Gemüse, Milch und Milchprodukte sowie Käse und Quark verzehrt werden und mehr Tee getrunken wird. Außerdem sinkt der Verzehr von Fleisch- und Wurstwaren signifikant mit steigendem Wissensscore. Der Verzehr von allen anderen Lebensmittelgruppen (z. B. von Fleisch, Eiern, Brot- und Backwaren oder alkoholischen Getränken) wird vom Ernährungswissen nicht signifikant beeinflusst.

Tabelle 1/7: Regression der Zufuhr ausgewählter Nahrungsinhaltsstoffe auf das Ernährungswissen* (BVS II)

Nahrungsinhaltsstoff	Standardisierter Regressionskoeffizient**	p-Wert
Protein	0,004	0,83
Fett	-0,033	0,05
Fettsäuren		
gesättigt	-0,035	0,09
einfach ungesättigt	-0,034	0,08
mehrfach ungesättigt	-0,012	0,66
Cholesterol	-0,052	0,04
Kohlenhydrate	0,041	0,03
Saccharose	0,023	0,43
Ballaststoffe	0,194	<0,005
Alkohol	-0,034	0,30
Purin-Stickstoff	-0,005	0,82
Natrium	-0,016	0,54
Kalium	0,156	<0,005
Calcium	0,149	<0,005
Magnesium	0,149	<0,005
Eisen	0,088	<0,005
Zink	0,079	<0,005
Vitamin A	0,059	0,09
β-Carotin	0,096	0,01
Vitamin D	0,028	0,41
Vitamin E	0,041	0,17
Vitamin K	0,099	<0,005
Thiamin	-0,026	0,29
Riboflavin	0,123	<0,005
Niacin	0,011	0,61
Vitamin B ₆	0,069	<0,005
Folat	0,193	<0,005
Pantothensäure	0,147	<0,005
Biotin	0,163	<0,005
Vitamin B ₁₂	0,014	0,67
Vitamin C	0,098	<0,005

* adjustiert für Energiezufuhr, soziale Schichtzugehörigkeit und Indikatoren von Gesundheits- und Ernährungseinstellungen

** Veränderung der Nährstoffzufuhr (in Standardabweichungen) pro Veränderung des Wissensscores (in Standardabweichungen); statistisch signifikante Koeffizienten ($p < 0,05$) sind fett gedruckt

Die mit dem Ernährungswissen variierenden Verzehrsmuster haben Einfluss auf die Nährstoffzufuhr. Dies zeigt Tabelle 1/7. Für etwa die Hälfte der betrachteten Nahrungsinhaltsstoffe ergaben sich signifikante Assoziationen. Diese sind fast ausnahmslos positiv. So ist beispielsweise die Zufuhr an Kohlenhydraten und Ballaststoffen, den meisten Mengen- und Spurenelementen sowie wasserlöslichen Vitaminen signifikant positiv mit dem Ernährungswissen assoziiert. Betrachtet man die Stärke des Zusammenhangs zwischen Zufuhr und Wissensscore anhand der standardisierten Regressionskoeffizienten, so wird deutlich, dass unter den betrachteten Nahrungsinhaltsstoffen die Ballaststoffzufuhr am stärksten vom Ernährungswissen beeinflusst wird, bedingt durch den erhöhten Verzehr von Obst- und Gemüse-(produkten) bei höherem Ernährungswissen. Es folgen in absteigender Reihenfolge: Folat, Biotin, Kalium, Calcium, Magnesium, Pantothersäure, Riboflavin, Vitamin K, Vitamin C, β -Carotin, Eisen, Zink, Vitamin B₆ und Kohlenhydrate. Keinen signifikanten Einfluss hat das Ernährungswissen hingegen z. B. auf die Zufuhr an Protein und den fettlöslichen Vitaminen A, D und E.

Cholesterol ist der einzige Nahrungsinhaltsstoff, dessen Zufuhr signifikant mit steigendem Wissensscore sinkt. Bei den anderen Nährstoffen bzw. Nahrungsinhaltsstoffen, deren Zufuhr in moderaten Mengen erfolgen sollte (z. B. Fett, gesättigte Fettsäuren, Alkohol, Purin-Stickstoff und Natrium), ergeben sich zwar auch negative Assoziationen zum Ernährungswissen, diese Ergebnisse erwiesen sich aber nicht als signifikant.

Insgesamt zeigt sich, dass mit höherem Ernährungswissen ein physiologisch günstigeres Ernährungsverhalten verbunden ist. Dies bestätigt die Zweckmäßigkeit von Informations-, Aufklärungs- und Beratungsmaßnahmen zur Beeinflussung des Ernährungsverhaltens der Bevölkerung.

1.4 Zeitbudget, Mahlzeitenmuster und Ernährungsstile^{20,21}

1.4.1 Einleitung und Methodik

In den Ernährungsberichten ist bislang die Ernährungssituation in Deutschland in ihrer physiologischen (Versorgung mit Energie und Nährstoffen) und ökonomischen (Verbrauch von Lebensmitteln) Dimension dokumentiert worden. Wenig dargestellt wurde demgegenüber die immaterielle Seite der Ernährung, also ihre sozialen, kulturellen, psychischen und zeitlichen Dimensionen. So wird immer wieder die große Diskrepanz zwischen ernährungswissenschaftlichen Empfehlungen und dem realen Ernährungsverhalten konstatiert (57).

Um diese Lücke zu füllen, gilt es die Ernährungsgewohnheiten der Menschen in ihren alltäglichen Lebenszusammenhängen genauer zu untersuchen, d. h. Umfang und Art der Zeitverwendung für die Ernährung, Mahlzeitenmuster und die Ernährungsstile differenziert zu erforschen. Einen ausgezeichneten Ansatz bietet dafür die Analyse der Zeitbudgets der Menschen, da die Ressource Zeit im Gegensatz zum Geld allen Personen gleichermaßen zur Verfügung steht – nämlich 24 Stunden pro Tag. Als Datengrundlage dieses Beitrags dienen die Ergebnisse der Zeitbudgeterhebungen von 1991/92 und 2001/02, sodass sich Veränderungen in der Zeitverwendung für Essen und Beköstigung im Zeitverlauf von 10 Jahren darstellen lassen.

²⁰ Bearbeiterin: Meier, Uta

²¹ mit Förderung durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft

Die Zeitbudgeterhebung 1991/92 des Statistischen Bundesamtes Wiesbaden (StBA) liefert einen detaillierten und repräsentativen Datenfundus zur Zeitverwendung der Bevölkerung in Deutschland. Obwohl das Interesse der Zeitbudgeterhebung (ZBE) nicht explizit auf die Analyse des Ernährungsverhaltens gerichtet war, liegen auf Grund der detaillierten Erfassung von hauswirtschaftlichen Aktivitäten als Hauptaktivitäten und gleichzeitige Aktivitäten (z. B. Essen und Gespräche) unter Einschluss der Beköstigung sowie des Essens in 7 200 Privathaushalten wichtige, bisher nicht systematisch ausgewertete Zeitdaten zum Ernährungsverhalten vor. Erste Auswertungen zu Mahlzeitenmustern und Zeitverwendung für das Essen sind für einen Workshop des StBA erarbeitet worden (58). Darüber hinaus eröffnet der Vergleich mit den Daten der Zeitbudgeterhebung von 2001/02 (n = 5 400 Privathaushalte) die Möglichkeit, Verhaltensänderungen und den Wandel von Zeitverwendungsmustern zu identifizieren.

Die Zeitbudgeterhebung 1991/92 des StBA war die erste für Deutschland repräsentative Erhebung dieser Art. Das Konzept und die Zielsetzungen wurden in der aktuellen Erhebung 2001/02 beibehalten bzw. an europäische Standards angeglichen (59).

Inhaltlich wurde bei dem Methodenmix der ZBE 2001/02 (Führen eines Zeittagebuchs, Haushalts- und Personenfragebogens)²² auf ein hohes Maß an Vergleichbarkeit mit der Erhebung 1991/92 sowie auf eine europaweite Vergleichbarkeit Wert gelegt.

Veränderungen haben sich durch die Anforderungen der internationalen Vergleichbarkeit bei folgenden Punkten ergeben:

- die Altersgrenze für das Ausfüllen der Tagebücher wurde von 12 Jahren auf 10 Jahre gesenkt,
- die Zeittakte im Tagebuch für das Notieren einer Aktivität wurden von 5 min auf 10 min²³ angehoben,
- die Aufschreibedauer wurde von 2 Tagen auf 3 Tage erhöht; in der neuen Erhebung wurde vorgegeben, dass es 2 Wochentage und 1 Samstag oder Sonntag sein sollten,
- die Aktivitätenklassifikation wurde von 200 Klassen auf 230 Klassen erweitert und
- anstelle eines Einleitungs- und Schlussinterviews wurden bei der Zeitbudgeterhebung 2001/02 ein Haushalts- und ein Personenfragebogen eingesetzt.

Für den Zeitvergleich beider Erhebungen musste zunächst eine Angleichung zwischen den unterschiedlichen Aktivitätsklassifikationen der beiden Datensätze erfolgen²⁴, bevor in einem zweiten Schritt die Zeitverwendung in den Bereichen Essen und Beköstigung berechnet werden konnte. Kontrollrechnungen ergaben eine zufrieden stellende Überein-

²² Gegenüber anderen Methoden zur Erfassung der Zeitverwendung (Yesterday-Interview und aktivitätsorientierte Befragung) hat sich die Zeiterfassung mittels Tagebuch als die aussagekräftigste Methode erwiesen (60).

²³ Um das Aktivitätsspektrum detailliert abzubilden, gab das Tagebuch der Zeitbudgeterhebung 1991/92 eine im 5-Minuten-Takt wechselnde Möglichkeit der Eintragung von Haupt- und gleichzeitigen Nebenaktivitäten. Die Zeitbudgeterhebung 2001/02 nahm von dieser sehr differenzierten Vorgabe Abstand, indem – auch als Konzession gegenüber der internationalen Zeitbudgetforschung – eine Zeitachse von 10-Minuten-Takten vorgegeben wurde. Bei anderen europäischen Zeitbudgetstudien ist dieser Wechsel des Zeitrhythmus im Tagebuch ohne nennenswerten Einfluss auf die beobachteten Ergebnisse erfolgt (60).

²⁴ Das heißt z. B., dass die Zeitverwendung von Kindern zwischen 10 bis unter 12 Jahren nicht in den Vergleich einbezogen wird; die entsprechenden Ergebnisse aber für interessierte Kindheitsforscher separat ausgewertet werden können. Teilweise ergab sich die Notwendigkeit, bestimmte Aktivitäten, die man 1991/92 separat erfasste (z. B. die Geschirrräumung und das Tischdecken als zwei Einzelaktivitäten), aber in der neuen Untersuchung gemeinsam ausgewiesen wurden (Geschirrräumung und Tischdecken als Einzelaktivität), vergleichbar zu berechnen.

stimmung zwischen den Ergebnissen der Originalverteilung der Erhebung von 1991/92 und den Ergebnissen der aktuellen Daten.

Zur Analyse ernährungsrelevanter Zeitverwendungsmuster, d. h. der Zeitbudgets, die Menschen mit dem täglichen Essen bzw. der Mahlzeiteinnahme, mit der dafür notwendigen Vor-, Zu- und Nachbereitung sowie dem Einkauf verbringen, wurden aus den zwei Hauptaktivitätsbereichen *Persönlicher Bereich/physiologische Regeneration* und *Hauswirtschaftliche Tätigkeiten* folgende Aktivitätsoberkategorien mit den jeweiligen Einzelaktivitäten aus der Aktivitätenliste herangezogen:

- a) **Essen:** *Essen zu Hause, Essen im Restaurant, Essen in der Kantine/Mensa und Essen sonstiges*²⁵, wobei die drei zuletzt genannten Aktivitäten den Außer-Haus-Verzehr darstellen.
- b) **Beköstigung:** *Zubereitung von Mahlzeiten, Tischdecken, Geschirrrreinigung, Konservierung/Haltbarmachen von Lebensmitteln, Lebensmittel einräumen und sonstige nicht genau zuteilbare Aktivitäten.*
- c) **Einkaufen**, wobei die Zeitverwendung für das „Einkaufen“ nicht ausschließlich für den Einkauf von Lebensmitteln abgebildet werden kann, sondern sämtliche hauswirtschaftlichen Einkäufe umfasst.

Im nachfolgenden Ergebnisteil ist die Zeitverwendung ernährungsrelevanter Tätigkeiten für das Gesamtkollektiv, d. h. **durchschnittliche Zeitverwendung** aller Befragten und für die Teilgruppe der Personen, die eine bestimmte Tätigkeit während des Untersuchungszeitraums wenigstens einmal tatsächlich ausgeführt hat (**durchschnittliche Zeitverwendung der Ausübenden**) ausgewiesen. Der Beteiligungsgrad steht für den Anteil der ausübenden Personen an allen befragten Personen. Die Zeitverwendung aller befragten Personen spiegelt den durchschnittlichen Zeitaufwand (z. B. für die tägliche Mahlzeitenzubereitung) der Bundesbürger wider. Wenn bestimmte Tätigkeiten nur von einem geringen Prozentsatz aller Befragten täglich ausgeführt werden, ist hierfür die durchschnittliche Zeitverwendung aller befragten Personen entsprechend gering, während die durchschnittliche Zeitverwendung der tatsächlich ausübenden Personen ganz beträchtlich sein kann. Demgegenüber ist bei der Aktivität Essen jedoch die durchschnittliche Zeitverwendung aller befragten Personen nahezu identisch mit jener der ausübenden Personen, da dies eine Tätigkeit ist, die bis auf wenige Ausnahmen (Krankheit, Fasten) von allen Befragten täglich ausgeübt wird.

Die Signifikanztests ergaben, dass auf Grund des großen Stichprobenumfangs der ZBE bereits Unterschiede von wenigen Minuten (ab 3 min) in den Zeitverwendungen als statistisch signifikant zu bewerten sind. Ebenso sind bei den Beteiligungsgraden, d. h. dem Anteil von Personen, die die untersuchte Tätigkeit ausgeübt haben, bereits Unterschiede von wenigen Prozentpunkten signifikant.

1.4.2 Fragestellungen und Hypothesen

In diesem Kapitel zur zeitlichen Dimension des Ernährungsverhaltens werden Antworten auf folgende **Fragen** gegeben:

²⁵ Essen sonstiges: Essen ohne Ortsbeschreibung, z. B. Imbiss während einzelner Aktivitäten, wie zu Fuß unterwegs, ebenso Snacks auf die Hand von Imbissständen, heißen Theken etc.

- Wie hoch ist das tägliche Zeitbudget für die Mahlzeiteneinnahme und diverse Beköstigungsaktivitäten?
- Zu welcher Tageszeit essen Männer, Frauen, Kinder und Jugendliche wie lange und wo?
- Welche sind die Haupteinflussfaktoren auf die Zeitverwendung für Essen und Beköstigung?
- Welche anderen Aktivitäten werden während des Essens ausgeübt?
- Hat sich das Tageszeitbudget für Essen und Beköstigung in den vergangenen 10 Jahren verändert?

Basierend auf den Fragestellungen ergeben sich die folgenden im Zentrum der Auswertungsstrategie stehenden **Hypothesen**:

- *Typische Zeitverwendungsmuster im Ernährungsbereich drücken zum einen die individuellen Präferenzen aus, die dem Essen und der Beköstigung in den einzelnen Haushaltstypen zugemessen werden, zum anderen werden dadurch notwendige Zeitbindungen deutlich, um die Ernährungsversorgung sicherzustellen.*
- *Wachsende Anforderungen z. B. in der Ausbildung und im Beruf und die damit verbundenen längeren außerhäuslich verbrachten Zeiten lassen erwarten, dass 2001/02 zwar mehr Zeit mit dem Essen außer Haus als vor 10 Jahren verbracht wird, aber weniger Zeit mit dem Essen insgesamt und dem häuslichen Essen.*
- *An dem traditionellen Mahlzeitenmuster – 3 Hauptmahlzeiten gemeinsam mit Haushaltsmitgliedern u./o. anderen Personen – wird auch im Jahr 2001/02 nach wie vor festgehalten, wobei sich die Hauptmahlzeit (die zeitlich längste Mahlzeit) vermutlich auf den Abend verschoben hat und die Mittagsmahlzeit von zunehmend mehr Personen außer Haus verzehrt wird.*
- *Essen und Beköstigung sind als Hauptaktivitäten begleitet von Nebenaktivitäten wie Gesprächen und Mediennutzung.*
- *Die Organisation und die damit verbundenen Zeitbindungen für die Beköstigung weisen eine nach wie vor ausgeprägte geschlechtsspezifische Arbeitsteilung auf: Weibliche Personen investieren signifikant mehr Zeit in ernährungsbezogene Hausarbeit als männliche Personen und zwar quer durch alle sozio-demographischen Gruppen.*
- *Töchter werden sowohl 1991/92 als auch 2001/02 stärker in die Beköstigungsarbeiten einbezogen als Söhne. Je älter die Kinder sind, umso größer ist die geschlechtsspezifische Diskrepanz bei der Einbeziehung in ernährungsbezogene Hausarbeit.*
- *Die steigende Erwerbslosigkeit von Frauen in den neuen Ländern und die damit verbundene Reduzierung ihrer Erwerbszeiten sowie die nach wie vor eher schlechten infrastrukturellen Rahmenbedingungen und die traditionellen Rollenzuschreibungen von „Mütterlichkeit“ in den alten Ländern geben zu der Vermutung Anlass, dass der Zeitaufwand für hauswirtschaftliche Tätigkeiten von Frauen gestiegen bzw. zumindest gleich hoch geblieben ist.*
- *In Akademikerhaushalten mit Kindern, in denen die Merkmale hoher Bildungsstand und überdurchschnittliches Haushaltseinkommen bei gleichzeitiger Vollerwerbstätigkeit beider Partner zusammentreffen, existiert eine überdurchschnittlich hohe partnerschaftliche Arbeitsteilung bei der täglich anfallenden Haus- und Beköstigungsarbeit.*

- Auf Grund tradierter Rollenvorstellungen bleibt auch im Rentenalter die geschlechtsbezogene Zeitverwendung für Haus- und Beköstigungsarbeiten unverändert. Die zuvor üblichen Praktiken werden im fortgeschrittenen Lebensalter in aller Regel beibehalten oder verstärken sich möglicherweise sogar.

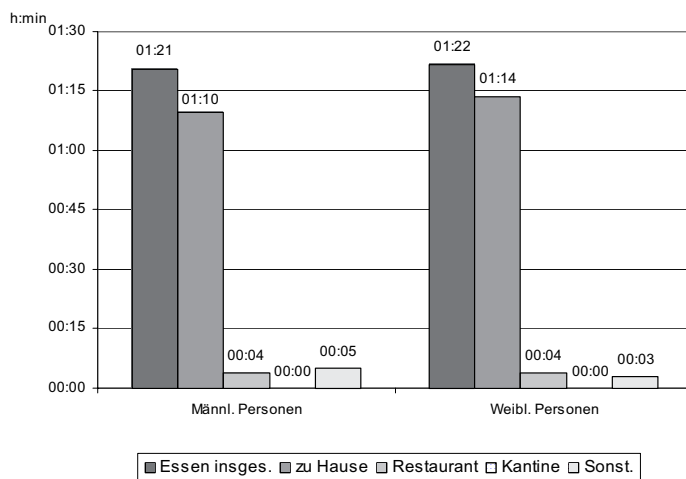
1.4.3 Zeitverwendung für Ernährung

1.4.3.1 Essen insgesamt, zu Hause und außer Haus

Die Bundesbürger verbrachten im Jahre 1991/92 im Durchschnitt täglich 1 h und 22 min mit dem Essen, wobei es zwischen männlichen und weiblichen Personen keine bedeutsamen Unterschiede gab. Allerdings verbrachten weibliche Personen tendenziell mehr Zeit mit dem Essen zu Hause, während männliche etwas länger außer Haus gegessen haben (vgl. Abb. 1/27).

Direkte Vergleiche mit Ergebnissen anderer Studien zur Zeitverwendung sind problematisch, da die Zeitbudgeterhebung 1991/92 in ihrem Umfang und ihrer methodischen Anlage ein Novum darstellte und erstmalig repräsentative Daten zur Zeitverwendung der Deutschen nach der Wiedervereinigung erhoben wurden. In einer ebenfalls 1991/92 durchgeführten Zeitbudgetstudie von Garhammer (61) lag das tägliche Zeitbudget für das Essen bei nur 1 h und 6 min; allerdings bestand seine Untersuchungsgruppe ausschließlich aus vollzeiterwerbstätigen Personen aus den alten Ländern, was diese Differenz vermutlich erklärt. Im Vergleich mit den Ergebnissen anderer internationaler Zeitbudgetstudien verbringen die Deutschen mehr Zeit mit dem Essen zu Hause als beispielsweise die Bewohner Australiens (62). Deutsche und Briten sind jeden Tag nahezu gleich lange mit dem Essen beschäftigt (63).

Abbildung 1/27: Mittlere tägliche Zeitverwendung für die Aktivität Essen 1991/92 nach Geschlecht und Verzehrsorten (gerundete Werte)²⁶



²⁶ Da im Allgemeinen ohne Rücksicht auf die Endsumme auf- bzw. abgerundet wurde, ergeben sich geringfügige Abweichungen zwischen der Zeitverwendung für Essen insgesamt und der Summe aus häuslichen und außer-häuslichen Essenszeiten.

Das Essen bzw. die Mahlzeiteinnahme ist in aller Regel eine Tätigkeit, die für fast alle Deutschen mindestens einmal oder aber mehrmals pro Tag zu Hause stattfindet. Nur 11,2 % der Deutschen haben 1991/92 täglich in außerhäuslichen Verpflegungsstätten wie Imbissständen, heißen Theken²⁷ etc. gegessen und nur 5,8 % besuchten täglich ein Restaurant (vgl. Tab. 1/8). Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung wie Betriebskantinen und Mensen²⁸ spielten 1991/92 insgesamt im Ernährungsalltag der Deutschen so gut wie keine Rolle²⁹, haben allerdings für bestimmte Bevölkerungsgruppen (Erwerbstätige, 20- bis unter 25-Jährige) durchaus eine große Bedeutung. Immerhin haben 1991/92 diejenigen ausübenden Personen, die in ihrem Zeittagebuch angaben, in einer Kantine gegessen zu haben, damit im Durchschnitt 35 min verbracht.

Tabelle 1/8: Mittlere tägliche Zeitverwendung und Beteiligungsgrade für die Aktivität Essen 1991/92 nach Geschlecht und Verzehrsorten (gerundete Werte)

Zeitverwendung für ausgewählte Aktivitäten	Insgesamt			Männer			Frauen		
	Durchschnitt je		Beteiligungs-grad ^c	Durchschnitt je		Beteiligungs-grad ^c	Durchschnitt je		Beteiligungs-grad ^c
	Befrag. Pers. ^a	Ausüb. Pers. ^b		Befrag. Pers. ^a	Ausüb. Pers. ^b		Befrag. Pers. ^a	Ausüb. Pers. ^b	
	h:min.		%	h:min.		%	h:min.		%
Essen	01:22	01:23	99,1	01:21	01:22	99,0	01:22	01:23	99,3
davon:									
Essen zu Hause	01:12	01:14	97,6	01:10	01:12	97,1	01:14	01:15	98,1
Essen Restaurant	00:04	01:17	5,8	00:04	01:17	6,3	00:04	01:18	5,3
Essen Kantine	00:00	00:35	1,9	00:00	00:36	2,5	00:00	00:34	1,4
Essen Sonstiges	00:04	00:41	11,2	00:05	00:41	13,3	00:03	00:41	9,3

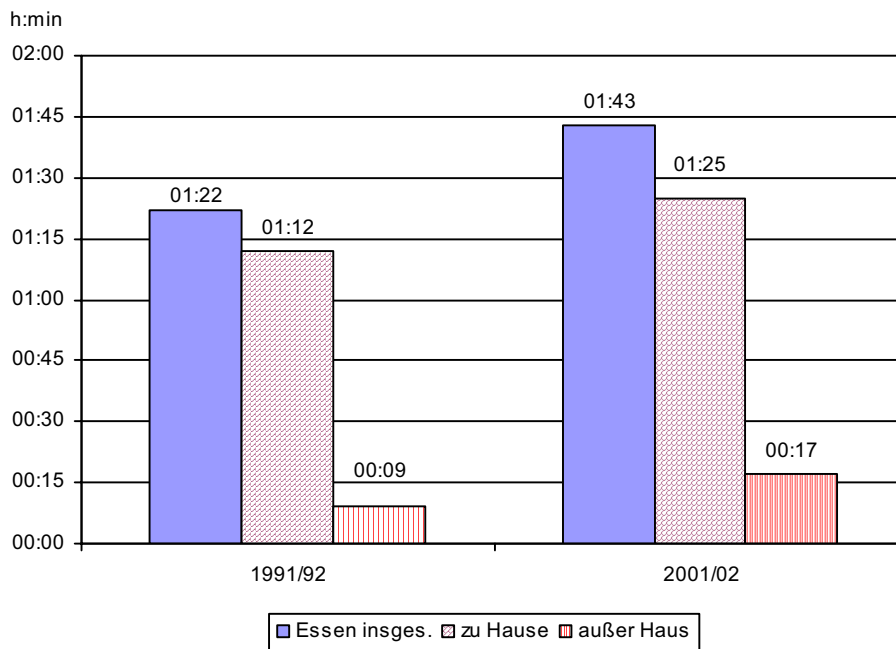
^a Befragte Personen: Personen mit Tagebuchanschriftungen
^b Ausübende Personen: Personen mit Angaben zu den Aktivitäten
^c Beteiligungsgrad: Anteil der ausübenden Personen an den befragten Personen

Entgegen der aufgestellten Hypothese nehmen sich die Deutschen – trotz zunehmender zeitlicher Belastung im Alltags- und Berufsleben – mit 1 h und 43 min im Jahr 2001/02 im Durchschnitt 21 min mehr Zeit für das tägliche Essen als 10 Jahre zuvor. Der größere Anteil davon (13 min) entfällt auf das Essen zu Hause und nicht auf die außerhäusliche Mahlzeiteinnahme, die nur um durchschnittlich 8 min gestiegen ist (s. Abb. 1/28).

Insgesamt wird das tatsächliche Gesamtzeitbudget für das Essen noch über 1 h und 43 min pro Tag liegen, weil Tätigkeiten innerhalb von Zeitintervallen unter 5 min (ZBE 1991/92) bzw. unter 10 min (ZBE 2001/02) nicht berücksichtigt wurden, und somit die Zeiten für den Verzehr zwischen den Hauptmahlzeiten, z. B. das Essen einer Banane oder Bratwurst, eines Fischbrötchens oder eines Schokoriegels, nicht zuverlässig erfasst sind.

²⁷ Alle Außer-Haus-Verpflegungseinrichtungen ohne Hotels, Restaurants und Gemeinschaftsverpflegungseinrichtungen, also insbesondere Straßenverkaufsstände.
²⁸ Ausgeschlossen sind Gemeinschaftsverpflegungseinrichtungen von Großhaushalten wie Krankenhäuser, Altenheime etc.; Zielgruppe der ZBE waren Personen aus Privathaushalten.
²⁹ Erhebungsbedingt wird der Umfang der mittäglichen Außer-Haus-Verpflegung vermutlich unterschätzt: Wenn Schüler oder Erwerbstätige in ihren Tagebüchern nur „Mittagspause“ angaben, ohne ausdrücklich Essen zu definieren, dann wurde dies nur als „Pause zwischen der Erwerbstätigkeit“ codiert und nicht als Essenszeit erfasst. Auch wenn nahe liegt, dass diese Zeit zumindest teilweise zur Nahrungsaufnahme genutzt wurde, findet dies in den Zeitbudgetdaten keine entsprechende Berücksichtigung.

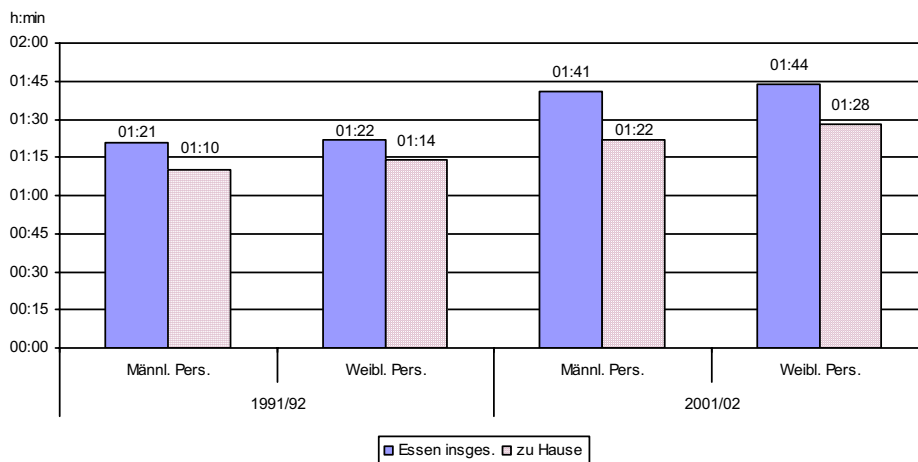
Abbildung1/28: Mittlere tägliche Zeitverwendung für die Aktivität Essen nach Erhebungsjahr und Verzehrsort (inner Haus/außer Haus) (gerundete Werte)



Die Daten legen somit nahe, dass der Stellenwert der Ernährung im Betrachtungszeitraum deutlich gestiegen ist. Im täglichen Stress von Erwerbsarbeit, sozialen Verpflichtungen und persönlichen Freizeitaktivitäten wird den Mahlzeiten als Zeiten der Regeneration und Kommunikation mehr Raum gewährt. Von einer Verdrängung des Essens aus dem Zentrum alltäglicher Aktivitäten zu einer Randaktivität kann also nicht die Rede sein. Im Gegenteil: Essen ist in Deutschland nach wie vor eine ausgesprochen familien- bzw. haushaltsbezogene Angelegenheit.

Im Geschlechtervergleich zeigt sich, dass diese Tendenz für männliche und weibliche Personen gleichermaßen gilt. Männliche Personen verwenden für das Essen insgesamt 20 min mehr Zeit als 10 Jahre zuvor, davon entfallen auf das Essen zu Hause 12 min. Weibliche Personen verbringen im Jahr 2001/02 mit dem Essen insgesamt sogar 22 min mehr Zeit, beim Essen zu Hause erweitern sie ihr Zeitbudget um durchschnittlich 14 min (s. Abb. 1/29).

Abbildung 1/29: Mittlere tägliche Zeitverwendung für die Aktivität Essen nach Geschlecht, Erhebungsjahr und Verzehrort (gerundete Werte)



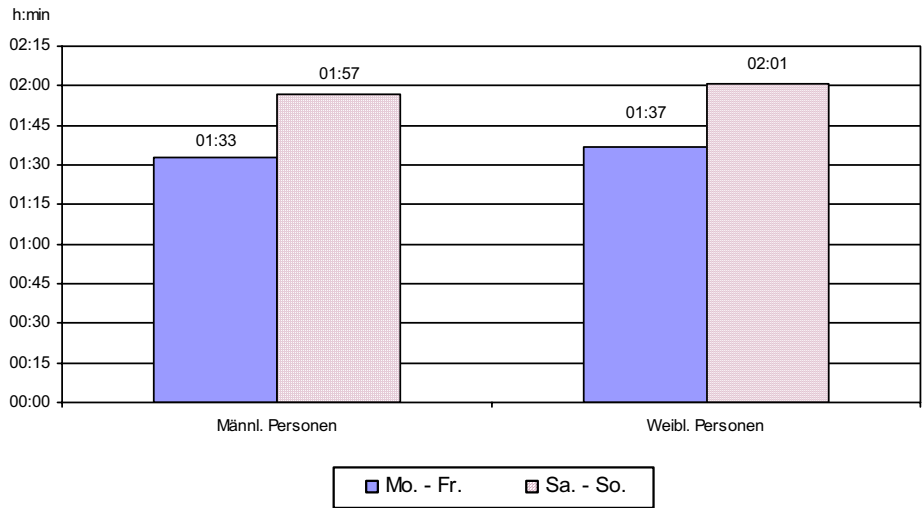
Der Vergleich zwischen Werktagen und Wochenenden zeigt, dass sich männliche ebenso wie weibliche Personen am Wochenende, wenn mehr disponible Zeit vorhanden ist, im Jahr 2001/02 durchschnittlich 24 min mehr Zeit zum Essen nehmen als an anderen Tagen (s. Abb. 1/30).

Wenn innerhalb der Woche deutlich weniger Zeit mit dem Essen verbracht wird, so mag das mit den vielfältigen zeitlichen Verpflichtungen des Alltags zusammenhängen, die den Menschen nur bedingt Ruhe und Zeit für ausgedehnte Mahlzeiten lassen. Wie wichtig es den Deutschen ist, ausreichend Zeit für Essen und Mahlzeiten zu haben und diese, wenn es möglich ist, auch zu nutzen, zeigen die Essenszeitbudgets am Wochenende.

Die im Vergleich zu den männlichen Personen im Durchschnitt längere Gesamtessenszeit von weiblichen Personen an den Werktagen (vgl. Abb. 1/30) sowie deren insgesamt signifikant höheres Tageszeitbudget für das Essen zu Hause (1 h:28 min vs. 1 h:22 min; vgl. Abb. 1/29) kommen offenkundig durch die Tatsache zu Stande, dass Frauen trotz zunehmender Erwerbsquoten³⁰ im Durchschnitt nach wie vor mehr Zeit im Haushalt verbringen als Männer.

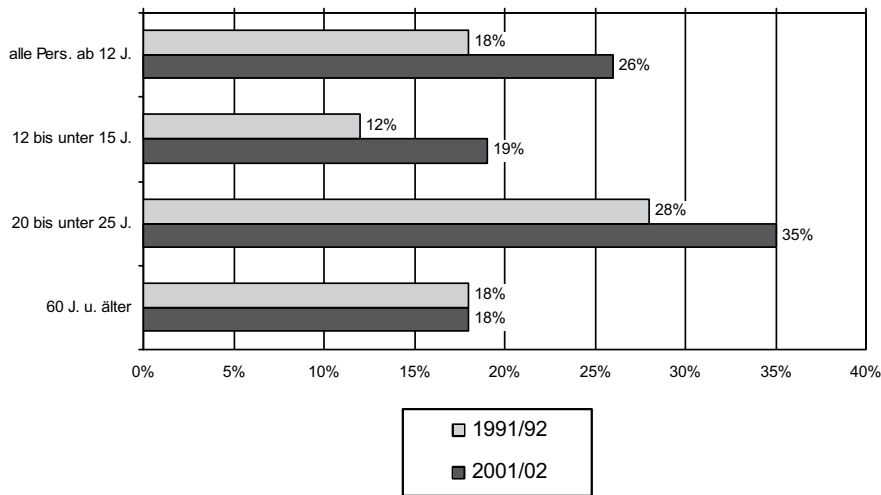
³⁰ Von allen erwerbstätigen Frauen sind knapp 40 % in Teilzeit beschäftigt (64). Durch die Zunahme kurzer Arbeitszeiten von Frauen und die Beinhaltung von Vollzeitbeschäftigungsverhältnissen von Männern haben sich die Arbeitszeitunterschiede zwischen den Geschlechtern vergrößert.

Abbildung1/30: Mittlere tägliche Zeitverwendung für die Aktivität Essen 2001/02 nach Geschlecht und Wochentagen (gerundete Werte)



Gleichwohl hat sich die Tendenz zum Außer-Haus-Verzehr zwischen 1991/92 und 2001/02 deutlich verstärkt. Die Anzahl derjenigen, die täglich mindestens einmal außer Haus essen, ist im Verlauf von 10 Jahren von 17,9 % auf 26,1 % gestiegen (s. Abb. 1/31). Dabei fällt auf, dass die Beteiligung in bestimmten Bevölkerungsgruppen, etwa der jungen Erwachsenen zwischen 20 und 25 Jahren, weit über dem Durchschnitt liegt. Bei Personen im Alter von 60 Jahren und älter lässt sich demgegenüber im Verlauf der analysierten Dekade keine Zunahme des Außer-Haus-Verzehrs nachweisen.

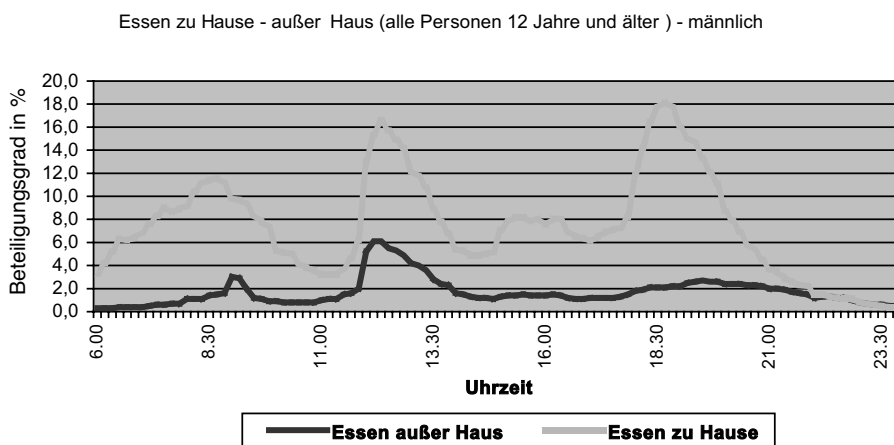
Abbildung 1/31: Mittlerer täglicher Beteiligungsgrad für die Aktivität Essen außer Haus nach Altersgruppen und Erhebungsjahr (gerundete Werte)



Insgesamt hat sich die für das Essen außer Haus aufgewandte Zeit innerhalb jener 10 Jahre fast verdoppelt und liegt heute im Durchschnitt bei 17 min pro Tag. Spitzenreiter der täglichen Kantinenversorgung bzw. des Essens am Arbeitsplatz sind im Jahr 2001/02 die 30- bis 40-jährigen Männer. Die dafür eingesetzte Zeit liegt bei 34 min pro Tag (bezogen auf die ausübenden Personen) und entspricht in etwa der Dauer der Mittagspause von Berufstätigen in Deutschland.

Die Ergebnisse verweisen insgesamt auf die zunehmende Bedeutung des Außer-Haus-Verzehrs im Essalltag der deutschen Bevölkerung, ohne allerdings die Dominanz der häuslichen Ernährungsversorgung „aufzubrechen“. Diese Aussage verdeutlicht auch der Mahlzeitenrhythmus im Tagesverlauf, beispielhaft dargestellt für alle männlichen Personen ab 12 Jahren (Abb. 1/32).

Abbildung 1/32: Mittlerer Beteiligungsgrad männlicher Personen an der Aktivität Essen nach Tageszeit und Verzehrort



1.4.3.2 Mahlzeitenmuster

Die Auswertung der ZBE 1991/92 hat gezeigt, dass das klassische Mahlzeitemsystem mit den drei Hauptmahlzeiten fester Bestandteil des Alltagslebens vieler Menschen ist (65). Die Mehrheit der Hauptmahlzeiten wird dabei mit anderen Personen eingenommen; von einer Erosion der Esskultur bzw. einer Individualisierung des Essens durch Auflösung gemeinsamer Mahlzeiten konnte 1991/92 noch nicht die Rede sein. Das Essen außer Haus gehörte zu Beginn der 90er Jahre lediglich für 17,9% der Deutschen zum täglichen Ernährungsalltag, wobei sich Alter, Einkommen und Berufstätigkeit als die den Außer-Haus-Verzehr am nachhaltigsten beeinflussenden Faktoren herausgestellt haben. Angesichts der starken Ausweitung des Außer-Haus-Verpflegungs-Markts in den vergangenen Jahren war mit einem Beteiligungszuwachs am Außer-Haus-Verzehr zu rechnen (66).

Eine Auflösung der herkömmlichen Mahlzeitenstrukturen zugunsten eines Essverhaltens „rund-um-die-Uhr“ lässt sich für Deutschland auch zu Beginn des 21. Jahrhunderts nicht

feststellen. Die aktuelle Zeitbudgeterhebung von 2001/02 gibt darüber Auskunft, dass es nach wie vor feste Tageszeiten gibt, zu denen gegessen wird. Mehr als 60 % der Deutschen ab 12 Jahren nehmen das Frühstück zwischen 6.00 und 9.00 Uhr, das Mittagessen zwischen 12.00 und 14.00 Uhr und das Abendessen zwischen 18.00 und 20.00 Uhr ein. Derzeit werden dafür im Durchschnitt täglich 56 min aufgewendet. Die restliche Zeit wird mit Zwischenmahlzeiten verbracht, deren Tageszeitbudget in den vergangenen 10 Jahren von 32 min auf 47 min deutlich gestiegen ist (vgl. Tab. 1/9).

Die Hypothese, dass sich die Hauptmahlzeit der Deutschen vorwiegend auf den Abend verschoben hat, lässt sich anhand der vorliegenden Daten nicht bestätigen. Sowohl mittags zwischen 12.00 und 14.00 Uhr als auch abends zwischen 18.00 und 20.00 Uhr verbringen Deutsche 2001/02 durchschnittlich jeweils 20 min mit dem Essen, wobei sich am Abend mehr Menschen zum gemeinsamen Essen zu Hause einfinden als mittags. Anders gestaltet sich die Zeitverwendung für die einzelnen Mahlzeiten von erwerbstätigen Erwachsenen in Familienhaushalten mit Kindern. Bei ihnen nimmt das Abendessen deutlich mehr Zeit in Anspruch als die Mittagsmahlzeit. Die Ausübung einer außerhäuslichen Berufstätigkeit ist offensichtlich bestimmend dafür, dass Menschen dem Essen am Abend mehr Zeit widmen.

Tabelle 1/9: Mittlere tägliche Zeitverwendung und Beteiligungsgrade für die Aktivität Essen nach Tageszeit, anwesenden Personen und Erhebungsjahr (gerundete Werte)

Ausgewählte Aktivitäten	1991/92			2001/02		
	Durchschnitt je		Beteiligungs-grad ^c	Durchschnitt je		Beteiligungs-grad ^c
	Befragte Person ^a	Ausüb. Person ^b		Befragte Person ^a	Ausüb. Person ^b	
	h:min.		%	h:min.		%
Essen insgesamt	01:22	01:23	99,1	01:43	01:44	98,9
Essen zwischen:						
6 – 9 Uhr	00:15	00:23	64,4	00:16	00:26	62,0
12 – 14 Uhr	00:18	00:29	60,6	00:20	00:32	62,6
18 – 20 Uhr	00:17	00:28	62,0	00:20	00:33	62,1
Essen zu Hause mit anderen Personen						
12 – 14 Uhr	00:14	00:59	48,2	00:13	00:31	37,7
18 – 20 Uhr	00:16	00:57	59,3	00:13	00:32	42,8

^a Personen mit Tagebuchanschriften
^b Personen mit Angaben zu den Aktivitäten
^c Anteil der ausübenden Personen an den befragten Personen

1.4.3.3 Ernährungsstile – wesentliche Einflussfaktoren

Als wesentliche Einflussfaktoren auf die Zeitverwendungsmuster für das Essen kristallisieren sich die Erwerbsbeteiligung, Einkommen, das Alter sowie der Familienstand heraus. Nachfolgend werden diese Faktoren in ihrer Bedeutung für die Zeitverwendung für das Essen beispielhaft dargestellt.

1.4.3.3.1 Erwerbsbeteiligung

Art und Umfang der Erwerbsbeteiligung bzw. die Länge der Arbeitszeit gelten als die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Zeitverwendung. Um ihre konkreten Auswirkungen auf das tägliche Zeitbudget für Essen und Beköstigung zu untersuchen, wurde in den Zeitbudgeterhebungen zwischen erwerbstätigen (Voll-, Teilzeitbeschäftigte) und nichterwerbstätigen Personen unterschieden. Erwerbstätige verbringen im Jahr 2001/02 im Durchschnitt 1 h und 34 min pro Tag mit dem Essen; davon werden 1 h und 13 min zu Hause und 19 min außer Haus gegessen³¹. Die Verpflegung in Kantinen wird im Ernährungsalltag von Erwerbstätigen zu 17,5 % genutzt. Nichterwerbstätige haben mit 1 h und 52 min ein um fast 20 min höheres Tageszeitbudget für das Essen als Erwerbstätige. Sie nehmen sich signifikant mehr Zeit für das Essen zu Hause (1:37), verbringen aber weniger Zeit in Einrichtungen der Außer-Haus-Verpflegung (00:14). Für den Besuch von Restaurants weisen Erwerbstätige wie Nichterwerbstätige jedoch gleichermaßen einen Beteiligungsgrad von ca. 10 % auf (vgl. Tab. 1/10). Hierin spiegelt sich die Tatsache wider, dass das Essen im Restaurant auch für den erwerbstätigen Teil der Bevölkerung keine Option der täglich notwendigen Nahrungsversorgung bildet, sondern, wie für den Rest der Bevölkerung, eine Aktivität mit besonderem Charakter darstellt, die nicht alltäglich, sondern zu besonderen Anlässen stattfindet und als Abwechslung zur täglichen „Essroutine“ angesehen wird (67).

Tabelle 1/10: Mittlere tägliche Zeitverwendung und Beteiligungsgrade für die Aktivität Essen nach Erwerbsstatus 2001/02 (gerundete Werte)

Zeitverwendung für ausgewählte Aktivitäten	Erwerbstätige		Nichterwerbstätige	
	Befragte Personen ^a	Beteiligungsgrad ^b	Befragte Personen ^a	Beteiligungsgrad ^b
	h:min.	%	h:min.	%
Essen	01:34	98,5	01:52	99,4
davon:				
Essen zu Hause	01:13	94,2	01:37	96,2
Essen Restaurant	00:09	10,6	00:09	10,0
Essen Kantine	00:05	17,5	00:00	1,6
Essen Sonstiges	00:05	9,6	00:04	8,6

^a Personen mit Tagebuchanschriften

^b Anteil der ausübenden Personen an den befragten Personen

Vollzeiterwerbstätige Personen weisen gegenüber teilzeiterwerbstätigen Personen ein signifikant kürzeres Tageszeitbudget für das Essen insgesamt (1 h:33 min vs. 1 h:42 min) als auch für das Essen zu Hause (1 h:11 min vs. 1 h:26 min) auf. Mit dem außerhäuslichen Essen verbringen Personen, die Vollzeit arbeiten, jedoch mehr Zeit (vgl. Tab. 1/11). Die Tageszeitbudgets für das Essen insgesamt, Essen zu Hause und Essen außer Haus der halbtags Berufstätigen unterscheiden sich nicht signifikant von den durchschnittlichen zeitlichen Essgewohnheiten der Bundesbürger. Teilzeitarbeit und die damit verbundenen außerhäuslichen Zeitbindungen haben also keinen Einfluss auf das per-

³¹ Da im Allgemeinen ohne Rücksicht auf die Endsumme auf- bzw. abgerundet wurde, ergeben sich geringfügige Abweichungen zwischen der Zeitverwendung für Essen insgesamt und der Summe aus häuslichen und außerhäuslichen Essenszeiten.

sönliche bzw. familiäre Zeitbudget der Tätigkeit „Essen“. Demgegenüber ist die zeitliche Belastung von Vollzeiterwerbstätigen so hoch, dass sie sich weniger Zeit für das Essen nehmen (vgl. Tab. 1/11).

Tabelle 1/11: Mittlere tägliche Zeitverwendung und Beteiligungsgrade für die Aktivität Essen nach Umfang der Erwerbstätigkeit 2001/02 (gerundete Werte)

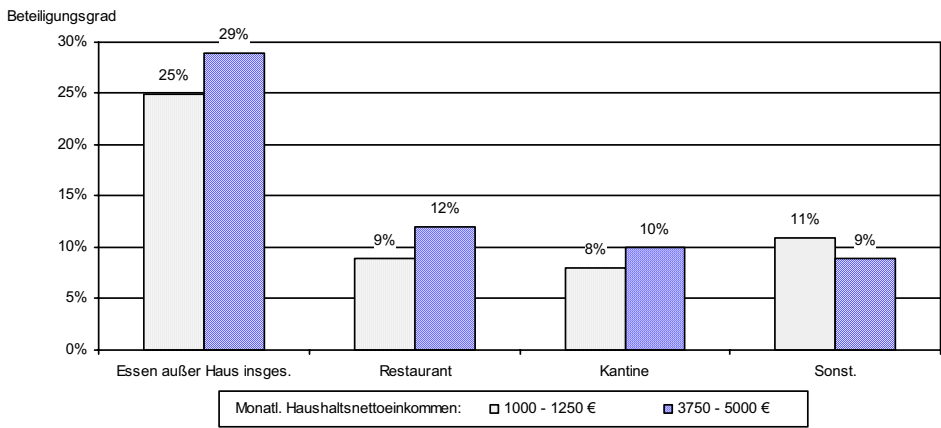
Zeitverwendung für ausgewählte Aktivitäten	Insgesamt			Vollzeit			Teilzeit		
	Durchschnitt je		Beteiligungs-grad ^c	Durchschnitt je		Beteiligungs-grad ^c	Durchschnitt je		Beteiligungs-grad ^c
	Befrag. Pers. ^a	Ausüb. Pers. ^b		Befrag. Pers. ^a	Ausüb. Pers. ^b		Befrag. Pers. ^a	Ausüb. Pers. ^b	
	h:min.		%	h:min.		%	h:min.		%
Essen	01:43	01:44	98,9	01:33	01:34	98,6	01:42	01:43	99,4
davon:									
Essen zu Hause	01:25	01:29	95,1	01:11	01:16	93,9	01:26	01:30	96,5
Essen Restaurant	00:09	01:30	10,3	00:09	01:31	10,6	00:09	01:30	10,5
Essen Kantine	00:03	00:33	9,1	00:06	00:33	18,6	00:02	00:29	8,6
Essen Sonstiges	00:05	00:56	9,3	00:05	00:54	10,0	00:03	00:52	7,0

^a Personen mit Tagebuchanszeichnungen
^b Personen mit Angaben zu den Aktivitäten
^c Anteil der ausübenden Personen an den befragten Personen

1.4.3.3.2 Einkommen

Zwischen dem Gesamttageszeitbudget für die Aktivität Essen und der Höhe des Haushaltseinkommens besteht kein signifikanter Zusammenhang. Allerdings liegt in Haushalten mit hohen bis überdurchschnittlich hohen Monatseinkünften der Beteiligungsgrad für den Außer-Haus-Verzehr, d. h. für das Essen im Restaurant, in der Kantine und an sonstigen Orten, deutlich höher als bei Haushalten mit geringem monatlichen Haushaltseinkommen (Abb. 1/33).

Abbildung 1/33: Mittlerer täglicher Beteiligungsgrad von erwachsenen Personen für die Aktivität Essen außer Haus 2001/02 nach Einkommensgruppen



12% der Personen aus Haushalten mit einem monatlichen Netto-Haushaltseinkommen von 3750€ bis 5000€ essen täglich im Restaurant. Zu berücksichtigen ist aber, dass neben dem Einkommen auch die Haushaltsstruktur und die Erwerbssituation die Teilnahme am Außer-Haus-Verzehr beeinflussen.

1.4.3.3.3 Alter und Familienstand

Alleinlebende männliche Rentner essen an Werktagen vergleichsweise häufig in Restaurants. Sie weisen in der ZBE 2001/02 für diese Aktivität einen etwa doppelt so hohen Beteiligungsgrad auf wie die männliche Bevölkerung ab 12 Jahren insgesamt (18 % vs. 9%). Dies verdeutlicht die Verschränkung der Einflussfaktoren Alter und Familienstand für die Entwicklung von Ernährungsstilen.

Ähnliche Tendenzen finden sich bei berufstätigen Singles mit einem vergleichsweise hohen Einkommen. Sie gehören ebenfalls zu den sozialen Gruppierungen, deren Ernährungsstil durch einen überdurchschnittlich hohen Anteil am Außer-Haus-Verzehr charakterisiert ist. In keinem anderen Haushaltstyp ist die Beteiligung an der Außer-Haus-Verpflegung an Werktagen so hoch wie bei diesen: 2001/02 sind es an den Werktagen fast 52 %, deren Ernährungsstil durch das Essen außer Haus (mindestens einmal täglich) geprägt ist.

1.4.3.3.4 Sozial-kommunikative Aspekte des Essens

Die aus den Zeitbudgeterhebungen vorliegenden Befunde unterstreichen den hohen sozial-kommunikativen Bedeutungsgehalt des Essens. Insbesondere Mehrpersonen- und Familienhaushalte messen dem Abendessen als gemeinsamer Familienzeit ein großes Gewicht im Tagesablauf bei. Mehr als die Hälfte der Angehörigen von Familienhaushalten mit Kindern und zwei erwerbstätigen Ehepartnern essen gemeinsam zu Abend. Diejenigen, die gemeinsam mit anderen das Abendessen einnehmen, ließen sich dafür sowohl 1991/92 als auch 10 Jahre später gut 30 min Zeit. Es ist die gemeinsame Mahlzeit, die man für Gespräche nutzt, bei der man sich über Tagesereignisse austauscht und Absprachen für den nächsten Tag trifft (68). Diese Ergebnisse entsprechen auch den Befunden der Whirlpool-Studie aus dem Jahre 1996, die im europäischen Vergleich ergeben hatte, dass für keine gemeinsame Unternehmung in der Familie mehr Zeit verwendet wird als für die gemeinsamen Mahlzeiten (69).

Demgegenüber wenden Menschen, die abends alleine essen, lediglich 22 min dafür auf. Bei ihnen läuft dabei überdurchschnittlich häufig der Fernseher. Aber auch das Essen außer Haus stellt eine Aktivität dar, die mit der Befriedigung kommunikativ-geselliger Bedürfnisse verbunden wird. An Werktagen sind es Mitschüler oder Arbeitskollegen, mit denen gemeinsam gegessen wird, an den Wochenenden eher Familienangehörige und Freunde, mit denen man sich zum Essen außerhalb der eigenen vier Wände trifft.

Das Essen in einem Restaurant stellt bei Erwerbstätigen ebenso wie bei Nichterwerbstätigen eine Aktivität mit besonderem Charakter dar (vgl. 1.4.3.3.1). Dabei erweist sich das verfügbare Einkommen als ein wesentlicher Bestimmungsfaktor: Haushalte, die über ein hohes bzw. überdurchschnittlich hohes monatliches Haushaltsnettoeinkommen verfügen (über 3 750 €), sind deutlich häufiger am Außer-Haus-Verzehr beteiligt, d. h. am Essen in Restaurants, in Kantinen oder an sonstigen Orten, als Haushalte mit geringem Einkommen. Neben Singles mit hohem Einkommen (vgl. 1.4.3.3.3) essen insbesondere berufstätige Personen aus Mittelschichthaushalten mit hohen Zeitbindungen überdurchschnittlich häufig außer Haus.

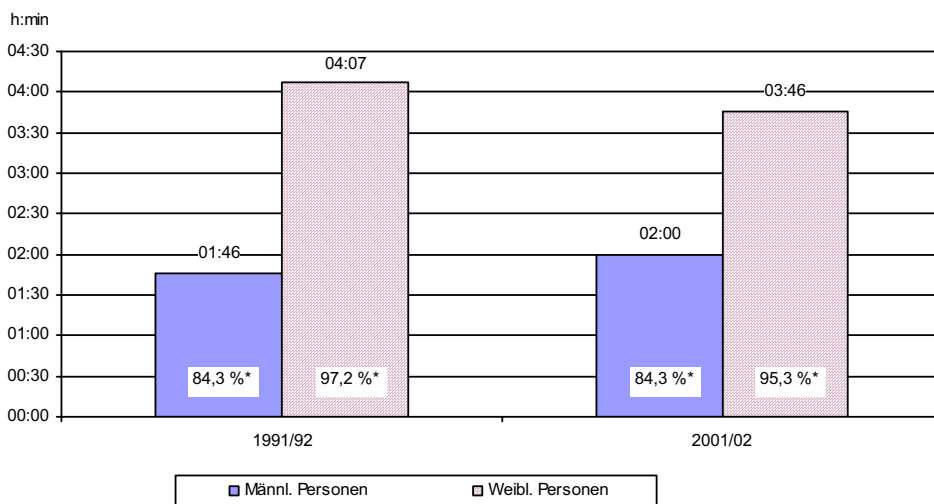
1.4.4 Zeitverwendung für Beköstigungsarbeit

1.4.4.1 Geschlechtsspezifische Zeitbudgets für Beköstigung

Hauswirtschaftliche Tätigkeiten³² nehmen in der Diskussion um die geschlechtsspezifische Arbeitsteilung einen besonderen Stellenwert ein. Hausarbeit, insbesondere die Gewährleistung der täglichen Ernährungsversorgung, lag Anfang der 1990er Jahre überwiegend in Frauenhand. Gegenüber 1 h und 25 min, die Frauen damals für die Erledigung der täglichen Beköstigungsarbeit einsetzten, beschäftigten sich Männer durchschnittlich lediglich 24 min damit.

Das besondere Interesse an der Beköstigung liegt zum einen daran, dass es sich bei den typischen Routinetätigkeiten Kochen und Spülen um das zeitaufwändigste Arbeitsgebiet innerhalb der hauswirtschaftlichen Tätigkeiten handelt, und ist zum anderen dadurch zu begründen, dass die Beköstigung in einem Haushalt eine der täglich sicherzustellenden Hauptaufgaben ist.

Abbildung 1/34: Mittlere tägliche Zeitverwendung und Beteiligungsgrade für den Aktivitätsbereich hauswirtschaftliche Tätigkeiten nach Geschlecht und Erhebungsjahr



* Anteil der Personen, die täglich mindestens eine hauswirtschaftliche Tätigkeit ausüben

Zunächst zeigt der Vergleich der Zeitbudgetdaten von 1991/92 und 2001/02, dass Frauen im Verlauf dieser 10 Jahre insgesamt weniger Zeit in die hauswirtschaftlichen Tätigkeiten investieren (s. Abb. 1/34).

³² Unter hauswirtschaftlichen Tätigkeiten wurden neben der Beköstigung auch Wäschepflege, Haus- und Wohnungsreinigung, Haustierpflege, Einkäufe im hauswirtschaftlichen Bereich, Haushaltsplanung und -organisation, Wegezeiten in Verbindung mit hauswirtschaftlichen Tätigkeiten, Rüst- und Vorbereitungszeiten im Haushalt erfasst.

Im Unterschied zu den weiblichen Personen, deren durchschnittliches Zeitvolumen für die Erledigung der Hausarbeit 2001/02 deutlich geringer ausfiel als zuvor (minus 21 min pro Tag), investieren die männlichen Personen mit durchschnittlich 2 h pro Tag in der Erhebung von 2001/02 deutlich mehr Zeit in die Hauswirtschaft als noch 10 Jahre zuvor (plus 14 min pro Tag).

Der durchschnittliche Beitrag von männlichen Personen zur Beköstigungsversorgung stagniert allerdings mit 23 min pro Tag etwa auf dem Stand von 1991/92, wobei der Anteil der männlichen Personen, die die Mahlzeitenzubereitung ebenso wie das Tischdecken und die Geschirrrreinigung vollständig weiblichen Personen überlassen, gegenüber 1991/92 von knapp 40 % auf 46 % gestiegen ist. Mit anderen Worten: der Beteiligungsgrad männlicher Personen an der täglich anfallenden Beköstigungsarbeit ist von 60 % auf 54 % gesunken. Dies bedeutet, dass im Jahre 2001/02 fast die Hälfte der männlichen Bevölkerung vollständig von weiblichen Personen (Müttern, Großmüttern, Ehefrauen oder Lebenspartnerinnen) beköstigt wird. Sie beteiligen sich - laut Selbstauskunft in ihrem Zeittagebuch – nicht einmal am Tisch decken oder Abwasch.

Im Rahmen der insgesamt geringeren Zeitverwendung der weiblichen Personen für die Hauswirtschaft hat sich auch ihr täglicher Zeitaufwand für die Beköstigung um durchschnittlich 19 min verringert. Außerdem üben 2001/02 deutlich weniger Frauen als 10 Jahre zuvor täglich die eine oder andere Beköstigungstätigkeit aus (81,5 % vs. 91,0 %). Dennoch ist die Beköstigung auch zu Beginn des 21. Jahrhunderts nach wie vor der zeitaufwändigste Bereich der Hauswirtschaft, der ganz überwiegend in den Zuständigkeitsbereich der Frauen fällt. 2001/02 wenden sie dafür im Durchschnitt täglich 1 h und 6 min auf, wobei allein 45 min auf die Zubereitung von Speisen entfallen und weitere 20 min zum Geschirrräumen und Tischdecken benötigt werden (vgl. Abb. 1/35). Es sind vor allem Mütter, die in die zur Beköstigung ihrer Familienangehörigen notwendigen Tätigkeiten einen beträchtlichen Teil ihrer Arbeitszeit einbringen. Somit kann die generalisierende These vom unaufhaltsamen Vormarsch der Fast-Food-Küche im Familienalltag nicht gestützt werden.

Abbildung 1/35: Durchschnittliche tägliche Zeitverwendung für den Aktivitätsbereich Beköstigung nach Geschlecht und Erhebungsjahr (gerundete Werte)

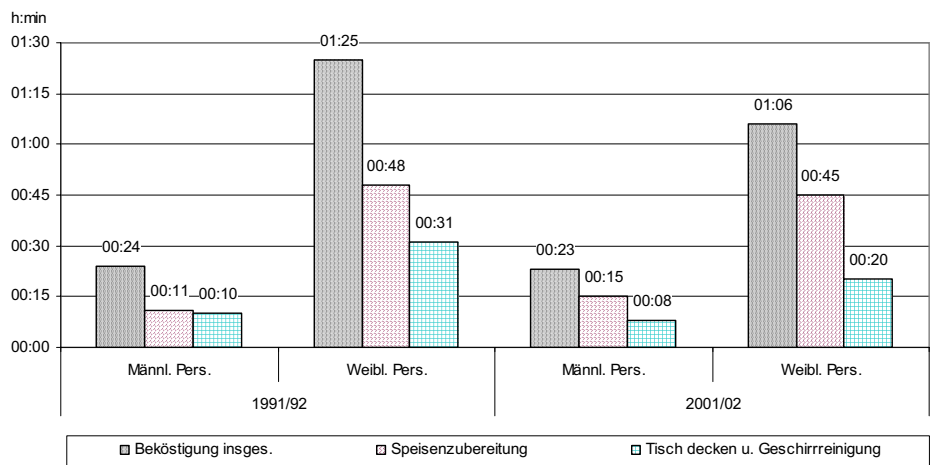


Abbildung 1/35 macht auch deutlich, dass weibliche Personen 2001/02 für die Speisenzubereitung nahezu genauso viel Zeit einsetzen wie 1991/92, obwohl die Zeitverwendung für Beköstigungstätigkeiten insgesamt im gleichen Zeitraum deutlich zurückgegangen ist. Demgegenüber wird für Tischdecken und Geschirrrreinigung mittlerweile erheblich weniger Zeit aufgewandt (20 min pro Tag vs. 31 min pro Tag). Die Analysen der Daten der Zeitbudgeterhebungen weisen ferner darauf hin, dass erwerbstätige Männer, die in Familienhaushalten mit zwei schulpflichtigen Kindern und einer erwerbstätigen Partnerin leben, mit durchschnittlich 20 min pro Tag einen geringeren zeitlichen Beitrag zur Beköstigung der Familien leisten als männliche Personen insgesamt, die dafür 23 min pro Tag aufwenden.

Der 2001/02 im Vergleich zu 1991/92 insgesamt geringere Beteiligungsgrad und die gesunkene Zeitverwendung für Beköstigungsaktivitäten stehen vermutlich im Zusammenhang mit der stärkeren Inanspruchnahme von außerhäuslichen Verpflegungs- und Dienstleistungseinrichtungen bei bestimmten Haushaltstypen. Ebenso denkbar ist es, dass ein gesunkenes Anspruchsniveau bei der Ernährungsversorgung oder eine gestiegene Wertschätzung des Aspekts Zeitersparnis (etwa durch die häufigere Verwendung von Convenience-Produkten durch erwerbstätige Frauen) für diese Entwicklung mitverantwortlich sind.

Außerdem gibt die vergleichende Analyse beider Erhebungen darüber Auskunft, dass der Technisierungsgrad der Privathaushalte in Deutschland im Verlauf der betrachteten Dekade weiter zugenommen hat und zwar in einem beträchtlichen Umfang. So erhöhte sich der Ausstattungsgrad mit einer Geschirrspülmaschine innerhalb der betrachteten Zeitspanne von 10 Jahren von 37 % auf immerhin 90 %, was nachweislich zur Reduzierung des Zeitumfangs für das Geschirrspülen geführt hat (vgl. Abb. 1/35).

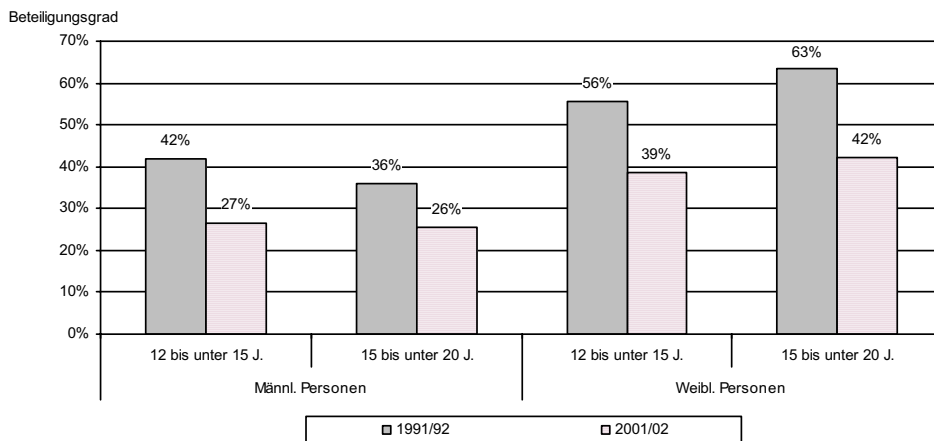
1.4.4.2 Beteiligung von Kindern und Jugendlichen an der Ernährungsversorgung

Männliche und weibliche Jugendliche werden unterschiedlich in die Beköstigungsarbeiten ihrer Familien einbezogen. 2001/02 haben insgesamt weniger von ihnen täglich die eine oder andere Beköstigungsarbeit ausgeführt als 1991/92 (s. Abb. 1/36). Dies entspricht den Befunden für die Gesamtbevölkerung. Bei den jungen Frauen im Alter von 15 bis unter 20 Jahren fällt der Rückgang mit 21 Prozentpunkten besonders stark aus. 1991/92 haben insgesamt 63 % von ihnen täglich beim Kochen, Abwaschen etc. mitgeholfen. Die durchschnittliche Zeitverwendung aller weiblichen Jugendlichen für diese Tätigkeiten betrug 23 min pro Tag. 10 Jahre später sind es nur noch 42 % der 15- bis unter 20-jährigen weiblichen Jugendlichen, die diverse Beköstigungstätigkeiten täglich ausführen. Ihr durchschnittliches Tageszeitbudget ist auf 16 min gesunken.

Bei den männlichen Jugendlichen der gleichen Altersgruppe (15 bis unter 20 Jahre) haben 1991/92 gut ein Drittel (36 %) täglich bei der Beköstigungsversorgung mitgewirkt. In den Jahren 2001/02 sind es aber nur noch etwa ein Viertel (26 %).

Unabhängig vom Erhebungsjahr ist der Anteil der männlichen Jugendlichen, die täglich bei der Speisenzubereitung, dem Tischdecken oder der Geschirrrreinigung helfen, mit zunehmenden Alter rückläufig, während der Beteiligungsgrad weiblicher Personen derselben Altersgruppen mit dem Alter ansteigt.

Abbildung 1/36: Mittlerer Beteiligungsgrad Jugendlicher an Beköstigungsaktivitäten nach Geschlecht, Altersgruppen und Erhebungsjahr (Angaben in Prozent)



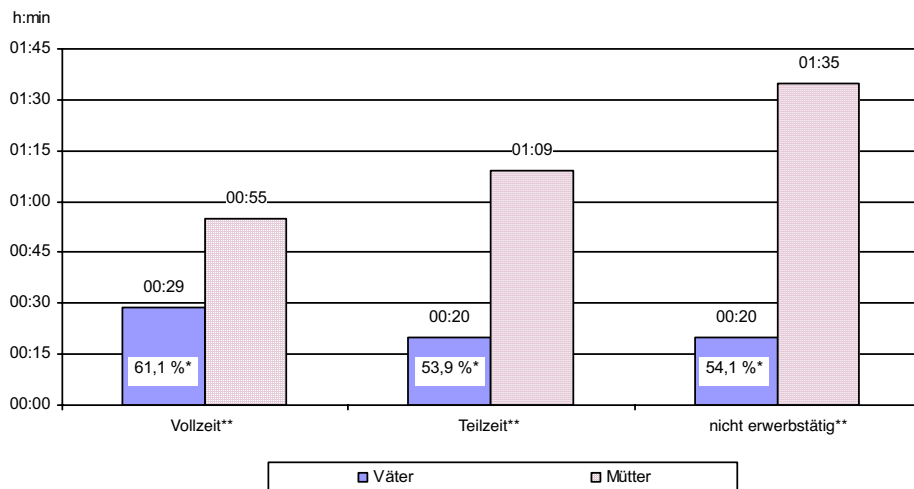
Die These, dass Töchter stärker in die Beköstigungsversorgung der Familien involviert sind als Söhne und sich dieser geschlechtsspezifische Unterschied mit steigendem Alter verschärft, wird somit bestätigt. Bereits im Jugendalter sind traditionelle, geschlechtsspezifische Rollenmuster bei der Nahrungsvor- und -zubereitung erkennbar. Das entspricht Ergebnissen anderer Studien, wonach Mädchen in aller Regel an Beköstigungsaufgaben nicht nur interessiert sind, sondern dabei auch stärker eingebunden werden als Jungen (70).

Die Vorstellung, dass sich die traditionelle Arbeitsteilung in der jungen Generation auch im Beköstigungsbereich allmählich auflöst, lässt sich durch die vorliegenden Daten nicht bestätigen. Von den 20- bis unter 25-jährigen Männern waren es bereits 1991/92 mit 55 % überdurchschnittlich viele, die diesen Arbeitsbereich durchweg weiblichen Personen überließen. Dieser Anteil hat sich 10 Jahre später auf 72 % erhöht. Sofern diese männlichen Personen noch im elterlichen Haushalt wohnen, übernimmt in aller Regel die eigene Mutter ihre Verpflegung („Hotel Mama“). Leben sie in einem Paarhaushalt, geht diese Aufgabe offenbar komplett an die Lebensgefährtin über. Bei den Frauen in dieser Altersgruppe steigt demgegenüber der Zeitanteil beträchtlich, der für Beköstigungsarbeiten aufgewendet wird.

1.4.4.3 Zeitverwendung für Beköstigungsaktivitäten von Eltern in Abhängigkeit vom Erwerbsstatus

Der Umfang mütterlicher Erwerbstätigkeit ist für das Zeitbudget im Bereich Beköstigung ebenso ausschlaggebend wie im Bereich hauswirtschaftlicher Tätigkeiten insgesamt. In Paarbeziehungen wenden nichterwerbstätige Mütter mit 1 h und 35 min pro Tag im Durchschnitt deutlich mehr Zeit für die Beköstigungsarbeiten auf als vollzeiterwerbstätige Mütter (55 min pro Tag). Teilzeiterwerbstätige Mütter liegen mit 1 h und 9 min pro Tag im Mittelfeld.

Abbildung 1/37: Mittlere tägliche Zeitverwendung und Beteiligungsgrade für den Aktivitätsbereich Beköstigung von Eltern nach Erwerbsstatus der Mutter 2001/02



* Anteil der Väter, die täglich mindestens eine Beköstigungstätigkeit ausüben

** Erwerbsstatus der Mutter

Auch wenn in Untersuchungen vom männlichen Einstellungs- und Verhaltenswandel hin zu einer stärker partnerschaftlich ausgerichteten Familienarbeitsteilung berichtet wird (71), so zeigen die Zeitbudgeterhebungen, dass die reale Verantwortung für die Ernährungsversorgung nach wie vor überwiegend bei den Frauen liegt. Auch in Haushalten mit vollzeit-erwerbstätigen Müttern leisten Männer nur unwesentlich mehr als die Hälfte der Zeit für Beköstigungsarbeiten, die ihre Partnerinnen damit verbringen. Es fallen jedoch der Beteiligungsgrad und das zeitliche Engagement dieser Männer signifikant höher aus als bei Männern, deren Partnerinnen Teilzeit arbeiten oder nicht erwerbstätig sind (s. Abb.1/37).

1.4.4.4 Zeitverwendung für Beköstigung im fortgeschrittenen Lebensalter

Die Daten der Zeitbudgeterhebungen machen deutlich, dass die These relativiert werden muss, wonach es gerade Rentner seien, die auf Grund tradiertter Rollenvorstellungen die Aufgaben Einkaufen, Kochen, Tischdecken oder Abwaschen vollständig den Frauen übertragen. Im Vorruhestand und im Rentenalter nehmen sich Frauen und Männer nicht nur insgesamt mehr Zeit zum Essen als jüngere Erwerbstätige. Frauen erhalten in dieser Lebensphase von ihren männlichen Partnern vergleichsweise mehr Unterstützung als in den Jahrzehnten männlicher Berufstätigkeit. Somit sind ca. 70 % aller männlichen Vorruheständler bzw. Rentner in irgendeiner Form an der Beköstigungsarbeit beteiligt und investieren dafür immerhin etwa 40 min pro Tag. Im Vergleich zwischen 1991/92 und 2001/02 hat sich an diesen Zahlen kaum etwas verändert.

Tabelle 1/12: Mittlere tägliche Zeitverwendung und Beteiligungsgrade für die Aktivitäten Beköstigung und Essen von allein lebenden Rentnern^a nach Geschlecht 2001/02

Zeitverwendung für ausgewählte Aktivitäten	Männer		Frauen	
	Zeitverwendung je befragter Person ^b	Beteiligungsgrad ^c	Zeitverwendung je befragter Person ^b	Beteiligungsgrad ^c
	h:min.	%	h:min.	%
Beköstigung insgesamt	00:57	82,9	01:17	92,9
davon:				
Mahlzeitenzubereitung	00:41	78,9	00:52	90,5
Tisch decken und Geschirreinigung	00:14	55,5	00:22	66,1
Essen insgesamt	02:00	100	01:48	99,5
davon:				
Essen zu Hause	01:36	95,0	01:30	95,3
Essen außer Haus	00:24	30,0	00:18	18,8

^a allein lebende Rentner, monatliches Haushaltsnettoeinkommen 700 € und mehr

^b Personen mit Tagebuchanszeichnungen

^c Anteil der ausübenden Personen an den befragten Personen

Ernährungsstil und Mahlzeitenmuster allein lebender Rentnerinnen unterscheiden sich von denen der männlichen Vergleichsgruppe: Rentnerinnen investieren täglich mit 1 h und 17 min mehr Zeit in die Beköstigungsarbeiten als Rentner, die dafür 57 min aufwenden. Dabei nehmen allein lebende Rentnerinnen wie Rentner die Hauptmahlzeiten ganz überwiegend zu Hause ein (s. Tab. 1/12).

Vergleicht man die Anteile der allein lebenden männlichen und weiblichen Personen, die 60 Jahre und älter sind, so spielt der Außer-Haus-Verzehr bei den Männern jedoch eine sichtlich größere Rolle. 30 % von ihnen nehmen täglich mindestens eine Mahlzeit außer Haus zu sich. Demgegenüber sind es bei den Frauen nur 19 %.

1.4.5 Zusammenfassung

Im Vergleich der beiden repräsentativen Zeitbudgeterhebungen von 1991/92 und 2001/02 ergibt sich der überraschende Befund, dass die Deutschen zu Beginn des neuen Jahrtausends täglich durchschnittlich 21 min mehr Zeit für das Essen aufwenden als 10 Jahre zuvor. Davon entfällt der größere Teil, nämlich 13 min, auf das Essen zu Hause.

Allerdings ist in dieser Zeit auch die Inanspruchnahme der Außer-Haus-Verpflegung durch die Bevölkerung ab 12 Jahren von täglich 18 % auf 26 % deutlich angestiegen. Spitzenreiter der täglichen Kantinennutzung bzw. des Essens am Arbeitsplatz sind die 30- bis 40-jährigen Männer. Diese Ergebnisse verweisen auf die zunehmende Bedeutung des Außer-Haus-Verzehrs im Essalltag, ohne allerdings die Dominanz der häuslichen Ernährungsversorgung „aufzubrechen“.

Von einer Auflösung der herkömmlichen Mahlzeitenstrukturen zugunsten eines Essverhaltens „rund-um-die-Uhr“, wie es gelegentlich postuliert wird, kann auf der Basis vor-

liegender Daten nicht die Rede sein. Es gibt nach wie vor feste Tageszeiten, zu denen gegessen wird.

Die Faktoren Familienstand, Erwerbsstatus und Einkommen beeinflussen den Zeitaufwand für das Essen, insbesondere die Beteiligung am Außer-Haus-Verzehr, ganz erheblich. Allein lebende, insbesondere berufstätige Singles sind die Intensiv-Nutzer der Außer-Haus-Verpflegung. 2001/02 sind es an den Werktagen fast 52 % von ihnen, deren Ernährungsstil durch das Essen außer Haus (mindestens einmal täglich) geprägt ist. Vor allem die Mittagsmahlzeit wird von immer weniger Menschen zu Hause eingenommen.

Die vorliegenden Befunde unterstreichen den hohen sozial-kommunikativen Bedeutungsgehalt des Essens. In Mehrpersonen- und Familienhaushalten wird dem Abendessen als „gemeinsame Familienzeit“ ein großes Gewicht im Tagesablauf beigemessen. Mehr als die Hälfte der Angehörigen von Familienhaushalten mit Kindern und zwei erwerbstätigen Ehepartnern essen gemeinsam zu Abend.

Es gibt heute wie vor 10 Jahren keine andere hauswirtschaftliche Tätigkeit, in die so viel Zeit investiert wird, wie in die tägliche Beköstigung. Durchschnittlich wenden Frauen im Jahr 2001/02 hierfür pro Tag 1 h und 6 min auf, wobei allein 45 min für die Speisenzubereitung und weitere 20 min für Tischdecken und Geschirrabwasch benötigt werden. Besonders Mütter investieren in die zur Beköstigung ihrer Familie notwendigen Tätigkeiten einen erheblichen Teil ihrer Arbeitszeit, sodass die geläufige These von der Auflösung der Familienmahlzeiten durch den unaufhaltsamen Vormarsch der Fast-Food-Küche im Familienalltag anhand der vorliegenden Daten nicht gestützt werden kann. Allerdings setzen vollzeit-erwerbstätige Frauen im Vergleich zu teilzeit- oder nichterwerbstätigen Frauen bei der Verrichtung hauswirtschaftlicher Tätigkeiten verstärkt auf zeitsparende Strategien. Dies gilt insbesondere auch für die Ernährungsversorgung der betreffenden Familien. Außerdem finden diese Frauen bei der Erfüllung von Beköstigungsaufgaben etwas mehr Unterstützung durch ihre Partner als andere Frauen.

Die Gewährleistung der täglichen Ernährungsversorgung liegt aber nach wie vor weit überwiegend in Frauenhand und stellt einen festen Bestandteil der täglichen Routinearbeit ihres Alltags dar, und zwar unabhängig vom Grad ihrer eigenen Erwerbsbeteiligung. Demgegenüber leisten erwerbstätige Männer, die in Familienhaushalten mit zwei Kindern im schulpflichtigen Alter und einer erwerbstätigen Partnerin leben, mit durchschnittlich 20 min pro Tag einen geringeren zeitlichen Beitrag zur Beköstigung ihrer Familie als männliche Personen insgesamt. Im Jahr 2001/02 zeigen 46 % der männlichen Bevölkerung ab 12 Jahren keinerlei Beköstigungsaktivitäten und werden offenbar vollständig von weiblichen Personen bzw. Außer-Haus-Verpflegungseinrichtungen versorgt.

Die Vorstellung, dass sich diese traditionelle Arbeitsteilung in der jungen Männergeneration allmählich auflöst, kann durch die vorliegenden Daten nicht gestützt werden. Von den 20- bis unter 25-jährigen Männern waren es 2001/02 mit 72 % sogar überdurchschnittlich viele, die diesen Arbeitsbereich völlig mieden. Sofern diese Männer noch im elterlichen Haushalt wohnen, werden die zwangsläufig anfallenden Beköstigungsaufgaben in aller Regel von der eigenen Mutter übernommen („Hotel Mama“). Leben sie bereits in einem Paarhaushalt, geht diese Aufgabe offenbar komplett an die Lebensgefährtin über.

Kinder und Jugendliche von 12 bis unter 20 Jahren haben sich 2001/02 insgesamt auffällig seltener an der Erledigung von Beköstigungsarbeiten wie Kochen, Tischdecken oder Geschirrspülen beteiligt als 10 Jahre zuvor.

1.4.6 Ernährungspolitische Empfehlungen

1. Der durch die vorliegenden Ergebnisse belegte Trend einer Zunahme des Außer-Haus-Verzehrs in Restaurants und Gemeinschaftsverpflegungseinrichtungen von Schulen und Arbeitsstätten eröffnet vielfältige Chancen zur zielgruppenbezogenen Ernährungsaufklärung und -information. Insbesondere für Kinder und Jugendliche handelt es sich beim Schulfrühstück oder beim Mittagessen in der Schule um sozialräumliche Gelegenheitsstrukturen, in denen sie praktisch erfahren können, dass ein an den Grundsätzen von gesundheitsförderlicher Ernährung orientiertes Angebot schmackhaft, leicht bekömmlich und abwechslungsreich sein kann.

Die Entwicklung von Qualitätsstandards für die Ernährungsversorgung in öffentlichen Einrichtungen wie Kindergärten, Schulen oder Ausbildungseinrichtungen stellt somit einen wichtigen Beitrag zur Wahrnehmung der öffentlichen Verantwortung für das Aufwachsen von Kindern und Jugendlichen (72) und zu ihrer Gesundheitsprävention dar. Gerade auch im Zuge des Ausbaus der Ganztagsbetreuung für Kinder benötigen die Verantwortlichen der betreffenden Einrichtungen dringend Unterstützung in Form von

- ernährungswissenschaftlich gestützten, alltagstauglichen Leitfäden,
 - anwendungsbezogenen Informationsmaterialien und
 - Erfahrungsberichten aus „best-practice“-Projekten.
2. Die konstatierte Fortschreibung und Verstärkung der Zuständigkeit von weiblichen Familienmitgliedern für die Ernährungsversorgung und sämtliche der damit verbundenen Arbeiten verweisen auf das Erfordernis, an kind- und jugendbezogenen Lernorten stärker als bisher den Erwerb von Beköstigungskompetenzen beider Geschlechter zu fördern. Mit dem geplanten Ausbau von Ganztagsbetreuungsangeboten ergibt sich die Möglichkeit, den Alltagsbezug von schulischer Bildung auch im Bereich der Ernährungsversorgung zu stärken. Es geht darum, in den konkreten Erfahrungs- und Lernzusammenhängen von Kindern und Jugendlichen beiderlei Geschlechts zu vermitteln, dass die Fürsorge- und Familienarbeit keineswegs selbstverständlich und naturgegeben in den Zuständigkeitsbereich von Mädchen und Frauen fällt.
 3. Die vorliegenden Ergebnisse basieren auf Individualdaten aus zwei repräsentativen Zeitbudgeterhebungen, wodurch erstmals bundesweit die Möglichkeit gegeben war, Entwicklungen in den Zeitverwendungsmustern für unterschiedliche Haushaltstypen, Alters- und Geschlechtergruppen zu dokumentieren. Es ist außerordentlich sinnvoll, diese Datensätze auch in Zukunft für die Ernährungsberichterstattung zu nutzen, um Veränderungen entlang der Zeitachse aufzuzeigen. Darüber hinaus wird es mit Blick auf eine passgenaue und zielgruppenorientierte Ernährungsforschung aber auch darum gehen, diverse Möglichkeiten der qualitativen Analyse bei der Gestaltung des Essalltags zwischen privatem und öffentlichem Raum stärker zu nutzen und zwar im Sinne einer aussagekräftigen Verknüpfung von quantitativen und qualitativen Forschungsmethoden. Denn Zeitbudgetdaten haben ihre Grenzen. Sie geben zum Beispiel keinen Aufschluss über die Motivation der Mahlzeitengestaltung, über die faktische Zuständigkeit der Organisation der täglichen Ernährungsversorgung oder über Aushandlungsprozesse zwischen den Partnern bzw. zwischen Eltern und Kindern bei der Organisation der Beköstigung. Das vorliegende Datenmaterial aus den beiden quantitativ angelegten Zeitbudgeterhebungen bietet jedoch eine solide Ausgangsbasis, um daraus entsprechende differenzierte Hypothesen abzuleiten, die mittels qualitativer Methoden (z. B. Leitfaden gestützte Tiefeninterviews, teilnehmende Beobachtung)

überprüft werden können. Auf diesem Wege lässt sich das Wissen über Vielfalt und Veränderungen des Ernährungsverhaltens der deutschen Bevölkerung weiter vervollständigen.

1.5 Mortalität an ernährungsmitbedingten chronischen Krankheiten³³

1.5.1 Einleitung

In Deutschland sind Herz-Kreislauf-Erkrankungen und bösartige Tumoren weiterhin die häufigsten Todesursachen. Lässt man die mit Rauchen assoziierten bösartigen Tumoren von Lunge und Bronchien außer Acht, so sind diese ernährungsmitbedingten chronischen Krankheiten für 68 %, also für über zwei Drittel der Todesfälle in Deutschland verantwortlich (vgl. auch Tab. 1/13 und 1/14) (73). Sie sind zum großen Teil als vermeidbar anzusehen, da ihr Auftreten von modifizierbaren Risikofaktoren beeinflusst wird (32). Die Rolle der Ernährung als Determinante für das Auftreten chronischer Erkrankungen ist gut belegt (74). Unter den modifizierbaren Risikofaktoren hat die Ernährungsweise neben dem Rauchen eine herausragende Bedeutung, weshalb ihr auch im Rahmen der Primärprävention eine wichtige Rolle zukommt (32).

Die einzelnen ernährungsmitbedingten Krankheiten unterscheiden sich erheblich: zum einen in ihrem Beitrag zur Gesamtmortalität in der Bevölkerung und zum anderen hinsichtlich des Anteils, den Ernährung bei der Entstehung dieser Krankheiten und damit auch hinsichtlich deren Mortalität hat. Die Bestimmung dieses Anteils ist zwar grundsätzlich durch die Berechnung des sogenannten attributablen Risikos (zuschreibbaren Risikos) bzw. populationsbezogenen attributablen Risikos möglich, doch fehlen häufig die notwendigen nationalen Zahlen, um dies berechnen zu können. Daher wird in den Darstellungen jeweils die Gesamtmortalität für das jeweilige Krankheitsbild dargestellt, so wie sie vom Statistischen Bundesamt bekannt gegeben wird. Sollten aus der nationalen oder internationalen Literatur Angaben zu den attributablen Mortalitätsrisiken vorliegen, wird darauf in den jeweiligen Textabschnitten eingegangen.

Die epidemiologische Bedeutung und die für die Gesellschaft relevante Krankheitslast durch ernährungsmitbedingte chronische Erkrankungen lässt sich neben Mortalitätsrate und attributablen Mortalitätsrisiken an Hand von Maßzahlen wie Anzahl verlorene Lebensjahre, beeinträchtigungsadjustierte Lebensjahre oder Lebenserwartung in Gesundheit demonstrieren. Entsprechende Zahlen werden, sofern vorhanden, in den jeweiligen Abschnitten präsentiert.

Bei der Darstellung der Krankheitslast für eine Bevölkerung besteht auch die Möglichkeit, an Stelle einer krankheitsbezogenen Sichtweise eine risikofaktorbezogene zu wählen. Diese hat den Vorteil, dass sie deutlich macht, welche Risikofaktoren welchen Anteil am Krankheits- bzw. Mortalitätsaufkommen in einer Bevölkerung haben und zeigt damit auch gleich mögliche Ansatzpunkte zur Reduzierung der Krankheitslast auf. Dieser Ansatz ist u.a. bei Gesundheitsberichten der Weltgesundheitsorganisation (WHO) gewählt worden (z.B. Weltgesundheitsbericht). Da jedoch keine für Deutschland spezifischen Zahlen hierzu vorliegen, kann nur auf die allgemeinen Einschätzungen dieser Berichte verwiesen werden (74).

³³ Bearbeiter(in): Kroke, Anja; Walz, Alexander

Tabelle 1/13: Häufigste Todesursachen in Deutschland nach Gruppen 2001 (73)

Todesursache	ICD 10 *	Rang unter allen Todesursachen			Anteil an allen Todesursachen (in Prozent)		
		Gesamt	Männer **	Frauen	Gesamt	Männer	Frauen
Krankheiten des Kreislaufsystems	I00-I99	1	1	1	47,3	41,8	52,0
Neubildungen	C00-D48	2	2	2	25,7	28,8	23,0
Krankheiten des Atmungssystems	J00-J99	3	3	3	5,9	6,6	5,2
Krankheiten des Verdauungssystems	K00-K93	4	5	4	4,9	5,4	4,5
Verletzungen, Vergiftungen u. best. andere Folgen äußerer Ursachen	S00-T98	5	4	6	4,1	5,6	2,9
Endokrine, Ernährungs- u. Stoffwechselkrankheiten***	E00-E90	6	7	5	2,9	2,3	3,5

* ICD: International Classification of Diseases, 10. Revision

** Rang 6 bei Männern entfällt auf ICD-10: R00-R99 (Symptome und abnorme Labor- und klinische Befunde). Diese Krankheitsgruppe hat wenig praktische Relevanz.

*** Zu endokrinen, Ernährungs- und Stoffwechselkrankheiten zählen Schilddrüsenerkrankungen, Diabetes mellitus, sonstige Störungen der Blutglucose-Regulation, sonstige Erkrankungen endokriner Drüsen, Mangelernährung, sonstige alimentäre Mangelzustände, Adipositas und sonstige Überernährung und Stoffwechselstörungen.

Tabelle 1/14: Häufigste Einzeltodesursachen in Deutschland 2001** (73)

Todesursache	ICD 10 *	Rang unter allen Todesursachen			Anteil an allen Todesursachen (in Prozent)		
		Gesamt	Männer	Frauen	Gesamt	Männer	Frauen
Chronische ischämische Herzkrankheit	I25	1	1	1	11,2	9,9	12,3
Akuter Myokardinfarkt	I21	2	2	3	7,9	9,2	6,7
Herzinsuffizienz	I50	3	4	2	6,8	4,6	8,8
Schlaganfall, nicht als Blutung od. Infarkt bezeichnet	I64	4	5	4	4,9	3,7	6,0
Bösartige Neubildung der Bronchien und Lunge	C34	5	3	9	4,6	7,4	2,2
Bösartige Neubildung des Dickdarmes	C18	6	8	6	2,4	2,4	2,4
Bösartige Neubildung der Brustdrüse (Mamma)	C50	7	--	5	2,1	--	3,9
Sonstige chronische obstruktive Lungenkrankheit	J44	8	6		2,1	2,9	
Pneumonie, Erreger nicht näher bezeichnet	J18	9	9	7	2,0	2,0	2,2
Nicht näher bezeichneter Diabetes mellitus	E14	10		8	1,8		2,2
Bösartige Neubildung der Prostata	C61		7	--		2,7	--
Alkoholische Lebererkrankung	K70		10			1,9	
Arteriosklerose	I70			10			2,2

* ICD: International Classification of Diseases, 10. Revision

** Die unterschiedlichen Ränge bei gleichen Prozentzahlen resultieren aus Differenzen in den weiteren Nachkommastellen. Die Lücken ergeben sich aus fehlenden Datenquellen des Statistischen Bundesamtes.

1.5.2 Definitionen

1.5.2.1 Ernährungsmitbedingte Krankheiten

Unter ernährungsmitbedingten Krankheiten werden hier Krankheiten verstanden, bei denen die Ernährung bzw. das Ernährungsverhalten als alleinige Ursache oder als einer von mehreren Faktoren im Rahmen einer multifaktoriellen Krankheitsgenese anzusehen ist. Nicht berücksichtigt sind in diesem Zusammenhang Krankheiten, deren Verlauf durch diätetische Maßnahmen beeinflusst wird (z.B. Niereninsuffizienz, Phenylketonurie). Da hier nur chronische Erkrankungen betrachtet werden, sind auch Infektionskrankheiten, die durch Lebensmittel übertragen werden (z.B. Salmonellose, *E. coli*- oder Staphylokokken-Infektion) nicht berücksichtigt worden. Insgesamt ist die Liste der ernährungsmitbedingten chronischen Krankheiten dennoch lang. Einige von ihnen gehören zu den häufigsten Todesursachen in Deutschland, weshalb auf sie in den folgenden Abschnitten näher eingegangen wird. In Tabelle 1/15 (s. S. 98) sind alle in diesem Kapitel betrachteten Krankheiten aufgeführt.

1.5.2.2 Todesursachen

Grundlage aller in diesem Kapitel präsentierten Daten sind die auf dem Totenschein (Todesursachenbescheinigung) eingetragenen Informationen. Neben der unmittelbar zum Tode führenden Krankheit sind darin im Sinne einer Kausalkette alle weiteren Erkrankungen bis hin zum Grundleiden aufgeführt. Grundleiden ist die Krankheit, die den Ablauf der direkt zum Tode führenden Krankheitszustände auslöste. Grundlage der Definitionen von Grundleiden ist ein umfangreiches WHO-Regelwerk, das die amtlichen Sterberegister einsetzen. Als Todesursache geht nur das Grundleiden in die Todesursachenstatistik ein. Der Kodierung der Todesursachen für den aktuellen Bericht liegt die 10. Revision der International Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD-Code) der Weltgesundheitsorganisation WHO (75) zu Grunde, die in Deutschland seit 1998 verwendet wird.

1.5.2.3 Mortalitätsrate (= Sterbeziffer)

Die Mortalitätsrate entspricht der Anzahl Verstorbener pro 100 000 Personenjahre (Personenjahre = mittlere Einwohnerzahl innerhalb des Referenzzeitraums x Referenzzeitraum [= 1 Jahr]).

1.5.2.4 Altersstandardisierung

Um Mortalitätsraten mit anderen Zeiträumen oder Populationen vergleichbar zu machen, muss die unterschiedliche Altersstruktur berücksichtigt werden. Dazu wird die jeweilige Erkrankungsrate auf eine Standardbevölkerung umgerechnet, hier auf die Weltstandardbevölkerung der WHO. Dabei wird die Bevölkerung in 5-Jahres-Altersgruppen eingeteilt, wobei die über 90-Jährigen in einer Gruppe zusammengefasst sind. Damit sind die Daten international vergleichbar.

1.5.2.5 Standardisierte Sterbeziffer

Die standardisierte Sterbeziffer stellt die Sterbefälle bezogen auf die Bevölkerung dar, i.d.R. pro 100 000 Einwohner, wobei die Altersverteilung der Bevölkerung in Form von Standardbevölkerungen, hier die Weltstandardbevölkerung, berücksichtigt wird.

1.5.2.6 Mittleres Sterbealter

Das mittlere Sterbealter berechnet sich aus dem Alter bei Tod durch das auf dem Totenschein aufgeführte Grundleiden als Mittelwert aller an der jeweiligen Krankheit Verstorbenen.

1.5.2.7 Lebenserwartung

Unter dem Begriff Lebenserwartung versteht man die mittlere Lebensdauer, welche ein Mensch, z.B. bei Geburt, zu erwarten hat. Sie berechnet sich an Hand der aktuellen Sterblichkeit und ihrer Veränderungen in den vorangegangenen Jahren.

1.5.2.8 Verlorene Lebensjahre

Die verlorenen Lebensjahre berechnen sich aus der Differenz zwischen der Lebenserwartung für den jeweiligen Geburtsjahrgang (Lebenserwartung bei Geburt) und dem Alter bei Todeseintritt.

1.5.2.9 Beeinträchtigungsadjustierte Lebensjahre = DALYs (Disability Adjusted Life Years)

Die beeinträchtigungsadjustierten Lebensjahre sind ein zeitbasierter Indikator, der die bevölkerungsbezogene Krankheitslast durch frühzeitigen Tod und durch Krankheit bzw. Invalidität beinhaltet. Berechnet wird dazu die Summe aus verlorenen Lebensjahren durch frühzeitigen Tod und Lebensjahren, die mit Krankheit bzw. in Invalidität verbracht werden. Die DALYs geben die Zeit an, die im Vergleich zu der derzeit maximalen möglichen Lebenserwartung durch vorzeitigen Tod verloren geht oder in Beeinträchtigung durch Krankheit verbracht wird.

Beispiel: Für das Jahr 2001 schätzte die WHO die DALYs für alle Bewohner der Euro A-Zone zusammen genommen bei Betrachtung aller Krankheits- und Invaliditätsursachen auf rund 53 Mio. Jahre. Auf bösartige Tumoren entfallen rund 8,5 Mio. Jahre. Also sind bösartige Tumoren für etwa 16% der Lebensjahre verantwortlich, die in Krankheit oder Invalidität verbracht werden bzw. die durch frühzeitigen Tod verloren gehen.

1.5.2.10 Lebenserwartung in Gesundheit = HALE (Health Adjusted Life Expectancy)

Die Lebenserwartung in Gesundheit basiert auf der durchschnittlichen Lebenserwartung bei Geburt, ist jedoch korrigiert um die Zeit, die ein Mensch krank ist. HALE kann somit als die Anzahl an Jahren verstanden werden, die von Geburt an in völliger Gesundheit verbracht werden, also die zu erwartende, krankheitsfreie Lebenszeit. Zu Grunde gelegt sind die gegenwärtigen Erkrankungs- und Sterbehäufigkeiten.

Tabelle 1/15: Deskriptive statistische Zahlen zu Todesursachen insgesamt und ernährungsmitbedingten Todesursachen 2001 (73)

Todesursache	Geschlecht	Todesfälle (a)	Todesursachen	Standardisierte Sterbeziffer (b)	Mittleres Sterbealter (c)	Verlorene Lebensjahre (d)
ICD-Code, 10. Revision (e)		Anzahl	Anteil	Gestorbene je 100 000 Einw. 2001 (1991)	Jahre	Anteil
Alle Krankheiten u. Folgen äußerer Ursachen (f) A00-T98	beide	828 541	100,00%	414,1 (535,0)	75,6	100,0%
	männl.	383 887	100,00%	541,7 (715,8)	70,9	100,0%
	weibl.	444 654	100,00%	314,4 (408,3)	79,7	100,0%
Krankheiten des Kreislaufs I00-I99	beide	391 727	47,28%	161,7 (226,6)	80,4	15,3%
	männl.	160 315	41,76%	208,3 (300,4)	75,5	17,0%
	weibl.	231 412	52,04%	125,6 (177,2)	83,8	12,5%
Hypertonie I10-I15	beide	20 805	2,51%	7,9 (7,5)	82,5	0,5%
	männl.	6 334	1,65%	8,1 (7,6)	77,2	0,5%
	weibl.	14 471	3,25%	7,4 (7,1)	84,8	0,5%
Ischämische Herzkrankheiten I20-I25	beide	165 069	19,92%	71,2 (95,8)	79,2	6,6%
	männl.	77 872	20,29%	101,9 (143,1)	74,6	8,2%
	weibl.	87 197	19,61%	48,3 (64,1)	83,3	3,6%
Zerebrovaskuläre Krankheiten I60-I69	beide	78 691	9,50%	31,3 (51,5)	81,2	2,5%
	männl.	28 650	7,46%	36,5 (60,1)	77,2	2,3%
	weibl.	50 041	11,25%	27,4 (46,1)	83,5	2,9%
Bösartige Neubildungen C00-C97	beide	207 619	25,06%	116,8 (138,9)	71,5	22,8%
	männl.	108 373	28,23%	150,5 (182,5)	69,9	19,6%
	weibl.	99 246	22,32%	93,2 (112,1)	73,2	28,9%
der Verdauungsorgane C15-C26	beide	68 781	8,30%	36,5 (44,7)	73,3	5,5%
	männl.	34 655	9,03%	47,7 (57,4)	70,2	5,5%
	weibl.	34 126	7,67%	27,6 (36)	76,4	5,5%
des Magens C16	beide	12 451	1,50%	6,9	73,6	1,0%
	männl.	6 551	1,71%	8,9	71,1	1,0%
	weibl.	5 900	1,33%	4,8	76,5	1,2%
des Kolons C18	beide	19 950	2,41%	10,2	75,1	1,2%
	männl.	9 115	2,37%	12,2	72,0	1,1%
	weibl.	10 835	2,44%	8,2	77,6	1,5%
des Rektums und Rektosigmoids (g) C19-20	beide	8 069	0,97%	4,5	72,9	0,7%
	männl.	4 174	1,09%	5,8	69,9	0,7%
	weibl.	3 895	0,88%	3,2	76,1	0,7%
der Atmungs- u. intrathorakalen Organe C30-C39	beide	40 565	4,90%	24,7 (27,1)	68,9	4,6%
	männl.	30 205	7,87%	42,3 (52,9)	68,5	5,2%
	weibl.	10 360	2,33%	11,2 (9,1)	69,9	3,6%
der Prostata C61 der Brustdrüse C50	männl.	11 150	2,90%	13,9	77,6	0,5%
	weibl.	17 504	3,94%	18,9	69,8	7,0%
Endokrine, Ernährungs- und Stoffwechselkrankheiten E00-E90	beide	24 363	2,94%	11 (12,2)	78,1	1,7%
	männl.	8 949	2,33%	12,2 (12,1)	72,6	1,7%
	weibl.	15 414	3,47%	9,7 (11,7)	81,3	1,8%
Diabetes mellitus E10-E14	beide	21 878	2,64%	9,5	79,0	0,9%
	männl.	7 978	2,08%	10,6	73,8	1,0%
	weibl.	13 900	3,13%	8,3	82,1	0,7%
Mangelernährung E40-E46	beide	90	0,01%	0,0 (0,1)	81,9	0,0%
	männl.	27	0,01%	0,0 (0,1)	76,3	0,0%
	weibl.	63	0,01%	0,0 (0,1)	84,3	0,0%
Adipositas u. sonstige Überernährung (h) E65-E68	beide	655	0,08%	0,5	63,2	0,1%
	männl.	271	0,07%	0,4	59,5	0,1%
	weibl.	384	0,09%	0,5	65,8	0,2%
Veränderung der Knochendichte und -struktur M80-M85	beide	305	0,04%	0,1	86,2	0,0%
	männl.	44	0,01%	0,1	81,0	0,0%
	weibl.	261	0,06%	0,1	87,1	0,0%

- ^a 2001 alle Altersgruppen, alle Nationalitäten (73)
- ^b 2001 altersstandardisiert auf Weltbevölkerung (73). In Klammern sind die 10 Jahres-Vergleichswerte (1991) für die wichtigsten Obergruppen angegeben. Diese sind noch nach ICD-9 klassifiziert, Unterschiede ergeben sich also schon allein aus der abweichenden Codierungspraxis.
- ^c 2001 durchschnittliches Sterbealter der Gestorbenen, alle Nationalitäten
- ^d 2001 verlorene Lebensjahre durch Tod unter 70 Jahren, altersstandardisiert auf Weltbevölkerung (73)
- ^e International Classification of Diseases (ICD)
- ^f Folgen äußerer Ursachen sind z. B. Verletzungen, Vergiftungen und bestimmte andere Folgen äußerer Ursachen.
- ^g Die Zahlen der verlorenen Lebensjahre beziehen sich nur auf C20 (Rektum), da entsprechendes Datenmaterial vom Statistischen Bundesamt nicht zur Verfügung stand.
- ^h Hierzu zählen Hypervitaminose A, Hypercarotinämie, Megavitamin-B₆-Syndrom, Hypervitaminose D, sonstige nicht näher bezeichnete Überernährung.

1.5.3 Datenquellen

Die Zahlen zur Mortalität differieren je nach Quelle. So liefert die WHO beispielsweise andere Zahlen zur Lebenserwartung in Deutschland als die OECD³⁴ oder das Statistische Bundesamt. Selbst die Zahlen innerhalb der WHO differieren geringfügig zwischen dem World Health Report (74) und dem WHO Statistical Information System (WHOSIS, [76]). Wie diese Unterschiede zustande kommen, ist zur Zeit nicht erklärbar. Soweit möglich, wurde hier auf Zahlen der WHO aus dem World Health Report zurückgegriffen, um eine internationale Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Die altersstandardisierten Sterbeziffern im internationalen Vergleich wurden dem WHOSIS entnommen. Erst ab 1990 können Mortalitätskennziffern für Gesamtdeutschland angegeben werden, auf Grund der bis dahin unterschiedlich geführten Register für die neuen (Ost) und alten Bundesländer (West). Westdeutschland beinhaltet jeweils auch Gesamtberlin (Ost + West), was jedoch nur zu einer geringen Verzerrung führt.

1.5.4 Ergebnisse

Im Vergleich zu den entsprechenden Kapiteln in den Ernährungsberichten der Vorjahre wurden hier einige Änderungen bezüglich der Auswahl der Krankheitsbilder vorgenommen. Leberzirrhose ist herausgenommen worden, dafür sind Übergewicht/Adipositas und Osteoporose hinzugekommen und Diabetes mellitus wird ausführlicher dargestellt. Bei den malignen Tumoren werden die Tumoren des Verdauungstrakts detaillierter dargestellt, während bei den Tumoren der Atemwege nur auf den Lungenkrebs eingegangen wird. Dessen Mortalität ist zwar zum überwiegenden Anteil mit dem Rauchen assoziiert, doch konnten auch Einflüsse des Ernährungsverhaltens identifiziert werden. Zur Gewährleistung der internationalen Vergleichbarkeit werden auf die Weltbevölkerung standardisierte Mortalitätsraten präsentiert.

1.5.4.1 Überblick

Die grobe Betrachtung der Todesursachen nach Krankheitsgruppen (Tab. 1/13, S. 95) zeigt ein für Industrienationen typisches Bild, das sich über die Jahre kaum verändert hat: Krankheiten des Kreislaufsystems und Tumoren stellen sowohl bei Männern als auch bei Frauen die mit Abstand häufigsten Todesursachen dar (mehr als zwei Drittel der Gesamtmortalität). Im Vergleich zu 1980 zeigt sich, dass Herz-Kreislauf-Erkrankungen an Bedeutung verlieren, während bösartige Tumoren an Bedeutung gewinnen. Bei Erkrankungen des Atmungs- und Verdauungssystems ergaben sich keine signifikanten

³⁴ OECD: Organization for Economic Cooperation and Development

Veränderungen. Die Gruppe der endokrinen, Ernährungs- und Stoffwechselerkrankungen gewinnt an Bedeutung, während der Anteil der Todesfälle durch Verletzungen und Vergiftungen abnimmt (73).

Die differenziertere Betrachtung nach den häufigsten Einzeltodesursachen (Tab. 1/14, S. 95) weist auf einige Unterschiede zwischen Männern und Frauen hinsichtlich Rangfolge und prozentualen Anteil einzelner Diagnosen an der Gesamtmortalität hin. Bemerkenswert ist auch der deutliche Anstieg der tabakassoziierten Todesfälle bei Frauen durch Lungenkrebs auf mittlerweile Rang 9 unter allen Todesursachen (73).

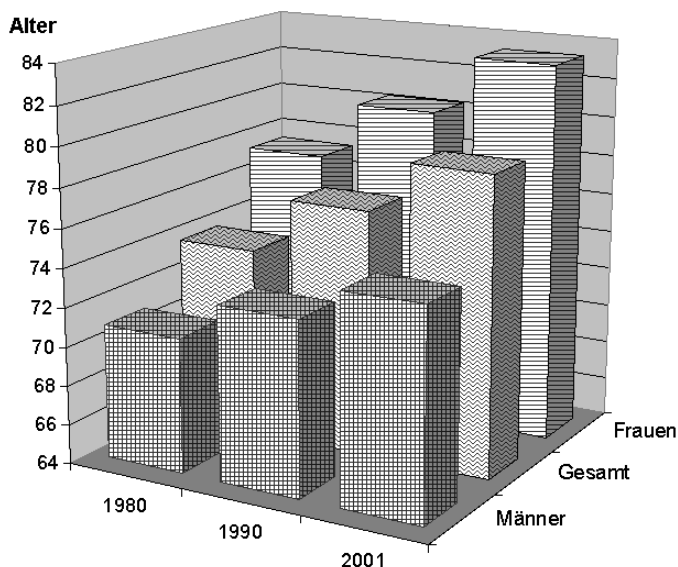
Die Entwicklung zu einer immer höheren Lebenserwartung in Deutschland hält weiter an. Während die durchschnittliche Lebenserwartung bei der Geburt 1990 für Männer 72,1 Jahre und für Frauen 78,6 Jahre betrug, sind diese Zahlen stetig bis auf 74,9 Jahre bei Männern und 81,0 Jahre bei Frauen im Jahr 1999 angestiegen (77), was einem Zuwachs von 3,9 % (Männer) bzw. 3,1 % (Frauen) in nur einem Jahrzehnt entspricht. Deutlich wird zugleich, dass sich die geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Lebenserwartung verringern.

Im europäischen Vergleich der Lebenserwartung liegt Deutschland nur im Mittelfeld. Im weltweiten Vergleich der Lebenserwartungen 2001 zeigte sich für die USA eine niedrigere Lebenserwartung sowohl bei Männern (74,3 Jahre) als auch bei Frauen (79,5 Jahre) im Vergleich zu Deutschland mit 75,1 Jahren bei Männern und 81,1 Jahren bei Frauen. Japanische Männer (77,9 Jahre) und Frauen (84,7 Jahre) hatten eine höhere Lebenserwartung. Die derzeit höchste Lebenserwartung haben Männer in Island (78,2 Jahre) und Frauen in Japan (84,7 Jahre) (74) (vgl. Abb. 1/38). Der allgemeine Trend zu einer immer höheren Lebenserwartung findet sich auch bei den ernährungsmitbedingten chronischen Krankheiten wieder, wie die Abbildung 1/39 exemplarisch für ischämische Herzkrankheiten zeigt.

Abbildung 1/38: Internationaler Vergleich der Lebenserwartung in Gesundheit und gesamter Lebenserwartung 2001, in Jahren (74)

		Frauen Männer			
		72,3	10	61,9	Russische Föderation 51,5 7 58,9
		79,5	11	68,8	USA 66,4 8 74,3
		79,9	9	70,9	United Kingdom 68,4 7 75,1
		81,1	9	72,2	DEUTSCHLAND 68,3 7 75,1
		81,3	9	71,9	Island 70,5 8 78,2
		82,2	9	72,9	Italien 69,2 7 76,2
		82,3	9	73,2	Schweden 70,5 7 77,7
		82,6	10	73,0	Spanien 68,7 7 75,3
		82,8	8	74,4	Schweiz 71,1 6 77,3
		82,9	9	73,5	Frankreich 69,0 7 75,6
		84,7	9	75,8	Japan 71,4 7 77,9
Lebenserwartung	Differenz	Lebenserwartung in Gesundheit		Differenz	Lebenserwartung

Abbildung 1/39: Entwicklung des durchschnittlichen Sterbealters bei ischämischen Herzkrankheiten (73)



Bei den verlorenen Lebensjahren nimmt die Gruppe der bösartigen Tumoren den größten Anteil ein mit 22,8 % von allen Erkrankungen (vgl. Tab. 1/15, S. 98). Die Krankheiten des Herz-Kreislaufsystems kommen auf 15,3%. Die endokrinen, Ernährungs- und Stoffwechselkrankheiten spielen eine untergeordnete Rolle mit nur 1,7 % (vgl. Erläuterungen hierzu unter 1.5.4.2.3) (73). Da für beeinträchtigungsadjustierte Lebensjahre (DALYs) und Lebenserwartung in Gesundheit (HALE) erst seit 1990 und nur in 10-Jahres-Intervallen Daten berechnet werden, erscheint eine Verlaufsaussage hierzu nicht sinnvoll. Für das Jahr 2001 wurde von der WHO eine Lebenserwartung in Gesundheit (zur Geburt) für Frauen in Deutschland von 72,2 Jahren und für Männer von 68,3 Jahren geschätzt (74). Im Alter von 60 Jahren beträgt laut diesen Schätzungen die Lebenserwartung in Gesundheit für Frauen noch 17,7 Jahre, für Männer noch 15 Jahre.

1.5.4.2 Detailbetrachtungen

1.5.4.2.1 Herz-Kreislauf-Erkrankungen (ICD-10: I10-I15, I20-I25, I60-I69)

Der bereits seit Jahren zu beobachtende rückläufige Trend in der Mortalität an Herz-Kreislauf-Erkrankungen hat sich weiter fortgesetzt und damit einen erheblichen Beitrag zur rückläufigen Gesamtmortalität geleistet. Das mittlere Sterbealter bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen folgt dem allgemeinen Trend und stieg in den letzten zwei Jahrzehnten um etwa 7 %, was Abbildung 1/39 exemplarisch für die ischämischen Herzkrankheiten zeigt. Dennoch sind Herz-Kreislauf-Erkrankungen in Deutschland nach wie vor bei beiden Geschlechtern die häufigste Todesursache. Häufigste Einzelursache ist die chronische ischämische Herzkrankheit mit mehr als 165 000 Todesfällen im Jahr 2001. Insgesamt sterben mehr Frauen als Männer an Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Maßgeblich hierfür sind

die Unterschiede bei den zerebrovaskulären Erkrankungen und der Hypertonie. Über die gesamte Lebenszeit gerechnet sterben 16 % der Frauen, aber nur 8 % der Männer an einem Schlaganfall (78). Ursache für den Unterschied zwischen den Geschlechtern bei dieser Krankheitsgruppe ist vermutlich, dass Frauen später Schlaganfälle erleiden, diese dann aber häufiger tödlich enden (78). Werden die Einzeldiagnosen „chronische ischämische Herzkrankheit“ und „akuter Myokardinfarkt“ in der Summe betrachtet, heben sich die Unterschiede zwischen Männern und Frauen auf (s. Tab. 1/14, S. 95). Unterschiede in der Mortalität an Herz-Kreislauf-Erkrankungen gibt es in Deutschland auch zwischen den alten und neuen Ländern, wie an getrennten Auswertungen zu erkennen ist (79). Aber auch zwischen den einzelnen Bundesländern sind Unterschiede festzustellen, die möglicherweise auf Unterschiede bei den Risikofaktoren zurückzuführen sind (79).

Zwischen den einzelnen Herz-Kreislauf-Erkrankungen bestehen hinsichtlich der verlorenen Lebensjahre erhebliche Unterschiede (s. Tab. 1/15, S. 98). Bezüglich der beeinträchtigungsadjustierten Lebensjahre (DALYs) sind derzeit von der WHO noch keine länderspezifischen Werte verfügbar, sodass hier Daten für Westeuropa präsentiert werden, die den hiesigen Gegebenheiten jedoch sehr nahe kommen. In dieser Region beträgt der Anteil der beeinträchtigungsadjustierten Lebensjahre (DALYs) für ischämische Herzkrankheiten 7,3 % an den beeinträchtigungsadjustierten Lebensjahren (DALYs) aller Krankheiten, für zerebrovaskuläre Erkrankungen sind es 4,9 % und für Hypertonie 0,6 % (76).

Besondere Diskussion bedarf in dem Kontext der Herz-Kreislauf-Erkrankungen die Bedeutung der Hypertonie bzw. des Blutdrucks. Hypertonie spielt als direkte Todesursache in der Mortalitätsstatistik eine untergeordnete Rolle, da sie eher Ursache für andere letale Erkrankungen ist, als dass sie selbst zum Tode führt bzw. nicht als Grundleiden im Totenschein aufgeführt wird. Hypertonie kommt jedoch in der Betrachtung als Risikofaktor eine überragende Bedeutung zu: Die WHO hat in ihrem Weltgesundheitsreport 2002 (74) geschätzt, dass in entwickelten Ländern etwa 20 % der Mortalität auf zu hohe Blutdruckwerte zurückzuführen ist (Tab. 1/16).

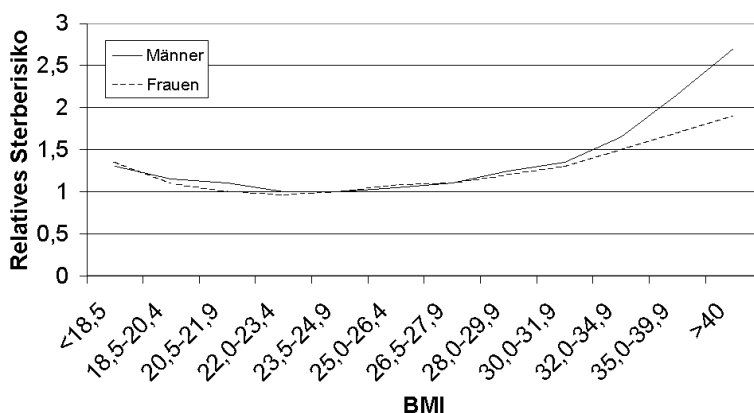
Tabelle 1/16: Attributable Risiken (Mortalität) für die wichtigsten Risikofaktoren (entwickelte Länder, 2000 [74])

Risikofaktoren	Mortalität		DALYs	
	Männer	Frauen	Männer	Frauen
Hypertonie	20,1%	23,9%	16,7%	21,6%
Hypercholesterolämie	14,5%	17,6%	12,0%	14,3%
Übergewicht (BMI ≥ 25)	9,6%	11,5%	10,3%	16,5%
Geringer Verzehr von Obst und Gemüse	7,6%	7,4%	6,4%	6,9%
Körperliche Inaktivität	6,0%	6,7%	4,9%	6,6%
Rauchen	26,3%	9,3%	25,6%	12,5%

1.5.4.2.2 Übergewicht/Adipositas (ICD-10: E65-E68)

Übergewicht/Adipositas³⁵ (Ü/A) sind bedeutende, etablierte Risikofaktoren für Krankheiten wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, bestimmte Krebsarten und Diabetes mellitus. Da jedoch Übergewicht nicht als Krankheit verstanden wird und Adipositas zwar einen Diagnoseschlüssel besitzt, jedoch nur extrem selten (0,08 %) als Grundleiden und somit Todesursache angesehen wurde, geht dessen immense Bedeutung für das Mortalitätsgeschehen trotz der hohen Prävalenz unter (vgl. Tab. 1/15, S. 98). Angesichts der zunehmenden Prävalenz von Übergewicht/Adipositas erscheint es jedoch sinnvoll, hier näher darauf einzugehen.

Abbildung 1/40: Relatives Sterberisiko von Nichtrauchern ohne Vorerkrankungen in Abhängigkeit vom Körpergewicht (BMI) (80)



Zwischen Körpermasse, gemessen als Body-Mass-Index (BMI), und Mortalität besteht ein enger Zusammenhang, der sich als J- oder U-förmige Beziehung darstellen lässt (vgl. Abb. 1/40). Während für die Beziehung zwischen Untergewicht und Mortalität der Verlauf dieser Kurve weiterhin umstritten ist, sind die Zusammenhänge bei Übergewicht eindeutiger: Mit steigendem BMI steigt die (Gesamt-) Mortalität nahezu linear an, in Abbildung 1/40 dargestellt für nichtrauchende Männer und Frauen ohne Vorerkrankungen (80). Ähnliche Daten liegen aus Deutschland kaum vor. Eine Auswertung der deutschen PROCAM-Studie konnte eine U-förmige Beziehung zwischen BMI und Mortalität bei Männern, sowohl unter Rauchern als auch Nicht-Rauchern aufzeigen (81). Die erhöhte Mortalität war hier auf den Anstieg der kardiovaskulären Mortalität zurückzuführen.

Berechnungen zur Zahl der auf Übergewicht/Adipositas zurückzuführenden Todesfälle ergaben, dass mindestens 1 von 13 Todesfällen in der Europäischen Union mit Übergewicht/Adipositas in Verbindung gebracht werden kann (82). In absolute Zahlen umgerechnet wären dies allein für Deutschland 63 700 Todesfälle im Jahr 2001 gewesen. Die erhöhte Mortalität unter Übergewichtigen spiegelt sich auch in einer kürzeren Lebenserwartung wider. So wurden z. B. an Hand von Daten der Framingham Heart Study die verlorenen Lebensjahre von Übergewichtigen und Adipösen berechnet: übergewichtige Frauen ohne

³⁵ Übergewicht: BMI $\geq$ 25; Präadipositas: 25 - 29,9; Adipositas: BMI $\geq$ 30 (s. auch Fußnote 16)

Vorerkrankungen verlieren demnach ab dem 40. Lebensjahr 3,1 Lebensjahre im Vergleich zu normalgewichtigen Frauen. Bei Männern sind es 2,6 Jahre. Bei adipösen Frauen sind es sogar 7,0 Jahre, bei adipösen Männern 6,9 Jahre. Diese Zahlen sind bereits für den Raucherstatus adjustiert (83) und machen die Bedeutung von Übergewicht auf das Mortalitätsgeschehen in der Bevölkerung deutlich, was bei einer isolierten Betrachtung von Übergewicht in der Todesursachenstatistik nicht erkennbar gewesen wäre (vgl. Tab. 1/15, S. 98).

Übergewicht gilt als Risikofaktor für eine ganze Reihe von Erkrankungen. Den Anteil an den beeinträchtigungsadjustierten Lebensjahren (DALYs) und der Mortalität, die auf Übergewicht zurückzuführen ist, gibt Tabelle 1/16 (s. S. 102) wieder.

1.5.4.2.3 Diabetes mellitus (ICD-10: E10-E12)

Bei der Betrachtung von Diabetes mellitus muss zwischen Typ 1 und Typ 2 unterschieden werden, wobei letzterer direkt mit Ernährungs- und Lebensstilfaktoren assoziiert ist. Ungefähr 95 % der Diabetesfälle in Deutschland sind Typ 2 Diabetiker (84). In den präsentierten Zahlen des Statistischen Bundesamtes wurde der Großteil der Diabetesfälle mit „Nicht näher bezeichneter Diabetes mellitus“ (ICD-10: E14) klassifiziert (Tab. 1/14, S. 95), weshalb nur die Zusammenfassung aller Diabetestypen in Tabelle 1/15 (S. 98) präsentiert wird. Da es jedoch keine Hinweise gibt, dass der Typ 1 Diabetes deutlich zugenommen hat, sind die Veränderungen in der Mortalität zum überwiegenden Teil auf Veränderungen in der Häufigkeit des Typ 2 Diabetes zurückzuführen. Zahlreiche Studien zeigen eine starke Zunahme der Prävalenz von Diabetes mellitus Typ 2 in fast ganz Europa. Während die Zahl der Erkrankten 1995 in Deutschland auf ca. 2,7 Mio. geschätzt wurde, waren es 2000 schon ca. 3,4 Mio. und für 2010 werden 4,2 Mio. prognostiziert (84).

Mit der steigenden Prävalenz nimmt die Bedeutung des Typ 2 Diabetes auch hinsichtlich der Mortalität, insbesondere für die frühzeitige Mortalität, dramatisch zu. Auch wenn Diabetes mellitus zumindest bei Frauen zu den 10 häufigsten Todesursachen zählt (Tab. 1/14, S. 95), spielt Diabetes mellitus in der Todesursachenstatistik mit 2,6 % aller Todesursachen eine untergeordnete Rolle (Tab. 1/15, S. 98).³⁶ Diabetiker haben jedoch ein deutlich erhöhtes Mortalitätsrisiko durch kardiovaskuläre Erkrankungen: Erhöhte Blutfettwerte, Bluthochdruck, Übergewicht und Diabetes hängen eng zusammen (Metabolisches Syndrom). Diese Häufung metabolischer Veränderungen bei Diabetikern spiegelt sich in den häufigsten Todesursachen von Diabetikern wider (vgl. Tab. 1/17). Auch hier stehen kardiovaskuläre Erkrankungen an erster Stelle (85).

Auf Grund dieser vielfältigen Folgeerscheinungen des Typ 2 Diabetes ist auch die Lebenserwartung der Erkrankten geringer. Eine Studie aus Kanada ergab für Diabetiker eine um 12 Jahre geringere Lebenserwartung als für Menschen ohne Diabetes mellitus (87). Vergleichbare Zahlen existieren für Deutschland nicht. Die hierzu vorliegenden Zahlen des Statistischen Bundesamtes geben für Diabetiker eine mittlere Lebenserwartung von 79 Jahren an, die somit 3,4 Jahre über dem Bevölkerungsdurchschnitt liegt (Tab. 1/15, S. 98). Dies erscheint jedoch extrem unwahrscheinlich, sodass hier möglicherweise Nachteile der derzeitigen Ausfüllpraxis von Totenscheinen zum Tragen kommen (s. hierzu 1.5.2.2).

³⁶ In Tabelle 1/14 ist ICD-10 E14 (Nicht näher bezeichneter Diabetes mellitus) aufgeführt, wohingegen in Tabelle 1/15 alle Diabetesformen dargestellt sind (E10-E14). Die Tatsache, dass E14 deutlich häufiger auf dem Totenschein eingetragen wird, liegt an der ungenauen Todesursachenkennzeichnung durch die Ärzte.

Tabelle 1/17: Todesursachen bei Typ 2 Diabetikern, WHO-Studie, Zentrum Berlin (86)

Todesursache	Männer	Frauen
Kardiovaskuläre Erkrankungen	57 %	62 %
Bösartige Tumoren	27 %	13 %
Diabetes mellitus	0 %	2 %
Nierenerkrankungen	0 %	7 %
Andere	17 %	16 %

Auf Grund der Kodierungspraktiken auf den Totenscheinen, die auch die Basis für die von der WHO geschätzten Zahlen zu den verlorenen Lebensjahren darstellen, wird die Bedeutung des Diabetes mellitus jedoch wahrscheinlich unterschätzt. Dem Diabetes mellitus kommt, ähnlich wie der Hypertonie, somit eher indirekt eine große Bedeutung hinsichtlich der ernährungsmitbedingten Mortalität zu.

1.5.4.2.4 Bösartige Tumoren (ICD-10: C00-C61)

Rund jeder 4. Mensch in Deutschland stirbt an Krebs (= bösartige Neubildung/Tumor). Innerhalb der bösartigen Tumoren ist die Gruppe der Tumoren des Verdauungstrakts für die meisten Todesfälle verantwortlich. Von den Einzeldiagnosen ist es bei Frauen Brustkrebs, bei Männern Lungenkrebs. Lungenkrebs kommt bei Frauen immerhin auf Platz 3. Dickdarmkrebs belegt Platz 2 bei Frauen und Platz 3 bei Männern. Prostatakrebs ist bei Männern die zweithäufigste Einzeltodesursache unter den Tumorerkrankungen (vgl. Tab. 1/14, S. 95).

Während die altersbereinigte Sterblichkeit an bösartigen Tumoren in Deutschland bei Frauen schon seit den 50er Jahren zurückgeht, ist dies seit 1990 auch bei Männern der Fall. 1991 betrug die altersstandardisierte Sterbeziffer für alle bösartigen Krebsarten bei Männern 182,5 Sterbefälle pro 100 000 Einwohner und bei Frauen 112,1 Sterbefälle pro 100 000 Einwohner. 2001 lag sie für Männer nur noch bei 150,5 Sterbefälle pro 100 000 Einwohner und für Frauen bei 93,2 Sterbefälle pro 100 000 Einwohner (Tab. 1/15, S. 98). Dieser Trend ist jedoch schwächer als jener bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen, sodass Tumorerkrankungen – relativ gesehen – als Todesursache an Bedeutung gewinnen.

Im internationalen Vergleich ist 1997 die altersstandardisierte Sterbeziffer für Männer sowohl in den USA (151,5 Sterbefälle pro 100 000 Einwohner) als auch in Japan (152,8 Sterbefälle pro 100 000 Einwohner) niedriger als in Deutschland (164,2 Sterbefälle pro 100 000 Einwohner). Dagegen liegt sie für Frauen in den USA (106,3 Sterbefälle pro 100 000 Einwohner) geringfügig höher als hierzulande (100,2 Sterbefälle pro 100 000 Einwohner), während sie in Japan wiederum deutlich niedriger ist (75,0 Sterbefälle pro 100 000 Einwohner). In Europa hat Ungarn sowohl bei Männern als auch bei Frauen die höchste Sterbeziffer zu verzeichnen (273,0 bzw. 138,5 Sterbefälle pro 100 000 Einwohner).

Mit besonders niedrigen Krebssterblichkeiten in Europa treten bei Männern Finnland und bei Frauen Spanien hervor (135,2 bzw. 77,0 Sterbefälle pro 100 000 Einwohner) (76).

22,8 % der verlorenen Lebensjahre in Deutschland sind den bösartigen Tumoren insgesamt zuzuschreiben (Tab. 1/15, S. 98). Die beeinträchtigungsadjustierten Lebensjahre (DALYs) für bösartige Tumoren werden von der WHO für Deutschland auf einen Anteil von 18,5 % der nicht-infektiösen Erkrankungen geschätzt (74).

Der Anteil der Krebsentstehung, der auf Ernährungsgewohnheiten zurückgeführt wird, ist beachtlich. Doll und Peto rechneten etwa 35 % der Todesfälle an Krebs einer ungünstigen Ernährung zu (88). Bestätigt wurde diese Einschätzung durch den Expertenbericht des World Cancer Research Fund (89), der ermittelte, dass zwischen 30 % und 40 % aller Krebserkrankungen durch eine empfehlungsgerechte Ernährungs- und Lebensweise verhindert werden könnten. Für viele der häufigen Tumorarten haben Menschen mit niedrigem Verzehr von Gemüse und Obst ein doppelt so hohes Risiko, daran zu erkranken, wie Menschen mit hohem Verzehr – dies gilt auch nach statistischer Bereinigung um Cofaktoren (90). Für Deutschland wurde für ausgewählte Tumorarten ermittelt, dass zwischen 9 % und 23 % der entsprechenden Todesfälle auf einen geringen Verzehr von Gemüse und Obst zurückzuführen sind (91). Ein besonders hohes präventives Potenzial wurde für Tumoren des Verdauungstrakts wie Magen- und Darmkrebs ermittelt. Den Einfluss einzelner Lebensmittelgruppen und den von Übergewicht auf das Erkrankungsrisiko an Krebs stellt das Kapitel 5 in diesem Bericht „Tumorentstehung – hemmende und fördernde Ernährungsfaktoren“ ausführlich dar, weswegen hier auf weitere Ausführungen verzichtet wird.

1.5.4.2.4.1 Verdauungsorgane

Bösartige Tumoren der Verdauungsorgane betreffen mit Ausnahme der Tumoren von Mundhöhle und Rachen vorwiegend Personen ab 60 Jahren (92). So liegt das mittlere Sterbealter an Tumoren der Verdauungsorgane um 0,3 Jahre bei Männern und um 3,2 Jahre bei Frauen über dem mittleren Sterbealter aller bösartigen Tumoren (vgl. Tab. 1/15, S. 98). Die wichtigsten ernährungsmitbedingten Tumorarten der Verdauungsorgane sind Magen- und Darmkrebs.

Dickdarmkrebs belegt unter der Liste der häufigsten Einzeltodesursachen Platz 6 bei Frauen und Platz 8 bei Männern (vgl. Tab. 1/14, S. 95). Innerhalb der Krebstodesursachen liegen Dick- und Enddarmkrebs bei beiden Geschlechtern mit einem Anteil von über 12 % bei Männern und über 14 % bei Frauen auf Platz 2 (abgeleitet aus Tab. 1/15, S. 98). Auf Dünndarmkrebs wird auf Grund der geringen Bedeutung in der Darstellung verzichtet. Die Mortalität an Darmkrebs ist seit 1990 bei beiden Geschlechtern schwach rückläufig (92). Obwohl Deutschland bei der Inzidenz von Darmkrebs innerhalb Europas an 1. Stelle rangiert (92), ist dennoch die Mortalität an Darmkrebs in der ehemaligen Tschechoslowakei bei Männern bzw. in Ungarn bei Frauen höher als in Deutschland. Die niedrigste Sterblichkeit haben Männer in Finnland und Frauen in Griechenland zu verzeichnen. Auch die USA und Japan haben eine niedrigere Sterblichkeit (93). Die 5-Jahres-Überlebensrate für Darmkrebs liegt im Vergleich zu anderen Tumoren des Verdauungstrakts bei rund 50 %, sodass der Verlust an Lebenserwartung für beide Geschlechter etwa 6 Jahre beträgt (92). Etwa 12 % der beeinträchtigungsadjustierten Lebensjahre (DALYs), die auf maligne Tumoren zurückgeführt werden, entstehen durch Darmkrebs (74).

Magenkrebs rangiert unter den krebsbedingten Todesursachen auf Platz 4 bei Männern und Platz 6 bei Frauen (93). Bei beiden Geschlechtern nimmt die Sterblichkeit an Magenkrebs seit 1950 jedoch kontinuierlich ab (92), wobei im Vergleich zwischen den neuen und alten Ländern auffallend ist, dass die Entwicklung bis Mitte der 70er Jahre (Männer) bzw. Ende der 70er Jahre (Frauen) synchron verläuft, während in den folgenden Jahren der Rückgang in den neuen Ländern schwächer ausgeprägt ist als in den alten Ländern (93). Magenkrebs führt im Mittel zu einem Lebenszeitverlust von 8 Jahren bei Männern bzw. 9 Jahren bei Frauen (93). Im europäischen Vergleich ist die Sterblichkeit an Magenkrebs in Portugal am höchsten und in Frankreich und Schweden am niedrigsten. In Japan liegt sie über, in den USA unter der von Deutschland (93). Durch Magenkrebs gehen etwa 5 % beeinträchtigungsadjustierte Lebensjahre (DALYs) verloren (74).

1.5.4.2.4.2 Atmungsorgane

Von den Tumoren der Atmungsorgane ist Lungenkrebs am häufigsten. Kehlkopfkrebs hat an der Mortalität durch Atemwegstumoren nur einen Anteil von 4,5 % bei Männern bzw. 2 % bei Frauen und spielt somit eine untergeordnete Rolle (94). Lungenkrebs hingegen belegt in der Liste der häufigsten Einzeltodesursachen Rang 3 bei Männern und Rang 9 bei Frauen (vgl. Tab. 1/14, S. 95). Wichtigster Risikofaktor für den Lungenkrebs ist das Rauchen. In den letzten Jahren haben sich aber die Hinweise verdichtet, dass Ernährungsfaktoren, insbesondere ein hoher Verzehr von Gemüse und Obst, das Lungenkrebsrisiko senken können. Für weitere Details hierzu siehe Kapitel 5.

Mit rund 26 % bei Männern bzw. 11 % bei Frauen ist Lungenkrebs bei Männern häufigste krebsbedingte Todesursache und liegt bei Frauen immerhin noch auf Platz 3 (vgl. Tab. 1/14, S. 95). Das mittlere Sterbealter ist bei beiden Geschlechtern niedriger als im Mittel für Krebs (Tab. 1/15, S. 98). Entsprechend hoch ist der Anteil von Lungenkrebs an den verlorenen Lebensjahren aller tumorbedingten Todesursachen mit rund 29 % bei Frauen und 20 % bei Männern (Tab. 1/15, S. 98). Während die Sterblichkeit bei Männern seit Ende der 80er Jahre deutlich rückläufig ist, nimmt sie bei Frauen seit 1950 zu (92). Die Überlebenschancen bei Lungenkrebs sind nach wie vor schlecht. Dementsprechend ist Lungenkrebs der Tumor mit dem höchsten Anteil an verlorenen Lebensjahren. Der Verlust an Lebenserwartung für Betroffene beträgt etwa 12 bis 13 Jahre (92). In den USA ist die Lungenkrebssterblichkeit noch deutlich höher als hierzulande und in Japan auffällig niedriger. Im europäischen Raum liegt Deutschland im Mittelfeld. Bei Frauen ist Großbritannien das Land mit der höchsten Lungenkrebssterblichkeit. Bei Männern ist es Ungarn, hier sogar weltweit. Die niedrigsten Sterblichkeitsraten für Lungenkrebs haben Schweden (Männer) bzw. Spanien (Frauen) (93). 1 660 beeinträchtigungsadjustierte Lebensjahre (DALYs), das sind fast 20 % der auf maligne Tumoren zurückzuführenden, entstehen durch Tumoren der Atmungsorgane (Luftröhre, Bronchien, Lunge) (74).

1.5.4.2.4.3 Prostata

Prostatakrebs ist beim Mann die Tumorklassifikation mit der höchsten Neubildungsrate (Inzidenz) und belegt auch in der Mortalitätsstatistik Platz 2 der krebsbedingten Todesfälle. Die altersbereinigte Sterblichkeit stieg seit Beginn der 50er Jahre in den alten Ländern kontinuierlich an und stabilisierte sich erst in den letzten Jahren auf hohem Niveau (93). In der ehemaligen DDR lagen die Mortalitätsraten wesentlich niedriger als im ehemaligen Bundesgebiet und stiegen auch weniger stark an. Nach der deutschen Vereinigung

schnellten dort die Mortalitätsraten nach oben und liegen heute nur noch relativ knapp unter denjenigen in den alten Ländern (93), was auf Unterschiede in der Diagnostik und der Codierung bei Totenscheinen zurückzuführen sein dürfte. Die USA liegen etwa auf gleichem Niveau wie Deutschland, Japan hingegen deutlich niedriger. In Europa hat Norwegen die höchste Sterblichkeitsrate, Rumänien und Griechenland haben die niedrigsten (93). Den Erkrankten gehen auf Grund des hohen Erkrankungs- und Sterbealters (Maximum in der Altersgruppe der > 75-Jährigen) nur durchschnittlich 3 Lebensjahre verloren (92). Die WHO hat 335 beeinträchtigungsadjustierte Lebensjahre (DALYs) für Prostatakrebs ermittelt (4 % der DALYs durch bösartige Tumoren) (74).

1.5.4.2.4.4 Brustdrüse

Brustkrebs ist bei Frauen sowohl die häufigste Krebserkrankung (92) als auch die häufigste krebsbedingte Todesursache (vgl. Tab. 1/15, S. 98) und belegt bei ihnen Rang 5 aller Todesursachen. Die Sterblichkeit ist nach stetem Anstieg ab 1950 seit Mitte der 80er Jahre rückläufig. Während die USA etwa gleichauf mit Deutschland liegen, ist die Sterblichkeit in Japan deutlich niedriger. Im europäischen Vergleich liegt die Brustkrebssterblichkeit in Deutschland vergleichsweise hoch. Höhere Raten sind lediglich aus Irland, den Niederlanden und Großbritannien bekannt. Die niedrigsten Raten werden aus Bulgarien, Rumänien und Griechenland berichtet (93). Eine an Brustkrebs erkrankte Frau verliert durchschnittlich 6 Jahre ihrer Lebenserwartung (92), während Brustkrebs auf die weibliche Gesamtbevölkerung bezogen einen Anteil von 7 % an den verlorenen Lebensjahren hat (vgl. Tab. 1/15, S. 98). Die beeinträchtigungsadjustierten Lebensjahre (DALYs) für Brustkrebs wurden auf 993 geschätzt, das sind 12 % der DALYs durch maligne Tumoren (74).

1.5.4.2.5 Osteoporose

Osteoporose geht mit einem Verlust an Knochenmasse und Veränderungen der Knochenstruktur einher und führt zu einem erhöhten Risiko für Knochenbrüche (Frakturen). Osteoporose ist in Deutschland die häufigste Knochenerkrankung (95). Man unterscheidet die primäre Osteoporose, die v.a. Frauen nach den Wechseljahren und ältere Männer betrifft, von sekundären Osteoporosen, die die Folge anderer Erkrankungen wie z. B. einer Schilddrüsenüberfunktion sind. Die Ernährung spielt auch bei der Entstehung von Osteoporose eine Rolle. So sind calcium- und kaliumreiche Nahrung und ein hoher Obst- und Gemüseverzehr Faktoren, welche der Osteoporoseentstehung entgegenwirken (96, 97, 98).

Osteoporose wird nahezu nie als Todesursache genannt, dementsprechend niedrig fallen auch die standardisierte Sterbeziffer und die verlorenen Lebensjahre in Tabelle 1/15 (s. S. 98) aus. Die Bedeutung hinsichtlich der Mortalität ergibt sich jedoch aus den Folgeerkrankungen und deren Mortalität. Expertenschätzungen zufolge sind bei weißen, postmenopausalen Frauen im Alter über 65 Jahren 80 % bis 90 % aller Oberschenkelhals- und Wirbelkörperfrakturen sowie 70 % aller distalen Radiusfrakturen durch eine Osteoporose bedingt (96). Dies ist deshalb bedeutsam, weil z. B. die hüftgelenksnahen Frakturen ein Mortalitätsrisiko von ca. 20 % bis 25 % in den ersten 6 Monaten aufweisen (95). Ähnlich wie bereits beim Diabetes mellitus und der Hypertonie erwähnt, wird die Bedeutung der Osteoporose hinsichtlich der Mortalität bei alleiniger Betrachtung der Mortalitätsstatistik deutlich unterschätzt.

1.6 Literatur

- (1) Gedrich K: Determinants of nutritional behaviour – A multitude of levers for successful intervention? *Appetite* 41 (2003) 231-238
- (2) N.N.: Nutrition Policy – Bundesrepublik Deutschland. o.O. (Kontaktpersonen: Hermann-Kunz E [Robert Koch-Institut], Schnieders B [Bundesministerium für Gesundheit], Blatt E [Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten]) (1996)
- (3) Hesecker H, Adolf T, Eberhardt W, Hartmann S, Herwig A, Kübler W, Matiaske B, Moch K-J, Schneider R, Zipp A: Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme Erwachsener in der Bundesrepublik Deutschland. VERA-Schriftenreihe Bd. III, Wiss Fachverlag Dr. Fleck, Niederkleen (1992)
- (4) Adolf T, Eberhardt W, Hesecker H, Hartmann S, Herwig A, Matiaske B, Moch K-J, Schneider R, Kübler W: Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland – Ergänzungsband zum Ernährungsbericht 1992. VERA-Schriftenreihe Bd. XII, Wiss Fachverlag Dr. Fleck, Niederkleen (1994)
- (5) Adolf T, Schneider R, Eberhardt W, Hartmann S, Herwig A, Hesecker H, Hünchen K, Kübler W, Matiaske B, Moch K-J, Rosenbauer J: Ergebnisse der Nationalen Verzehrsstudie (1985-1988) über die Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland. VERA-Schriftenreihe Bd. XI, Wiss Fachverlag Dr. Fleck, Niederkleen (1995)
- (6) Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2002. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup (2003)
- (7) Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2003. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup (2003)
- (8) Chlumsky J, Ehling M: Grundzüge des künftigen Konzepts der Wirtschaftsrechnungen der privaten Haushalte. *Wirtschaft u. Statistik* (1997) 455-461
- (9) Kühnen C: Das Stichprobenverfahren der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 1998. *Wirtschaft u. Statistik* (1999) 111-115
- (10) Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Wirtschaftsrechnungen – Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 1998: Heft 5 (Aufwendungen privater Haushalte für den Privaten Verbrauch). Metzler-Poeschel, Stuttgart (2000)
- (11) Krebs T: Konsumausgaben privater Haushalte für Nahrungsmittel, Getränke und Tabakwaren 1998. *Wirtschaft u. Statistik* (2002) 294-309
- (12) Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 1980. Druckerei Henrich, Frankfurt am Main (1980) 60-61
- (13) Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ergänzungsband zum Ernährungsbericht 1988. Druckerei Henrich, Frankfurt am Main (1989) 8-10
- (14) Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 2000. Druckerei Henrich, Frankfurt am Main (2000) 37-41

- (15) Nourney M: Verfahren zur Ermittlung von Personenverzehrsmengen. In: Rottka H (Hrsg.): Internationales Symposium über Methoden von Verzehrerhebungen (Abhandlungen aus dem Bundesgesundheitsamt, Heft 12). Heymanns, Köln usw. (1975) 89-93
- (16) Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 1976. Druckerei Henrich, Frankfurt am Main (1976) 19-47
- (17) Nourney M: Die Ausgaben privater Haushalte für Lebensmittel. Hauswirtschaft u. Wissenschaft 27 (1979) 155-165
- (18) Nourney M, Rottka H, Dicke R, Meseberg D: Über den Einfluß der sozialen Stellung auf das Ernährungsverhalten. Ernährungs-Umschau 28 (1981) 50-52
- (19) Nourney M: EVSP – Programm zur Bestimmung des mittleren täglichen Verbrauchs von Nahrungsinhaltsstoffen nach der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS). In: Arab L, Karg G (Hrsg.): Entwicklung und Benutzung von Nährstoff-Datenbanken in der Bundesrepublik Deutschland. Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe (1984) 189-191 (BFE-R-84-04)
- (20) Gedrich K: Ökonometrische Bestimmung der Lebensmittel- und Nährstoffzufuhr von Personen anhand des Lebensmittelverbrauchs von Haushalten. Lang, Frankfurt/Main usw. (1997) 49-96
- (21) Gedrich K: Querschnittsanalysen zum Ernährungsverhalten in Deutschland basierend auf einer „Sandwich Theory of Nutritional Behaviour“ und den Daten der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 1998 (2004, in Vorbereitung)
- (22) Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 2000. Druckerei Henrich, Frankfurt am Main (2000) 30-37
- (23) Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 2000. Druckerei Henrich, Frankfurt am Main (2000) 115-146
- (24) Alexy U, Sichert-Hellert W, Kersting M, Manz F: The foods most consumed by German children and adolescents: Results of the Donald study. Ann Nutr Metab 45 (2001) 128-134
- (25) Thefeld W, Bergmann KE, Burger M, Höllinger H, Mensink BMG, Thamm M: Der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey: Ermittlung des Gesundheitsverhaltens von Eltern und Kindern. In: Gesundheitswesen 64/Sonderheft 1 (2002) S36-S42
- (26) Gedrich K, Oltersdorf U (Hrsg.): Ernährung und Raum: Regionale und ethnische Ernährungsweisen in Deutschland. Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe (2002) (BFE-R-02-01)
- (27) Trichopoulou A, Lagiou P (eds.): COST Action 99 – Methodology for the exploitation of HBS food data and results on food availability in five European countries. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg (1997)
- (28) Trichopoulou A, Lagiou P (eds.): Methodology for the exploitation of HBS food data and results on food availability in six European countries. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg (1998)

- (29) Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung (Hrsg.): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau/Braus, Frankfurt am Main (2000)
- (30) Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 2000. Druckerei Henrich, Frankfurt am Main (2000) 18-29
- (31) Bundesforschungsanstalt für Fischerei: Fischkonsum-Daten für den Ernährungsbericht 2004. Hamburg (2003) – persönliche Mitteilung vom 10.12.2003
- (32) World Health Organization (WHO): Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases: Report of a joint WHO/FAO expert consultation (WHO Technical Report Series. Vol. 916). WHO, Geneva/Switzerland (2003)
- (33) Wolfram G, Freman D: Referenzwerte mit Gewähr – Richtwerte für die Fettzufuhr. Ernährungs-Umschau 48 (2001) 274-283
- (34) Müller MJ, Körtzinger I, Mast M, König E: Prävention der Adipositas. Dtsch Arztebl 95 (1998) A2027-A2030
- (35) Thefeld W: Verbreitung der Herz-Kreislauf-Risikofaktoren Hypercholesterinämie, Übergewicht, Hypertonie und Rauchen in der Bevölkerung. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 43 (2000) 415-423
- (36) Mensink GBM: Körperliche Aktivität. Gesundheitswesen 61 (1999) S126-S131
- (37) Mensink GBM, Burger M, Beitz R, Henschel Y, Hintzpeter B: Was essen wir heute? Ernährungsverhalten in Deutschland (Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes). Robert Koch-Institut, Berlin (2000)
- (38) Platt BS et al: The food purchases of elderly women living alone: a statistical inconsistency and its investigation. Br J Nutr 18 (1964) 413-429
- (39) Mensink GBM, Thamm M, Haas K: Die Ernährung in Deutschland 1998. Gesundheitswesen 61 (1999) S200-S206
- (40) Benecke A, Vogel H: Übergewicht und Adipositas (Gesundheitsberichterstattung des Bundes, H. 16). Robert Koch-Institut, Berlin (2000)
- (41) Astrup A: The role of dietary fat in the prevention and treatment of obesity. Efficacy and safety of low-fat diets. Int J Obes Relat Metab Disord 25 (2001) S46-S50
- (42) Diabetes Prevention Program Research Group: Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. N Engl J Med 346 (2002) 393 - 403
- (43) Linseisen J, Schulze MB, et al.: Quantity and quality of dietary fat, carbohydrate, and fiber intake in the German EPIC cohorts. Ann Nutr Metab 47 (2003) 37-46
- (44) Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Glykämischer Index und glykämische Last – ein für die Ernährungspraxis des Gesunden relevantes Konzept? Ernährungs-Umschau 51 (2004) Teil 1 84 - 89 , Teil 2 128-130

- (45) Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 2000. Druckerei Henrich, Frankfurt am Main (2000) 58-65
- (46) Hampel R, Zöllner H: Zur Jodversorgung und Belastung mit strumigenen Noxen in Deutschland. Ernährungs-Umschau 51 (2004) 132-137
- (47) International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorder (ICCIDD): CIDDS Database. Current IDD Status Database. <http://www.people.virginia.edu/~jtd/iccidd/mi/cidds.html>, 2003 (05.08.2004)
- (48) Großklaus R, Jahreis G: Universelle Salzzodierung für Mensch und Tier. Ernährungs-Umschau 51 (2004) 138-143
- (49) Bischoff-Ferrari A, Conzelmann M, Dick W, Theiler R, Stähelin HB: Wirkung von Vitamin D auf die Muskulatur im Rahmen der Osteoporose. Z. Rheumatol 62 (2003) 518-521
- (50) Murphy SP, Poos MI: Dietary Reference Intakes: Summary of applications in dietary assessment. Public Health Nutrition 5 (2002) 843-849
- (51) Fletcher GF, Balady G, Blair S, et al.: Statement on exercise: Benefits and recommendations for physical activity programs for Americans. Circulation 94 (1996) 857-862
- (52) Wardle J, Parmenter K, Waller J: Nutrition knowledge and food intake. Appetite 34 (2000) 269-275
- (53) Räsänen M, Niinikoski H, Keskinen S, Schulze MB, Saadatin-Elani M, et al.: Parental nutrition knowledge and nutrient intake in an atherosclerosis prevention project: The impact of child-targeted nutrition counselling. Appetite 41 (2003) 69-77
- (54) Hart KH, Herriot A, Bishop JA, Truby H: Promoting healthy diet and exercise patterns amongst primary school children: a qualitative investigation of parental perspectives. J Hum Nutr Diet 16 (2003) 89-96
- (55) Voss S, Charrondiere UR, Slimani N, Kroke A, Riboli E, Wahrendorf J, Boeing H: EPIC-SOFT ein europäisches Computerprogramm für 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle. Z Ernährungswiss 37 (1998) 227-233
- (56) von der Heide C, Kramer H-G: Soziale Schichten: Das Punktgruppenverfahren von NFO Infratest (aktualisiert im Februar 2002). Unveröffentl. Manuskript
- (57) Bayer O, Kutsch T, Ohly HP: Ernährung und Gesellschaft. Forschungsstand und Problembereiche. Leske u. Budrich, Opladen (1999)
- (58) Ehling M, Holz E, Kahle I: Erhebungsdesign der Zeitbudgeterhebung 2001/2002. Wirtschaft u. Statistik (2001) 427-436
- (59) Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Wo bleibt die Zeit? Zeitverwendung in Deutschland als Scientific Use File Version 1.0. Handbuch zur Anonymisierung der Zeitbudgetdaten. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden (1999)

- (60) Ehling M: Zeitverwendung 2001/02 – Konzeption und Ablauf der Zeitbudget-erhebung der amtlichen Statistik. In: Ehling M, Merz J, et al. (Hrsg.): Zeitbudget in Deutschland – Erfahrungsberichte der Wissenschaft. Schriftenreihe Spektrum der Bundesstatistik Bd. 17, Metzler-Poeschel, Stuttgart (2001) 214-228
- (61) Garhammer M: Wie die Europäer ihre Zeit nutzen: Zeitstrukturen und Zeitkulturen im Zeichen der Globalisierung. edition sigma, Berlin (1999)
- (62) Australian Bureau of Statistics (Hrsg.): How Australians use their time. <http://www.abs.gov.au/Ausstats/abs%40.nsf/b06660592430724fca2568b5007b8619/de84427efeb3834bca2568a9001393bd!OpenDocument> (17.10.2003)
- (63) National Statistics (Hrsg.): The UK 2000 time use survey. http://www.statistics.gov.uk/timeuse/summary_results/how_do_we_use_our_time.asp#mf (03.10.2003)
- (64) Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (Hrsg.): Frauen in Deutschland: Von der Frauen- zur Gleichstellungspolitik. BMFSFJ, Bonn (2002)
- (65) Meyer S, Weggemann S: Mahlzeitenmusteranalyse anhand der Daten der Zeitbudgeterhebung 1991/92. In: Ehling M, Merz J et al. (Hrsg.): Zeitbudget in Deutschland – Erfahrungsberichte der Wissenschaft. Schriftenreihe Spektrum der Bundesstatistik Bd. 17, Metzler-Poeschel, Stuttgart (2001) 188-201
- (66) Frohn H: Ernährungsberichterstattung über „Essen außer Haus“ und Trends bei Großverbrauchern. In: Köhler BM, et al. (Hrsg.): Ernährungsberichterstattung in der Bundesrepublik Deutschland. edition sigma, Berlin (2000) 182-197
- (67) Essen & Trinken (Hrsg.): Ernährungstrends 2000+: Qualitative Wirkungsanalyse zu Esskultur und Ernährung. Burda Verlag, Hamburg (1998)
- (68) Brombach C: Das Mahlzeitenverhalten von Familien im Verlauf von drei Generationen. In: AID infodienst (Hrsg.): Ernährung im Fokus, 3-05/03 (2003) 130-134
- (69) Whirlpool Stiftung: Frauen setzen neue Prioritäten, Eigenverlag, London (1996) 63
- (70) Sellach B: Wie kommt das Essen auf den Tisch? Die Frankfurter Beköstigungsstudie. Schneider, Baltmannsweiler (1996)
- (71) Zulehner P-M, Volz R (1998): Männer im Aufbruch. Wie Deutschlands Männer sich selbst und wie Frauen sie sehen. Ein Forschungsbericht. <http://www.univie.ac.at/pastoraltheologie/lbi/seiten/download/BRD%20summary.pdf> (12.07.2004)
- (72) Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ): 11. Kinder- und Jugendbericht. Bericht über die Lebenssituation junger Menschen und die Leistungen der Kinder- und Jugendhilfe in Deutschland. BMFSFJ, Berlin (2002)
- (73) Statistisches Bundesamt, Zweigstelle Bonn: Fortschreibung des Bevölkerungsstandes und Todesursachenstatistik (2003)
- (74) World Health Organization (WHO): The World Health Report: 2002: Reducing risks, promoting healthy life. WHO, Geneva/Switzerland (2002)

- (75) World Health Organization (WHO): The International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems. 10th Revision. WHO, Geneva/Switzerland (1992)
- (76) World Health Organization Statistical Information System (WHOSIS): Global Burden of Disease 2001, Estimates of DALYs for 2001 by age, sex, cause and sub-region (<http://www3.who.int/whosis/menu.cfm>)(18.08.2004)
- (77) World Health Organization (WHO): Health Data 2002. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen/Denmark. <http://hfabd.who.dk/hfa/> (2002)(18.08.2004)
- (78) Mosca L, Manson JAE, Sutherland SE, et al.: Cardiovascular disease in women: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. Writing Group. *Circulation* 96 (1997) 2468-2482
- (79) Willich SN, Löwel H, Mey W, Trautner Ch: Regionale Unterschiede in der Herz-Kreislauf-Mortalität in Deutschland. *Dtsch Arztebl* 96 (1999) 483-488
- (80) Calle EE, T.M., Petrelli JM, Rodriguez C, Heath CW Jr: Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *N Engl J Med* 20 (1999) 63-75
- (81) Schulte H, Cullen P, Assmann, G: Obesity, mortality and cardiovascular disease in the Munster Heart Study (PROCAM). *Atherosclerosis* 144 (1999) 199-209
- (82) Banegas JR et al.: A simple estimate of mortality attributable to excess weight in the European Union. *Eur J Clin Nutr* 57 (2003) 201-208
- (83) Peeters A, Barendregt JJ, Willekens F, et al.: Obesity in adulthood and its consequences for life expectancy: A life-table analysis. *Ann Intern Med* 138 (2003) 24-32
- (84) Passa, P: Diabetes trends in Europe. *Diabetes Metab Res Rev* 18 3 (2002) Suppl S3-8
- (85) Weiderpass E, Pridley G, Nyren O, et al.: Cause-specific mortality in a cohort of patients with diabetes mellitus: A population-based study in Sweden. *J Clin Epidemiol* 54 (2001) 802-809
- (86) Morrish NJ, Wang SL, Stevens LK, et al.: Mortality and causes of death in the WHO Multinational Study of Vascular Disease in Diabetes. *Diabetologia* 44 Suppl 2 (2001) S14 - S21
- (87) Manuel DG, Schultz SE: Health-related quality of life and health-adjusted life expectancy of people with diabetes in Ontario, Canada. *Diabetes Care* 27 (2004) 407-414
- (88) Doll R, Peto R: The causes of cancer: Quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. *J Natl Cancer Inst* 66 (1981) 1191-1308
- (89) World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research: Food, Nutrition and the Prevention of Cancer: A Global Perspective. Washington (1997)
- (90) Block G, Patterson B, Subar A: Fruit, vegetables, and cancer prevention: A review of the epidemiological evidence. *Nutr Cancer* 18 (1992) 1-29

- (91) Becker N: Epidemiologic aspects of cancer prevention in Germany. *J Cancer Res Clin Oncol* 127 (2001) 9-19
- (92) Arbeitsgemeinschaft Bevölkerungsbezogener Krebsregister in Deutschland (Hrsg.): Krebs in Deutschland. Häufigkeiten und Trends. Saarbrücken (2002) darin: Schätzung der Zahl jährlich an Krebs Erkrankender auf Basis der Daten des saarländischen Krebsregisters. Vgl. <http://www.rki.de/GBE/KREBS/KREBS.HTM> (09.08.2004)
- (93) Becker N, Wahrendorf J: Krebsatlas der Bundesrepublik Deutschland / Atlas of Cancer Mortality in the Federal Republic of Germany 1981-1990. 3. Aufl. Springer, Berlin (1998)
- (94) Robert Koch-Institut (RKI): Dachdokumentation Krebs im Robert Koch-Institut. (2002)
- (95) Dachverband Osteologie: Leitlinie Osteoporose des älteren Menschen. (2003)
- (96) Dachverband Osteologie: Leitlinie Osteoporose bei postmenopausalen Frauen. (2003)
- (97) Tucker KL, Hannan MT, Chen H, et al.: Potassium, magnesium, and fruit and vegetable intakes are associated with greater bone mineral density in elderly men and women. *Am J Clin Nutr* 69 (1999) 727-736
- (98) Anderson JJ: Plant-based diets and bone health: nutritional implications. *Am J Clin Nutr* 70 Suppl 3 (1999) 539S-542S
- (99) Schulze M, Manson JAE, Ludwig DS, et al.: Sugar-Sweetened Beverages, Weight Gain and Incidence of Type 2 Diabetes in Young and Middle-Aged Woman. *JAMA* 292 (2004) 927-934

Teil II

Zu Risiken und Nutzenanwendungen in der Ernährung

2 Toxikologische Aspekte der Ernährung¹

2.1 Einleitung

Der kritische und aufgeklärte Verbraucher hat eine dezidierte Vorstellung von den Qualitätsanforderungen, die er an ein Lebensmittel stellt. Neben den sensorischen und substanziellen Eigenschaften zählt auch die Freiheit von Rückständen zu den zentralen Forderungen. Dabei ist es irrelevant, ob es sich um Stoffe aus einer beabsichtigten (direkten) zugelassenen Anwendung an Tier und Pflanze, oder um Kontaminationen aus der Umwelt oder dem technischen Umfeld handelt.

Lebensmittel sind in den meisten Fällen außerordentlich komplex zusammengesetzte Stoffgemische, in denen neben den der Nährstoffversorgung des Menschen dienenden Nahrungsbestandteilen auch Substanzen vorkommen, die eine gesundheitliche Beeinträchtigung mit sich bringen können, wie Proteinase-Inhibitoren oder Blausäure entwickelnde (cyanogene) Glycoside. Über die Bedeutung toxikologisch relevanter, natürlicher Inhaltsstoffe von Lebensmitteln hat zuletzt der Ernährungsbericht 1988 einen Überblick gegeben und die dort berichteten Fakten sind noch weitgehend aktuell.

Einer steten Aktualisierung bedürfen dagegen die Daten zu Rückständen und Verunreinigungen (Kontaminationen) in Lebensmitteln. Rückstände sind dabei diejenigen unerwünschten Stoffe in Lebensmitteln, die durch eine absichtliche Anwendung von Pflanzenschutz- oder Tierarzneimitteln in Lebensmitteln pflanzlicher oder tierischer Herkunft verbleiben. Anwendungsbeschränkungen, Wartezeiten- und Höchstmengenregelungen sollen dabei den Verbraucher vor überhöhten Rückständen bewahren. Kontaminanten, wie z. B. Dioxine oder Schwermetalle gelangen dagegen unbeabsichtigt aus der Umwelt in die Lebensmittel. Die Situation auf dem Gebiet der Rückstände und Kontaminanten unterliegt einem steten Wandel, sodass die diesbezüglichen Abschnitte auch im hier vorliegenden Ernährungsbericht fortgeschrieben werden. Wiederaufgenommen wurde das Thema der Schimmelpilzgifte (Mykotoxine), bei denen es seit dem Ernährungsbericht 1996 (83) einen erheblichen Erkenntniszuwachs gibt. Im Ernährungsbericht 1996 findet sich auch eine Darstellung zur Bedeutung derjenigen unerwünschten Stoffe, die erst bei der Verarbeitung und Zubereitung von Lebensmitteln entstehen, wie z.B. Nitrosamine, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) oder heterocyclische aromatische Amine (HAA). Dieses Kapitel muss mit dem hier gegebenen Bericht zum Thema Acrylamid ergänzt werden. Erst 2002 wurde bekannt, dass das toxikologisch bedenkliche Acrylamid bei einer breiten Palette von Lebensmitteln dann entsteht, wenn diese einem Back-, Brat-, Röst- oder Frittierprozess unterzogen werden.

¹ Kapitelbetreuer: Petz, Michael

2.2 Rückstände von Pflanzenschutz- und Vorratsschutzmitteln²

2.2.1 Rückstände in Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft

2.2.1.1 Anwendungssituation

Pflanzenschutzmittel spielen bei der Sicherung der Erträge und der Wirtschaftlichkeit in der landwirtschaftlichen Produktion nach wie vor eine wichtige Rolle. Im Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) werden sehr hohe Anforderungen an die Zulassung und Anwendung von Pflanzenschutzmitteln gestellt (1). Seit dem Auslaufen von Übergangsregelungen zum 01.07.2001 ist die sogenannte Indikationszulassung in Kraft. Danach ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln nur noch in den Kulturen erlaubt, für die sie namentlich zugelassen sind. Ausnahmen davon bedürfen einer ausdrücklichen Genehmigung. Sie kann bei über-regionalen Schadproblemen bundesweit erteilt werden, bei örtlichem Bedarf einzelnen Erzeugern oder kleineren Erzeugerverbänden.

Im Januar 2003 waren nach Angaben des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) (2) 255 Wirkstoffe in 780 Pflanzenschutzmitteln zugelassen und damit erheblich weniger als im Mai 2000 (275 Wirkstoffe in 1 127 Mitteln) (3). Die Gesamtmenge der in Deutschland verkauften Wirkstoffe, die nach § 19 Pflanzenschutz-gesetz jährlich an die Zulassungsbehörde zu melden ist, war zwar 1998 kurzfristig auf 38 883 t angestiegen, fiel in den nachfolgenden Jahren aber wieder deutlich ab. 2001 waren es 33 663 t und damit etwas weniger als 1997 mit 34 647 t (4). Wie auch in den Jahren zuvor lag der Hauptanteil mit 44 % bei den Herbiziden, darauf folgten die Fungizide mit etwa 25 %. Etwa 19 % entfielen auf Insektizide, davon allerdings 17 % auf insektizides Kohlendioxid für den Vorratsschutz und nur 2 % auf synthetische Insektizide und Akarizide³. Für andere, schmalere Anwendungsgebiete wie gegen Fadenwürmer, Schnecken oder Nagetiere oder gegen das Keimen von Kartoffeln waren etwa 12 % der Wirkstoffe bestimmt (4). Die jährlich abgegebene Wirkstoffmenge hat sich nach Angaben der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft seit 1995 kaum verändert. Sie beträgt im Mittel 1,79 kg pro Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche mit einer Abweichung von $\pm 10\%$ (4).

Im Pflanzenschutzgesetz wird der Landwirt verpflichtet, auf der Basis einer guten land-wirtschaftlichen Praxis die Grundsätze des integrierten Pflanzenanbaus zu beachten. Nach diesem Konzept sind natürliche Regel- und Abwehrmechanismen soweit als möglich neben physikalischen und chemischen Maßnahmen in den Pflanzenschutz zu integrieren. Pflanzenschutzmittel werden nicht nach einem festen Spritzplan eingesetzt, sondern nach dem Schadensschwellenprinzip. Ein geringer Schädlingsbefall wird solange nicht bekämpft, solange die durch einen Schädlingsbefall zu erwartenden Kosten niedriger sind als die Kosten der Bekämpfung mit Pflanzenschutzmitteln. Erst danach findet eine Behandlung statt. Neben ökologischen Gesichtspunkten ist es das Ziel dieser Anforderungen, Rück-stände von Pflanzenschutzmitteln in Erntegütern möglichst gering zu halten. Dazu sollen auch Wartezeiten beitragen, die nach der Anwendung verstreichen müssen, bevor das Erntegut als Lebensmittel in den Verkehr kommen darf. Außerdem ist für jeden Wirkstoff eine Höchstmenge für den Gehalt im Lebensmittel festgelegt, die einen großen Sicherheits-abstand zur duldbaren täglichen Aufnahme hat und zusätzlich so niedrig liegt, wie sie in dem betreffenden Erntegut bei guter landwirtschaftlicher Praxis erreicht werden kann. Die Zahlenwerte finden sich in der Rückstands-Höchstmengenverordnung (RHmV) (5) und sind bereits weitgehend durch EG-Vorgaben harmonisiert.

² Bearbeiter: Gilsbach, Willi

³ Akarizide: Milbenbehandlungsmittel

2.2.1.2 Ergebnisse der amtlichen Lebensmittelüberwachung

Durch ihre Kontrolle von Rückständen in den Lebensmitteln leistet die amtliche Lebensmittelüberwachung einen wichtigen Beitrag für den gesundheitlichen Verbraucherschutz. Jedes Jahr werden Tausende von Stichproben bei Erzeugern, Importeuren, Groß- und Einzelhändlern entnommen und auf Rückstände von Fungiziden, Insektiziden, Herbiziden, Wachstumsregulatoren und anderen Pflanzenbehandlungsmitteln untersucht. Ein Teil davon wird gezielt entnommen, insbesondere von Kulturen, die sehr anfällig gegen Verderb sind und bei denen deshalb eine besonders intensive Behandlung zu erwarten ist. Hinzu kommen Schwerpunktuntersuchungen auf Grund bekannt gewordener örtlicher oder regionaler Missstände. Für die sachgerechte Überwachung wird das Untersuchungsspektrum laufend erweitert und den Neuentwicklungen auf dem Pflanzenschutzmarkt angepasst.

Die in den Jahresberichten der Untersuchungsämter mitgeteilten Ergebnisse sind aus den genannten Gründen nicht unbedingt repräsentativ und geben ein etwas ungünstigeres Bild wieder als es einer Monitoring–Untersuchung auf der Basis des Warenkorbs entspricht. Wegen der großen Anzahl von Daten lässt sich aber dennoch ein Eindruck von der Rückstandssituation gewinnen.

Zum Vergleich mit den Daten aus früheren Ernährungsberichten werden in Tabelle 2/1 beispielhaft Ergebnisse der Jahre 1998 bis 2001 von Rückstandsuntersuchungen an frischem Obst und Gemüse aus dem In- und Ausland vorgestellt. Die zusammengefassten Daten stammen von fast 25 000 Proben aus 20 Untersuchungsämtern in 11 Bundesländern.

Bei Gemüse enthielten zwei Drittel der einheimischen Produkte keine bestimmbar Rückstände, bei ausländischer Ware war dieser Anteil mit 48 % erheblich geringer. Insgesamt waren 57 % aller untersuchten Gemüseproben ohne bestimmbar Rückstände. Bei Obst war dagegen nur etwas mehr als ein Drittel aller Proben ohne bestimmbar Rückstände. Im Vergleich zum Ernährungsbericht 2000 (3) hat die Häufigkeit von bestimmbar Rückständen zugenommen, insbesondere bei den ausländischen Proben. So waren sowohl bei Gemüse als auch bei Obst erheblich mehr ausländische Erzeugnisse mit überhöhten Rückständen zu finden als bei einheimischen Produkten. Der höhere Anteil an Höchstmengen–Überschreitungen bei Importwaren ist teilweise darauf zurückzuführen, dass für in Deutschland nicht zugelassene Wirkstoffe oft besonders niedrige Höchstmengen nahe den analytischen Bestimmungsgrenzen der Stoffe (häufig 0,01 - 0,05 mg/kg) festgelegt sind. Nach den jährlichen Meldungen von Höchstmengen–Überschreitungen aus den Ländern an den Bund war der niedrigste rechtsverbindliche Grenzwert von 0,01 mg/kg bei einem Viertel der gemeldeten Höchstmengen–Überschreitungen die Basis. Weitere 15 % lagen über der Höchstmenge von 0,02 mg/kg und nur bei etwa einem Drittel der Proben mit überhöhten Rückständen war die Höchstmenge größer als 0,05 mg/kg.

Mit Ausnahme von einheimischem Gemüse schwankte die Zahl der Proben ohne bestimmbar Rückstände von Jahr zu Jahr beträchtlich (Tab. 2/1). Bei den rückstandshaltigen Proben hat der Anteil an Höchstmengen–Überschreitungen bei in- und ausländischem Gemüse und bei inländischem Obst in den beiden Jahren 2000 und 2001 beachtlich zugenommen. Hingegen ist er bei ausländischem Obst im Vergleichszeitraum nahezu konstant geblieben. Im Jahr 2001 wurden 750 Höchstmengen–Überschreitungen gemeldet und damit deutlich mehr als 2000 [508] und 1999 [337]. Sie sind unter anderem das Ergebnis der Einführung neuer Untersuchungstechniken und der gezielten Untersuchung auffällig gewordener Produkte. Diese Aspekte erklären auch die unterschiedlichen Angaben aus den Bundesländern in Tabelle 2/1.

Bei Gemüse ist Paprika mit 5,6 % am stärksten an den Höchstmengen-Überschreitungen beteiligt. Es folgen Salatarten (5,1 %), Karotten (3,5 %) und Tomaten (3,3 %). Während bei Paprika und Tomaten über 90 % der beanstandeten Erzeugnisse aus dem Ausland stammten, wurde bei Karotten mit 25 % und Salatarten mit 39 % ein nicht unerheblicher Anteil einheimischer Ware mit Höchstmengen-Überschreitungen registriert. Beim Obst trugen Tafeltrauben mit 8,1 % zu den Höchstmengen-Überschreitungen bei. Der Anteil von Erdbeeren betrug 4,4 % und von Papaya 3,5 %. Bei diesen 3 Produkten waren nahezu ausschließlich Importe zu beanstanden. Birnen waren mit 4,9 % an den Grenzwert-überschreitungen beteiligt. Hier waren überwiegend heimische Produkte aus dem Bodenseeraum auffällig, vorwiegend wegen zu hoher Rückstände der bei Birnen nicht erlaubten Wachstumsregulatoren Chlormequat und Mepiquat. Außer in Obst und Gemüse wurden überhöhte Rückstände vor allem in Weinblättern mit einem Anteil von 10,6 % und in Tee (Anteil 10,5 %) gefunden. Bei Weinblättern fand man eine Vielzahl von Rückständen aus Pflanzenschutzmitteln, die für den Weinbau zur Bekämpfung von Traubenkrankheiten zugelassen sind. Für diese Stoffe sind dann zwar für Tafel- oder Keltertrauben Grenzwerte festgesetzt, nicht aber für Weinblätter. Für sie sind dann die niedrigen „allgemeinen“ Höchstmengen an der Bestimmungsgrenze der Stoffe gültig. In Tee, vorwiegend aus dem ostasiatischen Raum, herrschten Rückstände der Insektizide Buprofezin, Fenprothrin und Fenvalerat vor.

Tabelle 2/1: Ergebnisse von Untersuchungen aus der amtlichen Lebensmittelüberwachung an frischem Gemüse und Obst in den Jahren 1998 bis 2001. Prozentualer Anteil der Proben ohne bestimmbare Rückstände (n.b.) und mit positiven Befunden unter (< HM) und über (> HM) der Höchstmenge (HM)

Bundesland*	Anzahl Proben	n.b.	< HM	> HM	Anzahl Proben	n.b.	< HM	> HM
	Gemüse Inland	%	%	%	Gemüse Ausland	%	%	%
BW	1 538	69,4	29,0	1,6	1 817	52,0	41,0	7,0
BY	552	63,9	31,0	5,1	629	43,7	43,9	12,4
BR	115	74,8	19,1	6,1	218	35,8	54,6	9,6
HE	222	67,1	32,0	0,9	278	54,7	39,5	5,8
MV	192	70,9	28,1	1,0	230	69,5	25,7	4,8
NS	906	65,0	32,6	2,4	435	46,9	48,0	5,1
NW	347	75,2	23,9	0,9	479	61,4	38,4	0,2
RP	244	54,9	44,7	0,4	383	47,0	50,1	2,9
SN	627	58,4	40,0	1,6	569	38,5	57,5	4,0
SH	213	55,8	40,4	3,8	321	25,0	68,5	6,5
TH	266	71,4	26,7	1,9	327	46,2	53,2	0,6
Gesamt	5 222	66,1	31,7	2,2	5 686	48,0	46,1	5,9
<i>EB 2000⁴</i>	6 368	68,2	30,4	1,4	6 587	52,7	42,7	4,6
1998	1 394	65,8	33,0	1,2	1 158	49,0	46,7	4,3
1999	1 322	66,4	32,2	1,4	1 570	51,3	45,0	3,7
2000	1 335	66,9	30,6	2,5	1 556	47,3	46,1	6,6
2001	1 171	65,2	31,0	3,8	1 402	44,8	46,4	8,8
	Obst Inland	%	%	%	Obst Ausland	%	%	%
BW	1 758	41,0	54,7	4,3	2 763	29,7	63,2	7,1
BY	331	37,2	61,9	0,9	926	23,4	64,0	12,6
BR	194	37,1	60,3	2,6	483	29,4	64,6	6,0
HE	215	50,2	48,4	1,4	610	33,9	62,1	3,9
MV	98	59,4	40,6	0,0	375	48,5	47,2	4,3
NI	650	42,0	49,8	8,2	902	25,3	67,3	7,4
NW	201	35,7	64,3	0,0	1 084	41,2	56,0	2,8
RP	124	53,2	46,8	0,0	892	30,9	65,4	3,7
SN	289	43,6	55,4	1,0	791	22,4	72,2	5,4
SH	237	24,5	70,4	5,1	431	16,2	76,4	7,4
TH	142	74,6	25,4	0,0	493	42,2	56,6	1,2
Gesamt	4 239	42,0	54,3	3,7	9 750	30,5	63,4	6,1
<i>EB 2000⁴</i>	3 907	41,3	58,0	0,7	6 493	39,1	55,0	5,9
1998	1 020	39,9	58,2	1,9	2 446	29,6	65,4	5,0
1999	965	48,2	51,1	0,7	2 148	33,3	59,9	6,8
2000	904	46,8	48,6	4,6	2 420	34,3	59,0	6,7
2001	1 350	36,0	57,5	6,5	2 736	25,9	67,9	6,2

* **BW** (Baden-Württemberg): Freiburg, Karlsruhe, Sigmaringen, Stuttgart, **BY** (Bayern): Erlangen, Oberschleißheim; **BR** (Brandenburg): Frankfurt/Oder; **HE** (Hessen): Wiesbaden; **NS** (Niedersachsen): Oldenburg; **MV** (Mecklenburg-Vorpommern): Rostock; **NW** (Nordrhein-Westfalen): Düsseldorf, Duisburg, Essen, Münster; **RP** (Rheinland-Pfalz): Trier; **SN** (Sachsen): Chemnitz, Dresden, Leipzig; **SH** (Schleswig-Holstein): Kiel; **TH** (Thüringen): Erfurt

** Ernährungsbericht 2000 (3)

⁴ Im Ernährungsbericht 2000 (3) finden sich die Daten der Jahre 1994-1997

In Tabelle 2/2 sind 11 Wirkstoffe mit besonders vielen Höchstmengen-Überschreitungen in den Jahren 1999 bis 2001 aufgelistet. Der Anteil der Stoffe am Gesamtspektrum variiert zwischen den Jahren, sicherlich bedingt durch eine unterschiedliche Anwendungspraxis, aber auch in Abhängigkeit von Untersuchungsschwerpunkten. So wurden im Jahr 1999 für 69 verschiedene Wirkstoffe Höchstmengen-Überschreitungen festgestellt, im Jahr 2001 für 127. Die in Tabelle 2/2 aufgelisteten 11 Wirkstoffe waren dabei in jedem Jahr für mehr als ein Drittel der gesamten Höchstmengen-Überschreitungen verantwortlich.

Tabelle 2/2: Wirkstoffe mit besonders vielen Höchstmengen-Überschreitungen in den Jahren 1999 bis 2001 (Inland und Ausland)

Wirkstoff	Anzahl an Höchstmengen-Überschreitungen			
	1999	2000	2001	Summe
Dithiocarbamate	68	9	26	103
Chlorpyrifos	7	27	56	90
Chlormequat	0	0	72	72
Thiabendazol	22	25	14	61
Buprofezin	28	19	13	60
Dicofol	6	14	37	57
Fenpropathrin	13	23	20	56
Cypermethrin	6	9	39	54
Carbendazim	23	17	8	48
Procymidon	9	16	20	45
Methamidophos	11	26	8	45
Summe (der aufgeführten 11 Wirkstoffe)	193	185	313	691
Gesamtzahl (für alle Wirkstoffe)	410	548	907	1865

2.2.1.3 Ergebnisse aus dem Monitoring-Programm

Das bundesweite Lebensmittel-Monitoring ist seit 1995 im Lebensmittel- und Bedarfsgegenständengesetz verankert und fester Bestandteil der amtlichen Kontrolle (6). Es beinhaltet die Untersuchung repräsentativer Lebensmittel des Warenkorbs nach bundesweit einheitlichen Kriterien. Jedes Jahr werden etwa 20 Lebensmittel vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) in Abstimmung mit den Bundesländern ausgewählt und die zu entnehmenden ca. 4700 Proben nach einem Bevölkerungsschlüssel auf die Länder verteilt. Die Ergebnisse werden im Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) zusammengeführt und dort ausgewertet. Die in diesem Programm gewonnenen Daten sind ausreichend aussagekräftig für eine Abschätzung möglicher Gefährdungspotentiale und einer frühzeitigen Einleitung von Maßnahmen zur Verbesserung des Verbraucherschutzes.

Im Ernährungsbericht 2000 (3) wurde bereits über die Ergebnisse aus den Jahren 1995 bis 1997 berichtet. Einige der damaligen Produkte wurden im Berichtszeitraum 1998 bis 2001 erneut untersucht, um die Rückstandslage besser bewerten und zeitliche Trends erkennen zu können. Tabelle 2/3 zeigt die neuen Untersuchungsdaten von Obst und Gemüse der Jahre 1998 bis 2001 und zum Vergleich einige Daten aus der vorherigen Berichtsperiode.

Tabelle 2/3: Ergebnisse von Untersuchungen aus dem Monitoring-Programm an frischem Obst und Gemüse in den Jahren 1998 bis 2001 und Vergleich der Daten von Tafeltrauben, Erdbeeren, Äpfeln, Orangen, Zitronen, Kopfsalat und Gurken mit denen früherer Jahre (*kursiv gedruckt*). Prozentuale Verteilung der Proben ohne bestimmbare Rückstände (n.b.) und mit positiven Befunden unter (< HM) und über (> HM) der Höchstmenge (HM)

Erntegut*	Jahr	% Inland / Aus- land *	Anzahl Proben	n.b. %	< HM %	> HM %
Obst						
<i>Tafeltrauben</i>	1995	1 / 98	259	30,5	59,8	9,7
<i>Tafeltrauben</i>	1997	4 / 96	250	18,0	68,4	13,6
<i>Tafeltrauben</i>	2001	0 / 100	291	20,6	73,6	5,8
<i>Erdbeeren</i>	1996	100 / 0	306	19,6	80,4	0
<i>Erdbeeren</i>	1998	64 / 34	251	25,1	68,9	6,0
<i>Äpfel</i>	1998	48 / 45	286	30,8	67,5	1,7
<i>Äpfel</i>	2001	46 / 54	101	35,6	63,3	1,1
<i>Birnen</i>	1998	8 / 88	235	14,0	85,9	2,1
<i>Pfirsiche</i>	1998	0 / 100	110	38,2	54,6	7,2
<i>Aprikosen</i>	1998	2 / 98	49	28,6	59,2	12,2
<i>Pflaumen</i>	1998	14 / 70	66	50,0	4,1	9,9
<i>Nektarinen</i>	1998	0 / 100	68	29,4	54,5	16,1
<i>Süßkirschen</i>	1998	10 / 76	49	71,4	18,4	10,2
<i>Orangen</i>	1996	0 / 100	224	30,4	67,0	2,7
<i>Orangen</i>	1998	0 / 100	107	5,6	87,9	6,5
<i>Clementinen</i>	1998	0 / 100	56	23,2	71,5	5,3
<i>Zitronen</i>	1996	0 / 100	203	31,5	66,5	2,0
<i>Zitronen</i>	1997	0 / 100	250	10,0	87,6	2,4
<i>Zitronen</i>	1998	0 / 100	71	9,8	86,0	4,2
<i>Grapefruits</i>	1998	0 / 100	61	23,0	67,2	9,8
<i>Papayas</i>	1999	0 / 100	228	61,4	20,2	18,4
Gemüse						
<i>Kopfsalat</i>	1997	50 / 45	40	2,5	77,5	20,0
<i>Kopfsalat</i>	2001	52 / 42	101	6,9	80,2	12,9
<i>Chinakohl</i>	2000	83 / 6	288	45,6	52,5	1,9
<i>Wirsingkohl</i>	2000	68 / 19	264	30,4	63,1	6,5
<i>Porree</i>	2001	57 / 37	257	58,8	41,2	0
<i>Blumenkohl</i>	1999	51 / 49	251	90,4	8,4	1,2
<i>Spargel</i>	1998	68 / 30	262	88,2	10,7	1,1
<i>Zwiebeln</i>	1999	59 / 36	262	95,0	5,0	0
<i>Tomaten</i>	2001	43 / 48	278	24,2	69,3	6,5
<i>Gemüsepaprika</i>	1999	7 / 89	246	44,3	52,0	3,7
<i>Salatgurken</i>	1995	33 / 66	324	75,3	24,7	0
<i>Einlegegurken</i>	1996	93 / 5	226	89,4	10,6	0
<i>Salatgurken</i>	2000	51 / 39	122	40,5	47,7	11,7
<i>Melonen/Honigmelonen</i>	1999	0 / 100	240	39,2	57,9	2,9
<i>Karotten</i>	1998	87 / 13	229	66,4	29,8	4,8
<i>Knollensellerie</i>	1998	94 / 4	190	75,8	20,5	3,7

* Rest unbestimmter Herkunft

Importierte Tafeltrauben sind auch im 3. Untersuchungszyklus erheblich mit Rückständen behaftet. Im Vergleich zu den früheren Jahren ist der Anteil an Proben ohne bestimmbare Rückstände (20,6 %) deutlich niedriger als 1995 (30,5 %), aber nur geringfügig höher als 1997 (18 %). Zwar ist die Häufigkeit von Höchstmengen-Überschreitungen mit 5,8 % kleiner geworden (1995: 9,7 %, 1997: 13,6 %), jedoch enthielten die 17 zu beanstandenden Proben insgesamt 23 überhöhte Rückstände, die wiederum von einem Spektrum aus insgesamt 17 verschiedenen Stoffen stammten. In mehr als einem Drittel der Proben waren drei oder mehr Rückstände zu finden. Bei Erdbeeren hat sich der Anteil an Höchstmengen-Überschreitungen 1998 mit 6 % gegenüber 1996 (0 %) erheblich verschlechtert. Allerdings waren 5 der 8 überhöhten Stoffe 1996 im Programm noch nicht enthalten. Zu hohe Rückstände waren vornehmlich in Importen (4 % Überschreitungen) zu finden. Bei den deutschen Proben (2 % Überschreitungen) wurde mit Carbofuran ausschließlich ein neu ins Monitoring aufgenommenen Stoff gefunden. Bei Äpfeln waren 2001 seltener Rückstände zu finden als 1998 und auch der Anteil an Höchstmengen-Überschreitungen war geringfügig niedriger.

Auffällig viele Höchstmengen-Überschreitungen wurden bei Steinobst festgestellt, insbesondere bei Aprikosen (12,2 %) und Nektarinen (16,1 %), etwas weniger bei Pfirsichen (7,2 %). Auch bei Pflaumen und Süßkirschen lagen viele der bestimmbaren Rückstände (jeweils 10 % der Proben) über den zulässigen Höchstmengen, positiv ist allerdings in beiden Produktgruppen der hohe Anteil an Proben ohne bestimmbare Rückstände. Bei Orangen und Zitronen kamen 1998 Rückstände in über 90 % der Proben vor, während sie bei Clementinen und Grapefruits 77 % ausmachten. Zitrusfrüchte werden stets mit Schale untersucht. Im Fruchtfleisch sind Rückstände viel seltener und mit niedrigeren Gehalten zu finden. Die Zahl der Höchstmengen-Überschreitungen hat sich bei Orangen und Zitronen gegenüber 1996 etwa verdoppelt. Bei Clementinen (5 %) waren ähnlich viele Höchstmengen-Überschreitungen zu finden wie bei Orangen und Zitronen, bei Grapefruits (9,8 %) dagegen fast doppelt so viele. Bei Papayas gab es sehr viele Proben (61,4 %) ohne bestimmbare Rückstände. Die nachweisbaren Rückstände lagen aber fast genauso oft über den Höchstmengen als darunter. Die hohe Quote stammt fast ausschließlich von den Fungiziden Thiabendazol (7,6 %), Carbendazim (6 %) und Iprodion (4,8 %), für die jeweils sehr niedrige Höchstmengen von 0,05 (Thiabendazol und Carbendazim) bzw. 0,2 mg/kg (Iprodion) gelten.

Bei Gemüse waren viele Proben von Kopfsalat und Gurken zu beanstanden, bei Kopfsalat weniger als 1997, bei Gurken jedoch mit 11,7 % wesentlich mehr als 1995 und 1996 (damals jeweils 0 %). Allerdings waren alle auffälligen Stoffe 1995 noch nicht im Untersuchungsspektrum enthalten. Von Knollensellerie, Blumenkohl, Spargel und Zwiebeln waren mehr als drei Viertel der untersuchten Proben ohne Rückstände und auch bei Karotten und Porree überwog der Anteil ohne bestimmbare Rückstände. Bei den anderen Gemüsearten waren 24 % bis 46 % der Proben ohne bestimmbare Rückstände. Höchstmengen-Überschreitungen wurden bei Zwiebeln und Porree nicht festgestellt, bei den anderen Kulturen lagen sie zwischen 1,1 % und 6,5 %.

Bereits im Ernährungsbericht 2000 (3) wurde betont, dass gerade das Monitoring wertvolle Informationen über das allgemeine Rückstandsbild liefert, denn die jährlich gezielt ausgesuchten Lebensmittel werden in allen beteiligten Laboratorien unter gleichen analytischen Bedingungen untersucht. Im Gegensatz zum damaligen Zeitraum ist das Spektrum besonders häufig vorkommender Stoffe vielfältiger geworden. Fungizide aus der Gruppe der Dithiocarbamate treten in fast allen Obst- und Gemüsearten in größerem Umfang auf, bei Obst zusätzlich das Fungizid Carbendazim. Ihre Anteile in den Produkten sind in Tabelle 2/4 aufgelistet. Ergänzend sind all die Wirkstoffe genannt, die in mehr als 10 % der Erntegüter gefunden wurden.

Von den im Jahr 2000 berichteten dominierenden Fungiziden war Procymidon nur noch in Erdbeeren, Tafeltrauben, Birnen, Paprika und Tomaten oft vertreten, Iprodion lediglich bei Aprikosen, Tafeltrauben, Nektarinen und Kopfsalat. Vinclozolin war nur noch bei Erdbeeren, Chinakohl und Kopfsalat von Bedeutung.

In allen Zitrusfrüchten spielten die Oberflächenbehandlungsmittel o-Phenylphenol, Thiabendazol und Imazalil sowie die Insektizide Chlorpyrifos und Methidathion die wesentliche Rolle. Dicofol bei Clementinen und Zitronen und Tetradifon bei Orangen und Zitronen waren in 2 Zitrusfruchtarten häufig vertreten, zusätzlich Endosulfan bei Orangen, Mecarbam bei Zitronen und Brompropylat bei Grapefruits. Clementinen wiesen mit Fenthion, Malathion, Azinphos-methyl und Pirimiphos-methyl das größte Spektrum an häufig vorkommenden Stoffen auf.

Bromidrückstände wurden in vielen Obst- und Gemüseprodukten gefunden, aber auch in verschiedenen Getreidearten. Die Gehalte lagen in aller Regel im Bereich des natürlichen Vorkommens. Nur in vereinzelten Fällen konnte man aus den Rückstandsmengen auf eine Bodenentseuchung mit bromhaltigen Begasungsmitteln schließen. Andere Wirkstoffe waren in Getreide, aber auch in anderen verarbeiteten Erzeugnissen wie Olivenöl, Teigwaren, tiefgefrorenen Erbsen, Tomatenmark, Fruchtzubereitungen für Joghurt, Mehrfruchtsäften und Wein selten zu finden. Bei umfassenden Untersuchungen von Gläschenkost für Säuglinge wurden einige Male geringe Spuren von Carbendazim und Dithiocarbamaten und vereinzelt auch anderen Wirkstoffen gefunden, von denen wenige geringfügig oberhalb des Grenzwertes von 0,01 mg/kg lagen. Häufiger quantifizierte Rückstände wie Hexachlorbenzol, p,p'-DDE und andere Organochlor-Pestizide stammten aus dem tierischen Anteil zusammengesetzter Fertigenüss. Sie lagen an der Bestimmungsgrenze und betrugen nur ein Zehntel der Höchstmenge.

2.2.1.4 Ergebnisse aus anderen europäischen Staaten

Ähnlich dem Monitoring wird auch von der Europäischen Kommission ein koordiniertes Überwachungsprogramm (KÜP) durchgeführt, in dem jedes Jahr die Mitgliedstaaten und EWR-Staaten⁵ mehrere Erzeugnisse auf Stoffe mit harmonisierten Höchstmengen untersuchen. Beispielsweise waren im Jahr 2000 (7) bei Erbsen, Gurken, Kopfkohl und Reis 80 % der Proben ohne bestimmbare Rückstände, 17 % enthielten Rückstände unter und ca. 3 % über den harmonisierten Höchstmengen (s. Tab. 2/5).

Die Tabelle 2/5 enthält neben den Produkt-bezogenen Zahlen eine zusammengefasste Aufstellung der Ergebnisse aus den teilnehmenden Staaten. Während mit Finnland, Irland, Island, Italien, Niederlande, Norwegen, Österreich und Schweden fast die Hälfte aller Staaten keine Höchstmengen-Überschreitungen meldeten, wurden sie in Belgien (8,6 %), Deutschland (5,5 %) und Griechenland (7,5 %) vergleichsweise häufig festgestellt. Diese 3 Staaten hatten auch prozentual die wenigsten Proben ohne bestimmbare Rückstände. Ähnlich dem deutschen Monitoring wurden Dithiocarbamate (15,6 %), Vinclozolin (3,7 %) und Carbendazim (2,0 %) am häufigsten nachgewiesen. Dithiocarbamate (2,5 %) verzeichneten auch die meisten Höchstmengen-Überschreitungen, vor allem bei Kohl, gefolgt von Carbendazim (0,37 %), Thiabendazol (0,29 %) und Vinclozolin (0,27 %).

⁵ Staaten, die das Abkommen über den Europäischen Wirtschaftsraum unterzeichnet haben

Tabelle 2/4: Ergebnisse aus dem Monitoring-Programm an frischem Obst und Gemüse in den Jahren 1998 bis 2001.
Prozentuales Vorkommen von Wirkstoffen in den Proben

Jahr	Lebensmittel	Dithio-carbamate %	Carbendazim %	Andere über 10 %
2001	Kopfsalat	37,6	0	Bromid 61, Iprodion 58, Tolclofos-methyl 22, Vinclozolin 19, Parathion 16, Metalaxyl 12, Omethoat 10
2001	Porree	45,2	0	Vinclozolin 27, Dimethoat 12
2000	Chinakohl	40,7	0	
2000	Wirsingkohl	72,6	1,9	
1999	Blumenkohl	57,9	2,7	
1999	Zwiebeln	20,4	0	
2001	Tomaten	17,7	0	
1999	Paprika	19,1	0	Bromid 58, Procymidon 23, Endosulfan 13, Chlorthalonil 10
2000	Gurken	17,4	8,6	Endosulfan 39, Procymidon 17, Methamidophos 13
1998	Karotten	13,7	0	Bromid 30
1998	Knollensellerie	7,9	0,7	Parathion 11
1998	Erdbeeren	7,0	5,5	Dichlofluanid 33, Procymidon 29, Vinclozolin 22
2001	Tafeltrauben	40,5	0	Procymidon 22, Chlorpyrifos 17, Brompropylat 11, Iprodion 11
1998	Äpfel	21,3	13,0	Dichlofluanid 22
2001	Äpfel	18,2	11,3	Thiabendazol 18
1998	Birnen	57,1	10,3	Azinphos-methyl 20, Captan 16, Dichlofluanid 16, Procymidon 22, Thiabendazol 13
1998	Pfirsiche	21,8	12,3	Captan 33, Iprodion 10, Phosalon 16
1998	Aprikosen	22,4	28,9	
1998	Pflaumen	18,8	4,5	Endosulfan 12
1998	Nektarinen	14,7	13,2	Azinphos-methyl 13, Iprodion 12, Methamidophos 10, Phosalon 10
1998	Süßkirschen	2,0	10,3	Bromid 14, Chlorpyrifos 46, Endosulfan 11, Imazalil 40, Methidathion 24, Tetradifon 10, Thiabendazol 35, o-Phenylphenol 31
1998	Orangen	14,0	13,7	
1998	Clementinen	16,1	0	
1998	Zitronen	15,5	0	
1998	Grapefruits	10,0	0	
1999	Papayas	70,6	11,1	

Tabelle 2/5: Ergebnisse von Untersuchungen aus dem koordinierten Überwachungsprogramm der Europäischen Kommission im Jahr 2000 am Beispiel Erbsen, Gurken, Kopfkohl und Reis.
Prozentuale Verteilung der Proben ohne bestimmbare Rückstände (n.b.) und mit positiven Befunden unter (< HM) und über (> HM) der Höchstmenge (HM) (7)

Staat	Anzahl Proben	n.b.	< HM	> HM
Belgien	163	79	13	8,6
Dänemark	107	96	2,8	0,9
Deutschland	1 018	62	33	5,5
Finnland	178	84	16	0
Frankreich	240	80	18	2,1
Griechenland	173	73	20	7,5
Großbritannien	289	86	14	0,3
Irland	49	92	8,2	0
Island	17	100	0	0
Italien	314	92	7,6	0
Liechtenstein	48	94	4,2	2,1
Luxemburg	60	80	17	3,3
Niederlande	178	90	9,6	0
Norwegen	165	94	6,1	0
Österreich	49	86	14	0
Portugal	266	88	9,4	2,6
Schweden	249	94	5,6	0
Spanien	174	87	12	0,6
Erzeugnis				
Erbsen	730	78	17	3,0
Gurken	1 176	83	16	1,4
Kopfkohl	962	71	24	4,9
Reis	869	90	8,7	1,7
Gesamt	3 737	80	17	2,7

Die in das KÜP-Programm eingebundenen Staaten meldeten auch die Ergebnisse ihrer nationalen Programme an die Kommission. Die aus Tabelle 2/6 ablesbaren teilweise beträchtlichen Unterschiede werden auf verschiedene Faktoren zurückgeführt, beispielsweise dem analysierten Stoffspektrum, der gezielten oder zufälligen Auswahl heimischer oder importierter Proben, der Berücksichtigung von Messunsicherheiten bei der Bewertung von Höchstmengen-Überschreitungen oder den Unterschieden bei den Bestimmungsgrenzen einzelner Wirkstoffe in den verschiedenen Mitgliedstaaten.

Betrachtet man die zusammengefassten Daten aus den Jahren 1996 bis 2000, war der Anteil an Proben ohne bestimmbare Rückstände mit 60 % bis 61 % stabil (1999: 64 %). Allerdings war ein Anstieg der Höchstmengen-Überschreitungen von 3,0 % im Jahr 1996 (7) auf 4,5 % im Jahr 2000 zu verzeichnen. Hauptsächlich Gründe dafür wurden in unterschiedlichen Untersuchungsprogrammen, einer verbesserten Analysequalität und der Herabsetzung von Höchstmengen auf die jeweiligen Bestimmungsgrenzen gesehen.

Tabelle 2/6: Ergebnisse von Untersuchungen an frischem Obst, Gemüse und Getreide aus europäischen Staaten im Jahr 2000.
Prozentuale Verteilung der Proben ohne bestimmbare Rückstände (n.b.) und mit positiven Befunden unter (< HM) und über (> HM) der Höchstmenge (HM) (7)

Staat	Anzahl Proben	n.b. %	< HM %	> HM %
Belgien	1 353	54,0	38,8	7,2
Dänemark	1 659	71,7	26,3	2,0
Deutschland	5 478	57,8	38,3	3,9
Finnland	2 252	54,4	41,8	3,8
Frankreich	4 231	43,7	45,3	11,0
Griechenland	1 472	63,8	30,2	6,0
Großbritannien	1 109	60,0	38,3	1,7
Irland	250	49,6	47,2	3,2
Island	320	55,6	37,2	7,2
Italien	8 320	68,8	29,3	1,9
Liechtenstein	49	95,9	4,1	0
Luxemburg	175	64,0	32,0	4,0
Niederlande	2 703	45,4	43,8	10,8
Norwegen	2 825	65,2	32,3	2,5
Österreich	932	62,0	32,0	6,0
Portugal	771	69,9	18,9	11,2
Schweden	3 008	60,8	36,2	3,0
Spanien	6 512	67,4	30,4	2,2
Gesamt	43 419	60,7	34,8	4,5

2.2.2 Rückstände in Lebensmitteln tierischer Herkunft

Rückstände von aktuell zugelassenen Pflanzenschutzmitteln spielen bei tierischen Lebensmitteln eine unbedeutende Rolle. Nach einer möglichen Aufnahme über Futtermittel werden sie im tierischen Organismus in kurzer Zeit in wasserlösliche Verbindungen umgewandelt und wieder ausgeschieden. Aber auch die persistenten Organochlor-Insektizide haben ihre Bedeutung verloren. Die Anwendung dieser gut fettlöslichen Verbindungen wurde bereits in den siebziger Jahren verboten, nachdem man ihre große Stabilität und die damit verbundene Anreicherung in der Nahrungskette erkannt hatte. Dies gilt auch für die Polychlorierten Biphenyle (PCB), die als vielseitig eingesetzte Industriechemikalien in die Umwelt gelangt sind. Obwohl ihre Anwendung seit 1978 nur noch auf geschlossene Systeme beschränkt war und die PCB 1989 völlig verboten wurden, sind Restmengen noch immer in tierischen Erzeugnissen nachweisbar.

Mittlerweile sind aber die Gehalte an Organochlor-Verbindungen in den tierischen Lebensmitteln so weit zurückgegangen, dass sie nicht mehr in jedem tierischen Lebensmittel zu finden sind, wie es noch vor etwa 10 Jahren der Fall war. Die quantifizierbaren Gehalte liegen in den meisten Fällen im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze. Etwas höhere Gehalte kommen noch bei Fischen vor. Dort spiegelt das Rückstandsmuster die Belastung ihres Lebensraumes mit diesen Stoffen wider. Der Kontaminationsgrad der Fische hängt im Wesentlichen von ihrem Alter und ihrem Fettgehalt ab. Je älter und fettreicher die Fische sind, desto höhere Rückstände sind zu erwarten.

Von den im Monitoring-Programm untersuchten Fischen der Jahre 1999 bis 2001 sind die Anteile und durchschnittlichen Gehalte der wichtigsten Organochlor-Verbindungen in der Tabelle 2/7 aufgelistet. Von den PCB-Kongeneren⁶ wird nur PCB 153 als Indikatorsubstanz angegeben, denn es kam am häufigsten vor und wies auch die höchsten Gehalte auf. Aus den gleichen Gründen wird von den Kongeneren des insektiziden Camphechlor lediglich Parlar 50 als Indikator aufgeführt.

Die Rückstandsgehalte wurden bei Lachs auf den Fettanteil bezogen, bei den anderen auf die Frischsubstanz. Bei den Heilbuttarten und Makrele lag ein Teil der Daten (DDT, Hexachlorbenzol [HCB] und Lindan [γ -HCH]) auch auf den Fettanteil bezogen vor, sodass die Ergebnisse nur entsprechend differenziert dargestellt werden können.

Bei den verschiedenen Arten waren in 5 % bis 43 % der Fische keine bestimmbar Rückstände zu finden. Die übrigen Fische enthielten ein breites Muster an Organochlor-Verbindungen in unterschiedlichen Anteilen, von denen die in der Tabelle 2/7 genannten Verbindungen in aller Regel am häufigsten vorkamen.

Bei der Miesmuschel wurden in allen Proben Rückstände von PCB 153 mit deutlich höheren durchschnittlichen Gehalten bestimmt als die insektizidwirksamen Chlorverbindungen, die im Gegensatz zu früher nicht mehr in allen, sondern nur in 18 % bis 80 % der Proben gefunden wurden. Bei Haizuschnitten waren in jeder 2. Probe PCB nachweisbar, die Gehalte waren aber bedeutend höher als bei den anderen Fischen. Mit Ausnahme von Butterfisch⁷, bei dem HCB den höchsten Gehalt aufwies, war bei den anderen Fischen DDT die Hauptkomponente im Rückstandsbild.

⁶ Als Kongenere bezeichnet man die einzelnen Komponenten der PCB oder des Camphechlors, die sich durch die Anzahl der Chloratome und deren Stellung im Ringsystem unterscheiden und unterschiedliche toxische Eigenschaften haben.

⁷ Butterfisch bzw. Buttermakrelen sind Sammelbegriffe, unter denen verschiedene fettreiche Fischarten vermarktet werden, die als Beifang bei der Tiefseefischerei gewonnen werden. In Deutschland sind sie seit einigen Jahren als heiß geräucherte Buttermakrelenstücke mit der Bezeichnung „geräucherte Buttermakrele“, früher „geräucherter Butterfisch“, im Handel.

Tabelle 2/7: Ergebnisse aus dem Monitoring-Programm an Fischen und Fischerzeugnissen.
Prozentuale Anteile ohne bestimmbare Rückstände (n.b.) und mit bestimmbaren Rückständen (b) von wichtigen Organochlor-Verbindungen und Mittelwerte (MW) in µg/kg

	Anzahl Proben	DDT			HCB		Lindan		Chlordan		PCB 153		Parlar 50	
		Höchst- menge (µg/kg)	500		50		50		50		100		100*	
			% n.b.	% b	MW	% b	MW	% b	MW	% b	MW	% b	MW	% b
Heilbutt 1998	77/94 **	19	74	7,9	74	0,8	22	0,1	76	2,5	77	2,0	72	3,6
Heilbutt 1998 *	17	19	88	91	94	51	12	2,6	-	-	-	-	-	-
Heilbutt schwarz 1998	24/99 **	5	96	18	92	4,0	8	0,2	91	8,1	74	3,9	94	9,6
Heilbutt schwarz 1998 *	75	5	93	180	83	33	29	3,3	-	-	-	-	-	-
Karpfen 1998	180/ 193**	16	79	8,8	38	0,4	40	1,1	7	< 0,1	45	3,1	7	0,4
Makrele, geräuchert 1999	16/ 260**	7	94	4,4	63	0,8	38	0,3	58	1,0	89	3,3	63	1,7
Makrele, geräuchert 1999 *	244	7	82	30	77	8	48	3,8	-	-	-	-	-	-
Lachs 2000 *	248	12	86	108	77	16	61	5	66	17	77	28	74	32
Thunfisch-Konserve 1999	257	43	45	0,2	21	< 0,1	25	0,1	3	-	29	0,1	1	< 0,1
Miesmuschel 1998	95	0	81	1,7	46	0,1	65	0,5	48	0,2	100	4,6	18	0,1
Butterfisch ⁷ 2001	133	11	86	0,2	72	1,6	11	-	38	1,2	63	2	56	1,5
Scholle 2001	279	20	53	4,5	38	0,2	37	0,2	24	< 0,1	58	2,5	15	-
Haizuschnitte 2001	78	31	65	4,8	30	0,8	21	0,3	32	2,2	49	7,4	26	1,6
Rotbarschfilet 2001	237	10	89	10,3	55	0,9	50	0,4	60	1,1	71	1,7	63	2,3

* bezogen auf den Fettgehalt (bezogen auf den Fettgehalt liegen die Höchstmengen um den Faktor 10 höher als oben angegeben)

** Probenzahl für DDT, HCB, Lindan / Probenzahl für Chlordan, PCB 153 und Parlar 50

- = keine Angaben vorhanden

Weißer und schwarzer Heilbutt hatten ein breites, nahezu identisches Rückstandsmuster. Mit Ausnahme von PCB 153 waren die Organochlor-Verbindungen in schwarzem Heilbutt wesentlich häufiger zu finden als in weißem Heilbutt. Ihre durchschnittlichen Gehalte waren beim schwarzen Heilbutt deutlich höher. Neben unterschiedlichen Lebensräumen und Fettgehalten kann bei diesem Fisch auch das Alter einen erheblichen Einfluss auf den Belastungsgrad haben, denn die Fische können bis zu 50 Jahre alt werden. Bei geräucherter Makrele waren die Organochlor-Verbindungen ebenfalls sehr häufig zu finden, nur 7 % der Proben hatten keine bestimmbaren Rückstände. Allerdings waren die Gehalte von DDT und HCB im Fett erheblich geringer als beim Heilbutt. Eine Mittelstellung nahm Lachs ein. Er wird heute im Wesentlichen auf Lachsfarmen gezüchtet. Zur Kontamination mit Organochlor-Verbindungen kommt es vor allem durch das aus Meeresfischen gewonnene und mit anderen Zusatzstoffen angereicherte Futtermittel. Im Kontaminationsgrad unterscheiden sich in Europa erzeugte Farmlachse daher nicht von den Wildlachsen, denn beide Arten haben die gleichen marinen Lebewesen als Nahrungsgrundlage.

Futtermittel beeinflussen auch die Kontamination der meist aus der Teichwirtschaft kommenden Karpfen. Sie haben sicherlich zu dem gegenüber den Seefischen merklich höheren Lindangehalt beigetragen. Gegenüber 1997 ist der Anteil von Karpfenproben ohne bestimmbare Rückstände von 9 % auf 16 % gestiegen; die durchweg niedrigen durchschnittlichen Gehalte an bestimmbaren Rückständen sind aber gleich geblieben (6).

Die Untersuchungen von Milcherzeugnissen, Eiern, Fleisch, Geflügelfleisch und ihren Erzeugnissen wurden im Rahmen des Monitoring fortgesetzt. Tabelle 2/8 zeigt die Ergebnisse für DDT, HCB, Lindan (γ -HCH) und PCB 153 aus den Jahren 1998 bis 2001. Parlar-Verbindungen und Chlordan spielen bei warmblütigen Tieren keine Rolle und sind in der Tabelle 2/8 daher nicht angegeben.

Die Anteile an Proben ohne bestimmbare Rückstände werden immer größer (6). Mit Ausnahme von Camembert und dem Fett von Rinderniere und Wildschwein lagen sie zwischen 40 % beim Lammfleisch und 72 % bei Hähnchen. Die mittleren Rückstandsgehalte betrugen bis auf wenige Ausnahmen (z.B. bei DDT oder bei Wildschweinen) in aller Regel weniger als 1 $\mu\text{g/kg}$, bezogen auf das Frischgewicht, bzw. weniger als 5 $\mu\text{g/kg}$ im Fettanteil und machten damit in aller Regel weniger als 1 % der zulässigen Höchstmengen aus. Höchstmengen-Überschreitungen kamen nur in Einzelfällen vor. Lediglich bei Wildschweinen waren erheblich höhere Rückstände mit 14 % Höchstmengen-Überschreitungen von DDT und PCB feststellbar. Dabei war das Rückstandsbild der im Jahr 1998 untersuchten Wildschweinproben gegenüber 1997 nahezu gleich geblieben und auch in der Höhe der Rückstandsgehalte waren die Unterschiede unbedeutend. Wie bereits im Ernährungsbericht 2000 (3) für Wildschweinproben von 1997 erläutert, enthielten auch im Jahr 1998 Wildschweine aus den neuen Bundesländern deutlich mehr DDT und die Proben aus den alten Bundesländern deutlich höhere PCB-Gehalte. Dieses Phänomen ist historisch bedingt und mit der unterschiedlichen Verwendung dieser Stoffe zu erklären.

Bei Käse wurde Camembert aus Deutschland und Frankreich verglichen, wobei in beiden Ländern das Rückstandsniveau allgemein niedrig war. Der Vergleich der Kontaminanten von Camembert aus Frankreich und Deutschland hat ergeben, dass von allen betrachteten Stoffen sich lediglich die DDT-Gehalte, im allerdings sehr niedrigen Gehaltsbereich, deutlich unterschieden⁸. Von Honig wurden 233 Proben, davon 51 % aus Deutschland, auf 33 Wirkstoffe untersucht. 87 % enthielten keine bestimmbaren Rückstände, 1 Probe enthielt Coumaphos, ein Mittel zur Bekämpfung der Varroa-Milbe, über der zulässigen Höchstmenge.

Die Rückstandssituation von tierischen Lebensmitteln ist zwar allgemein als günstig zu bewerten, vereinzelte stärkere Kontaminationen von bestimmten Produkten sind aber nicht immer auszuschließen. Beispiele dafür sind das Jahr 1999, bei dem mit PCB und Dioxinen stark verseuchte Futtermittel aus Belgien zu einer höheren Belastung von auch nach Deutschland verbrachtem Geflügel und von Eiern führten sowie das Jahr 2002, in dem stark Nitrofen-belastetes Futtermittel aus Deutschland dafür die Ursache war. In solchen Fällen werden bei den zuständigen Behörden von Bund und Ländern alle Kräfte gebündelt, um durch umfassende Kontrollen auf dem Markt befindliche belastete Produkte aufzuspüren und zu vernichten und parallel dazu alle Kontaminationsquellen und Verbreitungswege herauszufinden und zu verschließen.

⁸ http://www.bvl.bund.de/dl/monitoring/monitoring_1999_kurz.pdf (07.10.04)

Tabelle 2/8: Ergebnisse aus dem Monitoring-Programm an Milcherzeugnissen, Eiern, Fleisch und Geflügelfleisch und Erzeugnissen daraus. Prozentuale Anteile ohne bestimmbare Rückstände (n.b.) und mit bestimmbar Rückständen (b) von wichtigen Organochlor- Verbindungen und Mittelwerte (MW) in µg/kg, bezogen auf den Fettanteil

	Anzahl % n.b.		DDT		HCB		Lindan		PCB 153	
			% b	MW	% b	MW	% b	MW	% b	MW
Camembert 1999	235	31	39	5,1	32	1,9	42	3,4	23	1,3
Frischkäse 2000	235	57	21	2,2	17	2,0	5	< 0,1	19	1,8
Ziegenkäse 2000	253	49	31	3,5	32	1,5	23	2,4	24	1,1
Rind, Nierenfett 1998	338	17	39	6,5	51	3,8	18	2,6	59	5,4
Schinken, roh 2000	260	52	30	8,3	19	0,9	22	1,6	22	1,9
Salami 1999	249	57	24	5,5	10	0,4	17	1,4	20	1,2
Kalbsleberwurst 2000	251	63	26	3,2	20	1,1	18	1,9	16	1,5
Rotwurst/Blutwurst 2000	230	51	31	2,9	17	1,2	26	3,3	19	1,1
Wildschwein Fett 1997	209	6	86	280	62	22	25	35	76	16
Wildschwein Fett 1998	176	9	90	390	64	9,2	19	15	74	21
Hühnereier 2000*	242	53	28	1,7	19	0,3	19	0,5	32	0,7
Hähnchen 2000*	238	72	11	0,2	8	< 0,1	13	0,4	7	< 0,1
Pute 1999*	344	66	18	0,2	5	< 0,1	19	0,1	13	0,2
Lammfleisch 200*	208	40	47	1,5	45	0,9	29	0,2	40	0,4

* bezogen auf das Frischgewicht

2.2.3 Beurteilung und Empfehlungen

Die bei Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft beschriebenen Ergebnisse der Jahre 1998 bis 2001 erwecken den Eindruck, die Rückstandssituation habe sich gegenüber früheren Jahren verschlechtert. Solche, bislang übliche, vergleichende Aussagen sind schwierig geworden, denn durch wesentlich verbesserte Analysetechniken wurde nicht nur das routinemäßig erfassbare Stoffspektrum erheblich erweitert, auch das Nachweisvermögen kleinster Spuren hat sich erhöht. Durch die breite Nutzung moderner Kommunikationstechniken, z.B. Internet und E-Mail, ist die Beschaffung und Bereitstellung von Informationen sehr viel leichter geworden. So lassen sich aktuelle Berichte über Pflanzenschutzmittelzulassungen oder -anwendungsempfehlungen im In- und Ausland kurzfristig einholen, Auskünfte über regional entdeckte Missstände schnell streuen. Erntegüter werden deshalb noch gezielter und umfassender untersucht, sodass im Ergebnis mehr Rückstände aufgedeckt werden. Höhere Beanstandungsquoten sind aber nicht nur ein Beleg für verbesserte analytische Möglichkeiten, sondern sie resultieren nicht selten aus breitflächigen Untersuchungsprogrammen mit hohen Probenzahlen, nachdem auffällige Befunde bekannt geworden sind, entweder durch das Schnellwarnsystem der Europäischen Union oder durch direkte Korrespondenz zwischen den Bundesländern. Aber auch eine zunehmende Herabsetzung von Höchstmengen trägt in einer Übergangsphase zu einer größeren Anzahl beanstandeter Proben bei.

Eine gesundheitliche Gefährdung des Verbrauchers lässt sich aus den vorhandenen Zahlen jedoch nicht ableiten. Höchstmengen sind primär als rechtliche Regelungsinstrumente anzusehen, die in aller Regel deutlich unter gesundheitlichen Wirkungsschwellen liegen. Wie bereits eingangs angesprochen, werden gerade die sehr niedrigen pauschalen Höchstmengen an der analytischen Bestimmungsgrenze der Stoffe besonders häufig überschritten. Bei Lebensmitteln tierischer Herkunft haben die Altlasten an Organochlor-Verbindungen weiter abgenommen. Sie sind in einem großen Teil der Produkte nicht mehr nachweisbar, in dem anderen Teil betragen ihre Gehalte nur wenige µg/kg und liegen in der Nähe der analytischen Bestimmungsgrenze. Vereinzelt vorkommende höhere Kontaminationen, z.B. mit Nitrofen oder PCB, resultierten fast immer aus lokalen Verunreinigungen von Futtermitteln. Der gewachsenen Bedeutung einer intensiven Futtermittelkontrolle ist deshalb besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Die vorgestellten Daten zeigen, dass die amtliche Rückstandskontrolle für den vorbeugenden Gesundheitsschutz des Verbrauchers funktioniert. Auf diesem Prinzip müssen auch zukünftig die Rückstände und Kontaminanten in den Lebensmitteln sehr sorgfältig überwacht werden, mit dem Ziel auftretende Belastungsschwerpunkte früh zu erkennen und zu eliminieren und das Rückstandsniveau allgemein noch weiter zu senken.

2.3 Rückstände von Stoffen mit pharmakologischer Wirkung und von Kontaminanten in Lebensmitteln tierischer Herkunft⁹

2.3.1 Einleitung

In Deutschland wurde ein Untersuchungsverbund etabliert, dessen Bogen sich von der Erzeugung eines Lebensmittels bis zur Abgabe an den Verbraucher spannt - dem viel zitierten Kontrollkonzept „from stable to table“ Rechnung tragend. Es handelt sich dabei um Untersuchungen nach dem nationalen Rückstandskontrollplan (NRKP) sowie die Überwachungstätigkeit der Länder im Rahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung (LMÜ).

2.3.2 Untersuchungen nach dem nationalen Rückstandskontrollplan (NRKP)

Die Richtlinie 96/23/EG des Rates vom 29. April 1996 (8) definiert für die Staaten der Europäischen Union die Bedingungen, unter denen nationale Rückstandskontrollpläne erstellt und durchgeführt werden. Somit sind Umfang und Häufigkeit der Probenahmen in den Beständen und Schlachtstätten sowie die zu untersuchenden Stoffgruppen für Rinder, Schweine, Pferde, Schafe und Ziegen sowie Geflügel und Erzeugnisse aus Aquakulturen festgelegt. Die Entscheidung 97/747/EG (9) trifft zusätzliche Regelungen für Milch, Eier, Honig, Kaninchen und Wild. Importe aus Drittländern sind prinzipiell nur möglich, wenn diese nach einem analogen Kontrollsystem im Herkunftsland untersucht worden sind.

Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) koordiniert die organisatorische Umsetzung, ein Netzwerk aus gemeinschaftlichen und nationalen Referenzlaboratorien sowie Routinelaboratorien der Bundesländer führt die Untersuchungen durch. Das Ziel eines nationalen Rückstandskontrollplans ist es ausdrücklich nicht, eine statistische Aussage der Rückstandsbelastung von Lebensmitteln tierischer

⁹ Bearbeiter: Koch, Stephan

Herkunft zu treffen. Die Untersuchungskapazitäten sind vielmehr darauf gerichtet, Rückstandshöchstmengen (MRL = Maximum Residue Limits) für Tierarzneimittel (VO EWG Nr. 2377/90 des Rates) (10) derart zu kontrollieren, dass exakt die (Gewebe-) Proben analysiert werden, in denen potentielle Rückstände mit einer hohen Wahrscheinlichkeit gefunden werden können. Der Untersuchungsschwerpunkt liegt auf dem Nachweis von verbotenen oder (ggf. für bestimmte Anwendungen) nicht zugelassenen Substanzen. Dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse immer zu berücksichtigen. Der Nachweis einer potentiellen Belastung mit Schwermetallen, Schimmelpilztoxinen (Mykotoxinen), PCB, Pflanzenschutzmitteln und anderen „Umweltkontaminanten“ ist Ziel weiterer Untersuchungen.

2.3.2.1 Rind, Schwein, Schaf und Pferd

In der Tabelle 2/9 werden die Untersuchungen nach dem Nationalen Rückstandskontrollplan der Jahre 1999 bis einschließlich 2001 über die Tierarten Rind, Schwein, Schaf und Pferd (sogenannter „Rotfleischbereich“) summiert dargestellt. Es werden sowohl die Substanzgruppen mit der größten Anwendungshäufigkeit (Indikation) als auch für ein Missbrauchspotential bedeutsame Gruppen gelistet.

Die Kontrollfrequenz errechnet sich theoretisch aus vorgeschriebenen Mindestprobenzahlen anhand der Schlachtzahlen nach nationalem (Fleischhygiene-Verordnung) wie EU-Recht (Rückstandskontrollrichtlinie). Durch die jährliche Anpassung an aktuelle Rückstandsnachweise und daraus resultierende Untersuchungsschwerpunkte kann es bei einigen Substanzgruppen zu Verschiebungen kommen. Dabei werden auch Entwicklungen im Bereich methodischer wie apparativer Verbesserungen berücksichtigt. So wurde zum Beispiel im Plan des Jahres 1999 die Untersuchung von Schweinefleisch auf Metronidazol aufgenommen, im Jahr 2000 erfolgte für alle oben genannten Tierarten die Verpflichtung zur Kontrolle auf Difloxacin und Oxolinsäure sowie die Angabe detaillierter Vorgaben für verschiedene Antibiotikagruppen und eine Definition des Spektrums an Organochlor-Verbindungen und polychlorierten Biphenylen. 2001 wurde auf Grund der aus der BSE-Krise drastisch gestiegenen Marktbedeutung dieser Tierart die Kontrolle von Pferdefleisch verpflichtend für alle Substanzgruppen vorgeschrieben, Untersuchungsschwerpunkte für Benzimidazole und Glukokortikoide wurden für alle 4 Tierarten (Rind, Schwein, Schaf, Pferd) etabliert.

Stoffe mit hormoneller Wirkung bieten auf Grund ihrer anabolen Wirkung ein hohes Missbrauchspotential als illegale Masthilfsmittel. In dieser Gruppe werden pharmakologisch so unterschiedliche Verbindungen wie Östrogene, Androgene, Stilbene, Thyreostatika und Gestagene summiert. In den anderen Mitgliedstaaten wurden z.T. in erheblichem Umfang Nachweise geführt, so zum Beispiel in Italien im Jahr 2000 1 Estradiol-, 6 Progesteron-, 1 Testosteron-, 6 19-Nortestosteron-, 1 Trenbolon- und 9 Boldenonnachweis(e), sowie in anderen Staaten Funde an Stanozolol und Zeranol. Demgegenüber stehen im Berichtszeitraum für Deutschland lediglich 1 Trenbolon-nachweis bei einem Kalb sowie 5 Nandrolonfunde bei Kühen, alle datierend aus 1999. Für 2000 und 2001 sind keinerlei Nachweise zu verzeichnen; ein erfreulicher Hinweis, dass in Deutschland davon ausgegangen werden kann, dass der Einsatz hormonell wirksamer Substanzen nicht von Relevanz ist.

β -Sympathomimetika (β -Agonisten): Die Nachweise an β -Agonisten sind im Vergleich zum Ernährungsbericht 2000 erheblich zurückgegangen. Nach dem Verbot von 1997 wurden

1999 lediglich 0,08 % positive Proben gefunden (Clenbuterol bei 1 Kalb, 1 Mastrind und 2 Kühen sowie Clenbuterol, Cimaterol und Salbutamol in unterschiedlichen Kombinationen bei insgesamt 2 Schweinen, für die β -Agonisten nie zugelassen waren). Im Jahr 2000 waren 0,04 % Proben positiv (je 1 Terbutalinnachweis bei 1 Kalb und 1 Schwein, 1 Clenbuterol-nachweis bei 1 Mastrind).

Im Jahr 2001 wurde als Reaktion auf die Zulassung von Ractopamin¹⁰ als Futtermittel-zusatzstoff für Schweine in den Vereinigten Staaten im Kontrollplan ein diesbezüglicher Untersuchungsschwerpunkt aufgenommen, der erfreulicherweise keine Nachweise erbrachte. Zum Vergleich muss europaweit jedoch weiterhin von einem Einsatz von Clenbuterol ausgegangen werden. Allein für das Jahr 2000 werden von der Europäischen Kommission (11) folgende Befunde ausgewiesen: 9 Rinder in Frankreich (0,2 % positiv), 15 Rinder in Italien (0,13 % positiv), 23 Rinder, 22 Schweine und 2 Schafe in Portugal (2,56 % positiv), 13 Rinder in Spanien (0,08 % positiv) und 5 Rinder in den Niederlanden, dort ebenso 7 Salbutamolfunde bei Rindern (0,36 % positiv). Als Durchschnitt errechnet sich ein Anteil an 0,12 % positiver Proben bezogen auf die Gesamtheit der Untersuchungen auf β -Agonisten in der EU.

Antibiotika und Chemotherapeutika nehmen auf Grund ihrer weiten Verbreitung und breiten Indikationsstellung eine bedeutsame Stellung im Untersuchungsaufkommen ein. Der Nachweis an sogenannten Hemmstoff-positiven Proben im Dreiplattentest (DPT) ist im Vergleich zum vorangegangenen Berichtszeitraum in der Gesamtheit langfristig tendenziell rückläufig (1999: 0,32 %, 2000: 0,44 % und 2001: 0,25 % positiv). Obwohl seit 10 Jahren für die Anwendung am Lebensmittel liefernden Tier verboten, werden immer noch Chloramphenicolnachweise geführt. Das Niveau liegt dabei stabil unter dem des vorigen Berichtszeitraums, gleichwohl ist eine weitere Kontrolle unentbehrlich. Zahlenmäßig treten weiterhin die Funde an Sulfonamiden und Tetracyclinen hervor. Sie spielen insofern eine Rolle, weil diese Substanzen als Fütterungsarzneimittel¹¹ eingesetzt werden (dürfen). Rückstände wurden wie in den Jahren zuvor überwiegend bei Schweinen festgestellt.

Antiparasitika und Sedativa spielen im Rückstandsgeschehen keine Rolle, es wurden lediglich in Einzelfällen Flubendazol, Fenbendazol und Doramectin (Antiparasitika) sowie Xylazin und Azaperon (Sedativa) nachgewiesen.

Bei der Gruppe der *antiphlogistisch wirksamen Substanzen* muss weiterhin ein Augenmerk auf die Anwendung von Phenylbutazon gelegt werden, Nachweise betreffen mehrheitlich diese Substanz.

Organochlor- und organische Phosphorverbindungen spielen im Rückstandsgeschehen der Stichprobenüberprüfung in Deutschland offensichtlich keine Rolle. Die Nachweise bei den *Schwermetallen* in Organproben sind wie in den Jahren zuvor überwiegend auf erhöhte Cadmiumgehalte bei (älteren) Kühen und Pferden zurückzuführen. Die entsprechenden Gewebe unterliegen daher seit Jahren Verkehrsbeschränkungen¹².

¹⁰ Ractopamin verbessert den Muskelfleischansatz und verringert den Fettansatz bei Schweinen.

¹¹ Verschreibungspflichtiges arzneimittelhaltiges Futtermittel, das im Erkrankungsfall verabreicht wird.

¹² Lebern und Nieren von Zuchtschweinen, Pferden und über 2 Jahre alten Rindern dürfen nicht als Lebensmittel verwendet werden.

Tabelle 2/9: Ergebnisse der Untersuchungen nach dem Nationalen Rückstandskontrollplan der Jahre 1999 - 2001 in Deutschland, Summe aus: Rind, Schwein, Schaf, Pferd

Substanzgruppen	1999			2000			2001		
	Unters.*	Pos.**	Anteil Pos. in %	Unters.*	Pos.**	Anteil Pos. in %	Unters.*	Pos.**	Anteil Pos. in %
Stilbene	1 362	0	-	1 472	0	-	1 078	0	-
Thyreostatika	1 263	0	-	1 152	0	-	1 134	0	-
Stoffe mit hormoneller Wirkung	3 736	6	0,16	3 512	0	-	2 604	0	-
β-Agonisten	7 407	6	0,08	7 019	3	0,04	6 091	0	-
Nicht zugelassene Substanzen ¹³ [Anhang IV VO (EWG) 2377/90]	9 116	19	0,20	8 821	7	0,08	7 877	10	0,13
davon Nitroimidazole (aus Anhang IV)	1 191	2	0,16	1 173	0	-	1 017	0	-
davon Chloramphenicol (aus Anhang IV)	6 096	17	0,27	6 024	7	0,11	5 202	10	0,19
Hemmstoffe (DPT) ***	219 784	704	0,32	174 301	768	0,44	229 538	567	0,25
Sulfonamide	2 860	19	0,66	2 307	12	0,52	2 379	12	0,50
Tetracycline	2 687	8	0,29	2 388	7	0,30	2 484	7	0,28
Penicilline	1 705	1	0,05	2 569	1	0,04	1 740	4	0,23
Chinolone	2 083	2	0,09	2 115	0	-	2 017	2	0,10
Anthelminthika	2 852	2	0,07	3 304	2	0,06	2 848	0	-
Sedativa ohne Anhang IV - Substanzen	1 676	2	0,12	1 625	1	0,06	1 911	1	0,05
Nichtsteroidale Entzündungshemmer	2 947	6	0,20	2 983	12	0,40	3 101	8	0,26
Sonstige Stoffe mit pharmakologischer Wirkung	471	0	-	125	1	0,80	196	0	-
Organochlor-Verbindungen incl. PCBs	1 668	5	0,30	1 450	0	-	1 858	0	-
Organische Phosphorverbindungen	189	0	-	70	0	-	452	0	-
Schwermetalle	1 399	18	1,27	1 062	4	0,28	1 864	26	1,40

- = keine positiven Befunde

* Unters. = Anzahl der Untersuchungen

** Pos. = Positive Befunde (Höchstmengen-, Beurteilungswert- oder Richtwertüberschreitungen bzw. Rückstandsnachweis bei verbotenen oder nicht zugelassenen Stoffen)

*** Hemmstoffe: Untersuchungen mittels Dreiplattentest (DPT)

¹³ z.B. Chloramphenicol, Chlorpromazin, Colchicin, Nitrofurane

2.3.2.2 Geflügel

Gemessen an den Ergebnissen im Berichtszeitraum spielen bei Geflügel lediglich der Nachweis von *antibiotisch wirksamen* Substanzen eine Rolle, auf eine nach Jahren aufgesplittete Darstellung wurde insofern verzichtet (s. Tab. 2/10). Im Einzelnen handelte es sich um den Fund von Tetracyclinen (6 Puten in 1999, 1 Fall in 2000), je 1 Nachweis an Enrofloxacin in 1999 und 2000 und je 2 Fälle von Chloramphenicol in 1999 und 2000. Die Untersuchungen auf Nitrofurane (2000 in den Rückstandskontrollplan integriert) führte zu keinen Nachweisen.

2.3.2.3 Fische aus Aquakulturen

Die Rückstandssituation bei Fischen aus Aquakulturen stellt sich nach der vorliegenden Datenlage als günstig dar. Über einen Zeitraum von 3 Jahren sind lediglich 5 positive Hemmstoffergebnisse zu verzeichnen (s. Tab. 2/10). Üblicherweise werden diese Proben anschließend einer substanzspezifischen Untersuchung zugeführt. Weitergehende Ergebnisse wurden jedoch nicht gemeldet.

2.3.2.4 Kaninchen, Wild und tierische Erzeugnisse

Für den vorliegenden Berichtszeitraum stehen nun erstmalig Untersuchungen in nennenswertem (Zeit-)Umfang zur Auswertung zur Verfügung (s. Tab. 2/10). Die stark differierenden Gesamtuntersuchungszahlen spiegeln die anteilige Rolle am Produktionsrahmen von Lebensmittel tierischer Herkunft in Deutschland wider. Auch wenn man nach den Ergebnissen davon ausgehen kann, dass bei diesen Erzeugnissen von einem Rückstandsproblem nicht gesprochen werden kann, sei auf die beiden Funde an Chloramphenicol in Milch und die Antibiotikafunde in Honig (Sulfadimidin und Streptomycin) hingewiesen. Es handelt sich um den Nachweis einer generell verbotenen (Chloramphenicol) bzw. von für diese Tierart (Biene) nicht zugelassenen Substanzen.

Tabelle 2/10: Ergebnisse der Untersuchungen nach dem Nationalen Rückstandskontrollplan in Deutschland, andere Tierarten und tierische Erzeugnisse summiert über die Jahre 1999 - 2001

Substanzgruppen	Geflügel		Aquakulturen		Milch		Eier		Kaninchen		Wild		Honig	
	U.*	Pos.**	U.*	Pos.**	U.*	Pos.**	U.*	Pos.**	U.*	Pos.**	U.*	Pos.**	U.*	Pos.**
Stilbene	247	-	66	-	0	-	0	-	1	-	10	-	0	-
Thyreostatika	350	-	0	-	0	-	7	-	0	-	8	-	0	-
Stoffe mit hormoneller Wirkung	788	-	65	-	0	-	0	-	1	-	13	-	0	-
β-Agonisten	2872	-	2	-	2	-	0	-	3	-	20	-	0	-
Nicht zugelassene Substanzen [Anhang IV VO (EWG) 2377/90]	3926	4 (CAP s.u.)	152	-	3854	2 (CAP s.u.)	462	-	14	-	17	-	15	-
davon Nitroimidazole	-	-	5	-	97	-	376	-	1	-	1	-	0	-
Hemmstoffe (DPT) ***	242	-	486	5	0	-	1	-	239	8	23	-	2	-
Sulfonamide	849	-	16	-	1264	-	12	-	3	-	7	-	314	2
Tetracycline	1633	7	39	-	816	-	249	-	3	-	8	-	236	-
Penicilline	434	-	36	-	1769	2	2	-	2	-	2	-	0	-
Chinolone	1697	2	97	-	261	-	594	-	6	-	6	-	0	-
Chloramphenicol (CAP)	2392	4 (s.o.)	73	-	3762	2 (s.o.)	4	-	381	-	603	-	0	-
Nitroimidazole (bei Geflügel incl. Kokzidiostatika)	3316	1	5	-	97	-	376	-	1	-	1	-	0	-
Anthelmintika	279	-	92	-	3292	-	5	-	6	-	120	-	13	-
Nichtsteroidale Entzündungshemmer	152	-	0	-	3242	-	3	-	1	-	7	-	0	-
Sonstige Stoffe mit pharmakologischer Wirkung	43	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	122	-
Organochlor-Verbindungen incl. PCBs	602	2	177	-	664	-	556	4	8	-	246	13	263	-
Organische Phosphorverbindungen	37	-	11	-	148	-	121	-	2	-	33	-	243	-
Schwermetalle	319	1	125	-	101	-	171	-	7	-	209	2	147	-

- = keine positiven Befunde

* U. = Anzahl der Untersuchungen

** Pos. = Positive Befunde (Höchstmengen-, Beurteilungswert- oder Richtwertüberschreitungen bzw. Rückstandsabweis bei verbotenen oder nicht zugelassenen Stoffen)

*** Hemmstoffe: Untersuchungen mittels Dreiplattentest (DPT)

2.3.3 Untersuchungen der amtlichen Lebensmittelüberwachung (LMÜ)

In Ergänzung zu der vorgehend beschriebenen Probeentnahme in den Beständen und Schlachtstätten (s. 2.3.2) führt die amtliche Lebensmittelüberwachung vielfältige Kontrollen auf den Handelsstufen durch. Das Prinzip der gegenseitigen Anerkennung von Kontrollmaßnahmen zwischen Handelspartnern und die Zusicherung von Eigenschaften durch Genusstauglichkeitsbescheinigungen als Basis für die Globalisierung des Handels bedarf, wie die Erfahrung zeigt, gleichwohl einer stichprobeweisen Kontrolle zur Sicherstellung des gesundheitlichen und wirtschaftlichen Verbraucherschutzes.

Flexible Untersuchungsprogramme sind in der Lage, im Fall einer akuten Belastung oder eines Verdachts sowohl die Quellen als auch das Gefährdungspotential zu ermitteln und eine verlässliche Grundlage für angemessene Reaktionen - beispielsweise auch in Form von vorübergehenden Handelsrestriktionen - zu geben. Diese können z.B. in Form von sogenannten Schutzklauselverfahren erfolgen, in denen importwilligen Staaten Auflagen hinsichtlich durchzuführender Nachweise und Untersuchungen gemacht werden. Das Spektrum reicht von einer erhöhten Kontrollfrequenz über die Kontrolle jeder Warensendung bis zu einem (befristeten) Importverbot bis die Voraussetzungen der Sicherstellung der EU-Anforderungen vorliegen. Dies wird ggf. kurzfristig durch Kontrollen der EU-Kommission im Herkunftsland sichergestellt.

Die nachfolgende Aufstellung fasst exemplarisch (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) einige Beispiele, die in Form von sogenannten „Lebensmittelskandalen“ in den Jahren 2001 bis 2003 von sich reden gemacht haben, zusammen.

Tabelle 2/11: Nachweise von unzulässigen Gehalten an pharmakologisch wirksamen Substanzen

Substanz	nachgewiesen in...	Ursprungsland
Chloramphenicol	Gelee Royal Joghurt Milchpulver Garnelen Butter Wels, Flussbarsch	Thailand, Bulgarien, Türkei, Australien Litauen Ukraine Vietnam, China, Myanmar, Pakistan Lettland Vietnam
Nitrofurane (Metaboliten)	Geflügelfleisch Eiprodukte Süßwassergarnelen Stechrochen	Portugal, Brasilien, Thailand Indien, Mexiko, USA Indien, Bangladesh, Malaysia, Thailand, Indonesien, Vietnam Thailand
Sulfathiazol	(Blüten-) Honig	Bulgarien, Litauen
Sulfadimethoxin	Honig Wachteleier	Litauen, USA Frankreich
Tetracycline	Honig	Bulgarien, Rumänien, Kanada
Streptomycin	Honig	Indien, USA, Rumänien
Malachitgrün	Lachs	Chile
Ciprofloxacin	Surimi	Südkorea

Die Darstellung von Probenzahlen erscheint in diesem Zusammenhang als nicht sinnvoll, da es sich nicht um repräsentative Untersuchungen handelt, sondern als Folge von Einzelfunden teilweise Verfolgsuntersuchungen in größerem Umfang zur Abklärung der Vertriebswege angestrengt werden mussten.

Die Art und Weise, wie Stoffe mit pharmakologischer Wirkung bei der Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft weltweit eingesetzt werden, muss als besorgniserregend eingestuft werden. In der Europäischen Union (EU) grundsätzlich verbotene Substanzen tauchen dabei auch in Lebensmitteln auf, in denen sie selbst zu den Zeiten, als sie in der EU (noch) zugelassen waren, niemals zu finden waren. Dies stellt - besonders in Anbetracht der knappen Ressourcen - ein erhebliches Problem bei der zielgerichteten Suche der Überwachungsbehörden dar. Auch wenn auf Grund des Substanzspektrums und der untersuchten Produkte (z.B. Honig) auf den ersten Blick Parallelen zu den Ergebnissen des Nationalen Rückstandskontrollplanes denkbar erscheinen, trifft dies nicht zu, da es sich national zumeist um Nachweise in geringsten Konzentrationsbereichen handelt, importierte Ware wies jedoch deutlich höhere Rückstandsgehalte auf.

2.3.4 Beurteilung und Empfehlungen

Angesichts der Ergebnisse aus dem Berichtszeitraum 1999 bis 2001 kann der Verbraucher in Deutschland davon ausgehen, dass Lebensmittel tierischer Herkunft ohne gesundheitsgefährdende Rückstände in den Markt gebracht werden. Der gesundheitliche Verbraucherschutz bleibt auch insofern gewahrt, als dass keine akute Gefährdung entstanden ist.

Gleichwohl zeigen die vereinzelt gefundenen Funde von Chloramphenicol, dass allein ein Verbot einer Substanz ohne Nachkontrolle kein Garant für die Rückstandsfreiheit von Lebensmitteln sein kann. Die Anwendung von Antibiotika kann weiterhin reduziert werden. Auf einen streng indikationsbezogenen Einsatz und korrekte Einhaltung der Wartezeiten muss hingewirkt werden. Inwiefern der missbräuchliche Einsatz von Nitrofuranverbindungen ähnlich wie im internationalen Maßstab eine Rolle spielt, bleibt zu ermitteln. Die erheblichen Verbesserungen auf dem Gebiet der analytischen Kompetenzen der Laboratorien, die die Aufdeckung des weltweiten Missbrauchs von Stoffen mit pharmakologischer Wirkung erst möglich gemacht haben, werden zukünftig eine noch wirksamere Kontrolle bewirken.

2.4 Schimmelpilzgifte (Mykotoxine) in Lebensmitteln¹⁴

2.4.1 Einleitung

Mykotoxine sind Stoffwechselprodukte der Schimmelpilzgattungen *Aspergillus*, *Penicillium* oder der Fusarien und gelegentlich auch von *Alternaria* oder *Claviceps*. Für Mykotoxin-produzierende Pilze sind diese neben den primären Stoffwechselprodukten (Proteine, Kohlenhydrate, Lipide und Nukleinsäure) vorkommenden Stoffe aus toxikologischen Gründen von zentraler Bedeutung. Sie schirmen das Terrain der Pilze ab, bekämpfen wirkungsvoll Nahrungskonkurrenten und sichern so ihr Überleben.

¹⁴ Bearbeiter: Otteneider, Herbert; Majerus, Paul

Unter Laborbedingungen konnten 300 Mykotoxine in Reinkultur erzeugt und chemisch charakterisiert werden. Hierunter sind 20 Verbindungen, von denen man weiß, dass sie in Lebensmitteln vorkommen und damit für die Lebensmittelsicherheit grundsätzlich Bedeutung haben können. Diese Gruppe von 20 Verbindungen lässt sich auf 6 Stoffe bzw. Stoffgruppen eingrenzen, die nach derzeitigem Wissensstand in Lebensmitteln häufig und in nennenswerten Konzentrationen auftreten und damit für den Verbraucherschutz relevant sind. Hierzu gehören die Aflatoxine B₁, B₂, G₁, G₂, M₁ und M₂, Ochratoxin A, die Fumonisine B₁, B₂ und B₃, Zearalenon (ZEA), Deoxynivalenol (DON) und Patulin. Die genannten Verbindungen sind auf Grund ihrer toxikologischen Bedeutung in Lebensmitteln grundsätzlich unerwünscht.

Mykotoxinkontaminationen sind nachhaltig. So haben sich beispielsweise die Befallsraten bei Mandeln mit Aflatoxinen im Laufe der vergangenen Jahre nicht wesentlich geändert (12).

2.4.2 Rechtliche Regelungen

Für Aflatoxine und Ochratoxin A gelten EU-weite Höchstmengen (13). Danach sind für Erdnüsse, Schalenfrüchte und getrocknete Früchte, die zum unmittelbaren Verzehr bestimmt sind, für Aflatoxin B₁ 2 µg/kg und für die Summe der Aflatoxine B₁, B₂, G₁ und G₂ 4 µg/kg festgelegt. Werden die genannten Lebensmittel vor Verzehr oder Verwendung einer Sortierung oder einem physikalischen Verfahren unterzogen, gilt für Schalen- und Trockenfrüchte sowie für Erdnüsse eine Höchstmenge von 5 µg/kg Aflatoxin B₁ und 10 µg/kg Gesamtaflatoxine. Die selben Höchstmengen gelten auch bei Getreide. Für die häufig kontaminierten Gewürze Cayenne, Paprika, Pfeffer, Muskatnuss, Ingwer und Gelbwurz sind jeweils 5 und 10 µg/kg Aflatoxin B₁ bzw. Gesamtaflatoxine erstmals mit Wirkung ab April 2002 festgesetzt worden. Für Milch gilt EU-weit eine Höchstmenge von 0,05 µg/kg bei Aflatoxin M₁.

Auf nationaler Ebene bestehen Aflatoxinhöchstmengen von 2 bzw. 4 µg/kg auch für die nicht vom EG-Recht erfassten Produkte, d.h. für alle Lebensmittel (14). Darüber hinaus ist dort festgelegt, dass Enzyme und Enzymzubereitungen, die zur Herstellung von Lebensmitteln verwendet werden, maximal 0,05 µg/kg Aflatoxine enthalten dürfen. Diätetische Lebensmittel für Säuglinge oder Kleinkinder müssen national den besonders strengen Anforderungen der DiätVO genügen, wonach ihr Gehalt an Aflatoxin B₁, B₂, G₁ und G₂ einzeln oder insgesamt den Wert von 0,05 µg/kg und von M₁ den Wert von 0,01 µg/kg jeweils bezogen auf das verzehrsfähige Produkt nicht überschreiten dürfen (15).

Für Ochratoxin A wurden erstmals Anfang 2002 Höchstmengen erlassen (16). Höchstmengen für Getreide und Getreideerzeugnisse zum direkten Verzehr sind 3 µg/kg und für ungemahlenes Getreide 5 µg/kg, getrocknete Weintrauben dürfen maximal 10 µg/kg enthalten. Mit dieser Regelung wird einerseits die Forderung des wissenschaftlichen Lebensmittelausschusses der Europäischen Kommission (SCF) von 1998¹⁵ berücksichtigt, die Ochratoxin A-Exposition vorsichtshalber so weit wie möglich zu verringern und andererseits anerkannt, dass es mit dem gegenwärtigen wissenschaftlich-technischen Kenntnisstand und trotz der Verbesserung der Erzeugungs- und Lagertechniken unmöglich

¹⁵ Scientific Committee on Food (EC, SCF, DG XXIV), Opinion of the Scientific Committee on Food on Ochratoxin A (expressed on 17. September 1998)

ist, das Auftreten von Schimmelpilzen ganz zu verhindern. Es wurden daher Höchstgehalte festgesetzt, die so niedrig sind, wie sie vernünftigerweise eingehalten werden können, wie das Beispiel der getrockneten Weintrauben¹⁶ zeigt.

Mykotoxine sind in festen Lebensmitteln nicht homogen verteilt, da ihre Bildung von den sich nestartig ausbreitenden Pilzmyzelien ausgeht. Um die mittlere Belastung einer Partie zu erfassen, müssen deshalb möglichst viele Einzelproben entnommen, anschließend gemischt und homogenisiert und daran die analytische Bestimmung vorgenommen werden. Dabei hängt das Ergebnis von der Zahl und der Größe der Einzelproben ab. Voraussetzung für die Überwachung der Höchstmengen und den einheitlichen Vollzug ist daher eine standardisierte Analytik und vor allem eine Übereinkunft zum Verfahren der Probenentnahme. Letztere ist EU-weit in der Richtlinie Probennahme für die Untersuchung von Lebensmitteln auf Aflatoxine (17) verbindlich festgelegt. Abhängig von der Partiegröße sind dabei zwischen 10 und 100 Einzelproben von je 300 bzw. 100 g zu entnehmen. Weiterhin müssen die Verfahrenskennzahlen, Wiederfindung und Vergleichbarkeit der angewendeten Analysenverfahren bestimmten Mindestanforderungen genügen. In analoger Weise sind auch die Bedingungen der Probennahme und der Analytik bei der Überwachung der Ochratoxin A-Werte mittels Kommissionsrichtlinie (18) definiert.

2.4.3 Vorkommen von Mykotoxinen in Lebensmitteln

Mykotoxine können auf landwirtschaftlichen Erzeugnissen bereits vor der Ernte gebildet werden und ihre Gehalte können sich unter bestimmten Bedingungen von da an weiter erhöhen. So können z.B. Aflatoxine bereits auf dem Feld festgestellt werden und während der Nacherntebehandlung deutlich zunehmen. Es sind aber auch Kontaminationen beim gelagerten Produkt möglich. Da die Möglichkeiten, natürliche Mykotoxinkontaminationen zu erkennen und zu verhindern, begrenzt sind, kann es auch keine absolute Gewähr für mykotoxinfreie Lebensmittel geben.

Die nachfolgenden Daten zum Vorkommen von Mykotoxinen in Lebensmitteln wurden in der Mehrzahl von den in der amtlichen Lebensmittelüberwachung tätigen Laboratorien in Deutschland erhoben. Diese Untersuchungen resultieren einerseits aus der Pflicht zur Überwachung bestehender Höchstmengen. Andererseits dienen sie dazu, Erkenntnisse zum Vorkommen und zur Höhe der Belastung zu erhalten, sie in Relation zur bestehenden toxikologischen Bewertung zu setzen und daraus das Erfordernis für weitere Höchstmengenregelungen abzuleiten. Konkrete Aufträge, derartige Untersuchungen durchzuführen, sind unmittelbar aus Art. 5 Abs. 2a der EG-Kontaminantenverordnung (16) abzuleiten.

2.4.3.1 Aflatoxine

Aflatoxine können von den 4 *Aspergillus*-arten *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius* und *A. pseudotamarii* gebildet werden. Hauptkomponenten sind AB₁, AB₂, AG₁ und AG₂, die nach ihren fluoreszierenden Eigenschaften als „blue“ (= B₁/B₂) und „green“ (= G₁/G₂) bezeichnet wurden. Die Aflatoxine M₁ und M₂ wurden aus Milch isoliert. Es handelt sich um Metaboliten von AB₁ und AG₁, die bei Aufnahme von aflatoxinhaltigem Futter gebildet werden. Der Übergang in die Milch variiert zwischen 1 % bis 3 %.

¹⁶ In der Höchstmengen-Verordnung zählen zu den getrockneten Weintrauben Rosinen, Sultaninen, Korinthen.

Aflatoxine, insbesondere Aflatoxin B₁, sind genotoxische, karzinogene Stoffe. Epidemiologisch konnte der Zusammenhang zwischen Aufnahme stark aflatoxinhaltiger Nahrung und dem erhöhten Auftreten von Leberkrebs nachgewiesen werden (19). Ein hohes Risiko für Aflatoxinkontaminationen haben Erdnüsse, Mais, Paranüsse, Pistazien, Gewürze und Feigen. Weniger häufig können Aflatoxine in Mandeln, Walnüssen und Rosinen auftreten. Sojabohnen, Weizen, Roggen, Hafer und Reis sind dagegen selten belastet.

Tabelle 2/12: Aflatoxin B₁-Gehalte in Lebensmitteln, Daten der amtlichen Lebensmittelüberwachung (1998 - 2002) (41)

Waren-code	Lebensmittel	Zahl der Proben	% positiv	Bereich (µg/kg) min - max	% > Höchstmenge	Mittelwert* (µg/kg)
2305	Schalenobst, u.a. Paranüsse, Pistazien, Mandeln, Haselnüsse, Erdnüsse	4044	22	< 0,01 - 1270	6	9,9
53	Gewürze, u.a. Paprika, Chillies, Muskatnuss	2213	42	< 0,01 - 156	10	5,0
42	Speiseeis, Halberzeugnisse aus Pistazienpaste	737	41	< 0,01 - 415	8	4,6
52	Würzmittel, u.a. Curry	512	31	< 0,01 - 80	4	2,5
30	Trockenfrüchte, u.a. Feigen	583	24	< 0,01 - 109	5	2,4
2304	Ölsaaten, u.a. Sonnenblumenkerne	310	4	< 0,04 - 4,4	1	1,3
14	Suppen	36	6	< 0,1 - 1,5	0	0,95
40	Brotaufstriche, u.a. Erdnusscreme	566	19	< 0,04 - 24	1	0,65
47	Tee	47	21	< 0,01 - 2,0	0	0,64
20	Mayonnaise, Fertigsalat	3	33	< 0,1 - 0,50	0	0,5
43	Süßwaren, u.a. Halwa ¹⁷ , Marzipan	358	18	< 0,01 - 12,8	0,5	0,42
16	Getreideprodukte, u.a. Maismehl, Maisgrieß	324	9	< 0,04 - 3,7	0	0,4
84	Kosmetika	13	8	< 0,1 - 0,4	0	0,4
49	Diätetische Lebensmittel	61	20	< 0,025 - 1,7	0	0,33
17	Brot	218	9	< 0,04 - 1,5	0	0,3
45	Kakao	36	61	< 0,04 - 0,5	0	0,26
44	Schokoladen-Erzeugnisse	185	26	< 0,04 - 1,7	0	0,24
15	Getreide, u.a. Reis	156	7	< 0,04 - 6,4	0,6	0,22
18	Feine Backwaren	227	30	< 0,04 - 8,8	1	0,2
2301	Linsen, Bohnen, Erbsen	147	3	< 0,01 - 0,27	0	0,16
13	Speiseöl	17	6	< 0,1 - 0,10	0	0,1
48	Säuglings- und Kleinkindernahrung	387	3	< 0,005 - 0,13	0,2	0,003
21+22	Pudding und Teigwaren	18	0	0	0	0
24-28	Snacks, Gemüse- und Pilzerzeugnisse	12	0	0	0	0
31	Fruchtsaft	1	0	0	0	0
50+51	Fertiggerichte und Ergänzungsnahrung	10	0	0	0	0

* Mittelwert der positiven Proben

¹⁷ Halwa: orientalische Süßigkeit, bestehend aus einer flockigen Mischung von zerstoßenem Sesamsamen u. Honig oder Sirup

Die Tabelle 2/12 (s.S. 145) zeigt die Untersuchungsergebnisse der Laboratorien der amtlichen Lebensmittelüberwachung in Deutschland für insgesamt 11 221 Proben, die im Zeitraum von 1998 bis 2002 untersucht wurden. Mit einer Quote von 6 % Höchstmengen-Überschreitungen, einem Mittelwert der positiven Proben von 9,9 µg/kg und einer Kontaminationsrate von 22 % ist Schalenobst (Pistazien, Paranüsse, Mandeln, Haselnüsse und Erdnüsse) das am stärksten belastete Segment des Warenkorbs. Als weitere Risikogruppe für eine erhöhte Aflatoxinbelastung sind die Gewürze mit einem Mittelwert von 5,0 µg/kg anzusehen, 42 % positiven Proben und 10 % Höchstmengen-Überschreitungen. Seit Jahren werden auch überhöhte Aflatoxinbelastungen bei Trockenfrüchten, insbesondere Feigen, beobachtet. Die erhöhten Aflatoxingehalte in Pistazienpaste zur Speiseeisherstellung sind zweifellos auf den Zustand der Rohware zurückzuführen. Dieses Kontaminationsmuster ist in Bezug auf die betroffenen Warengruppen wie auch von der Belastungshäufigkeit und -stärke seit 1996 unverändert (83).

2.4.3.2 Ochratoxin A (OTA)

OTA ist ein nierentoxisches und nierenkanzerogenes Mykotoxin. Es wird in der gemäßigten Klimazone von *Penicillium verrucosum* und in Gebieten mit warmem und mit tropischem Klima von einer Reihe von Aspergillusarten gebildet (20). OTA tritt vorwiegend in Getreide und Getreideprodukten auf, aber auch in einer Vielzahl anderer Lebensmittel. Die umfassendste Erhebung dazu wurde in einem vom Bundesministerium für Gesundheit (BMG) geförderten Projekt erstellt (21, 22). Sie umfasste ca. 7 000 Lebensmittelproben. Die nachfolgende Graphik (Abb. 2/1, S. 148) aus dieser Studie zeigt, dass Getreideerzeugnisse primär belastet sein können. Dementsprechend tragen Brot zu ca. einem Drittel, sonstige Getreideprodukte zu ca. einem Viertel und Kaffee zu ca. einem Sechstel zur Gesamtaufnahme an OTA bei.

In Lebensmitteln tierischen Ursprungs kann ebenfalls OTA auftreten, verursacht durch OTA-haltiges Futter. Geflügel, Rindfleisch und Milch enthalten dagegen keine nachweisbaren OTA-Konzentrationen. Die Studie ergab weiterhin eine mittlere OTA-Aufnahme für die Bevölkerung in Deutschland von 0,5 ng/kg Körpergewicht [KG], womit unter Einbezug der festgestellten Schwankungen der PTDI-Wert¹⁸ zwischen 9 % und 31 % ausgeschöpft wird. Sie war maßgebend dafür, dass für Getreide und Getreideprodukte eine Höchstmenge von 5 bzw. 3 µg/kg festgesetzt wurde (16), um damit die Aufnahme von OTA abzusenken.

Neben der Studie des BMG zur Ochratoxinaufnahme wurden auch umfangreiche Monitoring-Untersuchungen des gesamten Lebensmittel-Warenkorbs von den Laboratorien der amtlichen Lebensmittelüberwachung durchgeführt. Die Tabelle 2/13 weist die von ihnen in den Jahren 1998 bis 2002 durchgeführten Untersuchungen an insgesamt 9 173 Proben aus. Getreide, Schalenobst und insbesondere Trockenobst haben danach hohe Ochratoxin A-Gehalte. Die Mittelwerte für die einzelnen Warengruppen liegen zwischen 0,1 und 2,8 µg/kg, mit Kontaminationsraten zwischen 0 % bis 100 %. Gewürze sind am häufigsten belastet und weisen im Mittel Gehalte von 2,8 µg/kg auf. Im Vergleich zu den von der amtlichen Lebensmittelüberwachung 1990 bis 1992 erhobenen Daten (83) hat sich das Bild in Bezug auf die Kontaminationsraten, die zum genannten Zeitraum bei Getreide 4 % betrug, um das Fünffache auf nunmehr 20 % erhöht. Diese Veränderung wird jedoch vor allem der verbesserten Analytik und den erhöhten Probenzahlen zuzuschreiben sein. Neu sind die Erkenntnisse zur äußerst hohen Ochratoxin A-Belastung von Süßholz, Lakritze und daraus hergestellten Erzeugnissen. Sie nehmen eine Sonderstellung ein (23).

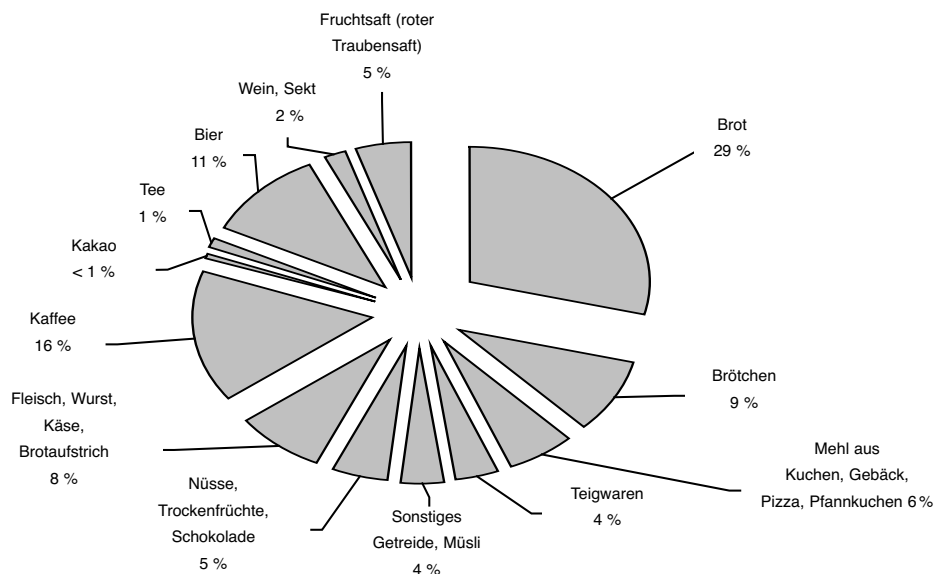
¹⁸ Provisional Tolerable Daily Intake

Tabelle 2/13: OTA-Gehalte in Lebensmitteln, Daten der amtlichen Lebensmittelüberwachung (1998 - 2002) (41)

Waren-code	Lebensmittel	Zahl der Proben	% positiv	Bereich (µg/kg) min - max	Mittelwert* (µg/kg)
53	Gewürze, u.a. Paprika, Pfeffer und Muskatnuss	464	50	< 0,07 - 64,3	2,8
2305	Schalenobst	215	13	< 0,04 - 22	2,7
36	Bier, Malz und Hopfenpellets	414	29	< 0,005 - 37	2,3
30	Trockenfrüchte, u.a. Sultaninen	323	35	< 0,05 - 62,9	2,0
42	Speiseeis und Halberzeugnisse	14	14	< 1 - 2,5	2,0
52	Würzmittel, u.a. Balsamessig, Curry und Ketchup	166	61	< 0,02 - 14,6	1,6
14	Suppen	10	90	< 0,1 - 7	1,3
43	Süßwaren ohne Lakritze	38	11	< 0,05 - 2,1	1,15
2304	Ölsaaten, u.a. Sonnenblumenkerne, Sesam	74	11	< 0,1 - 5,1	1,04
15	Getreide, u.a. Weizen und Roggen	1200	20	< 0,1 - 20,9	0,99
16	Getreideprodukte, u.a. Mehle, Grieß und Kleie	1115	29	< 0,01 - 22,8	0,91
46	Kaffee und -erzeugnisse	625	41	< 0,05 - 10,4	0,91
18	Feine Backwaren	219	9	< 0,1 - 3	0,77
34	Erzeugnisse aus Wein	213	80	< 0,01 - 5,6	0,76
17	Brot	249	15	< 0,1 - 1,89	0,72
49	Heilnahrung	55	5	< 0,05 - 0,9	0,54
45	Kakao und -erzeugnisse	143	48	< 0,05 - 3,8	0,47
22	Teigwaren	271	38	< 0,05 - 1,8	0,4
48	Säuglingsnahrung	581	8	< 0,04 - 3,44	0,38
50	Fertiggerichte	2	100	< 0,1 - 0,59	0,38
31	Fruchtsäfte, u.a. Traubensaft	538	56	< 0,01 - 9,5	0,35
40	Brotaufstriche	22	14	< 0,05 - 0,6	0,33
2301	Hülsenfrüchte, u.a. Linsen und Soja	163	13	< 0,1 - <1,5	0,31
26	Gemüseerzeugnisse, u.a. Tomatenmark	144	20	< 0,04 - 0,7	0,28
08	Rotwürste / Blutwürste	137	59	< 0,01 - 2,3	0,22
33	Weine und Traubenmoste	1140	29	< 0,01 - 3,12	0,15
44	Schokoladenwaren	141	13	< 0,05 - 1,1	0,13
35	Weinähnliche Getränke sowie deren Weiterverarbeitungserzeugnisse	32	6	< 0,02 - 0,04	< 0,03
13	Speiseöl	2	0	0	0
21	Pudding	2	0	0	0
37	Spirituosen	6	0	0	0
54	Süßholz	46	28	< 0,1 - 65,8	16,7
47	Tee und teeähnliche Erzeugnisse u.a. mit Lakritz	173	43	< 0,05 - 84,3	8,3
4308	Lakritz und -erzeugnisse	236	79	< 0,05 - 26,6	1,5

* Mittelwert der positiven Proben

Abbildung 2/1: Ochratoxin A-Aufnahme durch einzelne Lebensmittel (21, 22)



Erstmals nachgewiesen wurden geringe OTA-Gehalte 1995 auch in Wein (24). Eine weitere Differenzierung zeigte, dass die dort auftretenden Gehalte von der Weinart und der Herkunft abhängen (25, 26).

Tabelle 2/14: OTA-Gehalte in verschiedenen Weinarten (25)

	Probenzahl	positiv %	Bereich (µg/l) min** - max	Median * (µg/l)
weiß	90	20	<0,01 - 1,36	<0,01
rosé	63	37	<0,01 - 2,38	<0,01
rot	303	52	<0,01 - 7,0	0,02

* mittels statistischer Prozessanalyse graphisch ermittelt (84)

** entspricht der Nachweisgrenze

Umfangreiche Monitoring-Untersuchungen der amtlichen Laboratorien in Deutschland zeigen anhand der Medianwerte einen spürbaren Rückgang der Ochratoxin A-Belastung in Kaffee im Vergleich zu einer Datenerhebung 1995 bis 1999 und 2000 bis 2002 (s. Tab. 2/15). Offensichtlich haben die von den Kaffeeröstern in den Erzeugerländern initiierten Hygienemaßnahmen Wirkung gezeigt (98).

Tabelle 2/15: OTA-Gehalte in Kaffeeerzeugnissen, bundesweite Daten 2000-2002 im Vergleich zu 1995 - 1999 (Staatliche Untersuchungsinstitute) (41, 97, 98)

Warengruppe / Untersuchungs-zeitraum	Zahl der Proben	n > BG*	% positiv	Bereich (µg/kg) min - max	Mittelwert (µg/kg)	Median graphisch** (µg/kg)
<i>Rohkaffee</i>						
1995-1999	84	22	26,2	<0,2 - 24,5	1,29	0,43
2000-2002	151	55	36,4	<0,15 - 64,2	1,46	0,17
<i>Röstkaffee</i>						
1995-1999	435	191	43,9	<0,06 - 12,1	0,98	0,57
2000-2002	227	87	38,3	<0,05 - 7,4	0,66	0,21
<i>Röstkaffee, behandelt¹⁹</i>						
1995-1999	72	26	36,1	<0,15 - 2,7	0,53	0,36
2000-2002	89	41	46,1	<0,02 - 6,5	0,79	0,21
<i>Kaffeeextrakt</i>						
1995-1999	41	29	70,7	<0,24 - 4,8	1,01	0,71
2000-2002	124	73	58,1	<0,12 - 7,3	1,00	0,26

* Werte größer als Bestimmungsgrenze

** mittels statistischer Prozessanalyse graphisch ermittelt (84)

2.4.3.3 Deoxynivalenol (DON)

DON gehört in Mitteleuropa zu den in Getreide am häufigsten nachgewiesenen Fusarientoxinen. Hauptwirkungen von DON sind eine allgemein toxische Wirkung²⁰ und Immuntoxizität. Die NOEL-Werte²¹ für DON werden zwischen 0,04 bis 0,375 mg/kg KG/Tag beziffert. Der Wissenschaftliche Lebensmittelausschuss der Europäischen Kommission (SCF)²² leitet aus einem NOEL-Wert von 0,1 mg/kg KG/Tag (Maus) unter Anwendung des Sicherheitsfaktors 100 einen vorläufigen TDI-Wert (t-TDI)²³ von 1 µg/kg KG ab (27). Erste systematische Untersuchungen 1999 an 131 Handelsproben Mehl aus verschiedenen Getreidearten ergab Kontaminationshäufigkeiten von 65 % bis 91 %. Mit den im Mittel zwischen 200 bis 300 µg/kg liegenden Gehalten wurde bei einem täglichen Verzehr von 200 g bis 300 g der t-TDI-Wert von 1 µg/kg KG erreicht (28).

Als Leitlinie für die Europäische Union empfahl der Wissenschaftliche Lebensmittelausschuss (SCF) ein „action limit“ für DON von 500 µg/kg bei Getreideerzeugnissen und Teigwaren (29). Das Verbraucherschutzministerium hat die Mykotoxinverordnung zum 21.06.2004 neu gefasst. Für Getreidekörner zum direkten Verzehr wurde der SCF-Wert von 500 µg/kg übernommen, für Brot und Backwaren wurden 350 µg/kg und für Kleinkindernahrung 100 µg/kg als Höchstmenge festgesetzt.

¹⁹ entcoffeinierte und säurearme Kaffees

²⁰ DON kann zu Darmbeschwerden sowie Erbrechen führen und ist immunsuppressiv.

²¹ NOEL: no observed adverse effect level

²² Scientific Committee on Food

²³ t-TDI: temporary tolerable daily intake

Die von der Überwachung erstmals systematisch erhobenen Daten sind in der Tabelle 2/16 zusammengestellt. Für insgesamt 2 226 Proben der relevanten Erntegüter Getreide und Erzeugnisse aus Getreide sowie Teigwaren (Warencodes 15-18, 22) ist eine durchschnittlich hohe Kontaminationsrate von 61 % zu verzeichnen, wobei die Werte extremen Schwankungen unterliegen. Es besteht die Erwartung, dass durch eine gezielte Auswahl der Rohprodukte die mittlere Belastung gesenkt werden kann.

Tabelle 2/16: DON-Gehalte in verschiedenen Lebensmitteln, Daten der amtlichen Lebensmittelüberwachung (1998 - 2002) (41)

Warencode	Lebensmittel	Zahl der Proben	% positiv	Bereich (µg/kg) min - max	Mittelwert* (µg/kg)
15	Getreide, u.a. Weizen und Roggen	571	54	< 5 - 2180	42
16	Getreideprodukte, u.a. Mehl, Grieß und Kleie	1148	70	< 7 - 2767	147
17	Brot, Gebäck	133	70	< 10 - 550	23
18	Feine Backwaren	60	37	< 10 - 190	89
21	Pudding	6	33	< 50 - 70	65
22	Teigwaren	314	72	< 10 - 3700	136
48	Säuglings- und Kleinkindernahrung	558	41	< 1 - 1452	40
14	Suppen	7	57	< 50 - 300	202
23	Leinsamen	4	0	0	0
24	Kartoffeln	26	100	< 10 - 222	48
25	Tomaten	3	67	< 10 - 46	30
26	Gemüsesaft	3	67	< 10 - 280	161
30	Sultaninen	2	50	< 10 - 88	88
36	Bier und Malz	215	56	< 1 - 288	0,2
40+41	Brotaufstrich und Konfitüre	6	0	0	0
42	Speiseeis und Halberzeugnisse	25	20	< 50 - 95	44
43	Süßwaren	17	41	< 50 - 240	38
44	Schokolade	33	55	< 50 - 180	88
45	Kakao	10	80	< 50 - 136	103
46	Malzkaffee	1	100	242	242
49	Diätnahrung	22	59	< 10 - 451	174
50	Fertiggerichte	8	50	< 10 - 210	152
51	Ballaststofftabletten	1	100	< 10 - 91	91
52	Würzen	3	67	< 10 - 245	142
53	Gewürze	8	38	< 50 - 180	123

* Mittelwert der positiven Proben

2.4.3.4 Fumonisine

Fumonisine wurden 1988 (30) aus *Fusarium verticilloides* (älteres Synonym: *F. moniliforme*) isoliert und charakterisiert. Die wichtigsten Einzelsubstanzen sind Fumonisin B₁ (FB₁), Fumonisin B₂ (FB₂) sowie die hydrolisierten, nur in verarbeiteten Lebensmitteln auftretenden Fumonisine HFB₁ und HFB₂. Es handelt sich um eine bevorzugt auf Mais wachsende Schimmelpilzart. Dementsprechend sind Gehalte vorwiegend bei Mais und Maisprodukten nachgewiesen worden. Bei verschiedenen Tierspezies wurden bisher neuro-, hepato- und pneumotoxische sowie kanzerogene Eigenschaften festgestellt. Beim Menschen wird ein möglicher Zusammenhang zwischen einer chronischen Fumonisinaufnahme mit der

Nahrung und erhöhter Speiseröhrenkrebs-Rate (31) diskutiert und neuere Untersuchungen weisen auf einen möglichen Risikofaktor für primären Leberzellkrebs hin (32). Bereits 1993 hat die IARC²⁴ Fumonisin B₁ als „possibly carcinogenic to humans (Group 2B)“ klassifiziert (92).

Der Wissenschaftliche Lebensmittelausschuss der Europäischen Kommission (SCF) hat in seinem Beschluss vom 17. Oktober 2000 einen TDI Wert von 2 µg/kg KG für FB₁ festgelegt (33). Hieraus wurde unter Berücksichtigung der Kanzerogenität, der hohen Unsicherheit wegen stark spezie- und geschlechtsspezifischer Unterschiede sowie des unbekannten Wirkungsprinzips ein TDI-Wert von 0,8 µg/kg KG errechnet (34).

Im Rahmen eines vom BMG finanzierten Forschungsprojektes „Fumonisin-Aufnahme des deutschen Verbrauchers“ wurden verschiedene Lebensmittel, u.a. mehrere Sorten Kleinkindernahrung, auf Fumonisine untersucht. Danach wiesen Proben von Produkten mit der Hauptkomponente Maismehl mehrheitlich Fumonisine zwischen 100 bis 500 µg/kg auf.

Das BMG empfahl den Herstellern, bei Produkten, die als eine der Hauptkomponenten Maismehl enthalten, durch sorgfältige Auswahl und Kontrolle der Rohstoffe die Belastung des Endprodukts zu reduzieren. Insbesondere bei Säuglings- und Kleinkindernahrung sollten die Gehalte so gering wie möglich gehalten werden (35). Höchstwerte für Lebensmittel auf Maisbasis sind mit 500 µg/kg und für Säuglings- und Kleinkindernahrung mit 100 µg/kg in der Diskussion.

Tabelle 2/17: Fumonisine in Lebensmitteln, Daten der amtlichen Lebensmittelüberwachung (1998 - 2002) (41)

Warencode	Lebensmittel	Zahl der Proben	% positiv	Bereich (µg/kg) min - max	Mittelwert* (µg/kg)
16	Maisprodukte	501	44	<4 - 6442	883
17	Brote, Kleingebäck	40	8	<4 - 1652	584
15	Mais	101	54	<10 - 673	167
18	Feine Backwaren, u.a.	269	36	<4 - 1096	121
	Knabbererzeugnisse aus Mais				
48	Säuglingsnahrung	250	27	<5 - 450	80
15	Getreide außer Mais	115	11	<5 - 166	49
49+50	Glutenfreie Nahrung	44	14	<4 - 107	42
16	Getreideprodukte außer Maisprodukten	143	9	<4 - 145	25
25	Sprossgemüse, u.a. Spargel	52	13	<5 - 49	21
26	Maiskonserven	70	1	<10 - 21	**
22	Teigwaren	38	3	<5 - 8	8
14	Suppen, Soßen	3	0	0	0
23+24	Ölsaaten und Kartoffelknabbererzeugnisse	33	0	0	0
30	Sultaninen	1	0	0	0
36	Maisbier	5	0	0	0
52	Würzmittel	3	0	0	0

* Mittelwert der positiven Proben

** keine Mittelwertbildung möglich

²⁴ International Agency for Research on Cancer

Die in den Jahren 1998 bis 2002 von den Laboratorien der amtlichen Lebensmittelüberwachung untersuchten 1 668 Proben (Tab. 2/17) bestätigen die bisherigen Angaben, wonach fast ausschließlich Mais von Kontaminationen mit Fumonisin betroffen ist. Die bei diesen Produkten festgestellten Kontaminationsraten lagen bei ca. 50 %. Zahlreiche Untersuchungen liegen auch zur Säuglingsnahrung vor. Bei den im o.g. Zeitraum untersuchten 250 Proben wurde eine Kontaminationshäufigkeit von 27 % festgestellt. Diese Erkenntnis steht im deutlichen Kontrast zu den früheren Untersuchungen an Handelsproben im Raum München in den Jahren 1992 bis 1994 (83), bei denen in keinem Fall Fumonisin nachgewiesen werden konnten. Da der Mykotoxinbefall von den Witterungsbedingungen des jeweiligen Erntejahres abhängt, sind derartige Schwankungen denkbar. Sie machen aber auch deutlich, dass Untersuchungen über einen begrenzten Zeitraum nicht ausreichen, um allgemein die Kontamination mit einem bestimmten Mykotoxin zu charakterisieren.

2.4.3.5 Zearalenon (ZEA)

ZEA wird von verschiedenen Fusarienarten produziert. Fusarien treten allgemein im Erdreich auf und produzieren eine Reihe verschiedener Mykotoxine aus der Klasse der Trichothecene, zu denen das T-2-Toxin, HT-2-Toxin, Deoxynivalenol (DON), Nivalenol, Fumonisin und Zearalenon (ZEA) zählen. Fusarien sind vermutlich die häufigste Toxinproduzierende Pilzart in der nördlichen, gemäßigten Klimazone. ZEA ist eine östrogenwirksame Verbindung mit nicht-steroidaler Struktur. Bisher nachgewiesen wurde ZEA weltweit in zahlreichen Getreidearten, wie Hafer, Roggen, Weizen sowie in Reis, Mais und Sorghum (36). Ein umfassender Überblick über Vorkommen, chemische Eigenschaften und Struktur, die Analytik und seine Toxizität ist 1987 erschienen (37).

Die toxikologische Bewertung erfolgte auf der Grundlage von Dosen, die keinen hormonalen Effekt mehr im Schwein, der hierfür am empfindlichsten reagierenden Tierart, ausübt. Festgelegt wurde von JECFA²⁵ (38) eine vorläufige, maximal duldbare, tägliche Aufnahme (PMTDI-Wert²⁶) für ZEA von 0,5 µg/kg KG. Gestützt ist diese Festlegung auf einen NOAEL-Wert von 40 µg/kg KG pro Tag, der auf der Basis einer 15-Tage-Studie beim Schwein ermittelt wurde. Das Komitee empfahl die Gesamtaufnahme an ZEA und seiner Metaboliten, einschließlich α-Zearalenon, nicht zu überschreiten. Die IARC²⁴ hat ZEA 1993 in Bezug auf seine kanzerogene Wirkung beim Menschen als nicht klassifizierbar eingestuft (92). Unter der Berücksichtigung aller bisherigen toxikologischen Daten legt der SCF²² eine vorläufig tolerierbare Aufnahme (t-TDI²³) von 0,2 µg/kg KG fest (39). Durch die Neufassung der Mykotoxin-Verordnung wurde für Getreide eine Höchstmenge von 50 µg/kg, für den Getreideanteil von Kleinkindernahrung 20 µg/kg als Höchstmenge festgesetzt.

Die Nachweishäufigkeit für ZEA hat im Erntejahr 2002 gegenüber 2001 stark zugenommen. Die hier ermittelten Daten gelten für grob gereinigtes Getreide, denn bei der Probenvorbereitung zur Analyse wurden nur Staub, Stroh, Spelzen und Steine entfernt. Durch intensive Reinigung des Getreides vor einer Vermahlung ist es möglich, mit Fusarium infiziertes, physikalisch verändertes Kornmaterial auszusortieren und damit die Toxingehalte bei der Herstellung von Getreideprodukten zu senken. Obwohl im Getreide der Ernte 2002 gegenüber Getreide der Ernte 2001 mit höheren ZEA-Gehalten gerechnet werden musste (Untersuchungen der Besonderen Erntermittlung [BEE] an ungereinigtem

²⁵ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

²⁶ Provisional Maximum Tolerable Daily Intake

Getreide), ist auf Grund der Effektivität der Getreidereinigung für ZEA dieses Mykotoxin meist nur noch in geringer Konzentration in den Produkten vorhanden.

Tabelle 2/18: Zearalenon-Gehalte in Weizen und Roggen nach Untersuchungen der Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung, Detmold (Besondere Erntermittlung [BEE] 2000 - 2002) (94)

Jahr	Getreide	n	% positiv	Bereich (µg/kg) min - max	Mittelwert* (µg/kg)
2000	Weizen	272	51,3	<1 - 163	8,1
	Roggen	189	16,4	<1 - 71	2,0
2001	Weizen	253	27,3	<2 - 277,6	4,7
	Roggen	189	9,0	<2 - 25,5	1,4
2002	Weizen	261	76,6	<2-330	23,5
	Roggen	195	50,2	<2-136	9,3

* gewichtet nach Erntemengen in den Bundesländern

Tabelle 2/19: Zearalenongehalte in Lebensmitteln, Daten der amtlichen Lebensmittelüberwachung (1998 - 2002) (41)

Warencode	Lebensmittel	Zahl der Proben	% positiv	Bereich (µg/kg) min - max	Mittelwert* (µg/kg)
22	Teigwaren	112	3	<1,5 - 65	61
17	Brot	11	27	<1,5 - 94	54
16	Getreideprodukte, u.a. Mehl, Grieß und Kleie	558	38	<1 - 354	14
15	Getreide, u.a. Weizen und Roggen	349	37	<1 - 100	11
53	Ingwer	4	25	<5 - 10	10
18	Feine Backwaren	6	67	<1,5 - 19	9,4
49	Diätetische LM	11	45	<1,5 - 16,2	8,9
48	Säuglingsnahrung	193	11	<0,5 - 21	6,5
50	Fertiggerichte	3	33	<1,5 - 5,4	5,4
36	Bier, Malz und Hopfenpellets	78	5	<1,5 - 5,7	4,6
46	Malzkaffee	1	100	3,8	-
06	Geflügel und Rind	9	0	0	0
23+24	Ölsaaten und Kartoffeln	22	0	0	0
40-45	Nougatcreme, Konfitüre, Süßwaren, Kakao	9	0	0	0

* Mittelwert der positiven Proben

Tendenziell decken sich die von den amtlichen Laboratorien an 1366 Handelsproben durchgeführten Untersuchungen mit den Ergebnissen der besonderen Ernteterminnung. Die Kontaminationsraten bei Getreide und Getreideprodukten lagen bei 37 % bzw. 38 % und ihre Mittelwerte bei 11 bzw. 14 µg/kg. Der relativ hohe mittlere Gehalt bei Teigwaren resultiert aus 3 einzelnen positiven Proben von insgesamt 112 untersuchten Fällen, die sonst keine Zearalenongehalte aufwiesen. Im Vergleich zu den übrigen Erzeugnissen ist der mittlere Gehalt bei Brot hoch, verallgemeinernde Aussagen sind auf Grund der geringen Probenzahl nicht möglich.

2.4.3.6 Patulin

Patulin wird vorrangig von *Penicillium*- und *Aspergillus*-Arten produziert, jedoch beschränkt sich die Bildung nicht ausschließlich auf diese beiden Gattungen. Sein Vorkommen beschränkt sich im Wesentlichen auf Äpfel und daraus hergestelltem Saft bzw. Püree und Mus, wenn Fallobst oder angefaultes Obst bei der Herstellung Verwendung finden. Patulin ist hitzestabil.

Das JECFA²⁵ sieht Patulin als nicht karzinogen, aber als genotoxisch an und empfiehlt einen PMTDI-Wert²⁶ von 0,4 µg/kg KG (40). Ausgehend von diesem Wert und unter der Annahme eines überwiegenden Verzehrs von Apfelsaft, -mus und -kompott durch Kinder, wie er sich aus einer aktuellen Verzehrerhebung ergab (93), wurde seitens des BMG eine Höchstmenge von 25 µg/kg, wie sie in einer Rechtsvorschrift geregelt werden könnte, vorgeschlagen.

Tabelle 2/20: Patulin-Gehalte in Lebensmitteln, Daten der amtlichen Lebensmittelüberwachung (1998 - 2002) (41)

Warencode	Lebensmittel	Zahl der Proben	% positiv	Bereich (µg/kg) min - max	Mittelwert (µg/kg)	% über der Höchstmenge
310601	Apfelsaft, -nektar	1021	21,9	<1 - 80	17	0,4
31	Fruchtsaft und -nektar außer Apfel und Birne	210	5,2	<2 - 27	4,8	-
48	Kindernahrung mit Apfel	157	7,0	<1 - 12	5,3	-
310602	Birnensaft, -nektar	146	7,5	<2 - 58	14	-
30	Obsterzeugnisse	59	1,7	<3 - 29	29	-
26	Gemüseerzeugnisse, u.a. Tomatenmark	54	9,3	<3 - 34	18	-
32	Saftgetränke	27	7,4	<1 - 2,2	2,2	-
35	Weinähnliche Getränke	14	0	0	0	0
41	Konfitüre, Gelee	2	0	0	0	0

Die produktspezifische Bildung von Patulin spiegelt sich in den insgesamt 1690 Untersuchungen der amtlichen Laboratorien wider. Danach waren bei 22 % der untersuchten Apfelsäfte und -nektare geringe Mengen Patulin nachweisbar. Lediglich bei 0,4 % lag der Gehalt über der derzeit gültigen Beurteilungsgrenze von 50 µg/kg (42). Zwar konnten

auch in Gemüse- und in Obsterzeugnissen vergleichbare mittlere Gehalte an Patulin nachgewiesen werden. Sie beschränkten sich hier, wie sich aus den Kontaminationsraten von z.T. deutlich unter 10 % ergibt, auf wenige Einzelfälle.

2.4.4 Zusammenfassung

Mykotoxinkontaminationen von Lebensmitteln haben weltweite Aufmerksamkeit erregt. Mit den umfangreichen Untersuchungen zum Vorkommen und zur Belastungshöhe gehen Vermeidungsstrategien der Erzeuger und Hersteller einher. Gleichzeitig werden aus den toxikologischen Daten Vorschläge für noch duldbare Maximalbelastungen einzelner Lebensmittel erarbeitet, die letztendlich in Rechtsvorschriften verbindlich geregelt wurden bzw. werden sollen. Die jüngste Entwicklung mit der Festlegung einer Höchstmenge für Ochratoxin A bei Getreide wird sicher auf weitere Lebensmittel ausgedehnt werden. Auch für die Mykotoxine Deoxynivalenol, Fumonisine und Zearalenon sind die wissenschaftlichen Grundlagen für verbindliche Höchstmengen z.T. vorhanden bzw. im Entstehen. Wie die Ergebnisse z.B. bei Deoxynivalenol zeigen, können unter ungünstigen Bedingungen die maximal tolerierbaren, täglichen Aufnahmemengen ausgeschöpft bis überschritten werden. Zu erkennen ist auch an dem umfangreichen Datenmaterial aus den amtlichen Laboratorien, dass ausreichend analytische Kapazität und Möglichkeiten des Monitorings und der Höchstmengenüberwachung existieren.

Das Problembewusstsein und das Bemühen, die Ursachen der Mykotoxinbildung zu erforschen, nehmen ständig zu. So ist mittlerweile bekannt, dass nicht nur die Nacherntebehandlung, d.h. Lager-, Transportbedingungen und Reinigung, sondern auch die Situation auf dem Feld den Mykotoxingehalt der Endprodukte beeinflussen. Für die Fusariotoxine, zu denen u.a. Deoxynivalenol, Zearalenon und Fumonisine zählen, sind die klimatischen Bedingungen ein wesentlicher Faktor. Es gibt Anhaltspunkte dafür, dass z.B. die pfluglose Bodenbehandlung und der Einsatz bestimmter Fungizide die Entwicklung von Fusarien begünstigen, ebenso wie die Vorfrucht Mais bei Weizen.

Von daher besteht begründete Aussicht, dass sich unter dem Einfluss verbesserter Nacherntebehandlung, von Hygienemaßnahmen bei der Verarbeitung und insbesondere auch durch optimierte Anbaubedingungen, in naher Zukunft die Mykotoxinkontamination verringern wird.

2.5 Umweltkontaminanten in der Frauenmilch²⁷

2.5.1 Einleitung

Berichte über Schadstoffe in der Frauenmilch haben in den letzten 30 Jahren immer wieder zu Verunsicherungen bei stillenden Müttern geführt. Standen anfangs persistente Organochlor-Pestizide, wie z.B. DDT, Hexachlorbenzol (HCB), Hexachlorcyclohexan (HCH) oder Dieldrin im Mittelpunkt des öffentlichen Interesses, so waren es in der Folge polychlorierte Biphenyle (PCB), polychlorierte Dibenzo-*p*-dioxine (PCDD), Dibenzofurane (PCDF) und in jüngerer Vergangenheit Toxaphen sowie Nitromoschusverbindungen und polycyclische Moschusverbindungen. Daneben spielte auch immer wieder die Belastung

²⁷ Bearbeiter: Fürst, Peter

mit Schwermetallen sowie radioaktiven Nukliden eine gewisse Rolle. Aktuell ist die Bedeutung der Belastung von Frauenmilch mit Dioxin-ähnlichen PCB und polybromierten Diphenylethern (PBDE) Gegenstand intensiver Diskussionen.

Zur Abschätzung des mit dem Stillen verbundenen möglichen gesundheitlichen Risikos für den Säugling werden seit vielen Jahren, insbesondere von Landesuntersuchungsämtern und Landesgesundheitsämtern, kostenlose Analysen von Frauenmilch auf Schadstoffe angeboten und durchgeführt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse erlauben nicht nur einen guten Überblick über die Belastungshöhe, ihre regionale Verteilung und den zeitlichen Trend, sondern ermöglichen auch wichtige Rückschlüsse hinsichtlich der Parameter, die einen wesentlichen Einfluss auf die Schadstoffgehalte haben (43, 44, 45, 46).

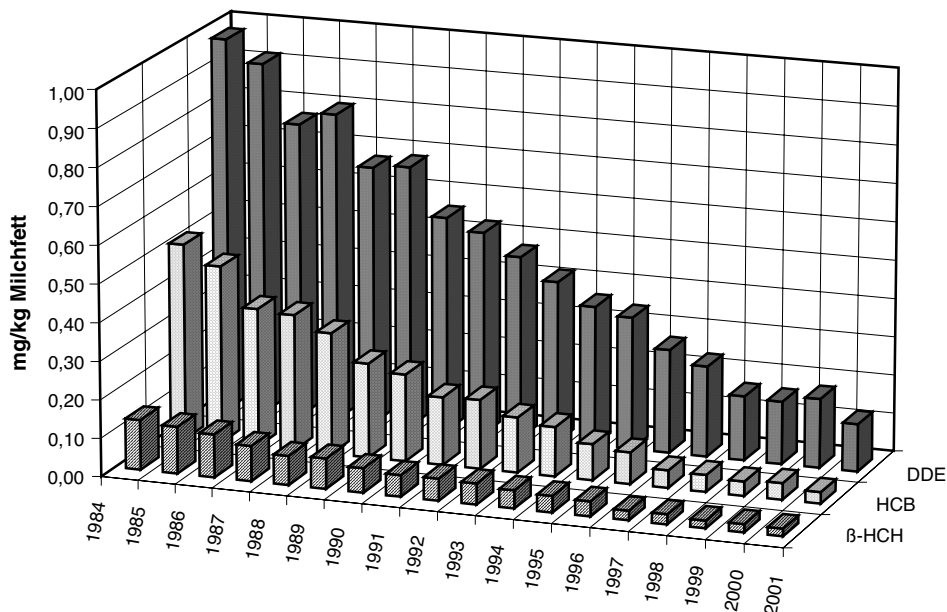
Umfangreiche Auswertungen der bis Mitte der 90er Jahre durchgeführten Frauenmilch-Untersuchungen haben seinerzeit ergeben, dass die Gehalte der meisten persistenten Organochlor-Verbindungen im Verlauf der Jahre erheblich zurückgegangen waren. Diese Ergebnisse wurden 1995 von der Nationalen Stillkommission als Grundlage für eine Neubewertung des mit dem Stillen verbundenen gesundheitlichen Risikos herangezogen. Die Stillkommission sah in den seinerzeit vorhandenen Rückstandsgehalten kein gesundheitliches Risiko für den Säugling und somit auch keinen Anlass für irgendwelche Einschränkungen des Stillens (47). Sie empfahl den Müttern, ihre Kinder bis zum Übergang auf die Löffelnahrung (d.h. 4 bis 6 Monate lang) voll zu stillen, und sah auch kein gesundheitliches Risiko für den Säugling, wenn danach - zusätzlich zur Beikost und Kleinkindernahrung - noch weiter gestillt wird. Gleichzeitig schlug die Nationale Stillkommission vor, die in den Bundesländern bisher auf Wunsch von interessierten Müttern durchgeführten Untersuchungen von Frauenmilchproben einzustellen bzw. sich auf solche Proben zu beschränken, bei denen ein begründeter Verdacht auf eine besonders hohe Belastung besteht. Weiterhin wurde empfohlen, dass die Bundesländer für die weitere Verfolgung und Beurteilung der Rückstandssituation Untersuchungen von repräsentativen Frauenmilchproben im Rahmen koordinierter Monitoring-Programme durchführen sollten.

Neben dem nachlassenden Interesse stillender Mütter an entsprechenden Untersuchungen hat sicherlich auch die Empfehlung der Nationalen Stillkommission wesentlich dazu beigetragen, dass die bundesweite Anzahl an Frauenmilchuntersuchungen in den letzten Jahren mit wenigen Ausnahmen deutlich abgenommen hat. Dies erschwert naturgemäß repräsentative Aussagen insbesondere über den aktuellen zeitlichen Trend der Schadstoffbelastung, da die Unsicherheit der Aussage mit abnehmender Probenzahl zwangsläufig ansteigt.

2.5.2 Organochlor-Pestizide

Trotz des Herstellungs- und Anwendungsverbots von DDT, HCB und HCH bereits in den 70er Jahren sind diese Wirkstoffe bzw. der DDT-Metabolit DDE, wenn auch mit deutlich abnehmender Tendenz, immer noch in Frauenmilch nachweisbar. Die Abbildung 2/2 zeigt dies am Beispiel des Verlaufs der Belastung von über 1900 Frauenmilchproben aus Nordrhein-Westfalen mit Organochlor-Pestiziden aus den Jahren 1984 bis 2001 (48).

Abbildung 2/2: Zeitlicher Verlauf der durchschnittlichen Belastung von Frauenmilch aus Nordrhein-Westfalen mit Organochlor-Pestiziden 1984 - 2001 (Gehalte in mg/kg Milchfett)



Quelle: Chemisches Landes- und Staatliches Veterinäruntersuchungsamt Münster

Auf Grund der relativ geringen Probenzahlen können die Ergebnisse der letzten 5 Jahre sicherlich keinen Anspruch auf Repräsentativität erheben, dennoch wird der deutliche Rückgang der Schadstoffbelastung im Verlauf der letzten beiden Jahrzehnte deutlich. Dies wird auch durch vergleichbare aktuelle Ergebnisse von Frauenmilchuntersuchungen in Baden-Württemberg, Bayern, Hamburg und Niedersachsen bestätigt. Die umfangreichsten Untersuchungen von Frauenmilch auf Schadstoffe werden zur Zeit in Niedersachsen durchgeführt. So wurden zwischen 1999 und 2002 im Rahmen des „Muttermilchuntersuchungsprogramms des Landes Niedersachsen“ vom Niedersächsischen Landesgesundheitsamt (NLGA) über 2000 Frauenmilchproben auf Schadstoffe analysiert (49). In der Tabelle 2/21 sind die dabei erhaltenen Ergebnisse für die wichtigsten Organochlor-Pestizide den entsprechenden Werten aus den Jahren 2000 bis 2002 aus Bayern (50, 51), Hamburg (52), Nordrhein-Westfalen (48, 53) und Baden-Württemberg (53 a, b, c) gegenübergestellt. Für das Jahr 2002 liegen umfangreichere Daten lediglich aus Niedersachsen und Baden-Württemberg vor. Trotz des großen Unterschieds in der Anzahl an untersuchten Proben unterscheiden sich die Medianwerte der Proben aus den verschiedenen Bundesländern nur geringfügig, was die seit langem bekannte Erkenntnis bestätigt, dass regionale Unterschiede in der Frauenmilchbelastung mit persistenten Organohalogen-Verbindungen nicht erkennbar sind. Eine Ausnahme bildet allerdings DDT, dessen Gehalte in Frauenmilchproben aus den neuen Bundesländern auf Grund des längeren Einsatzes in der ehemaligen DDR tendenziell höher sind (54).

Tabelle 2/21: Organochlor-Pestizide in Frauenmilch aus Deutschland für die Jahre 2000 - 2002 (Medianwerte)

Substanz	Bundesland	Gehalte in mg/kg Milchfett		
		2000	2001	2002
Σ-DDT*	Niedersachsen	0,120 (n=742)	0,116 (n=335)	0,132 (n=280)
	Baden-Württemberg	0,166 (n=11)	0,148 (n=52)	0,143 (n=31)
	Nordrhein-Westfalen	0,180 (n=27)	0,124 (n=63)	***
	Hamburg	0,186 (n=18)	***	***
	Bayern**	0,160 (n=24)	0,090 (n=64)	***
HCB	Niedersachsen	0,034 (n=742)	0,034 (n=335)	0,035 (n=280)
	Baden-Württemberg	0,048 (n=11)	0,037 (n=52)	0,036 (n=31)
	Nordrhein-Westfalen	0,043 (n=27)	0,030 (n=63)	***
	Hamburg	0,045 (n=18)	***	***
	Bayern**	0,040 (n=24)	0,028 (n=64)	***
β-HCH	Niedersachsen	0,020 (n=742)	0,019 (n=335)	0,018 (n=280)
	Baden-Württemberg	0,020 (n=11)	0,020 (n=52)	0,019 (n=31)
	Nordrhein-Westfalen	0,021 (n=27)	0,020 (n=63)	***
	Hamburg	0,025 (n=18)	***	***
	Bayern**	0,040 (n=24)	0,010 (n=64)	***

* Σ-DDT = p,p'-DDE + p,p'-DDT

** Gehalte für 2000 nur aus Südbayern und für 2001 aus Nord- und Südbayern

*** keine Daten vorliegend oder Probenzahlen zu gering (< 10)

Im Gegensatz zu DDT/DDE, HCB und β-HCH liegen mittlerweile die Gehalte anderer Organochlor-Pestizide, wie z.B. α-HCH, γ-HCH (Lindan), Heptachlorepoxid sowie zunehmend auch Dieldrin in aller Regel nur noch im Bereich der Bestimmungsgrenze von 0,002 bis 0,005 mg/kg Fett und darunter (49).

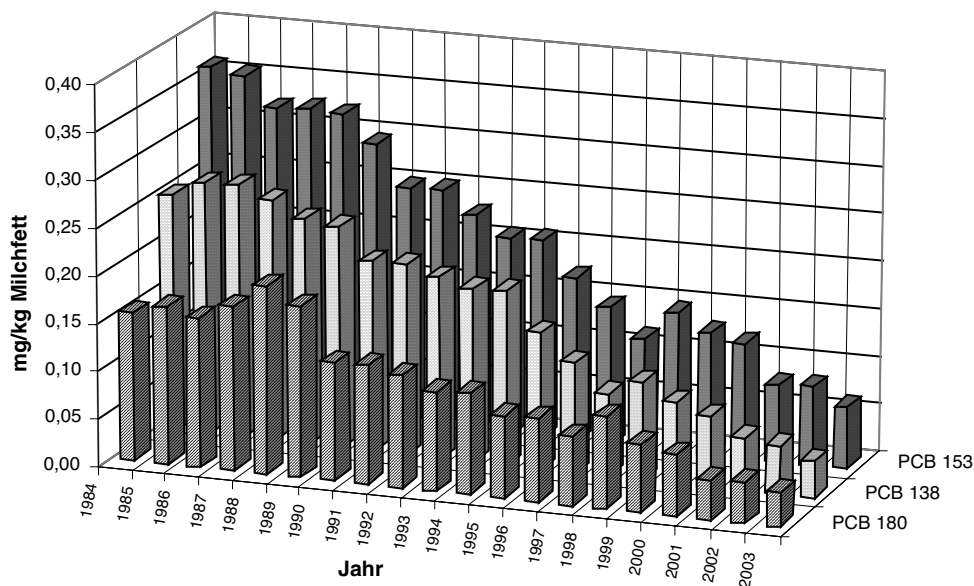
2.5.3 Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Im Jahr 1989 wurde durch die PCB-Verbotsverordnung die Verwendung von polychlorierten Biphenylen in Deutschland mit wenigen Ausnahmen grundsätzlich verboten. Bis spätestens zum 31.12.2010 müssen PCB und PCB-haltige Geräte gemäß einer europäischen PCB-Richtlinie sachgerecht beseitigt sein.

PCB-Untersuchungen in Frauenmilch werden in Deutschland seit Mitte der 70er Jahre durchgeführt. Durch die Verfeinerung der Analytik sowie die Bereitstellung definierter Einzelverbindungen konnten ab Mitte der 80er Jahre die quantitativen Bestimmungen kongenerenspezifisch⁶ durchgeführt werden. Dabei konzentrierte sich das Hauptaugenmerk insbesondere auf die Kongenere PCB 138, 153 und 180, die von den 209 theoretisch möglichen polychlorierten Biphenylen am stärksten angereichert werden und ca. 60 % des Gesamt-PCB-Gehalts von Humanproben ausmachen. Diese Kongenere werden daher auch als „Indikator-PCB“ bezeichnet. Ein Vergleich von PCB-Ergebnissen sollte sinnvollerweise auf der Basis von Einzelkongeneren erfolgen, da die früher übliche Umrechnung auf technische Gemische in Abhängigkeit von der verwendeten Berechnungsweise mit erheblichen Unsicherheiten behaftet ist und trotz gleicher Rohdaten zu völlig unterschiedlichen Ergebnissen führen kann.

Den zeitlichen Trend der PCB-Belastung basierend auf der Analyse von über 2000 Frauenmilchproben aus Nordrhein-Westfalen zwischen 1984 und 2003 zeigt die Abbildung 2/3.

Abbildung 2/3: Zeitlicher Verlauf der durchschnittlichen Belastung von Frauenmilch aus Nordrhein-Westfalen mit polychlorierten Biphenylen 1984 - 2003 (Gehalte in mg/kg Milchfett)



Quelle: Chemisches Landes- und Staatliches Veterinäruntersuchungsamt Münster

Während in den 80er Jahren die Gehalte noch in vergleichbarer Größe lagen, ist seit dem Beginn der 90er Jahre ein permanenter Rückgang der Indikator-PCB in Frauenmilch zu beobachten. Eine Auswertung der in der zentralen „Frauenmilch- und Dioxin-Human-Datenbank des Bundes und der Länder“ bis 1997 erfassten Ergebnisse von Frauenmilchproben aus dem gesamten Bundesgebiet zeigte ebenfalls einen vergleichbaren Rückgang für den erfassten Zeitraum (55).

Die abnehmenden PCB-Gehalte verdeutlichen, dass sich die o.g. Reglementierung der PCB-Herstellung und -Anwendung positiv hinsichtlich einer verminderten Belastung der Frauenmilch mit diesen Schadstoffen ausgewirkt hat.

2.5.4 Beurteilung der Organochlor-Pestizid- und PCB-Gehalte in Frauenmilch

Die von der Nationalen Stillkommission für die Überarbeitung der Stillempfehlung verwendete Datenbasis wurde ebenfalls von der Kommission „Human-Biomonitoring“ 1999 zur Ableitung von Referenzwerten für DDT, HCB, β -HCH und PCB in Frauenmilch genutzt (56). Basis für die Ableitung von Referenzwerten stellt die 95. Perzentile der Messwerte der Stoffkonzen-

trationen in der jeweiligen Matrix²⁸ einer Stichprobe aus einer definierten Bevölkerungsgruppe dar. Der Referenzwert ist eine rein statistische Größe, die die Hintergrundbelastung eines ubiquitär vorkommenden Stoffes bei einer Bevölkerungsgruppe ohne erkennbare spezifische Belastung zum Zeitpunkt der Untersuchung charakterisiert. Einschränkend führt die Kommission „Human-Biomonitoring“ in ihrer Veröffentlichung aus, dass auf Grund der rückläufigen Rückstandskonzentrationen die auf den Analyseergebnissen aus dem Jahre 1994 beruhenden Referenzwerte die heutige Hintergrundbelastung überschätzen könnten.

Bei einer deutlichen Überschreitung der Referenzwerte sollte nach Auffassung der Kommission „Human-Biomonitoring“ aus Gründen der gesundheitlichen Vorsorge mit der betreffenden Mutter gemeinsam nach individuellen Einflussfaktoren und Belastungsquellen gesucht werden (56).

In der Tabelle 2/22 sind die Schadstoffgehalte der wichtigsten persistenten Organochlor-Pestizide und PCBs in Frauenmilchproben aus dem Jahr 2002 den Ergebnissen aus den Jahren 1979 bis 1981 sowie den entsprechenden Referenzwerten gegenübergestellt.

Tabelle 2/22: Durchschnittliche Belastung von Frauenmilch mit Organochlor-Pestiziden und PCB im Verhältnis zu den entsprechenden Referenzwerten

Rückstand	Gehalte in mg/kg Milchfett		
	1979-81 ^c	2002 ^d	Referenzwert ^e
Σ - DDT ^a	1,83	0,132	0,90
HCB	1,14	0,035	0,30
β - HCH	0,33	0,018	0,10
Σ - PCB ^b	1,72	0,274	1,20

^a Σ - DDT = p,p' - DDE + p,p' - DDT; Referenzwert gilt nur für die alten, nicht für die neuen Bundesländer

^b Σ - PCB = 1,64 x (PCB 138 + PCB 153 + PCB 180) (85)

^c Daten aus der zentralen Frauenmilch- und Dioxin-Human-Datenbank des Bundes und der Länder beim Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)

^d Ergebnisse der Frauenmilchuntersuchungen des Niedersächsischen Landesgesundheitsamts (49)

^e Empfehlung der Kommission „Human-Biomonitoring“ (56)

Verglichen mit den Ergebnissen der Jahre 1979 bis 1981 liegen die aktuell gemessenen Gehalte der Organochlor-Pestizide über 90 % und der PCB über 80 % niedriger. Legt man die Referenzwerte zur Beurteilung der Befunde zu Grunde, so wird deutlich, dass die mittlere aktuelle Schadstoffbelastung in Abhängigkeit vom Rückstand etwa um den Faktor 4 bis 10 unterhalb des jeweiligen Referenzwerts liegt. Überschreitungen der Referenzwerte werden nur noch gelegentlich beobachtet, wobei es sich in aller Regel um zugezogene Mütter aus Entwicklungsländern oder um Frauen handelt, die längere Zeit in Entwicklungsländern gelebt haben.

²⁸ Frauenmilch, Lebensmittel, Futtermittel, Luft, Boden, Sediment, Schwebstaub

2.5.5 Dioxine und Dioxin-ähnliche PCB

Unter der Bezeichnung „Dioxine“ werden häufig vereinfachend die beiden Gruppen der polychlorierten Dibenzo-*p*-dioxine (PCDD) und polychlorierten Dibenzofurane (PCDF) zusammengefasst²⁹. Dioxine haben auf Grund ihrer unerwünschten und häufig unvermeidbaren Bildung bei einer Vielzahl von thermischen und industriellen Prozessen mittlerweile eine ubiquitäre Verbreitung gefunden. Auf Grund ihrer guten Fettlöslichkeit, verbunden mit langen biologischen Halbwertszeiten, werden Dioxine in der Nahrungskette angereichert, was vor allem zu relativ hohen Gehalten in der Frauenmilch und beim gestillten Säugling führen kann. Die Dioxinaufnahme des Menschen erfolgt zu über 90 % mit der Nahrung.

In Frauenmilchproben aus Deutschland wurden Dioxine erstmalig 1984 nachgewiesen. Als problematisch wurde seinerzeit angesehen, dass von den theoretisch möglichen 210 Verbindungen bevorzugt die 17 toxikologisch besonders relevanten Kongenere mit 2,3,7,8-Substitution vom Menschen angereichert werden. Dies führte zu erheblichen Anstrengungen, die Dioxin-Emissionen in die Umwelt zu minimieren und bekannte Quellen weitestgehend zu verschließen. Begleitend wurden vom Bund und den Bundesländern eine Vielzahl von Dioxin-Referenzmessprogrammen in unterschiedlichsten Matrices initiiert, um durch die Untersuchung möglichst repräsentativer Proben die Wirksamkeit der eingeleiteten Maßnahmen zeitnah zu überprüfen. Die Ergebnisse der Messprogramme zeigten eine deutliche Reduzierung der Dioxin-Emissionen und als Folge deutlich geringere Gehalte in der Umwelt und in Lebensmitteln sowie eine Halbierung der menschlichen Dioxinaufnahme über die Nahrung (57).

Nach dem Bekanntwerden der Dioxinproblematik im Jahr 1984 wurden bereits frühzeitig vom Chemischen Lebensmitteluntersuchungsamt Oldenburg (jetzt: Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit [LAVES] - Lebensmittelinstitut Oldenburg) sowie vom Chemischen Landesuntersuchungsamt in Münster (jetzt: Chemisches Landes- und Staatliches Veterinäruntersuchungsamt) Frauenmilchproben auf ihren Dioxingehalt untersucht. Diese Untersuchungsprogramme werden bis zum heutigen Zeitpunkt weitergeführt. Da mittlerweile jeweils über 1 000 Einzelproben untersucht wurden, erlauben die dabei erzielten Ergebnisse einen guten Überblick über den zeitlichen Trend der Belastung von Frauenmilch mit Dioxin.

In der Abbildung 2/4 sind die in Oldenburg (NS) und Münster (NRW) analysierten Dioxingehalte in Frauenmilch in Abhängigkeit vom Untersuchungsjahr dargestellt. Auf Grund der besseren Vergleichbarkeit mit früheren Ergebnissen sind alle Gehalte summarisch als toxische Äquivalente (ng I-TEQ³⁰/kg Milchfett) angegeben, wobei die von NATO/CCMS³¹ im Jahre 1988 vorgeschlagenen internationalen Äquivalentfaktoren (TEF)³² verwendet wurden. Erfolgt die Berechnung der Äquivalente dagegen mit den erst im Jahre 1997 von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) vorgeschlagenen und mittlerweile am weitesten verbreiteten Äquivalentfaktoren, ergeben sich jeweils etwa 15 % höhere Gehalte.

²⁹ In Abhängigkeit von der Anzahl der Chloratome (1-8) und dem Substitutionsmuster an den aromatischen Ringen lassen sich 75 PCDD und 135 PCDF, auch „Kongenere“ genannt, unterscheiden.

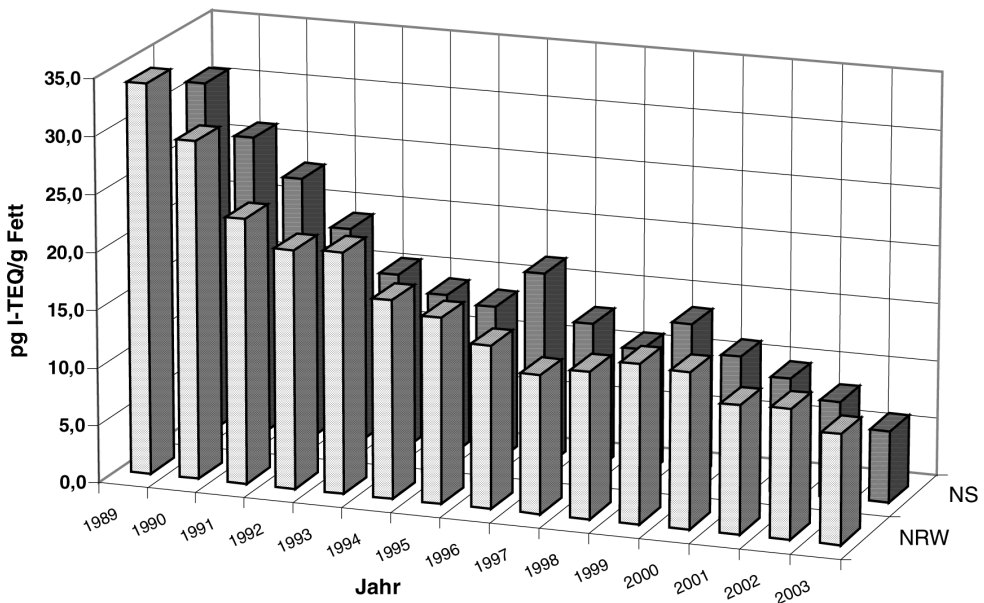
³⁰ I-TEQ: Internationale Toxizitätsäquivalente

³¹ North Atlantic Treaty Organisation-Committee on the Challenges of the Modern Society

³² Die toxischen Äquivalentfaktoren (TEF) sind die Gewichtungsfaktoren, mit denen die toxische Wirkungsstärke eines Stoffes zum 2,3,7,8-TCDD als toxischster Komponente ins Verhältnis gesetzt werden. Das heißt z.B. 10 pg eines Stoffes mit dem TEF von 0,1 haben die gleiche toxische Wirkung wie 1 pg 2,3,7,8-TCDD. Das internationale Toxizitätsäquivalent (I-TEQ) wird in der Weise errechnet, dass für alle Dioxine und Dioxin-ähnlichen PCB der Gehalt mit dem jeweiligen TEF multipliziert und dann die Summe der Einzelresultate gebildet wird.

Während sich zu Beginn der 90er Jahre ein relativ starker Rückgang der Dioxinbelastung von Frauenmilch zeigte, stagnierten die mittleren Gehalte in der Folge und gegen Ende der 90er Jahre deutete sich auf Grund von entsprechenden Untersuchungen in einigen Bundesländern sogar ein kurzzeitiger leichter Anstieg an. Als mögliche Ursache dafür wurde der durch brasilianischen Zitrustrester europaweit über die Milchviehfütterung erhöhte Eintrag von Dioxin in die Nahrungskette angesehen (57). Trotz der Verlangsamung des rückläufigen Belastungstrends in den letzten Jahren kann aber festgehalten werden, dass die mittleren Dioxingehalte in Frauenmilch seit 1989 um ca. 70 % abgenommen haben, was eindrucksvoll den Erfolg der seinerzeit eingeleiteten Maßnahmen zur Minimierung der Dioxin-Emissionen in die Umwelt belegt.

Abbildung 2/4: Zeitlicher Verlauf der durchschnittlichen Belastung von Frauenmilch aus Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen mit Dioxinen 1989-2003 (Gehalte in ng/kg Milchfett)



Quelle: Chemisches Landes- und Staatliches Veterinäruntersuchungsamt Münster, LAVES - Lebensmittelinstitut Oldenburg

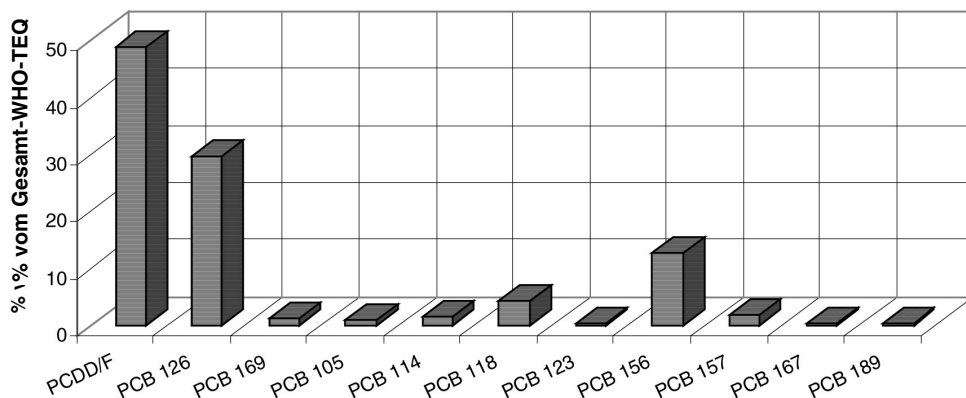
Auf Grund neuer epidemiologischer, tierexperimenteller und toxikologischer Daten hat die WHO 1998 ihre ehemalige Empfehlung über die tolerierbare tägliche Dioxinaufnahme (TDI) aus dem Jahr 1990 (10 pg I-TEQ/kg Körpergewicht/Tag) reevaluiert und als neuen TDI-Wert 1 bis 4 pg³³ WHO-TEQ/kg Körpergewicht festgesetzt, wobei unter dem Vorsorgeaspekt ein Wert von weniger als 1 pg WHO-TEQ/kg Körpergewicht/Tag angestrebt werden sollte. Neben den 17 toxikologisch relevanten PCDD/PCDF beinhaltet dieser TDI-Wert zum ersten Mal auch 12 PCB-Kongenerne, die ähnliche toxische Wirkungen wie die Dioxine hervorrufen und deshalb auch als „Dioxin-ähnliche“ PCB bezeichnet werden.

³³ 1 pg (Picogramm) = 0,000 000 000 001 g

Im Vergleich zu den vorherrschenden Indikator-PCB liegen die Gehalte der Dioxin-ähnlichen PCB in der Frauenmilch etwa um den Faktor 10 bis 1 000 niedriger. Ihre Bedeutung wird allerdings ersichtlich, wenn die Gehalte in Toxizitätsäquivalente³² umgerechnet werden. Im Rahmen der von der WHO koordinierten 3. Frauenmilch-Feldstudie 2000 bis 2002 wurden nach dem selben vorgegebenen Entnahmeprotokoll genau definierte Frauenmilchproben in 26 Ländern gesammelt und u.a. auf Dioxine und Dioxin-ähnliche PCB analysiert. Für die 4 Poolproben aus Deutschland ergaben sich dabei Medianwerte von 12,53 ng WHO-TEQ/kg Milchlipoide für Dioxine sowie 13,67 ng WHO-TEQ/kg Milchlipoide für Dioxin-ähnliche PCB, d.h. durch die Einbeziehung der Dioxin-ähnlichen PCB wird der lediglich aus den Dioxinen berechnete TEQ-Gehalt mehr als verdoppelt (58).

Die mittleren prozentualen Anteile von Dioxinen und Dioxin-ähnlichen PCB am Gesamt-WHO-TEQ Gehalt von Frauenmilch zeigt die Abbildung 2/5 (48).

Abbildung 2/5: Prozentualer Anteil von Dioxinen und Dioxin-ähnlichen PCB am Gesamt-WHO-TEQ Gehalt von 69 Frauenmilch-Proben aus dem Jahr 2001



Bei diesen Untersuchungen wurden die PCB-Kongenere 77 und 81 auf Grund erhöhter Laborblindwerte nicht miterfasst, ihr Anteil am Gesamtgehalt ist allerdings vernachlässigbar gering. Aus der Abbildung 2/5 wird deutlich, dass der zusätzliche Beitrag der Dioxin-ähnlichen PCB zum Gesamt-TEQ-Gehalt im Wesentlichen auf die beiden PCB-Kongenere 126 und 156 zurückzuführen ist.

Legt man die Ergebnisse der deutschen Proben aus der WHO-Feldstudie zu Grunde, so ergibt sich für einen voll gestillten Säugling (800 ml Milch, 3,5 % Fett, 5 kg Körpergewicht) eine mittlere tägliche Aufnahme von 70 pg WHO-TEQ/kg Körpergewicht, wenn man lediglich die Dioxine betrachtet und von ca. 150 pg WHO-TEQ/kg Körpergewicht, wenn neben den Dioxinen zusätzlich die Dioxin-ähnlichen PCB einbezogen werden. Damit liegt die tägliche Aufnahme für den voll gestillten Säugling deutlich über dem TDI-Wert von 1 bis 4 pg WHO-TEQ/kg Körpergewicht, der allerdings für eine lebenslange Aufnahme abgeleitet wurde und nach Ansicht der WHO nicht für die relativ kurze Spanne des Stillens herangezogen werden sollte. Vielmehr überwiegen nach Ansicht der WHO die gesicherten Vorteile des Stillens gegenüber anderen Formen der Säuglingsernährung eventuelle Nachteile auf

Grund von Schadstoffen in Frauenmilch (86). Daher wurde von der WHO die zuvor veröffentlichte Haltung nochmals bekräftigt, dass der gegenwärtige wissenschaftliche Erkenntnisstand keine Einschränkung der Stillempfehlung notwendig macht. Allerdings wird im Hinblick auf die Belastung der Frauenmilch die Notwendigkeit gesehen, die Anstrengungen zur Reduzierung der Dioxin-Emissionen auch zukünftig fortzuführen.

2.5.6 Polybromierte Diphenylether (PBDE)

Polybromierte Diphenylether (PBDE) werden seit den 70er Jahren in kunststoffhaltigen Materialien und Produkten, wie z.B. Computern, Druckern, Fernsehern, Kopierern sowie auch in Heimtextilien als Flamschutzmittel eingesetzt. Zwar verwendet die deutsche Kunststoffe erzeugende Industrie seit mehreren Jahren keine PBDE in Kunststoffen mehr, dennoch werden entsprechende Produkte nach wie vor importiert und verarbeitet. Ab 2006 dürfen auf Grund der EU-Richtlinie 2002/95/EG alle in der Gemeinschaft neu in den Verkehr gebrachten Elektro- und Elektronikgeräte keine polybromierten Diphenylether mehr enthalten. Bereits durch die entstehende Wärmeentwicklung im Normalbetrieb kann es zu einem Übergang der PBDE aus den behandelten Kunststoffen in die Raumluft und damit zu einer Aufnahme durch den Menschen kommen. PBDE sind ähnlich wie die PCB lipophil und werden in der Nahrungskette angereichert. Auf Grund möglicher endokriner, immun- und reproduktionstoxischer Wirkungen haben diese Verbindungen in den vergangenen Jahren eine besondere umwelt- und gesundheitspolitische Relevanz erfahren. Dies umso mehr, nachdem eine schwedische Studie, in der Frauenmilchproben aus den Jahren 1972 bis 1997 untersucht wurden, eine Verdoppelung der PBDE-Gehalte alle 5 Jahre ergab (59). Daten über die PBDE-Belastung von Frauenmilch aus Deutschland sind dagegen nach wie vor lückenhaft, sodass eine eindeutige Aussage über den zeitlichen Trend sowie eine Bewertung der vom Säugling aufgenommenen PBDE-Mengen noch nicht möglich sind. Daher können die in Tabelle 2/23 aufgeführten Gehalte von 79 nordrhein-westfälischen Proben aus dem Jahre 2002 lediglich als erster Anhaltspunkt für die Belastung von Frauenmilch mit diesen Kontaminanten angesehen werden (60).

Tabelle 2/23: Polybromierte Diphenylether (PBDE) in 79 Frauenmilch-Proben aus dem Jahr 2002

Kongener	Gehalte in µg/kg Milchfett			
	Mittelwert	Median	Minimum	Maximum
PBDE 28	0,129	0,100	0,025	1,44
PBDE 47	1,63	1,16	0,275	14,7
PBDE 66	0,018	0,013	0,003	0,151
PBDE 85	0,056	0,032	0,009	0,677
PBDE 99	0,747	0,394	0,085	4,79
PBDE 100	0,315	0,249	0,056	2,11
PBDE 153	0,740	0,677	0,065	2,76
PBDE 154	0,044	0,035	0,008	0,254
PBDE 183	0,067	0,053	0,010	0,351

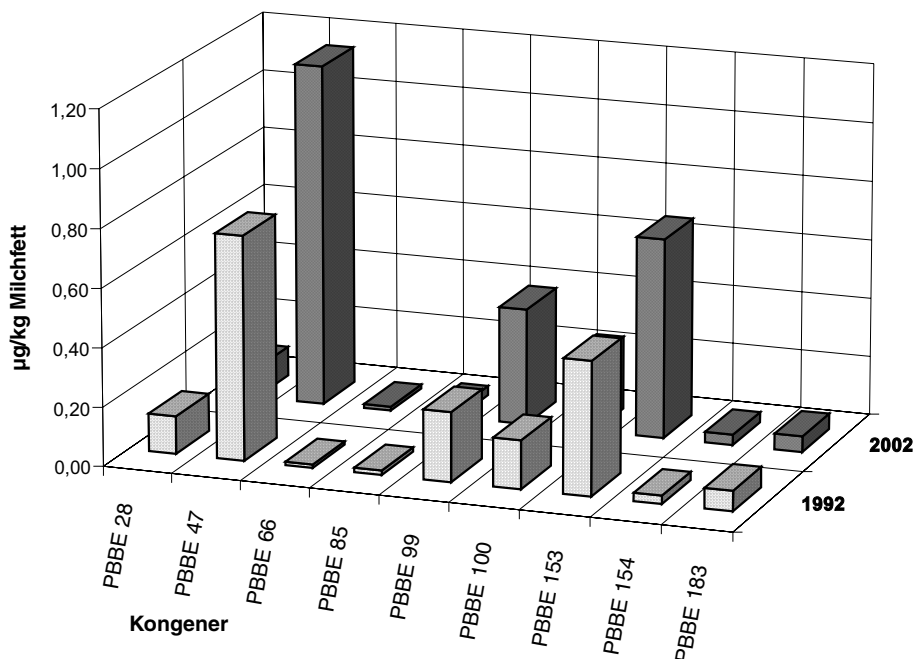
Quelle: Chemisches Landes- und Staatliches Veterinäruntersuchungsamt Münster

Die in der Tabelle 2/23 aufgeführten Kongenere stellen die PBDE dar, die am stärksten in Humanproben bioakkumuliert werden. Die Bezifferung der PBDE-Kongenere erfolgt analog zur Nomenklatur der PCB. Man erkennt, dass die Kongenere 47, 99 und 153 mengenmäßig dominieren. Alle Gehalte sind als $\mu\text{g/kg}$ Milchfett angegeben. In den untersuchten Proben war eine Korrelation der PBDE-Gehalte mit den übrigen erfassten Organohalogen-Verbindungen nicht erkennbar, was auf einen unterschiedlichen Expositionspfad hindeutet.

Zur groben Abschätzung der zeitlichen Entwicklung der PBDE-Belastung von Frauenmilch wurde eine aus dem Jahre 1992 stammende Sammelprobe aus ca. 1 kg Frauenmilchfett, die portionsweise abgefüllt seither als Qualitätskontrollpool dient, in einer Mehrfachbestimmung auf PBDE analysiert. Die dabei erhaltenen Ergebnisse sind in der Abbildung 2/6 den Medianwerten aus dem Jahre 2002 gegenübergestellt (60).

Verglichen mit dem Pool von über 200 Frauenmilchproben aus dem Jahre 1992 liegen die Medianwerte für die vorherrschenden PBDE-Kongenere in den Proben aus dem Jahre 2002 etwas höher. Auf Grund fehlender Daten für den dazwischen liegenden Zeitraum können daraus keine Tendaussagen abgeleitet werden. Ein Vergleich der Werte deutet allerdings mit aller Vorsicht darauf hin, dass im Gegensatz zu den übrigen betrachteten Organohalogen-Verbindungen kein deutlicher Rückgang der PBDE-Belastung von Frauenmilch in den letzten Jahren stattgefunden hat.

Abbildung 2/6: Mittlere Belastung von Frauenmilch aus Nordrhein-Westfalen mit polybromierten Diphenylethern 1992 und 2002



Quelle: Chemisches Landes- und Staatliches Veterinäruntersuchungsamt Münster

2.5.7 Beurteilung und Schlussfolgerungen

Umfangreiche bundesweite Untersuchungen belegen, dass die Belastung von Frauenmilch mit persistenten Organochlor-Pestiziden, PCB und Dioxinen in den vergangenen 30 Jahren um 70 % bis 90 % abgenommen hat. Überschreitungen der 1999 von der Kommission „Human-Biomonitoring“ empfohlenen Referenzwerte für Gesamt-DDT, HCB, β -HCH und Gesamt-PCB werden nur noch vereinzelt beobachtet, wobei der Grund in aller Regel auf einen längeren Auslandsaufenthalt der Mutter zurückzuführen ist. Die Gehalte weiterer Organochlor-Pestizide, wie z.B. α -HCH, γ -HCH (Lindan), Dieldrin, Heptachlorepoxyd sowie der Nitromoschusverbindungen liegen zunehmend im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze und darunter. Durch umfangreiche umweltpolitische Maßnahmen konnten zwar die Dioxingehalte in Frauenmilch drastisch gesenkt werden, trotzdem sollte die nach wie vor relativ hohe Aufnahme für einen voll gestillten Säugling, insbesondere unter Berücksichtigung der Dioxin-ähnlichen PCB, aus Gründen des vorbeugenden Gesundheitsschutzes zum Anlass genommen werden, die Anstrengungen zur Minimierung der Dioxin- und PCB-Emissionen in die Umwelt auch zukünftig mit Nachdruck zu verfolgen. Der Erfolg dieser und weiterer Maßnahmen zur Reduzierung des Eintrages anderer persistenter Verbindungen mit hohem Akkumulationsvermögen in die Umwelt sollte durch geeignete Monitoring-Programme überprüft werden.

Eine eindeutige Bewertung der PBDE-Belastung von Frauenmilch ist auf Grund lückenhafter Kenntnisse bezüglich Exposition und Toxizität noch nicht abschließend möglich. Hierfür müssen die Ergebnisse weiterer Messprogramme und Studien abgewartet werden, wie sie z.B. vom Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) im Rahmen des Aktionsprogramms „Umwelt und Gesundheit“ zur Zeit durchgeführt werden.

An der Beurteilung der Belastungssituation von Frauenmilch durch die nationale Stillkommission hat sich nichts geändert. Es wird weiterhin empfohlen, bis zum Übergang auf die Löffelnahrung (ca. 4 bis 6 Monate) die Kinder voll zu stillen.

2.6 Acrylamid in Lebensmitteln³⁴

2.6.1 Einleitung

Im April 2002 hat die schwedische Behörde für Lebensmittelsicherheit zusammen mit der Universität Stockholm über eine Pressemitteilung Forschungsergebnisse veröffentlicht, wonach das im Tierversuch Krebs erregende Acrylamid in z. T. sehr hohen Gehalten in stärkehaltigen gebratenen, gebackenen oder frittierten Lebensmitteln gefunden werden konnte. Initiiert wurden die Forschungsarbeiten auf Grund arbeitsmedizinischer Untersuchungen an Personen, die hohe Mengen Acrylamid eingeatmet hatten und mit deutlichen neurotoxischen Krankheitssymptomen reagierten, wie z.B. Gefühlslosigkeit und Kribbeln in Beinen und Füßen (89). Bei der daraufhin eingeleiteten medizinischen Untersuchung fiel auf, dass nicht nur bei den belasteten Arbeitern, sondern auch bei einer (vermeintlich) unbelasteten Kontrollgruppe Addukte zwischen Acrylamid und dem Blutfarbstoff Hämoglobin feststellbar waren. Diese Addukte gelten als zuverlässiger Marker für eine Acrylamidexposition. Die Hypothese, dass die Aufnahme stark erhitzter kohlenhydrathaltiger Lebensmittel für diese Hintergrundbelastung verantwortlich sein

³⁴ Bearbeiter: Petz, Michael

könnte, wurde durch Verfütterung frittierten Futters an Ratten und der daraufhin feststellbaren Bildung von Acrylamidaddukten in deren Blut erhärtet (61). Dies löste die Entwicklung analytischer Methoden zur Bestimmung von Acrylamid in Lebensmitteln und deren Anwendung zur Ermittlung von Acrylamidgehalten in einem breiten Spektrum von Lebensmitteln aus (62, 63).

Acrylamid wird in der EU in einer Menge von ca. 100 000 Tonnen pro Jahr hergestellt und zu 99,9 % zur Produktion von Polyacrylamid verwendet, dessen breiteste Anwendung in der Trink- und Abwasseraufbereitung besteht³⁵. Weiterhin wird Polyacrylamid als Binder bei der Papier- und Pappeherstellung, als Dispergierhilfsmittel bei Lacken und Farben auf Wasserbasis sowie bei einzelnen kosmetischen Produkten (z.B. Shampoos, Body Lotions) eingesetzt. Bei der Herstellung von Polyacrylamid wird Acrylamid chemisch gebunden. Freies Acrylamid, das zu einer Verbraucherbelastung beitragen könnte, liegt im Polyacrylamid deutlich unterhalb von 0,1 % vor und wird daraus auch nicht wieder als Abbauprodukt freigesetzt. Nach einhelliger Expertenmeinung besitzt die Exposition des Verbrauchers durch die technischen Anwendungen des Polyacrylamids und dessen Restgehalte an Acrylamid keine gesundheitliche Bedeutung (64).

2.6.2 Bildung und Gehalte von Acrylamid in Lebensmitteln

Die an einem breiten Spektrum von Lebensmitteln durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass die höchsten Acrylamidkonzentrationen in Produkten aus Kartoffeln und Getreide festgestellt wurden, wenn diese durch Braten, Rösten, Backen oder Frittieren einer starken Erhitzung ausgesetzt waren. Acrylamid entsteht dabei aus natürlichen Inhaltsstoffen dieser Lebensmittel. Mehrere Wege werden diskutiert, bei denen Fette, Kohlenhydrate, Aminosäuren und andere in Lebensmitteln vorkommende Säuren zur Acrylamidbildung führen können (64). Inzwischen ist geklärt, dass die Hauptmenge an Acrylamid aus der Aminosäure Asparagin freigesetzt wird, wenn diese zuvor mit reduzierenden Zuckern, wie Traubenzucker (Glucose) oder Fruchtzucker (Fructose), eine Kondensationsreaktion eingegangen ist (65, 66, 67, 68, 69). Die Reaktion beginnt bei Temperaturen wenig oberhalb von 100 °C und beschleunigt sich mit Temperaturanstieg (70). Es handelt sich dabei um einen Teilprozess der sogenannten Maillard-Reaktion, die das sehr komplexe Reaktionsverhalten von Aminosäuren und Proteinen mit reduzierenden Zuckern beschreibt und die u.a. verantwortlich ist für das Entstehen der beim Backen von Brot oder Braten von Fleisch erwünschten Bräunung und der damit einhergehenden Bildung von Röstaromastoffen. Bei Maßnahmen zur Minimierung von Acrylamid wird man deshalb nach einem Kompromiss suchen müssen, bei dem einerseits noch die Verbrauchererwartung an die geschmacklichen Eigenschaften des Produkts erfüllt werden, gleichzeitig aber der Acrylamidgehalt so weit wie möglich gesenkt werden kann. Dass vor allem bei hoch erhitzten Kartoffelerzeugnissen die höchsten Acrylamidbelastungen festgestellt wurden, liegt am vergleichsweise hohen Gehalt der Kartoffel an freiem Asparagin und reduzierenden Zuckern. Lebensmittel, die nicht erhitzt oder lediglich gekocht werden, sind nicht mit Acrylamid belastet.

Seit August 2002 verfolgt Deutschland als bisher einziger EU-Mitgliedstaat für Acrylamid eine offizielle Minimierungsstrategie, die zwischen Bund und Ländern abgestimmt ist und die betroffene Wirtschaft mit einbindet. Diese Strategie umfasst neben einer intensivierten

³⁵ Polyacrylamid dient in der Trinkwasseraufbereitung als Flockungsmittel, die in ungereinigten Wässern die suspendierten Feststoff- und kolloidalen Teilchen aggregieren, sodass sie durch Sedimentation entfernt werden können.

Forschung und Forschungsförderung, engen Kontakten mit den betroffenen Branchen, rechtlichen Vorgaben und Verbraucherinformationen in erster Linie ein von dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) vorgeschlagenes dynamisches System zur Minimierung der Acrylamidgehalte in Lebensmitteln (71). Danach sammelt das BVL Analyseergebnisse aus der amtlichen Lebensmittelüberwachung der Länder, der Wirtschaft, aus Veröffentlichungen und aus Untersuchungen von Forschungseinrichtungen des Bundes. Nach Zusammenfassung zu Warengruppen, werden aus diesen diejenigen Produkte identifiziert, die zu den 10 Prozent der am höchsten belasteten Lebensmittel gehören. Der niedrigste Acrylamidgehalt innerhalb dieser 10-Prozent-Gruppe ergibt dabei den so genannten Signalwert. Die Hersteller dieser besonders belasteten Erzeugnisse und generell aller Erzeugnisse, deren Acrylamidgehalt 1 000 µg/kg übersteigt, werden aufgefordert, die Gehalte zu reduzieren. Dabei ist beabsichtigt, dass mit Senkung der höchsten Acrylamidbelastungen Produkte mit niedrigeren Gehalten in die kritische 10-Prozent-Marke fallen und ebenfalls in die Maßnahmen zur Senkung der Acrylamidbelastungen einbezogen werden, um so eine kontinuierliche Absenkung der Acrylamidgehalte zu erreichen. Einen Überblick über die Signalwerte³⁶ und ermittelten Konzentrationen bei den am stärksten belasteten Lebensmitteln gibt Tabelle 2/24.

Tabelle 2/24: Überblick über die Signalwerte und die festgestellten Acrylamidgehalte bei besonders belasteten Lebensmitteln

Warengruppe	Signalwert* µg/kg Acrylamid	Anzahl der Untersuchungen (2002 - 01/2003)	Median Acrylamid (µg/kg)	Acrylamid (µg/kg) Minimum - Maximum
Kartoffelpuffer, verzehrsfertig	1300	34	700	210 - 1900
Kartoffelchips	1200	260	670	< 150 - 3680
Lebkuchen und Lebkuchen-haltige Gebäcke	1370	56	315	< 30 - 3190
Röstkaffee, gemahlen	366	50	280	100 - 700
Spekulatius	710	64	190	n.n.** - 1690
Knäckebrötchen	612	102	190	n.n.** - 2840
Pommes frites, verzehrsfertig	570	137	140	n.n.** - 3920
Feine Backwaren aus Mürbeteig (außer Spekulatius)	660	52	90	n.n.** - 1090
Frühstückserealien	257	104	< 30	n.n.** - 820

* 10 % der untersuchten Produkte haben Acrylamidgehalte oberhalb des Signalwertes (Stand: Juni 2003)

** n.n. = nicht nachweisbar

Temperatur, Erhitzungsdauer, Wasserverfügbarkeit, Rohstoffauswahl und -behandlung, sowie der Zusatz von bzw. Verzicht auf bestimmte Additive sind die wichtigsten „Stellschrauben“, mit denen das Ausmaß der Acrylamidbildung beeinflusst werden kann. Die Temperatur hat dabei einen besonders großen Einfluss. So führte ein 3 1/2-minütiges

³⁶ Die aktuellen Signalwerte und Ergebnisse der amtlichen Überwachung sind wie viele weitere Informationen zum Thema Acrylamid besonders ausführlich über die Internetseiten des Bundesinstituts für Risikobewertung <http://www.bfr.bund.de/cd/1134> (Stand: August 2004) abzurufen.

Frittieren von Pommes frites bei 175 °C zu Acrylamidgehalten von 287 µg/kg, während bei etwas höherer Temperatur (180 °C) mit 1 070 µg/kg schon mehr als der 3-fache Gehalt festzustellen war (72). Pommes frites, die bei höherer Temperatur dunkel frittiert wurden, aber noch essbar waren, enthielten über 10 000 µg/kg an Acrylamid (73). Entsprechend dürfen auf Grund einer Bund-Länder-Vereinbarung Gaststätten und Imbisse Pommes frites nur noch bei höchstens 175 °C frittieren. Dass generell beim Frittieren, Braten und Backen niedrigere Temperaturen und längere Garzeiten empfehlenswert sind, zeigt auch das Beispiel des Vergleichs von Kartoffelpuffern, die entweder bei 180 °C für 12 min oder bei 215 °C für 6,5 min in der Pfanne gebraten wurden. Bei der höheren Temperatur entstand mit 703 µg/kg ein rund 7-fach höherer Acrylamidgehalt (74). Für Kartoffeln wurden die Parameter, die die Acrylamidbildung beeinflussen, bereits sehr intensiv untersucht (75). Während sich allerdings in der Lebensmittelindustrie die Rohstoffauswahl und Prozessbedingungen genau kontrollieren lassen, ist die Begrenzung der Acrylamidbildung bei der Lebensmittelizeubereitung im Privathaushalt schwer zu beeinflussen³⁷.

Die Minimierungsmaßnahmen sind in ihrem Erfolg allerdings begrenzt, weil die Gehalte an den natürlichen Inhaltsstoffen, die zur Acrylamidbildung führen, von einer Vielzahl von Parametern abhängen, die nur teilweise von Herstellern oder Verbrauchern in der Küche beeinflusst werden können. Diese Variablen sind auch verantwortlich dafür, dass selbst bei identischen Prozessbedingungen für Produkte ein und desselben Herstellers recht schwankende Gehalte festgestellt werden und sich in der Gesamtbetrachtung für ein einzelnes Produkt eine sehr breite Spanne zwischen sehr niedrigen und sehr hohen Werten ergibt. Die Aufklärung der Bildung von Acrylamid und der Beeinflussung dieser Reaktionen wird zusätzlich noch dadurch erschwert, dass Acrylamid eine reaktive chemische Verbindung ist, die mit verschiedenen Lebensmittelbestandteilen weiterreagieren kann, sodass der bei der Untersuchung festgestellte Acrylamidgehalt lediglich eine Art Momentaufnahme darstellt (76). Die in Lebensmitteln festgestellten Acrylamidgehalte sind das Resultat eines parallel ablaufenden Bildungs- und Eliminationsprozesses (75).

2.6.3 Toxikologische Bewertung und Exposition

Die Krebs erzeugende Wirkung von Acrylamid beim Tier wurde in zwei Langzeitversuchen mit Ratten als Versuchstieren nachgewiesen (90, 91). Die Verabreichung von 2 mg/kg KG/Tag führte zu einer signifikanten Zunahme von Tumoren in einer Reihe von Organen. Die niedrigste Dosis, die zu einem statistisch signifikanten Anstieg der Tumorrates führte (LOAEL³⁸), lag bei 0,5 mg/kg KG/Tag. Die höchste untersuchte Dosis ohne statistisch signifikanten Anstieg der Tumorrates (NOAEL²¹) betrug 0,1 mg/kg KG/Tag.

Acrylamid wird nach oraler oder inhalativer Aufnahme im Organismus zu ca. 50 % zu dem chemisch sehr reaktiven Epoxid Glycidamid umgesetzt. Die Bildung von Addukten des Glycidamids mit der DNA ist Auslöser der Genotoxizität und der vererbaren Schäden am Erbgut (64). Der genaue Mechanismus, der zur Tumorbildung führt, ist noch nicht bekannt. Zwar gibt es bisher keine Belege für eine kanzerogene Wirkung von Acrylamid beim

³⁷ Um den Verbraucher darüber aufzuklären, wie sich im Haushalt eine übermäßige Acrylamidbildung bei der Zubereitung von Lebensmitteln vermeiden lässt, wurde deshalb in Zusammenarbeit von AID und Bundesverbraucherministerium ein auch im Internet aufrufbares Faltblatt („Acrylamid – Wie Sie sich und Ihre Familie schützen können“) aufgelegt.

http://www.aid.de/downloads/acrylamid_flyer_0045.pdf (Stand: August 2004)

³⁸ lowest observed adverse effect level

Menschen, andererseits aber auch keine Anhaltspunkte für unterschiedliche Wirkmechanismen bei Tier und Mensch oder für die Existenz einer Wirkungsschwelle. Deshalb wird Acrylamid durch die International Agency for Research on Cancer (IARC) und nach EU-Recht als für den Menschen Krebs erzeugend und als Erbgut verändernd angesehen. Festzuhalten ist aber auch, dass es bei aller berechtigter Kritik (78) an der Aussagekraft selbst der neuesten Studien (79, 80) noch bei keiner der bislang durchgeführten epidemiologischen Untersuchungen gezeigt werden konnte, dass durch berufliche Acrylamidexposition oder die Aufnahme über Lebensmittel ein erhöhtes Krebsrisiko für den Menschen entsteht (87, 88).

Die individuelle Belastung mit Acrylamid lässt sich über das Reaktionsprodukt von Acrylamid mit dem Blutfarbstoff Hämoglobin nachweisen. Entsprechende Untersuchungen zeigen, dass die Hauptbelastung derjenigen, die nicht beruflich bedingt einer Acrylamidexposition ausgesetzt waren, nicht von Lebensmitteln herrührt, sondern vom Rauchen. Der Median für das Hämoglobinaddukt lag nach einer ersten für Deutschland vorgenommenen Studie bei Rauchern mit 85 pmol/g Hämoglobin rund 4-fach höher als beim Durchschnittswert von Nichtrauchern mit 21 pmol/g Hämoglobin (81).

Über den Verzehr der am höchsten belasteten Lebensmittel (s. Tab. 2/24) lässt sich für den Durchschnittsverbraucher in Deutschland eine Acrylamidaufnahme von durchschnittlich rund 0,6 µg pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag berechnen. Für Personen, die diese hoch belasteten Lebensmittel besonders häufig verzehren (speziell 15- bis 18-Jährige) lässt sich eine bis zu 6-fach höhere Acrylamidaufnahme abschätzen. Ergänzend zu beachten ist, dass auch durch deutlich niedriger belastete Lebensmittel, die aber regelmäßig in großen Mengen verzehrt werden, wie z.B. Kaffee oder Brot, wichtige Belastungsquellen hinzukommen. Für die Schweiz wurde abgeschätzt, dass über ein Drittel der dortigen Acrylamidaufnahme durch Kaffee erfolgt (82).

Das Krebsrisiko durch Acrylamid in Lebensmitteln für den Menschen - sofern es überhaupt existiert - lässt sich heute nicht verlässlich quantifizieren. Nach verschiedenen Modellrechnungen, denen die Daten aus den Dosis-Wirkungs-Beziehungen der Tierexperimente zu Grunde liegen, lassen sich Risiken zwischen 700 und 10 000 Krebsfälle pro 1 Mio. Menschen berechnen. Da das Basisrisiko, im Laufe des Lebens an Krebs zu erkranken, bei ca. 20 % liegt, wäre dieses Risiko durch den Acrylamid-Beitrag individuell nur untergeordnet verändert (77). Weit wichtiger als der Verzicht auf Acrylamidhaltige Lebensmittel ist deshalb die Senkung des Basisrisikos. Dies kann vor allem durch den Verzicht auf das Rauchen, maßvollen Alkoholkonsum und durch eine vielseitige Kost mit hohem Gemüse- und Obstanteil (10 Regeln der DGE), ergänzt durch ausreichend körperliche Bewegung, erreicht werden.

2.7 Schlussbemerkungen

Durch das Vordringen der Analytik in immer niedrigere Konzentrationsbereiche sinkt die Zahl der Lebensmittel, die frei von nachweisbaren Rückständen oder Kontaminanten sind. Mit dem weiteren Fortschreiten der analytischen Möglichkeiten ist ein Zeitpunkt absehbar, in dem man kaum einem Lebensmittel, unabhängig von der Erzeugungsart, noch Rückstandsfreiheit attestieren kann. Bereits heute ist der Nachweis von Substanzen im Picogramm-Bereich⁸³ keine Ausnahme mehr. Zwar besitzen alle Verbindungen, die als Rückstände oder Kontaminationen vorkommen, bei sehr hohen Aufnahmemengen beleg-

bare nachteilige gesundheitliche Auswirkungen. Diese Mengen werden für alle in den vor-
ausgehenden Abschnitten berichteten Rückstandsbefunde aber nicht erreicht. Mit abneh-
menden Mengen sinkt das Risiko einer gesundheitlichen Beeinträchtigung i.Allg. bis zu
einem Schwellenwert, unterhalb dessen eine schädliche Wirkung ausgeschlossen werden
kann. Die für Rückstände festgesetzten Höchstmengen liegen dabei noch weit unterhalb
dieser Schwellenwerte. Nach überwiegender Lehrmeinung gibt es für Stoffe, die in hohen
Dosen nachweislich Krebs erregend sind, zwar keine Wirkungsschwelle, dennoch sinkt
auch hier mit abnehmender Konzentration die Erkrankungsgefahr. Ob zudem von den in
Lebensmitteln festgestellten Rückstandskonzentrationen kanzerogener Stoffe überhaupt
noch eine quantifizierbare Gefahr für die Verbrauchergesundheit ausgeht, ist bisher weder
stichhaltig bewiesen noch widerlegt. Nach dem Minimierungsprinzip (ALARA: as low as
reasonably available) wird für diese Stoffe der Gehalt in Lebensmitteln auf das technisch
mögliche Maß reduziert und dazu versucht, die Quellen der Kontaminationen möglichst
weitgehend zu verschließen. Rückstandsbefunde in diesen Konzentrationen bedeuten per
se noch keine direkte Gesundheitsgefahr, sondern stellen ein Frühwarnsystem dar, um
Maßnahmen gegen Missstände und ggf. unerwartete Eintragspfade in die Nahrungskette
treffen zu können. Vor diesem Hintergrund muss die in diesem Kapitel beschriebene
Rückstandssituation gesehen werden.

Eine Reihe gesundheitlich bedenklicher Verbindungen entsteht erst bei der Zubereitung
von Lebensmitteln. In diese Reihe muss auch das normalerweise als technische
Chemikalie genutzte Acrylamid eingeordnet werden, das im Tierversuch nachweislich
Krebs erregend wirkt und von dem erst 2002 bekannt wurde, dass es bei fast allen
Lebensmitteln, die gebacken, gebraten, geröstet oder frittiert werden, aus natürlichen
Lebensmittelinhaltsstoffen gebildet wird, in besonders hohen Konzentrationen vor allem in
Kartoffel- und Getreideprodukten. Seither wurden weltweit in großem Umfang Forschungs-
projekte initiiert, um die bislang nicht bekannte Bedeutung der Acrylamidkontaminationen
für die Gesundheit des Verbrauchers aufzuklären und die bereits eingeleiteten
Minimierungsstrategien zu optimieren. Das Beispiel Acrylamid zeigt gleichzeitig die
Grenzen der Einzelstoffbetrachtung in Verbindung mit Lebensmitteln. So war mancher
Verbraucher geneigt, wegen des im Vergleich zur Brotkrume erhöhten Acrylamidgehalts in
der Brotkruste auf deren Verzehr zu verzichten. Dem steht die Erkenntnis entgegen, dass
gerade in der Brotkruste beim Backprozess Stoffe entstehen, die das Potenzial haben, das
Krebsrisiko zu senken (95, 96).

Es gibt keine Ernährungsform, die es ermöglicht, Lebensmittel ohne jegliche Rückstände
und Kontaminanten zu sich zu nehmen. Viele Verbraucher gehen jedoch davon aus, dass
Rückstände in der Nahrung wesentlich zu einer Gefährdung ihrer Gesundheit beitragen.
Hier wird verkannt, dass die Bedeutung von Rückständen nur minimal ist im Vergleich zu
manchem Fehlverhalten bei der Lebensmittelauswahl und Lebensführung. Wichtiger noch
als das Bestreben, möglichst schadstofffreie Lebensmittel zu verzehren, ist die Aufnahme
einer abwechslungsreichen, vielseitigen Kost mit hohem Obst- und Gemüseanteil, Verzicht
aufs Rauchen und eine ausreichende körperliche Bewegung.

2.8 Literatur

- (1) Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz - PflSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1998 (BGBl. I S. 971, 1527, 3512) zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 20. Juni 2002 (BGBl. I S. 2076)
- (2) Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Liste der zugelassenen Pflanzenschutzmittel in der Bundesrepublik Deutschland (Stand 1. Januar 2003)
- (3) Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 2000. Druckerei Henrich, Frankfurt am Main (2000)
- (4) Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin, persönl. Mitteilung
- (5) Verordnung über Höchstmengen an Rückständen von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln, Düngemitteln oder sonstigen Mitteln in oder auf Lebensmitteln und Tabakerzeugnissen (Rückstands-Höchstmengenverordnung RHmV) in der Fassung vom 13.01.2003 (BGBl. I S. 11)
- (6) Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (Hrsg.): Lebensmittel-Monitoring 1998, 1999, 2000 und 2001. Jeweils gemeinsame Berichte des Bundes und der Bundesländer
- (7) EU-Dokument: Monitoring on Pesticide Residues in Products of Plant Origin in the European Union, Norway, Iceland and Liechtenstein. 2000 Report (SANCO/687 /02/final) April 2002
- (8) Richtlinie 96/23/EG des Rates vom 29. April 1996 über Kontrollmaßnahmen hinsichtlich bestimmter Stoffe und ihrer Rückstände in lebenden Tieren und tierischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Richtlinien 85/358/EWG und 86/469/EWG und der Entscheidung 89/187/EWG und 91/664/EWG ABl. EG L 125 vom 23.05.1996, S.10
- (9) Entscheidung 97/747/EG der Kommission vom 27. Oktober 1997 über Umfang und Häufigkeit der in der Richtlinie 96/23/EG des Rates vorgesehenen Probenahmen zum Zweck der Untersuchung in Bezug auf bestimmte Stoffe und ihre Rückstände in bestimmten tierischen Erzeugnissen (ABl. EG Nr. L 303 vom 06.11.1997, S.12)
- (10) Verordnung (EWG) 2377/90 des Rates vom 26. Juni 1990 zur Schaffung eines Gemeinschaftsverfahrens für die Festsetzung von Höchstmengen für Tierarzneimittelrückstände in Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs (ABl. EG Nr. L 224 vom 18.08.1990, S. 1)
- (11) Bericht über die Ergebnisse der Überwachung auf Rückstände in Lebensmitteln tierischen Ursprungs in Mitgliedstaaten, 2000, (SANCO/592/2002) endg. vom 17. Juli 2002
- (12) Otteneder H, Majerus P: Mykotoxine, Lebensmittelkontaminanten Nr. 1? – Versuch einer Standortbestimmung. Deutsch Lebensm-Rundsch 97 (2001) 334-338
- (13) Verordnung (EG) Nr. 466/2001 der Kommission vom 8. März 2001 zur Festlegung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln (ABl. Nr. L 77 S. 1), zuletzt geändert durch ÄndVO (EG) Nr. 563/2002 vom 02.04.2002 (ABl. Nr. L 86, S. 5)

- (14) Verordnung über Höchstmengen an Mykotoxinen in Lebensmitteln vom 2. Juni 1999 (BGBl. I, S. 1248)
- (15) Verordnung über diätetische Lebensmittel in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. August 1988 (BGBl. I, S. 1713), zuletzt geändert durch Art. 9 § 4 Lebensmittelsicherheits-Neuordnungsgesetz vom 06.08.2002 (BGBl. I, S. 3082)
- (16) Verordnung (EG) Nr. 472/2002 der Kommission vom 12. März 2002 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 466/2001 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln (ABl. Nr. L 75, S. 18-25)
- (17) Richtlinie 98/53/EG der Kommission vom 16. Juli 1998 zur Festlegung von Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Kontrolle bestimmter Lebensmittel auf Einhaltung der Höchstgehalte für Kontaminanten (ABl. Nr. L 201, S. 91-94)
- (18) Richtlinie 2002/26/EG der Kommission vom 13.03.2002 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Kontrolle der Ochratoxin A-Gehalte in Lebensmitteln (ABl. Nr. L 75, S. 35-43)
- (19) Henry SH, Bosch GX, Troxell TC und Bolger PM: Reducing liver cancer - global incidence of aflatoxin. *Science* 286 (1999) 2453-2454
- (20) Pittet A: Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds – an updated review. *Rev Med Vet* 149 (1998) 479-492
- (21) Gareis M, Wolff J, Bresch H, Engel G, Rosner H, Majerus P, Scheuer R, Cholmakow-Bodechtel C: The German ochratoxin A project: Contamination of foods and consumer exposure. *Mycotoxins* 51 (2001) 31-35
- (22) Wolff J, Bresch H, Cholmakow-Bodechtel C, Engel G, Gareis M, Majerus P, Rosner H, Scheuer R: Ochratoxin A: Kontamination von Lebensmitteln und Verbrauchergefährdung. *Arch Lebensmhyg* 51 (2000) 85-115
- (23) Majerus P, Max M, Klaffke H, Palavinskas R: Ochratoxin A in Süßholz, Lakritze und daraus hergestellten Erzeugnissen. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 96 (2000) 451-454
- (24) Zimmerli B, Dick R: Ochratoxin A in table wine and grape juice: occurrence and risk assessment. *Food Addit Contam* 13 (1996) 655-668
- (25) Ottener H, Majerus P: Occurrence of Ochratoxin A in wines: influence of the type of wine and its geographical origin. *Food Addit Contam* 17 (2000) 793-798
- (26) Ottener H, Majerus P: Überlegungen zu einem Grenzwert für Ochratoxin A in Wein. *Mitt Klosterneuburg* 52 (2002) 132-137
- (27) Scientific Committee on Food: Opinion on Fusarium Toxins Part 1: Deoxynivalenol (DON) 09/12/99 (SCF/CS/CNTM/MYC/19 Final)
- (28) Usleber E, Lepsch I, Märtlbauer E: Deoxynivalenol in Mehlproben des Jahres 1999 aus dem Einzelhandel. *Mycotox Res* 16 (2000) 30-33
- (29) Generaldirektion Gesundheit und Verbraucherschutz, SANCO/1630/00
- (30) Gelderblom WCA, Jasiewicz K, Marasas WFO, Thiel PG, Horak RM, Vleggar R, Kiek NPJ: Fumonisin novel mycotoxins with cancer-promoting activity produced by *Fusarium moniliforme*. *Appl Microbiol* 54 (1988) 1806-1811

- (31) Sydenham EW, Thiel PG, Marasas WFO, Shephard GS, van Schalwyk DJ, Koch KR: Natural occurrence of some *Fusarium* mycotoxins in corn from low and high esophageal cancer prevalence areas in the Transkei, Southern Africa. *J Agric Food Chem* 38 (1990) 1900-1903
- (32) Ueno Y, Igima K, Wang SD, Sugiara Y, Sekijima M, Tanaka T, Chen C, Ya S-Z: Fumonisin as a possible contributory risk factor for primary liver cancer: a 3-year study of corn harvested in Haimen, China, by HPLC and ELISA. *Food Chem Toxicol* 35 (1997) 1143-1150
- (33) Scientific Committee on Food: Opinion on *Fusarium* Toxins Part 3: Fumonisin B₁ (FB₁), vom 17. Oktober 2000/SCF/CS/CNTM/MYC/24 Final
- (34) Usleber E: TDI-Überlegungen anlässlich des Halbjahrsymposiums des BMG-Forschungsprojektes „Fumonisin-Aufnahme des deutschen Verbrauchers“ (13.07.2000, München)
- (35) BgVV-Pressedienst vom 06. Juli 2000
- (36) Tanaka T, Hasegawa A, Yamamoto S, Lee US, Sugiura Y, Ueno Y: Worldwide contamination of cereals by the *Fusarium* mycotoxins, nivalenol, deoxynivalenol and zearalenon. 1. Survey of 19 countries. *J Agric Food Chem* 36 (1988) 979-983
- (37) Kuiper-Goodman T, Scott PM, Watanabe H: Risk assessment of the mycotoxin zearalenone. *Regul Toxic Pharmacol* 7 (1987) 253-306
- (38) JECFA, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives 53rd Report. Safety evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Technical Report Series 896. WHO Genf (2000)
- (39) European Commission, Opinion of the Scientific Committee on Food on *Fusarium* Toxins, Part 2: Zearalenon (ZEA), vom 22.06.2000 (SCF/CS/CNTM/MYC/22 Rev. 3 Final)
- (40) JECFA Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives TRS859-JECFA 44/36 (1995)
- (41) Chemisches Untersuchungsamt Bielefeld; Landesanstalt für das Gesundheits- und Veterinärwesen Sachsen, Dresden; Chemisches Untersuchungsinstitut Duisburg; Staatliches Medizinal-, Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt Nordhessen, Kassel; Chemisches Landes- und Staatliches Veterinäruntersuchungsamt Münster; Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Sigmaringen; Landesveterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamt Stendal; Thüringer Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz Erfurt; Staatliches Medizinal-, Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt Südhessen, Wiesbaden; Chemisches Untersuchungsinstitut Leverkusen; Institut für Lebensmittel, Arzneimittel und Tierseuchen Berlin; Chemisches und Lebensmitteluntersuchungsamt Düsseldorf; Staatliches Veterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamt Frankfurt/Oder; Chemisches und Lebensmitteluntersuchungsamt Aachen; Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Karlsruhe; Landesveterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamt Rostock; Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit – Lebensmittelinstitut – Braunschweig; Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit – Lebensmittelinstitut – Oldenburg; Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) Oberschleißheim; Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Stuttgart; Landesuntersuchungsamt – Institut für Lebensmittelchemie – Trier

- (42) Arbeitskreis Lebensmittelchemischer Sachverständiger der Länder und des BgVV. Bundesgesundheitsbl 41 (1998) 160
- (43) Fürst C, Fürst P, Wilmers K: PCDD/PCDF in Frauenmilch 1984 – 1991: Wesentliche Ergebnisse der Auswertung von über 600 Proben. Organohalogen Compounds 6 (1991) 145-165
- (44) Beck H, Dross A, Mathar W: Dependence of PCDD/PCDF levels in human milk on various parameters in Germany II. Chemosphere 25 (1992) 1015-1020
- (45) Vieth B, Heinrich-Hirsch B, Beck H: Trends der Rückstandsgehalte an Organochlor- und Nitromoschusverbindungen in Frauenmilch der Bundesrepublik Deutschland. BgVV-Tätigkeitsbericht 1995, MMV Medizin Verlag München 158-163
- (46) Schade G, Heinzow B: Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in human milk of mothers living in Northern Germany: Current extent of contamination, time trend from 1986 to 1997, and factors that influence the levels of contamination. The Science of Total Environment 215 (1998) 31-39
- (47) Beschluss der Nationalen Stillkommission vom 30.11.1995: Rückstände in Frauenmilch. Bundesgesundheitsbl 30 (1996) 87
- (48) Chemisches Landes- und Staatliches Veterinäruntersuchungsamt Münster, Jahresbericht 2001
- (49) Niedersächsisches Landesgesundheitsamt: Das Muttermilch-Untersuchungsprogramm des Landes Niedersachsen – Auswertungen der Jahre 2000 und 2001, http://www.nlga.niedersachsen.de/umwelt/mumi00_01.pdf (Stand: Juni 2004)
- (50) Landesuntersuchungsamt Südbayern Oberschleißheim, Jahresbericht 2000
- (51) Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Jahresbericht 2001
- (52) Hygiene Institut Hamburg, Jahresbericht 2000
- (53) Chemisches Landes- und Staatliches Veterinäruntersuchungsamt Münster, Jahresbericht 2000
- (53a) Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg, Jahresbericht 2000
- (53b) Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg, Jahresbericht 2001
- (53c) Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg, Jahresbericht 2002
- (54) Alder L, Beck H, Mathar W: Organochlorpestizide und polychlorierte Biphenyle in Frauenmilch aus den fünf neuen Bundesländern. BGA-Tätigkeitsbericht 1992, MMV Medizin Verlag München 226-228
- (55) Vieth B: Stillen und unerwünschte Fremdstoffe in Frauenmilch Teil 1: Datenlage und Trends in Deutschland. Umweltmedizinischer Informationsdienst 2/2002 20-23
- (56) Empfehlung der Kommission „Human-Biomonitoring“: Referenzwerte für HCB, β -HCH, DDT und PCB in Frauenmilch. Bundesgesundheitsbl 42 (1999) 533-539

- (57) Dioxine: Daten aus Deutschland – 3. und 4. Bericht der Bund/Länder-Arbeitsgruppe Dioxine (Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Bonn 2002), ISBN 3-00-009326-5
- (58) Malisch R, van Leeuwen FXR: Results of the WHO-coordinated exposure study on the levels of PCBs, PCDDs and PCDFs in human milk. *Organohalogen Compounds* 64 (2003) 140-143
- (59) Noren K, Meironyte D: Contaminants in Swedish human milk. Decreasing levels of organochlorine and increasing levels of organobromine compounds. *Organohalogen Compounds* 38 (1998) 1-4
- (60) Chemisches Landes- und Staatliches Veterinäruntersuchungsamt Münster, Jahresbericht 2002
- (61) Tareke E, Rydberg P, Karlsson P, Eriksson S, Tornqvist M: Acrylamide: A cooking carcinogen? *Chem Res Toxicol* 13 (2000) 517-522
- (62) Tareke E, Rydberg P, Karlsson P, Eriksson S, Tornqvist M: Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. *J Agr Food Chem* 50 (2002) 4998-5006
- (63) Biedermann M, Biedermann-Brem S, Noti A, Grob K, Egli P, Mändli H: Two GC-MS methods for the analysis of acrylamide in foods. *Mitt Lebensm Hyg* 93 (2002) 638-652
- (64) WHO/FAO: Health implications of acrylamide in food. Report of a Joint FAO/WHO Consultation, Geneva, 25-27 June 2002
- (65) Stadler RH, Blank I, Varga N, Robert F, Hau J, Guy PA, Robert M-C, Riediker S: Acrylamide from Maillard reaction products. *Nature* 419 (2002) 449-450
- (66) Mottram DS, Wedzicha BL, Dodson AT: Acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nature* 419 (2002) 448-449
- (67) Becalski A, Lau BPY, Lewis D, Seaman SW: Acrylamide in foods: Occurrence, sources, and modeling. *J Agr Food Chem* 51 (2003) 802-808
- (68) Weisshaar R, Gutsche B: Formation of acrylamide in heated potato products – Model experiments pointing to asparagine as precursor. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 98 (2002) 397-400
- (69) Yaylayan VA, Wnorowski A, Locas CP: Why asparagin needs carbohydrates to generate acrylamide. *J Agric Food Chem* 51 (2003) 1753-1757
- (70) Biedermann M, Noti A, Biedermann-Brem S, Mozzetti V, Grob K: Experiments on acrylamide formation and possibilities to decrease the potential of acrylamide formation in potatoes. *Mitt Lebensm Hyg* 93 (2002) 668-687
- (71) Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL), Mitteilung für die Presse, Nr. 329, vom 02.10.2002
- (72) Gertz C, Klostermann S: Analysis of acrylamide and mechanisms of its formation in deep-fried products. *Eur J Lipid Sci Tech* 104 (2002) 762-771

- (73) Ahn JS, Castle L, Clarke DB, Lloyd AS, Philo MR, Speck DR: Verification of the findings of acrylamide in heated foods. *Food Addit Contam* 19 (2002) 1116-1124
- (74) Matthäus B, Vosmann K, Haase NU: Wie lässt sich Acrylamid beim Backen und Braten vermindern? Forschungsreport Verbraucherschutz – Ernährung – Landwirtschaft 1/2003 (Heft 27)
- (75) Noti A, Biedermann-Brem S, Biedermann M, Grob K, Albisser P, Realini P: Storage of potatoes at low temperature should be avoided to prevent increased acrylamide formation during frying or roasting. *Mitt Lebensm Hyg* 94 (2003) 167-180
- (76) Biedermann M, Biedermann-Brem S, Noti A, Grob K: Methods for determining the potential of acrylamide formation and its elimination in raw materials for food preparation, such as potatoes. *Mitt Lebensm Hyg* 93 (2002) 653-667
- (77) Madle S, Broschinski L, Mosbach-Schulz O, Schöning G, Schulte A: Zur aktuellen Risikobewertung von Acrylamid in Lebensmitteln. *Bundesgesundheitsbl* 46 (2003) 405-415
- (78) Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR): Bedeutung der Studie von Mucci et al. für die Risikobewertung von Acrylamid in Lebensmitteln. Stellungnahme des BfR vom 25. Februar 2003
- (79) Pelucchi C, Franceschi S, Levi F, Trichopoulos D, Bosetti C, Negri E, La Vecchia C: Fried potatoes and human cancer. *Int J Cancer* 105 (2003) 558-560
- (80) Mucci LA, Dickman PW, Steineck G, Adami HO, Augustsson K: Dietary acrylamide and cancer of the large bowel, kidney, and bladder: Absence of an association in a population-based study in Sweden. *Brit J Cancer* 88 (2003) 84-89
- (81) Schettgen T, Weiss T, Drexler H, Angerer J: A first approach to estimate the internal exposure to acrylamide in smoking and non-smoking adults from Germany. *Int J Hyg Environm Health* 206 (2003) 9-14
- (82) Schweizer Bundesamt für Gesundheit: Jahresbericht 2002, S. 17-19
- (83) Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 1996. Druckerei Henrich, Frankfurt am Main (1996)
- (84) Uerkvitz R: Prozessniveau im Grenzbereich. *QZ Qualität und Zuverlässigkeit* 44 (1999) 1400–1403
- (85) Schulte E, Malisch R: Calculation of the real PCB content in environmental samples. II: Gas-chromatographic determination of the PCB-concentration in human milk and butter. *Fresenius' Z Anal Chem* 319 (1984) 54-59
- (86) „Published under auspices of the WHO“ – consultation on assessment of the health risk of dioxins; re-evaluation of the tolerable daily intake (TDI) executive summary. *Food Add Contam* 17 (2000) 223-240
- (87) Collins J, Swaen G, Marsh G, Utidjian H, Caporossi J, Lucas L: Mortality patterns among workers exposed to acrylamide. *J Occup Med* 31 (1989) 614-617

- (88) Sobel W, Bond G, Parsons T, Brenner F: Acrylamide cohort mortality study. *Br J Ind Med* 43 (1986) 785-788
- (89) Hagmar L, Tornqvist M, Nordander C, Rosen I, Bruze M, Kautiainen A, Magnusson AL, Malmberg B, Aprea P, Granath F, Axmon A: Health effects of occupational exposure to acrylamide using hemoglobin adducts as biomarkers of internal dose. *Scand J Work Environm Health* 27 (2001) 219-226
- (90) Friedman MA, Dulak LH, Stedham MA: A lifetime oncogenicity study in rats with acrylamide. *Fund Appl Toxicol* 27 (1995) 95-105
- (91) Johnson KA, Gorzinski SJ, Bodner KM, Campbell RA, Wolf CH, Friedman MA, Mast RW: Chronic toxicity and oncogenicity study on acrylamide incorporated in the drinking water of Fischer 344 rats. *Toxicol Appl Pharm* 85 (1986) 154-168
- (92) IARC (International Agency for Research on Cancer): IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: Some naturally occurring substances: Food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. 56 (1993) 489-552
- (93) European Commission, DG Health and consumer protection: Assessment of dietary intake of Patulin by the population of European member states; March 2002
- (94) http://www.bagkf.de/JBBAGKF_GES/DDD/JAHRESBERICHTBAGKFRB40C061A17E.pdf (Stand: August 2004)
- (95) Lindenmeier M, Faist V, Hofmann T: Structural and functional characterization of pronyl-lysine, a novel protein modification in bread crust melanoidins showing in vitro antioxidative and phase I/II enzyme modulating activity. *J Agric Food Chem* 50 (2002) 6997-7006
- (96) Marko D, Kemeny M, Bernady E, Habermeyer M, Weyand U, Meiers S, Frank O, Hofmann T: Studies on the inhibition of tumor cell growth and microtubule assembly by 3-hydroxy-4-[(E)-(2-furyl)methylidene]methyl-3-cyclopentene-1,2-dione, an intensively coloured Maillard reaction product. *Food Chem Toxicol* 40 (2002) 9-18
- (97) Ottener H, Majerus P: Ochratoxin A (OTA) in coffee: nation-wide evaluation of data collected by German Food Control 1995 - 1999. *Food Add Contaminants* 18 (2001) 431-435
- (98) Ottener H, Majerus P: Ochratoxin A (OTA) in Kaffee - Vergleichende Auswertung bundesweiter Daten der Jahre 1995 - 1999 und 2000 - 2002. *Mycotoxin Research* 19 (2003) 14-19

3 Mikrobiologische Aspekte der Ernährung¹

3.1 Einleitung

Die Berichterstattung über tatsächliche und potentielle Gefahren in Lebensmitteln hängt ganz außerordentlich von der Erkennung des Problems, seiner Erfassung durch die Fachleute sowie der Berichterstattung im öffentlichen Gesundheitswesen und der Lebensmittelüberwachung ab. Bei Erscheinen des Ernährungsberichts 2000 wurde der erste Fall von Boviner Spongiformer Enzephalopathie (BSE) bei einem in Deutschland geborenen Rind bekannt. Seit dieser Zeit wurde eine generelle Untersuchungspflicht bei Schlachtung von Rindern im Alter von über 30 Monaten, später 24 Monaten, eingeführt. Entsprechend der umfangreichen Tests liegt hier ein umfassender Erkenntnisgewinn zum Vorkommen von positiv getesteten Tieren in Deutschland vor. Bei den akuten Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen, die sich vor allem durch gesundheitliche Störungen des Magen-Darmbereichs auszeichnen, liegt die Schwierigkeit präzise Zahlen über Erkrankungsfälle und verursachende Lebensmittel zu bekommen u.a. in der Abgrenzung lebensmittelbedingter Erkrankungen von anderen Infektionen des Magen-Darmtrakts, die z.B. durch mangelnde Hygiene (Schmierinfektionen) von Mensch zu Mensch übertragen werden. Zudem entziehen sich mildere Verlaufsformen dieser Erkrankungen der genauen Erfassung, weil die Erkrankten nicht zum Arzt gehen. Wie stark sich für einige Erregerarten die gesetzlichen Vorgaben auf die tatsächlich gemeldeten Fälle durch die beteiligten Personenkreise auswirkt, ist der Tabelle 3/1 zu entnehmen. Bis zum Jahr 2000 wurden die Daten nach dem Bundesseuchengesetz erhoben. Mit Ablösung dieses Gesetzes durch das Infektionsschutzgesetz (IFSG) wurde die Meldepflicht der früher unter dem Sammelbegriff Enteritis infectiosa zusammengefassten, vielfach durch Lebensmittel übertragenen Erkrankungen ergänzend spezifiziert. Für Erkrankungen, wie z.B. der Campylobacteriose, ergaben sich Zahlen, die auf einen dramatischen Anstieg in den Jahren 2001 und 2002 hinweisen. Die verbesserte Berichterstattung überlagert allerdings hier den wahrscheinlich zunehmenden Trend dieser Erkrankung, wie er auch durch andere europäische Länder berichtet wird.

Neben der Erfassung der reinen Erkrankungszahlen oder den Berichten über Kontaminationsraten von Lebensmitteln durch die amtliche Lebensmittelüberwachung wurde in den letzten Jahren die Identifizierung und Ursachenklärung mikrobiell verursachter Lebensmittelerkrankungen stark verbessert. Dieses betrifft u.a. die Aufdeckung von zusammengehörigen Erkrankungsgeschehen, die vorher nur als unauffällige Einzelfälle ungenügend erfasst wurden.

Den folgenden Abschnitten liegt Datenmaterial aus den verschiedensten Quellen zu Grunde. Auf Grund der Meldestrukturen und der notwendigen statistischen Aufbereitung kommt es zu einer gewissen Verzögerung, sodass der Ernährungsbericht 2004 einerseits Erkenntnisse einschließt, die bei der Abfassung des letzten Ernährungsberichts noch nicht vorlagen und andererseits im Wesentlichen mit Ablauf des Jahres 2002 enden.

¹ Kapitelbetreuer: Teufel, Paul; Bearbeiter(in): Bräunig, Juliane; Hartung, Matthias; Kleer, Josef; Schütt-Abraham, Ingrid; Teufel, Paul

Tabelle 3/1:

Meldepflichtige Erkrankungen 1999 - 2002, die häufig durch Lebensmittelinfektionen verursacht werden (12, 13, 14, 15)

Jahr	Salmonellosen (andere als durch S. Typhi und S. Paratyphi verursachte)		Enteritis infectiosa, übrige Formen		Campylobacteriose		Yersiniose		EHEC (inkl. HUS**)		<i>E. coli</i> , sonst. Darm- pathogene Stämme		Botulismus		Typhus		Paratyphus		Shigellenruhr		Trichinose	
	E	St	E	St	E	St	E	St	E	St	E	St	E	St	E	St	E	St	E	St	E	St
1999	85 146	66	110 355	153	28 882*	1	5 321*	0	982*	8	1 866*	5	19	1	108	1	87	0	1 601	0	22	0
2000	79 535	76	115 951	130	30 876*	2	4 778*	0	1 088*	7	1 964*	1	11	1	77	1	64	0	1 321	0	4	0
2001	77 386	69	-	-	54 616	0	7 213	0	1 018	7	5 092	1	8	2	88	1	72	0	1 624	1	5	0
2002	72 379	70	-	-	56 372	0	7 525	2	1 249	10	5 356	5	11	2	59	0	67	0	1 183	0	10	0
2003	63 044	-	-	-	47 876	-	6 571	-	1 216	-	5 464	-	8	-	65	-	72	-	793	-	3	-

E = Erkrankung; St = Sterbefall (nach Angaben des Statistischen Bundesamtes; 14, 15)

- = keine Angaben

* nach Meldungen aus 11 von 16 Ländern (BE, BB, HH, HB, HE, MV, NW, SL, SN, ST, TH)²

** Hämolytisch Urämisches Syndrom

2 BE: Bayern; BB: Brandenburg; HH: Hamburg; HB: Bremen; HE: Hessen; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NW: Nordrhein-Westfalen; SL: Schleswig-Holstein; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; TH: Thüringen

3.2 Lebensmittelinfektionen und Lebensmittelintoxikationen

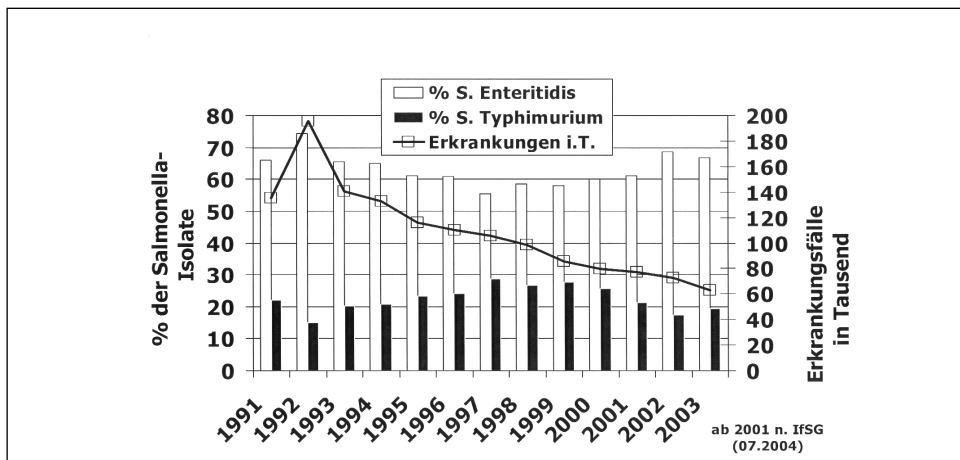
3.2.1 Salmonellose

Die Salmonellose stellte auch im Zeitraum 1999 bis 2002 die bedeutendste bakterielle Infektionskrankheit des Menschen dar. Meist verlaufen Salmonellosen als Durchfallerkrankungen, jedoch kann es in einzelnen Fällen zu schwereren Allgemeininfektionen bis hin zu Todesfällen kommen. Salmonellen gehören zur Bakterienfamilie der Enterobacteriaceae und werden in 2501 Serovaren³ unterteilt, von denen 1478 zur Subspezies I gehören. Letztere sind hauptsächlich für Warmblüter infektiös (11). In dem Berichtszeitraum stellte wieder das Serovar *S. Enteritidis* die häufigste Ursache für die Salmonellose des Menschen dar; an 2. Stelle folgt *S. Typhimurium*.

Die Zahl der Salmonellosen ging auch seit 1999 weiter zurück, nachdem 1992 mit 195 378 Erkrankungen eine langjährige Spitze erreicht worden war (s. Abb. 3/1). Seit 1993 ging die Zahl der Salmonellosen kontinuierlich bei einer geringeren jährlichen Abnahme zurück. Inzwischen ist die Zahl der Salmonellosen auf etwa ein Drittel der Zahl von 1992 zurückgegangen und zwar auf 63 044 Erkrankungen im Jahre 2003 (vgl. Tab. 3/1; [15]). Seit 2001 werden die Meldungen über Infektionskrankheiten nach dem Infektionsschutzgesetz vorgenommen. Durch die damit verbundene erweiterte Meldepflicht ist neben den Salmonellen die zunehmende Bedeutung von anderen Enteritis-Erregern, insbesondere *Campylobacter*, verdeutlicht worden (8, 9).

S. Enteritidis hatte 2002 75 % aller Salmonellose-Fälle ausgelöst, während *S. Typhimurium* in 19 % der Fälle isoliert wurde (15). *S. Enteritidis* hat damit seit 1999 ständig seinen Anteil erhöht, im Jahr 2002 auf ein Niveau, das mit dem Anteil von 1992 vergleichbar war. Dahingegen ist der Anteil von *S. Typhimurium* seit dieser Zeit deutlich gesunken. Der Anteil des wegen seiner mehrfachen Antibiotikaresistenz als besonders problematisch angesehene *S. Typhimurium*-Stammes DT 104 hat sich nicht weiter erhöht, sondern eher an Bedeutung verloren.

Abbildung 3/1: Die Entwicklung der Salmonellosen beim Menschen 1991 - 2003⁴



³ Serovaren: serologisch unterschiedliche Typen innerhalb einer Subspezies

⁴ Quellen: Robert Koch-Institut, die Serovar-Zahlen bis 2000 beruhen auf Mitteilungen aus den Neuen Bundesländern und Berlin, ab 2001: nach Infektionsschutzgesetz

Die Erkrankungen an Salmonellosen werden in Deutschland nach wie vor (5) nur zu einem geringen Teil bis hin zur Infektionsursache untersucht. Bis 2000 war nach dem Bundesseuchengesetz nur die Meldung der Fallzahlen vorgeschrieben. Ab 2001 sind eine Vielzahl von Erregern meldepflichtig. „Lebensmittelvergiftungen“ sind nach dem Infektionsschutzgesetz (IFSG) § 6 (1) Nr. 2 meldepflichtig, wenn zwei oder mehr gleichartige Erkrankungen vorliegen. Die Feststellung der Infektionsursachen sind im Rahmen der Bekämpfungsmaßnahmen durch die zuständigen Behörden vorzunehmen. Nach den für 2000 zusammengefassten Meldungen machten Salmonellen 93 % von insgesamt 76 mikrobiologisch bestätigten Ausbrüchen aus. Von 17 Ausbrüchen durch Salmonellen mit Klärung der verursachenden Lebensmittel wurden 15 durch *S. Enteritidis* ausgelöst und 1 Ausbruch durch *S. Typhimurium*. Die Ausbrüche mit *S. Enteritidis* wurden durch Pudding und Cremes (6x), Hackfleisch, Kuchen/Torten und Speiseeis (je 2x) sowie durch Fleisch-erzeugnisse, Geflügel und Feinkostsalate (je 1x) verursacht. Der Ausbruch mit *S. Typhimurium* wurde auf Wurst zurückgeführt (ZEVALI-Ergebnisse aus 2000; [4, 6, 16]). Nach 2000 liegen noch keine Jahresauswertungen vor.

Einen weiteren Einblick in die epidemiologische Situation ergibt sich seit dem Inkrafttreten der EU-Zoonosen-Richtlinie (92/117/EWG). Danach ist jeder Mitgliedstaat der Europäischen Union (EU) seit 1994 dazu verpflichtet, jährlich einen Trendbericht über den Verlauf und die Quellen von Zoonosen-Infektionen zu erstellen. Dazu wurde in Deutschland ein System zur Erhebung eingerichtet, das auch die Zusammenstellung der in Deutschland nachgewiesenen Salmonellen erlaubt. Danach werden die Nachweise von Salmonellen in Lebensmitteln in jedem Bundesland von den zuständigen Untersuchungseinrichtungen erfasst und an das Nationale Referenzlaboratorium für die Epidemiologie der Zoonosen (NRL-E) zur Erstellung eines deutschen Trendberichts weitergeleitet. Die Tabelle 3/2 zeigt eine Zusammenstellung der wichtigsten Lebensmittelgruppen, für die Nachweise von Salmonellen im Zeitraum von 1999 bis 2002 gemeldet wurden (3, 5, 7, 10). Diese Daten beruhen auf den Meldungen der bakteriologischen Lebensmitteluntersuchungen der Bundesländer. Form und Struktur der Meldungen wurden in Zusammenarbeit mit den Ländern vom Nationalen Referenzlabor festgelegt.

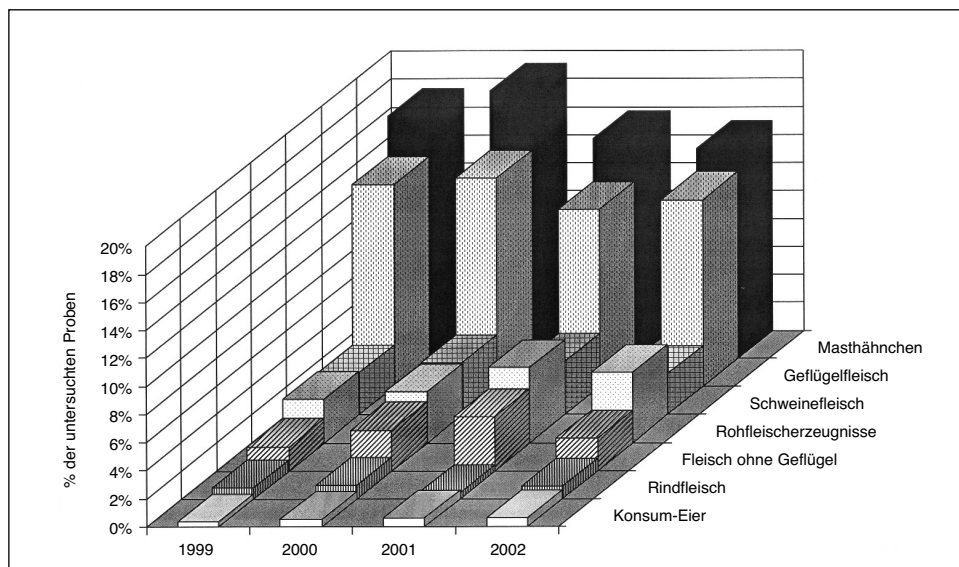
Wie schon im Zeitraum von 1991 bis 1998 stand **Geflügelfleisch** an der Spitze beim Vergleich der Salmonellaratens und lag dabei erheblich über den Raten der übrigen Lebensmittelgruppen (vgl. Tab. 3/2 und Abb. 3/2). Von 1999 bis 2002 sind die Salmonellenbefunde für Planproben bei Geflügelfleisch insgesamt um ca. 1 % auf 13,33 % gesunken; im Jahr 2000 war der Wert noch angestiegen, um im Jahr 2001 auf den Tiefstwert zu fallen (12,68 %). Die Rate bei Masthähnchen und Hühnern ist im Zeitraum 1999 bis 2002 auf 15,01 % um mehr als 2 % abgesunken, nur 2000 hatte sich noch eine Salmonellenrate bei 19 % ergeben. Die Salmonellenbelastungen bei **Fleisch ohne Geflügel** hatten 1999 einen Tiefstwert bei 1,71 % erreicht, bis 2001 stieg der Prozentsatz der Salmonellen wieder an (3,84 %). 2002 wurde mit 2,29 % jedoch wieder ein deutlich niedrigerer Wert festgestellt. Schweinefleisch war vor 1998 in bis über 6 % der Proben (alle Untersuchungsgründe) mit Salmonellen befallen (19). Seit 1998 ist die Belastung bei Schweinen deutlich gesunken, 1999 und 2002 sogar bei Planproben bis unterhalb von 3 %. **Konsum-Eier** waren 1999 nur noch in 0,36 % der Untersuchungen von Planproben *Salmonella*-positiv. Seitdem sind die Salmonellen-Kontaminationen bei Konsum-Eiern wieder bis auf 0,62 % in 2002 angestiegen.

Tabelle 3/2: Salmonellaratens⁵ in Lebensmittel-Routineproben nach den jährlichen Befragungen in deutschen Untersuchungseinrichtungen 1999-2002

	Probenzahl				Salmonellaratrate				Salmonella-Serovar-Verteilung							
					(% positive Proben)				S. Typhimurium				S. Enteritidis			
	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002
Fleisch ohne Geflügel, gesamt	4957	3467	3440	4017	1,71	2,88	3,84	2,29	0,75	1,27	1,31	1,10	0,08	0,14	0,09	0,02
Rindfleisch	612	630	438	590	0,82	0,95	0,46	0,85	0,16	0,63	0,46	0,17	-	0,16	-	-
Kalbfleisch	149	101	-	16	0,67	-	-	-	0,67	-	-	-	-	-	-	-
Schweinefleisch	1624	1614	1547	2193	2,96	3,72	3,81	2,87	1,72	2,04	1,94	1,73	0,06	0,06	-	-
Wildfleisch, gesamt	386	339	305	392	5,96	5,90	7,21	4,08	1,55	2,06	0,66	1,28	0,52	0,29	0,66	-
Rotfleischserzeugnisse (HfIVO)	4795	3984	4206	3676	3,09	3,61	5,35	4,95	1,81	1,98	2,47	2,80	0,06	0,08	0,10	0,05
Stabilisierte Fleischserzeugnisse	6098	5441	4711	4801	1,64	2,22	2,29	2,12	0,59	1,01	1,06	1,10	0,03	0,04	0,06	0,04
Hitzbehandelte Fleischserzeugnisse	3211	3113	3244	2894	0,16	0,29	0,34	0,10	0,06	0,01	0,15	-	-	0,13	0,03	-
Geflügelfleisch, gesamt	2197	2400	2263	2498	14,47	14,88	12,68	13,33	1,55	3,79	1,81	1,44	1,68	2,67	2,56	3,16
Fleisch von Masthähnchen und Hühnern	1186	1421	1046	1499	17,28	19,07	15,68	15,01	1,52	5,07	1,53	0,93	2,70	4,43	4,88	5,07
Fleisch von Enten	127	81	92	168	18,11	17,28	17,39	17,26	5,51	6,17	10,87	6,55	0,79	1,23	1,09	0,60
Fleisch von Gänsen	69	99	76	90	4,35	6,06	10,53	8,89	-	5,05	5,26	5,56	-	-	1,32	1,11
Fleisch von Truthühnern/Puten	538	529	513	597	8,36	8,88	9,16	10,05	1,67	1,51	0,97	1,17	-	-	0,19	-
Geflügelfleisch-Erzeugnisse	980	1241	1103	1081	3,67	2,90	4,90	4,63	0,20	0,24	0,63	0,56	0,71	0,32	0,63	0,74
Fische, Meerestiere und Erzeugnisse	7471	3856	4181	4446	0,33	0,31	0,33	0,25	-	-	0,02	0,07	-	0,03	-	0,02
Konsum-Eier, gesamt	16505	13407	11435	1443	0,36	0,53	0,60	0,82	-	-	0,02	0,06	0,28	0,34	0,44	0,52
- Schale	14817	12361	10008	13530	0,35	0,48	0,60	0,56	-	-	0,01	0,07	0,26	0,36	0,49	0,46
- Eiklar	3717	1095	1678	1641	0,05	0,09	-	0,49	-	-	-	-	-	0,09	-	0,49
- Dotter	14710	11911	9512	13410	0,03	0,10	0,06	0,13	-	-	-	-	0,02	0,05	0,02	0,13
Roheihaltige Speisen	59	12	53	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eiprodukte, gesamt	207	304	325	228	0,97	0,99	0,92	-	-	-	-	-	0,97	0,99	0,92	-
Roh-Milch ab Hof	107	207	158	121	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vorzugsmilch	694	633	560	628	0,14	-	-	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-
Milch, pasteurisiert	1177	1148	1232	1008	0,08	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-	-	-
Milcherzeugnisse, ohne rohe Milch	9417	9167	8452	9751	0,02	-	0,04	0,02	0,02	-	0,02	-	-	-	0,01	0,01
Teigwaren	540	586	721	726	1,11	1,54	0,42	0,96	-	-	-	-	1,11	1,37	0,42	0,96
Backwaren	3554	3161	3194	3468	0,25	0,57	0,38	0,35	-	0,03	0,03	-	0,20	0,44	0,31	0,20
Fertigkostsalate	4136	4017	3880	4548	0,07	0,15	0,05	0,07	0,02	0,02	0,03	-	0,02	0,07	-	-
Fertiggerichte	3079	2475	2826	3087	0,19	0,44	0,15	0,10	0,03	0,12	0,08	-	0,03	0,28	0,08	0,07
Speiseeis	9886	10189	10688	12349	0,05	0,03	0,11	0,04	-	-	0,01	-	0,02	0,02	0,10	0,03
Kinder- und Diätnahrung	1436	1207	1429	1354	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chips, Snacks	134	60	85	135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gewürze	418	488	312	337	0,72	0,61	2,56	1,19	-	-	-	-	-	-	-	-
Vorzerkleinertes Gemüse	400	422	473	1146	-	0,47	-	0,09	-	-	-	-	-	0,47	-	-
Pflanzliche Lebensmittel, sonstige	780	751	783	1205	-	0,67	1,02	0,91	-	-	0,13	0,08	-	-	-	-

⁵ Salmonellaratrate: Prozentsatz von Proben, aus denen Salmonellen isoliert wurden; - = kein Nachweis bekannt

Abbildung 3/2: Übersicht über positive Salmonellenbefunde (Lebensmittel-Routineproben) in wichtigen Lebensmittelgruppen 1999 - 2002

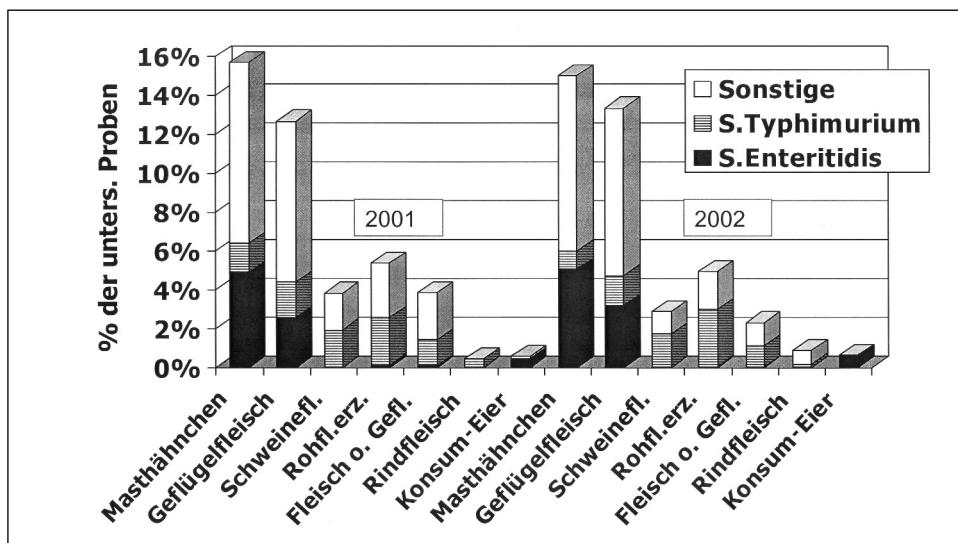


Die Bedeutung der Lebensmittelgruppen für die Epidemiologie der Salmonellose wird besonders durch den Anteil von **S. Enteritidis** deutlich. *S. Enteritidis* ist nach wie vor der hauptsächliche Erreger der menschlichen Salmonellose (vgl. Abb. 3/1). Er kommt in höheren Anteilen besonders bei Lebensmitteln vor, die mit Geflügel oder Eiern zusammenhängen (Abb. 3/3). Bei Masthähnchen wurden 2002 in 5% der Proben *S. Enteritidis* nachgewiesen. Dieser Anteil hatte sich seit 1999 kontinuierlich vergrößert. Bei Konsum-Eiern stellte *S. Enteritidis* im Jahr 2002 84% der nachgewiesenen Salmonellen dar. Wie der Tabelle 3/2 und Abbildung 3/3 zu entnehmen ist, wurde diese spezifische Salmonellenvarietät bei Fleisch ohne Hähnchen-/ Hühnerfleisch und Erzeugnissen daraus nur in geringen Prozentsätzen gefunden. Bei weiter verarbeiteten Lebensmitteln wie Backwaren, Speiseeis und Fertiggerichten wird *S. Enteritidis* allerdings auch in höheren Anteilen der meist geringen Salmonellen-Nachweise gefunden.

Kontaminationen mit **S. Typhimurium** sind hauptsächlich bei den Lebensmitteln festzustellen, die mit Fleisch ohne Geflügel zusammenhängen. *S. Typhimurium* wurde insbesondere bei Schweinefleisch nachgewiesen, dagegen nur in wenigen Fällen bei Rindfleisch. Auch bei Rohfleischerzeugnissen und bei stabilisierten Fleischerzeugnissen wurde unter den Salmonellenisolaten hauptsächlich *S. Typhimurium* nachgewiesen. Aus hitzebehandelten Fleischerzeugnissen wurden kaum noch Salmonellen isoliert. Auch bei Fleisch von Enten, Gänsen sowie von Truthühnern und Puten wurde in der Mehrzahl *S. Typhimurium* gefunden.

S. Typhimurium DT 104 ist ein vielfach antibiotikaresistenter Stamm (resistent gegen Ampicillin, Chloramphenicol, Streptomycin, Sulphonamide und Tetracycline). Eine Antibiotikaresistenz hat bei Salmonellose in Form von Durchfallerkrankungen nur eine geringe Bedeutung. Bewirkt die Salmonellose jedoch eine schwerere, systemische Erkrankung, können die Infektionen zum Tode führen, wenn kein geeignetes Antibiotikum zur Verfügung steht. In den Vorjahren machte DT 104 den Hauptanteil der Stämme von

Abbildung 3/3: Salmonella-Serovare in Lebensmittel-Planproben 2001 und 2002



S. Typhimurium, isoliert bei Rindern und Schweinen aus (2001: 88 % bzw. 62 % [17]). 2002 wurde ein Rückgang von DT 104 bei Rindern und Schweinen festgestellt (Rinder: 52 %, Schweine: 55 % [18]). In den Jahren 2001 und 2002 betrug der Anteil an DT 104 an den in Lebensmitteln vorkommenden Stämmen von *S. Typhimurium* 42 %.

S. Paratyphi B, meist als var. Java, wurde 2002 von 12 Laboratorien aus 8 Ländern aus Masthähnchen in bis zu 2 % der Proben isoliert. Der Anteil war seit einigen Jahren angestiegen (1999: 0,76 %, 2000: 1,47 % und 2001: 1,92 % [1, 2]). Diese Erregervariante verursacht beim Menschen vorwiegend Durchfallerkrankungen im Gegensatz zur vorwiegend von Mensch zu Mensch übertragenen klassischen Variante von *S. Paratyphi*, welche eine typhusartige Allgemeinerkrankung mit sehr hohem und langanhaltendem Fieber und schweren Darmentzündungen verursacht.

Der Gesetzgeber hatte der spätestens seit 1992 bekannten Hauptursache für die menschlichen Salmonellosen durch die Einführung einer Hühnereier-Verordnung im Juli 1994 (zuletzt geändert 2002) Rechnung getragen. Danach dürfen Eier ungekühlt nur bis zum 18. Tag und insgesamt nur 21 Tage nach dem Legen angeboten werden, das Mindesthaltbarkeitsdatum darf 28 Tage nach dem Legen nicht überschreiten. In der Gemeinschaftsverpflegung dürfen nicht ausreichend erhitzte eihaltige Speisen nur noch 2 Stunden nach der Herstellung serviert werden, oder sie müssen innerhalb dieser Zeit auf 7 °C abgekühlt und dürfen bei dieser Temperatur höchstens 24 Stunden gelagert werden. Ähnliche Vorschriften gelten für Backwaren. Außerhalb dieser Bestimmungen sollten Konsum-Eier nach dem Kauf beim Endverbraucher im Kühlschrank gelagert werden. Es wird jedoch weiterhin empfohlen, dass immunabwergeschwächte Personen, aber auch Kleinkinder, Eier nur dann roh verzehren, wenn das Legedatum nicht länger als 10 Tage zurückliegt.

In Anlehnung an das Schweine-Kontroll-System in Dänemark wurde die Möglichkeit der Überwachung von Schweinebeständen mittels Fleischsaftproben und ELISA-Testung überprüft. Hierbei wird der aus einer Fleischprobe geschlachteter Tiere nach dem

Einfrieren und wieder Auftauen austretende Fleischsaft auf das Vorliegen von Antikörpern gegen Salmonellen untersucht. Ein positiver Befund zeigt an, dass sich die Tiere eines Bestands mit dem Erreger auseinandergesetzt haben und somit für den Bestand ein Salmonellaproblem bestehen könnte. Die Folge positiver Befunde reichen von Betriebsberatungen bis hin zu Handelseinschränkungen seitens des fleischverarbeitenden Gewerbes. An dem in Deutschland im Probetrieb laufenden System können Schlachthöfe freiwillig teilnehmen (Bundesanzeiger Nr. 44, S. 2905 v. 05.03.1998). Das System sieht vor, dass Schweinebestände nach den durchschnittlichen Ergebnissen in eine von drei Beurteilungsgruppen eingestuft werden. 2002 wurden von 5 Bundesländern 32 982 ELISA-Untersuchungen von Fleischsaftproben mitgeteilt. Dabei zeigten 5,8 % der Tiere einen positiven Antikörper-Titer (2001: 4 Länder, 17 940 Proben, 1 % positiv [10]).

Salmonellen werden auch in Zukunft eine erhebliche Rolle als ursächlicher Erreger von Lebensmittelinfektionen haben. Deswegen sind neben den bestehenden Regelungen zur Bekämpfung der Salmonellen bei Tierbeständen und in Lebensmitteln (19) weitere Verordnungen geplant. So soll die Schweine-Salmonellen-Verordnung die Fleischsaft-Untersuchung am Schlachthof bei Schweinen zur Regel machen. Seit Juni 2004 ist die neue Zoonosenüberwachungs-Richtlinie 2003/99/EG in Kraft. Sie ersetzt die Richtlinie 92/117/EWG. In der neuen Richtlinie werden Regeln für die Erhebung und Berichterstattung von Zoonosen der Einzelstaaten der EU im Einzelnen festgelegt und in einer damit verknüpften Verordnung wird eine gezielte aktive Bekämpfung von Salmonellen in Tierbeständen und Lebensmitteln verankert.

Um Salmonellose vorzubeugen, sollten leicht verderbliche Lebensmittel, wie Eierspeisen und -cremes, Hackfleisch, alle Feinkostzubereitungen sowie Saucen jeder Art, sofort nach dem Kauf bzw. kurz nach der Zubereitung abgekühlt werden.

Die Küchenhygiene ist für den Verbraucher – unabhängig von rechtlichen Regelungen für Hersteller und Handel – das wichtigste Schutzinstrument vor Salmonelleninfektionen. Dazu gehört auch der sorgfältige Umgang mit Tiefkühlgeflügel. Es sollte gekühlt in einem Gefäß aufgetaut werden, in welchem das Tauwasser zuverlässig gesammelt wird. Das Tauwasser wird in den Abguss geschüttet, der anschließend mit heißem Wasser nachgespült wird. Die Geräte und Flächen sollten vor der Reinigung zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Besonders wichtig ist eine gründliche Handreinigung nach der Berührung von rohem Geflügelfleisch.

Die Erhitzung von Lebensmitteln für mindestens 10 Minuten bei mindestens 70 °C tötet mit einiger Sicherheit Salmonellen ab. Bei 5-Minuten-Frühstückseiern sollte daher die Abschreckung entfallen, damit die Hitze im Innern noch nachwirken kann. Ebenso schützt eine Ansäuerung vor der Vermehrung von Salmonellen, wie bei Sülzen und Salaten, denen z.B. Essig oder andere saure Zutaten zugesetzt werden.

3.2.2 Campylobacteriose

Seit dem Jahr 2001 liegen Meldedaten aus allen 16 Bundesländern zum Vorkommen von *Campylobacter*-Infektionen des Menschen vor; zuvor hatten nur 10 Bundesländer auf freiwilliger Basis ihre Daten zur Verfügung gestellt. Wie bereits in früheren Jahren vermutet, erscheint die Campylobacteriose auf Grund der verbesserten Erfassung nach dem Infektionsschutzgesetz nunmehr als die zweithäufigste bakterielle Lebensmittelinfektionsursache in Deutschland (Tab. 3/1) (10, 34, 35).

Innerhalb der Jahre 2001 und 2002 war ein geringer Anstieg der Meldedaten zu beobachten, jedoch ist noch nicht sicher, inwieweit eine verbesserte Erfassung, optimierte Nachweistechiken oder tatsächlich vermehrt auftretende Erkrankungsfälle für diese Zunahme verantwortlich sind.

Nach wie vor ist *Campylobacter jejuni* die hauptsächliche Ursache für eine Erkrankung, gefolgt von *Campylobacter coli*. Als beteiligte Lebensmittel kommen Geflügelfleisch und rohe Milch in Frage; es wird aber vermutet, dass auch erregerehaltige Badegewässer wie Seen und Flüsse zu einem beträchtlichen Teil der Campylobacteriose-Fälle beitragen. Nach Verzehr von roher Milch werden ebenfalls wiederholt Infektionsausbrüche bekannt. So gibt es immer wieder Berichte in der Tagespresse, dass Gruppen von Schulkindern nach dem Besuch eines Bauernhofes, wo auch die Möglichkeit bestand, rohe Milch oder Kakao aus roher Milch zu trinken, anschließend an Campylobacteriose erkrankten. Der Gesetzgeber hat dieser Gefahr schon im Jahr 1997 Rechnung getragen, indem er die Abgabe von roher Milch in Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung untersagt hat. Im Gegensatz zu mit roher Milch assoziierten Erkrankungen scheinen Campylobacteriosen, bei denen Geflügelfleisch als Ursache vermutet wird, überwiegend als einzelne Fälle aufzutreten. Dieser Unterschied liegt in der Art, wie der Erreger im Lebensmittel verteilt ist. Bei Verzehr von roher Milch kann von einer eher gleichmäßigen Verteilung der Erreger im Lebensmittel ausgegangen werden. Bei Geflügel ist es neben gelegentlichen Fehlern bei der Zubereitung des Geflügelfleisches, z.B. durch eine nicht ausreichende Erhitzung, vor allem der unsachgemäße gleichzeitige Umgang mit rohem Geflügel und bereits verzehrfertigen Produkten in der Küche. Dieser Übertragungsweg wird als der bedeutsamere angesehen, weil die Bakterien überwiegend auf der Haut der Geflügelfleischteile vorgefunden werden, die beim Kochen oder Braten als erstes vollständig durch erhitzt wird. Untersuchungen ergaben nun, dass die Keime auch im Muskelfleisch selbst festzustellen waren. Die Bedeutung dieser Befunde für die Entstehung der Erkrankung bedarf weiterer Untersuchungen. Meist kann das ursächliche Lebensmittel oder die Faktoren, die letztlich zur Erkrankung des Menschen geführt haben, lediglich durch spezielle epidemiologische Studien und molekularbiologisch gestützte Laborbefunde ermittelt werden.

3.2.3 Enterohämorrhagische *Escherichia coli* (EHEC)

Escherichia (E.) coli sind Bakterien, die als Hygieneindikatoren bei der Herstellung von Lebensmitteln anzusehen sind. Unter ihnen gibt es die Gruppe der enterohämorrhagischen *Escherichia coli* (EHEC), die als besonders pathogen anzusehen sind. EHEC-Erkrankungen des Menschen können als leichte Durchfallerkrankungen auftreten. Sie können aber auch mit schweren blutigen Durchfallerkrankungen, Nierenschädigungen mit Nierenversagen (häufig als Hämolytisch-Urämisches Syndrom - HUS) und Thrombotisch Thrombozytopenische Purpura (TTP) einhergehen. Insbesondere bei kleinen Kindern und bei älteren Menschen treten die Komplikationen HUS bzw. TTP auf.

Die Anzahl der gemeldeten Fälle im Jahr 2001 betrug 1 018, im Jahr 2002 lag die Zahl mit 1 249 höher, für 2003 wurden 1 216 Fälle gemeldet (Tab. 3/1). In diesen 3 Jahren wurde die Infektion in über der Hälfte der Fälle (52,4 % bzw. 53 %) bei Kindern unter 5 Jahren festgestellt. Während in angloamerikanischen Ländern überwiegend das Serovar *E. coli* O157 in Verbindung mit Erkrankungen des Menschen vorkommt, werden in Deutschland nur etwa ein Drittel der Fälle durch diesen Keim verursacht. Hier werden auch Serovare wie O103, O26, O145, O91 und andere nachgewiesen. In den Fällen allerdings, bei denen schwerwiegende Komplikationen wie HUS auftraten, wurden auch in Deutschland 78,1 % der Fälle durch *E. coli* O157 verursacht (30).

EHEC ist ein Zoonoseerreger, d.h. die Bakterien werden vom Tier auf den Menschen und umgekehrt übertragen. Der Erreger siedelt sich im Darm an und wird mit dem Kot ausgeschieden. Die Tiere erkranken in aller Regel nicht. Als Hauptreservoir gelten Wiederkäuer und Produkte von Wiederkäuern, wie rohes Fleisch und rohe Milch. Hierbei sind die Bakterien nicht nur bei den Haustierrassen Rind, Schaf und Ziege, sondern auch bei wild lebenden Arten wie Rehen, Hirschen und Dammwild festgestellt worden. Aber auch bei pflanzlichen Lebensmitteln konnten EHEC nachgewiesen werden. In solchen Fällen lag vermutlich eine Kontamination während des Freilandanbaus vor. Diese Kontamination könnte sowohl durch wildlebende Tiere als auch durch unsachgemäßen Einsatz von Gülle usw. verursacht werden.

Ende der 90er Jahre wurde eine bundesweite Erhebung über das Vorkommen von verotoxinbildenden *Escherichia coli* (VTEC) in Lebensmitteln durchgeführt. VTEC haben genauso wie EHEC das Merkmal Toxinbildung, sind aber nicht unbedingt Krankheitserreger. Erst wenn eine klinische Erkrankung beim Menschen auftritt, spricht man von EHEC. Bei alleinigem Nachweis in Lebensmitteln bezeichnet man den Keim als VTEC. An der Erhebung beteiligten sich 24 Untersuchungsämter aus allen 16 Bundesländern; ca. 4500 Proben wurden untersucht. Die Tabelle 3/3 gibt einen Überblick über die Untersuchungsergebnisse von Lebensmitteln tierischer Herkunft.

Tabelle 3/3: VTEC in Lebensmitteln - Schwerpunktuntersuchung 1999

Lebensmittelgruppe	Probenzahl	Positive Proben	Prozentualer Anteil (%)
Milch	681	25	3,7
Milchprodukte	63	1	1,6
Weichkäse aus roher Milch	368	7	1,9
Fleisch	1100	83	7,5
Fleischerzeugnisse	196	18	9,2
Wurstwaren	653	27	4,1
Feinkostsalate	140	7	5,0

Bei den Serovaren, die aus den Lebensmitteln isoliert werden konnten, wurde nie *E. coli* O157 nachgewiesen, sondern hauptsächlich Serovare, die bisher überhaupt nicht oder selten zu einer Erkrankung beim Menschen geführt haben.

Neben einer möglichen Übertragung durch Lebensmittel spielen auch Kontaktinfektionen im Umgang mit Tieren, z.B. in Streichelzoos oder Bauernhöfen, und Mensch zu Mensch Übertragungen eine nicht unwesentliche Rolle.

Zwischen Oktober und Dezember 2002 wurde im Robert Koch-Institut in Berlin eine für diese Jahreszeit ungewöhnliche Zunahme an HUS-Erkrankungszahlen, vor allem im süd-deutschen Raum registriert. Unter 48 gemeldeten HUS-Fällen konnte bei 27 Patienten eine Infektion mit *E. coli* O157:H⁻ festgestellt werden. Im Vergleich dazu wurden zwischen

1997 und 2000 im Rahmen der HUS-Surveillance nur insgesamt 26 Erkrankte mit einer O157:H⁻Infektion registriert. In dem Ausbruchzeitraum starben 4 der Patienten. Trotz intensiver Bemühungen konnte die Ursache für diesen Ausbruch von HUS nicht aufgedeckt werden (36).

3.2.4 Listeriose

Für den Erreger der Listeriose des Menschen, *Listeria monocytogenes*, liegen seit Einführung des Infektionsschutzgesetzes erweiterte Meldedaten vor. Während bis zum Jahr 2000 nur die Fälle der neonatalen Listeriose meldepflichtig waren, werden heute zusätzlich Fälle von Blutvergiftungen, Entzündungen der Hirnhäute oder des Gehirns speziell erfasst.

In den Jahren 2001 und 2002 wurden 222 bzw. 216 Fälle gemeldet (10, 14, 15). In erster Linie betroffen sind Neugeborene, deren Mütter sich im Verlauf der Schwangerschaft infizieren, selbst nicht erkranken oder nur schwache grippeähnliche Symptome aufweisen, während es zu Totgeburten oder zur Listeriose der Neugeborenen kommt. Auch andere Personen, die an einer Vorerkrankung leiden, oder ältere Menschen gehören zur Gruppe der Menschen mit einem besonderen Risiko für Listeriosen. Trotz der nur niedrigen Fallzahlen wird der Listeriose wegen der Schwere der Infektion - ca. 10 % bis 30 % der Infektionen enden tödlich - eine große Bedeutung beigemessen.

Erkrankungen werden heute auf den Verzehr kontaminierter Lebensmittel zurückgeführt. Es sind Lebensmittel, deren Herstellungs- und Bearbeitungsweise nicht zur Abtötung des Erregers geführt hat oder die z.B. bei der Abpackung wieder kontaminiert wurden und mit wenigen Ausnahmen auf Grund ihrer Zusammensetzung eine Vermehrung des Erregers erlauben. Wegen der außerordentlichen Verbreitung der Listerien in der Umwelt und der engen Beziehung zwischen einer hohen Zahl von Erregern ($> 10^3$ pro g) im Lebensmittel und einem gesteigerten Infektionsrisiko werden insbesondere für Lebensmittel tierischen Ursprungs, die vor dem Verzehr nicht mehr erhitzt werden, niedrige Keimzahlen (weniger als 100 pro g) bis zum Ende der garantierten Mindesthaltbarkeit gefordert.

Schwangeren wird die Empfehlung gegeben, auf bestimmte Lebensmittel, die besonders häufig mit den Bakterien kontaminiert sind, zu verzichten. Zu diesen Produkten gehören Weichkäsesorten aus roher Milch. Andere frische Produkte sollten möglichst nicht zu lange im Kühlschrank aufbewahrt, sondern deutlich vor Ablauf des Mindesthaltbarkeitsdatums gegessen werden. Dies trifft insbesondere auf vakuumverpackte frische Fleisch-erzeugnisse und Räucherfischerzeugnisse zu. Neuere Untersuchungen an Räucherfisch haben gezeigt, dass dort immer noch mit nennenswerten Kontaminationen, insbesondere bei Räucherlachs, zu rechnen ist.

Im Gegensatz zu vielen anderen Lebensmittelinfektions- und -intoxikationserregern ist eine Aufbewahrung von Lebensmitteln im Kühlschrank grundsätzlich kein hinreichender Schutz gegen eine Vermehrung. Listerien haben die Eigenschaft, sich auch bei Kühlschranktemperaturen (bis $< 4\text{ °C}$) noch langsam vermehren zu können. Allerdings zeigen Studien aus den USA, dass die Aufbewahrung von anfälligen Lebensmitteln bei Kühlschranktemperaturen unter 6 °C zu einem deutlich verminderten Infektionsrisiko führt (24).

3.2.5 Yersiniose

Bei der Erkrankung handelt es sich um eine überwiegend durch Lebensmittel übertragene Infektion durch *Yersinia enterocolitica*. Das klinische Bild zeigt sich in Durchfallerkrankungen, in deren Verlauf es zu Komplikationen durch reaktive Gelenkentzündungen kommen kann. Nach dem neuen Meldesystem des Infektionsschutzgesetzes liegen nun auch für diese Erkrankung detaillierte Meldedaten vor. Im Jahr 2001 wurden 7 191, im Jahr 2002 7 525 Fälle und 2003 wurden 6 571 Fälle gemeldet. Damit ist die Yersiniose die dritthäufigste bakterielle Ursache für lebensmittelbedingte Infektionen (10, 37).

Überwiegend Lebensmittel tierischer Herkunft, insbesondere Schweinefleisch und Erzeugnisse hieraus, werden als Hauptreservoir für die Yersinien angesehen. Übersichtsuntersuchungen über den Grad einer Kontamination für die verschiedenen Produktgruppen liegen noch nicht vor und die Übertragungswege sind noch nicht ausreichend erforscht.

In Deutschland waren als Hauptursachen für Infektionen des Menschen die Serovare O:3, O:4 und O:8 bekannt. Im Oktober 2001 wurde zum ersten Mal bei einem 4,5 Jahre alten Jungen das Serovar O:3 festgestellt, das in den USA endemisch ist und dort regelmäßig als Erreger intestinaler Yersiniosen nachgewiesen wird. Außerhalb der USA wurde dieser Keim bisher nur vereinzelt gefunden.

Vor dem Hintergrund der Meldedaten und der pathogenen Potenz der Erreger wird diesem Infektionsgeschehen in Zukunft verstärkt Bedeutung beizumessen sein.

3.2.6 Paratuberkulose

Die Paratuberkulose (JOHNEsche Krankheit), ausgelöst durch *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis* (Map), ist eine weltweit vorkommende, chronisch verlaufende, bislang nicht therapierbare Darminfektion der Wiederkäuer. In Deutschland verursacht sie in den betroffenen Rinderbeständen erhebliche wirtschaftliche Verluste. Die Tiere magern stark ab, die Milchleistung verringert sich erheblich und, wenn die Tiere nicht vorzeitig getötet werden, sterben sie. Die Erkrankung ist nach dem Tierseuchengesetz meldepflichtig, die vorliegenden Daten liefern allerdings keinen vollständigen Überblick, inwieweit die deutschen Rinderbestände betroffen sind. Map wird von erkrankten Rindern vor allem in großen Mengen über den Kot, aber auch direkt über die Milch ausgeschieden (28, 29).

Der Erreger steht seit einigen Jahren im Verdacht, mit eine Ursache für die Erkrankung Morbus Crohn (MC) des Menschen zu sein; hierbei handelt es sich um eine chronische entzündliche Darmerkrankung, die segmentär alle Abschnitte des Magen-Darm-Trakts betreffen kann. Die Ätiologie von Morbus Crohn ist multifaktoriell. Genetische, immunologische, diätetische und psychologische Faktoren werden neben der möglichen Beteiligung einer Reihe von Erregern, darunter Map, für bedeutsam gehalten.

Eine Beteiligung von Map an der Entstehung oder Entwicklung eines Morbus Crohn ist nach derzeitigen Erkenntnissen wenig wahrscheinlich; sie ist aber auch nicht auszuschließen. Diskutiert wird, ob der Erreger als opportunistischer Keim⁶ am Krankheitsgeschehen beteiligt ist oder eine Verschlechterung klinischer Symptome bewirkt. Ein direkter und indirekter Nachweis von Map bei Morbus Crohn-Patienten ist häufig gelungen, aber auch bei gesunden Kontrollpersonen wurden die Bakterien nachgewiesen (22, 28).

⁶ Opportunistische Keime rufen nur dann eine Krankheit hervor, wenn sie in einen vorgeschädigten Patienten gelangen.

Eine Übertragungsmöglichkeit durch Lebensmittel, wie Milch, Gemüse oder Fleisch, ist nicht geklärt. Es fehlen Kenntnisse hinsichtlich des Vorkommens der Keime in den verschiedenen Lebensmitteln und über technologische Verfahren zur Eliminierung des Erregers. Als Ergebnis eines Forschungsprojektes an der Bundesanstalt für MilCHForschung in Kiel gilt es als gesichert, dass die Anzahl der Bakterien durch die normale Milchpasteurisierung bei 72 °C für mindestens 15 Sekunden zwar sehr stark reduziert, aber nicht vollständig eliminiert wird (26). Forschungsergebnisse aus Tschechien haben dargelegt, dass Map in essbaren Teilen verschiedener Gemüsearten nachgewiesen werden konnte, wenn der Boden mit diesen Bakterien experimentell beimpft war.

Für die Zukunft werden eine Reihe von Forschungsaktivitäten für dringend erforderlich angesehen, um die offenen Fragen hinsichtlich der Bedeutung von Map für die Lebensmittelsicherheit und damit für die menschliche Gesundheit abzuklären (21).

3.2.7 *Enterobacter sakazakii*

Das Bakterium *E. sakazakii* ist ein gramnegatives Stäbchen aus der Familie der Enterobacteriaceen. Er ist ein fakultativ pathogener Keim, über dessen Virulenz bisher wenig bekannt ist. Der Keim zeigt vor allem bei Neugeborenen eine Affinität zum zentralen Nervensystem. Die Erkrankungen, z.B. Meningitis, Hirnabszesse oder Zystenbildung führen häufig zu Spätschäden mit psychischen und physischen Entwicklungsschäden. Der Erreger kann auch eine nekrotisierende Enterocolitis hervorrufen. Erkrankungen bei Neu- und Frühgeborenen sind bisher selten und bei anderen Altersgruppen nur vereinzelt aufgetreten (23, 33).

In Deutschland erfolgt keine getrennte Erfassung von Meningitiden bei Säuglingen. Weltweit wurden bisher 67 Infektionen beschrieben, die Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen *E. sakazakii* in Säuglingsanfangsnahrung und einer Infektion bei Neugeborenen geben. Die dokumentierten Ausbrüche oder Fälle mit schwerwiegenden gesundheitlichen Folgen bis hin zum Tod zeigen, dass ein Risiko hinsichtlich *E. sakazakii* durch Säuglingsanfangsnahrung besteht, auch wenn nicht eindeutig geklärt ist, ob die pulverförmige Nahrung die einzige Quelle für *E. sakazakii* ist. Vermutlich ist die Zahl an tatsächlichen Infektionen höher als bisher bekannt geworden. In den letzten Jahren hat die Zahl vor allem deswegen zugenommen, weil sich die Aufmerksamkeit, bedingt durch die schweren Erkrankungsfälle, erhöht hat. Aber auch die weniger schweren Fälle sollten berücksichtigt werden. Dies ist in der Vergangenheit nicht geschehen, sodass die Einschätzung tatsächlicher Fallzahlen schwierig ist.

Säuglingsanfangsnahrungen auf Milchbasis sind keine sterilen Erzeugnisse. Auch wenn die Hersteller dieser Produkte erhebliche Anstrengungen unternehmen, das Problem der Enterobacteriaceen unter Kontrolle zu halten, ist ein völliges Freisein von dieser Bakteriengruppe nicht immer zu gewährleisten (33). Es ist bekannt, dass die Hersteller weit strengere Anforderungen an ihre Erzeugnisse stellen, als vom Gesetzgeber gefordert wird. So wird in der Diätverordnung ein Grenzwert von 150 Enterobacteriaceen pro Gramm Säuglingsanfangsnahrung gefordert; bei dem Produkt, das zum Tod eines belgischen Säuglings durch Meningitis geführt hatte, wurden jedoch nur 4 KbE⁷/100 g Pulver festgestellt.

Es gibt viele Wissenslücken über *E. sakazakii*, insbesondere hinsichtlich der Risikogruppen, der exponierten Lebensmittel, der Infektionsdosis und der Virulenz des Erregers.

⁷ KbE: Kolonie bildende Einheiten

3.2.8 Q-Fieber

Zum Q-Fieber beim Menschen liegen beim Robert Koch-Institut für das Jahr 2001 298 und für 2002 193 gemeldete Fälle vor. Diese Zahlen sind zwar bemessen an der Gesamtbevölkerung nicht hoch, da aber die Erkrankung beim Menschen mit sehr ernsten klinischen Symptomen, wie schweren atypischen Pneumonien, Herzkrankheiten und Leberentzündungen einhergehen kann, kommt ihr eine gewisse Bedeutung zu. Außerdem wird vermutet, dass wegen der häufig auftretenden klinischen Symptome, die einer Grippe ähnlich sind, mit einer hohen Dunkelziffer zu rechnen ist.

Q-Fieber ist eine Zoonose, die vom Tier auf den Menschen übertragen werden kann. Die Erkrankung wird durch *Coxiella burnetii* hervorgerufen, ein pleomorphes (stäbchenförmig oder kokkoid oder lanzettförmig), gramvariables Bakterium aus der Familie der Rickettsien. Der Hauptübertragungsweg erfolgt über die Atemwege durch das Einatmen von Coxiellenhaltigem Staub oder Tröpfchen (31).

Sehr häufig tritt die Infektion des Menschen explosionsartig bei Personengruppen auf, die sich z.B. auf Wegen, die auch von Schafherden genutzt wurden, durch Stäube infizierten oder wenn Personen in der Nähe von Tierbeständen, in Schlachtbetrieben oder Tierkliniken erregerrhaltigen Aerosolen und Stäuben ausgesetzt waren. Die wichtigsten Infektionsquellen für den Menschen sind mit Zeckenkot kontaminierter Staub, Nachgeburten infizierter Tiere, Fruchtwasser und Lochialsekret⁸. Bei Personen, die wegen ihres Berufs (z.B. Schlachthauspersonal, Landwirte, Schäfer, Schafscherer, Tierärzte) häufig Kontakt mit Wiederkäuern hatten, ist der Anteil an Personen mit positivem Antikörpernachweis signifikant höher als in der Normalbevölkerung (27, 41, 43).

Die alimentäre Übertragung durch unpasteurisierte Milch, aus roher Milch hergestellte Milcherzeugnisse und rohes Fleisch wird diskutiert. Sie ist nach Angaben aus der wissenschaftlichen Fachliteratur nicht auszuschließen, spielt jedoch nach heutigem Kenntnisstand eine untergeordnete Rolle. In der neueren Literatur finden sich keine Berichte über nur durch Lebensmittel verursachte Einzelerkrankungen bzw. Ausbrüche. In mehreren wissenschaftlichen Publikationen wurde dargelegt, dass Personen, die regelmäßig rohe Milch getrunken hatten, sich offensichtlich intensiver immunologisch mit dem Erreger auseinandergesetzt haben müssen, weil in ihrem Blut häufiger Antikörper gegen *C. burnetii* nachgewiesen werden konnten als in dem von Kontrollgruppen (20, 25, 32, 39, 40, 42).

Wenn in Milcherzeugerbetrieben, die Vorzugsmilch produzieren, Milch-ab-Hof abgeben oder als Betriebe des ökologischen Landbaus auch Erzeugnisse aus roher Milch herstellen, Q-Fieber festgestellt wird, stellt sich immer wieder die Frage hinsichtlich möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigung des Konsumenten.

Um ein Gesundheitsrisiko gering zu halten, werden - auch wenn der alimentäre Übertragungsweg wahrscheinlich eine untergeordnete Rolle spielt - die folgenden Maßnahmen empfohlen:

- Rinder-, Schaf- oder Ziegenbestände, bei denen die Infektion mit *C. burnetii* festgestellt wurde, sollten weder Vorzugsmilch noch Rohmilch unmittelbar an den Verbraucher abgeben dürfen, sondern die Milch sollte einem Erhitzungsverfahren unterzogen werden.

⁸ nachgeburtlicher Ausfluss

- Bei der Herstellung von Weichkäse und Butter aus roher Milch wurde in den 50er Jahren eine Überlebensfähigkeit der Coxiellen von 42 Tagen festgestellt, sodass diese Produkte ebenfalls aus pasteurisierter Milch hergestellt werden sollten. Allerdings fehlen diesen frühen Untersuchungen quantitative Bestimmungen des Erregers, die eine Modellierung des Absterbeverhaltens erlauben würden.
- Bei der Herstellung von Hartkäse wird derzeit davon ausgegangen, dass die Coxiellen im Verlauf der Reifung absterben, bevor der Käse verkauft wird.

3.3 Bovine Spongiforme Enzephalopathie (BSE)

Die Bovine Spongiforme Enzephalopathie (BSE) wurde erstmals 1987 im Vereinigten Königreich als neuartige Rinderkrankheit beschrieben. BSE gehört zur Gruppe der übertragbaren schwammförmigen Hirnerkrankungen oder Transmissiblen Spongiformen Enzephalopathien, abgekürzt TSE. Vergleichbare Erkrankungen sind u.a. die Traberkrankheit (Scrapie) bei Schaf und Ziege, die Chronic Wasting Disease (CWD) bei nordamerikanischen Hirschen und die Creutzfeldt-Jakob-Krankheit (CJK) beim Menschen. Als deren Erreger werden heute von den meisten Wissenschaftlern Prionen (proteinaceous infectious particles = infektiöse Eiweißteilchen) angenommen. Diese setzen sich im Wesentlichen aus Eiweißmolekülen, den sog. Prionproteinen, zusammen. Krankmachende Prionproteine unterscheiden sich in ihrem Aufbau aus Aminosäuren nicht von körpereigenen Prionproteinen. Sie sind aber anders gefaltet. Nach einer BSE-Infektion „vermehren“ sich die Erreger im Rind, indem sie dessen körpereigene Prionproteine (PrPc) dazu bringen, sich in die pathologische Form (PrPsc) umzufalten (55, 59, 62, 65, 66).

Die Untersuchungen zur Ausbreitung des BSE-Erregers im Rind sind noch lange nicht abgeschlossen (53, 55). Die bisherigen Ergebnisse der TSE-Forschung legen nahe, dass der Erreger mit kontaminiertem Futter aufgenommen wird und nach Absorption im Verdauungstrakt längs der Bahnen des vegetativen Nervensystems zum Gehirn und Rückenmark aufsteigt. Die Infektion scheint überwiegend in den ersten Lebenswochen zu erfolgen. Die Erkrankung bricht aber bei den meisten Rindern erst nach 4 bis 6 Jahren aus. Mit der Vermehrung des Erregers im Gehirn kommt es zum Untergang von Nervenzellen und infolgedessen zur namensgebenden schwammartigen Gehirnstruktur mit entsprechenden Ausfallerscheinungen. Am Beginn einer BSE-Erkrankung stehen häufig unspezifische Symptome wie nachlassende Milchleistung oder Abmagerung. Im weiteren Verlauf kommt es zu Verhaltensstörungen, zunehmender Überempfindlichkeit gegenüber Licht, Geräuschen und Berührung, unangemessenen Schreckreaktionen, unsicherem Gang und schließlich Festliegen und Tod. Eine sichere Diagnose ist erst durch eine Gehirnuntersuchung nach dem Tod des Tieres möglich.

1996 wurde im Vereinigten Königreich erstmals ein Zusammenhang zwischen BSE und einer dort insbesondere bei jüngeren Menschen aufgetretenen neuen Variante der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit (vCJK) hergestellt. Epidemiologische Studien, Erregervergleiche im Mausmodell und andere wissenschaftliche Untersuchungen erhärteten diesen Verdacht. Obwohl die seinerzeit von einigen Wissenschaftlern vorausgesagte vCJK-Epidemie mit Tausenden bis Hunderttausenden von Toten bisher ausgeblieben ist, lassen sich aus den bestehenden Modellen keine verlässlichen Vorhersagen über das weitere Geschehen beim Menschen ableiten (52, 56, 63). Die weltweit bis zum August 2004 gemeldeten über 150 vCJK-Fälle sind bis auf wenige Ausnahmen im Vereinigten

Königreich aufgetreten. Sie betreffen, mit einer Ausnahme, Personen, welche – bezogen auf das körpereigene Prionprotein – dieselbe genetische Ausstattung haben und möglicherweise nur ein besonders empfänglicher Teil der Gesamtpopulation sind. Ob Personen mit einer anderen genetischen Ausstattung tatsächlich BSE-resistent sind oder die Krankheit bei ihnen erst nach einer wesentlich längeren Inkubationszeit ausbricht, bleibt daher abzuwarten.

Welche Erregermengen in der Nahrung ausreichen, um eine Erkrankung bei empfänglichen Menschen auszulösen, ist nicht bekannt. Eine Infektion führt nach mehrjähriger bis jahrzehntelanger Inkubationszeit unter schweren zentralnervösen Krankheitserscheinungen zum Tode. Eine Therapie ist derzeit nicht möglich, eine vorbeugende Impfung gibt es nicht. Zudem besteht die Gefahr, dass Infizierte den Erreger während der langen Inkubationszeit an andere Menschen weitergeben, denkbar wäre über Blut- oder Organspenden oder bei ärztlichen Eingriffen durch kontaminierte Instrumente (51). Der Erreger ist gegenüber herkömmlichen Desinfektionsverfahren resistent und lässt sich durch küchentechnische Zubereitung praktisch nicht unschädlich machen. Alle Maßnahmen müssen daher darauf abzielen, den Erreger aus der Lebensmittelkette fernzuhalten (64).

BSE-Maßnahmen beschränkten sich zunächst auf das Vereinigte Königreich, wo die Epidemie Anfang der 90er Jahre mit über 37 000 allein im Jahr 1992 gemeldeten Fällen ihren Höhepunkt erreichte. Insgesamt erkrankten dort weit über 180 000 Rinder an BSE (54, 61). Die seit Ende der 80er Jahre erlassenen Handelsbeschränkungen für britische Rinder und Rinderprodukte reichten nicht aus, um die Ausbreitung des Erregers durch den internationalen Handel mit Tiermehlen, Fleischknochenmehlen oder diese enthaltenden Futtermitteln zu verhindern. Besonders betroffen waren schon in den 90er Jahren die Schweiz, Irland, Portugal und Frankreich. Mit Ausnahme Schwedens wurde BSE bis heute (Stand 24. August 2004) in allen alten Mitgliedstaaten der EU festgestellt, wenn auch mit sehr unterschiedlicher Häufigkeit. Auch Polen, Slowenien, die Slowakei, die Tschechische Republik, Liechtenstein, Israel, Kanada und Japan haben inzwischen BSE-Fälle gemeldet (60).

In Deutschland wurde BSE erstmals Ende November 2000 bei einem in Deutschland geborenen, aufgezogenen und geschlachteten Rind festgestellt. Bis zum Jahresende 2000 wurden 6 weitere BSE-Fälle bei normal-, not- oder krank-geschlachteten, verendeten oder getöteten Rindern gefunden. Im Jahr 2001 wurden 125 BSE-infizierte Rinder entdeckt. Im Jahr 2002 gingen die BSE-Fallzahlen mit 106 Fällen tendenziell, im Jahr 2003 mit nur 54 Fällen jedoch drastisch zurück (50). Allerdings ist es zu früh, aus diesen Zahlen auf ein Abklingen der Epidemie bis zum Jahr 2005 zu schließen. Rund ein Viertel der 2003 gefundenen Fälle stammt nämlich aus dem Geburtsjahrgang 1999, bei dem der Höhepunkt der Erkrankungsfälle erst im Jahr 2004 oder 2005 zu erwarten ist (58). So wurden bis zum 16.08.2004 bereits 41 weitere BSE-Fälle festgestellt. Daher muss auch in den kommenden Jahren mit dem Auftreten von BSE-Fällen bei Rindern deutscher Herkunft gerechnet werden.

Mit der Empfehlung 2000/418/EG wurden alle Mitgliedstaaten der EU verpflichtet, bestimmte BSE-Vorsorgemaßnahmen zu erlassen, unabhängig davon, ob bei ihnen bereits BSE-Fälle aufgetreten waren oder nicht. Die Empfehlung wurde 2001 von der in allen Mitgliedstaaten unmittelbar geltenden Verordnung (EG) 999/2001 abgelöst. Zum Kern der Maßnahmen gehörte insbesondere die Ausweitung des seit 1994 für Wiederkäuer bestehenden Verfütterungsverbots für Tiermehle und Fleischknochenmehle auf alle Lebensmittel liefernden Nutztiere, die Entnahme und Vernichtung potentiell infektiöser Organe und Körperteile nach der Schlachtung, die Einführung von BSE-Schnelltests bei geschlachteten und verendeten Rindern sowie die Tötung der Geburts- und Fütterungskohorte eines BSE-infizierten Tieres und dessen Nachkommen.

In Deutschland gehen die Sicherheitsmaßnahmen teilweise über die EU-Vorgaben hinaus. Um BSE-Infektionen über Futtermittel zu unterbinden, wurde mit Wirkung vom 2. Dezember 2000 ein absolutes Verfütterungsverbot nicht nur für Proteine, sondern auch für Fette von warmblütigen Landtieren und Fischen an alle Lebensmittel liefernden Nutztiere erlassen. Ausgenommen wurden lediglich Milch und Milchbestandteile, die zur Ernährung der Saugkälber unverzichtbar sind und in denen bisherige Untersuchungen keine Infektiosität nachweisen konnten (57, 58), sowie die Verfütterung von Fischmehl an Fische. Die Verfütterung von Fischmehl an Nichtwiederkäuer (Schweine, Geflügel) ist allerdings unter Auflagen heute wieder erlaubt. Für Gelatine gelten Sonderregelungen. Durch diese Maßnahmen dürften die Infektionsquellen weitestgehend geschlossen worden sein. Ob die heute verbotenen Futtermittel die einzige Infektionsquelle in Deutschland waren, wird sich jedoch erst zeigen, wenn die Rinder, die nach der vollständigen Durchsetzung des Verfütterungsverbots geboren wurden, das Alter erreichen, in dem die Erkrankung üblicherweise ausbricht.

Heute (Stand 24. August 2004) müssen in Deutschland alle über 24 Monate alten normal-, not- oder krank-geschlachteten, getöteten oder verendeten Rinder mit BSE-Schnelltests untersucht werden, während EU-weit die Testaltersgrenze für gesund-geschlachtete Rinder demgegenüber bei 30 Monaten liegt. Diese Tests entdecken jedoch nur Tiere im Spätstadium der Inkubation. Daher sind zum Schutz des Verbrauchers weitere Sicherungsmaßnahmen erforderlich. So müssen alle Organe bzw. Körperteile als sogenannte „spezifizierte Risikomaterialien“ (SRM) auf dem Schlachthof entnommen, eingefärbt und unter amtlicher Aufsicht vernichtet werden, die sich in wissenschaftlichen Untersuchungen als infektiös erwiesen haben. Die am 1. Oktober 2000 eingeführte Regelung wird dem geltenden Kenntnisstand fortlaufend angepasst. Derzeit (Stand 24. August 2004) sind die Tonsillen (Mandeln) wie auch der gesamte Darm von Duodenum bis Rektum einschließlich Mesenterium von Rindern aller Altersklassen SRM. Bei über 12 Monate alten Rindern sind zusätzlich der Schädel ohne Unterkiefer, aber einschließlich Hirn und Augen sowie die Wirbelsäule einschließlich des Rückenmarks und der Spinalganglien als SRM zu entsorgen. Lediglich die Schwanzwirbel und die Querfortsätze der Lenden- und Brustwirbel sowie die Kreuzbeinflügel, ab dem 13.09.2000 alle knöchernen Fortsätze der Wirbelsäule die kein Rückenmark enthalten, sind davon ausgenommen. Die Herstellung von Separatorenfleisch von Rinderknochen ist verboten.

Wird bei einem geschlachteten Rind BSE festgestellt, wird EU-weit nicht nur dieses BSE-positive Tier, sondern auch das ihm bei der Schlachtung vorausgehende und die beiden ihm nachfolgenden Rinder vernichtet. In Deutschland sind darüber hinausgehend vorsorglich alle nachfolgenden Rinder zu vernichten, die vor einer gründlichen Reinigung und BSE-Dekontamination der Schlachteinrichtungen und -geräte bearbeitet wurden.

Zudem werden alle Rinder ermittelt und auf BSE untersucht, die mit dem BSE-Tier innerhalb eines Jahres vor oder nach dessen Geburt im selben Bestand gestanden und dabei möglicherweise dasselbe Futter bekommen haben (Kohortentötung). Die Ermittlung dieser Kohortentiere wird zunehmend einfacher, weil alle ab dem 01.01.1998 geborenen Rinder nach der Geburt mit zwei Ohrmarken gekennzeichnet werden müssen und ihre Abstammungs-, Abgabe- und Einstellungsdaten bundesweit in einer Tierdatenbank erfasst werden. Jede Umsetzung des Tieres aus einem Bestand in einen anderen einschließlich der Abgabe an einen Schlachthof oder die Tierkörperbeseitigungsanstalt muss vom Veräußerer wie vom Erwerber an die Datenbank gemeldet werden. Auf diese Weise ist eine gegenseitige Plausibilitätskontrolle möglich, und es kann der gesamte Lebensweg eines Rindes von seiner Geburt bis zu seinem Tod schnell und lückenlos verfolgt werden.

Die Identitätssicherung von Rindern wird von der Schlachtung über die Zerlegung bis in den Einzelhandel mit der obligatorischen Rindfleischetikettierung fortgesetzt. Aus den auf der Verpackung oder durch Aushang an der Abgabestelle gemachten Angaben erfährt der Verbraucher, woher das Tier kommt, von dem das Stück Fleisch stammt. Beispielsweise bedeutet die Angabe D/D/D auf einer Fertigpackung, dass das Tier in Deutschland geboren, gemästet und geschlachtet wurde. Über diese obligatorischen Angaben hinaus können die Handelsbeteiligten weitere Angaben machen, sofern sie einem von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) genehmigten Rindfleischetikettierungssystem angeschlossen sind.

Da Schafe und Ziegen ebenfalls für BSE empfänglich sind und bei ihnen eine vergleichbare Möglichkeit der Infektion über Futtermittel bestand, wurden die BSE-Maßnahmen vorsorglich auf kleine Wiederkäuer erweitert. So werden heute in Deutschland alle geschlachteten oder verendeten Schafe und Ziegen, die älter als 18 Monate sind, über den von der EU vorgegebenen Stichprobenplan hinaus auf TSE getestet. Bis jetzt (16. August 2004) wurde dabei kein BSE-Fall gefunden. Bei allen Schafen und Ziegen sind Milz und Hüft darm, bei Schafen und Ziegen, die über 12 Monate alt sind oder bei denen ein bleibender Schneidezahn das Zahnfleisch durchbrochen hat, auch der Schädel einschließlich Gehirn und Augen, die Tonsillen und das Rückenmark als SRM zu entsorgen. Knochen von Schafen und Ziegen dürfen gleichfalls nicht zur Herstellung von Separatorenfleisch verwendet werden. Langfristig wird versucht, kleine Wiederkäuer durch züchterische Maßnahmen gegenüber TSE resistenter zu machen.

Die wichtigsten rechtlichen Regelungen zur Abwehr der BSE sind im Literaturteil unter den Zitaten 44 bis 49 aufgeführt.

Bei Geflügel und Schweinen wurden BSE-ähnliche Erkrankungen bisher nicht festgestellt.

Für tierische Erzeugnisse, die aus Ländern eingeführt werden, die nicht BSE-frei sind, gelten vergleichbare Bestimmungen wie für tierische Erzeugnisse, die in der EU gewonnen wurden.

3.4 Gemeinschaftsverpflegung

Die Ausgaben für die Verpflegung in Betrieben, im Gesundheits- und Wohlfahrtsbereich, in Bildungs- und Ausbildungsstätten (Großverpflegung) und in der Gastronomie lagen 1999 in Deutschland bei 178 Mrd. DM (ca. 91 Mrd. €) und sollen nach einer Studie der Centralen Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft (CMA) bis 2005 auf 200 Mrd. DM (ca. 102 Mrd. €) ansteigen. Während das Wachstum des Lebensmittel-Einzelhandels von 1991 bis 1999 knapp 7 % betrug, legte das Marktsegment „Essen außer Haus“ in diesem Zeitraum um 30 % zu (67).

Von den durch Lebensmittel auf den Menschen übertragbaren Infektions- und Intoxikationserkrankungen unterliegen in Deutschland Botulismus, Typhus, Paratyphus, Salmonellose (andere als durch die Serovarietäten *S. Typhi* und *S. Paratyphi* bedingt), Shigellose seit Anfang 2001 mit dem Inkrafttreten des Infektionsschutz-Gesetzes (IfSG) auch *Campylobacter*-Infektionen, Yersiniose, Erkrankungen durch EHEC, sonstige *E. coli*-Infektionen, *Norwalk-like-Virus*-Infektionen, *Rotavirus*-Infektionen (die allerdings zum überwiegenden Teil durch Schmierinfektionen ohne Beteiligung von Lebensmitteln übertragen

werden), Giardiasis⁹ und Cryptosporidiose einer amtlichen Meldepflicht. Über die Bedeutung von Lebensmittelintoxikationserregern finden sich verwertbare Daten aber nach wie vor nur in speziellen epidemiologischen Studien. Insbesondere für den Bereich der Gemeinschaftsverpflegung sind *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* und *Staphylococcus aureus* ernstzunehmende Problemkeime (72).

Die Zusammenstellung der Tabelle 3/4 basiert auf der Auswertung der jährlich vom Sanitätsamt der Bundeswehr erstellten „Zusammenfassungen über möglicherweise lebensmittelbedingte Gruppenerkrankungen im Bereich der Bundeswehr“. Eine solche Gruppenerkrankung liegt definitionsgemäß dann vor, wenn mindestens 5 Personen erkrankt sind. Aus den vorliegenden Daten wurden die Ausbrüche herausgezogen, bei denen der Erreger bzw. sein Toxin im beteiligten Lebensmittel bzw. der betroffenen Menü-Komponente nachgewiesen war. Da im Bereich der Bundeswehr die mindestens 48-stündige Aufbewahrung von Rückstellproben einer jeden Speisekomponente vorgeschrieben ist, bietet sich hier weit häufiger als in anderen Bereichen der Gemeinschaftsverpflegung die Möglichkeit einer schlüssigen Recherche. In den Jahren 1998 bis 2001 waren 58 epidemiologisch zuverlässig untersuchte Gruppenerkrankungen mit 2 445 Einzelfällen zu verzeichnen.

Hatte im Zeitraum von 1985 bis 1989 (76) und vor allem 1990 bis 1993 (74) deutlich die Salmonellose das Geschehen beherrscht, so war ihr Anteil auf 26 % (bezogen auf Einzelfälle) (19) zurückgegangen und ist nun weiter auf 22 % gesunken (Tab. 3/4). Die gegen thermische Fehlbehandlung gerichteten Forderungen der Hühnereier-Verordnung, die für mit Rohei hergestellte warme Gerichte die Abgabezeit auf 2 Stunden begrenzen und bei kalt zu verzehrenden Speisen das Abkühlen auf $\leq 7^\circ\text{C}$ innerhalb 2 Stunden vorschreiben, haben offensichtlich gerade im Bereich der Gemeinschaftsverpflegung das Salmonellose-Risiko deutlich reduziert.

Wie in den frühen 80er Jahren (81) dominiert seit 1994 *Bacillus cereus* als Problemkeim mit stetig zunehmender Bedeutung (Abb. 3/4). Im jetzigen Berichtszeitraum (1998 bis 2001) hat er 62 % der Einzelfälle und 67 % der Ausbrüche verursacht (Tab. 3/4). Seine nahezu ubiquitären hitzeresistenten Sporen werden beim Garen der Speisen zum Auskeimen angeregt und vermehren sich, sobald die maximale Vermehrungstemperatur von 55°C (*B. cereus*) erreicht ist (70). Beim Heißhalten sollte die Temperatur deshalb sicherheitshalber nicht unter 65°C absinken; eine Forderung, die jedoch in der Praxis sehr häufig vernachlässigt wird (79, 80). Werden Speisen nach dem Erhitzen abgekühlt, ist eine Vermehrung von *B. cereus* nur zu vermeiden, wenn der Temperaturbereich von 55°C bis 7°C möglichst schnell durchlaufen wird.

Als besonders risikoträchtig erweisen sich Speisen, die erhitzt und anschließend gekühlt werden, wie Puddings, Grießbrei und andere Desserts sowie Kartoffel- und Nudelsalate. Auch kohlenhydrathaltige Menü-Bestandteile, die gegebenenfalls längere Zeit heiß gehalten werden, wie Reis und Kartoffelpüree spielen eine große Rolle hinsichtlich des Zustandekommens von *B. cereus*-Intoxikationen (s. Tab. 3/4). Da eine längere lag-Phase zur Auskeimung der Sporen zu veranschlagen ist, wird ein deutliches Wachstum des Keims und eine damit verbundene Toxinbildung nur dann zustande kommen, wenn zu lange Standzeiten bei Raumtemperatur und Wiederaufwärmen auf zu niedrige Temperatur zusammentreffen. Auch ein Warmhalten bei Temperaturen deutlich unter der 65°C -Grenze könnte bei kurzen Teilungszeiten der Bakterien eine explosionsartige Vermehrung zur

⁹ infektiöse Durchfallerkrankung verursacht durch *Giardia lamblia*

Tabelle 3/4: Ausbrüche von Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen in der Gemeinschaftsverpflegung der Bundeswehr 1998 bis 2001

	<i>Bacillus cereus</i>		<i>Salmonella</i>		<i>Clostridium perfringens</i>		<i>Staphylococcus aureus</i>		Summe	
	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E
Fleischgerichte, Fleischerzeugnisse*	6	120	2	111	1	81	2	28	11	340
Milch, Milcherzeugnisse	1	37					1	13	2	50
Puddings	7	291					1	17	8	308
andere Desserts	2	21	3	284					5	305
Grießbrei	1	299							1	299
Salate **	6	109	2	87	1	10			9	206
Suppen, Eintöpfe	3	158	1	50					4	208
Kartoffelpüree	1	100							1	100
Teigwaren, auch Nudelgerichte	5	219					1	45	6	264
Reis	3	67			1	120			4	187
Saucen, pikant	3	50					2	78	5	128
Kaltgetränke	1	47	1	3					2	50
Summe	39	1518	9	535	3	211	7	181	58	2445
Anteil (%)	67,2	62	15,5	22	5,2	8,6	12,1	7,4	100	100

leere Felder: keine entsprechenden Ereignisse

A = Ausbrüche

E = Einzelfälle

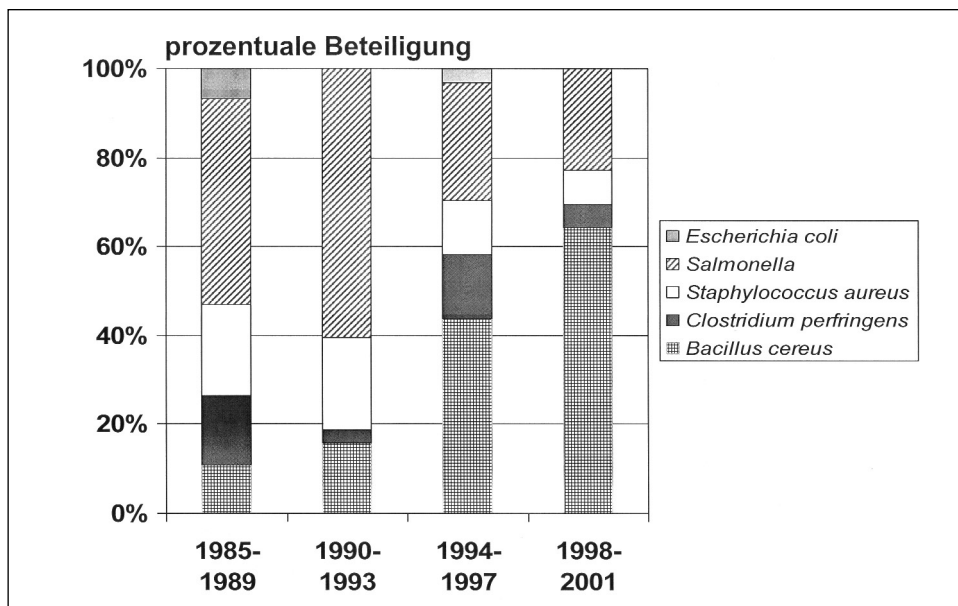
* aber auch Wirsing, Erbsen und andere Gemüsebeilagen

** fast ausschließlich Kartoffel- und Nudelsalate

Folge haben. Für den Eintrag von vegetativen Formen von *B. cereus* oder seinen Sporen sorgen nicht nur erdbodenpartikelhaltige Lebensmittel wie Gemüse und Gewürze, sondern auch eine in den letzten Jahren verstärkt beobachtete Kontamination von Oberflächen, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen (69).

Dass die Mehrzahl der Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen durch Fehler in der thermischen Behandlung provoziert wird, ist seit Jahrzehnten bekannt. Die Vermeidung risikoe erhöhender Temperaturbereiche erfordert eine möglichst kontinuierliche Überwachung der Temperaturverläufe (beim Kühllagern, Erhitzen und Wiedererhitzen, Heißhalten, Abkühlen), wie sie aber vor allem kleinere Betriebe nicht praktizieren (82, 83).

Abbildung 3/4: Beteiligung der Erregerarten an Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen in der Gemeinschaftsverpflegung der Bundeswehr (bezogen auf Anzahl der Erkrankten)



Insbesondere das Einhalten kurzer Abkühlzeiten, das bei den enormen Produktmassen der Großküchen zudem hohe Ansprüche an die Kühlkapazität stellt und entsprechend geringe Schichtdicken des Kühlgutes voraussetzt, wird in der Praxis häufig vernachlässigt (68, 71).

Eine ausreichend hohe Abkühl-Geschwindigkeit ist insbesondere bei der seit Beginn der 90er Jahre stark an Bedeutung gewinnenden Cook-Chill-Technologie notwendig, bei der die Speisen gegart, schockgekühlt, 2 bis 4 Tage kühlgelagert und zum Verzehr wiedererhitzt werden (73).

Das „Monitoring“ der bekannten kritischen Temperatur/Zeit-Relationen als Vereinfachung des HACCP-Systems (75, 77, 78) stellt für die Gemeinschaftsverpflegung eine unerlässliche Maßnahme dar. Besondere Aufmerksamkeit ist aber auch der in § 4(2) der Lebensmittelhygiene-Verordnung geforderten Personal-Hygienschulung zu widmen, zumal im Großküchenbereich sehr häufig Hilfspersonal eingesetzt wird.

3.5 Schlussfolgerungen

Die vorgestellten Daten zeigen die Abhängigkeit der Aussagen zur Lebensmittelsicherheit von der Art, wie und mit welcher Qualität die Erkenntnisse zusammengestellt werden. Die seit Inkrafttreten des Infektionsschutzgesetzes mit erweiterten Vorschriften für die Meldung bestimmter Erkrankungen aus dem Lebensmittelbereich erfassten Angaben führen zu nachweislich höheren Befundzahlen. Erst über weitere Zeiträume werden sich Trends im

Vorkommen solcher Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen abzeichnen, die bis zum Jahr 2000 weniger gut erfasst wurden. Dieses gilt z.B. besonders für die Campylobacteriose und die EHEC-Infektionen. Für die bereits in der Vergangenheit gut erfassten Salmonellosen ergibt sich ein erfreulicher, wenn auch sich verlangsamerender Trend nach unten. Bis August 2004 ist noch kein Fall der mit dem Vorkommen von BSE beim Rind in Zusammenhang gebrachten neuen Variante der Creutzfeld-Jacob-Erkrankung in Deutschland aufgetreten.

Für vorbeugende Maßnahmen im Lebensmittelhygienebereich ist immer wieder das Aufdecken der ursächlichen Faktoren, die zur Erkrankung mit einem bestimmten Erreger geführt haben, von Bedeutung. In den letzten Jahren wird verstärkt die Art des Lebensmittels, die Technologie seiner Herstellung, seine Behandlung durch den Konsumenten und der Ort, wo es verzehrt wurde (z.B. Haushalt, Gemeinschaftsverpflegung) in die epidemiologische Erhebung einbezogen. Die Faktoren, welche die Vermehrung des Erregers im Lebensmittel unterstützen, sind weitgehend bekannt. Änderungen im Verzehrverhalten der Verbraucher können jedoch das Vorkommen bestimmter Erkrankungen erheblich verändern. Die Entwicklung hin zu gesteigertem Verzehr roher Lebensmittel vom Tier (z.B. Rohfleisch, Rohfisch, rohe Milch) kann das Entstehen bestimmter Lebensmittelinfektionen wie beispielsweise durch EHEC (Fleisch, rohe Milch) fördern. Änderungen der Vermarktungsformen oder verlängerte Mindesthaltbarkeitsfristen können mikrobielle Risiken durch Lebensmittel beeinflussen und sind bei der Risikoabschätzung ebenso zu berücksichtigen. Die modernen Methoden der Abschätzung mikrobieller Risiken basieren auf der sorgfältigen Erfassung der Gefahren durch Lebensmittel, also der Gesundheitsberichterstattung wie hier geschildert, der eingehenden Charakterisierung der verursachten Erkrankungen sowie der betrachteten Lebensmittelkette von der Produktion bis hin zur Exposition des Verbrauchers. Daraus abgeleitete präventive Maßnahmen können in ihrem Wirkungsgrad gewichtet und noch zielgerichteter empfohlen werden.

3.6 Literatur

- (1) Dorn Ch, Schroeter A, Miko A, Protz D, Helmuth R: Gehäufte Einsendungen von *Salmonella* Paratyphi B-Isolaten aus Schlachtgeflügel an das Nationale Referenzlabor für Salmonellen. Berl Münch Tierärztl Wschr 114 (2001) 179-183
- (2) Hartung M: Bericht über die epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland für 1998. BgVV-Hefte 09/1999 (1999)
- (3) Hartung M: Bericht über die epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland für 1999. BgVV-Hefte 08/2000 (2000)
- (4) Hartung M: Ergebnisse der Zoonosenerhebungen 1999 bei Lebensmitteln. Ergebnisprotokoll der 53. Arbeitstagung des Arbeitskreises Lebensmittelhygienischer Tierärztlicher Sachverständiger (ALTS) 14.-15.06.2000, Berlin (2000) 85-94
- (5) Hartung M: Bericht über die epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland für 2000. BgVV-Hefte 06/2001 (2001)
- (6) Hartung M: Ergebnisse der Zoonosenerhebungen 2000 bei Lebensmitteln. Ergebnisprotokoll der 54. Arbeitstagung des Arbeitskreises Lebensmittelhygienischer Tierärztlicher Sachverständiger (ALTS) 19.-21.06.2001, Berlin (2001) 57-68

- (7) Hartung M: Bericht über die epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland für 2001. BgVV-Hefte 06/2002 (2002)
- (8) Hartung M: Ergebnisse der Zoonosenerhebungen 2001 bei Lebensmitteln. Ergebnisprotokoll der 55. Arbeitstagung des Arbeitskreises Lebensmittelhygienischer Tierärztlicher Sachverständiger (ALTS) 18.-20.06.2002, Berlin (2002) 67-78
- (9) Hartung M: Ergebnisse der Zoonosenerhebungen 2002 bei Lebensmitteln. Ergebnisprotokoll der 56. Arbeitstagung des Arbeitskreises Lebensmittelhygienischer Tierärztlicher Sachverständiger (ALTS) 16.-18.06.2003 in Berlin (2003) 131-144
- (10) Hartung M (Hrsg.): Deutscher Trendbericht über den Verlauf und die Quellen von Zoonosen-Infektionen nach der Zoonosen-RL (92/117/EWG) für 2002 (2003) Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). (http://www.bfr.bund.de/cm/222/bericht_ueber_die_epidemiologische_situation_der_zoonosen_in_deutschland_fuer_2002.pdf) (August 2004)
- (11) Popoff MY: Antigenic Formulas of the *Salmonella* Serovars. Kauffmann-White scheme supplemented by formulas approved up to December 31, 2000. 8th ed. WHO Collaborating Centre for Reference and Research on Salmonella, Institut Pasteur, Paris (2001)
- (12) Robert Koch-Institut: Jahresstatistik ausgewählter meldepflichtiger Infektionskrankheiten 2000. Epidemiologisches Bulletin 20/2001, Robert Koch-Institut, Berlin (2001) 139-141
- (13) Robert Koch-Institut: Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2001. Robert Koch-Institut, Berlin (2002) 133 S.
- (14) Robert Koch-Institut: Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2002. Robert Koch-Institut, Berlin (2003) 162 S.
- (15) Robert Koch-Institut: Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2003. Robert Koch-Institut, Berlin (2004) 166 S.
- (16) Schmidt K: WHO Surveillance Programm for Control of Foodborne Infections and Intoxications in Europe, 8th Report 1999-2000. FAO/WHO Collaborating Centre for Research and Training in Food Hygiene and Zoonoses im BfR (ed.), Berlin (in Vorbereitung)
- (17) Schroeter A, Dorn Ch, Helmuth R: Bericht des Nationalen Veterinärmedizinischen Referenzlabors für Salmonellen im Jahre 2001. In: Hartung M: Bericht über die epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland für 2001. BgVV-Hefte 06/2002 (2002)
- (18) Schroeter A, Dorn Ch, Helmuth R: Bericht des Nationalen Veterinärmedizinischen Referenzlabors für Salmonellen im Jahre 2002. In: Hartung M (Hrsg.): Deutscher Trendbericht über den Verlauf und die Quellen von Zoonosen-Infektionen nach der Zoonosen-Richtlinie 92/117/EWG für 2002. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). http://www.bfr.bund.de/cm/222/bericht_ueber_die_epidemiologische_situation_der_zoonosen_in_deutschland_fuer_2002.pdf (August 2004)

- (19) Teufel P, Bräunig J, Hartung M, Kleer J, Miels W: Mikrobiologische Aspekte der Ernährung. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 2000, Frankfurt am Main (2000) 213 - 231
- (20) Benson WW, Darrell W, Brock W, Mather J: Serologic analysis of a penitentiary group using raw milk from a Q fever infected herd. Public Health Reports 78 (8) (1963) 707-710
- (21) BfR: Protokoll des Sachverständigengesprächs zur mikrobiologischen Risikoabschätzung einer Verbindung zwischen *Mycobacterium paratuberculosis* und Morbus Crohn am 19.09.2001 im BgVV, BfR – Pressestelle –, Thielallee 88-92, 14195 Berlin
- (22) Europäische Kommission: Possible links between Crohn's disease and Paratuberculosis. Report of the EU Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare (2000) SANCO/B3/R16/2000
- (23) Farmer JJ, Asbury MA, Hickman FW, Brenner DJ and the Enterobacteriaceae study group: *Enterobacter sakazakii*: new species of Enterobacteriaceae isolated from clinical species. Int Syst Bacteriol 30 (1980) 569-584
- (24) FDA/Center for Food Safety and Applied Nutrition, USDA/Food Safety and Inspection Service, Centers for Disease control and Prevention: Quantitative assessment of relative risk to public health from foodborne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods, September 2003, <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/lmr2-toc.html> (August 2004)
- (25) Fishbein DB, Raoult D: A cluster of *Coxiella burnetii* infections associated with exposure to vaccinated goats and their unpasteurized dairy products. Am J Tro Med Hyg 47 (1) (1992) 35-40
- (26) Hammer P, Kiesner C, Walte H-G, Knappstein K, Teufel P: Heat resistance of *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis* in raw milk tested in a pilot plant pasteurizer. Kieler Milchwirtschaftl Forschungsberichte 54 (2002) 275-303
- (27) Hellenbrand W, Breuer T, Petersen L: Changing Epidemiology of Q-Fever in Germany 1947-1999. CDC Emerging Infect Dis 7 (2001) 789-796
- (28) Internationaler Milchwirtschaftsverband: *Mycobacterium paratuberculosis*. Bulletin of the International Dairy Federation 362 (2001)
- (29) Internationaler Milchwirtschaftsverband: On-farm control and diagnosis of paratuberculosis. Bulletin of the International Dairy Federation 364 (2001)
- (30) Koch J, Alpers K, Ammon A: Infektionen mit EHEC beim Menschen. In: Hartung M (Hrsg.): Deutscher Trendbericht über den Verlauf und die Quellen von Zoonosen-Infektionen nach der Zoonosen-Richtlinie 92/117/EWG für 2002 (2003). Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). http://www.bfr.bund.de/cm/222/bericht_ueber_die_epidemiologische_situation_der_zoonosen_in_deutschland_fuer_2002.pdf (August 2004)
- (31) Kopp J: Untersuchungen über Zusammenhänge von *C. burnetii*- und Chlamydien-Infektionen in Rinderbeständen und der in diesen Betrieben tätigen Personen. Dissertation, Fachbereich Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin, Journal Nr. 2425 (2000)

- (32) Krumbiegel ER, Wisniewski HJ: II. Consumption of infected raw milk by human volunteers. Arch Environ Health 21 (1970) 63-65
- (33) Nazarowec-White M, Farber JM: *Enterobacter sakazakii*: a review. Int Journ Food Microbiol 34 (1997) 103-113
- (34) Nazarowec-White M, Farber JM: Thermal resistance of *Enterobacter sakazakii* in reconstituted dried-infant formula. Lett Appl Microbiol 24 (1997) 9-13
- (35) Robert Koch-Institut: Aktuelle Statistik meldepflichtiger Infektionskrankheiten. Epidemiologisches Bulletin des Robert Koch-Instituts, 28. Mai 2003/Nr. 22
- (36) Robert Koch-Institut: Ein HUS-Ausbruch durch Sorbitol-fermentierende EHEC des Serovars O157:H⁻: Untersuchungsergebnisse und Lehren für die Surveillance. Epidemiologisches Bulletin des Robert Koch-Instituts, 28. Mai 2003/Nr. 22
- (37) Robert Koch-Institut: Enteritis durch *Yersinia enterocolitica* Serogruppe O:8, Biovar 1B. Epidemiologisches Bulletin des Robert Koch-Instituts, 5. Juli 2002/Nr. 27
- (38) Rubery E: A review of the evidence for a link between exposure to *Mycobacterium paratuberculosis* and Crohn's disease in humans. Report for the Food Standards Agency, London (2001)
- (39) Schaal E, Kleinsorgen A: Zur oralen Übertragung des Q-Fieber-Erregers (*C. burnetii*) durch infizierte Milch. Dtsch Tierärztl Wschr 80 (1973) 394-398
- (40) Schaal E: Die hygienische Bedeutung von Rickettsien (*C. burnetii*) in Lebensmitteln tierischer Herkunft. Dtsch Med Wschr 97 (1972) 699-704
- (41) Schaal E: Untersuchungen über das Vorkommen von *Rickettsia burnetii* in Fleisch und Organen Q-fieberinfizierter Rinder. Fleischwirtschaft 45 (1965) 127
- (42) Schaal E: Zur Kontamination der Milch mit Rickettsien. Tierärztl Umschau 7 (1980) 431 – 438
- (43) Schließer Th, Krauss H: Bekämpfung des Q-Fiebers. Tierärztl Praxis 10 (1982) 11-22
- (44) Anon.: BSE-Untersuchungsverordnung: Bekanntmachung der Neufassung der BSE-Untersuchungsverordnung vom 18. September 2002. Bundesgesetzblatt I vom 30. September 2002, S. 3730
- (45) Anon.: Entscheidung 2000/418/EG: Entscheidung der Kommission vom 29. Juni 2000 zur Regelung der Verwendung von bestimmtem Tiermaterial angesichts des Risikos der Übertragung von TSE-Erregern und zur Änderung der Entscheidung 94/474/EG. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 158/76 vom 30.06.2000
- (46) Anon.: Verordnung (EG) 1760/2000: Verordnung (EG) Nr. 1760/2000 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juli 2000 zur Einführung eines Systems zur Kennzeichnung und Registrierung von Rindern und über die Etikettierung von Rindfleisch und Rindfleischerzeugnissen sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 820/97 des Rates. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 204/1 vom 11.08.2000

- (47) Anon.: Verordnung (EG) 999/2001: Verordnung (EG) Nr. 999/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2001 mit Vorschriften zur Verhütung, Kontrolle und Tilgung bestimmter transmissibler spongiformer Enzephalopathien. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 147/1 vom 31.05.2001 - in jeweils geltender Fassung -
- (48) Anon.: Verfütterungsverbotsgesetz: Gesetz über das Verbot des Verfütterns, des innergemeinschaftlichen Verbringens und der Ausfuhr bestimmter Futtermittel vom 1. Dezember 2000. Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 52 vom 1. Dezember 2000, S. 1635
- (49) Anon.: Viehverkehrsverordnung: Bekanntmachung der Neufassung der Viehverkehrsverordnung vom 24. März 2003. Bundesgesetzblatt I vom 27.03.2003, S. 381
- (50) BMVEL (2003): Anzahl der bestätigten BSE-Fälle in Deutschland. <http://www.verbraucherministerium.de> (August 2004)
- (51) Bundesärztekammer: BSE und die Variante der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit (vCJK). Merkblatt für Ärztinnen und Ärzte. Dtsch Ärztebl 100 (2003) A 578 - A 582
- (52) Cousens SN, Vynnycky E, Zeidler M, Will RG, Smith PG: Predicting the CJD epidemic in humans. Nature 385 (1997) 197-198
- (53) Dahms S, Hörnlimann B, Wilesmith J: Die Ursache der BSE-Epidemie. In: Hörnlimann / Riesner / Kretzschmar: Prionen und Prionkrankheiten. De Gruyter, Berlin-New York (2001) 330-336
- (54) DEFRA (2003): General Statistics - BSE <http://www.defra.gov.uk/animalh/bse/bse-statistics/bse/general.html> (August 2004)
- (55) DEFRA (2001): Review of the Origin of BSE, 5. Juli 2001. <http://www.defra.gov.uk/animalh/bse/bseorigin.pdf> (August 2004)
- (56) Ghani AC, Ferguson NM, Donnelly CA, Anderson RM: Predicted vCJD mortality in Great Britain. Nature 406 (2000) 583-584
- (57) Heynkes R: BSE-Sicherheit von Milch (2001). <http://www.heynkes.de/milch.htm>
- (58) Heynkes R: Die meisten BSE-Kühe wurden als Kälber infiziert (2001). <http://www.heynkes.de/peaks.htm>
- (59) Hörnlimann B: Portrait der BSE beim Rind. In: Hörnlimann / Riesner / Kretzschmar: Prionen und Prionkrankheiten. De Gruyter, Berlin-New York (2001) 173-180
- (60) OIE (2003): Number of reported cases of bovine spongiform encephalopathy (BSE) worldwide (excluding the United Kingdom). http://www.oie.int/eng/info/en_esbmonde.htm (August 2004)
- (61) OIE (2003): Number of cases of bovine spongiform encephalopathy (BSE) reported in the United Kingdom. http://www.oie.int/eng/info/en_esbru.htm (August 2004)
- (62) Prusiner S: Prions. Proc Natl Acad Sci 95 (1998) 13363-13383
- (63) Robert Koch-Institut: Zur Situation bei wichtigen Infektionskrankheiten in Deutschland: Creutzfeldt-Jakob-Krankheit im Jahr 2002. Interpretation der Meldedaten nach dem Infektionsschutzgesetz (IfSG). Epidemiologisches Bulletin Nr. 45/2003. http://www.rki.de/INFEKTIEPIBULL/2003/VCJK45_03.pdf (August 2004)

- (64) RKI/BgVV/PEI/BfArM: Die bovine spongiforme Enzephalopathie (BSE) des Rindes und deren Übertragbarkeit auf den Menschen. Gemeinsame Information des Robert Koch-Institutes (RKI), des Bundesinstitutes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV), des Paul-Ehrlich-Institutes (PEI) und des Bundesinstitutes für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) (Stand: 5.März 2001). Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz 44 (2001) 421-431
- (65) Schulz-Schaeffer W, Beekes M, Kretzschmar H: Die Pathophysiologie von Prionkrankheiten nach peripherer Übertragung. In: Hörnlimann / Riesner / Kretzschmar: Prionen und Prionkrankheiten. De Gruyter, Berlin-New York (2001) 231-235
- (66) Wells GAH, Scott AC, Johnson CT, Gunning RF, Hancock RD, Jeffrey M, Dawson M, Bradley R: A novel progressive spongiform encephalopathy in cattle. *Veterinary Record* 121 (1987) 419-420
- (67) Anon.: Pressedienst der Zentralen Markt- und Preisberichtsstelle GmbH (ZMP), ZMP-Agrarmarkt Nr. 37 vom 28.03.2000
- (68) Dressler U: Hygienische Gefahrenanalyse und Kontrollpunkte bei der Verarbeitung von Lebensmitteln tierischer Herkunft für die Kalte Küche in Großküchen der Bundeswehr. Dissertation, Fachbereich Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin, Journal Nr. 2096 (1997)
- (69) Ernst C, Schulenburg J, Klein G: *Bacillus cereus* in Verpflegungseinrichtungen der Bundeswehr – Vorkommen und Bedeutung im Zusammenhang mit lebensmittelbedingten Gruppenerkrankungen sowie Ursachen und mögliche Vorsorgemaßnahmen. *Archiv Lebensmittelhyg* 52 (2001) 80-83
- (70) ICMSF: *Microorganisms in Foods*, Vol. 5, Characteristic of microbial pathogens. Blackie Academics & Professional; London, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras (1996)
- (71) Kaefer R, Pastari A, Sinell H-J: Monitoring von Temperaturverläufen und mikrobiologischem Status in Einrichtungen zur Gemeinschaftsverpflegung. Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e. V., 33. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene, 29.09.-02.10.1992, Garmisch-Partenkirchen, 191-197
- (72) Kleer J, Bartholomä A, Levetzow R, Reiche T, Sinell H-J, Teufel P: Bakterielle Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen in Einrichtungen zur Gemeinschaftsverpflegung 1985 bis 2000. *Archiv Lebensmittelhyg* 52 (2001) 76-79
- (73) Kleiner U, Motsch Th: Auswirkung der Kühlung auf die mikrobiologische Sicherheit von Cook-Chill-Produkten. *Fleischwirtschaft* 79 (1999) 82-84
- (74) Levetzow R, Hartung M, Kleer J, Mielsch W, Teufel P: Mikrobiologische Aspekte der Ernährung. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): *Ernährungsbericht 1996*. Frankfurt am Main (1996) 187-201
- (75) Moreno B, Garcia ML, Alonso C: Guidelines for application of HACCP to catering. *Alimentaria* 281 (1997) 19-30
- (76) Sinell H-J, Kleer J: Mikrobiologische Aspekte der Ernährung. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): *Ernährungsbericht 1992*. Frankfurt am Main (1992) 160 - 169

- (77) Snyder OP: Applying the Hazard Analysis and Critical Control Points System in food service-foodborne illness prevention. In: 2. Weltkongreß Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen, 26.-30. Mai 1986, Berlin (West), Proceedings Vol. II, 1018-1024
- (78) Snyder OP: Menu HACCP for retail food operations. In: 4. Weltkongreß Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen, 7.-12. Juni 1998, Berlin, Proceedings Vol. I, 537-541
- (79) Sobotka M: In-house control in mass catering - a concept or a coordination between food supervision authorities and the Polytechnic of Münster, Department of Oecotrophology. 4. Weltkongreß Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen, 7.-12. Juni 1998, Berlin, Proceedings Vol. II, 1084-1091
- (80) Streit I, Harnisch Ch: Zufriedenheit mit der Gemeinschaftsverpflegung. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 1996. Frankfurt am Main (1996) 81-84
- (81) Thurm V: Die lebensmittelmikrobiologische Situation auf dem Gebiet der ehemaligen DDR. II. Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen: Situation und Ursachen unter besonderer Berücksichtigung der Gemeinschaftsverpflegung. Bundesgesundhbl 34 (1991) 53-57
- (82) West A, Hancock E: Good catering practice in small businesses. Int Food Hyg 5 (1994) 12-13
- (83) West A: Good catering practice: use of manufactured meals in catering. Food Science and Technology Today 8 (1994) 172-175

4 Vitamin- und Mineralstoffgehalt pflanzlicher Lebensmittel¹

4.1 Einführung

Pflanzliche Lebensmittel haben in der menschlichen Ernährung einerseits als Energielieferanten in Form von Kohlenhydraten (z.B. Getreide und Kartoffeln), Lipiden (Ölsaaten) und Proteinen (z.B. Hülsenfrüchte) sowie von Ballaststoffen, Vitaminen, Mineralstoffen und sekundären Pflanzenstoffen eine zentrale Bedeutung. Neben der Grundversorgung des menschlichen Organismus mit diesen Nährstoffen zur Aufrechterhaltung der Stoffwechselfunktionen geht, nach Beobachtungen in zahlreichen Studien, mit einer hohen Aufnahme an Obst und Gemüse eine Verminderung des Krebsrisikos sowie ein verringertes Risiko für die Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen einher (1, 2, 3, 4). Die von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung empfohlene Verzehrsmenge von 650 g Gemüse und Obst (5) wird in Deutschland im Durchschnitt nicht erreicht und seitens der Industrie werden Nahrungsergänzungsmittel u.a. in Form von Vitamin- und Mineralstoffpräparaten als Alternative angeboten. Im Rahmen von Werbekampagnen und Produktinformationen wird der Eindruck erweckt, dass die heute im Handel verfügbaren pflanzlichen Lebensmittel im Vergleich zur Vergangenheit an Nährstoffen verarmt sind, sodass eine ausreichende Versorgung mit Nährstoffen, insbesondere mit Vitaminen und Mineralstoffen, durch eine ausgewogene Ernährung nicht mehr gewährleistet werden kann. Wissenschaftlich fundierte Untersuchungen liegen diesen Aussagen jedoch nicht zu Grunde. Dieser Beitrag soll einerseits die den Nährstoffgehalt pflanzlicher Rohstoffe beeinflussenden Faktoren näher beschreiben und andererseits den Trend im Gehalt dieser wertgebenden Inhaltsstoffe in der zeitlichen Entwicklung der letzten Jahrzehnte aufzeigen.

4.1.1 Funktionen von Mineralstoffen im Stoffwechsel der Pflanzen

Betrachtet man den pflanzlichen Stoffwechsel, so stellt man fest, dass zum Heranwachsen und der erfolgreichen Vermehrung der Pflanzen, d.h. der Bildung keimfähiger Samen, die Aufnahme essenzieller Nährstoffe notwendig ist (6). Bei Mangel an einem dieser Elemente tritt eine charakteristische und makroskopisch gut erkennbare Mangelerscheinung an der Pflanze auf. Ist eines der Elemente in zu hoher Konzentration vorhanden, kann es zu toxischen Reaktionen kommen oder die Aufnahme eines konkurrierenden Elements gehemmt werden. Folglich ist auch bei einer Pflanze eine ausgewogene Nährstoffaufnahme unumgänglich. Vergleicht man die für den Menschen und die Pflanzen notwendigen Mineralstoffe, findet sich eine weitgehende Übereinstimmung. Für den menschlichen Organismus sind zusätzlich Jod, Selen und Chrom von essenzieller Bedeutung.

Die Pflanze benötigt Mineralstoffe als Strukturelemente der Zellwände, sie sind Bestandteile von Enzymen und Co-Faktoren und beteiligt an der Regulation des Wasserhaushalts. Im Folgenden sollen exemplarisch einige Beispiele angeführt werden (6, 7):

Für die *Energiegewinnung* im pflanzlichen Stoffwechsel ist zunächst Magnesium als Zentralatom des Chlorophylls zu nennen. Der Photosyntheseprozess verläuft über einige Redoxvorgänge, an denen zahlreiche eisen-, kupfer- und manganhaltige Enzyme und Proteine beteiligt² sowie Enzyme zum Schutz vor Radikalen aktiv sind³. Bei der Zellatmung

¹ Autorin: Kirchhoff, Eva

² z.B. Photosystem I: Ferredoxin und Photosystem II: Mangan-Cluster; Cytochromkomplexe (Eisen-Schwefel-Zentren)

³ z.B. Superoxiddismutase: Isoenzyme mangan- bzw. kupfer-zinkhaltig

sind kupfer- und eisenhaltige Cytochromoxidasen in der Atmungskette beteiligt. Phosphat, als Bestandteil zahlreicher gruppen- (z.B. ATP, CoA)⁴ und wasserstoffübertragender Coenzyme (z.B. NAD, NADP, FMN)⁵, nimmt als *Energieüberträger* im gesamten Stoffwechsel eine Schlüsselfunktion ein. Die Alkali- und Erdalkalitionen (Kalium, Natrium, Calcium und Magnesium) sind als osmotisch wirksame Substanzen maßgeblich für die *Regulierung des Wasserhaushalts und der Enzymaktivitäten* verantwortlich. Calcium ist einerseits als Bestandteil von Pektin *Strukturelement* der Zellwand und andererseits, wie auch die Phospholipide, am Aufbau von Biomembranen beteiligt. Ein Defizit einer dieser Mineralstoffe führt zur Einstellung des Pflanzenwachstums, zu deutlich sichtbaren Mangelerscheinungen und im Extremfall zum Absterben des pflanzlichen Organismus (8).

4.1.2 Funktionen von Vitaminen im Stoffwechsel der Pflanzen

Im Gegensatz zu den Mineralstoffen sind die für den Menschen essenziellen Vitamine für die Pflanzen als Nährstoff nicht essenziell, da sie von den Pflanzen selbst synthetisiert werden. Sie besitzen jedoch als Co-Enzyme, Antioxidantien und Bestandteil des Photosyntheseapparats Schlüsselfunktionen im pflanzlichen Stoffwechsel (7):

Carotinoide, wie z.B. β -Carotin als Hauptvertreter, dienen als Bestandteil des *Photosyntheseapparats* der besseren spektralen Ausnutzung des Sonnenlichts und sind weiterhin als Farbstoffe von Blüten und Früchten von Bedeutung. Vitamin K, lokalisiert in der Thylakoidmembran der Chloroplasten, ist in das Elektronentransportsystem im Photosystem I involviert. Vitamin C fungiert als Oxidationsschutz der Zelle und ist für den Abbau von Wasserstoffperoxid verantwortlich, welches bei einer hohen Photosyntheserate entstehen kann. Die Gruppe der B-Vitamine sind als *Co-Faktoren von Enzymen* für den pflanzlichen Stoffwechsel notwendig. Thiamin (Vitamin B₁) ist als Thiaminpyrophosphat (TPP) an zahlreichen anabolischen und katabolischen Reaktionen beteiligt, Riboflavin ist Bestandteil von Oxidoreduktasen (als FMN oder FAD)⁶. Nicotinamid-Adenindinukleotid (NAD) stellt die prosthetische Gruppe zahlreicher Dehydrogenasen dar, Pyridoxin (Vitamin B₆) ist Co-Faktor für Aminotransferasen, während Biotin als Coenzym des Biotin-Carboxyl-Carrierproteins als Kohlendioxidüberträger bei der Fettsäuresynthese zusammen mit der Pantothersäure, als Baustein von Coenzym A (CoA), eine zentrale Rolle einnimmt. Folat ist als prosthetische Gruppe von Formyl- und Hydroxymethylgruppen übertragenden Enzymen im Bereich der Photorespiration⁷, der Aminosäuresynthese sowie anderer anabolischer und katabolischer Stoffwechselvorgänge beteiligt. Vitamin E besitzt antioxidative Eigenschaften und schützt die Lipidbestandteile der Pflanzenzellen.

Insgesamt wird deutlich, dass die Vitamine der menschlichen Ernährung auch für die Aufrechterhaltung des pflanzlichen Stoffwechsels eine zentrale Rolle einnehmen. Ein Mangel oder gar Fehlen dieser Verbindungen würde den Pflanzenstoffwechsel stark beeinträchtigen bzw. zum Erliegen bringen. Wachstum und Vermehrung wären folglich, wenn überhaupt, nur stark eingeschränkt möglich.

⁴ ATP: Adenosintriphosphat, CoA: Coenzym CoA

⁵ NAD: Nicotinamid-Adenindinukleotid; NADP: Nicotinamid-Adenindinukleotid-Phosphat; FMN: Flavin-Mononukleotid

⁶ FAD: Flavin-Adenindinukleotid

⁷ Photorespiration: auch Lichtatmung genannt. Eine im Licht stattfindende Nebenreaktion der Photosynthese, bei der Sauerstoff (O₂) aufgenommen und Kohlendioxid (CO₂) abgegeben wird.

4.2 Faktoren, die den Nährstoffgehalt von pflanzlichen Rohstoffen beeinflussen

Die Gehalte an Mineralstoffen und Vitaminen in Pflanzen werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Dazu zählen einerseits interne Faktoren wie die Sorte (Genetik) und der Reifegrad von Früchten und Gemüse zum Zeitpunkt der Ernte. Ebenso entscheidend für die Konzentrationen der o.g. Stoffe sind externe Faktoren wie z.B. die klimatischen Bedingungen, unter denen die Pflanze wächst. Weiterhin sind der Boden als Nährstofflieferant der Pflanze, die Düngung und Anbauform sowie die Transport- und Lagerungsbedingungen externe Faktoren mit Einfluss auf den Nährwertgehalt des pflanzlichen Rohmaterials.

4.2.1 Interne Parameter

4.2.1.1 Sorte

Der genetische Einfluss auf die Nährstoffkonzentrationen von pflanzlichen Lebensmitteln ist bereits in zahlreichen Studien untersucht worden und soll im Folgenden an einigen Beispielen beleuchtet werden. In Tabelle 4/1 sind die Vitamin C-Gehalte von 14 Apfelsorten zusammengefasst, welche über einen Zeitraum von 10 Jahren in Süddeutschland untersucht wurden (9).

Tabelle 4/1: Sortenunterschiede im Vitamin C-Gehalt von Äpfeln (9)*

Sorte	Vitamin C-Gehalt (mg/100g)		Anzahl der Bestimmungen
	Mittelwert	Schwankungsbereich	
Berlepsch	27	(11-38)	12
Boskoop	14	(6-17)	5
Braeburn	24	(19-30)	16
Cox Orange	12	(9-13)	2
Elstar	8	(3-11)	6
Fiesta	7	(6-8)	5
Gala	13	(7-19)	9
Gloster	6	(5-7)	2
Golden Delicious	12	(9-15)	5
Jonagold	26	(23-28)	6
Pilot	14	(10-23)	12
Pinova	8	(7-9)	4
Red Delicious	9	(6-13)	13
RubINETTE	14	(12-17)	4

* Untersuchungsergebnisse der Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe (9); Anbauggebiete: Süddeutschland (Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Bayern); Erntejahre: 1988 bis 1997 (je nach Sorte 1 bis 4 Erntejahre)

Betrachtet man die Mittelwerte der einzelnen Sorten, so findet man Konzentrationsunterschiede bis zu 350 % (Sorten Berlepsch und Gloster). Innerhalb jeder Sorte sind ebenfalls z.T. relativ hohe Schwankungen festzustellen, wobei hier auch der klimatische Einfluss verschiedener Erntejahre hinzukommen kann.

Weitere Untersuchungen zum Vitamin C-Gehalt in pflanzlichen Lebensmitteln in Abhängigkeit der Sorte wurden für Kiwis, Erdbeeren, Paprika, Sanddornbeersaft und Himbeeren durchgeführt (vgl. Tab. 4/2).

Tabelle 4/2: Übersicht zu Studien von Sortenunterschieden im Nährstoffgehalt verschiedener Früchte und Gemüse

Lebensmittel	Anzahl der Sorten	Nährstoff	Konzentration/100 g essbarem Anteil		Literatur
			Mittelwert	Schwankungsbereich	
Apfel	14	Vitamin C	16 mg	(3-38)	(9)
Kiwi	12	Vitamin C	121 mg	(73-241)	(10),(11)
Erdbeere	12	Vitamin C	53 mg	(32-74)	(12)
Paprika, rot	10	Vitamin C	173 mg	(88-243)	(13)
Sanddornbeere*	41	Vitamin C	400 mg	(< 100-1300)	(14)
Himbeere	4	Vitamin C	28 mg	(22-31)	(15)
Mango	4	Vitamin B ₆	0,133 mg	(0,086-0,166)	(16)
Paprika, rot	10	β-Carotin	1,5 mg	(0,1-2,9)	(13)
Brokkoli	8	β-Carotin	1,0 mg	(0,4-1,5)	(17)
Brokkoli	8	Lutein	1,2 mg	(0,6-1,7)	(17)
Erdbeere	13	Folat	0,047 mg	(0,030-0,069)	(18)
Banane	4	Kalium	331 mg	(300-405)	(19)
Aubergine**	4	Kalium	166 mg	(118-195)	(20)
Banane	4	Phosphor	59 mg	(43-76)	(19)
Aubergine**	4	Phosphor	40 mg	(35-50)	(20)
Banane	4	Calcium	10 mg	(8-16)	(19)
Aubergine**	4	Calcium	13 mg	(7-28)	(20)
Banane	4	Eisen	1,1 mg	(0,8-1,4)	(19)
Aubergine**	4	Eisen	1,4 mg	(1,0-2,0)	(20)

* frischer Saft; ** Fruchtfleisch

Insbesondere für den frischen Saft von 41 Sanddornbeersorten wurden sehr große Schwankungsbreiten von Werten < 0,1 bis zu 1,3 g/100 g festgestellt (14). Eine Studie zum Vitamin B₆-Gehalt zeigte Abweichungen bis zu 35 % vom Mittelwert bei 4 Mangosorten. Bei der quantitativen Untersuchung von β-Carotin konnte man Schwankungen bis zu 90 % vom Mittelwert in 10 verschiedenen Paprika- und bis zu 60 % in 8 Brokkolisorten finden. Der Folatgehalt von 13 verschiedenen Erdbeersorten schwankte bis zu 47 % vom Mittelwert. Sortenunterschiede in den Mineralstoffgehalten wurden z.B. bei Bananen (19) und Auberginen (20) gefunden. Es wurden für Kalium und Phosphor zwischen 10 % und 30 % Abweichungen von den Mittelwerten gefunden, Calcium- und Eisenkonzentrationen zeigten Schwankungen von 20 % bis 115 %.

Insgesamt lassen sich in den untersuchten Vitamin- und Mineralstoffgehalten unterschiedlicher pflanzlicher Sorten z.T. sehr große Schwankungen feststellen.

4.2.1.2 Wachstumsprozess der Pflanze und Reifegrad zum Erntezeitpunkt

Das Pflanzenwachstum und die Fruchtbildung ist mit komplexen Stoffwechselvorgängen verbunden, die einen wesentlichen Einfluss auf die Verteilung von Nährstoffen im pflanzlichen Organismus haben. Das Wachstum beginnt mit der Wurzelbildung, es schließt sich der 1. Wachstumsschritt, d.h. die Ausbildung von Stängeln und Blättern, an. Im 2. Wachstumsschritt werden vorwiegend Reservestoffe gebildet und eingelagert. Der Mineralstoffgehalt junger Pflanzen ist sehr hoch und wird später durch die kontinuierliche Bildung neuer Zellmasse „verdünnt“. Die Aufnahme erreicht ein Maximum, wenn Wurzel und Spross komplett ausgebildet sind. Die Verteilung der Mineralstoffe in den Pflanzenorganen ist unterschiedlich (6).

Untersuchungen der Verteilung des Mineralstoffgehalts in Tomatenpflanzen während der Entwicklung (21) zeigten, dass der Aschegehalt der Blätter mit zunehmender Entfernung vom Boden abnahm, d.h. in den unteren Blättern Mineralstoffe akkumuliert wurden und der Mineralstoffgehalt des Stängels im Laufe der Wachstumsphase eine Verdünnung erfuhr, während der Gehalt in den Früchten über einen Zeitraum von zwei Monaten relativ konstant blieb. Weiterhin fand man in Studien zum Schwermetalltransfer vom Boden in die Pflanze unterschiedliche Verteilungen in mono- und dikotyledonen Pflanzen (22). Während z.B. bei Mais das Zink zum größten Teil in den Wurzeln akkumuliert wurde und nur ein kleinerer Teil ins Stroh und ein noch geringerer Anteil bis ins Korn gelangte, war die Verteilung in der Spinatpflanze umgekehrt, d.h. der überwiegende Anteil an Zink befand sich in den Blättern. Ebenso wurden unterschiedliche Verteilungen für Kupfer und Nickel festgestellt.

In der Literatur findet man einige Studien zum zeitlichen Verlauf der Mineralstoffkonzentrationen in Früchten und Gemüsen während der Reifung. So wurde z.B. eine signifikante Konzentrationsabnahme um ca. die Hälfte bei reifenden Papayafrüchten (23) für Kalium, Phosphor, Calcium und Eisen gefunden. Ebenso zeigten Tomaten während der Reifung (24) Verringerungen in den Magnesium- und Kaliumgehalten um 22 %, bzw. um ca. 50 %. Im Gegensatz hierzu zeigten Guaven während des Reifeprozesses Zunahmen im Magnesiumgehalt um 17 % bzw. im Kaliumgehalt um 27 %, der Calciumgehalt blieb in der gleichen Größenordnung (24). Drei Mangosorten (24) wiesen unterschiedliche Tendenzen in der Entwicklung der Magnesium- und Kaliumkonzentration auf, der Calciumgehalt blieb wie bei den Guaven im gleichen Bereich. Der Mineralstoffgehalt von Bananen sank während der Reifung im Falle von Natrium, Kalium, Calcium und Eisen um 16 % bis 57 % ab (19), für den Phosphorgehalt wurde eine Steigerung von ca. 40 % gefunden (19, 24), die Magnesiumkonzentration stieg um ca. 275 % an. Der Vergleich von Gemüsepaprika im unreifen und reifen Zustand (25) zeigte einerseits konstante Werte für Natrium, Calcium, Magnesium, Kupfer, Zink, Mangan, Bor und Eisen nach der Reifung sowie andererseits erhöhte Werte um 27 % für Kalium und um 124 % für Phosphat.

Insgesamt sind bei den verschiedenen Gemüsen und Früchten unterschiedliche Tendenzen in den einzelnen Mineralstoffkonzentrationen während der Reifung an der Pflanze feststellbar. Die Aufnahme von Mineralstoffen durch die Pflanze wird darüber hinaus noch von weiteren Parametern, wie z.B. der Versorgung der Pflanze mit Nährstoffen, der Bodenbeschaffenheit und der Pflanzenart (vgl. auch 4.2.2.2) beeinflusst.

Auch der Einfluss des Reifegrades pflanzlicher Lebensmittel zum Erntezeitpunkt auf die Konzentrationen von Vitaminen wurde eingehend untersucht. Die Entwicklung der Vitamin C-Konzentration in reifenden Früchten und Gemüsen wurde in zahlreichen Studien analysiert. In der Mehrzahl der Publikationen liegen nur graphische Darstellungen der

Ergebnisse vor, so dass in Tabelle 4/3 keine genauen Zahlen wiedergegeben werden können. Einige Früchte zeigten während des Reifungsprozesses starke Abnahmen der Vitamin C-Konzentration, wie z.B. die Acerolafrucht auf ca. ein Drittel und die Kiwi auf ca. die Hälfte der Konzentration der unreifen Früchte. Ebenso wiesen Zitrusfrüchte wie Orangen, Grapefruit und Tangerinen die höchsten Vitamin C-Konzentrationen im unreifen Zustand auf und zeigten kontinuierliche Konzentrationsverringerungen während der Reifung.

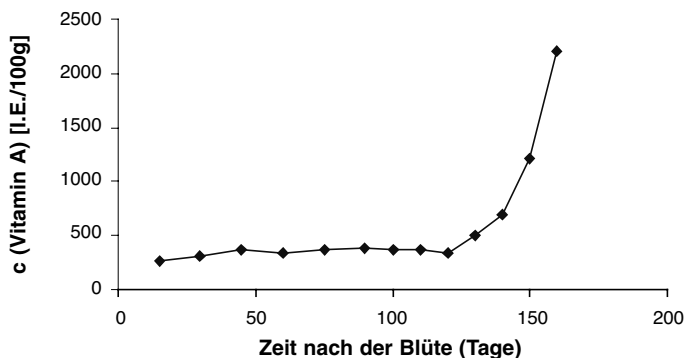
Tabelle 4/3: Konzentrationsveränderungen von Vitamin C bei der Reifung verschiedener Früchte- und Gemüsesorten

Konzentrationsabnahme		Konzentrationszunahme	
Lebensmittel	Literatur	Lebensmittel	Literatur
Acerola	(26)	Tomate	(30), (31)
Kiwi	(27)	Paprika	(13)
Sanddornbeere	(14)	Gewürzpaprika	(32)
Orange	(28)	Pfirsich	(29)
Grapefruit	(28)	Aprikose	(29)
Tangerine	(28)	Papaya	(29)
Apfel	(29)		
Mango	(29)		
Banane	(24)		

Bei Sanddornbeeren, Äpfeln, Bananen und Mangos wurden ebenfalls Abnahmen in den Vitamin C-Gehalten festgestellt. Für Mangos konnte in einer weiteren Studie jedoch auch eine geringe Zunahme der Vitamin C-Gehalte gefunden werden (24). Untersuchungen des Vitamin C-Gehalts von Tomaten, geerntet im halbreifen sowie im reifen Zustand, zeigten, dass die Tomatenfrucht in beiden Fällen im zeitlichen Verlauf des Reifeprozesses Vitamin C akkumuliert, jedoch stärker, wenn sie vollständig an der Pflanze ausreift. Gemüsepaprika wies signifikant höhere Vitamin C-Werte in reifen im Vergleich zu unreifen Früchten auf. Ebenso wurden bei Gewürzpaprika, Pfirsichen, Aprikosen und auch Papaya Erhöhungen im Vitamin C-Gehalt gefunden. Im Falle der Papaya konnte in einer weiteren Studie (23) eine geringe Konzentrationsverringerung festgestellt werden.

Die Folatgehalte von Erdbeeren verschiedenen Reifegrades wurden über einen Zeitraum von 3 Jahren untersucht (18). Dabei wurden nur geringe Schwankungen in den Folatkonzentrationen festgestellt. Eine Studie zum Vitamin B₆-Gehalt verschiedener Früchte ergab Konzentrationserhöhungen von ca. 20 % bei Bananen und Mais sowie annähernd 300 % bei der Reifung von Mangos (16). Der Tocopherolgehalt in Sanddornbeerensamen bzw. -fruchtfleisch stieg während der Reifung geringfügig an (14), die Gehalte in Gewürzpaprika (32) zeigten signifikante Zunahmen. Analog der Farbentwicklung der Früchte während des Reifungsprozesses konnte für Papayas (23) (vgl. auch Abb. 4/1) sowie auch für Gewürzpaprika (32) ein Anstieg des β -Carotingehalts um ca. 1 200 % bzw. für Gemüsepaprika (13) um 225 % verzeichnet werden.

Abbildung 4/1: Konzentrationsentwicklung von β -Carotin, berechnet als Vitamin A, während der Reifung von Papayafrüchten (23)



c: Konzentration; 1 IE = 0,3 μ g Retinol

Anhand der vorher beschriebenen Beispiele lässt sich feststellen, dass sowohl die Sorte als auch der Reifegrad des pflanzlichen Lebensmittels einen signifikanten Einfluss auf die Konzentrationen der meisten betrachteten Nährstoffe haben und daher relativ große Schwankungsbereiche auftreten können.

4.2.2 Externe Parameter

Die die Entwicklung der Pflanze beeinflussenden externen Faktoren sind das Klima und der Boden, welche zusammen den Begriff des ökologischen Standortes bilden (6).

4.2.2.1 Witterung und Klima

Das Pflanzenwachstum ist einerseits von der Lichtmenge und der zeitlichen Verteilung des eingestrahlt Lichts sowie andererseits von der Temperatur bzw. von der eingestrahlt Wärme abhängig. Ein weiterer Klimafaktor ist die Wasserzufuhr, welche sich aus den Niederschlägen, der Bodenfeuchtigkeit, der Luftfeuchtigkeit und dem Grad der Verdunstung ergibt (6). Diese Faktoren kann man unter dem Begriff *allgemeiner Klimaeinfluss* zusammenfassen.

In Studien zu Nährstoffgehalten in pflanzlichen Lebensmitteln, welche sich über mehrere Erntejahre erstrecken oder Proben aus unterschiedlichen geographischen Regionen untersuchen, wird ein derartiger *allgemeiner Klimaeinfluss* deutlich. Ein Beispiel ist die quantitative Untersuchung des Vitamin C-Gehalts verschiedener Gemüsesorten anhand von Proben aus sechs verschiedenen Regionen der USA (33) (Tab. 4/4). Die große Schwankungsbreite erklärt sich mit diesem allgemeinen Klimaeinfluss, wobei zusätzliche Einflüsse durch Sortenunterschiede und Erntezeitpunkt nicht ausgeschlossen werden können.

Tabelle 4/4: Schwankungsbreite des Vitamin C-Gehalts von Gemüse aus 6 unterschiedlichen geographischen Regionen (33)

Sorte	Vitamin C-Gehalt (mg/100g)	
	Mittelwert	Schwankungsbereich
Karotte	7,8	(5-11)
Tomate	15,3	(10-25)
Sellerie	6,0	(5-8)
Weißkohl	45,2	(36-52)
Zwiebeln	8,4	(8-10)
Mais	6,5	(5-8)

Untersuchungen des Vitamin C-Gehalts von verschiedenen Kiwisorten über 4 Erntejahre hinweg ergaben einen Mittelwert für eine der untersuchten Sorten von 73 mg/100 g, mit einem Schwankungsbereich von 58 mg bis 83 mg innerhalb des untersuchten Zeitraumes, und einer anderen Sorte von 241 mg/100 g mit einem Schwankungsbereich von 177 mg bis 326 mg (11). Aus verschiedenen Sorten hergestellte frische Sanddornbeerensäfte ergaben innerhalb eines Zeitraumes von 4 Jahren Vitamin C-Gehalte von 0,7 bis 1,3 g/L bzw. auch von 1,8 bis 2,0 g/L (14). Der Folatgehalt von Erdbeeren einer Sorte schwankte zwischen 42 und 62 µg/100 g innerhalb von 3 Jahren und innerhalb einer anderen Sorte von 53 bis 69 µg/100 g über einen Zeitraum von 2 Jahren.

Detaillierte Studien zum Vitamin C-Gehalt in Orangen desselben Baumes (34) ergaben, dass die Konzentration mit der *Intensität des eingestrahltten Sonnenlichts* korrelierte. Schattenfrüchte wiesen signifikant weniger Vitamin C auf als Früchte, die der direkten Strahlung ausgesetzt waren. Dieser Zusammenhang konnte auch durch Untersuchungen an weiteren pflanzlichen Lebensmitteln bestätigt werden (35). Innerhalb der unterschiedlichen Gewebe der Orangenfrucht wurden ebenfalls signifikante Unterschiede im Vitamin C-Gehalt festgestellt (34). Höhere Gehalte wurden in Flavedo und Albedo, also den nicht-essbaren Teilen der Orangenfrucht, gefunden.

Studien zur Vitamin C-Verteilung in Kopfsalat (36) und Brokkoli (37) ergaben, dass innerhalb des Salatkopfes von außen nach innen ein Konzentrationsgefälle von 38 auf 6 mg/100 g vorlag und beim Brokkoli entsprechend höhere Konzentrationen in den Röschen im Vergleich zu den Stängeln gefunden wurde. Dies könnte mit einer höheren Photosyntheseleistung zusammenhängen, welche höhere Vitamin C-Konzentrationen in diesen Pflanzenteilen erforderlich macht.

Die *Niederschlagsmenge* war invers mit dem Vitamin C-Gehalt von Brokkoli während dessen Kopfentwicklung korreliert (38). Eine unregelmäßige Bewässerung hatte erhöhte Konzentrationen an Vitamin C, Calcium, Magnesium sowie Mangan in Lauch zur Folge (39). Der Anstieg des Vitamin C-Gehalts unter Wassermangel könnte ein Schutzmechanismus gegen Hitze- bzw. Trocknungsschäden von Pflanzen sein. Eine erhöhte *Tagesmitteltemperatur* hingegen wirkte sich invers auf die Vitamin C-Gehalte in Zitrusfrüchten (Orangen, Satsuma, Grapefruit) (28) aus und auch der β-Carotingehalt in Brokkoli sank mit einem Anstieg der Tagesmitteltemperatur von 16,5 °C auf 21 °C um 30 % bis 60 % in Abhängigkeit von der Sorte (17).

4.2.2.2 Anbauform und Bodenbeschaffenheit

Der Boden dient als natürliches Substrat der Pflanzen durch Speicherung und Vermittlung von Pflanzennährstoffen. Entscheidend ist nicht nur der Gehalt, sondern vielmehr die Bindungsform und damit die Verfügbarkeit der Nähr- bzw. Mineralstoffe für die Pflanze. Diese ergibt sich durch die Art und Struktur des Bodens, dessen Gehalt an Mineralien und deren Bindungsform, der Bodenflora und weiteren Parametern wie Humusgehalt, Bodenwasser und Durchlüftung des Bodens (6). Um ausreichende Erträge beim Anbau von Nutzpflanzen zu erzielen, ist eine regelmäßige Düngung mit mineralischem oder organischem Dünger notwendig.

In zahlreichen Studien wurde die Nährstoffzusammensetzung von pflanzlichen Lebensmitteln verglichen, welche im *konventionellen und biologischen Landbau* produziert wurden (40). In den meisten Untersuchungen wurden keine signifikanten Unterschiede in den Mineralstoffgehalten gefunden. Für Eisen wurde in der Hälfte der betrachteten Arbeiten bei biologischem Anbau ein erhöhter Gehalt in den Pflanzen gegenüber jenem des konventionellen Anbaus festgestellt. Ebenso fand man in einer Untersuchung (41) für Kartoffeln geringfügig erhöhte Mangan- und verringerte Magnesiumgehalte beim biologischen Landbau. Untersuchungen von Karotten und Kohl aus biologischem und konventionellem Landbau zeigten nur geringfügige Konzentrationsunterschiede (42). Die Untersuchungsergebnisse der Gehalte an β -Carotin, Thiamin, Riboflavin (40) sowie Vitamin E (41, 42) in konventionell und biologisch erzeugten Produkten zeigten keine signifikanten Unterschiede. Der Vitamin C-Gehalt wies in der Hälfte der Studien bei beiden Anbauarten keine Differenzen auf, in der anderen Hälfte wurden für Blattgemüsearten wie Salat, Wirsing, Spinat und Mangold höhere Vitamin C-Gehalte in den biologisch erzeugten Produkten festgestellt (40). Der Vitamin C-Gehalt von Kartoffeln des ökologischen Landbaus war gegenüber dem des konventionellen Landbaus konstant (40) oder gering erhöht (40, 43). Analoge Ergebnisse konnten auch bei der Untersuchung von Cherrytomaten festgestellt werden (44). Eine aktuelle und sehr umfangreiche Literaturstudie der Senatsarbeitsgruppe „Qualitative Bewertung von Lebensmitteln aus alternativer und konventioneller Produktion“ zur Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren (45) zeigt zusammenfassend, dass bei Gemüse und Obst aus ökologischem Landbau die Tendenz zu einem höheren Trockenmassegehalt und höheren Gehalten an sekundären Pflanzenstoffen gefunden wurde. In ökologisch erzeugten Produkten konnten teilweise erhöhte Vitamin C-Konzentrationen und geringfügig erhöhte Mineralstoffgehalte, insbesondere bei Eisen, gefunden werden. Die Nährstoffgehalte von Getreide und Kartoffeln sind insgesamt stark von der Sortenwahl, dem Standort, klimatischen Bedingungen und den Bodenparametern abhängig und werden weniger durch anbauspezifische Parameter beeinflusst (45).

In zahlreichen Studien konnte gezeigt werden, dass die Stickstoffdüngung einen deutlichen Einfluss auf den Vitamin C-Gehalt der Nahrungspflanzen aufweist. Eine gesteigerte Stickstoffdüngung führte zu einer signifikant verminderten Vitamin C-Konzentration der Pflanzen, z.B. bei Zitrusfrüchten wie Orangen, Zitronen, Grapefruit und Mandarinen (28), Kohlarten wie Blumenkohl (46) und Weißkohl (47, 48), Eissalat (49) und Lauch (39). Eine entgegengesetzte Tendenz wurde bei der Untersuchung von Kopfsalat ermittelt (36, 50). Eine Ursache der verringerten Vitamin C-Gehalte könnte ein Verdünnungseffekt bei steigendem Wachstum der Pflanzen sein.

Studien über die Auswirkungen einer gesteigerten Kaliumdüngung⁸ von Zitrusfrüchten zeigten Konzentrationserhöhungen von Vitamin C in Orangen, Grapefruit und Zitronen (28).

In Erhebungsstudien zum Selengehalt von Getreide wurden Weizen- und Roggenproben verschiedener Standorte in Deutschland der Jahre 1946 bis 1995 analysiert (51). Es wurden relativ geringe Selenkonzentrationen von durchschnittlich 3 bis 5 µg/100 g Getreidekorn Trockenmasse mit einem Schwankungsbereich zwischen ca. 1 und 9 µg/100 g Trockenmasse, beeinflusst durch den allgemeinen Klimaeinfluss, Sorte und Boden, gefunden. Ein Zeittrend zu ansteigenden oder sich verringern den Konzentrationen wurde nicht festgestellt.

Insgesamt wird deutlich, dass das Klima und die Anbauart der pflanzlichen Lebensmittel, insbesondere die Anwendung von Mineraldünger, einen signifikanten Einfluss auf die Nährstoffgehalte in pflanzlichen Rohstoffen haben.

4.2.2.3 Transport und Lagerung

Da pflanzliche Lebensmittel bei den heutigen Lebensgewohnheiten in den seltensten Fällen unverzüglich nach der Ernte verzehrt werden, sind auch die Lagerungs- und Transportbedingungen und deren Einfluss auf den Vitamingehalt zu berücksichtigen. Konzentrationsdifferenzen in den Mineralstoffgehalten werden ausschließlich durch Veränderungen des Wassergehalts des pflanzlichen Rohmaterials bedingt.

Lebensmittel im Handel oder im Haushalt werden bei Temperaturen zwischen 0 °C und Raumtemperatur oder auch tiefgefroren bei ≤ -18 °C gelagert und erfahren durch enzymatische oder chemische Oxidation, Einfluss von Wärme, Licht und Sauerstoff, Verwelken oder Austrocknung mehr oder weniger stark ausgeprägte Vitaminverluste (52). Die Abbaugeschwindigkeit von Vitaminen in Lebensmitteln wird von der Temperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit sowie dem Sauerstoffgehalt in ihrer Lagerungsatmosphäre beeinflusst. Ascorbinsäure (Vitamin C) und Dehydroascorbinsäure zeigen von allen in pflanzlichen Rohstoffen vorkommenden Vitaminen die größten Verlustraten. Dem entgegen wirken eine geringe Lagertemperatur zwischen 0 °C und 2 °C, eine relativ hohe Luftfeuchtigkeit sowie eine luftdichte Verpackung. Studien zum Vitamin C-Abbau bei Orangen und Ananas bei unterschiedlichen Lagerbedingungen (53) zeigten, dass die Verluste bei 10 °C (gemessen zwischen 0 °C und 30 °C) am geringsten waren. Über einen Zeitraum von 2 Wochen wurden ca. 20 % Vitamin C-Verlust für Ananas bzw. Orangenfrüchte bei einer Lagertemperatur von 20 °C festgestellt. Ein mikrobieller Befall der Früchte hatte eine starke Beschleunigung des Abbaus zur Folge. Lagerversuche verschiedener pflanzlicher Lebensmittel für 3 Wochen bei 2 °C und 95 % bis 100 % relativer Luftfeuchtigkeit führten zu geringen Vitamin C-Verlusten von < 5 % bei Brokkoli und Rosenkohl, mittleren Verlusten zwischen 5 % und 35 % bei Erbsen, Rüben, Tomaten, Spinat und Himbeeren sowie hohen Verlusten von > 35 % bei Spargel und grünen Bohnen (54). Bei tiefgefrorenen Himbeeren verschiedener Sorten zeigten sich über einen Zeitraum von 12 Monaten bei -20 °C Vitamin C-Verluste von 32 % bis 57 % (15). Die quantitative Untersuchung verschiedener Vitamine bei der Lagerung von Kartoffeln bei 3 °C bzw. 7 °C und 95 % relativer Luftfeuchtigkeit über einen Zeitraum von 8 Monaten zeigte einen starken Vitamin C-Abbau sowie signifikante Konzentrationsabnahmen von Niacin, Folat und Riboflavin (Vitamin B₂) sowie Zunahmen des Gehalts von Thiamin (Vitamin B₁) und Pyridoxin (Vitamin B₆) (55).

⁸ Es wurden vergleichende Studien mit steigenden Mengen an Kalium bzw. Stickstoff in der Mineral-Düngermischung durchgeführt.

Bei der Lagerung von Mangos wurde durch die Reifung der Früchte innerhalb von 12 Tagen ein signifikanter Anstieg der Carotinoidkonzentrationen festgestellt (56).

Der Folatabbau, untersucht in Erdbeeren (18), ist ebenso wie der Vitamin C-Verlust eine Funktion der Zeit, wobei auch hier eine niedrigere Lagertemperatur den Abbau deutlich verlangsamt. Insgesamt lässt sich der Vitaminverlust einschränken, in dem die Lagerzeit möglichst kurz gehalten wird und die Bedingungen bzgl. Temperatur, Gasatmosphäre und anderen Parametern wie Luftfeuchtigkeit, mikrobieller Befall, Zerkleinerung vor der Lagerung optimiert werden (52, 57).

4.3 Darstellung und Bewertung von Nährstoffdaten

Wie in dem vorangegangenen Abschnitt eingehend beschrieben, unterliegen Vitamin- und Mineralstoffkonzentrationen in pflanzlichen Lebensmitteln, verursacht durch zahlreiche interne und externe Parameter, z.T. relativ großen Schwankungen. Neben dieser Tatsache, die bei dem Vergleich von Daten unterschiedlicher Quellen berücksichtigt werden muss, sollen im Folgenden weitere Parameter diskutiert werden, die eine Bedeutung in Bezug auf die Qualität und die Vergleichbarkeit solcher Daten aufweisen.

4.3.1 Darstellung von Nährstoffdaten

Die Darstellung der Nährstoffdaten spielt insbesondere bei den Vitaminen eine besondere Rolle, da für diese Verbindungen verschiedenste Darstellungsweisen bzgl. ihrer Vitaminaktivität und den Konzentrationen einzelner Vitamere⁹ existieren. Als Beispiele seien hier Vitamin A und Vitamin E genannt. Der Gehalt an Vitamin A, bzw. der als Provitamine wirkenden Carotinoide, wird wahlweise in Retinol-Äquivalenten (RÄ, RE) oder internationalen Einheiten (IU, IE) angegeben. Dabei entspricht ein Retinol-Äquivalent 1 µg Retinol, 6 µg β-Carotin sowie 12 µg anderer Provitamin-A aktiver Carotinoide; 1 IE entspricht 0,3 µg Retinol (58). Entsprechende Faktoren sind für die unterschiedlichen Tocopherol-Vitamere zu finden. Dabei wird zur Berechnung eines Tocopherol-Äquivalents (TÄ, TE) die Menge von 1 mg RRR-α-Tocopherol zu Grunde gelegt. Die Faktoren für die weiteren Vitamere ergeben sich aus ihrer Vitaminwirksamkeit. Eine internationale Einheit (IE) entspricht 0,67 mg RRR-α-Tocopherol (58). Zusätzlich werden auch Konzentrationen einzelner Vitamere angegeben.

Die Angabe von Nährstoffkonzentrationen in 100 g Frischgewicht des essbaren Anteils ist die grundlegende Bezugsgröße der meisten Nährwerttabellen, jedoch findet man auch Angaben bezogen auf andere Lebensmittelmengen oder z.B. die Trockensubstanz, insbesondere in der Primärliteratur.

Insgesamt ist bei einer vergleichenden Diskussion von Nährwertdaten unterschiedlicher Quellen auf deren Darstellungsweise zu achten und ggf. entsprechend umzurechnen.

⁹ Mehrere strukturell verwandte Verbindungen eines Vitamins, die gleichartig wirken, jedoch z.T. unterschiedliche Wirksamkeit aufweisen.

4.3.2 Fortschritt in der Analytik von Lebensmittelinhaltsstoffen

Innerhalb der Analytik von Lebensmittelinhaltsstoffen hat insbesondere im Bereich der Vitamine in den letzten Jahrzehnten ein drastischer Fortschritt stattgefunden. Ältere spektrophotometrische, colorimetrische und auch polarimetrische Messmethoden der fettlöslichen Vitamine A (bzw. Vitamin A-aktiven Carotinoide) und Vitamin E sind durch empfindlichere Hochdruckflüssigchromatographie-Methoden (HPLC-Methoden¹⁰) abgelöst worden, welche die Quantifizierung einzelner Vitamere erlaubt. Für die im Bereich der wasserlöslichen Vitamine Thiamin, Riboflavin, Niacin, Biotin, Pyridoxin, Vitamin B₁₂ und Pantothersäure vielfach eingesetzten mikrobiologischen Assays¹¹ wurden nach und nach ebenfalls spezifischere HPLC-Methoden entwickelt (59). Als Beispiel für diese Entwicklung ist insbesondere die Folatanalytik zu nennen, die in den letzten Jahren entscheidende Fortschritte gezeigt hat. Problematisch bei diesem Vitamin ist die große Zahl der in Lebensmitteln vorkommenden Vitamere unterschiedlicher Bioverfügbarkeit und Vitaminaktivität sowie deren Empfindlichkeit gegenüber Oxidationsprozessen und pH-Wert-Änderungen bei der Aufarbeitung. Ein Teil des Folsäure liegt matrixgebunden (an folatbindenden Proteinen) vor und muss zunächst vollständig freigesetzt werden. Als Polyglutamate vorliegende Vitamere müssen zu Monoglutamaten abgebaut werden, um eine quantitative Erfassung des Folsäure zu gewährleisten.

Mikrobiologische Assays beruhen auf der turbidimetrischen Ermittlung des Wachstums von Mikroorganismen, die für ihren Stoffwechsel Folat benötigen. Sie erfassen somit nur den Gesamtfolatgehalt der Proben, und die Messungen mit dieser indirekten Methode sind mit den Ergebnissen moderner Analytik streng genommen nicht vergleichbar. Spezifischere Proteinbindungsassays auf der Basis von folatbindenden Proteinen haben sich in der Lebensmittelanalytik auf Grund der unterschiedlichen Affinität der einzelnen Vitamere zu den folatbindenden Proteinen nicht durchgesetzt.

Unter den chromatographischen Methoden ist die HPLC mit einer Differenzierung der einzelnen Vitamere die Methode der Wahl. Als Detektor eignet sich in besonderer Weise das Massenspektrometer für eine präzise Identifizierung und der Einsatz geeigneter interner Standards gleicht Verluste der zu untersuchenden Substanz¹² während der Aufarbeitung aus. Eine neu entwickelte, sehr empfindliche Methode beruht auf dem Einsatz von Stabilisotopen der Vitamere Folsäure, Tetrahydrofolat, 5-Formyltetrahydrofolat, 5-Methyltetrahydrofolat und 10-Formylfolat als interne Standards einer HPLC-Trennung und einer Detektion durch ESI-Tandem-Massenspektrometrie (60, 61), wodurch eine sehr selektive und empfindliche Analyse der Folatvitamere erzielt wird. Es ist naheliegend, dass diese spezifischere Untersuchung des Folatgehalts im Vergleich zu Studien, basierend z.B. auf mikrobiologischen Assays, welche zum größten Teil die Datenbasis für die verschiedenen nationalen Nährwerttabellen darstellen, z.T. sehr abweichende Ergebnisse erzielt (vgl. Tab. 4/5). Bei einem Vergleich solcher Daten muss folglich die angewendete Analysenmethode berücksichtigt werden.

¹⁰ HPLC: High Performance Liquid Chromatography

¹¹ mikrobiologische Untersuchungsmethoden

¹² Folate zeigen Verluste bei der Aufarbeitung für die Analyse (z.B. durch Temperatur- und pH-Einfluss).

Tabelle 4/5: Gesamtfolatkonzentrationen in Gemüse gemessen mittels verschiedener Analysemethoden [$\mu\text{g}/100\text{ g}$ Frischgewicht] aus unterschiedlichen Literaturquellen (62)

	SIDA*	HPLC-FD**	Mikrobiologischer Assay
Karotte	12,6 - 15,7	16	14 - 28
Spinat	96,1 - 159	100	150 - 338
Brokkoli	27,2 - 41,9	114	71; 90 - 102

* Stable Isotope Dilution Assay; ** Hochdruckflüssigchromatographie mit Fluoreszenz-Detektion

4.3.3 Bewertung und Voraussetzungen für den Vergleich von Nährstoffdaten

Daten für Nährwertdatenbanken bzw. Nährwerttabellen können durch Eigenanalysen erstellt, durch die Auswertung wissenschaftlicher Literatur gesammelt oder auch durch eine Kombination dieser beiden Systeme entwickelt werden. Bei der Erstellung von Nährwerttabellen durch die Auswertung wissenschaftlicher Literatur ist eine Vielzahl von Qualitätsparametern zu berücksichtigen (63). Einerseits spielt - wie unter 4.3.2 beschrieben - die angewendete Analysemethode einschließlich der laborintern angewendeten qualitätssichernden Maßnahmen, wie z.B. die Verwendung von internen oder externen Standards, die Kalibrierung des Messsystems, die Analyse von Referenzmaterialien u.a., eine entscheidende Rolle, andererseits sind auch die Proben betreffende Faktoren für die Beurteilung der Qualität der Daten wichtig: Prüfung der Repräsentativität des Probenmaterials für die gestellte analytische Aufgabe, Zahl der Proben sowie Probenbehandlung. Zu Letzterem gehören Angaben zur Probenahme wie auch zum Transport und der Lagerung der Proben vor der Aufarbeitung. Daran anschließend sollten die Aufarbeitung sowie die gewählte Analysemethode einer zertifizierten Methodik entsprechen.

Daraus folgt, dass aus einem Vergleich zweier Datenpunkte aus verschiedenen Quellen nur bei einer zufälligen Übereinstimmung sämtlicher Parameter der Datendarstellung, des Probenmaterials und der analytischen Messbedingungen, eine zuverlässige Folgerung bzgl. der Konzentrationsdifferenzen getroffen werden kann. Eine Betrachtung von Schwankungsbereichen und deren beeinflussende Parameter ist für eine fundierte wissenschaftliche Diskussion von Veränderungen in den Gehalten wertgebender Inhaltsstoffe unverzichtbar.

4.4 Vergleich der Entwicklung der Konzentration ausgewählter Inhaltsstoffe im zeitlichen Verlauf

Wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben, ist der Vergleich zweier Datenpunkte aus verschiedenen Quellen nur bei einer Übereinstimmung sämtlicher Parameter des Probenmaterials, der Datendarstellung und der Analytik möglich. Solche Daten liegen auf internationaler Ebene nicht vor, sodass weder auf sich verändernde Inhaltsstoffkonzentrationen von pflanzlichen Lebensmitteln geschlossen, noch eine direkte Darstellung konstanter Daten präsentiert werden kann.

Um dennoch einen Eindruck des zeitlichen Verlaufs der Konzentrationen von Vitaminen und Mineralstoffen in pflanzlichen Lebensmitteln zu vermitteln, sind in den Tabellen 4/6 bis 4/13 die Mineralstoff- und Vitamingehalte von 8 exemplarisch ausgewählten pflanzlichen Lebensmitteln aus 10 internationalen Nährwerttabellen (64-73) der letzten 50 Jahre zusammengestellt.

Die Daten der unverarbeiteten Lebensmittel aus der Souci-Fachmann-Kraut-Datenbank (SFKDB) (64) dienen zum großen Teil dem Bundeslebensmittelschlüssel (BLS) als Berechnungsgrundlage und wurden auf Grund der zugänglichen Dokumentation für den Datenvergleich herangezogen. Die Basis für die SFKDB stellt internationale wissenschaftliche Fachliteratur dar, welche im Laufe der Jahre erweitert und überarbeitet wird. Die angegebenen Mittelwerte sind unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Probenzahlen der beitragenden Literaturquellen berechnet.

Bezüglich der weiteren verwendeten Nährwerttabellen (65-73) ist einschränkend zu berücksichtigen, dass die Dokumentation der Daten bzgl. der Analysenmethoden, Probenzahlen und Schwankungsbereiche oft unvollständig ist oder fehlt. Insgesamt lassen sich dadurch nur die Daten in Schwankungsbereiche einordnen, welche, je nach Inhaltsstoff und infolge der unter Abschnitt 4.2 beschriebenen Einflussfaktoren, mehr oder weniger groß ausfallen. Für eine einheitliche Datendarstellung und Vergleichbarkeit wurden die Carotinoid- und Tocopherolkonzentrationen in Retinol- bzw. Tocopherol-Äquivalente umgerechnet. Zur besseren Beurteilung wurde zusätzlich der Schwankungsbereich aus der SFKDB aus dem Jahr 2000 (64) angegeben.

Betrachtet man den Gehalt an Mineralstoffen als Summe in den dargestellten Lebensmitteln, so zeigen sich konstante Werte mit geringen Schwankungsbreiten. Unter den einzelnen Mineralstoffen fallen Natrium und Magnesium mit etwas größeren Schwankungsbereichen auf. Insgesamt liegen die Werte jedoch fast vollständig im Bereich der in der SFKDB 2000 (64) angegebenen Schwankungsbreiten.

Ebenso liegen die Vitaminkonzentrationen in den ausgewählten Lebensmitteln mit einigen Ausnahmen in den in der SFKDB 2000 (64) angegebenen Schwankungsbereichen.

Die Daten des ältesten Tabellenwerks von 1954 (73) liegen in einigen Fällen über den Obergrenzen der Schwankungsbereiche, bedingt durch den damaligen Stand der Entwicklung der Analytik. Exemplarisch ist dies an Hand der mikrobiologischen Bestimmung der Folate in Abschnitt 4.3.2 schon erläutert worden.

Die Schwankungsbereiche resultieren aus den internen und externen Faktoren, welche die Vitamin- und Mineralstoffgehalte in den pflanzlichen Lebensmitteln beeinflussen (vgl. 4.2) sowie den die Datenqualität kennzeichnenden Parametern, wie z.B. die zu Grunde liegende Analysenmethode (vgl. 4.3.2 und 4.3.3).

Insgesamt lässt sich aus den vorliegenden Werten keine Tendenz zu sinkenden oder steigenden Nährstoffkonzentrationen der ausgewählten Lebensmittel in dem angegebenen Zeitraum feststellen. Analoge Ergebnisse werden in einer dänischen Studie (74) „The Danish Veterinary and Food Administration's Monitoring Programme, 1983 - 1999“ beschrieben, in welcher systematisch für Dänemark repräsentative dänische und importierte Lebensmittelrohstoffe untersucht wurden.

Tabelle 4/6: Vitamin- und Mineralstoffgehalte der Karotte im Verlauf der letzten 50 Jahre bezogen auf 100 g essbaren Anteil

Karotte (<i>Daucus carota</i>)	Schwankungs- bereich ⁽⁶⁴⁾	2003 (65)	2000 (64)	1996 (66)	1991 (67)	1986 (68)	1983 (69)	1979 (70)	1976 (71)	1972 (72)	1954 (73)
Mineralstoffe	[g]	1,0	0,9	0,7	n.a.	0,7	0,9	0,9	n.a.	0,7	0,7
Natrium	[mg]	69	61	66	40	42	66	60	95	70	115
Kalium	[mg]	320	320	305	240	315	305	290	220	245	210
Magnesium	[mg]	12	13	12	9	14	12	18	12	15	21
Calcium	[mg]	33	37	36	34	32	36	41	48	36	55
Eisen	[mg]	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,7	0,6	1,2	5,1
Phosphor	[mg]	35	35	29	25	31	29	35	21	38	39
Kupfer	[µg]	45	50	36	20	n.a.	57	81	80	80	80
Vitamin C	[mg]	*	6	7	4	6	6	7	6	8	11
Thiamin	[µg]	50 - 100	66	40	40	50	50	69	60	60	80
Riboflavin	[µg]	30 - 80	58	45	20	50	45	53	50	50	100
Niacin	[µg]	400 - 1000	985	1000	200	1000	1000	580	600	700	500-1500
Pyridoxin	[µg]	100 - 435	135	130	70	70	65	93	150	250	100-200
Folat	[µg]	16 - 55	19	26	28	14	18	8	15	8	60
Vitamin A (RÄ) ^a	[mg]	1,1 - 2,1	0,6	1,6	0,9	1,6	1,8	2,0	2,0	1,2	0,3-1,6
Vitamin E (TÄ) ^b	[µg]	385 - 630	660	550	560	550	550	700	500	n.a.	3000

n.a. = nicht analysiert

^a Retinol-Äquivalent = [Retinol + β-Carotin/6 + andere Vitamin A aktive Carotinoide/12]

^b Gesamtkativität von Vitamin E (α-Tocopherol-Äquivalent) angegeben als mg oder µg RRR-α-Tocopherol

* Bei den fehlenden Angaben der Schwankungsbereiche liegen nur Einzelmesswerte vor.

Tabelle 4/7: Vitamin- und Mineralstoffgehalte des Spinats im Verlauf der letzten 50 Jahre bezogen auf 100 g essbaren Anteil

Spinat (<i>Spinacia oleracea</i>)	Schwankungs- bereich ⁽⁶⁴⁾	2003 (65)	2000 (64)	1996 (66)	1991 (67)	1986 (68)	1983 (69)	1979 (70)	1976 (71)	1972 (72)	1954 (73)
Mineralstoffe	1,3-2,2	1,7	1,7	1,9	n.a.	1,6	1,5	1,5	n.a.	1,4	1,9
Natrium	[g]										
	[mg]	79	69	41	140	6	41	65	n.a.	38	71
Kalium	[mg]	560	555	450	500	560	450	630	n.a.	460	740
Magnesium	[mg]	79	60	26	54	79	26	58	n.a.	42	57
Calcium	[mg]	99	115	130	170	93	130	125	n.a.	62	59
Eisen	[mg]	2,7	3,8	4,5	2,1	2,0	4,5	4,1	n.a.	3,9	31
Phosphor	[mg]	49	46	30	45	30	30	55	n.a.	39	163
Kupfer	[µg]	130	97	73	40	n.a.	73	120	n.a.	160	120
Vitamin C	[mg]	15-120	28	51	26	46	50	52	n.a.	56	80
Thiamin	[µg]	27-180	78	92	70	100	95	110	n.a.	60	220
Riboflavin	[µg]	89-330	190	200	90	280	240	230	n.a.	220	330
Niacin	[µg]	500-720	725	620	700	900	700	620	n.a.	700	400-1700
Pyridoxin	[µg]	180-310	195	220	170	200	220	220	n.a.	200	500
Folat	[µg]	*	195	145	220	195	205	78	n.a.	n.a.	280
Vitamin A (RÄ) ^a	[µg]	550-1480	470	795	590	620	730	700	n.a.	610	330-1500
Vitamin E (TÄ) ^b	[mg]	1,2-1,6	2,0	1,4	1,7	2,9	2,9	2,5	n.a.	n.a.	6,0

n.a. = nicht analysiert

^a Retinol-Äquivalent = [Retinol + β-Carotin/6 + andere Vitamin A aktive Carotinoide/12]

^b Gesamtaktivität von Vitamin E (α-Tocopherol-Äquivalent) angegeben als mg oder µg RRR-α-Tocopherol

* Bei den fehlenden Angaben der Schwankungsbereiche liegen nur Einzelmesswerte vor.

Tabelle 4/8: Vitamin- und Mineralstoffgehalte des Apfels im Verlauf der letzten 50 Jahre bezogen auf 100 g essbaren Anteil

Apfel (<i>Malus sylvestris</i>)	Schwankungs- bereich ⁽⁶⁴⁾	2003 (65)	2000 (64)	1996 (66)	1991 (67)	1986 (68)	1983 (69)	1979 (70)	1976 (71)	1972 (72)	1954 (73)
Mineralstoffe	0,3-0,4	0,2	0,3	0,3	n.a.	0,3	0,3	0,3	n.a.	0,3	0,4
Natrium	1,0-4,0	1	1	3	3	1	3	3	2	2	12
Kalium	100-175	105	120	89	110	135	110	145	120	130	68
Magnesium	2,8-9,0	5	6	4	4	5	5	6	5	3	3
Calcium	3,6-11	6	6	20	4	6	20	7	4	10	8
Eisen	0,1-0,9	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,3	0,5	0,6
Phosphor	7-19	11	11	9	10	12	9	12	8	10	10
Kupfer	25-160	27	52	28	20	n.a.	40	100	40	90	80
Vitamin C	3-25	5	12	9	5	8	8	12	3	4	5-30
Thiamin	15-60	17	35	16	30	20	20	35	40	20	40
Riboflavin	20-50	26	32	15	20	10	25	32	20	30	50
Niacin	100-500	91	300	100	100	100	100	300	100	200	100-500
Pyridoxin	*	41	105	54	50	50	45	45	30	30	100-200
Folat	3-12	3	8	3	1	3	6	1	5	2	n.a.
Vitamin A (RÄ) ^a	5-7	3	6	4	3	5	12	8	5	3	8
Vitamin E (TÄ) ^b	*	180	490	550	530	600	550	570	200	n.a.	720

n.a. = nicht analysiert

^a Retinol-Äquivalent = [Retinol + β -Carotin/6 + andere Vitamin A aktive Carotinoide/12]

^b Gesamtaktivität von Vitamin E (α -Tocopherol-Äquivalent) angegeben als mg oder μ g RRR- α -Tocopherol

* Bei den fehlenden Angaben der Schwankungsbereiche liegen nur Einzelmesswerte vor.

Tabelle 4/9: Vitamin- und Mineralstoffgehalte der Orange im Verlauf der letzten 50 Jahre bezogen auf 100 g essbaren Anteil

Orange (<i>Citrus aurantium sinensis</i>)	Schwankungs- bereich ⁽⁶⁴⁾	2003 (65)	2000 (64)	1996 (66)	1991 (67)	1986 (68)	1983 (69)	1979 (70)	1976 (71)	1972 (72)	1954 (73)
Mineralstoffe	0,4-0,6	0,4	0,5	0,4	n.a.	0,4	0,5	0,5	n.a.	0,5	0,5
Natrium	0,3-3,0	1	1,4	2	5	0	2	1,4	3	2	4
Kalium	150-205	165	165	145	150	160	175	175	200	160	460
Magnesium	11-18	11	12	10	10	10	12	14	13	n.a.	28
Calcium	33-58	43	40	40	47	46	40	42	41	21	150
Eisen	0,1-0,6	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,4	0,3	0,3	15
Phosphor	20-26	23	20	24	21	20	24	23	24	20	42
Kupfer	43-100	39	53	70	50	n.a.	70	67	70	n.a.	n.a.
Vitamin C	39-65	59	49	63	54	53	56	50	50	43	50
Thiamin	70-100	68	79	85	110	80	75	79	100	70	70
Riboflavin	20-67	51	42	35	40	40	35	42	30	40	40
Niacin	200-500	425	300	300	400	300	300	300	200	400	200
Pyridoxin	*	79	105	85	100	60	50	50	60	40	120
Folat	24-42	34	29	46	31	30	24	24	37	n.a.	n.a.
Vitamin A (RÄ) ^a	5-50	12	13	8	5	21	11	15	8	25	42
Vitamin E (TÄ) ^b	240-360	150	320	550	240	550	550	240	200	n.a.	100

n.a. = nicht analysiert
a Retinol-Äquivalent = [Retinol + β-Carotin/6 + andere Vitamin A aktive Carotinoide/12]
b Gesamtaktivität von Vitamin E (α-Tocopherol-Äquivalent) angegeben als mg oder µg RRR-α-Tocopherol
* Bei den fehlenden Angaben der Schwankungsbereiche liegen nur Einzelmesswerte vor.

Tabelle 4/10: Vitamin- und Mineralstoffgehalte der Kartoffel im Verlauf der letzten 50 Jahre bezogen auf 100 g essbaren Anteil

Kartoffel (<i>Solanum Tuberosum</i> L.)	Schwankungs- bereich⁽⁶⁴⁾	2003^{65*}	2000⁽⁶⁴⁾	1996⁽⁶⁶⁾	1991⁽⁶⁷⁾	1986⁽⁶⁸⁾	1983⁽⁶⁹⁾	1979⁽⁷⁰⁾	1976⁽⁷¹⁾	1972⁽⁷²⁾	1954⁽⁷³⁾
Mineralstoffe	[g]	1,1	1,0	0,9	n.a.	1,0	1,0	1,0	n.a.	0,9	1,1
Natrium	[mg]	6	3	7	11	2	7	3	7	7	20
Kalium	[mg]	420	420	405	320	465	395	445	570	395	555
Magnesium	[mg]	23	21	20	14	24	20	25	24	32	36
Calcium	[mg]	12	6	5	6	4	5	10	8	9	16
Eisen	[µg]	780	435	900	300	590	600	800	500	800	1800
Phosphor	[mg]	57	50	38	34	46	38	50	40	52	78
Kupfer	[µg]	110	91	52	90	n.a.	91	150	150	230	225
Vitamin C	[mg]	10-40	17	27	16	11	17	17	20	18	25
Thiamin	[µg]	68-140	110	59	150	60	70	110	110	100	135
Riboflavin	[µg]	30-75	47	67	20	40	75	47	40	40	100
Niacin	[mg]	0,8-1,6	1,1	1,6	0,4	1,6	1,6	1,2	1,2	1,6	1,2
Pyridoxin	[µg]	265-315	305	200	440	260	140	210	250	270	400
Folat	[µg]	20-23	22	22	25	13	13	7	14	16	450
Vitamin A (RÄ) ^a	[µg]	0,17-1,28	Sp.	1,7	Sp.	Sp.	1,7	1,7	Sp.	Sp.	6
Vitamin E (TÄ) ^b	[µg]	50-60	10	100	60	60	100	90	100	n.a.	n.a.

n.a. = nicht analysiert; Sp.= Spuren

^a Retinol-Äquivalent = [Retinol + β-Carotin/6 + andere Vitamin A aktive Carotinoide/12]

^b Gesamtaktivität von Vitamin E (α-Tocopherol-Äquivalent) angegeben als mg oder µg RRR-α-Tocopherol

* mit Schale

Tabelle 4/11: Vitamin- und Mineralstoffgehalte der Tomate im Verlauf der letzten 50 Jahre bezogen auf 100 g essbaren Anteil

Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	Schwankungs- bereich ⁽⁶⁴⁾	2003 (65)	2000 (64)	1996 (66)	1991 (67)	1986 (68)	1983 (69)	1979 (70)	1976 (71)	1972 (72)	1954 (73)
Mineralstoffe	[g]	0,60-0,61	0,6	0,6	n.a.	0,6	0,5	0,6	n.a.	0,5	0,6
Natrium	[mg]	1,0-33	3	11	9	5	7	6	3	4	125
Kalium	[mg]	92-375	235	195	250	275	215	295	290	235	315
Magnesium	[mg]	5-20	11	9	7	10	7	20	11	15	51
Calcium	[mg]	4,0-21	10	10	7	11	10	14	13	7	43
Eisen	[µg]	230-950	270	480	500	240	230	500	400	600	1600
Phosphor	[mg]	8-53	24	30	24	25	30	26	21	30	40
Kupfer	[µg]	36-90	59	39	10	n.a.	42	90	100	190	60
Vitamin C	[mg]	10-29	13	19	20	20	20	24	20	23	50
Thiamin	[µg]	20-80	37	57	43	40	40	57	60	60	120
Riboflavin	[µg]	20-50	19	35	20	50	30	35	40	40	200
Niacin	[µg]	300-850	595	530	1000	700	700	530	700	600	650
Pyridoxin	[µg]	74-150	80	100	89	100	100	100	110	80	250
Folat	[µg]	11-50	15	22	26	9	6	8	28	6	130
Vitamin A (RÄ) ^a	[µg]	25-123	42	97	165	100	100	135	100	85	550
Vitamin E (TÄ) ^b	[µg]	355-1210	540	813	740	340	740	n.a.	1200	n.a.	n.a.

n.a. = nicht analysiert

^a Retinol-Äquivalent = [Retinol + β-Carotin/6 + andere Vitamin A aktive Carotinoide/12]^b Gesamtkonzentration von Vitamin E (α-Tocopherol-Äquivalent) angegeben als mg oder µg RRR-α-Tocopherol

Tabelle 4/12: Vitamin- und Mineralstoffgehalte der Weinbeere im Verlauf der letzten 50 Jahre bezogen auf 100 g essbaren Anteil

Weinbeere (<i>Vitis vinifera</i>)	Schwankungs- bereich ⁽⁶⁴⁾	2003 (65)	2000 (64)	1996 (66)	1991 (67)	1986 (68)	1983 (69)	1979 (70)	1976 (71)	1972 (72)	1954 (73)
Mineralstoffe	[g]	0,4-0,6	0,5	0,4	n.a.	0,4	0,4	0,5	n.a.	0,4	0,5
Natrium	[mg]	0,5-3,0	2	3	2	2	3	2	2	6	22
Kalium	[mg]	140-250	190	150	210	185	150	190	250	110	450
Magnesium	[mg]	6-15	7	7	7	9	7	9	7	15	15
Calcium	[mg]	11-21	10	15	13	11	15	18	19	9	33
Eisen	[µg]	300-700	360	200	300	280	200	510	300	600	6700
Phosphor	[mg]	13-30	20	20	18	13	20	20	22	20	73
Kupfer	[µg]	35-110	125	150	120	n.a.	110	61	100	70	n.a.
Vitamin C	[mg]	2,0-7,4	11	4	11	11	5	4	4	4	5
Thiamin	[µg]	30-61	69	46	50	90	45	46	40	100	30
Riboflavin	[µg]	10-40	70	25	10	60	10	25	20	60	90
Niacin	[µg]	150-300	190	230	200	300	150	230	300	200	400
Pyridoxin	[µg]	40-100	86	73	100	110	40	73	100	90	n.a.
Folat	[µg]	*	2	4	5	4	5	5	6	5	n.a.
Vitamin A (RÄ) ^a	[µg]	*	3	6	17	7	6	5	Sp.	50	8
Vitamin E (TÄ) ^b	[µg]	*	190	665	400	400	400	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

n.a. = nicht analysiert; Sp. = Spuren

^a Retinol-Äquivalent = [Retinol + β-Carotin/6 + andere Vitamin A aktive Carotinoide/12]

^b Gesamtkativität von Vitamin E (α-Tocopherol-Äquivalent) angegeben als mg oder µg RRR-α-Tocopherol

* Bei den fehlenden Angaben der Schwankungsbereiche liegen nur Einzelmesswerte vor.

Tabelle 4/13: Vitamin- und Mineralstoffgehalte des Weizens im Verlauf der letzten 50 Jahre bezogen auf 100 g essbaren Anteil

Weizen (<i>Triticum aestivum</i> L.)	Schwankungs- bereich ⁽⁶⁴⁾	2003 (65)	2000 (64)	1996 (66)	1991 (67)	1986 (68)	1983 (69)	1979 (70)	1976 (71)	1972 (72)	1954 (73)**
Mineralstoffe	[g]	1,4-2,5	1,7	1,5	n.a.	n.a.	n.a.	1,8	n.a.	1,6	1,5
Natrium	[mg]	3-9	8	5	n.a.	n.a.	n.a.	8	n.a.	4	39
Kalium	[mg]	210-435	380	385	n.a.	n.a.	n.a.	500	n.a.	n.a.	440
Magnesium	[mg]	31-150	95	115	n.a.	n.a.	n.a.	175	n.a.	175	125
Calcium	[mg]	25-48	33	40	n.a.	n.a.	n.a.	44	n.a.	35	39
Eisen	[mg]	2,4-5,4	3	4	n.a.	n.a.	n.a.	3	n.a.	3	15
Phosphor	[mg]	340-405	340	350	n.a.	n.a.	n.a.	405	n.a.	350	350
Kupfer	[µg]	330-710	370	320	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	210	700
Vitamin C	[mg]	0-1,5	0	0	n.a.	n.a.	n.a.	0-1,5	n.a.	n.a.	1,5
Thiamin	[µg]	140-1080	410	350	n.a.	n.a.	n.a.	480	n.a.	320	800
Riboflavin	[µg]	50-310	95	130	n.a.	n.a.	n.a.	140	n.a.	100	200
Niacin	[mg]	2,2-11	5	6	n.a.	n.a.	n.a.	5	n.a.	5	6
Pyridoxin	[µg]	195-700	380	360	n.a.	n.a.	n.a.	440	n.a.	440	550
Folat	[µg]	*	41	21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	49	90
Vitamin A (RÄ) ^a	[µg]	1,7-5	3	0	n.a.	n.a.	n.a.	38	n.a.	0	42
Vitamin E (TÄ) ^b	[mg]	1-23	1	2	n.a.	n.a.	n.a.	3	n.a.	n.a.	7

n.a. = nicht analysiert; Sp.= Spuren

^a Retinol-Äquivalent = [Retinol + β-Carotin/6 + andere Vitamin A aktive Carotinoide/12]^b Gesamttaktivität von Vitamin E (α-Tocopherol-Äquivalent) angegeben als mg oder µg RRR-α-Tocopherol

* Bei den fehlenden Angaben der Schwankungsbereiche liegen nur Einzelmesswerte vor.

** geschältes Korn

4.5 Schlussbetrachtung zur Entwicklung wertgebender Inhaltsstoffe pflanzlicher Lebensmittel

Durch eine vollwertige Ernährung, einhergehend mit einem vielfältigen Verzehr an Obst und Gemüse (5), ist für den gesunden Menschen mit normalem Nährstoffbedarf eine ausreichende Aufnahme von Mineralstoffen und Vitaminen gewährleistet. Der Frischezustand bzw. die Qualität der pflanzlichen Lebensmittel ist sensorisch, also durch Farbe, Konsistenz und Geruch, vom Verbraucher selbst wahrnehmbar. Beispielsweise sind die Carotinoide durch ihre gelb-orange Färbung von Früchten und Gemüse sowie Bestandteile des Photosyntheseapparates wie Magnesium (Chlorophyll) und Vitamin K durch die grüne Farbe von Blattgemüse gewissermaßen „direkt sichtbar“. Eine sachgemäße und kurze Lagerung von pflanzlichen Lebensmitteln trägt zur Erhaltung der Qualität dieser Lebensmittel bei.

Eine deutliche Abnahme bzw. auch ein vollständiges Fehlen von Mineralstoffen und Vitaminen in pflanzlichen Lebensmitteln im Verlauf der letzten Jahrzehnte würde den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen der Biochemie der Pflanzen sowie der Botanik (vgl. 4.1.1 und 4.1.2) widersprechen. Externe und interne Parameter beeinflussen in starkem Maße die Konzentrationen von Mineralstoffen und Vitaminen in pflanzlichen Lebensmitteln (vgl. 4.2). Es existieren daher große Schwankungsbereiche dieser Inhaltsstoffe und ein direkter Vergleich von Konzentrationsangaben ist folglich nur unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren und der entsprechenden Schwankungsbereiche sinnvoll. Bei einer Gegenüberstellung von Nährstoffdaten unterschiedlicher Quellen ist außerdem die Qualität und Darstellung der Daten (vgl. 4.3) zu berücksichtigen. Der Vergleich von Nährstoffdaten ausgewählter Lebensmittel über einen Zeitraum von 50 Jahren (vgl. 4.4) zeigt keine Abnahmen der Vitamin- oder Mineralstoffkonzentrationen.

4.6 Literatur

- (1) Joshipura KJ, Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, Rimm EB, Speizer FE, Colditz G, Ascherio A, Rosner B, Spiegelman D, Willett WC: The effect of fruit and vegetable intake on risk for coronary heart disease. *Ann Intern Med* 134 (2001) 1106-1114
- (2) Liu S, Lee IM, Ajani U, Cole SR, Buring JE, Manson JE: Intake of vegetables rich in carotenoids and risk of coronary heart disease in men: the Physicians' Health Study. *Int J Epidemiol* 30 (2001) 130-135
- (3) Terry P, Giovannucci E, Michels KB, Bergkvist L, Hansen H, Holmberg L, Wolk A: fruit, vegetables, dietary fiber, and risk of colorectal cancer. *J Natl Cancer Inst* 93 (2001) 525-533
- (4) World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research: Food, Nutrition, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. American Institute for Cancer Research, Washington DC (1997)
- (5) Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung (Hrsg.): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau/Braus, 1. Aufl., 1. korrigierter Nachdruck, Frankfurt/Main (2000) 224

- (6) Amberger A: Pflanzenernährung. Ökologische und physiologische Grundlagen – Dynamik und Stoffwechsel der Nährelemente. 4. Aufl., UTB-Verlag, Stuttgart (1996)
- (7) Heldt HW: Pflanzenbiochemie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin Oxford (1996)
- (8) Bergmann W: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. 3. Aufl., Fischer Verlag, Jena (1993)
- (9) Bognár A: unveröffentlichte Untersuchungsergebnisse der Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe (1997)
- (10) Lombardi-Boccia G, Cappelloni M, Lintas C: Vitamin C content of kiwifruits: effect of ripening stage and post-harvest storage. *Rivista della Societa Italiana di Scienza dell'Alimentazione* 15 (1986) 45-48
- (11) Lintas C, Adorasio S, Cappelloni M, Monastera E: Composition and nutritional evaluation of kiwifruit grown in Italy. *N Z J Crop Hortic Sci* 19 (1991) 341-344
- (12) Kidmose U, Poulsen N: Vitamin C in fruits and vegetables. In: Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (Hrsg.): Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel als Grundlage richtiger Ernährung (Vortragstagung - Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung [Pflanzliche Nahrungsmittel] 31., Kiel, 25.-26.03.1996), Freising-Weihenstephan, Deutschland (1996) 181-184
- (13) Howard LR, Smith RT, Wagner AB, Villalon B, Burns EE: Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum*) and processed jalapenos. *J Food Sci* 59 (1994) 362-365
- (14) Kallio H, Yang B, Peippo P: Effects of Different Origins and Harvesting Time on Vitamin C, Tocopherols, and Tocotrienols in Sea Buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) Berries. *J Agric Food Chem* 50 (2002) 6136-6142
- (15) de Ancos B, Gonzalez EM, Cano MP: Ellagic Acid, Vitamin C, and Total Phenolic Contents and Radical Scavenging Capacity Affected by Freezing and Frozen Storage in Raspberry Fruit. *J Agric Food Chem* 48 (2000) 4565-4570
- (16) Ghugre PS, Udipi SA: Vitamin B6 content of Indian foodstuffs. *J Food Sci Technol* 33 (1996) 522-524
- (17) Schonhof I, Krumbein A: Carotenoids in broccoli and its variability dependent on variety and period of cultivation. In: Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (Hrsg.): Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel als Grundlage richtiger Ernährung (Vortragstagung - Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung [Pflanzliche Nahrungsmittel] 31., Kiel, 25.-26.03.1996), Freising-Weihenstephan, Deutschland (1996) 37-40
- (18) Strålsjö LM, Witthöft CM, Sjöholm IM, Jägerstad MI: Folate Content in Strawberries (*Fragaria x ananassa*): Effects of Cultivar, Ripeness, Year of Harvest, Storage, and Commercial Processing. *J Agric Food Chem* 51 (2003) 128-133
- (19) Wadud S, Absar N: A comparative study on the mineral content of four varieties of banana at different maturity stages. *Indian J Plant Physiol* 1 (1996) 293-294

- (20) Asaolu MF, Asaolu SS: Proximate and mineral compositions of cooked and uncooked *Solanum melongena*. *Int J Food Sci Nutr* 53 (2002) 103-107
- (21) Gary C, Le Bot J, Frossard J-S, Andriolo JL: Ontogenic changes in the construction cost of leaves, stems, fruits, and roots of tomato plants. *J Exp Bot* 49 (1998) 59-68
- (22) Hasselbach G: Ergebnisse zum Schwermetalltransfer Boden/ Pflanze aufgrund von Gefäßversuchen und chemischen Extraktionsverfahren mit Böden aus langjährigen Klärschlamm-Feldversuchen. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen (1992)
- (23) Selvaraj Y, Pal DK: Changes in the chemical composition of papaya (Thailand variety) during growth and development. *J Food Sci Technol* 19 (1982) 257-259
- (24) Olaofe O, Alamu EO: Effect of ripening on the distribution of mineral and vitamin C contents in some selected fruits. *Ghana Journal of Chemistry* 1 (1995) 499-503
- (25) Rubio C, Hardisson A, Martin RE, Báez A, Martin MM, Álvarez R: Mineral composition of the red and green pepper (*Capsicum annum*) from Tenerife Island. *Euro Food Res Technol* 214 (2002) 501-504
- (26) De Assis SA, Lima DC, de Faria Oliveira OMM: Activity of pectinmethylesterase, pectin content, and vitamin C in acerola fruit at various stages of fruit development. *Food Chem* 74 (2001) 133-137
- (27) Gonzalez-Rodriguez MV, Lage Yusty MA, Paseiro Losada P: Changes in physico-chemical characteristics between fruit-set and harvest of kiwifruit grown in Galicia (northwestern Spain). *J Food Compos Anal* 6 (1993) 278-284
- (28) Nagy S: Vitamin C contents of citrus fruit and their products: a review. *J Agric Food Chem* 28 (1980) 8-18
- (29) Lee SK, Kader KA: Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biol Technol* 20 (2000) 207-220
- (30) Kader AA, Stevens MA, Albright-Holton M, Morris LL, Algazi M: Effect of fruit ripeness when picked on flavor and composition in fresh market tomatoes. *J Am Soc Horti Sci* 102 (1977) 724-731
- (31) Betancourt LA, Stevens MA, Kader AA: Accumulation and loss of sugars and reduced ascorbic acid in attached and detached tomato fruits. *J Am Soc Horti Sci* 102 (1977) 721-723
- (32) Daood HG, Vinkler M, Markus F, Hebshi EA, Biacs PA: Antioxidant vitamin content of spice red pepper (paprika) as affected by technological and varietal factors. *Food Chem* 55 (1996) 365-372
- (33) Klein BP, Perry AK: Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of the United States. *J Food Sci* 47 (1982) 941-945, 948
- (34) Atkins CD, Wiederhold E, Moore EL: Vitamin C content of processing residue from Florida citrus fruits. *Fruit Prod J Am Food Manuf* 24 (1945) 260-281

- (35) Harris RS: Effects of agricultural practices on the composition of foods. Part 1. Effects of agricultural practices on foods of plant origin. In: Harris RS, Karmas E (eds.): Nutritional Evaluation of food processing, 2nd Ed., AVI Publ., Westport, Conn. (1975) 33-57
- (36) Vogtmann H, Kaeppel N, von Fragstein P: Nitrat- und Vitamin C-Gehalt bei verschiedenen Sorten von Kopfsalat und unterschiedlicher Düngung. Ernährungs-Umschau 34 (1987) 12-16
- (37) Schonhof I, Krumbein A: Content of essential substances of different broccoli types. Gartenbauwissenschaft 61 (1996) 281-288
- (38) Toivonen PMA, Zebarth BJ, Bowen PA: Effect of nitrogen fertilization on head size, vitamin C content and storage life of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). Can J Plant Sci 74 (1994) 607-610
- (39) Sorensen JN, Johansen AS, Kaack K: Marketable and nutritional quality of leeks as affected by water and nitrogen supply and plant age at harvest. J Sci Food Agric 68 (1995) 367-373
- (40) Woese K, Lang D, Boess C, Bogl KW: A comparison of organically and conventionally grown foods - results of a review of the relevant literature. J Sci Food Agric 74 (1997) 281-293
- (41) Warman PR, Havard KA: Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown potatoes and sweet corn. Agric Ecosyst Environ 68 (1998) 207-216
- (42) Warman PR, Havard KA: Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown carrots and cabbage. Agric Ecosyst Environ 61 (1997) 155-162
- (43) Prugar J, Štorková JP: Vergleich der Qualität von ökologisch und konventionell angebauten Kartoffeln der Ernte 1995. In: Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (Hrsg.): Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel als Grundlage richtiger Ernährung (Vortragstagung - Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung [Pflanzliche Nahrungsmittel] 31., Kiel, 25.-26.03.1996), Freising-Weihenstephan, Deutschland (1996) 207-210
- (44) Premuzic Z, de los Ríos A, Accorinti C: Influence of fertilization on the production and vitamin C and sugar content of „cherry“ tomatoes. Acta Horticulturae 559 (2001) 601-606
- (45) Senat der Bundesforschungsanstalten, AG „Qualitative Bewertung von Lebensmitteln aus alternativer und konventioneller Produktion“: Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren. (2003) <http://www.bmvel-forschung.de/data/0004FEE8CDF6106A80576521C0A8D816.0.pdf> (Juni 2004)
- (46) Lisiewska Z, Kmiecik W: Effects of level of nitrogen fertilizer, processing conditions and period of storage of frozen broccoli and cauliflower on vitamin C retention. Food Chem 57 (1996) 267-270
- (47) Sorensen JN: Dietary fiber and ascorbic acid in white cabbage as affected by fertilization. Acta Horticulturae 163 (1984) 221-230

- (48) Freyman S, Toivonen PM, Perrin PW, Lin WC, Hall JW: Effect of nitrogen fertilization on yield, storage losses and chemical composition of winter cabbage. *Can J of Plant Sci* 71 (1991) 943-946
- (49) Sorensen JN, Johansen AS, Poulsen N: Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce. 1. Marketable and nutritional quality as affected by nitrogen supply, cultivar and plant age. *Plant Foods Hum Nutr* 46 (1994) 1-11
- (50) Muller K, Hippe J: Influence of differences in nutrition on important quality characteristics of some agricultural crops. *Plant Soil* 100 (1987) 35-45
- (51) Schulz R, Weber M, Breuer J, Römheld V: Zur Selenversorgung des Getreides in Deutschland. In: Einfluß von Erzeugung und Verarbeitung auf die Qualität landwirtschaftlicher Produkte, Kongressband 1998, Gießen, 110. VDLUFA-Kongress vom 14.-18.09.1998 in Gießen, VDLUFA-Verlag, Darmstadt (1998)
- (52) Bognár A: Vitamin losses during storage and preparation of foods. *Ernährung* 19 (1995) 411-416
- (53) Adisa VA: The influence of molds and some storage factors on the ascorbic acid content of orange and pineapple fruits. *Food Chem* 22 (1986) 139-146
- (54) Albrecht JA, Schafer HW, Zottola EA: Sulfhydryl and ascorbic acid relationships in selected vegetables and fruits. *J Food Sci* 56 (1991) 427-430
- (55) Augustin J, Johnson SR, Teitzel C, Toma RB, Shaw RL, True RH, Hogan JM, Deutsch RM: Vitamin composition of freshly harvested and stored potatoes. *J Food Sci* 43 (1978) 1566-1570, 1574
- (56) Srinivasa PC, Baskaran R, Ramesh MN, Harish Prashanth KV, Tharanathan RN: Storage studies of mango packed using biodegradable chitosan film. *Eur Food Res Technol* 215 (2002) 504-508
- (57) Bognár A: Vitamin losses during storage and preparation of foods. *Ernährung* 11 (1995) 551-554
- (58) Arbeitsgruppe „Fragen der Ernährung“ in der Lebensmittelchemischen Gesellschaft der GDCh: Vitamin-Umrechnungstabellen. *Lebensmittelchemie* 53 (1999) 62-64
- (59) Eitenmiller RR, Landen Jr. WO: Vitamin Analysis for the Health and Food Science. CRC press LLC, Boca Raton, London, New York, Washington DC (1999)
- (60) Freisleben A, Schieberle P, Rychlik M: Syntheses of labeled vitamers of folic acid to be used as internal standards in stable isotope dilution assays. *J Agric Food Chem* 50 (2002) 4760-4768
- (61) Freisleben A, Schieberle P, Rychlik M: Comparison of folate quantification in foods by high-performance liquid chromatography-fluorescence detection to that by stable isotope dilution assays using high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Anal Biochem* 315 (2003) 247-255

- (62) Freisleben A, Schieberle P, Rychlik M: Specific and sensitive quantification of folate vitamers in foods by stable isotope dilution assays using high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Anal Bioanal Chem* 376 (2003) 149-156
- (63) Holden JM: Expert systems for the evaluation of data quality for establishing the recommended dietary allowances. *J Nutr* 126 (1996) 2329-2336
- (64) Scherz H, Senser F: Souci – Fachmann – Kraut/ Die Zusammensetzung der Lebensmittel - Nährwerttabellen. 6. Aufl., Medpharm Scientific Publishers, Stuttgart (2000)
- (65) U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. USDA Nutrient Database for Standard Reference. Release 16 (2003) <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/> (27. August 2003)
- (66) Møller A, Saxholt E: Levnedsmiddeltabeller (The composition of foods, 4th edition). Institutet for Levnedsmiddelkemi og Ernæring, Levnedsmiddelstyrelsen Sundhedsministeriet (Hrsg.), Søborg, Danmark; Gyldendals Forlagsekspektion, København (1996)
- (67) Holland B, Welch AA, Unwin ID, Buss DH, Paul AA, Southgate DAT: McCance and Widdowson's: The Composition of Foods, 5th edition. The Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (eds.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, U. K. (1991)
- (68) Livsmedeltabeller – Energi och Näringsämnen. Statens Livsmedelsverk (Hrsg.), Uppsala, Schweden; Liber Tryck AB, Stockholm (1986)
- (69) Møller A: Levnedsmiddeltabeller. Ernæringsenheden Levnedsmiddelstyrelsen; Dafolo Forlag, Fredrikshavn, Danmark (1983)
- (70) Souci SW, Fachmann W, Kraut H: Die Zusammensetzung der Lebensmittel - Nährwerttabellen. 1. Aufl., Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart (1979)
- (71) Paul AA, Southgate DAT: McCance and Widdowson's: The Composition of Foods, 4th edition. Her Majesty's Stationary Office (eds.), London; Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam, New York, Oxford (1976)
- (72) Rao MN, Polacchi W: Food Composition Table for the Use in East Asia. Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO) (eds.), US Department of Health, Education and Welfare, USA (1972)
- (73) Schall H: Nahrungsmitteltabelle: Zur Aufstellung und Berechnung von Diätverordnungen für Krankenhaus, Sanatorium und Praxis. 16. Aufl., Barth-Verlag, Leipzig (1954)
- (74) Fødevareredirektoratet - The vitamin and mineral content is stable. <http://www.uk.foedevaredirektoratet.dk/Food/Nutrition/vitamins.htm> (Juli 2004)

5 Tumorentstehung – hemmende und fördernde Ernährungsfaktoren^{1,2}

5.1 Einleitung

Maligne Erkrankungen tragen bei steigender Inzidenz in einer zunehmend alternden Bevölkerung an zweiter Stelle zur Gesamtmortalität bei und verdienen deshalb besondere Aufmerksamkeit. Epidemiologische und ernährungswissenschaftliche Fortschritte sowie steigende Kosten und begrenzte Erfolge therapeutischer Ansätze lenken die Aufmerksamkeit verstärkt auf primärpräventive Ansätze in Medizin und Gesundheitswissenschaft. Hierbei spielen drei zueinander in Beziehung stehende Faktoren des Lebensstils, die Ernährung, die körperliche Aktivität und das Körpergewicht eine herausragende Rolle. Diese Expositionsfaktoren sind auch für die Primärprävention von Krebserkrankungen von wesentlicher Bedeutung.

Erste Abschätzungen, welchen Anteil die Ernährung an der Entstehung von Krebs hat, wurden bereits 1981 von Doll und Peto vorgenommen. Sie ermittelten auf der Basis der damals bekannten Daten für die Krebsmortalität in den USA eine Größenordnung von 35 %, die jedoch mit 10 % bis 70 % einen großen Unsicherheitsbereich aufwies (1). Mit diesem Beitrag sollen Kapitel bisheriger Ernährungsberichte zu dieser Thematik fortgeführt werden. Dies beinhaltet Sichtung, Erfassung und Bewertung der genannten Lebensstilfaktoren unter Nutzung der deutlich erweiterten Datenbasis.

Die Evidenz³ für Zusammenhänge zwischen Ernährungsfaktoren und Krebs und das sich daraus ergebende Präventionspotenzial werden hier aus der systematischen Analyse der zur Zeit verfügbaren Studienergebnisse und der Kenntnis der biologischen Zusammenhänge abgeleitet. Bei der Bewertung der Evidenz spielt das Studiendesign, mit dem eine Aussage gewonnen wurde, eine wichtige Rolle. Als optimales Studiendesign gilt auf Grund ihres experimentellen Ansatzes die randomisierte, Placebo-kontrollierte Interventionsstudie. Sie hat jedoch den Nachteil, dass sie bei chronischen Erkrankungen, die eine lange Latenzzeit besitzen und relativ selten in der Bevölkerung auftreten, wie z.B. bestimmte Krebserkrankungen, äußerst langfristig angelegt sein und eine sehr große Zahl gesunder Probanden einschließen müsste (2). Zudem lassen sich viele Fragestellungen, wie z. B. die Risikowirkung von hoher Fettaufnahme, Gewichtszunahme und körperlicher Inaktivität nicht im Rahmen einer Interventionsstudie untersuchen. Als Alternative zur Gewinnung von Evidenz für eine risikomodifizierende Wirkung gilt daher die langfristige Beobachtung von Personen-gruppen. Ergebnisse aus derartigen prospektiven Kohortenstudien tragen neben den präferierten Interventionsstudien als gewichtige Beiträge zur Bewertung der Evidenz bei. Voraussetzung ist, dass sie für die bekannten Störgrößen adjustiert wurden. Die Evidenzlage auf der Basis von Kohortenstudien kann dadurch verbessert werden, dass wichtige Bausteine der Hypothese durch kurzfristige Interventionsstudien mit intermediären Erkrankungsmarkern abgesichert werden. Fall-Kontroll-Studien haben im Ernährungsbereich den Nachteil, dass systematische Erinnerungsfehler in der Fall- oder der Kontrollgruppe das Ergebnis verfälschen können. Daher liefert dieses Studiendesign nur Hinweise, dient aber nicht als Basis für Präventionsempfehlungen. Grundsätzlich gilt, dass Präventionsempfehlungen auf der Basis höchst möglicher Evidenz für einen risikomodifizierenden Effekt unter Einbeziehung aller methodischen Ansätze entwickelt werden sollten (3).

¹ Kapitelbetreuer: Boeing, Heiner; unter Mitarbeit von Barth, Christian A.; Kluge, Sandra; Walter, Dietmar

² mit Förderung durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft

³ Evidenz ist in diesem Kontext als Synonym für den Begriff *Beweis* zu verstehen.

Die systematische Erfassung der weltweit verfügbaren Studienergebnisse und deren Bewertung hinsichtlich der Evidenz einer präventiven oder risikoe erhöhenden Wirkung ist z.B. Grundlage des Reports des World Cancer Research Fund (WCRF) „Food, Nutrition and the Prevention of Cancer: a global perspective“ (4) gewesen. Auch die internationalen Gremien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) bedienen sich dieses Ansatzes, z.B. in der Monographieserie „Handbooks of Cancer Prevention“ der International Agency for Research on Cancer (IARC) (5). Für Deutschland entwickelt die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) Leitlinien zur Prävention, die sich an der systematischen Erfassung der Studienergebnisse orientieren.

In diesem Kapitel wurde die Einteilung des Grades der Evidenz nach den Kriterien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) vorgenommen, die auch die Grundlage der DGE-Leitlinien zur Prävention chronischer Erkrankungen darstellen:

- überzeugende Evidenz für einen risikomodifizierenden Effekt
- wahrscheinliche Evidenz für einen risikomodifizierenden Effekt
- mögliche Evidenz für einen risikomodifizierenden Effekt
- unzureichende Evidenz für einen risikomodifizierenden Effekt

Die obige Einteilung der Evidenz erlaubt es, bei der Bewertung eines krebserisikomodifizierenden Effekts verschiedener Lebensmittelgruppen sowie ausgewählter Nährstoffe die Einschätzungen internationaler Expertengremien wie der WHO oder des WCRF direkt zu übernehmen. Sofern diese nicht vorliegen, wird eine Beurteilung der Evidenz vorgenommen, die als Autorenbewertung ausgewiesen ist. Im Vergleich zu den Leitlinien haben wir den Begriff „präventiver Effekt“ durch den neutralen Begriff „risikomodifizierender Effekt“ ersetzt, da auch risikoe erhöhende Effekte bewertet werden. Im Einzelnen wird jeweils benannt, ob es sich bei dem risikomodifizierenden Effekt um einen risikoe erhöhenden oder risikosenkenden Effekt handelt. In einigen Fällen, in denen keine Aussage zur Evidenz getroffen wird, ist eine Bewertung der Evidenz auf Grund der unzureichenden Datenlage bisher nicht möglich.

Schwerpunkte der nachfolgenden Darstellungen sind die Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen der Jahre 1999 bis 2003. Zusätzlich wurden auch einzelne Studienergebnisse betrachtet, die entweder wegen ihrer Aktualität weder in Übersichtsarbeiten noch in Meta-Analysen Berücksichtigung fanden oder für die bisher keine Übersichtsarbeiten u./o. Meta-Analysen vorliegen. Durch ein derartiges Vorgehen soll eine hohe Transparenz gewährleistet werden. Meta-Analysen bieten dabei gegenüber einer beschreibenden Übersichtsarbeit den Vorteil, dass sie quantitative Risikobeziehungen ausweisen. Grundsätzlich gilt, dass Risikobeziehungen über die gesamte Variationsbreite der interessierenden Größe, z.B. einer Verzehrsmenge eines Lebensmittels, gelten und häufig dem linearen Modell folgen. Eine solche Risikobeziehung beschreibt den Anstieg/Abfall des Risikos pro definierter Einheit für den vorliegenden Expositionsbereich. Dies gilt beispielsweise für die Aufnahme von Nährstoffen und Lebensmitteln, aber auch für das Körpergewicht und die körperliche Aktivität. Manchmal weicht die Risikobeziehung erheblich vom linearen Modell ab und weist einen Schwellenwert aus, ab dem der Anstieg/Abfall einsetzt oder zeigt, wie z.B. bei Alkohol, einen exponentiellen Anstieg/Abfall.

Bevor nachfolgend Lebensmittelgruppen und Nährstoffe im Hinblick auf das Krebsrisiko betrachtet werden, sei zunächst darauf hingewiesen, dass trotz einer weit verbreiteten gegenteiligen Einschätzung in der Öffentlichkeit nach einer Bewertung des WCRF für den Menschen kein erhöhtes Krebsrisiko von Zusatzstoffen in Lebensmitteln ausgeht, die in

gesetzlich geregelten Mengen zugesetzt sind (4). Deshalb wird diese Thematik im Rahmen dieses Beitrags nicht näher beleuchtet.

5.2 Ausgewählte Lebensmittelgruppen und ihr Einfluss auf das Krebsrisiko

5.2.1 Obst und Gemüse

Basierend auf Bewertungen des World Cancer Research Fund (WCRF), des American Institute for Cancer Research (AICR), des Centre National d'Études et de Recommendations sur la Nutrition et l'Alimentation sowie des Centre National de la Recherche Scientifique (CNERNA-CNRS-INRA) und des Committee on the Medical Aspects of Food and Nutrition Policy (COMA) wurde bisher für Obst und Gemüse eine überzeugende bis wahrscheinliche Evidenz einer präventiven Assoziation zu einer großen Zahl von Tumoren, insbesondere der Verdauungs- und Atmungsorgane (oberer Verdauungstrakt, Magen, Dickdarm, Lunge) angenommen. Eine aktuelle Meta-Analyse von Riboli und Norat (6) sowie eine umfassende Bewertung durch ein IARC-Expertengremium im Rahmen der Erstellung der „Handbook series for Cancer Prevention“ (7) relativiert allerdings diese Beurteilung auf Grund neuer Ergebnisse aus prospektiven Kohortenstudien. Die umfassende Bewertung der Datenlage durch das Expertengremium der IARC wird hier direkt übernommen.

5.2.1.1 Maligne Tumoren der Atmungs- und Verdauungsorgane

Hinsichtlich eines präventiven Effekts eines höheren Obstverzehrs konnte in Fall-Kontroll- und Kohortenstudien bei Lungenkarzinomen übereinstimmend eine Risikominderung von 20 % bis 40 % beobachtet werden. Auch in der EPIC-Studie⁴ wurde in einer ersten Untersuchung bei einem hohen Obstverzehr ein vermindertes Erkrankungsrisiko für Lungenkrebs beobachtet (8). Die Evidenz für eine derartige Beziehung wird vom IARC-Gremium insgesamt als wahrscheinlich bewertet. Für den Gemüseverzehr wird die Evidenz für eine Senkung des Lungenkrebsrisikos als möglich beurteilt. Für Tumoren der oberen Verdauungsorgane (Mund, Rachen, Kehlkopf) zeigten sich in Fall-Kontroll-Studien bei einem erhöhten Obst- und Gemüseverzehr ebenfalls reduzierte relative Risiken. Auf Grund fehlender Kohortenstudien hat das IARC-Gremium die Evidenz hier als möglich für einen risikosenkenden Effekt beurteilt (7).

Für das Speiseröhrenkarzinom gab das IARC die Einschätzung einer wahrscheinlichen Evidenz für einen risikosenkenden Effekt für Obst und Gemüse (7).

Ein höherer Gemüse- und Obstverzehr ist auch mit einer Risikominderung für Magenkarzinome verbunden. Die Evidenz wird von Seiten des IARC-Gremiums als wahrscheinlich für Obst und möglich für Gemüse bewertet (7).

Für kolorektale Karzinome wird die Evidenz als wahrscheinlich für einen risikosenkenden Effekt eines höheren Gemüseverzehrs eingeschätzt bzw. als möglich für einen risikosenkenden Effekt eines höheren Obstverzehrs eingestuft (7).

⁴ EPIC: European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (www.iarc.fr/EPIC/)

5.2.1.2 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)

In Fall-Kontroll-Studien ist ein höherer Gemüseverzehr mit einem verminderten Brustkrebsrisiko assoziiert (6). Eine gepoolte Meta-Analyse⁵ von 8 prospektiven Kohortenstudien ergab einen nicht signifikanten Trend für eine Brustkrebsrisikosenkung bei einem höheren Obst- und Gemüseverzehr (9). In der EPIC-Studie zeigte sich hingegen keine Beziehung zwischen dem Verzehr von Gemüse und Obst und dem Erkrankungsrisiko für Brustkrebs (10). Das IARC-Gremium bewertet die Evidenz für einen krebsrisikosenkenden Effekt von Obst und Gemüse bei Brustkrebs als ungenügend (7).

5.2.1.3 Maligne Tumoren der Blase

Sowohl in Fall-Kontroll- als auch in Kohortenstudien war das Blasenkrebsrisiko invers mit dem Obst-, nicht aber mit dem Gemüseverzehr assoziiert. Die beobachtete Risikoreduktion betrug zwischen 30 % bis 50 % (7). Das IARC-Expertengremium wertet die Evidenz für einen risikosenkenden Effekt durch Obst als möglich (7).

5.2.1.4 Maligne Tumoren der Eierstöcke (Ovarialkarzinom)

Die Ergebnisse zum Einfluss des Obstverzehrs auf das Ovarialkrebsrisiko sind sehr inkonsistent. Hier ist noch keine Aussage möglich. Für Gemüse zeigte sich hingegen ein protektiver Effekt eines höheren Verzehrs in 2 Kohortenstudien. Dieser war auch signifikant in 3 von 5 Fall-Kontroll-Studien (7). Das IARC-Gremium bewertet die Evidenz für einen risikosenkenden Effekt durch Gemüse als möglich.

5.2.1.5 Biologische Plausibilität für Obst und Gemüse

In Tierversuchen wurde der Einfluss einzelner Obst- und Gemüsesorten auf das Krebsrisiko bzw. frühe mit der Tumorentstehung (Kanzerogenese) verknüpfte Ereignisse wie Enzymmodulation, Bildung von DNA-Addukten oder Mutationen untersucht. Die Mehrheit der Effekte einer präventiven Wirkung wurde dabei im Dickdarm (Kolon), in der Brustdrüse und in der Speiseröhre (Ösophagus) beobachtet. Dosis-abhängig zeigte sich in tierexperimentellen Studien parallel zu einer verminderten Proliferationsrate eine Zunahme der Phase-II-Enzymaktivitäten sowie eine Abnahme von DNA-Schäden. In einer Stichprobe der italienischen EPIC-Kohorte konnte eine inverse Beziehung zwischen dem Obst- und Gemüseverzehr und dem Vorhandensein spezifischer DNA-Addukte - diese werden als Indikatoren für das Krebsrisiko betrachtet - nachgewiesen werden (11).

Beim Menschen kommt es durch Verzehr von Obst und Gemüse zu Modulierungen von Phase I- und Phase II-Enzymen, die ihrerseits die Aktivierung chemischer Kanzerogene vermindern (7). Genaue quantitative Aussagen sind aber bislang für den Menschen nicht möglich. In Tierstudien hatte ein Obst- und Gemüseanteil von 20 % an der Gesamtnahrung sehr variable Effekte auf die Induktion dieser Enzyme. Außerdem scheinen die antikanzerogenen Effekte eines hohen Obst- und Gemüseverzehrs primär in der

⁵ In einer „gepoolten“ Meta-Analyse wird mit den Rohdaten, in einer nicht-gepoolten Meta-Analyse mit veröffentlichten Ergebnissen (relativen Risiken, Odds Ratios) gerechnet. Dabei können relative Risiken oder Odds Ratios für Kohorten- und Fall-Kontroll-Studien getrennt oder nach Prüfung auf Homogenität auch gemeinsam angegeben werden.

Initiationsphase der Tumorentstehung, nicht in späteren Stadien, zu wirken. Die potenziell antikanzerogenen Wirkmechanismen der über Gemüse und Obst aufgenommenen sekundären Pflanzenstoffe werden in Kapitel 7 ausführlich dargestellt.

5.2.2 Fleisch und Fisch

5.2.2.1 Rotes Fleisch und Fleischwaren

5.2.2.1.1 Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom)

Bei der Lebensmittelgruppe Fleisch und Fleischwaren sollte bei der Betrachtung des von ihr ausgehenden risikomodifizierenden Effekts zwischen rotem Fleisch (Schwein, Rind, Schaf) und den sogenannten Fleischwaren, z.B. Wurst, Schinken und Pökelfleisch, unterschieden werden. Der Verzehr von Fleischwaren ist innerhalb der Lebensmittelgruppe Fleisch und Fleischwaren mit dem höchsten Anstieg des Risikos für kolorektale Tumoren assoziiert. Die in Meta-Analysen von Fall-Kontroll- und Kohortenstudien ermittelten Risikozunahmen variieren zwischen 36 % bei einem Verzehr von 30 g am Tag gegenüber einem Verzicht (12) und 49 % je Verzehrssteigerung von 25 g (13). Auch in der EPIC-Studie zeigte sich ein Anstieg des Dickdarmkrebsrisikos bei einem erhöhten Verzehr von Fleischwaren (14).

Je Portion 100 g rotes Fleisch ist das Dickdarmkrebsrisiko in der Meta-Analyse von Sandhu et al. um 17 % erhöht (13). Norat et al. fanden in ihrer meta-analytischen Betrachtung bei einem täglichen Verzehr von 120 g rotem Fleisch gegenüber einem Verzicht eine Risikozunahme von 24 % (12). Für einen Verzehr von 70 g rotem Fleisch pro Woche ermittelten sie kein erhöhtes Dickdarmkrebsrisiko gegenüber einem Verzicht auf rotes Fleisch. Der WCRF Report empfahl bereits 1997, den Verzehr von rotem Fleisch auf weniger als 80 g täglich zu beschränken (4). Die Abgrenzung der Effekte von verarbeiteten Fleischwaren und rotem Fleisch ist derzeit nicht eindeutig möglich, da sich die Systematik in der Zusammenstellung der Lebensmittelgruppe Fleisch und Fleischwaren zwischen den Studien unterscheidet. In den amerikanischen Studien wird z.B. nicht zwischen rotem Fleisch und Fleischwaren unterschieden, so dass sich Risikoschätzungen mitteln könnten.

Ausgehend von den Ergebnissen der Meta-Analysen wird die Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt für den Verzehr von rotem Fleisch in Bezug auf das Dickdarmkrebsrisiko von den Autoren dieses Kapitels als möglich und für den Verzehr von verarbeiteten Fleischwaren als wahrscheinlich eingestuft.

5.2.2.1.2 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)

Eine gepoolte Meta-Analyse von 8 prospektiven Kohortenstudien mit insgesamt ca. 350 000 Teilnehmerinnen ergab keine Assoziation zwischen dem Fleischverzehr und dem Brustkrebsrisiko (15). Hierbei wurden sowohl rotes Fleisch als auch verschiedene Fleischwaren zusammen und getrennt betrachtet. In einer Meta-Analyse von 14 Kohortenstudien und 31 Fall-Kontroll-Studien zeigte sich allerdings bei gemeinsamer Analyse der Studien ein um 17 % erhöhtes Brustkrebsrisiko in der Gruppe mit dem höchsten im Vergleich zu der mit dem geringsten Fleischverzehr (16). Nach Auffassung der Autoren dieses Kapitels sollte die Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt des Fleischverzehrs auf das Brustkrebsrisiko als möglich eingestuft werden.

5.2.2.1.3 Biologische Plausibilität für Fleisch und Fleischwaren

Fleisch ist eine wichtige Quelle für Eisen, Zink, Vitamin B₁₂ und weitere essenzielle Nährstoffe. Allerdings können bei spezifischen Zubereitungstechniken mit großer Hitze (Braten und Grillen) kanzerogene Verbindungen wie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und heterozyklische Amine entstehen. Viele dieser Verbindungen entfalten ihre genotoxische Wirkung erst nach enzymatischer Aktivierung durch das Cytochrom-P450-System unter Beteiligung von Acetyl- und Sulfotransferasen, für die verschiedene Polymorphismen bekannt sind (17). Im Tiermodell weisen einzelne heterozyklische Amine ein hohes kanzerogenes Potenzial auf (17). Auch beim Menschen gibt es Hinweise auf ein erhöhtes Krebsrisiko durch diese Substanzen. Während sich in einer Fall-Kontroll-Studie nur bei einer sehr hohen Aufnahme dieser Verbindungen ein erhöhtes Risiko für kolorektale Adenome⁶ (18) zeigte, waren die genannten Zubereitungstechniken bzw. der Verzehr von sehr durchgebratenem Fleisch („well-done“) in weiteren Fall-Kontroll-Studien mit einem fast doppelt so hohen Darmkrebsrisiko (19) bzw. einem 33 % höheren Risiko für maligne Tumoren des Rektums (20) assoziiert. Auch im Hinblick auf das Brustkrebsrisiko wurde in einer eingebetteten Fall-Kontroll-Studie im Rahmen der Iowa Women's Health Study ein 4,6-fach höheres Erkrankungsrisiko bei den Frauen beobachtet, die Hamburger, Steaks und Schinken sehr gut durchgebraten verzehrten, im Vergleich zu denen, die die genannten Lebensmittel nur leicht angebraten aßen (21).

In Fleischwaren enthaltene N-Nitrosoverbindungen zeigen im Tiermodell ebenfalls kanzerogene Wirkungen (22). Das in Fleisch und Fleischwaren vorkommende Häm-Eisen kann seinerseits wiederum als Katalysator für die endogene Bildung solcher Verbindungen, wie N-Nitrosoverbindungen, wirken (23) oder das Dickdarmkrebsrisiko durch die katalytisch verstärkte Bildung reaktiver Sauerstoffverbindungen mit daraus resultierenden DNA-Schäden beeinflussen (24).

5.2.2.2 Weißes Fleisch (Fisch und Geflügel)

5.2.2.2.1 Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom)

In einer systematischen Übersichtsarbeit von Yoon et al. besteht in 5 von 7 Fall-Kontroll-Studien keine Assoziation zwischen dem Fischverzehr und dem Risiko kolorektaler Polypen (25). In der EPIC-Studie, die auch Populationen mit einem hohen Fischverzehr umfasste, war der Verzehr von Fisch invers mit dem Risiko für Dickdarmkrebs verbunden (14). Die Autoren dieses Kapitels werten die Evidenz für einen risikosenkenden Effekt von Fisch für Dickdarmkrebs vor dem Hintergrund der aktuellen Ergebnisse dieser Kohortenstudie als möglich.

5.2.2.2.2 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)

Das Brustkrebsrisiko ist nach bisherigen Ergebnissen aus Kohortenstudien nicht mit dem Verzehr von Fisch (26) bzw. weißem Fleisch insgesamt assoziiert (15).

⁶ Adenom: vom Drüsenepithel ausgehende Geschwulst; primär gutartig, kann aber bösartig (maligne) entarten.

5.2.2.2.3 Maligne Tumoren des Endometriums

In einer großen schwedischen Fall-Kontroll-Studie hatten Frauen mit einem hohen wöchentlichen Verzehr von fettem Fisch ein um 40 % geringeres Krebsrisiko des Endometriums (27). Der Verzehr von Magerfischen zeigte keinen Einfluss auf das Krebsrisiko.

5.2.2.2.4 Maligne Tumoren der Prostata

In der Health Professionals Follow-up Study war ein mehr als 3-maliger Fischverzehr wöchentlich im Vergleich zu weniger als 2 Fischmahlzeiten im Monat mit einem nicht signifikant bis zu 17 % erniedrigten Prostatakrebsrisiko insgesamt bzw. mit einem signifikant um 44 % geringeren Risiko für einen metastasierenden Tumor assoziiert (28).

5.2.2.2.5 Maligne Tumoren der Schilddrüse

Eine gepoolte Meta-Analyse von 13 Fall-Kontroll-Studien fand zwar keinen Einfluss des Fischverzehrs auf das Risiko für Schilddrüsenkrebs insgesamt, aber in Regionen, in denen ein Jodmangel häufig ist, zeigte sich ein protektiver Effekt eines hohen Fischverzehrs (3 Fischmahlzeiten und mehr pro Woche) mit einer signifikanten Senkung des Krebs-erkrankungsrisikos um 35 % (29).

5.2.2.2.6 Biologische Plausibilität für Fisch

Als biologisch bedeutsamer, präventiver Faktor werden vor allem die in den fettreichen Kaltwasserfischen vorkommenden n-3 Fettsäuren diskutiert. Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA) hemmen im Tiermodell und *in vitro* das Tumorzellwachstum (30) (s. auch 5.3.1). Neben ihrer modulierenden Rolle im Eicosanoidstoffwechsel werden für die n-3 Fettsäuren Einflüsse auf die Expression ausgewählter Onkogene⁷, auf Signaltransduktionskaskaden⁸ und auf die Differenzierung von Tumorzellen postuliert (30, 31).

5.2.3 Milch und Milchprodukte

5.2.3.1 Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom)

In einer Meta-Analyse von insgesamt 30 Studien zeigten die Kohortenstudien, nicht aber die Fall-Kontroll-Studien, einen protektiven Effekt sowohl des Milchverzehrs als auch des Gesamt-Milchprodukteverzehrs auf die kolorektale Kanzerogenese mit einem signifikant um 20 % bzw. 38 % verringertem Risiko (32). Eine Ausnahme bildete in der Gruppe der Milchprodukte, zu der außerdem Sauermilchprodukte, Hüttenkäse, Pudding, Eiscreme, Sahne und in einigen Studien auch Butter gerechnet werden, der Käse- und Joghurtverzehr. Bei diesen beiden Milchprodukten zeigte sich keine Assoziation mit dem Erkrankungsrisiko für Dickdarmkrebs. Die Gründe hierfür bleiben unklar. Norat und Riboli

⁷ Onkogene: geschwulsterzeugende Gene

⁸ nacheinander erfolgende Übertragung/Weiterleitung von Signalen

geben allerdings zu bedenken, dass methodische Probleme bei der Erfassung des Verzehrs verschiedener Milchprodukte - diese werden zum Teil unterschiedlich gruppiert - bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen (32). Die Ergebnisse zur krebsprotektiven Wirkung von Milch in Kohortenstudien bestätigend, wurde in einer weiteren, kürzlich publizierten gepoolten Meta-Analyse von 10 Kohortenstudien bei einem Verzehr von ≥ 250 g Milch pro Tag im Vergleich zu einer Aufnahme < 70 g täglich ein signifikant um 15 % verringertes Krebsrisiko für den distalen Teil des Dickdarms sowie für den Mastdarm beobachtet (33).

In einer Übersichtsarbeit von Kampman (34) sind zwar ebenfalls Hinweise für eine Risikoreduktion bei kolorektalen Tumoren durch Milch und Milchprodukte um 30 % bis 40 % beschrieben, die betrachteten Studien sind aber inkonsistent in ihren Ergebnissen, so dass die Autorin insgesamt keinen starken Effekt von Milch und Milchprodukten auf die Dickdarmkrebsentstehung sieht.

Auf Grund der Befunde aus Kohortenstudien werten die Autoren dieses Kapitels die Evidenz für einen risikosenkenden Effekt zumindest von Milch bei Dickdarmkrebs als möglich.

5.2.3.2 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)

Eine gepoolte Meta-Analyse von 8 Kohortenstudien erbrachte keine Hinweise für einen Zusammenhang zwischen dem Brustkrebsrisiko und dem Verzehr von Milch und Milchprodukten (15). Eine Publikation der amerikanischen Nurses' Health Study (NHS) aus dem Jahr 2002 zeigte dagegen nur bei prämenopausalen Frauen, nicht aber bei postmenopausalen Frauen eine inverse Beziehung zwischen dem Verzehr fettarmer Milchprodukte und dem Krebsrisiko. Ein höherer Verzehr war mit einem um 30 % geringeren Brustkrebsrisiko assoziiert (35).

5.2.3.3 Maligne Tumoren der Prostata

Ergebnisse aus Fall-Kontroll- und Kohortenstudien hinsichtlich des Auftretens von Prostatatumoren sprechen für eine mögliche Steigerung des Risikos durch einen hohen Milch- bzw. Milchprodukteverzehr (36, 37). Während in früheren Fall-Kontroll-Studien eine signifikante Risikozunahme um bis zu 400 % beobachtet wurde, zeigen neuere Ergebnisse nur noch eine Steigerung des Prostatakrebsrisikos um maximal 50 %. Bestätigt wird diese geringere Risikozunahme durch Ergebnisse aus Kohortenstudien, in denen sich vergleichbare Zahlen zeigten (36, 37). Allerdings beziehen sich diese Zahlen nur auf fortgeschrittene bzw. metastasierende Tumoren der Prostata. Im Gegensatz dazu ist in der Netherlands Cohort Study lediglich ein nicht signifikanter, positiver Trend zwischen einem höherem Verzehr von Milchprodukten und einem erhöhten Prostatakrebsrisiko zu sehen. Des Weiteren bestätigt diese Studie nicht die besonders starke Assoziation mit fortgeschrittenen malignen Tumoren (38).

Die Autoren dieses Kapitels bewerten die Evidenz insgesamt als möglich für einen risik erhöhenden Effekt von Milch und Milchprodukten bei Prostatakrebs.

5.2.3.4 Biologische Plausibilität für Milch und Milchprodukte

Die Assoziationen zwischen Milch und Milchprodukten und der Kanzerogenese sind vermutlich sowohl durch den vergleichsweise hohen Calciumgehalt als auch durch Vitamin D vermittelt. Mit Blick auf die Prävention eines kolorektalen Tumors könnte Calcium Gallensäuren und oxidierte Fettsäuren intestinal ausfällen und so das Darmepithel vor der Einwirkung dieser wahrscheinlich zytotoxisch wirksamen Substanzen schützen (39). Hinsichtlich Brustkrebs werden spezifische Vitamin D-abhängige, antiproliferative Effekte vermutet, aber auch Calcium-abhängige Einflüsse auf die Zellproliferation diskutiert (35). Dies kann wegen der Interaktionen von Calcium und Vitamin D-Stoffwechsel nicht eindeutig abgegrenzt werden. Diese gegenseitige Stoffwechsel- und Absorptionsbeeinflussung könnte sich im Hinblick auf die Entwicklung von Prostatatumoren allerdings auch nachteilig auswirken. 1,25(OH)₂ Vitamin D, ein Metabolit des Vitamin D-Stoffwechsels, scheint die Kanzerogenese in der Prostata zu hemmen. Eine hohe Calciumaufnahme reduziert jedoch dessen Bildung aus 25(OH)D (40). Eine hohe Calciumaufnahme könnte bei geringer Versorgung mit Vitamin D somit die Entstehung von Prostatakrebs begünstigen (32, 36).

Darüber hinaus wird auch für Lactose (41), konjugierte Linolsäuren (42), Molkenproteine (43) und Milchsäurebakterien (44) ein Zusammenhang mit malignen Entartungen vermutet. Möglich ist außerdem eine tumorpromovierende Wirkung des insulinabhängigen Wachstumsfaktors-1 (insulin-like growth factor-I, IGF-1) (45), dessen Konzentration im Serum nach Milchverzehr ansteigt, was vor allem durch den Proteingehalt der Milch bedingt zu sein scheint (46).

5.2.4 Eier

5.2.4.1 Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom)

In einer Meta-Analyse von 5 Fall-Kontroll-Studien zeigte sich kein Einfluss des Eierverzehrs auf die Entwicklung kolorektaler Polypen (25). Im Finnish Mobile Clinic Health Examination Survey, einer Kohorten-basierten Untersuchung, konnte lediglich eine nicht signifikante Assoziation zwischen dem Eierverzehr und dem Dickdarmkrebsrisiko beobachtet werden. Allerdings zeigte sich hier ein signifikant 3,3-fach höheres Krebsrisiko bei Personen mit der höchsten im Vergleich zur geringsten Cholesterolaufnahme (47). Die Rolle des Cholesterols bleibt unklar. Die Fettaufnahme sowie das Fettsäurespektrum wies in dieser Untersuchung ebenfalls nur eine nicht signifikante Beziehung zum Dickdarmkrebsrisiko auf.

5.2.4.2 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)

Gepoolte Ergebnisse aus 8 Kohortenstudien zeigten einen Risikoanstieg von 22 % je 100 g täglich verzehrter Eier (15), was ungefähr einer Menge von zwei Eiern entspricht. Das erhöhte Risiko war weder mit dem Cholesterolgehalt noch mit dem Fettsäurespektrum assoziiert.

Von den Autoren dieses Kapitels wird die Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt auf Grundlage dieser Meta-Analyse als möglich eingeschätzt.

5.2.4.3 Maligne Tumoren der Eierstöcke (Ovarialkarzinom)

In der Nurses' Health Study wurde bei einem Verzehr von mehr als 5 Eiern pro Woche ein um 62 % erhöhtes Risiko, an einem Ovarialkarzinom zu erkranken, beobachtet (48). Dies war unabhängig von der Gesamtcholesterolaufnahme.

5.2.4.4 Biologische Plausibilität für Eier

Mögliche biologische Mechanismen bleiben noch unklar, die gefundenen Assoziationen scheinen unabhängig vom Cholesterolgehalt und dem Fettsäurenmuster zu sein.

5.3 Ausgewählte Inhaltsstoffe der Nahrung und ihr Einfluss auf das Krebsrisiko

5.3.1 Fett und Fettsäuren

5.3.1.1 Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom)

Eine Auswertung von 13 Fall-Kontroll-Studien ergab keinen, von der Gesamtenergieaufnahme unabhängigen Effekt des Fettverzehrs auf das Dickdarmkrebsrisiko (49). Mit anderen Worten bedeutet dies, dass die Gesamtenergieaufnahme das Risiko für maligne Dickdarmtumoren erhöht und die Fettaufnahme dabei nur über ihren Beitrag zur Gesamtenergieaufnahme wirkt und nicht als unabhängiger Faktor. Bestätigt wird dieses Ergebnis auch durch energieadjustierte Befunde aus 5 Kohortenstudien (47, 50). Die Einschätzung des WCRF, dass die Gesamtfettaufnahme das Dickdarmkrebsrisiko erhöhen könnte (4), wird somit neuerdings nicht mehr gestützt.

Ein weiterer Aspekt im Hinblick auf das Dickdarmkrebsrisiko ist eine mögliche differenzierte Wirkung des Fettsäurenusters bzw. spezifischer Fettsäuren. In einer Übersichtsarbeit von Nkondjock et al. ist eine krebsschutzende Wirkung einer erhöhten Konzentration an kurzkettigen Fettsäuren und der n-3 Fettsäure Eicosapentaensäure beschrieben, während eine höhere Aufnahme an mittelkettigen Fettsäuren sowie Arachidonsäure mit einem erhöhten Risiko assoziiert ist (51). In einer Fall-Kontroll-Studie zeigte sich kürzlich ein signifikant um 50 % verringertes Krebsrisiko bei Frauen mit einer höheren (> 0,93 g) Butter-säureaufnahme im Vergleich zur Gruppe mit der geringsten Zufuhr (< 0,36 g) (52). Bei beiden Geschlechtern ist eine höhere Arachidonsäureaufnahme (> 0,14 g vs. < 0,06 g) mit einem um ca. 100 % höheren Risiko für maligne Dickdarmtumoren assoziiert. Ein geringfügig höherer Quotient aus n-6 zu n-3 Fettsäuren (> 1,58 vs. < 1,53) ist ebenfalls signifikant mit einem Anstieg des Krebsrisikos um 60 % verbunden. Unklar bleibt allerdings, inwieweit die beobachteten Effekte auch auf andere Faktoren, wie die Calciumaufnahme über Milchprodukte - die die Hauptlieferanten für Buttersäure darstellen - oder z.B. das Rauchen zurück geführt werden können (53).

5.3.1.2 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)

Eine gepoolte Meta-Analyse von 8 Kohortenstudien zeigte insgesamt keine Assoziation zwischen dem Brustkrebsrisiko und dem Gesamtfettverzehr sowie der Aufnahme an gesättigten, einfach ungesättigten und mehrfach ungesättigten Fettsäuren bzw. den energieadjustierten Variablen (54). Erst ein isokalorischer Austausch (entsprechend 5 % der Gesamtenergie) von Kohlenhydraten durch gesättigte Fettsäuren resultierte in einer signifikanten Risikozunahme von 9 % (54). Auch im Rahmen der EPIC-Studie wurde im englischen Teil eine Risikoerhöhung in Verbindung mit gesättigten Fettsäuren beobachtet (55). In einer Meta-Analyse von Boyd et al. zeigte sich übereinstimmend bei gemeinsamer Analyse der 14 Kohorten- und 31 Fall-Kontroll-Studien ebenfalls ein signifikant um 19 % erhöhtes Krebsrisiko durch gesättigte Fettsäuren (16). In dieser Meta-Analyse wurde außerdem auch in der Gruppe mit der höchsten im Vergleich zur geringsten Fettaufnahme ein um 13 % höheres Brustkrebsrisiko beobachtet. Bestätigt wurde dies durch die separaten Risikoschätzungen für die Kohorten- bzw. Fall-Kontroll-Studien mit 11 % sowie 13 %. Beide Schätzungen verfehlten knapp das Signifikanzniveau ($p \leq 0,05$).

Die Autoren dieses Kapitels werten die Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt von gesättigten Fettsäuren bei Brustkrebs auf Grundlage dieser Ergebnisse als möglich.

Betrachtet man die einfach ungesättigten Fettsäuren, so fanden Boyd et al. in einer Meta-Analyse von 17 Fall-Kontroll- und 8 Kohortenstudien keine signifikante Assoziation zwischen der Aufnahme dieser Fettsäuren und dem Brustkrebsrisiko (16). In einer gepoolten Meta-Analyse von Smith-Warner et al. ist eine Aufnahme von 5 % der Energie in Form von einfach ungesättigten Fettsäuren an Stelle von gesättigten oder mehrfach ungesättigten Fettsäuren, mit einem leicht, aber nicht signifikant verminderten Brustkrebsrisiko verbunden (54). Diese Beobachtung geht einher mit einem signifikant verringerten Risiko, das in einigen Mittelmeerländern bei hohem Olivenölverzehr beobachtet wurde (54), einem Öl mit einem Anteil an einfach ungesättigten Fettsäuren von 55 % bis 85 %.

Hinsichtlich der Aufnahme an n-6 Fettsäuren fanden Boyd et al. in einer meta-analytischen Auswertung von 18 Fall-Kontroll- und 7 Kohortenstudien keine Assoziation mit dem Brustkrebsrisiko (16). Dieses Ergebnis zeigte sich auch in der Singapore Chinese Health Study (56). In einer, in die Malmö Diet and Cancer Kohorte eingebetteten Fall-Kontroll-Studie zeigte sich hingegen, dass in der höchsten Quintile der Aufnahme an n-6 Fettsäuren das Brustkrebsrisiko um das Zweifache erhöht ist (57).

Obwohl sich in einigen Fall-Kontroll-Studien inverse Beziehungen zwischen einer aus dem Fischverzehr resultierenden höheren n-3 Fettsäurezufuhr und dem Brustkrebsrisiko zeigten, bestätigten sich diese Assoziationen überwiegend nicht in Kohortenstudien (58). Die Konzentration an n-3 Fettsäuren im Blut war in Kohortenstudien ebenfalls nicht mit dem Brustkrebsrisiko assoziiert (58). Allerdings wurde in Japan und Norwegen bei Kohorten mit hohem Fischverzehr bzw. hoher Variation im Fischverzehr ein bis zu 30 % verringertes Brustkrebsrisiko beobachtet (59).

Möglicherweise ist auch das Verhältnis der Aufnahme an n-3 zu n-6 Fettsäuren für das Krebsrisiko bedeutsam. In der Singapore Chinese Health Study war bei Frauen mit einer geringen Aufnahme an n-3 Fettsäuren das Brustkrebsrisiko bei gleichzeitig hoher Zufuhr an n-6 Fettsäuren im Vergleich zur Gruppe mit der geringsten n-6 Fettsäureaufnahme um 87 % erhöht (56). Dieses Ergebnis deckt sich mit Befunden aus Fall-Kontroll-Studien, wonach in erster Linie das im Fettgewebe gemessene Verhältnis von n-3 zu n-6 Fettsäuren

mit dem Brustkrebsrisiko in Beziehung steht (60). Ein hoher im Vergleich zu einem niedrigen Quotienten war mit einem um bis zu 67 % verringerten Risiko assoziiert (60).

Unabhängig von der Fettaufnahme im Erwachsenenalter scheinen auch der Gesamtfettverzehr sowie die Aufnahme an einfach ungesättigten Fettsäuren in der Kindheit und Jugend für die Entstehung von Brustkrebs relevant. Ein hoher Gesamtfettverzehr ist mit einer frühen Menarche assoziiert (61), woraus eine längere Östrogenexposition resultiert (62), ein etablierter Risikofaktor für Brustkrebs. Einfach ungesättigte Fettsäuren weisen dagegen einen menarcheverzögernden und somit möglicherweise einen das Brustkrebsrisiko senkenden Effekt auf (63).

5.3.1.3 Maligne Tumoren der Lunge

Die gepoolte meta-analytische Auswertung von 8 Kohortenstudien zeigte sowohl qualitativ als auch quantitativ keinen Zusammenhang zwischen Fettverzehr und Lungenkrebsrisiko (64).

5.3.1.4 Maligne Tumoren der Blase

Während sich in einer Meta-Analyse von 7 Fall-Kontroll-Studien eine Steigerung des Blasenkrebsrisikos bei hohem Fettverzehr um 45 % zeigte, wurde in der bislang einzigen Kohortenstudie zu dieser Thematik keine derartige Beziehung gefunden (65).

5.3.1.5 Maligne Tumoren der Prostata

In einigen Fall-Kontroll-Studien wurde zwar bei hohem Verzehr von Gesamtfett (energieadjustiert) sowie bei einem hohen Anteil an gesättigten Fettsäuren aus der Nahrung ein signifikant höheres Prostatakarzinomrisiko beobachtet; dennoch sind die Ergebnisse insgesamt sehr uneinheitlich (66). In Kohortenstudien zeigte sich allerdings tendenziell ebenfalls ein höheres Krebsrisiko bei hohem Gesamtfettverzehr sowie einer hohen Aufnahme an gesättigten Fettsäuren bzw. tierischem Fett; die Assoziationen waren hier aber nicht signifikant (66).

Der Verzehr von einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren war in beiden Studientypen überwiegend nicht signifikant mit dem Risiko für maligne Prostatatumoren assoziiert (66). Die Ergebnisse sind insgesamt auch hier sehr uneinheitlich. In einer Meta-Analyse von 4 prospektiven Kohortenstudien fand sich keine Assoziation zwischen der Aufnahme an α -Linolensäure, einem Vertreter der n-3 Fettsäuren, der überwiegend in Pflanzen und Pflanzenölen vorkommt, und dem Prostatakrebsrisiko (67). In der Health Professionals Follow-up Study ging hingegen eine Steigerung der Zufuhr von n-3 Fettsäuren um 0,5 g am Tag durch einen erhöhten Verzehr von Seefisch mit einem um 24 % verminderten Risiko für metastasierenden Prostatakrebs einher (28).

5.3.1.6 Maligne Tumoren der Eierstöcke (Ovarialkarzinom)

In einer Meta-Analyse von 2 Fall-Kontroll- und 1 Kohortenstudie war ein hoher Verzehr tierischer Fette insgesamt mit einem 70 % höheren Risiko für Ovarialtumoren assoziiert. Eine hohe Aufnahme an gesättigten Fettsäuren erhöhte das Risiko für diese

Tumorlokalisation um 20 %. Ein hoher Gesamtfettverzehr (4 Fall-Kontroll-Studien, 1 Kohortenstudie) war mit einem um 24 % erhöhten Risiko assoziiert (68). Allerdings ist anzumerken, dass sich in der einzigen Kohortenstudie, die in die Meta-Analysen einbezogen wurde, jeweils kein erhöhtes Risiko – im Gegensatz zu den überwiegend signifikanten Befunden aus den Fall-Kontroll-Studien – zeigte. Eine Auswertung der Nurses' Health Study ergab ebenfalls keine Beziehung zwischen der Menge des Fettverzehrs bzw. dem Fettsäurenmuster und dem Risiko maligner Tumore der Eierstöcke (48).

5.3.1.7 Biologische Plausibilität für Fett

Die Gesamtfettaufnahme und eine daraus resultierende hohe Energieaufnahme spielt eine Rolle bei der Entwicklung einer Adipositas (69). Ein überhöhtes Körpergewicht ist mit einer Zunahme des Krebsrisikos assoziiert (70). Für maligne Tumoren des Dickdarms konnte jedoch gezeigt werden, dass das mit einer hyperenergetischen Ernährung verbundene erhöhte Krebsrisiko aus der absoluten Energiemenge, unabhängig von der Art der Energielieferanten, resultiert (49, 50).

Neben der Gesamtfettaufnahme ist möglicherweise auch das Fettsäurenmuster für das Krebsrisiko von Bedeutung. In Tierexperimenten und *in vitro* zeigte sich, dass n-6 Fettsäuren die Entstehung von Brustkrebs fördern (71), n-3 Fettsäuren hingegen das Tumorwachstum und die Metastasierung hemmen (31, 71, 72). Bei Mäusen, die ein isokalorisches Futter mit einem Gesamt-Fettanteil von 23 % erhielten, war in der Gruppe der Tiere, die einen hohen Anteil an Linolsäure bekamen, im Vergleich zur Gruppe mit einem linolsäurearmen Futter (12% vs. 2%) ein beschleunigtes Wachstum einer implantierten menschlichen Tumorzelllinie zu beobachten (73). Allerdings zeigte sich in einer Meta-Analyse von Zock und Katan sowohl in den Fall-Kontroll- als auch in den Kohortenstudien kein erhöhtes Brustkrebsrisiko bei einer hohen im Vergleich zu einer geringen Linolsäureaufnahme (74). Die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus den Tierversuchen auf den Menschen bleibt deshalb fraglich.

Neben der absoluten Aufnahme könnte auch der Quotient aus der Aufnahme an n-3 zu n-6 Fettsäuren für das Krebsrisiko von Bedeutung sein. In einer Fall-Kontroll-Studie wurde bei Frauen als Biomarker für die Aufnahme über die Nahrung die Konzentration an n-3 und n-6 Fettsäuren im Fettgewebe gemessen. Frauen mit einem hohen Quotienten an n-3 zu n-6 Fettsäuren hatten im Vergleich zu Frauen mit einem niedrigen Quotienten ein um fast 70 % geringeres Brustkrebsrisiko (60). n-6 und n-3 Fettsäuren konkurrieren bezüglich ihrer enzymatischen Umsetzung durch die Cyclooxygenase. Während n-6 Fettsäuren Vorläufer der proliferationsfördernden Prostaglandine der 2er Reihe sind, hemmen n-3 Fettsäuren deren Synthese und werden selbst in die antiproliferativen Prostaglandine der 3er Reihe umgesetzt. Während Prostaglandine der 2er Reihe über eine Aktivierung des P450 Aromatase-Komplexes zu einer erhöhten Östrogenproduktion führen, könnte eine Verschiebung zu Gunsten der Prostaglandine der 3er Reihe, die diesen Enzymkomplex nicht aktivieren, eine reduzierte Östrogenbildung bewirken (31,75). Über diesen Mechanismus könnte der Krebsentstehung in Geweben mit Östrogen-Rezeptoren, wie Brust und Prostata, entgegen gewirkt werden. Unabhängig davon minimieren n-3 Fettsäuren die Expression der Cyclooxygenase-2, einer Isoform der Cyclooxygenase, die in vielen maligne entarteten Geweben nachzuweisen ist, und vermindern dadurch das Wachstum metastasierender Tumoren (31, 72).

5.3.2 Kohlenhydrate und andere Kohlenstoffverbindungen

5.3.2.1 Ballaststoffe

5.3.2.1.1 Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom)

In den großen amerikanischen Kohortenstudien, der Nurses' Health Study (76), der Health Professionals Follow-up Study (77) und der Follow-up Kohorte des Breast Cancer Detection Demonstration Projects (78) sowie in der finnischen Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study (79) zeigten sich keine Assoziationen zwischen der Ballaststoffaufnahme und dem kolorektalen Krebsrisiko. Im Rahmen der EPIC-Studie wurde in der Gruppe mit der höchsten Ballaststoffaufnahme (34 g/Tag) im Vergleich zur Gruppe mit der geringsten Aufnahme (12 g/Tag) hingegen ein signifikant um 40 % verringertes Risiko für maligne Dickdarmtumoren beobachtet (80).

Einen Erklärungsansatz für die Diskrepanz der amerikanischen und europäischen Ergebnisse könnten die großen Unterschiede hinsichtlich Höhe und Verteilung der Ballaststoffaufnahme in den verschiedenen Kohorten darstellen (80, 81). Die in Quintilen eingeteilte Ballaststoffaufnahme variierte in der EPIC-Studie zwischen 12,7 g/Tag in der 1. Quintile und 34 g in der 5. Quintile. Im Breast Cancer Detection Demonstration Project betrug die Ballaststoffaufnahme in der höchsten Quintile nur 16,7 g täglich (78). Die Nurses' Health Study und die Health Professionals Follow-up Study publizierten energieadjustierte Ballaststoffwerte (76), die nicht direkt mit absoluten Werten vergleichbar sind. Besonders niedrig war in den amerikanischen Kohorten darüber hinaus die Aufnahme von Ballaststoffen aus Cerealien; zwar wurden in der EPIC-Studie hinsichtlich der verschiedenen Ballaststoffe aus den Lebensmittelgruppen Cerealien, Gemüse, Obst und Hülsenfrüchte keine signifikanten Unterschiede in der Risikoreduktion zwischen den Gruppen beobachtet, den stärksten Effekt wiesen dennoch Ballaststoffe aus Cerealien auf (80).

Eine gepoolte Meta-Analyse von 5 Fall-Kontroll-Studien zeigte für erstmalig aufgetretene kolorektale Adenome im nicht fortgeschrittenen Stadium ebenfalls protektive Effekte einer hohen Ballaststoffaufnahme mit einer Risikosenkung um 40 % für das Auftreten dieser Adenome (82). Im Rahmen des Prostate, Lung, Colorectal, and Ovarien (PLCO) Screening Trial wurde bei Personen, die über 30,6 g Ballaststoffe pro Tag verzehrten, eine um 27 % geringere Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein eines kolorektalen Adenoms beobachtet (83). Adenome führen zwar nicht zwangsläufig zu einem Krebsgeschehen, dennoch entwickeln sich bei bis zu 10 % der Betroffenen Karzinome. Eine ältere Auswertung von 13 Fall-Kontroll-Studien ergab einen risikosenkenden Effekt von Ballaststoffen für die Entstehung von Dickdarmkrebs von 20 % bis 45 % (84).

Betrachtet man hingegen Ergebnisse aus Interventionsstudien, so wurden weder im Wheat Bran Fiber Trial bei einer Supplementierung unterschiedlicher Mengen Weizenkleie (85) noch im Polyp Prevention Trial bei einer Steigerung der täglichen Ballaststoffaufnahme um 75 % sowie einer Reduzierung der Fettaufnahme und einer Steigerung des Obst- und Gemüseverzehr (86) Effekte auf die Rezidive von Adenomen beobachtet. Eine Supplementierung mit Ballaststoffen aus Flohsamenschalen ist in einer weiteren Interventionsstudie sogar mit einem Anstieg des Polypen-Rezidivrisikos assoziiert (87), wobei hier offen ist, inwieweit auch andere Bestandteile dieses Supplements für den Effekt verantwortlich sein könnten.

Insgesamt bewerten die Autoren des Kapitels die Evidenz vor allem auf Grund der neuen Befunde der EPIC-Studie als möglich für einen risikosenkenden Effekt von Ballaststoffen für Dickdarmkrebs.

5.3.2.1.2 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)

In der prospektiven Canadian National Breast Screening Study mit ca. 90 000 Frauen konnte kein Zusammenhang zwischen der Ballaststoffaufnahme und dem Brustkrebsrisiko nachgewiesen werden (88). In dieser Untersuchung wurden sowohl die Gesamtballaststoffaufnahme als auch einzelne Ballaststofffraktionen bzw. -gruppen (lösliche vs. unlösliche Ballaststoffe, Ballaststoffe aus Cerealien, Obst und Gemüse, Cellulose, Lignin) betrachtet. Gegenteilige Befunde aus Fall-Kontroll-Studien (89) können auch auf den Obst- und Gemüseverzehr insgesamt zurückgeführt werden (90). Andere Übersichtsarbeiten epidemiologischer Studien beschreiben inkonsistente Ergebnisse (91, 92).

Im Zusammenhang mit Brustkrebs könnte jedoch von Bedeutung sein, dass eine höhere Ballaststoffaufnahme die Menarche verzögern kann. Koo et al. beschreiben in den Ergebnissen ihrer Kohortenstudie eine inverse Assoziation zwischen der Höhe der Ballaststoffzufuhr und dem Risiko einer frühen Menarche (63).

5.3.2.1.3 Biologische Plausibilität für Ballaststoffe

Im Hinblick auf Tumoren des Kolons könnte ein protektiver Effekt von Ballaststoffen aus einer Erhöhung des Stuhlvolumens, einer Verkürzung der Darmpassagezeit, aus Verdünnungseffekten hinsichtlich potenzieller Noxen und aus einer Erhöhung der bakteriellen Fermentation resultieren. Eine gesteigerte Fermentation erhöht die Konzentration kurzkettiger Fettsäuren. Eine Schlüsselstellung nimmt hier die Buttersäure (Butyrat) ein, die die Zellproliferation hemmt, den programmierten Zelltod (Apoptose) induziert und so die Kolonepithelzellen vor Entartung schützt (80). Ferner wird durch eine erhöhte Konzentration an Buttersäure und Propionsäure der pH-Wert gesenkt und die Umsetzung von primären in sekundäre Gallensäuren reduziert (80). Im Tierversuch konnten für Lipidfraktionen der Weizenkleie stark kolontumorinhibitorische Eigenschaften nachgewiesen werden (93).

Im Zusammenhang mit Brustkrebs wird eine östrogensenkende Wirkung von Ballaststoffen sowohl durch Inhibierung der intestinalen Östrogenreabsorption als auch durch Verminderung der endogenen Synthese diskutiert (88). Die Relevanz dieser biologischen Mechanismen für die Prävention einer Tumorenstehung beim Menschen bleibt jedoch bislang offen.

5.3.2.2 Glykämischer Index (GI)

5.3.2.2.1 Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom)

In 2 Fall-Kontroll-Studien mit je ca. 2 000 Personen zeigten sich Anstiege des Dickdarmkrebsrisikos um 70 % bis 100 % bei häufigem Verzehr von Lebensmitteln mit hohem glykämischen Index (GI) bzw. Saccharose im Vergleich zum seltenen Verzehr dieser

Lebensmittel (94). Fünf von 7 epidemiologischen Studien (4 Fall-Kontroll- und 1 Kohortenstudie) beschreiben einen Anstieg des Krebsrisikos bei Personen mit hoher Saccharoseaufnahme (jeweils höchste Quartile oder Quintile) um 40 % bis 180 % (94). In einer Analyse der Women's Health Study zeigte sich ein signifikant um 185 % erhöhtes Dickdarmkrebsrisiko bei Frauen, die einer Ernährungsweise mit hoher glykämischer Last⁹ folgten, im Vergleich zu denen, deren Kost durch eine niedrige glykämische Last gekennzeichnet war (95). Außerdem wurde in dieser Studie ein signifikanter Anstieg des Krebsrisikos um 160 % bei einer hohen vs. einer geringen Aufnahme an nicht ballaststoffhaltigen Kohlenhydraten beobachtet. In einer norwegischen Kohortenstudie zeigte sich bei Frauen mit den höchsten Blutglucosekonzentrationen ebenfalls ein Anstieg des kolorektalen Krebsrisikos um 100 % (96). Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen konnte in einer kanadischen Kohorte bei Frauen kein Zusammenhang zwischen der glykämischen Last der Kost bzw. der Zuckeraufnahme und dem Dickdarmkrebsrisiko hergestellt werden (97).

Die bisherigen Erkenntnisse liefern insgesamt betrachtet Hinweise, dass das Risiko für Dickdarmkrebs mit zunehmendem Anteil stark raffinierter (ausgemahlener) Lebensmittel in der täglichen Lebensmittelauswahl ansteigt (94). Anzumerken ist, dass Saccharose einen vergleichsweise moderaten GI aufweist, wohingegen hoch verarbeitete Getreideprodukte, wie Weißmehl oder polierter Reis, deutlich höhere Werte zeigen. Bei der Bewertung der Ergebnisse ist kritisch anzumerken, dass sich der GI bei einer Kombination von Lebensmitteln in einer Mahlzeit im Vergleich zum GI eines einzelnen Lebensmittels stark verändern kann (98).

5.3.2.2.2 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)

Ergebnisse aus Fall-Kontroll-Studien weisen zwar auf eine positive Assoziation zwischen dem Verzehr von Lebensmitteln mit hohem GI und dem Brustkrebsrisiko mit einem Anstieg des Risikos um bis zu 100 % hin (94), dennoch sind die Befunde nicht eindeutig und stehen im Widerspruch zu Ergebnissen aus Kohortenstudien (99, 100, 101). Weder in der Nurses' Health Study (102) bzw. in der Nurses' Health Study II (101) noch in der Cancer Prevention Study II Nutrition Cohort (99) noch in der Women's Health Study (100) zeigte sich insgesamt ein Zusammenhang zwischen dem GI oder der glykämischen Last der Kost und dem Brustkrebsrisiko. Nur bei prämenopausalen Frauen mit geringer körperlicher Aktivität, die einer Kost mit hohem GI folgten, wurde ein um 56 % erhöhtes Krebsrisiko beobachtet (100).

Betrachtet man die Nüchtern-Blutglucosekonzentration, so zeigte sich in einer italienischen Kohorte bei prämenopausalen Frauen mit erhöhten Nüchternwerten ein um 180 % höheres Brustkrebsrisiko sowie postmenopausal eine risikomodifizierende Wirkung durch den BMI¹⁰ mit einem höheren Risiko bei einem BMI ≥ 26 vs. BMI < 26 (103). Auch in der Atherosclerosis Risk in Communities Study weisen Frauen mit Nüchternwerten > 100 mg/dl vs. < 100 mg/dl ein 23 % höheres Erkrankungsrisiko auf (104). Das Fehlen eines Zusammenhangs zwischen Nüchtern-Blutglucosekonzentrationen und Brustkrebsrisiko in der Malmö Diet and Cancer Study (105) könnte hingegen aus einer unzureichenden Klassifizierung des Menopausenstatus resultieren (103).

⁹ Glykämische Last (engl.: glycemic load): Produkt des GI und der verwertbaren Kohlenhydrate (in Gramm) pro Portion eines Lebensmittels, dividiert durch 100.

¹⁰ BMI: Body Mass Index: Körpergewicht [kg] / Quadrat der Körperlänge [m²]

5.3.2.2.3 Biologische Plausibilität für den Glykämischen Index (GI)

Das Konzept des GI tangiert auch die mit den Ballaststoffen verbundenen Hypothesen einer Risikosenkung. Ballaststoffe verzögern die Nährstoffabsorption, insbesondere die der Kohlenhydrate (106). Ein hoher GI der Nahrung führt postprandial zu einem hohen Glucoseanstieg im Blut. Es wird vermutet, dass dieser Anstieg langfristig zu einer gestörten Glucosetoleranz, zu Hyperinsulinämie bzw. zu Insulinresistenz führt (106). Letztere nimmt Einfluss auf die Aktivität von insulinabhängigen Wachstumsfaktoren (IGF). *In vitro*-Untersuchungen zeigen, dass IGF-1 die Mitogenese nach Aktivierung spezifischer IGF-1-Rezeptoren, die sowohl von gesundem kolorektalem Epithel als auch von Krebszellen exprimiert werden, stimuliert sowie durch Produktion endothelialer Wachstumsfaktoren die Krebsentstehung fördert (107). In der New York University Women's Health Study (108) und der Nurses' Health Study (107) wurden Assoziationen zwischen einer erhöhten IGF-1-Konzentration und einem erhöhten kolorektalen Krebsrisiko beobachtet, in der Prospective Study of Hormones, Diet and Breast Cancer Risk zeigten sich entsprechende Zusammenhänge mit dem Brustkrebsrisiko (103).

5.3.3 Alkohol

Eine für Tabakkonsum adjustierte Meta-Analyse von 6 Kohortenstudien und 2 Fall-Kontroll-Studien deutet darauf hin, dass ein täglicher Alkoholkonsum von 50 g signifikant mit einem erhöhten Gesamtkrebsrisiko assoziiert ist (109). Es wurde kein Zusammenhang zwischen Alkohol und malignen Pankreas-, Endometrium- und Blasentumoren gefunden. Maligne Lungen- und Prostata Tumoren stehen nur geringfügig mit der Alkoholaufnahme in Beziehung (109). Anzumerken ist, dass Alkohol- und Tabakkonsum sich im Hinblick auf das Krebsrisiko multiplikativ verstärken (109, 110).

5.3.3.1 Maligne Tumoren der Verdauungsorgane

Eine den Tabakkonsum berücksichtigende Meta-Analyse ergab für Tumoren der oberen Verdauungsorgane (Mund und Rachen, Kehlkopf, Speiseröhre) eine signifikante Zunahme des Krebsrisikos mit steigendem Alkoholkonsum. Schon bei einer täglichen Aufnahme von 25 g Alkohol steigt das Risiko für diese Tumorlokalisationen um 35 % bis 73 % und erhöht sich um 220 % bis 470 % bei einer Aufnahme von 100 g Alkohol pro Tag (109). Da jedoch in der Meta-Analyse für diese Tumorlokalisationen die Zahl der Fall-Kontroll-Studien deutlich überwiegt, ist eine Überschätzung des Effekts möglich, ein häufiges Problem bei diesem Studientyp. In der EPIC-Studie zeigte sich für das Krebsrisiko der oberen Verdauungsorgane in der Gruppe mit einer Aufnahme zwischen 30 g bis 60 g Alkohol pro Tag gegenüber einer Abstinenz ein Anstieg von > 200 %, Personen, die > 60 g Alkohol täglich zu sich nahmen, hatten sogar ein > 800 % höheres Risiko (111).

Das Risiko für Magen-, Dickdarm- und Mastdarmkrebs steigt im Vergleich zu den oberen Verdauungsorganen in Abhängigkeit vom Alkoholkonsum nur gering. Bei einer täglichen Aufnahme von 100 g steigt das Risiko um 32 %, bei einem Konsum von 25 g Alkohol ist das Risiko um 7 % bis 14 % erhöht (109). In einer im Jahr 2004 publizierten, gepoolten Meta-Analyse von 8 Kohortenstudien ist das Risiko für Dickdarmkrebs bei einem Konsum von mehr als 45 g Alkohol täglich gegenüber einem Verzicht um 41 % erhöht, tägliche Alkoholmengen von 30 g bis 45 g sind nicht signifikant mit einem um 16 % erhöhten Risiko assoziiert (112).

Die Autoren des Kapitels werten die Evidenz als überzeugend für einen risikoe erhöhenden Effekt durch Alkohol bei malignen Tumoren der oberen Verdauungsorgane und als wahrscheinlich für maligne Tumoren des Dickdarms. Aus den bisherigen Daten lässt sich kein Schwellenwert für die Entstehung maligner Tumoren des Verdauungstrakts durch Alkoholkonsum ableiten.

5.3.3.2 Maligne Tumoren der Leber

Bei einem Alkoholkonsum von 25 g täglich steigt das Krebsrisiko bei Männern um 28 %, bei 50 g um 51 % und bei 100 g um 62 % an (109). Während sich das Risiko bei Männern um maximal 62 % erhöht, zeigt sich bei Frauen schon bei einer Aufnahme von 25 g Alkohol eine Zunahme des Risikos um 97 %, bei 50 g um 257 % und bei 100 g Alkohol täglich um > 800 %.

Die Autoren des Kapitels werten die Evidenz als überzeugend für einen risikoe erhöhenden Effekt durch Alkohol bei Leberkrebs.

5.3.3.3 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)

In einer Meta-Analyse von 49 Studien (12 Kohortenstudien und 37 Fall-Kontroll-Studien) zeigte sich bereits bei einer täglichen Alkoholaufnahme von 25 g ein signifikanter Anstieg des Risikos um 31 %, bei täglich 100 g Alkohol erhöhte es sich sogar um 170 % (109). Übereinstimmend erhöhte sich auch in der California Teachers Study Kohorte schon bei einer täglichen Aufnahme von mindestens 20 g Alkohol das Krebsrisiko um 50 % im Vergleich zu Frauen ohne Alkoholkonsum (113). Ellison et al. berechneten in ihrer Meta-Analyse mit Ergebnissen aus 42 epidemiologischen Studien einen Risikoanstieg von 10 % pro Alkoholaufnahme von 12 g am Tag (114). In einer Meta-Analyse der Collaborative Group unter Einschluss von 53 Studien ist das Risiko pro 10 g Alkohol am Tag um 7,1 % erhöht (115). Die Autoren des Kapitels werten die Evidenz als überzeugend für einen risikoe erhöhenden Effekt durch Alkohol bei Brustkrebs.

5.3.3.4 Maligne Tumoren der Lunge

In einer Meta-Analyse von 3 Kohorten- und 3 Fall-Kontroll-Studien erhöht eine Alkoholaufnahme von 100 g täglich, adjustiert für Tabakkonsum, das Lungenkrebsrisiko um 8 % (109). Eine Auswertung von 11 Kohortenstudien ergab bei einer Aufnahme von < 2000 g Alkohol im Monat keine signifikante Risikoerhöhung (110). Die Ergebnisse der Fall-Kontroll-Studien zeigten für diese Aufnahmemenge ebenfalls keinen Anstieg des Lungenkrebsrisikos. Nur bei einem Alkoholkonsum > 2000 g pro Monat war das Lungenkrebsrisiko signifikant um 53 % bzw. 86 % erhöht. Allerdings basieren diese Risikoschätzungen lediglich auf 1 Kohortenstudie und 1 Fall-Kontroll-Studie, in denen diese hohen Alkoholaufnahmemengen vorlagen (110).

5.3.3.5 Maligne Tumoren der Eierstöcke (Ovarialkarzinom)

Eine Meta-Analyse von 5 Fall-Kontroll-Studien ergab signifikante Risikoanstiege von 11 %, 23 % und 53 % bei einer täglichen Aufnahme von 25 g, 50 g bzw. 100 g Alkohol (109). Im Gegensatz dazu fanden Webb et al. in einer Meta-Analyse von 7 bevölkerungs-basierten

Studien (5 Fall-Kontroll-, 1 Kohorten- und 1 Fall-Kohorten-Studie) ein signifikant um 28 % erniedrigtes Ovarialkrebsrisiko bei den viel im Vergleich zu den nicht Alkohol trinkenden Frauen (116). Die unterschiedlichen Risikobeziehungen könnten daraus resultieren, dass in den Studien unterschiedliche Zeitpunkte der Alkoholaufnahme zu Grunde liegen. Aktuelle Angaben zu Alkoholaufnahmen beinhalten auch einen Anteil von Abstinenzlern, die in der Vergangenheit Alkohol konsumiert haben (117).

5.3.3.6 Maligne Tumoren der Prostata

In einer Meta-Analyse von 4 Kohortenstudien und 7 Fall-Kontroll-Studien war das Risiko für Prostata Tumoren bei einem Alkoholkonsum von 100 g täglich um 18 % gegenüber den „Abstinenzlern“ erhöht (109). Eine gepoolte Analyse unter Einschluss von 6 Kohortenstudien und 27 Fall-Kontroll-Studien ergab keinen Zusammenhang zwischen dem Alkoholkonsum und dem Prostatakrebsrisiko (118). Insgesamt scheint nur bei exzessiver Alkoholaufnahme eine Assoziation mit Tumoren der Prostata zu bestehen, für einen moderaten Konsum von bis zu 3 alkoholischen Getränken (45 g Alkohol) täglich besteht kein erhöhtes Risiko (119). Befunde der Health Professionals Follow-up Study deuten ebenfalls darauf hin, dass zwar ein unregelmäßiger, dafür aber hoher Konsum alkoholischer Getränke (≥ 105 g Alkohol pro Woche, an 1 bis 2 Tagen aufgenommen) mit einem erhöhten Prostatakrebsrisiko von 64 % im Vergleich zu Abstinenzlern einhergeht (120).

5.3.3.7 Biologische Plausibilität für Alkohol

Bislang ist unklar, über welche biologischen Mechanismen die Kanzerogenese durch Alkohol beeinflusst wird. Eine Hypothese basiert auf der in Tierversuchen gefundenen kanzerogenen Wirkung von Acetaldehyd, dem ersten Metaboliten im Alkoholabbau. Möglich wären außerdem Mechanismen, bei denen reaktive Sauerstoffverbindungen, die im Rahmen der Ethanoloxidation entstehen, beteiligt sind, z.B. Lipidperoxidationsprozesse. Des Weiteren sind Interaktionen zwischen dem Konsum von Alkohol und der Aktivität von Enzymen des Cytochrom-P450-Systems beschrieben. Eine ethanolabhängige Enzyminduktion kann in einer erhöhten Reaktivität kanzerogener und mutagener Stoffe resultieren, die ebenfalls über dieses Enzymsystem verstoffwechselt werden (121).

Alkohol könnte auch als ein Lösungsmittel für kanzerogene Stoffe des Tabaks wirken, sowie die Metabolisierung dieser Stoffe in den Mikrosomen der Leber beeinflussen. Es könnte außerdem zu einer erhöhten Aktivierung von prokanzerogenen Stoffen auf Grund eines veränderten zellulären Metabolismus kommen (121).

Im Zusammenhang mit Brustkrebs wird ursächlich ein Alkoholeinfluss auf den weiblichen Hormonstoffwechsel mit erhöhten Östrogenkonzentrationen als Folge vermutet (122). In einer Interventionsstudie konnte nach Konsum von bis zu 30 g Alkohol täglich über einen Zeitraum von 8 Wochen eine signifikante Zunahme weiblicher Sexualhormone im Serum beobachtet werden (123). In Zellkulturstudien zeigte sich ein direkter, die Zellproliferation erhöhender Effekt von Ethanol in östrogenrezeptorpositiven Brustkrebszelllinien (124). Hormonassoziierte Effekte könnten auch bei der Entstehung von malignen Ovarialtumoren eine Rolle spielen (109). Außerdem wird eine durch Alkohol verursachte Hyperinsulinämie diskutiert, die aus einer gestörten Leberfunktion resultiert (125). Hier scheinen im Hinblick auf Brustkrebs mitogenwirksame, insulinabhängige Wachstumsfaktoren an der Krebsentstehung beteiligt zu sein (125).

Ein sehr hoher Alkoholkonsum kann auch mit Defiziten bei der Nährstoffversorgung verbunden sein, eine daraus resultierende Immunosuppression könnte eine Tumorgenese begünstigen (121). Möglicherweise kommt dem Vitamin A auf Grund seiner Funktionen im Hinblick auf die Proliferation und Differenzierung von Zellen eine Schlüsselstellung zu (126).

Insgesamt betrachtet, sprechen experimentelle Untersuchungen zur Krebsentstehung weniger für eine initiiierende als vielmehr für eine promovierende Wirkung des Alkohols im Rahmen des Krebsgeschehens (126).

5.4 Gewicht und körperliche Aktivität und ihr Einfluss auf das Krebsrisiko

5.4.1 Gewicht

Für Dickdarmkrebs und postmenopausalen Brustkrebs sowie für Tumoren des Endometriums, der Nierenzellen und Adenokarzinome⁶ der Speiseröhre wird die Evidenz für einen risikosenkenden Effekt einer Übergewichtsvermeidung von Seiten eines IARC-Expertengremiums als überzeugend nach der in diesem Kapitel verwendeten Definition bewertet (127). Diese Schlussfolgerung ist teilweise indirekt von Studien abgeleitet worden, die das Risiko unterschiedlicher BMI-Kategorien im Erwachsenenalter untersucht haben.

Eine neue Publikation einer prospektiven Beobachtung einer Kohorte von 900 053 US-Amerikanern zeigt für stark adipöse Männer mit einem BMI > 40 ein 52 % höheres Risiko an Krebs insgesamt zu erkranken und für Frauen einen Anstieg des allgemeinen Krebsrisikos um 62 % (128).

5.4.1.1 Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom)

In Kohortenstudien zeigte sich bei Personen mit einem BMI ≥ 30 im Vergleich zu normalgewichtigen Personen mit einem BMI < 23 ein doppelt so hohes Risiko, maligne Tumoren im Kolon zu entwickeln (127). Bei Männern ist diese Assoziation stärker ausgeprägt als bei Frauen. Fall-Kontroll-Studien erbrachten mit den Kohortenstudien übereinstimmende Ergebnisse. Im Rahmen einer Meta-Analyse (107) wurde je BMI-Einheit eine Zunahme des Risikos um 3 % beobachtet. Eine präadipöse Person (BMI 25 – 29,9) hat gegenüber einem normalgewichtigen Menschen ein bis zu 15 % höheres Krebsrisiko, für Adipöse (BMI ≥ 30) ergeben sich entsprechend höhere Anstiege, je nach BMI (129). Im Gegensatz zu Tumoren des Dickdarms stehen Tumoren des Mastdarms nicht in Beziehung zum BMI bzw. Körpergewicht (127).

Neben dem Körpergewicht beeinflusst auch die Fettverteilung das Krebsrisiko. Sowohl in Kohorten- als auch in Fall-Kontroll-Studien ist das Verhältnis von Bauch- zu Hüftumfang (Waist-to-Hip-Ratio) positiv mit dem Dickdarmkrebsrisiko assoziiert (127). In der Melbourne Collaborative Cohort Study (MCCS) ergab sich pro Zunahme in der Waist-to-Hip-Ratio um 0,1 Einheiten bei Männern ein signifikanter Anstieg des Risikos um 65 % (130). Ein Schwellenwert ist allerdings nicht bekannt.

5.4.1.2 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)

Prämenopausale Frauen

Das Krebsrisiko ist bei prämenopausalen Frauen invers mit dem Körpergewicht bzw. dem BMI assoziiert (127, 129, 131). Im Rahmen des Pooling Projekts¹¹ konnte eine derartige Beziehung allerdings erst ab einem BMI > 28 beobachtet werden und erreichte ab einem BMI $\geq$ 33 mit einer Risikosenkung um 42 % Signifikanz (131). Diese Meta-Analyse ergab, dass ein Anstieg des BMI um 4 Einheiten mit einer signifikanten Abnahme des Risikos um 11 % assoziiert ist (131). Weiterhin zeigten die verfügbaren Daten bei prämenopausalen Frauen keinen protektiven Effekt einer Übergewichtsvermeidung (127).

Postmenopausale Frauen

Bei postmenopausalen Frauen ist das Krebsrisiko bei Übergewicht hingegen erhöht (127). Im Rahmen des Pooling Projekts zeigte sich eine Zunahme des Risikos um 26 % bei Frauen mit einem BMI > 28 (131). Eine weitere Risikosteigerung mit höherem BMI wurde allerdings nicht beobachtet. In der schwedischen EPIC-Kohorte fand sich ebenfalls ein Anstieg des Risikos um 35 % bei präadipösen Frauen im Vergleich zu Normalgewichtigen. Auch hier konnte in der adipösen Gruppe keine weitere signifikante Risikosteigerung beobachtet werden; es zeigte sich jedoch ein Trend in diese Richtung (132). In einer Meta-Analyse von Bergström et al. ergab sich je BMI-Einheit ein Anstieg des Risikos um 2 % (129). Der Entstehung von postmenopausalem Brustkrebs kann somit nach bisheriger Datenlage durch das Vermeiden von Übergewicht vorgebeugt werden (127). Auffälligerweise ist die Assoziation zwischen BMI und Brustkrebs bei den Frauen stärker und invers, die postmenopausal eine Hormonersatztherapie (HRT) angewandt haben im Vergleich zu Frauen ohne Hormonersatztherapie (133). Lahmann et al. konnten zeigen, dass das Brustkrebsrisiko bei Frauen ohne HRT mit einem BMI > 30 im Vergleich zu Frauen ohne HRT mit einem BMI < 25 um 31 % erhöht war (133).

Zudem bestimmt die Gewichtszunahme im Erwachsenenalter das postmenopausale Brustkrebsrisiko (127). Eine Gewichtszunahme von über 20 kg ist mit einem Anstieg des Risikos um 40 % assoziiert. Auch der Anteil der Fettmasse beeinflusst das Krebsrisiko. Lahmann et al. konnten zeigen, dass im Vergleich zu einer Fettmasse < 27 % eine Fettmasse > 36 % mit einem 100 % höheren Brustkrebsrisiko assoziiert ist (132).

5.4.1.3 Maligne Tumoren des Endometriums

Das Risiko für maligne Tumoren des Endometriums ist bei adipösen Frauen um 100 % bis 200 % erhöht (127). 22 von 25 Studien zeigen diesbezüglich einen direkten Zusammenhang. Untersuchungen zur Gewichtszunahme im Erwachsenenalter fanden je BMI-Einheit eine Zunahme des Krebsrisikos um 10 %. Präadipöse Frauen (25 $\leq$ BMI < 30) haben ein um 59 % höheres, adipöse Frauen ein um 152 % höheres Risiko für maligne Tumoren des Endometriums im Vergleich zu Normalgewichtigen (129). Die Bedeutung der Körperfettverteilung für das Risiko bei dieser Krebslokalisation ist noch nicht eindeutig geklärt (127).

¹¹ gepoolte Meta-Analyse prospektiver Kohortenstudien zu Ernährung und Krebs (es wurden in dieser Studie 6 Studien für prämenopausalen und 7 Studien für postmenopausalen Brustkrebs analysiert)

5.4.1.4 Maligne Tumoren der Nierenzellen

In der überwiegenden Zahl epidemiologischer Studien wurde konsistent und geschlechts-unabhängig mit steigendem BMI ein Anstieg des Nierenzellkarzinomrisikos beobachtet (127). Adipöse haben ein um mehr als 100 % höheres Risiko im Vergleich zu Normalgewichtigen. Diese Assoziation folgt einer Dosis-Wirkungs-Beziehung. Basierend auf einer quantitativen Auswertung von je 14 Studien (Fall-Kontroll- und Kohortenstudien) durch Bergström et al. steigert eine BMI-Einheit bei Männern und Frauen das Krebsrisiko um 7 % (134). Auch eine wiederholte Gewichtszunahme und Gewichtsabnahme ist mit einem erhöhten Krebsrisiko assoziiert (127).

5.4.1.5 Maligne Tumoren der Speiseröhre (Ösophaguskarzinom)

Sechs von 8 Fall-Kontroll-Studien und eine einzige Kohortenstudie zeigten mit steigendem BMI ein erhöhtes Tumorrisiko für Adenokarzinome der Speiseröhre (127). IARC bewertet die Evidenz für eine positive Assoziation zwischen dem BMI und dem Krebsrisiko dieser Lokalisation als ausreichend (127).

5.4.1.6 Maligne Tumoren der Bauchspeicheldrüse (Pankreaskarzinom)

In einer Meta-Analyse von 6 Fall-Kontroll- und 8 Kohortenstudien zeigte sich je BMI-Einheit ein signifikanter Anstieg des Bauchspeicheldrüsenkrebsrisikos um 2 % (135). Bei Personen mit einem BMI > 30 ist das Risiko demzufolge im Vergleich zu normalgewichtigen Personen (BMI = 22) um 19 % erhöht. Insgesamt bewerten die Autoren dieser Meta-Analyse die Assoziation zwischen einem überhöhten Körpergewicht und dem Risiko für Bauchspeicheldrüsenkrebs auf Grund des geringen Effekts jedoch als schwach (135).

5.4.2 Energierestriktion und Krebsrisiko

Tiermodelle vom Einzeller bis zum Primaten zeigen einen Einfluss von Energierestriktion auf die Krebsentstehung und die Alterung (136). Dieses krebspräventive und lebensverlängernde Phänomen basiert möglicherweise auf einer durch IGF-1 vermittelten Änderung im Energiestoffwechsel (137). Eine Verknappung der Energieaufnahme ist im Tiermodell mit einer Verzögerung einer spontanen Tumorbildung assoziiert (136).

In einer Analyse der Netherlands Cohort Study konnte kein Zusammenhang zwischen Hungerperioden in den Kriegsjahren 1944 bis 1945 und einem verringerten Krebsrisiko der Prostata gefunden werden (138), jedoch ergab sich ein Hinweis auf eine mögliche Verringerung des Kolonkrebsrisikos (139). Die Energieaufnahme in der Kindheit ist in der Boyd Orr Kohorten Study positiv mit dem Krebsrisiko assoziiert (140). Darüber hinaus wurde ein Risikoanstieg für maligne Erkrankungen der Brust (141, 142), des Kolons (143) und der Ovarien (144, 145) mit steigender Körpergröße, die als ein Indikator eines guten energetischen Versorgungszustandes in der Wachstumsphase gewertet wird, beobachtet.

Es bleibt jedoch offen, ob die tierexperimentellen Befunde auf den Menschen übertragbar sind und ob die Energierestriktion per se oder das Körpergewicht für die beobachteten Effekte verantwortlich ist (146).

5.4.3 Körperliche Aktivität

Bisher gibt es in epidemiologischen Studien kein einheitliches Verfahren zur Erfassung und Einteilung der körperlichen Aktivität. Daraus ergeben sich zum einen Fehlerquellen für Missklassifikation, zum anderen fehlen häufig eindeutige quantitative und qualitative Aussagen im Hinblick auf Art, Dauer und Intensität körperlicher Aktivität.

5.4.3.1 Maligne Tumoren des Dickdarms (Kolonkarzinom) und Mastdarms (Rektumkarzinom)

Von 46 Studien (20 Kohorten- und 26 Fall-Kontroll-Studien) zeigten 38 Studien – 32 davon signifikant – bei körperlich aktiven Menschen eine Reduktion des Dickdarmkrebsrisikos von im Mittel 40 % bis 50 % (142). Diese Risikosenkung wurde in beiden Studientypen und in verschiedenen Populationen beobachtet und folgte in 23 von 29 dafür untersuchten Studien einer Dosis-Wirkungs-Beziehung. Nach Bewertung eines IARC-Expertengremiums ist das Risiko für Kolonkarzinome durch höhere körperliche Aktivität in verschiedenen Populationen (Europa, Asien, Amerika) sowohl in Kohortenstudien als auch in Fall-Kontroll-Studien um durchschnittlich 40 % reduziert (127). Die Evidenz für einen risikosenkenden Effekt körperlicher Aktivität bei malignen Kolontumoren wurde als überzeugend nach der in diesem Kapitel verwendeten Definition eingestuft (127, 142, 147). Größere Risikoreduktionen wurden hier bei Belastungen mit 30 bis 60 min Dauer täglich und höherer Intensität beobachtet, genauere Angaben sind aus den bisherigen Ergebnissen jedoch nicht ableitbar (127). Bei Rektaltumoren besteht kein protektiver Effekt durch körperliche Aktivität.

5.4.3.2 Maligne Tumoren der Brust (Mammakarzinom)

In 21 von 36 Studien (14 Kohorten- und 22 Fall-Kontroll-Studien) wurde eine signifikante Abnahme des Brustkrebsrisikos um durchschnittlich 30 % bis 40 % bei Frauen mit vergleichsweise hoher berufsbedingter körperlicher Aktivität bzw. Freizeitaktivität beobachtet, wobei sich in 15 Studien eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zeigte (142). Auch hier wurden diese Effekte in beiden Studientypen beobachtet. Nach Einschätzung des IARC-Expertengremiums reduziert sich das Risiko für Brustkrebs durch körperliche Aktivität um 20 % bis 40 % bis hin zu 70 %; die Evidenz wird als überzeugend nach der in diesem Kapitel verwendeten Definition eingestuft (127). Täglich 30 bis 60 min moderate bis intensive körperliche Aktivität sind nach derzeitiger Datenlage notwendig für eine Risikosenkung (127).

5.4.3.3 Maligne Tumoren des Endometriums

Das Risiko für maligne Tumoren des Endometriums ist nach Beurteilung des IARC-Expertengremiums bei hohem Aktivitätslevel möglicherweise um 20 % bis 40 % (127) bzw. nach den Ergebnissen einer Übersichtsarbeit von Friedenreich um 30 % bis 40 % gesenkt (142). Die Evidenz für einen risikosenkenden Effekt wird von der IARC als möglich nach der in diesem Kapitel verwendete Definition eingestuft (127).

5.4.3.4 Maligne Tumoren der Prostata

Von 25 Studien (14 Kohorten- und 11 Fall-Kontroll-Studien) wurde in 14 Untersuchungen eine Risikoreduktion von 10 % bis 30 % beobachtet (142). In 6 Studien zeigte sich kein Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und dem Krebsrisiko und in 5 Untersuchungen wurde eine risikoerhöhende Wirkung gefunden (142). Die Evidenz wird insgesamt von dem IARC-Expertengremium als möglich nach der in diesem Kapitel verwendeten Definition für einen risikosenkenden Effekt körperlicher Aktivität bei Prostatatumoren bewertet (127).

5.4.3.5 Maligne Tumoren der Lunge

Bei Lungentumoren ist die Datenlage für einen Zusammenhang mit körperlicher Aktivität laut IARC unzureichend (127), Friedenreich gibt eine mögliche Risikoreduktion durch körperliche Aktivität in Höhe von 30 % bis 40 % an (142).

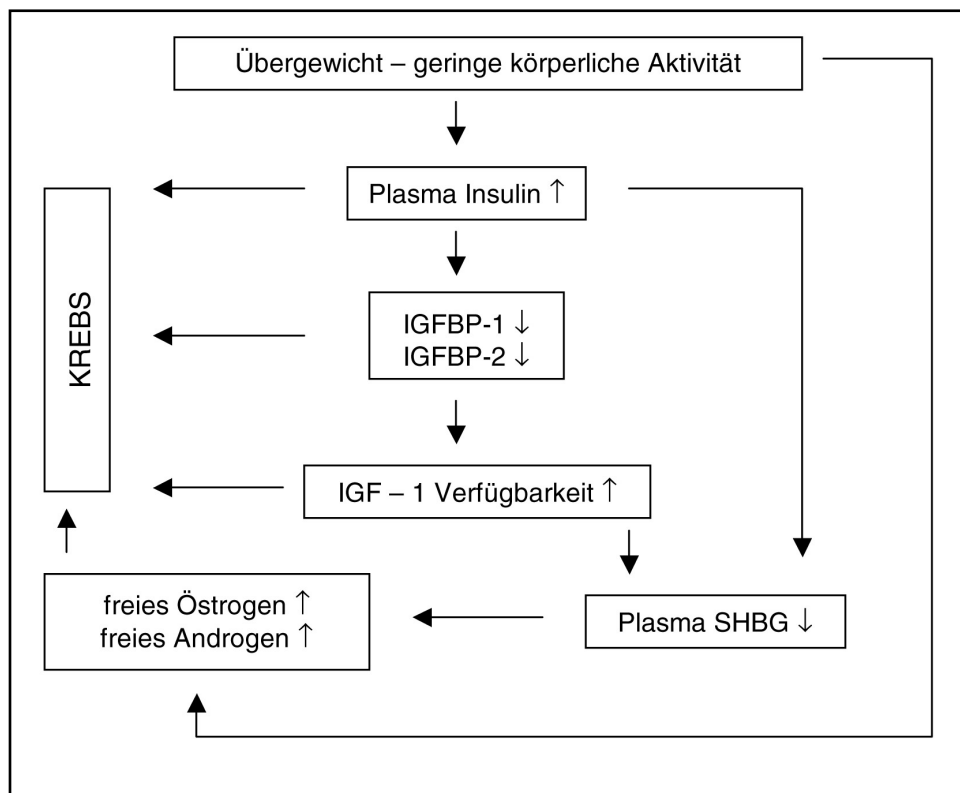
5.4.3.6 Biologische Plausibilität für Übergewicht und körperliche Aktivität

Ein biologischer Zusammenhang zwischen einem erhöhten Körpergewicht, körperlicher Inaktivität und der Entstehung von Krebs wird im Stoffwechsel von Insulin und den Sexualhormonen vermutet. Das Risiko für eine Insulinresistenz bzw. Hyperinsulinämie nimmt bei Übergewicht und körperlicher Inaktivität zu (148). In der weiteren Folge führen diese metabolischen Veränderungen durch eine Verminderung spezifischer Bindungsproteine (insulin-like growth factor binding proteins, IGFBP) zu einer Zunahme von insulinabhängigen Wachstumsfaktoren, speziell IGF-1. Parallel führt Übergewicht zu einer gesteigerten endogenen Bildung von Östrogenen aus Androgenen im Fettgewebe bei Männern und postmenopausalen Frauen; die Hormone entfalten zudem auf Grund einer verminderten Bindung durch entsprechende Proteine eine erhöhte Aktivität (70, 148). Die Verknüpfung zwischen dem Insulin- und dem Sexualhormonstoffwechsel ist dabei in der Verminderung von Sexualhormonbindungsproteinen durch eine erhöhte Konzentration von IGF zu sehen. Abbildung 5/1 veranschaulicht diese komplexen Interaktionen.

Eine hohe IGF-1-Konzentration ist mit einem gesteigerten Dickdarmkrebsrisiko (149) sowie mit einem erhöhten Risiko für maligne Tumoren der Prostata assoziiert (150). Im Zusammenhang mit Brustkrebs scheint jedoch keine Assoziation mit IGF-1 zu bestehen (148, 151). Hier kommt vielmehr Östrogen eine Schlüsselstellung zu. Eine erhöhte Konzentration an freiem Östrogen ist mit einem höheren Brustkrebsrisiko (152) sowie mit einem höheren Risiko für maligne Tumoren des Endometriums (153) assoziiert. Bei Brustkrebs wird das Risiko maßgeblich durch den Menopausalstatus modifiziert. Die biologische Ursache der inversen Beziehung zwischen BMI und Krebsrisiko, die bei prämenopausalen Frauen im Gegensatz zu postmenopausalen Frauen beobachtet wurde, wird in einer höheren Häufigkeit anovulatorischer Zyklen bei adipösen Frauen vermutet. Diese würden auf Grund verminderter Östrogenkonzentrationen entstehen. Möglicherweise spielen aber auch andere Faktoren eine Rolle. Dies ist noch nicht geklärt (131). Bei malignen adenomatösen Tumoren des Ösophagus wird ursächlich eine gesteigerte Refluxrate infolge Übergewicht diskutiert (148).

Gesteigerte körperliche Aktivität wirkt krebspräventiv über eine verbesserte Gewichtskontrolle sowie Veränderungen auf hormoneller Ebene (142). Einflüsse auf den Glucose-Insulin-Stoffwechsel (127, 142, 154) spielen hier wahrscheinlich ebenso eine Rolle wie Effekte auf

Abbildung 5/1: Biologische Mechanismen zwischen Übergewicht, geringer körperlicher Aktivität und der Entstehung von Krebs



IGF: insulin-like growth factor; IGFBP: IGF-binding protein; SHBG: sex hormone-binding globulin, nach (148)

Sexualhormone (142, 154, 155). Neben den bereits erwähnten Auswirkungen könnten auch Veränderungen in der Körperzusammensetzung sowie eine immunologische Antwort (142) für eine Risikosenkung relevant sein. Im Zusammenhang mit der Prävention von malignen Dickdarmtumoren scheinen außerdem eine verkürzte gastrointestinale Passagezeit sowie möglicherweise eine verminderte Gallensäuresekretion von Bedeutung zu sein (142).

5.5 Funktionelle Lebensmittel und Supplemente

5.5.1 Funktionelle Lebensmittel

Funktionelle Lebensmittel sind modifizierte Lebensmittel mit einem gesundheitlichen Zusatznutzen (156). Im Zusammenhang mit Krebs sind in diesem Bereich bislang vor allem Pro- und Präbiotika marktrelevant.

5.5.1.1 Probiotika

Probiotika sind definierte lebende Mikroorganismen, die in ausreichender Menge in lebender Form in den Darm gelangen und dadurch positive gesundheitliche Wirkungen erzielen. Trotz zahlreicher nachgewiesener Wirkungen, die die intestinale Mikroflora, den Stoffwechsel und die Zellbiologie des Kolons betreffen, besteht derzeit keine direkte experimentelle Evidenz für eine krebsspräventive Wirkung (44). Zwar zeigten sich bei Ratten mögliche krebsspräventive Effekte von mit Milchsäurebakterien fermentierter Milch, die den Fremdstoffmetabolismus von heterozyklischen Aminen betrafen und in einer geringeren Anzahl entarteter Krypten resultierten (157), Interventionsergebnisse aus Humanstudien bleiben aber abzuwarten (s. auch Kapitel 6).

5.5.1.2 Präbiotika

Auch für *Präbiotika*, zu denen Oligofructose und Inulin zählen, werden Kolonkrebs-präventive Effekte beim Menschen postuliert. In Tierversuchen konnten antikanzerogene Eigenschaften beobachtet werden, die sowohl auf einer stimulierenden Wirkung auf das Bakterienwachstum (158) als auch auf der zellproliferierenden und -differenzierenden Wirkung von Butyrat (159), einem Fermentationsprodukt des Bakterienstoffwechsels im Kolon, beruhen. Auch apoptotische Effekte, insbesondere durch Inulin, sind beschrieben (159). Dennoch beschränkt sich die Datenbasis zur Bewertung der Evidenz bislang auf Ergebnisse aus Tierexperimenten (159, 160); die Relevanz für den Menschen, d.h. die Überprüfung der Effekte in humanen Interventionsstudien, steht auch hier noch aus.

5.5.2 Vitamin- und Mineralstoffsupplemente

In Interventionsstudien wurde eine Verminderung der Rezidive von Darmpolypen unter täglicher zusätzlicher Gabe von 1 200 mg bis 2 000 mg Calcium über einen Zeitraum von 3 bis 4 Jahren sowie eine Senkung des Dickdarmkrebsrisikos unter Gabe von 200 µg/Tag Selen über 5 Jahre beobachtet (161). Diese Befunde deuten auf eine mögliche Rolle dieser Substanzen in der Krebsprävention hin.

Fall-Kontroll- und Kohortenstudien erbrachten bislang keine Evidenz für den krebsspräventiven Nutzen von Vitamin- und Mineralstoffpräparaten (162). Hier zeigten sich lediglich Hinweise für einen protektiven Effekt von Einzelsubstanzen (33, 162). In einer gepoolten Meta-Analyse von 10 Kohortenstudien wurde ein um 22 % geringeres Risiko für Dickdarmkrebs bei hoher versus geringer Calciumaufnahme beobachtet (33), wobei Nahrungs- und Supplementaufnahme zusammen betrachtet wurden. In der Heart Protection Study, einer großen Interventionsstudie mit ca. 20 500 Herz-Kreislauf- oder Diabetes-Patienten, die über 5 Jahre täglich ein Kombinationspräparat mit 600 mg Vitamin E, 250 mg Vitamin C und 20 mg β -Carotin oder Placebo erhielten, zeigten sich keine Effekte auf die 5-Jahres-Mortalität bzw. Inzidenz oder Mortalität von vaskulären Erkrankungen und Krebserkrankungen. Es wurde weder ein Nutzen noch ein Nachteil der Supplementierung beobachtet (163). Abzuwarten bleiben Ergebnisse der französischen SUVIMAX-Studie (SUPplementation en Vitamines et Mineraux Antioxydants), einer randomisierten, placebo-kontrollierten Interventionsstudie mit 12 749 Teilnehmern. Untersucht wird hier der Einfluss einer achtjährigen Supplementierung mit einem Vitamin- und Mineralstoffkombinationspräparat in einer der Ernährung angenäherten Dosierung (6 mg β -Carotin, 120 mg Vitamin C, 30 mg Vitamin E, 100 µg Selen, 20 mg Zink) auf das Risiko für Herz-Kreislauf- und Krebserkrankungen (164). Erste Ergebnisse zeigen

keine Effekte bei Frauen. Bei Männern, die das Supplement erhielten, wurde hingegen ein signifikant um 31 % vermindertes Krebsrisiko im Vergleich zur Placebo-Gruppe beobachtet (www.esculape.com/textes/suvimax_2003.html; <http://istna.cnam.fr/sites/suvimax/> [August 2004]) (165). Die Interpretation dieser Ergebnisse ist allerdings nicht einfach vorzunehmen, da zusätzlich zur Supplementierung auch die alimentäre Aufnahme über die Nahrung eine wichtige Risikokomponente zu sein scheint. Die β -Carotinkonzentration im Blut war mit dem Obst- und Gemüseverzehr assoziiert, woraus die Verantwortlichen der Studie ableiten, dass eine Lebensmittelwahl mit einem hohen Anteil an Antioxidantien weiterhin die auf Bevölkerungsebene wünschenswerte Maßnahme ist (www.esculape.com/textes/suvimax_2003.html; <http://istna.cnam.fr/sites/suvimax/> [August 2004]) (165).

In einer amerikanischen Kohortenstudie ist die Einnahme von Folsäuresupplementen mit einem verminderten Krebsrisiko für maligne Dickdarm- und Brusttumoren assoziiert. Hier zeigten sich inverse Beziehungen, insbesondere bei hohem Alkoholkonsum (166). Konkrete Angaben zur Verwendung von derartigen Supplementen mit Blick auf die Krebsprävention erfordern allerdings ebenfalls Interventionsstudien, die speziell Krebserkrankungen untersuchen.

Zusammenfassend sind Calcium und Selen interessante Substanzen mit potenziell krebspräventiven Eigenschaften. Aus Querschnittsstudien ist bekannt, dass Personen, die von sich aus Supplemente einnehmen, insgesamt ein gesundheitsbewussteres Verhalten inklusive einer vernünftigen Ernährung mit einer besseren Versorgung von Vitaminen und Mineralstoffen aufweisen (167,168). Ebenso sollte bei der Beurteilung von Supplementen berücksichtigt werden, dass hohe Dosierungen auch erhöhende Effekte auf das Krebsrisiko haben könnten, wie in der ATBC-Studie im Zusammenhang mit β -Carotin und Lungenkrebs bei Rauchern nachgewiesen wurde (169). Allerdings zeigte eine gepoolte Meta-Analyse von 7 Kohortenstudien, dass eine vergleichsweise hohe Aufnahme an β -Carotin über die normale Nahrung (hier im Mittel täglich bis zu 6,38 mg) im Hinblick auf das Lungenkrebsrisiko unbedenklich ist. In dieser Untersuchung wurde unabhängig vom Rauchstatus weder ein protektiver noch ein risikoerhöhender Effekt beobachtet (170).

5.6 Gen-Nährstoff-Interaktionen

Die Wirkung von Expositionsfaktoren kann durch die individuelle genetische Veranlagung modifiziert werden. Damit besitzen verschiedene Individuen trotz gleicher Exposition unterschiedliche Risiken für die Entwicklung von Krebs- und anderen Erkrankungen. Einige Experten gehen davon aus, dass sich daraus individuelle Präventionskonzepte entwickeln ließen. Genetische Varianten, die bei einer Häufigkeit von > 1 % in der Bevölkerung als Polymorphismen bezeichnet werden, können mit einer unterschiedlichen Funktionalität von Enzymen assoziiert sein. Eine mögliche Folge ist die zwischen Merkmalsträgern und Nicht-Trägern differierende Verstoffwechselung bzw. Entgiftung kanzerogener Substanzen. Dies wird als Gen-Nährstoff-Interaktion bezeichnet. Beispielhaft anzuführen sind hier fremdstoffmetabolisierende Enzyme, alkoholentgiftende Systeme sowie Enzyme des Folat-Methionin-Stoffwechsels (171).

Am Beispiel des Methylen-Tetrahydrofolat-Reduktase-Polymorphismus (MTHFR) wird deutlich, dass Interaktionen zwischen verschiedenen Nahrungsfaktoren vor dem Hintergrund eines polymorphen Gens das Krebsrisiko in unterschiedlicher Weise beeinflussen können. Je nach Art des vorliegenden Polymorphismus kann das Risiko, kolorektale,

maligne Tumoren zu entwickeln, durch die Höhe des Folat-Status (172), des Folat- und Methionin-Status (173) und die Höhe der Alkoholaufnahme (173) unterschiedlich modifiziert werden. Ein hoher Alkoholkonsum bei gleichzeitig geringer Folataufnahme scheint genotypabhängig neben dem kolorektalen Krebsrisiko auch das Risiko für maligne Tumoren der Niere, Blase und Prostata zu erhöhen (174).

5.7 Ernährungsmuster

Der Einfluss der Ernährung auf das Risiko, eine Krebserkrankung zu entwickeln, gestaltet sich auf Grund vieler Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Lebensmittelkomponenten als sehr komplex; kausale Beziehungen, die dies berücksichtigen, sind dementsprechend schwer ableitbar (175). Ein Ansatz, solche Beziehungen für eine Risikoanalyse aufzubereiten, ist die Bildung bzw. Betrachtung von Ernährungsmustern, z.B. auf Grund der Lebensmittelaufnahme (176). Bei dieser Vorgehensweise werden durch multivariate statistische Analysen Ernährungsmuster einer Studienpopulation identifiziert und mit den zu untersuchenden Zielerkrankungen assoziiert (177). Häufig werden hierbei ein „prudent diet“- und ein „western diet“-Muster ermittelt. Das „prudent diet“-Muster ist charakterisiert durch einen hohen Verzehr von Obst und Gemüse, Vollkornprodukten, Fisch und weißem Fleisch (Geflügel), das „western diet“-Muster durch einen höheren Verzehr von rohen und verarbeiteten Fleischwaren aus rotem Fleisch (z.B. Rind, Schwein), Pommes frites, Süßigkeiten, Desserts und ausgemahlenen Getreideprodukten. Das „prudent diet“-Muster ist mit einer Risikoverringerung für koronare Herzerkrankungen (178, 179) und Diabetes mellitus (180) verbunden, das „western diet“-Muster ist in denselben Kohorten mit einer Risikoerhöhung für diese Erkrankungen assoziiert. In einer dänischen Kohorte stand das ermittelte „prudent diet“-Muster sowohl mit einer reduzierten Gesamtmortalität, als auch einem reduzierten Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen in Beziehung (181).

Der Zusammenhang zwischen Ernährungsmustern und Krebserkrankungen ist wenig konsistent. In der Swedish Mammography Screening Cohort waren weder das „western diet“- noch das „healthy diet“-Ernährungsmuster mit einer Risikoveränderung für Brustkrebs verbunden. In einer italienischen Kohorte (ORDET Studie) zeigte sich bei Frauen mit einem durch einen hohen Verzehr von rohem Gemüse und Olivenöl gekennzeichneten Ernährungsmuster („salad vegetables“-Muster) ein signifikant um 34 % geringeres Brustkrebsrisiko (182). Eine moderate Risikoerhöhung fand sich für eine Ernährungsweise, die durch hohen Alkoholkonsum gekennzeichnet war (183). Für kolorektalen Krebs wurde in der Swedish Mammography Screening Cohort ein inverser, aber nicht signifikanter Zusammenhang für das dort gefundene „healthy diet“-Muster beobachtet (184, 185). In einer Analyse der Nurses' Health Study war das „western diet“-Muster signifikant positiv mit Kolonkrebs assoziiert, das „prudent diet“-Muster zeigte eine inverse, jedoch nicht signifikante Beziehung (179). In einer weiteren bevölkerungsbezogenen Studie bestand eine signifikante Assoziation für Dickdarmkrebs mit der größten Risikoerhöhung für die Gruppe, die eine „western diet“ verfolgte (186). Weitere Krebserkrankungen wurden aktuell auf Basis von Fall-Kontroll-Studiendaten nach Ernährungsmustern ausgewertet (187, 188).

Entscheidend für die Interpretation der Befunde mit den ermittelten Ernährungsmustern ist, dass diese auf Grund der Methodik aus der jeweiligen Studienbevölkerung abgeleitet und nur für diese gültig sind. Schulze et al. wiesen kürzlich auf die Notwendigkeit hin, zum universellen Gebrauch von aus solchen Datenanalysen abgeleiteten Ernährungsmustern auf

eine studienspezifische Gewichtung zu verzichten und aus den Lebensmitteln einen Index zu entwickeln (189). Dieser kann in verschiedenen Studien eingesetzt und in der Risiko- beziehung direkt verglichen werden.

Ein anderer Zugang der Nutzung komplex zusammengesetzter Ernährungsmustervariablen ist der a priori Ansatz. Bei diesem Ansatz werden die Ernährungsmuster nach Hypothesen gebildet, die sich an Risikofaktoren für die Zielerkrankung orientieren (190) und in verschiedenen Studienpopulationen Anwendung finden können (191). In einer prospektiven Studie mit einem 20-jährigen Follow-up war in Finnland, den Niederlanden und Italien eine geringere Mortalität bei Männern mit einem Ernährungsmuster assoziiert, das auf den WHO-Richtlinien zur gesunderhaltenden Ernährung basierte¹² (192). Vergleichbare Ergebnisse erbrachte eine schwedische Studie, in der Frauen eine um 42 % geringere Gesamtmortalität hatten, die regelmäßig mehr als günstig eingestufte Lebensmittel (Obst, Gemüse, Vollkornbrot und -getreide, Fisch, fettarme Milchprodukte) zu sich nahmen (193). Frauen, die angaben, sehr unregelmäßig und wenig günstige Lebensmittel zu verzehren und stattdessen mehr als ungünstig kategorisierte Lebensmittel (rotes Fleisch, raffinierte Kohlenhydrate und Zucker, Lebensmittel mit hohem Gehalt an gesättigten Fettsäuren bzw. trans-Fettsäuren) zu essen, hatten ein ca. 50 % höheres Risiko, an Krebs zu sterben (193).

Der Einsatz des „Healthy Eating Index“¹³ (HEI) und der somit indirekt hinter diesem Score stehenden Ernährungsempfehlungen der US-Amerikanischen Lebensmittelpyramide und den „Dietary Guidelines for Americans“¹⁴ (194) ergab, dass bei Teilnehmerinnen der Nurses' Health Study mit einem hohen HEI keine Verringerung des Risikos für Krebserkrankungen verbunden war (195). In der Health Professionals Follow-up Study fand sich eine Verringerung des Risikos für koronare Herzerkrankungen, jedoch nicht für das Krebsrisiko mit steigendem HEI (195). Der modifizierte „Alternate Healthy Eating Index“¹⁵ hat sich in einer Überprüfung in den bereits erwähnten amerikanischen Kohortenstudien als präventiv für chronische Erkrankungen erwiesen (144).

Eine ähnliche Maßzahl wie der HEI, die sich an den Empfehlungen des United States Departement of Agriculture (USDA) orientiert, ist der „Recommended Foods Score“ (RFS)¹⁶. Im Breast Cancer Detection Demonstration Project war dieser Score mit einer verringerten Gesamtmortalität bei Frauen assoziiert. Die Gesamtkrebsmortalität war bei Vergleich der 1. und 4. RFS-Quartile um 40 % reduziert (196). In den bereits oben beschriebenen US-amerikanischen Kohorten war der RFS nur bei Männern mit einer Verringerung des Risikos für koronare Herzkrankheiten assoziiert, jedoch nicht mit dem Krebsrisiko (144). In der Iowa Women's Health Study konnte gezeigt werden, dass Frauen mit einem Ernährungsmuster, das sich stärker an den Ernährungsempfehlungen des USDA orientierte, ein um 15 % verringertes Risiko für Krebserkrankungen hatten (197).

¹² www.who.int/hpr/NPH/docs/who_fao_expert_report.pdf [August 2004] (WHO: Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Report of a WHO Study Group. Geneva: WHO 1990 (WHO Technical Report Series No. 797); mittlerweile 2003 aktualisiert [No. 916]); nähere Erläuterung s. Anhang S. 283

¹³ Der HEI bietet einen Ansatz, die Gesamtqualität der Ernährung zu bewerten, weitere Informationen unter: www.nal.usda.gov/fnic/HEI/execsum.html [August 2004]; nähere Erläuterung s. Anhang S. 283f

¹⁴ Übersicht unter: www.nal.usda.gov/fnic/dga/dga95/cover.html [August 2004]; nähere Erläuterung s. Anhang S. 285

¹⁵ Informationen zur in Harvard entwickelten „Healthy Eating Pyramid“ und dem darauf aufbauenden „Alternate Healthy Eating Index“ unter: www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/pyramids.html [August 2004] bzw. s. Anhang S. 285

¹⁶ RFS Beschreibung s. Anhang S. 286

5.8 Zusammenfassende Bewertung und Abschätzung des Präventionspotenzials

Der Lebensmittelverzehr und die Aufnahme von Nahrungsinhaltsstoffen spielen bei der Prävention von Krebs weiterhin eine bedeutende Rolle; dennoch scheint die Größenordnung des Präventionspotenzials aus heutiger Sicht geringer zu sein als noch 1997 durch den WCRF bewertet. Diese Entwicklung resultiert insbesondere aus den neu gewonnenen Ergebnissen großer Kohortenstudien, die die Befunde aus Fall-Kontroll-Studien oftmals nicht bestätigen oder nur in einer geringeren Größenordnung nachweisen konnten.

Bei der Betrachtung von Lebensmittelgruppen gehören der Obst- und Gemüseverzehr zu den Faktoren, für die das krebspräventive Potenzial durch eine große Anzahl von Studien untersucht ist. Die Evidenz für einzelne Krebslokalisationen und getrennt für Gemüse und Obst reicht nach Einschätzung eines Expertengremiums der IARC von wahrscheinlich bis möglich für einen risikosenkenden Effekt bei malignen Tumoren der Atmungs- und Verdauungsorgane sowie der Niere und Blase und der Ovarien (s. Tab. 5/1).

Für den Verzehr von verarbeiteten Fleischwaren besteht eine positive Assoziation zum kolorektalen Krebsrisiko. Die Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt wird von Seiten der Autoren dieses Kapitels basierend auf Befunden aus Meta-Analysen als wahrscheinlich bewertet. Für den Verzehr von rotem Fleisch wird die Evidenz wegen der Unsicherheit in der Abgrenzung von verarbeiteten Fleischwaren als möglich eingestuft. Möglich ist auch eine Risikoerhöhung durch Fleisch bei Brustkrebs. Fisch dagegen kann möglicherweise das Risiko für Dickdarmkrebs senken.

Weiterhin besteht nach Einschätzung der Autoren auf Grund von Ergebnissen aus Meta-Analysen Evidenz für einen möglichen risikosenkenden Effekt von Milch und Milchprodukten auf das kolorektale Krebsrisiko bzw. für eine mögliche Erhöhung des Risikos für Prostatakarzinome. Eier erhöhen möglicherweise das Brustkrebsrisiko.

Basierend auf den Ergebnissen einer Meta-Analyse und der EPIC-Studie werten die Autoren dieses Kapitels die Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt von gesättigten Fettsäuren im Hinblick auf das Brustkrebsrisiko als möglich. Ansonsten ist die Datenlage bei Fett sowohl quantitativ als auch qualitativ uneinheitlich. Allerdings ist die Gesamtfettaufnahme für die Entstehung der Adipositas von Bedeutung, die ihrerseits mit einem erhöhten Krebsrisiko für eine Vielzahl von Tumoren assoziiert ist.

Neue Ergebnisse der EPIC-Studie zeigen außerdem einen präventiven Effekt von Ballaststoffen bei Dickdarmkrebs und bilden die Grundlage für die durch die Autoren des Kapitels als möglich bewertete Evidenz für diese Assoziation.

Mit Blick auf die Alkoholaufnahme existiert eine Vielzahl von Studien, die ein erhöhtes Risiko für verschiedene Tumorlokalisationen belegen. Überzeugende Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt besteht nach Einschätzung der Autoren nach Bewertung der Ergebnisse aus Kohortenstudien bei malignen Tumoren der oberen Verdauungsorgane sowie der Leber und der Brust. Eine wahrscheinliche Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt besteht für den Zusammenhang von Alkoholkonsum und malignen Tumoren des Darm-Trakts.

Die Höhe des Körpergewichts sowie der Grad der körperlichen Aktivität stellen einen wichtigen Einflussfaktor für das Krebsrisiko dar. Überzeugende im Sinne von ausreichender Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt besteht nach Einschätzung eines IARC-

Expertengremiums für den Zusammenhang von Übergewicht bzw. BMI und malignen Tumoren des Endometriums, Adenokarzinomen der Speiseröhre sowie für maligne Tumoren des Dickdarms, der Nieren und der Brust postmenopausaler Frauen.

Körperliche Aktivität wirkt krebspräventiv. Die Evidenz für eine Risikosenkung von Brust- und Dickdarmkrebs wird von Seiten des IARC-Gremiums als überzeugend nach der in diesem Kapitel verwendeten Definition bewertet. Bei malignen Tumoren der Prostata und des Endometriums wird die Evidenz für einen risikosenkenden Effekt von körperlicher Aktivität als möglich eingestuft. Die American Cancer Society (ACS) empfiehlt eine moderate körperliche Aktivität an mindestens 5 Tagen in der Woche mit einer Belastungszeit von jeweils mindestens 30 min. Regelmäßigkeit, längere Belastungszeiten (mindestens 45 min) und ein abwechslungsreiches Training mit unterschiedlichen Belastungsintensitäten können laut ACS in noch größerem Umfang zu einer Senkung des Krebsrisikos beitragen.

Für die Empfehlungen bezüglich Obst und Gemüse, verarbeitete Fleischwaren, die Ballaststoff- und Alkoholaufnahme und den BMI als Maß für Übergewicht wurde im vorliegenden Kapitel der Prozentsatz der Krebsfälle berechnet, die nicht auftreten würden, würden alle Personen, die die Empfehlung nicht erreichen, diese erreichen. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Empfehlungen kausal mit dem Krankheitsgeschehen verknüpft sind.

Bei der Abschätzung der verhütbaren Krebsfälle, die dem Einhalten der Empfehlungen zurechenbar sind, wurde ein neu entwickelter statistischer Algorithmus angewendet (198). Die dafür benötigten repräsentativen Expositionsdaten wurden dem vom Robert Koch-Institut (RKI) 1998 durchgeführten Ernährungssurvey als Teil des Bundes-Gesundheits-surveys entnommen (167) und für die Berechnungen vom RKI zur Verfügung gestellt. Weiterhin wird in dieser Analyse der relative Anteil der Krebsfälle an der Krebsinzidenz in Deutschland berücksichtigt, stratifiziert nach Geschlecht (www.globocan.org). Letztlich benötigt die statistische Berechnung noch für jeden Faktor und jede Krebserkrankung eine Abschätzung der relativen Risiken, die aus Meta-Analysen entnommen wurden (12, 80, 109, 129, 199).

Die Ergebnisse dieser statistischen Berechnungen sind in der Tabelle 5/2 zusammengefasst. Die wichtigste Empfehlung für die Krebsprävention in der deutschen Bevölkerung ist die Aussage zum Obst- und Gemüseverzehr. Nimmt man die von der WHO empfohlene Menge von täglich 400 g Obst und Gemüse und die relativen Risiken aus der Publikation von van't Veer (199), würde sich in der deutschen Bevölkerung eine Reduktion der Gesamtkrebsinzidenz von ca. 12 % bei Männern und ca. 7 % bei Frauen ergeben. Nimmt man als Zielwert den von der DGE empfohlenen Wert von 650 g Gemüse und Obst pro Tag an (201), ergäben sich 20 % bei Frauen und über 30 % bei Männern.

Zieht man die Dosis-Wirkungs-Beziehung für verarbeitete Fleischwaren sowie das Erkrankungsrisiko für Dickdarmkarzinome von Norat und Riboli (12) heran und nimmt als Zielwert eine Grenze von nicht mehr als 30 g verarbeiteten Fleischwaren pro Tag, ergibt die Berechnung eine Reduktion der Gesamtkrebsinzidenz von annähernd 4 % bei Männern und ca. 1,5 % bei Frauen. Diese Maßnahme würde die Zahl der Dickdarmkrebsfälle bei Männern um 24 % und bei Frauen um 8 % reduzieren. Eine vollständige Umsetzung der Empfehlung von mindestens 30 g Ballaststoffaufnahme pro Tag ergäbe eine Reduktion der Gesamtkrebsinzidenz von ca. 3 % der Krebsfälle bei Männern und ca. 4,5 % der Krebsfälle bei Frauen, wenn die relativen Risiken von Bingham et al. zu Grunde gelegt werden (80). Der vermeidbare Anteil an Dickdarmkrebsfällen belief sich auf ca. 18 % bei Männern und ca. 27 % bei Frauen.

Tabelle 5/1: Ernährung und Krebsprävention – Evidenz

	Bewertung durch den WCRF 1997		Aktuelle Bewertung durch Expertengremien oder die Autoren des Kapitels	
	Risiko	Evidenz	Risiko	Evidenz
Obst u. Gemüse gesamt	↓ Mund, Rachen, Magen, Ösophagus, Lunge	****	↓ Ösophagus	◆◆◆
	↓ Kehlkopf, <i>Pankreas</i> , Brust, Blase	***	↓ Kehlkopf, Mund, Rachen, Niere	◆◆
	↓ Ovarien, <i>Endometrium</i> , <i>Zervix</i> , <i>Schilddrüse</i>	**		
Obstverzehr			↓ Lunge, Magen	◆◆◆
			↓ Blase, Kolon, Rektum	◆◆
Gemüseverzehr	↓ Kolon, Rektum	****	↓ Kolon, Rektum	◆◆◆
	↓ Niere, <i>Leber</i> , <i>Prostata</i>	**	↓ Lunge, Ovarien, Magen	◆◆
Fleisch gesamt	↑ Brust, <i>Pankreas</i> , <i>Prostata</i> , <i>Niere</i>	**	↑ Brust	◆◆
Fleisch rot	↑ Kolon, Rektum	***	↑ Kolon, Rektum	◆◆
Fleisch bearbeitet	↑ Kolon, Rektum	**	↑ Kolon, Rektum	◆◆◆
Fisch	– Kolon, Rektum	**	↓ Kolon, Rektum	◆◆
Milch u. Milchprodukte	↑ <i>Prostata</i> , <i>Niere</i>	**	↑ <i>Prostata</i>	◆◆
			↓ Kolon, Rektum	◆◆
Eier	↑ Kolon, Rektum	**	↑ Brust	◆◆
Fett gesamt	↑ Lunge, Kolon, Rektum, Brust, <i>Prostata</i>	**		
gesättigte Fettsäuren	↑ Lunge, Kolon, Rektum, Brust, <i>Prostata</i> , <i>Endometrium</i>	**	↑ Brust	◆◆
Kohlenhydrate u.a. Ballaststoffe	↓ Kolon, Rektum, Brust, <i>Pankreas</i>	**	↓ Kolon, Rektum	◆◆
Glykämischer Index	↑ Kolon, Rektum	**		
Alkohol	↑ obere digestive Organe, Leber	****	↑ obere Verdauungsorgane, Leber, Brust	◆◆◆◆
	↑ Kolon, Rektum, Brust	***	↑ Kolon, Rektum, Magen	◆◆◆
	↑ Lunge	**		
Übergewicht	↑ Endometrium	****	↑ Endometrium	◆◆◆◆
	↑ Brust (postmenopausal), Niere (Nierenzellen)	***	↑ Brust (postmenopausal), Nierenzellen, Kolon, Ösophagus (Adenokarzinom)	◆◆◆◆
	↑ Kolon, <i>Gallenblase</i>	**		
körperliche Aktivität	↓ Kolon	****	↓ Kolon, Brust	◆◆◆◆
	↓ Brust, Lunge	**	↓ <i>Prostata</i> , Endometrium	◆◆

↓ Risiko vermindert

↑ Risiko erhöht

– Risiko unbeeinflusst

**** überzeugend

*** wahrscheinlich

** möglich

◆◆◆◆

◆◆◆

◆◆

überzeugend für einen risikomodifizierenden Effekt

wahrscheinlich für einen risikomodifizierenden Effekt

möglich für einen risikomodifizierenden Effekt

Für die kursiv gedruckten Krebslokalisationen wurde keine neue Bewertung durch die Autoren vorgenommen, da weder neuere Meta-Analysen noch Übersichtsarbeiten zum Zeitpunkt der Erstellung des Kapitels verfügbar waren. Für in der Autoren-Bewertung nicht mehr aufgeführte Krebslokalisationen besteht nach Auffassung von Expertengremien oder der Autoren ungenügende Evidenz für einen risikomodifizierenden Effekt. Die Bewertung basiert auf dem jeweiligen Textabschnitt.

Bei einem Nicht-Überschreiten des Richtwerts der täglichen Alkoholaufnahme von 20 g bei Männern und 10 g bei Frauen (201) und den Risikoschätzungen von Bagnardi (109) wäre mit einem Absinken der Gesamtkrebsinzidenz um ca. 2,5 % bei Männern und ca. 1 % bei Frauen zu rechnen.

Unter Verwendung der Risikobeziehungen zwischen dem Körpergewicht und verschiedenen Krebserkrankungen von Bergström (129) sowie einem Zielwert für den BMI von 25, könnten ca. 2 % der Gesamtkrebsfälle bei Männern und ca. 4,5 % bei Frauen vermieden werden.

Die berechneten Reduktionen in der Krebsinzidenz beziehen sich explizit auf die zu Grunde gelegte Studienpopulation, die der deutschen Bevölkerung entstammt. Sie ist eine erste Abschätzung des krebspräventiven Potenzials von Ernährungsempfehlungen. Es ist keine Abschätzung für das gesamte präventive Potenzial der Ernährung im Bereich der Krebserkrankungen. Die berechneten Reduktionen in der Krebsinzidenz dürfen nicht addiert werden, da die jeweiligen Expositionsfaktoren, die hier untersucht wurden, miteinander korrelieren. Dadurch kommt es zu einer Überschätzung des Gesamteffekts. Deshalb müssten, würde man dennoch die Einzeleffekte aufsummieren, bei der Bewertung dieser Zahl Abzüge in nicht genau bezifferbarer Höhe vorgenommen werden.

Tabelle 5/2: Durch Erreichen des Zielwerts für einzelne Nahrungsfaktoren vermeidbarer Anteil der Krebsfälle stratifiziert nach Geschlecht

Faktoren	Anteil Personen, die Zielwert nicht erreichen (RKI, 1998)	Zielwert der Empfehlung	betroffene Krebslokalisationen	Anteil und Gesamtzahl der vermeidbaren Fälle an Gesamtkrebs	
				Männer	Frauen
1. Ernährung					
Obst und Gemüse	Frauen: 47 % Männer: 55 %	> 400 g/Tag	Speiseröhre, Blase, Brust, Endometrium, Kolorektum, Kehlkopf, Lunge, Magen, Mund/Rachen, Ovarien, Bauchspeicheldrüse	12,3 % (ca. 25 000)	7,3 % (ca. 13 500)
Fleischwaren	Frauen: 44 % Männer: 75 %	< 30 g/Tag	Kolorektum	3,7 % (ca. 7 500)	1,4 % (ca. 2 600)
Ballaststoffe	Frauen: 80 % Männer: 64 %	> 30 g/Tag	Kolorektum	2,8 % (ca. 5 700)	4,4 % (ca. 8 100)
2. Alkoholika					
Alkohol	Frauen: 16 % Männer: 31 %	< 10 g/Tag < 20 g/Tag	Brust, Kolorektum, Kehlkopf, Leber, Magen, Mund/Rachen, Speiseröhre, Ovarien	2,5 % (ca. 5 000)	1,0 % (ca. 1 800)
3. Gewicht					
BMI	Frauen: 53 % Männer: 67 %	< 25 kg/m ²	Brust, Endometrium, Kolorektum, Niere, Prostata	2,1 % (ca. 4 200)	4,6 % (ca. 8 500)

5.9 Forschungslücken und Forschungsbedarf

Die Entwicklung der letzten Jahre hat gezeigt, dass einige Nahrungsfaktoren in ihrer Wirkung auf die Krebsentstehung überschätzt, andere unterschätzt wurden. Dies verdeutlicht die Dynamik dieses Forschungsfeldes.

In der Bevölkerung ist ein nicht unerhebliches Präventionspotenzial zur Reduzierung von Krebserkrankungen durch Lebensstiländerungen vorhanden. Bei Nutzung dieses Potenzials kann der steigenden Zahl von Krebserkrankungen durch die zunehmende Lebenserwartung entgegengewirkt werden. Die konkrete Nutzung dieses Präventionspotenzials gestaltet sich jedoch schwierig, da klare ernährungs- und gesundheitspolitische Entscheidungen erforderlich sind, in welcher Art und mit welchen Maßnahmen Krankheitsprävention in diesem Bereich zukünftig betrieben werden soll. Maßnahmen, die die Struktur der Lebensmittelerzeugung und deren Angebot beeinflussen, wären ebenso denkbar wie Maßnahmen, die Einfluss auf das Kauf- und Essverhalten der Verbraucher haben. Diesen Entscheidungen sollten Abwägungsprozesse der Evidenzlage sowie die Auslotung der Umsetzungsmöglichkeiten vorausgehen. In der Umsetzung ist eine permanente Evaluierung für deren Wirksamkeit notwendig, weil die nur schwer durchführbaren Interventionsstudien fehlen. Ein solches praxisnahes Konzept zur Nutzung von Krebspräventionspotenzialen kommt dem in der Bevölkerung bestehenden hohen Interesse an sinnvollen Empfehlungen zur Senkung des Krebsrisikos entgegen.

Bei der Bewertung der tumorfördernden und der tumorhemmenden Ernährungsfaktoren ergeben sich zwei Schlussfolgerungen. Einerseits sollten auf Grund des derzeitigen Erkenntnisstandes Leitlinien zur Krebsprävention durch Ernährung erstellt und in der Bevölkerung umgesetzt werden. Dazu zählen aus heutiger Sicht neben dem Nichtrauchen eine starke Erhöhung des Gemüse- und Obstverzehr, Gewichtskontrolle und ein körperlich aktiver Lebensstil. Andererseits sollte das akademische Interesse am Erkenntnisgewinn nicht nachlassen und in diesem Bereich weiter gefördert werden. Es versteht sich von selbst, dass weitere erkenntnisorientierte Forschungsarbeiten zum Zusammenhang zwischen Ernährung und malignen Erkrankungen über den gesundheitspolitischen Wert hinaus neue Erkenntnisse zur Ätiopathogenese der Tumorentstehung aufzeigen werden.

Für die Forschung ergeben sich folgende Ziele:

- das komplexe Wechselspiel zwischen genetischer Prädisposition, Umwelt und Ernährung mittels der Anwendung genetisch-epidemiologischer Forschungskonzepte aufzuklären, um individuellere Präventionsmaßnahmen zu entwickeln
- die Identifizierung von Inhaltsstoffen in Lebensmitteln, die für die Krebsrisikomodifikation verantwortlich sind, weiter voran zu treiben
- das Konzept funktioneller Lebensmittel weiter zu verbessern, einschließlich der Durchführung von Interventionsstudien zum Nachweis der Wirksamkeit, um mögliche Präventionspotenziale nutzen zu können
- die Datenlage über Zusammenhänge zwischen Ernährungsfaktoren und Krebsentstehung durch die Förderung bevölkerungsbezogener Studien weiter zu entwickeln, um das solide Erkennen und Bewerten von Präventionspotenzialen zu erleichtern.

5.10 Literatur

- (1) Doll R, Peto R: The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. *J Natl Cancer Inst* 66 (1981) 1191-1308
- (2) WCRF: Translating Science. World Cancer Research Fund, London (2002) 8
- (3) Margetts B, Warm D, Yngve A, Sjostrom M: Developing an evidence-based approach to Public Health Nutrition: translating evidence into policy. *Public Health Nutr* 4 (2001) 1393-1397
- (4) World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research: Food, Nutrition and the Prevention of Cancer: a Global Perspective, American Institute for Cancer Research, Washington DC (1997)
- (5) Vainio H, Bianchini F: Evaluation of cancer-preventive agents and strategies a new program at the International Agency for Research on Cancer. *Ann N Y Acad Sci* 952 (2001) 177-180
- (6) Riboli E, Norat T: Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetables on cancer risk. *Am J Clin Nutr* 78 (2003) 559S-569S
- (7) Handbooks of Cancer Prevention No 8: Fruit and vegetables, IARC Press (2003)
- (8) Miller AB, Altenburg HP, Bueno-De-Mesquita B, Boshuizen HC, Agudo A, et al.: Fruits and vegetables and lung cancer: Findings from the European prospective investigation into cancer and nutrition. *Int J Cancer* 108 (2004) 269-276
- (9) Smith-Warner SA, Spiegelman D, Yaun SS, Adami HO, Beeson WL, et al.: Intake of fruits and vegetables and risk of breast cancer: a pooled analysis of cohort studies. *JAMA* 285 (2001) 769-776
- (10) van Gils C, et al.: persönliche Mitteilung (2004)
- (11) Palli D, Vineis P, Russo A, Berrino F, Krogh V, Masala G, Munnia A, Panico S, Taioli E, Tumino R, Garte S, Peluso M: Diet, metabolic polymorphisms and dna adducts: the EPIC-Italy cross-sectional study. *Int J Cancer* 87 (2000) 444-451
- (12) Norat T, Lukanova A, Ferrari P, Riboli E: Meat consumption and colorectal cancer risk: dose-response meta-analysis of epidemiological studies. *Int J Cancer* 98 (2002) 241-256
- (13) Sandhu MS, White IR, McPherson K: Systematic review of the prospective cohort studies on meat consumption and colorectal cancer risk: a meta-analytical approach. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 10 (2001) 439-446
- (14) Norat T, et al.: persönliche Mitteilung (2004)
- (15) Missmer SA, Smith-Warner SA, Spiegelman D, Yaun SS, Adami HO, et al.: Meat and dairy food consumption and breast cancer: a pooled analysis of cohort studies. *Int J Epidemiol* 31 (2002) 78-85

- (16) Boyd NF, Stone J, Vogt KN, Connelly BS, Martin LJ, Minkin S: Dietary fat and breast cancer risk revisited: a meta-analysis of the published literature. *Br J Cancer* 89 (2003) 1672-1685
- (17) Pfau W, Knasmueller S, Glatt HR, Frandsen H, Alexander J, Murkovic M, Sontag G, Galceran T, Edenharder R, Skog K: Heterocyclic amines: human carcinogens in cooked food? *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 11 (2001) 82-86
- (18) Sinha R, Kulldorff M, Chow WH, Denobile J, Rothman N: Dietary intake of heterocyclic amines, meat-derived mutagenic activity, and risk of colorectal adenomas. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 10 (2001) 559-562
- (19) Butler LM, Sinha R, Millikan RC, Martin CF, Newman B, Gammon MD, Ammerman AS, Sandler RS: Heterocyclic amines, meat intake, and association with colon cancer in a population-based study. *Am J Epidemiol* 157 (2003) 434-445
- (20) Murtaugh MA, Ma KN, Sweeney C, Caan BJ, Slattery ML: Meat consumption patterns and preparation, genetic variants of metabolic enzymes, and their association with rectal cancer in men and women. *J Nutr* 134 (2004) 776-784
- (21) Zheng W, Gustafson DR, Sinha R, Cerhan JR, Moore D, Hong CP, Anderson KE, Kushi LH, Sellers TA, Folsom AR: Well-done meat intake and the risk of breast cancer. *J Natl Cancer Inst* 90 (1998) 1724-1729
- (22) Dingley KH, Curtis KD, Nowell S, Felton JS, Lang NP, Turteltaub KW: DNA and protein adduct formation in the colon and blood of humans after exposure to a dietary-relevant dose of 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 8 (1999) 507-512
- (23) Cross AJ, Pollock JR, Bingham SA: Haem, not protein or inorganic iron, is responsible for endogenous intestinal N-nitrosation arising from red meat. *Cancer Res* 63 (2003) 2358-2360
- (24) Glei M, Latunde-Dada GO, Klinder A, Becker TW, Hermann U, Voigt K, Pool-Zobel BL: Iron-overload induces oxidative DNA damage in the human colon carcinoma cell line HT29 clone 19A. *Mutat Res* 519 (2002) 151-161
- (25) Yoon H, Benamouzig R, Little J, Francois-Collange M, Tome D: Systematic review of epidemiological studies on meat, dairy products and egg consumption and risk of colorectal adenomas. *Eur J Cancer Prev* 9 (2000) 151-164
- (26) Lund E: Fish and cancer. *IARC Sci Publ* 156 (2002) 187-189
- (27) Terry P, Wolk A, Vainio H, Weiderpass E: Fatty fish consumption lowers the risk of endometrial cancer: a nationwide case-control study in Sweden. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 11 (2002) 143-145
- (28) Augustsson K, Michaud DS, Rimm EB, Leitzmann MF, Stampfer MJ, Willett WC, Giovannucci E: A Prospective Study of Intake of Fish and Marine Fatty Acids and Prostate Cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 12 (2003) 64-67
- (29) Bosetti C, Kolonel L, Negri E, Ron E, Franceschi S, Dal Maso L, et al.: A pooled analysis of case-control studies of thyroid cancer. VI. Fish and shellfish consumption. *Cancer Causes Control* 12 (2001) 375-382

- (30) Rose DP, Connolly JM: Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventive agents. *Pharmacol Ther* 83 (1999) 217-244
- (31) Hardman WE: Omega-3 fatty acids to augment cancer therapy. *J Nutr* 132 (2002) 3508S-3512S
- (32) Norat T, Riboli E: Dairy products and colorectal cancer. A review of possible mechanisms and epidemiological evidence. *Eur J Clin Nutr* 57 (2003) 1-17
- (33) Cho E, Smith-Warner SA, Spiegelman D, Beeson WL, van den Brandt PA, et al.: Dairy foods, calcium, and colorectal cancer: a pooled analysis of 10 cohort studies. *J Natl Cancer Inst* 96 (2004) 1015-1022
- (34) Kampman E: Dairy foods and colorectal cancer: epidemiological evidence. *IARC Sci Publ* 156 (2002) 191-195
- (35) Shin MH, Holmes MD, Hankinson SE, Wu K, Colditz GA, Willett WC: Intake of dairy products, calcium, and vitamin d and risk of breast cancer. *J Natl Cancer Inst* 94 (2002) 1301-1311
- (36) Chan JM, Giovannucci EL: Dairy products, calcium, and vitamin D and risk of prostate cancer. *Epidemiol Rev* 23 (2001) 87-92
- (37) Michaud DS, Augustsson K, Rimm EB, Stampfer MJ, Willet WC, Giovannucci E: A prospective study on intake of animal products and risk of prostate cancer. *Cancer Causes Control* 12 (2001) 557-567
- (38) Schuurman AG, van den Brandt PA, Dorant E, Goldbohm RA: Animal products, calcium and protein and prostate cancer risk in The Netherlands Cohort Study. *Br J Cancer* 80 (1999) 1107-1113
- (39) Holt PR: Dairy foods and prevention of colon cancer: human studies. *J Am Coll Nutr* 18 (1999) 379S-391S
- (40) Giovannucci E: Dietary influences of 1,25(OH)₂ vitamin D in relation to prostate cancer: a hypothesis. *Cancer Causes Control* 9 (1998) 567-582
- (41) Jarvinen R, Knekt P, Hakulinen T, Aromaa A: Prospective study on milk products, calcium and cancers of the colon and rectum. *Eur J Clin Nutr* 55 (2001) 1000-1007
- (42) Belury MA: Inhibition of carcinogenesis by conjugated linoleic acid: potential mechanisms of action. *J Nutr* 132 (2002) 2995-2998
- (43) Gill HS, Cross ML: Anticancer properties of bovine milk. *Br J Nutr* 84 Suppl. 1 (2000) S161-S166
- (44) Rafter J: Lactic acid bacteria and cancer: mechanistic perspective. *Br J Nutr* 88 Suppl. 1 (2002) S89 - S94
- (45) Yu H, Rohan T: Role of the insulin-like growth factor family in cancer development and progression. *J Natl Cancer Inst* 92 (2000) 1472-1489
- (46) Holmes MD, Pollak MN, Willett WC, Hankinson SE: Dietary correlates of plasma insulin-like growth factor I and insulin-like growth factor binding protein 3 concentrations. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 11 (2002) 852-861

- (47) Jarvinen R, Knekt P, Hakulinen T, Rissanen H, Heliovaara M: Dietary fat, cholesterol and colorectal cancer in a prospective study. *Br J Cancer* 85 (2001) 357-361
- (48) Bertone ER, Rosner BA, Hunter DJ, Stampfer MJ, Speizer FE, Colditz GA, Willett WC, Hankinson SE: Dietary fat intake and ovarian cancer in a cohort of US women. *Am J Epidemiol* 156 (2002) 22-31
- (49) Howe GR, Aronson KJ, Benito E, Castelleto R, Cornee J, et al.: The relationship between dietary fat intake and risk of colorectal cancer: evidence from the combined analysis of 13 case-control studies. *Cancer Causes Control* 8 (1997) 215-228
- (50) Giovannucci E, Goldin B: The role of fat, fatty acids, and total energy intake in the etiology of human colon cancer. *Am J Clin Nutr* 66 (1997) 1564S-1571S
- (51) Nkondjock A, Shatenstein B, Maisonneuve P, Ghadirian P: Specific fatty acids and human colorectal cancer: an overview. *Cancer Detect Prev* 27 (2003) 55-66
- (52) Nkondjock A, Shatenstein B, Maisonneuve P, Ghadirian P: Assessment of risk associated with specific fatty acids and colorectal cancer among French Canadians in Montreal: a case-control study. *Int J Epidemiol* 32 (2003) 200-209
- (53) Nkondjock A, Shatenstein B, Maisonneuve P, Ghadirian P: Can dietary fatty acids affect colon cancer risk? Reply to Leitzmann and Giovannucci. *Int J Epidemiol* 32 (2003) 879-880
- (54) Smith-Warner SA, Spiegelman D, Adami HO, Beeson WL, van den Brandt PA, et al.: Types of dietary fat and breast cancer: a pooled analysis of cohort studies. *Int J Cancer* 92 (2001) 767-774
- (55) Bingham SA, Luben R, Welch A, Wareham N, Khaw K-T, Day N: Are imprecise methods obscuring a relation between fat and breast cancer? *Lancet* 362 (2003) 212-214
- (56) Gago-Dominguez M, Yuan JM, Sun CL, Lee HP, Yu MC: Opposing effects of dietary n-3 and n-6 fatty acids on mammary carcinogenesis: The Singapore Chinese Health Study. *Br J Cancer* 89 (2003) 1686-1692
- (57) Wirfalt E, Mattisson I, Gullberg B, Johansson U, Olsson H, Berglund G: Post-menopausal breast cancer is associated with high intakes of omega 6 fatty acids (Sweden). *Cancer Causes Control* 13 (2002) 883-893
- (58) Riboli E, Norat T: Cancer prevention and diet: opportunities in Europe. *Public Health Nutr* 4 (2001) 475-484
- (59) Terry PD, Rohan TE, Wolk A: Intakes of fish and marine fatty acids and the risks of cancers of the breast and prostate and of other hormone-related cancers: a review of the epidemiologic evidence. *Am J Clin Nutr* 77 (2003) 532-543
- (60) Bougnoux P, Maillard V, Ferrari P, Jourdan ML, Chajes V: n-3 fatty acids and breast cancer. *IARC Sci Publ* 156 (2002) 337-341
- (61) Merzenich H, Boeing H, Wahrendorf J: Dietary fat and sports activity as determinants for age at menarche. *Am J Epidemiol* 138 (1993) 217-224

- (62) Law M: Dietary fat and adult diseases and the implications for childhood nutrition: an epidemiologic approach. *Am J Clin Nutr* 72 (2000) 1291S-1296S
- (63) Koo MM, Rohan TE, Jain M, McLaughlin JR, Corey PN: A cohort study of dietary fibre intake and menarche. *Public Health Nutr* 5 (2002) 353-360
- (64) Smith-Warner SA, Ritz J, Hunter DJ, Albanes D, Beeson WL, et al.: Dietary fat and risk of lung cancer in a pooled analysis of prospective studies. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 11 (2002) 987-992
- (65) Steinmaus CM, Nunez S, Smith AH: Diet and bladder cancer: a meta-analysis of six dietary variables. *Am J Epidemiol* 151 (2000) 693-702
- (66) Kolonel LN: Fat, meat, and prostate cancer. *Epidemiol Rev* 23 (2001) 72-81
- (67) Brouwer IA, Katan MB, Zock PL: Dietary alpha-linolenic acid is associated with reduced risk of fatal coronary heart disease, but increased prostate cancer risk: a meta-analysis. *J Nutr* 134 (2004) 919-922
- (68) Huncharek M, Kupelnick B: Dietary fat intake and risk of epithelial ovarian cancer: a meta-analysis of 6,689 subjects from 8 observational studies. *Nutr Cancer* 40 (2001) 87-91
- (69) Astrup A, Buemann B, Flint A, Raben A: Low-fat diets and energy balance: how does the evidence stand in 2002? *Proc Nutr Soc* 61 (2002) 299-309
- (70) Bray GA: The underlying basis for obesity: relationship to cancer. *J Nutr* 132 (2002) 3451S-3455S
- (71) Rose DP: Dietary fatty acids and cancer. *Am J Clin Nutr* 66 (1997) 998S-1003S
- (72) Stoll BA: N-3 fatty acids and lipid peroxidation in breast cancer inhibition. *Br J Nutr* 87 (2002) 193-198
- (73) Rose DP, Connolly JM, Liu XH: Effects of linoleic acid on the growth and metastasis of two human breast cancer cell lines in nude mice and the invasive capacity of these cell lines in vitro. *Cancer Res* 54 (1994) 6557-6562
- (74) Zock PL, Katan MB: Linoleic acid intake and cancer risk: a review and metaanalysis. *Am J Clin Nutr* 68 (1998) 142-153
- (75) Larsson SC, Kumlin M, Ingelman-Sundberg M, Wolk A: Dietary long-chain n-3 fatty acids for the prevention of cancer: a review of potential mechanisms. *Am J Clin Nutr* 79 (2004) 935-945
- (76) Fuchs CS, Giovannucci EL, Colditz GA, Hunter DJ, Stampfer MJ, Rosner B, Speizer FE, Willett WC: Dietary fiber and the risk of colorectal cancer and adenoma in women. *N Engl J Med* 340 (1999) 169-176
- (77) Michels KB, Edward G, Joshipura KJ, Rosner BA, Stampfer MJ, Fuchs CS, Colditz GA, Speizer FE, Willett WC: Prospective study of fruit and vegetable consumption and incidence of colon and rectal cancers. *J Natl Cancer Inst* 92 (2000) 1740-1752

- (78) Mai V, Flood A, Peters U, Lacey JV Jr, Schairer C, Schatzkin A: Dietary fibre and risk of colorectal cancer in the Breast Cancer Detection Demonstration Project (BCDDP) follow-up cohort. *Int J Epidemiol* 32 (2003) 234-239
- (79) Pietinen P, Malila N, Virtanen M, Hartman TJ, Tangrea JA, Albanes D, Virtamo J: Diet and risk of colorectal cancer in a cohort of Finnish men. *Cancer Causes Control* 10 (1999) 387-396
- (80) Bingham SA, Day NE, Luben R, Ferrari P, Slimani N, et al.: Dietary fibre in food and protection against colorectal cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC): an observational study. *Lancet* 361 (2003) 1496-1501
- (81) Lawlor DA, Ness AR: Commentary: The rough world of nutritional epidemiology: Does dietary fibre prevent large bowel cancer? *Int J Epidemiol* 32 (2003) 239-243
- (82) Terry MB, Neugut AI, Bostick RM, Sandler RS, Haile RW, Jacobson JS, Fenoglio-Preiser CM, Potter JD: Risk factors for advanced colorectal adenomas: a pooled analysis. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 11 (2002) 622-629
- (83) Peters U, Sinha R, Chatterjee N, Subar AF, Ziegler RG, Kulldorff M, Bresalier R, Weissfeld JL, Flood A, Schatzkin A, Hayes RB: Dietary fibre and colorectal adenoma in a colorectal cancer early detection programme. *Lancet* 361 (2003) 1491-1495
- (84) Howe GR, Benito E, Castelletto R, Cornee J, Esteve J, Gallagher RP, Iscovich JM, Deng-ao J, Kaaks R, Kune GA, et al.: Dietary intake of fiber and decreased risk of cancers of the colon and rectum: evidence from the combined analysis of 13 case-control studies. *J Natl Cancer Inst* 84 (1992) 1887-1896
- (85) Jacobs ET, Giuliano AR, Roe DJ, Guillen-Rodriguez JM, Hess LM, Alberts DS, Martinez ME: Intake of supplemental and total fiber and risk of colorectal adenoma recurrence in the wheat bran fiber trial. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 11 (2002) 906-914
- (86) Schatzkin A, Lanza E: Polyps and vegetables (and fat, fibre): the polyp prevention trial. *IARC Sci Publ* 156 (2002) 463-466
- (87) Bonithon-Kopp C, Kronborg O, Giacosa A, Rath U, Faivre J: Calcium and fibre supplementation in prevention of colorectal adenoma recurrence: a randomised intervention trial. European Cancer Prevention Organisation Study Group. *Lancet* 356 (2000) 1300-1306
- (88) Terry P, Jain M, Miller AB, Howe GR, Rohan TE: No Association among Total Dietary Fiber, Fiber Fractions, and Risk of Breast Cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 11 (2002) 1507-1508
- (89) Howe GR, Hirohata T, Hislop TG, Iscovich JM, et al.: Dietary factors and risk of breast cancer: combined analysis of 12 case-control studies. *J Natl Cancer Inst* 82 (1990) 561-569
- (90) Prentice RL: Future possibilities in the prevention of breast cancer: fat and fiber and breast cancer research. *Breast Cancer Res* 2 (2000) 268-276

- (91) La Vecchia C, Chatenoud L: Fibres, whole-grain foods and breast and other cancers. *Eur J Cancer Prev* 7 Suppl. 2 (1998) S25-S28
- (92) Gerber M: Fibre and breast cancer. *Eur J Cancer Prev* 7 Suppl. 2 (1998) S63-S67
- (93) Reddy BS, Hirose Y, Cohen LA, Simi B, Cooma I, Rao CV: Preventive potential of wheat bran fractions against experimental colon carcinogenesis: implications for human colon cancer prevention. *Cancer Res* 60 (2000) 4792-4797
- (94) Augustin LS, Franceschi S, Jenkins DJ, Kendall CW, La Vecchia C: Glycemic index in chronic disease: a review. *Eur J Clin Nutr* 56 (2002) 1049-1071
- (95) Higginbotham S, Zhang ZF, Lee IM, Cook NR, Giovannucci E, Buring JE, Liu S: Dietary glycemic load and risk of colorectal cancer in the Women's Health Study. *J Natl Cancer Inst* 96 (2004) 229-233
- (96) Lund Nilsen TI, Vatten LJ: Colorectal cancer associated with BMI, physical activity, diabetes, and blood glucose. *IARC Sci Publ* 156 (2002) 257-258
- (97) Terry PD, Jain M, Miller AB, Howe GR, Rohan TE: Glycemic load, carbohydrate intake, and risk of colorectal cancer in women: a prospective cohort study. *J Natl Cancer Inst* 95 (2003) 914-916
- (98) Sugiyama MT, Tang AC, Wakaki Y, Koyama W: Glycemic index of single and mixed meal foods among common Japanese foods with white rice as a reference food. *Eur J Clin Nutr* 57 (2003) 743-752
- (99) Jonas CR, McCullough ML, Teras LR, Walker-Thurmond KA, Thun MJ, Calle EE: Dietary glycemic index, glycemic load, and risk of incident breast cancer in post menopausal women. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 12 (2003) 573-577
- (100) Higginbotham S, Zhang ZF, Lee IM, Cook NR, Buring JE, Liu S: Dietary glycemic load and breast cancer risk in the Women's Health Study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 13 (2004) 65-70
- (101) Cho E, Spiegelman D, Hunter DJ, Chen WY, Colditz GA, Willett WC: Premenopausal dietary carbohydrate, glycemic index, glycemic load, and fiber in relation to risk of breast cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 12 (2003) 1153-1158
- (102) Holmes MD, Liu S, Hankinson SE, Colditz GA, Hunter DJ, Willett WC: Dietary carbohydrates, fiber, and breast cancer risk. *Am J Epidemiol* 159 (2004) 732-739
- (103) Muti P, Quattrin T, Grant BJ, Krogh V, Micheli A, Schunemann HJ, Ram M, Freudenheim JL, Sieri S, Trevisan M, Berrino F: Fasting glucose is a risk factor for breast cancer: a prospective study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 11 (2002) 1361-1368
- (104) Mink PJ, Shahar E, Rosamond WD, Alberg AJ, Folsom AR: Serum insulin and glucose levels and breast cancer incidence: the atherosclerosis risk in communities study. *Am J Epidemiol* 156 (2002) 349-352

- (105) Manjer J, Kaaks R, Riboli E, Berglund G: Risk of breast cancer in relation to anthropometry, blood pressure, blood lipids and glucose metabolism: a prospective study within the Malmo Preventive Project. *Eur J Cancer Prev* 10 (2001) 33-42
- (106) Jenkins DJ, Kendall CW, Augustin LS, Franceschi S, Hamidi M, Marchie A, Jenkins AL, Axelsen M: Glycemic index: overview of implications in health and disease. *Am J Clin Nutr* 76 (2002) 266S-273S
- (107) Giovannucci E, Pollak MN, Platz EA, Willett WC, Stampfer MJ, Majeed N, Colditz GA, Speizer FE, Hankinson SE: A prospective study of plasma insulin-like growth factor-1 and binding protein-3 and risk of colorectal neoplasia in women. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 9 (2000) 345-349
- (108) Kaaks R, Toniolo P, Akhmedkhanov A, Lukanova A, Biessy C, Dechaud H, Rinaldi S, Zeleniuch-Jacquotte A, Shore RE, Riboli E: Serum C-peptide, insulin-like growth factor (IGF)-I, IGF-binding proteins, and colorectal cancer risk in women. *J Natl Cancer Inst* 92 (2000) 1592-1600
- (109) Bagnardi V, Blangiardo M, La Vecchia C, Corrao G: Alcohol consumption and the risk of cancer: a meta-analysis. *Alcohol Res Health* 25 (2001) 263-270
- (110) Korte JE, Brennan P, Henley SJ, Boffetta P: Dose-specific meta-analysis and sensitivity analysis of the relation between alcohol consumption and lung cancer risk. *Am J Epidemiol* 155 (2002) 496-506
- (111) Boeing H: Alcohol and risk of cancer of the upper gastrointestinal tract: first analysis of the EPIC data. *IARC Sci Publ* 156 (2002) 151-154
- (112) Cho E, Smith-Warner SA, Ritz J, van den Brandt PA, Colditz GA, et al.: Alcohol intake and colorectal cancer: a pooled analysis of 8 cohort studies. *Ann Intern Med* 140 (2004) 603-613
- (113) Horn-Ross PL, Hoggatt KJ, West DW, Krone MR, Stewart SL, et al.: Recent diet and breast cancer risk: the California Teachers Study (USA). *Cancer Causes Control* 13 (2002) 407-415
- (114) Ellison RC, Zhang Y, McLennan CE, Rothman KJ: Exploring the relation of alcohol consumption to risk of breast cancer. *Am J Epidemiol* 154 (2001) 740-747
- (115) Hamajima N, Hirose K, Tajima K, Rohan T, Calle EE, et al.: Alcohol, tobacco and breast cancer-collaborative reanalysis of individual data from 53 epidemiological studies, including 58,515 women with breast cancer and 95,067 women without the disease. *Br J Cancer* 87 (2002) 1234-1245
- (116) Webb PM, Purdie DM, Bain CJ, Green AC: Alcohol, wine, and risk of epithelial ovarian cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 13 (2004) 592-599
- (117) Gmel G, Gutjahr E, Rehm J: How stable is the risk curve between alcohol and all-cause mortality and what factors influence the shape? A precision-weighted hierarchical meta-analysis. *Eur J Epidemiol* 18 (2003) 631-642
- (118) Dennis LK: Meta-analysis for combining relative risks of alcohol consumption and prostate cancer. *Prostate* 42 (2000) 56-66

- (119) Dennis LK, Hayes RB: Alcohol and prostate cancer. *Epidemiol Rev* 23 (2001) 110-114
- (120) Platz EA, Leitzmann MF, Rimm EB, Willett WC, Giovannucci E: Alcohol intake, drinking patterns, and risk of prostate cancer in a large prospective cohort study. *Am J Epidemiol* 159 (2004) 444-453
- (121) Bandera EV, Freudenheim JL, Vena JE: Alcohol consumption and lung cancer: a review of the epidemiologic evidence. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 10 (2001) 813-821
- (122) Singletary KW, Gapstur SM: Alcohol and breast cancer: review of epidemiologic and experimental evidence and potential mechanisms. *JAMA* 286 (2001) 2143-2151
- (123) Dorgan JF, Baer DJ, Albert PS, Judd JT, Brown ED, et al.: Serum hormones and the alcohol-breast cancer association in postmenopausal women. *J Natl Cancer Inst* 93 (2001) 710-715
- (124) Singletary KW, Frey RS, Yan W: Effect of ethanol on proliferation and estrogen receptor- α expression in human breast cancer cells. *Cancer Lett* 165 (2001) 131-137
- (125) Stoll BA: Alcohol intake and late-stage promotion of breast cancer. *Eur J Cancer* 35 (1999) 1653-1658
- (126) Wang XD: Retinoids and alcohol-related carcinogenesis. *J Nutr* 133 (2003) 287S-290S
- (127) Handbooks for Cancer Prevention No 6: Weight Control and Physical Activity, IARC Press (2002)
- (128) Calle EE, Rodriguez C, Walker-Thurmond K, Thun MJ: Overweight, obesity, and mortality from cancer in a prospectively studied cohort of U.S. adults. *N Engl J Med* 348 (2003) 1625-1638
- (129) Bergstrom A, Pisani P, Tenet V, Wolk A, Adami HO: Overweight as an avoidable cause of cancer in Europe. *Int J Cancer* 91 (2001) 421-430
- (130) MacInnis RJ, English DR, Hopper JL, Haydon AM, Gertig DM, Giles GG: Body size and composition and colon cancer risk in men. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 13 (2004) 553-559
- (131) van den Brandt PA, Spiegelman D, Yaun SS, Adami HO, Beeson L, et al.: Pooled analysis of prospective cohort studies on height, weight, and breast cancer risk. *Am J Epidemiol* 152 (2000) 514-527
- (132) Lahmann PH, Lissner L, Gullberg B, Olsson H, Berglund G: A prospective study of adiposity and postmenopausal breast cancer risk: the Malmo Diet and Cancer Study. *Int J Cancer* 103 (2003) 246-252
- (133) Lahmann PH, Hoffmann K, Allen N, van Gils CH, et al.: Body size and breast cancer risk: Findings from the European prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC). *Int J Cancer* 111 (2004) 762-771

- (134) Bergstrom A, Hsieh CC, Lindblad P, Lu CM, Cook NR, Wolk A: Obesity and renal cell cancer - a quantitative review. *Br J Cancer* 85 (2001) 984-990
- (135) Berrington de Gonzalez A, Sweetland S, Spencer E: A meta-analysis of obesity and the risk of pancreatic cancer. *Br J Cancer* 89 (2003) 519-523
- (136) Hursting SD, Lavigne JA, Berrigan D, Perkins SN, Barrett JC: Calorie restriction, aging, and cancer prevention: Mechanisms of Action and Applicability to Humans. *Annu Rev Med* 54 (2003) 131-152
- (137) Yamaza H, Chiba T, Higami Y, Shimokawa I: Lifespan extension by caloric restriction: an aspect of energy metabolism. *Microsc Res Tech* 59 (2002) 325-330
- (138) Dirx MJ, van den Brandt PA, Goldbohm RA, Lumey LH: Energy restriction in childhood and adolescence and risk of prostate cancer: results from the Netherlands Cohort Study. *Am J Epidemiol* 154 (2001) 530-537
- (139) Dirx MJ, van den Brandt PA, Goldbohm RA, Lumey LH: Energy restriction early in life and colon carcinoma risk: results of The Netherlands Cohort Study after 7.3 years of follow-up. *Cancer* 97 (2003) 46-55
- (140) Frankel S, Gunnell DJ, Peters TJ, Maynard M, Davey Smith G: Childhood energy intake and adult mortality from cancer: the Boyd Orr Cohort Study. *BMJ* 316 (1998) 499-504
- (141) Gunnell D, Okasha M, Smith GD, Oliver SE, Sandhu J, Holly JM: Height, leg length, and cancer risk: a systematic review. *Epidemiol Rev* 23 (2001) 313-342
- (142) Friedenreich CM: Physical activity and cancer prevention: from observational to intervention research. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 10 (2001) 287-301
- (143) Shimizu N, Nagata C, Shimizu H, Kametani M, Takeyama N, Ohnuma T, Matsushita S: Height, weight, and alcohol consumption in relation to the risk of colorectal cancer in Japan: a prospective study. *Br J Cancer* 88 (2003) 1038-1043
- (144) Jacobs EJ, Connell CJ, McCullough ML, Chao A, Jonas CR, Rodriguez C, Calle EE, Thun MJ: Vitamin C, Vitamin E, and Multivitamin Supplement Use and Stomach Cancer Mortality in the Cancer Prevention Study II Cohort. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 11 (2002) 35-41
- (145) Schouten LJ, Goldbohm RA, van den Brandt PA: Height, weight, weight change, and ovarian cancer risk in the Netherlands cohort study on diet and cancer. *Am J Epidemiol* 157 (2003) 424-433
- (146) Flood A, Velie EM, Chatterjee N, Subar AF, Thompson FE, Lacey JV Jr, Schairer C, Troisi R, Schatzkin A: Fruit and vegetable intakes and the risk of colorectal cancer in the Breast Cancer Detection Demonstration Project follow-up cohort. *Am J Clin Nutr* 75 (2002) 936-943
- (147) Friedenreich CM, Orenstein MR: Physical activity and cancer prevention: etiologic evidence and biological mechanisms. *J Nutr* 132 (2002) 3456S-3464S
- (148) Bianchini F, Kaaks R, Vainio H: Weight control and physical activity in cancer prevention. *Obes Rev* 3 (2002) 5-8

- (149) Sandhu MS, Dunger DB, Giovannucci EL: Insulin, insulin-like growth factor-I (IGF-I), IGF binding proteins, their biologic interactions, and colorectal cancer. *J Natl Cancer Inst* 94 (2002) 972-980
- (150) Barnard RJ, Aronson WJ, Tymchuk CN, Ngo TH: Prostate cancer: another aspect of the insulin-resistance syndrome? *Obes Rev* 3 (2002) 303-308
- (151) Keinan-Boker L, Bueno De Mesquita HB, Kaaks R, van Gils CH, van Noord PA, Rinaldi S, Riboli E, Seidell JC, Grobbee DE, Peeters PH: Circulating levels of insulin-like growth factor I, its binding proteins -1,-2, -3, C-peptide and risk of postmenopausal breast cancer. *Int J Cancer* 106 (2003) 90-95
- (152) Endogenous Hormones and Breast Cancer Collaborative Group: Endogenous sex hormones and breast cancer in postmenopausal women: reanalysis of nine prospective studies. *J Natl Cancer Inst* 94 (2002) 606-616
- (153) Kaaks R, Lukanova A, Kurzer MS: Obesity, endogenous hormones, and endometrial cancer risk: a synthetic review. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 11 (2002) 1531-1543
- (154) Lee IM, Sesso HD, Chen JJ, Paffenbarger RSJ: Does physical activity play a role in the prevention of prostate cancer? *Epidemiol Rev* 23 (2001) 132-137
- (155) Friedenreich CM, Thune I: A review of physical activity and prostate cancer risk. *Cancer Causes Control* 12 (2001) 461-475
- (156) Schroeter KA: Lebensmittelrechtliche Aspekte: Abgrenzungsfragen, Rechtssetzungsbedarf, Werbung (Health Claims). In: Lebensmittelchemische Gesellschaft (Hrsg.): Funktionelle Lebensmittel - Lebensmittel der Zukunft, Behr's Verlag, Hamburg (2001) 114-129
- (157) Tavan E, Cayuela C, Antoine JM, Trugnan G, Chaugier C, Cassand P: Effects of dairy products on heterocyclic aromatic amine-induced rat colon carcinogenesis. *Carcinogenesis* 23 (2002) 477-483
- (158) Reddy BS: Possible mechanisms by which pro- and prebiotics influence colon carcinogenesis and tumor growth. *J Nutr* 129 (1999) 1478S-1482S
- (159) Pool-Zobel B, van Loo J, Rowland I, Roberfroid MB: Experimental evidences on the potential of prebiotic fructans to reduce the risk of colon cancer. *Br J Nutr* 87 Suppl. 2 (2002) S273-S281
- (160) Taper HS, Roberfroid MB: Inulin/oligofructose and anticancer therapy. *Br J Nutr* 87 Suppl. 2 (2002) S283-S286
- (161) Boeing H: Kalzium und Antioxidantien als Supplemente in der Krebsprophylaxe - Statusbericht zu den Interventionsstudien. *Akt Ernähr Med* 26 (2001) 130-136
- (162) Patterson RE, White E, Kristal AR, Neuhouser ML, Potter JD: Vitamin supplements and cancer risk: the epidemiologic evidence. *Cancer Causes Control* 8 (1997) 786-802
- (163) MRC/BHF Heart Protection Study of antioxidant vitamin supplementation in 20,536 high-risk individuals: a randomised placebo-controlled trial. *Lancet* 360 (2002) 23-33

- (164) Vazquez Martinez C, Galan P, Preziosi P, Ribas L, Serra LL, Hercberg S: The SUVIMAX (France) study: the role of antioxidants in the prevention of cancer and cardiovascular disorders. [Artikel in Spanisch] *Rev Esp Salud Publica* 72 (1998) 173-183
- (165) Hercberg S, Preziosi P, Bertrais S, Mennen L, Malvy D, Roussel AM, Favier A, Briançon S: The SU.VI.MAX study: a randomised, placebo-controlled trial of the health effects of antioxidant vitamins and minerals. *Archives of Internal Medicine* (2004) (in press)
- (166) Fairfield KM, Fletcher RH: Vitamins for chronic disease prevention in adults: scientific review. *JAMA* 287 (2002) 3116-3126
- (167) Mensink GB, Ströbel A: Einnahme von Nahrungsergänzungspräparaten und Ernährungsverhalten. *Gesundheitswesen* 61 (1999) S132-S137
- (168) Foote JA, Murphy SP, Wilkens LR, Hankin JH, Henderson BE, Kolonel LN: Factors Associated with Dietary Supplement Use among Healthy Adults of Five Ethnicities: The Multiethnic Cohort Study. *Am J Epidemiol* 157 (2003) 888-897
- (169) The ATBC Cancer Prevention Study Group: The alpha-tocopherol, beta-carotene lung cancer prevention study: design, methods, participant characteristics, and compliance. *Ann Epidemiol* 4 (1994) 1-10
- (170) Mannisto S, Smith-Warner SA, Spiegelman D, Albanes D, Anderson K, et al.: Dietary carotenoids and risk of lung cancer in a pooled analysis of seven cohort studies. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 13 (2004) 40-48
- (171) Sinha R, Caporaso N: Diet, genetic susceptibility and human cancer etiology. *J Nutr* 129 (1999) 556S-559S
- (172) Friso S, Choi SW: Gene-nutrient interactions and DNA methylation. *J Nutr* 132 (2002) 2382S-2387S
- (173) Giovannucci E: Epidemiologic studies of folate and colorectal neoplasia: a review. *J Nutr* 132 (2002) 2350S-2355S
- (174) Heijmans BT, Boer JM, Suchiman HE, Cornelisse CJ, Westendorp RG, Kromhout D, Feskens EJ, Slagboom PE: A common variant of the methylenetetrahydrofolate reductase gene (1p36) is associated with an increased risk of cancer. *Cancer Res* 63 (2003) 1249-1253
- (175) Tucker KL: Eat a variety of healthful foods: old advice with new support. *Nutr Rev* 59 (2001) 156-158
- (176) Jacques PF, Tucker KL: Are dietary patterns useful for understanding the role of diet in chronic disease? *Am J Clin Nutr* 73 (2001) 1-2
- (177) Linseisen J, Schulze MB, Saadatian-Elahi M, Kroke A, Miller AB, Boeing H: Quantity and Quality of Dietary Fat, Carbohydrate, and Fiber Intake in the German EPIC Cohorts. *Ann Nutr Metab* 47 (2003) 37-46

- (178) Hu FB, Rimm EB, Stampfer MJ, Ascherio A, Spiegelman D, Willett WC: Prospective study of major dietary patterns and risk of coronary heart disease in men. *Am J Clin Nutr* 72 (2000) 912-921
- (179) Fung T, Hu FB, Fuchs C, Giovannucci E, Hunter DJ, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC: Major dietary patterns and the risk of colorectal cancer in women. *Arch Intern Med* 163 (2003) 309-314
- (180) Giovannelli L, Saieva C, Masala G, Testa G, Salvini S, Pitozzi V, Riboli E, Dolaro P, Palli D: Nutritional and lifestyle determinants of DNA oxidative damage: a study in a Mediterranean population. *Carcinogenesis* 23 (2002) 1483-1489
- (181) Osler M, Heitmann BL, Gerdes LU, Jorgensen LM, Schroll M: Dietary patterns and mortality in Danish men and women: a prospective observational study. *Br J Nutr* 85 (2001) 219-225
- (182) Sieri S, Krogh V, Pala V, Muti P, Micheli A, Evangelista A, Tagliabue G, Berrino F: Dietary patterns and risk of breast cancer in the ORDET cohort. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 13 (2004) 567-572
- (183) Terry P, Suzuki R, Hu FB, Wolk A: A prospective study of major dietary patterns and the risk of breast cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 10 (2001) 1281-1285
- (184) Terry P, Hu FB, Hansen H, Wolk A: Prospective study of major dietary patterns and colorectal cancer risk in women. *Am J Epidemiol* 154 (2001) 1143-1149
- (185) Terry P, Bergkvist L, Holmberg L, Wolk A: No association between fat and fatty acids intake and risk of colorectal cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 10 (2001) 913-914
- (186) Slattery ML, Boucher KM, Caan BJ, Potter JD, Ma KN: Eating patterns and risk of colon cancer. *Am J Epidemiol* 148 (1998) 4-16
- (187) Chen H, Ward MH, Graubard BI, Heineman EF, Markin RM, Potischman NA, Russell RM, Weisenburger DD, Tucker KL: Dietary patterns and adenocarcinoma of the esophagus and distal stomach. *Am J Clin Nutr* 75 (2002) 137-144
- (188) Handa K, Kreiger N: Diet patterns and the risk of renal cell carcinoma. *Public Health Nutr* 5 (2002) 757-767
- (189) Schulze MB, Hoffmann K, Kroke A, Boeing H: An approach to construct simplified measures of dietary patterns from exploratory factor analysis. *Br J Nutr* 89 (2003) 409-419
- (190) Trichopoulos D, Lagiou P: Dietary patterns and mortality. *Br J Nutr* 85 (2001) 133-134
- (191) Coulston AM: The search continues for a tool to evaluate dietary quality. *Am J Clin Nutr* 74 (2001) 417
- (192) Huijbregts P, Feskens E, Rasanen L, Fidanza F, Nissinen A, Menotti A, Kromhout D: Dietary pattern and 20 year mortality in elderly men in Finland, Italy, and The Netherlands: longitudinal cohort study. *BMJ* 315 (1997) 13-17

- (193) Michels KB, Holmberg L, Bergkvist L, Wolk A: Coffee, tea, and caffeine consumption and breast cancer incidence in a cohort of Swedish women. *Ann Epidemiol* 12 (2002) 21-26
- (194) Basiotis PP, Carlson A, Gerrior SA, Juan WY, Lino M: The Healthy Eating Index: 1999-2000. U.S. Department of Agriculture, Center for Nutrition Policy and Promotion (2002)
- (195) McCullough ML, Feskanich D, Rimm EB, Giovannucci EL, Ascherio A, Variyam JN, Spiegelman D, Stampfer MJ, Willett WC: Adherence to the Dietary Guidelines for Americans and risk of major chronic disease in men. *Am J Clin Nutr* 72 (2000) 1223-1231
- (196) Kant AK, Schatzkin A, Graubard BI, Schairer C: A prospective study of diet quality and mortality in women. *JAMA* 283 (2000) 2109-2115
- (197) Harnack L, Nicodemus K, Jacobs DR Jr, Folsom AR: An evaluation of the Dietary Guidelines for Americans in relation to cancer occurrence. *Am J Clin Nutr* 76 (2002) 889-896
- (198) Hoffmann K, Boeing H, Volatier JL, Becker W: Evaluating the potential health gain of the World Health Organization's recommendation concerning vegetable and fruit consumption. *Public Health Nutr* 6 (2003) 765-772
- (199) van't Veer P, Jansen MC, Klerk M, Kok FJ: Fruits and vegetables in the prevention of cancer and cardiovascular disease. *Public Health Nutr* 3 (2000) 103-107
- (200) Joint WHO/FAO Expert consultation on Diet NatPoCD: Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation, Geneva, 28 January - 1 February 2002. WHO technical report series 916 (2002)
- (201) Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung (Hrsg.): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau/Braus, Frankfurt am Main (2000)

5.11 Anhang zu den Fußnoten

Zu Fußnote 12

Tabelle 5/3: WHO Richtlinien zur gesunderhaltenden Ernährung in der Krebsprävention mit Bezug auf deutsche Ernährungsgewohnheiten (200)

• Mindestens 400 g Obst und Gemüse täglich essen
• Personen, die Fleischwaren verzehren, sollten sich auf einen moderaten Verzehr von z.B. Wurst, Salami und Schinken beschränken
• Der Konsum alkoholischer Getränke ist nicht gefordert. Der Konsum soll auf 20 g Alkohol bzw. 2 alkoholische Getränke pro Tag beschränkt werden (10 g Alkohol sind durchschnittlich enthalten in: 125 ml Wein oder 250 ml Bier oder 2 cl Schnaps)
• Normales Körpergewicht halten ($18,5 \geq \text{BMI} < 25 \text{ [kg]/[m}^2\text{]}$) und eine Gewichtszunahme ($> 5 \text{ kg}$) im Erwachsenenalter vermeiden
• körperliche Aktivität beibehalten (60 min moderate Aktivitäten, wie Wandern, Gehen, an den meisten Tagen in der Woche; anstrengendere Aktivitäten, wie schnelles Wandern, könnten in der Krebsprävention von zusätzlichem Nutzen sein)

Zu Fußnote 13

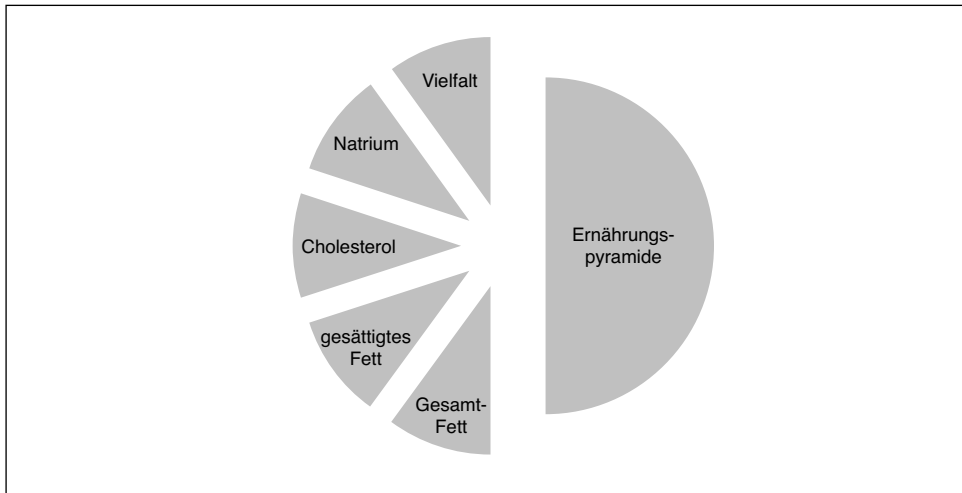
Healthy Eating Index (HEI)

Der HEI wurde von dem United States Department of Agriculture (USDA) entwickelt und soll als Messinstrument für die Qualität der Ernährung dienen. Verglichen wird dabei, in wie weit die Verzehrsgewohnheiten mit den empfohlenen Richtlinien zur gesunderhaltenden Ernährung des USDA übereinstimmen. Der HEI misst die Compliance mit spezifischen Ernährungsempfehlungen.

Der Index kann Werte zwischen 0 und 100 annehmen. Es existieren 10 Nahrungskomponenten (s. Abb. 5/2), die ihrerseits – je nach Erreichen der Empfehlung – mit einer Zahl zwischen 0 und 10 bewertet werden und in ihrer Summe den Gesamt-Index ergeben. Je höher der Index-Wert, desto besser erreicht die Ernährung die *Dietary Guidelines for Americans* und die *Food Guide Pyramid*. Aus diesen beiden Instrumenten fließen jeweils 5 Komponenten in die Bewertung ein (s. Abb. 5/2: die Komponenten 1 bis 5 aus der Ernährungspyramide – vgl. auch Tab. 5/5 „*Food Guide Pyramid*“ – und die Komponenten 6 bis 10 – vgl. auch Tab. 5/4 „*Dietary Guidelines for Americans*“).

Der HEI wurde erstmalig in den Jahren 1989 und 1990 an einer repräsentativen Stichprobe von insgesamt 7 463 Personen des *Continuing Survey of Food Intake by Individuals* eingesetzt und bisher in amerikanischen Studien verwendet.

Abbildung 5/2: 10 Komponenten des HEI



Komponente 1 - 5: Ernährungspyramide

misst die Übereinstimmung der Ernährung mit den USDA-Empfehlungen zu Getreide, Obst u. Gemüse, Milch, Fleisch (s. Tab. 5/5: *Food Guide Pyramid*)

Komponente 6: Gesamt-Fett

misst die Gesamt-Fettaufnahme als prozentualen Anteil der Gesamt-Energieaufnahme (s. Tab. 5/4)

Komponente 7: gesättigtes Fett

misst die Gesamtaufnahme an gesättigten Fettsäuren als prozentualen Anteil der Gesamt-Energieaufnahme (s. Tab. 5/4)

Komponente 8: Cholesterol

misst die Gesamt-Cholesterolaufnahme (s. Tab. 5/4)

Komponente 9: Natrium

misst die Gesamt-Natriumaufnahme (s. Tab. 5/4)

Komponente 10: Vielfalt

misst die Vielfalt der Ernährung in drei Tagen (s. Tab. 5/4)

Zu Fußnote 14

Tabelle 5/4: „Dietary Guidelines for Americans“

• Essen Sie eine Vielzahl von unterschiedlichen Lebensmitteln
• Kontrollieren Sie Ihre Nahrungsaufnahme mit körperlicher Aktivität – achten Sie darauf Ihr Gewicht zu halten/ zu verbessern
• Essen Sie reichlich Getreideprodukte, Gemüse und Obst
• Achten Sie bei Ihrer Lebensmittelauswahl auf einen geringen Fett- und Cholesterolgehalt und eine geringe Aufnahme von gesättigten Fettsäuren
• Achten Sie bei Ihrer Lebensmittelauswahl auf einen moderaten Zuckergehalt
• Achten Sie bei Ihrer Lebensmittelauswahl auf einen moderaten Salzkonsum bzw. eine moderate Natriumaufnahme
• Falls Sie alkoholische Getränke trinken, achten Sie auf einen moderaten Konsum

The United States Department of Agriculture (USDA), 1995

Zu Fußnote 15

Tabelle 5/5: USDA Ernährungspyramide vs. „Gesund Essen Pyramide“

USDA Food Guide Pyramid*	Healthy Eating Pyramid**
Brot, Getreide, Reis und Pasta: 6 – 11 Portionen täglich	Vollkorngetreideprodukte zu den meisten Mahlzeiten
	Pflanzenöle bilden gleichwertig mit Vollkornprodukten die Basis der Pyramide
Gemüse: 3 – 5 Portionen täglich, Obst: 2 – 3 Portionen täglich	Gemüse: im Überfluss, Obst: 2 – 3 Portionen täglich
Fleisch, Geflügel, Fisch, getrocknete Bohnen, Eier und Nüsse: 2 – 3 Portionen täglich	Fisch, Geflügel und Eier: 0 – 2 Portionen täglich
	Nüsse und Hülsenfrüchte: 1 – 3 Portionen täglich
Milch, Joghurt und Käse: 2 – 3 Portionen täglich	fettarme Milchprodukte oder Calciumsupplemente: 1 – 2 mal täglich
Fette, Öle und Süßigkeiten sparsam essen	rotes Fleisch und Butter: sparsam essen
	weißer Reis, Weißbrot, Kartoffeln, Pasta und Süßigkeiten: sparsam essen
	täglich ein Multivitamin - Multimineralstoffsupplement
	Alkohol in Maßen: Männer 1 – 2 alkoholische Getränke täglich, Frauen 1 alkoholisches Getränk pro Tag

* zusammen herausgegeben mit dem US Department of Health and Human Services

** entwickelt von der Harvard School of Public Health

Alternate Healthy Eating Index (AHEI)

Während der HEI die Übereinstimmung der US-amerikanischen Verzehrsgewohnheiten mit den Ernährungsempfehlungen der USDA misst (Abb. 5/2), dient der AHEI als Messinstrument für das Erreichen der *Healthy Eating Pyramid* (Tab. 5/5). Auch der AHEI basiert auf einem Punktwertesystem mit Werten zwischen 0 und 100 je nach Übereinstimmung mit den Empfehlungen der *Healthy Eating Pyramid*.

Zu Fußnote 16

Recommended Foods Score (RFS)

Der RFS basiert auf einem Ernährungsfragebogen mit 23 als „besonders gesund“ bewerteten Lebensmitteln und misst deren Verzehr innerhalb einer Woche: je höher der sich daraus ergebende Wert ist, desto mehr ernährungsphysiologisch ausgewogene Lebensmittel wurden gegessen.

Die Liste umfasst folgende 23 Lebensmittel bzw. Lebensmittelgruppen:

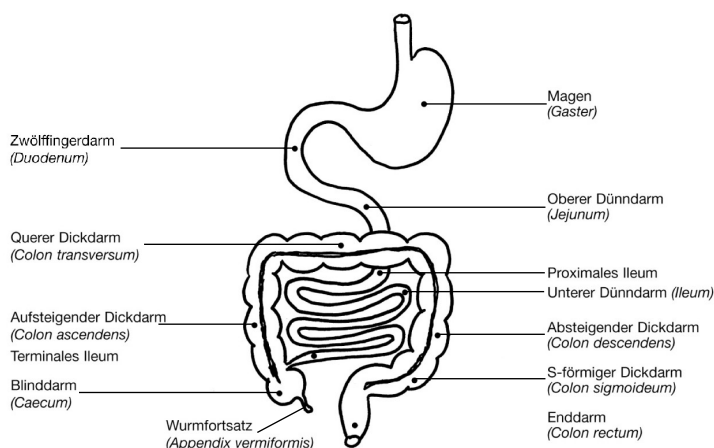
Äpfel oder Birnen; Orangen; Melone; Grapefruit; Orangen- oder Grapefruitsaft, andere Fruchtsäfte; getrocknete Bohnen; Tomaten; Brokkoli; Spinat; Senf, Rüben oder Kohl; Karotten oder gemischtes Gemüse mit Karotten; grüner Salat; Süßkartoffeln oder Yamswurzeln; sonstige Kartoffeln; gebackenes oder geschmortes Hähnchen oder Truthahn; gebackener oder gekochter Fisch; dunkles Brot wie Vollkorn- oder Roggenbrot oder Pumpernickel; Maisbrot, Tortillas oder Gries; ballaststoffreiches Getreide wie Kleie, Müsli oder Weizenflocken; gekochtes Getreide; Milch mit 2 % Fettgehalt oder Getränke mit Milch; Milch mit 1 % Fettgehalt

6 Beeinflussung der Darmflora durch Ernährung¹

6.1 Einleitung

Der Darmflora kommt für die Gesunderhaltung des Menschen eine wichtige Rolle zu. Bereits im Ernährungsbericht 2000 wurden Einflüsse der Ernährung auf die Darmflora beschrieben und Zusammenhänge zwischen Darmflora und Kolonkarzinom sowie Darmflora und Darm-assoziiertem Immunsystem aufgezeigt. In dem folgenden Beitrag werden weitere Zusammenhänge beschrieben und die Ergebnisse neuerer Studien vorgestellt. Wo es der Verständlichkeit halber notwendig ist, wird auf bereits im Ernährungsbericht 2000 dargestellte Zusammenhänge zurückgegriffen.

Abbildung 6/1: Schematischer Aufbau des menschlichen Darms



6.2 Zusammensetzung der Darmflora

Mit der Geburt beginnt die mikrobielle Besiedlung des bis dahin sterilen Darms. Während sich bei gestillten Säuglingen auf Grund der in der Frauenmilch enthaltenen bifidogenen Faktoren (Lactulose, Oligosaccharide, Glycoproteine etc.) eine überwiegend aus Bifidobakterien bestehende Flora einstellt, bildet sich bei Säuglingen, die auf Kuhmilch-basis ernährt werden, eine Mischflora aus Bifidobakterien, *Bacteroides*, Enterobakterien und Streptokokken. Die aus Bifidobakterien bestehende Flora der gestillten Säuglinge führt zu einer starken Absenkung des pH-Werts des Darminhalts und stellt damit einen wichtigen Schutz vor Infektionen dar. Dieses ist bei Säuglingen wichtig, da die Säurebarriere des Magens noch unvollständig ausgeprägt ist. Mit der Umstellung der Ernährung von Frauenmilch auf Kuhmilch basierte Produkte, Brei und feste Nahrung gleichen sich die Unterschiede in der Zusammensetzung der Darmflora gestillter und nicht gestillter Kleinkinder aus. Während des 1. Lebensjahres stabilisiert sich die Darmflora und erreicht allmählich die Zusammensetzung der Erwachsenenflora (1, 2). Eine typische Erwachsenenflora gibt es nicht. Wohl ist allen Erwachsenen gemeinsam, dass bestimmte dominierende

¹ Betreuer: Schrezenmeir, Jürgen; Heller, Knut J.; de Vrese, Michael

Bakteriengattungen immer nachweisbar sind. Unterhalb der Gattungsebene, auf der Ebene der Spezies oder gar der Stämme, bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Darmfloren unterschiedlicher Individuen. Darüber hinaus scheinen auch bezüglich der Fluktuation der Spezies und Stämme individuelle Unterschiede zu bestehen: während - wie für Bifidobakterien nachgewiesen - in einem Individuum im Verlauf eines Jahres immer der gleiche Ribotyp² dominierte, war in einem anderen Individuum eine starke Fluktuation unterschiedlicher Ribotypen ohne Dominanz eines Typs zu beobachten (3).

Bei Erwachsenen dominieren allgemein folgende Bakteriengattungen: *Acidaminococcus*, *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Coprococcus*, *Enterobacter*, *Enterococcus*, *Escherichia*, *Eubacterium*, *Fusobacterium*, *Klebsiella*, *Lactobacillus*, *Megamonas*, *Megasphaera*, *Peptostreptococcus*, *Proteus*, *Ruminococcus*, *Veillonella* (4). Bakterien der Gattung *Bacteroides* stellen ca. 30 % und solche der Gattung *Bifidobacterium* ca. 10 % der Gesamtkeimzahl dar. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die mikrobielle Flora in den verschiedenen Abschnitten des Magen-Darm-Trakts signifikant unterscheidet: die mit Abstand größte Zahl - mehr als 99 % aller im Verdauungstrakt nachweisbaren Mikroorganismen - befindet sich im Dickdarm (Kolon; s. Abb. 6/1). In den oberen Abschnitten des Verdauungstrakts (Magen und Zwölffingerdarm) lassen sich nur geringe Zahlen an Mikroorganismen nachweisen (ca. 10^1 - 10^4 Keime/ml, überwiegend Laktobazillen, Streptokokken und Hefen). Vom Jejunum (oberen Dünndarm) bis zum distalen Ileum nimmt die Zahl an Mikroorganismen sukzessive von ca. 10^4 bis zu 10^8 pro ml zu, wobei neben Laktobazillen und Streptokokken dann auch Enterobakterien zu finden sind. Im Dickdarm schließlich steigt die Zahl auf 10^{10} bis 10^{12} Mikroorganismen pro Gramm Darminhalt und zeigt die o. a. Vielfalt in der Zusammensetzung (5, 6). Für die unterschiedlich dichte Besiedlung der verschiedenen Abschnitte des Verdauungstrakts kommen mehrere Faktoren in Frage: die niedrigen pH-Werte des Magens und des Zwölffingerdarms wirken bakteriostatisch bis bakterizid, die durch die hohe peristaltische Aktivität in Jejunum und den oberen Abschnitten des Ileums erhöhte Passagegeschwindigkeit sowie der in diesen Darmabschnitten immer noch relativ hohe Sauerstoffgehalt wirken der Etablierung hoher Keimzahlen insbesondere anaerober Bakterien entgegen. Demgegenüber fördern die niedrige peristaltische Aktivität und der geringe Sauerstoffpartialdruck im terminalen Ileum und insbesondere im Dickdarm das Entstehen hoher Keimzahlen.

Die Gesamtzahl der Mikroorganismen im Intestinaltrakt des Menschen wird auf bis zu 10^{14} geschätzt und soll aus 400 bis 500 verschiedenen Arten bestehen (7). Diese Zahlen basieren auf dem Nachweis anaerob wachsender Kulturen. Inzwischen weiß man jedoch, dass längst nicht alle Bakterien der Darmflora durch Kultivierungsmethoden erfasst werden können. Durch Anwendung moderner molekularbiologischer Verfahren (8, 9), insbesondere der Sequenzierung klonierter 16S rDNA Sequenzen (10), konnte gezeigt werden, dass etwa 75 % der erhaltenen Sequenzen keiner bekannten Bakterienspezies zuzuordnen waren. Während auf der einen Seite durch diese Verfahren bestätigt wurde, dass z.B. *Bacteroides thetaiotaomicron*, *Fusobacterium prausnitzii* und *Eubacterium rectale* zu den dominierenden Vertretern der Darmflora gehören, konnte eine dominierende Rolle insbesondere der Bifidobakterien nicht nachgewiesen werden: der Anteil der Bifidobakterien an der Gesamtkeimzahl in den Fäzes schwankte zwischen 3 % (8) und weniger als 1 % (10). Es bleibt abzuwarten, ob der geringe Nachweis von Bifidobakterien auf methodische Unzulänglichkeiten zurückzuführen ist.

² Ribotypisierung = Taxonomische Einordnung von Bakterien und anderen Lebewesen an Hand des spezifischen Aufbaus der aus Ribosomen isolierten sog. 16S Ribonukleinsäure (16S RNA). Ribosomen sind kleine, Ribonukleinsäure-reiche Partikel in allen Zellen, an denen die Eiweißsynthese stattfindet.

6.3 Einfluss der Ernährung auf die Darmflora

Eine etablierte Darmflora ist unter konstanten Lebensbedingungen, trotz der oben geschilderten Variabilität, relativ resistent gegen die Etablierung neuer, insbesondere pathogener Mikroorganismen (11). Diese „Kolonisierungsresistenz“ ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig: neben den bereits oben genannten Faktoren Peristaltik, pH-Wert und Sauerstoffgehalt sind Immunmechanismen, Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Bakterien, sowie Substratangebot bzw. Konkurrenz um die in der Nahrung enthaltenen Substrate verantwortlich.

6.3.1 Verdauliche und unverdauliche Lebensmittelinhaltsstoffe

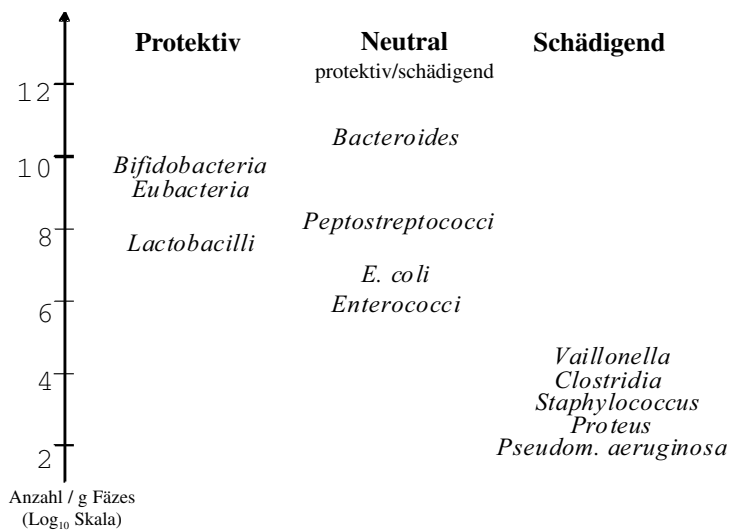
Die Verfügbarkeit von Substraten der Nahrung steht in engem Zusammenhang mit der Verdaubarkeit der verschiedenen Inhaltsstoffe. Die Verdauung der Nahrung beginnt mit der mechanischen Zerkleinerung der Nahrung im Mund und setzt sich fort mit dem weiteren Abbau durch die im Speichel und in den Verdauungssäften von Magen, Duodenum und Jejunum enthaltenen Enzyme. Verdauliche Lebensmittelinhaltsstoffe stehen den Organismen der Darmflora nur in soweit zur Verfügung, als sie nicht bereits in den oberen Abschnitten des Verdauungstrakts aufgeschlossen und absorbiert worden sind. Für die Entwicklung der Mikroorganismen der Dickdarmflora sind daher die unverdaulichen Nahrungsbestandteile, die Ballaststoffe, von entscheidender Bedeutung (12, 13).

Ballaststoffe, die vor allem das Wachstum von Bakterien mit gesundheitsfördernden, protektiven Eigenschaften (s. Abb. 6/2) fördern sollen, werden als Präbiotika bezeichnet. Die bekanntesten und am besten untersuchten sind Inulin und Oligofruktose (14, 15).

6.3.2 Lebende Mikroorganismen

Die Tatsache, dass Bifidobakterien bei mit Frauenmilch ernährten Säuglingen die absolut dominierende Gattung der Darmflora darstellen, unterstreicht die Bedeutung, die Ernährung auf die Zusammensetzung der Darmflora ausüben kann (2). Bifidobakterien werden ebenso wie andere Milchsäurebakterien - insbesondere Laktobazillen - den Mikroorganismen zugerechnet, die protektive Wirkungen auf den Wirtsorganismus ausüben sollen (s. Tab. 6/1).

Abbildung 6/2: Einteilung der Darmflora in 3 Gruppen nach ihrer gesundheitlichen Bedeutung (modifiziert nach [1])



Stämme von Bifidobakterien und Laktobazillen, für die solche protektiven, gesundheitsfördernden Wirkungen nachgewiesen sind, werden als Probiotika bezeichnet (16, 17, 18). Zur Zeit werden in Lebensmitteln Stämme der in Tabelle 6/1 aufgeführten Spezies der Bifidobakterien und Laktobazillen eingesetzt. Für diese Bakterienstämme muss neben der gesundheitlichen Wirkung nachgewiesen werden, dass sie die Magen-/Dünndarmpassage überstehen und in aktiver Form in signifikanten Zahlen im Dickdarm nachweisbar sind. Ein solcher Nachweis ist praktisch nur mit Hilfe molekularbiologischer Methoden möglich (19, 20). Zumindest für einen *Lactobacillus* Stamm (*L. rhamnosus* DR20) konnte dieser Nachweis eindeutig bei 10 gesunden Probanden geführt werden (21). Diese Ergebnisse bestätigen frühere Publikationen, in denen während der Verabreichungsphase eines Probiotikums ein Anstieg der betreffenden Bakterienspezies in Fäzes beschrieben wurde (22, 23, 24).

Tabelle 6/1: Bakterienspezies, von denen Stämme als Probiotika in Lebensmitteln eingesetzt werden (modifiziert nach [5])

Lactobacillus Spezies	Bifidobacterium Spezies
L. acidophilus	B. adolescentis
L. casei	B. animalis
L. gasseri	B. bifidum
L. johnsonii	B. breve
L. paracasei	B. longum
L. plantarum	
L. reuteri	
L. rhamnosus	

Die Frage, ob durch die Anwesenheit eines neuen Bakterienstamms in der Darmflora der Anteil anderer Bakterien an der Gesamtfloora beeinflusst wird, ist bisher nicht eindeutig zu beantworten. Keinesfalls kommt es, wie auf Grund der Kolonisationsresistenz auch zu erwarten ist, zu drastischen Veränderungen in der Zusammensetzung der dominanten Flora. Der Anteil subdominanter Bakteriengattungen an der Gesamtfloora kann sich jedoch durchaus ändern (21). Völlig unbekannt ist, ob sich z.B. das Stammspektrum einer dominanten Gattung unter Probiotikazufuhr verschieben kann. Es muss an dieser Stelle auch darauf hingewiesen werden, dass die ständige Zufuhr relativ hoher Zahlen von Starterbakterien mit fermentierten Lebensmitteln durchaus zum vorübergehenden Nachweis dieser Bakterien in der Dickdarmflora führen kann (25).

6.4 Stoffwechsel der Darmflora

Auf Grund der hohen Zelldichte und -zahl der Dickdarmflora, erreicht diese eine metabolische Kapazität, die der der Leber vergleichbar ist (26). Als Substrate stehen an erster Stelle nicht-verdauliche Kohlenhydrate und danach nicht-verdauliches Protein aus der Nahrung bzw. endogene, intestinal sekretierte Enzyme zur Verfügung. Darüber hinaus findet ein reger Stoffaustausch zwischen den verschiedenen Bakterien der Darmflora statt: ausgeschiedene Stoffwechselendprodukte der einen Bakteriengruppe dienen der anderen als Substrate. Die nicht weiter verwertbaren Produkte werden entweder mit dem Stuhl ausgeschieden oder über die Darmschleimhaut in den Wirtsorganismus aufgenommen und dann entweder weiter verwertet oder aber über verschiedene Wege ausgeschieden (z. B. Ausatmung von Wasserstoff [H₂] über die Lunge).

6.4.1 Abbau und Stoffwechsel von Nährstoffen

6.4.1.1 Kohlenhydrate

Kohlenhydrate, meist in der Form nicht verdaulicher, wasserlöslicher Polysaccharide, werden zunächst durch extrazelluläre Enzyme zu Oligo- und weiter zu Monosacchariden abgebaut und danach weiter verstoffwechselt. Dabei werden neben den kurzkettigen Fettsäuren Acetat, Propionat und n-Butyrat Wasserstoff, Kohlendioxid und Methan gebildet (27). Da diese durch die Darmbakterien nicht weiter abgebaut werden können, führen sie zu einem Abfall des pH-Werts im Dickdarm lumen bzw. sie stehen nach Aufnahme in den menschlichen Organismus diesem zur Verfügung. Die gesundheitliche Wirkung der Präbiotika wird einerseits auf diese beiden Effekte zurückgeführt (28, 29), andererseits scheint aber die selektive Förderung des Wachstums insbesondere der Bifidobakterien zu Lasten anderer Bakterien für die über den Ballaststoffeffekt (s. 6.5.2.1) hinausgehende Wirkung verantwortlich zu sein (14, 28). In diesem Zusammenhang ist eine von Szilagy (30) geäußerte Theorie von Interesse, in der das präbiotische Potential von Lactose diskutiert wird, da es sich global gesehen bei Lactose um ein - zumindest für Erwachsene - unverdauliches Disaccharid handelt.

6.4.1.2 Proteine

Durch den bakteriellen Proteinabbau entstehen als Stoffwechselprodukte Ammoniak, Kohlendioxid, organische Säuren, Amine, Phenole, Indole, Wasserstoff, Methan und Schwefelwasserstoff. Problematisch bei sehr proteinreicher Ernährung ist insbesondere die starke Bildung von Ammoniak, welches einerseits als Zellgift wirkt, und andererseits durch Erhöhung des pH-Werts im Dickdarm der erwünschten pH-senkenden Wirkung durch kurzkettige Fettsäuren entgegenwirkt.

6.4.1.3 Fett

Da die Fettverdauung des gesunden Menschen nahezu vollständig ist, stehen den Bakterien im Dickdarm nur geringe Mengen an Fett zur Verfügung. Besonders im Vergleich zu den Kohlenhydraten kommt dem Fettstoffwechsel der Bakterien nur eine untergeordnete Rolle zu.

6.4.2 Stoffwechsel von Fermentationsendprodukten

Nicht alle von Bakterien der Darmflora ausgeschiedenen Stoffwechselendprodukte stellen tatsächlich auch Stoffwechselendprodukte der Darmflora dar. Einige, wie Ethanol, Succinat, Lactat und Pyruvat, sowie Wasserstoff und Schwefelwasserstoff, können von anderen Bakterien aufgenommen und weiter verstoffwechselt werden. Dabei entstehen aus den genannten Kohlenstoffverbindungen vor allem kurzkettige Fettsäuren. Für die Etablierung probiotischer Bakterien im Darm ist diese Verstoffwechselung ohne Bedeutung, da Probiotika lediglich als Lieferanten insbesondere von Lactat in Erscheinung treten. Allerdings können Probiotika - wie selbstverständlich auch andere Bakterien - von den extrazellulären Enzymaktivitäten verschiedener Bakterien profitieren, da durch diese Enzyme unzugängliche Substrate aufgeschlossen und damit verfügbar gemacht werden.

6.4.3 Bildung antibakterieller Stoffe

Viele Bakterien sind in der Lage Substanzen zu bilden, die antibakteriell wirken. Die wohl bekanntesten sind Bakteriozine - Peptide oder Proteine - die aus den Bakterien ausgeschleust werden, sich vorwiegend in die Zellmembran empfindlicher Bakterien einlagern, diese durchlässig machen und dadurch das Bakterium abtöten (31, 32). Die Eigenschaft zur Bakteriozinbildung wurde und wird durchaus als ein Kriterium zur Selektion probiotischer Bakterien angesehen (33). Eine Wirkung der Bakteriozine im Darm konnte bisher aber nicht eindeutig nachgewiesen werden.

Neben den Bakteriozinen kommen als antibakteriell wirkende, von Bakterien gebildete Substanzen Wasserstoffperoxid, Benzoesäure, biogene Amine, Essigsäure und Milchsäure in Frage (34). Im Darm dürften lediglich die beiden letzteren von Bedeutung sein, insbesondere aber die Milchsäure auf Grund ihrer den pH-Wert senkenden Wirkung.

6.4.4 Bakterielle Enzyme

Die vielfältigen Stoffwechselaktivitäten der Bakterien sind auf eine entsprechend vielfältige Ausstattung mit Enzymen zurückzuführen. Einige dieser Enzyme sind in der Lage, Reaktionen zu katalysieren, die zu toxischen oder kanzerogenen Substanzen führen (35). Durch β -Glucuronidase werden Glucuronide der Galle in unglucuronidierte Verbindungen umgewandelt. β -Glucosidase setzt Pflanzen-Glycoside zu Aglyconen um. Azoreductase reduziert Azofarbstoffe zu aromatischen Aminen, und Nitroreductase schließlich reduziert Nitroverbindungen zu aromatischen Aminen.

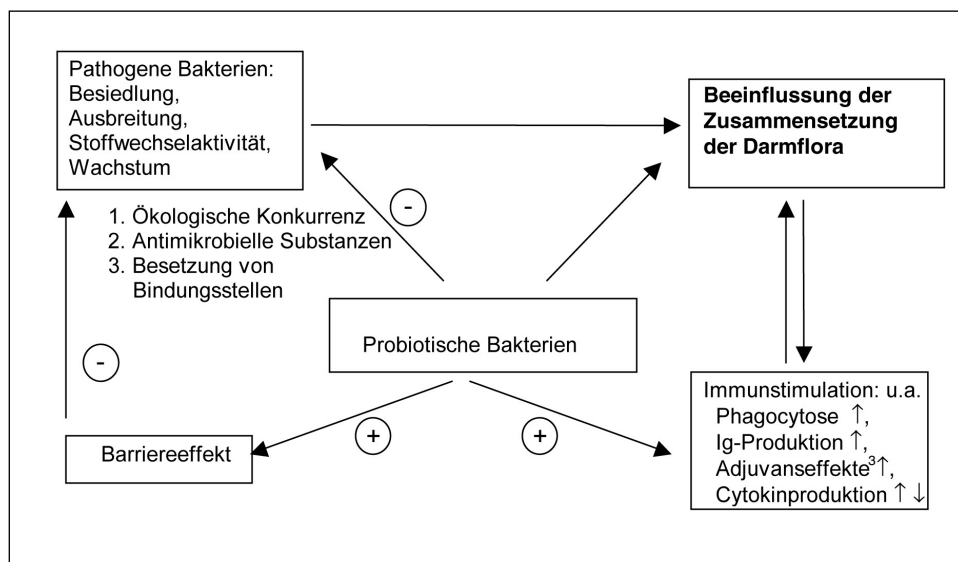
Während insbesondere Vertreter der Gattungen *Bacteroides* und *Clostridium* hohe Aktivitäten dieser unerwünschten Enzyme aufweisen, scheinen Bifidobakterien und Laktobazillen überwiegend nur geringe Aktivitäten der betreffenden Enzyme aufzuweisen (35, 36). Der Einsatz von Prä- u./o. Probiotika scheint unter bestimmten Voraussetzung zu einer Verringerung der Aktivität eines oder mehrerer der unerwünschten Enzyme zu führen (37, 38, 39, 40, 41).

6.5 Gesundheitliche Effekte von Pro- und Präbiotika

6.5.1 Probiotika

Die meisten Gesundheitseffekte, die probiotischen Bakterien zugeschrieben werden, stehen direkt oder indirekt mit dem Magen-Darm-System in Beziehung. Zum einen sind die meisten Wirkmechanismen, die probiotischen Effekten zu Grunde liegen, mit der Zusammensetzung der Darmflora verknüpft und umgekehrt (Abb. 6/3).

Abbildung 6/3: Wechselwirkungen zwischen zugeführten Bakterien, der Darmflora und der Körperabwehr



³ Adjuvanseffekt: Verstärkung einer Impfwirkung, u.a. durch mitverabreichte Bakterien

Zum anderen werden probiotische Mikroorganismen - ob in Lebensmitteln oder therapeutisch eingesetzt - fast ausnahmslos oral zugeführt, obwohl kürzlich an Mäusen demonstriert wurde, dass die Schleimhäute im Bereich der Atemwege ebenfalls als Eingangspforten für probiotische Mikroorganismen geeignet zu sein scheinen (42). In wenigen Ausnahmefällen wurden die Mikroorganismen auch direkt appliziert, etwa in Experimenten mit Mäusen, denen zur Zerstörung eines Tumors Milchsäurebakterien in die Geschwulst injiziert wurden (43). Auch bei Vaginitis und in Versuchen, die Zahn- und Mundflora weniger kariogen zu machen, wurden probiotische Bakterien lokal appliziert (s. 6.5.1.2.2).

Zahlreiche probiotische Bakterienstämme können die Kolonisierung des Darms durch pathogene Mikroorganismen und deren Ausbreitung (Translokation) durch die Darmwand in die Blutbahn und in andere Organe hemmen. Diesen Effekten liegen allgemeine Wirkmechanismen zu Grunde wie Konkurrenz um Bindungsstellen an der Darmwand, Nährstoffkonkurrenz, Produktion antimikrobieller Substanzen (H^+ , Wasserstoffperoxid [H_2O_2], Milch- und andere organische Säuren, Bakteriozine), Stimulation der Immunabwehr des Körpers, naturgemäß vor allem des darmassoziierten Immunsystems (44, 45) und die Stabilisierung der Darmwand gegen den Durchtritt von (pathogenen) Mikroorganismen (Barriereeffekt) (46, 47, 48, 49). Auch andere, nicht-immunologische Mechanismen können beeinflusst werden wie Stärkung der tight junctions⁴ des Darmepithels, verstärkte Schleimbildung (50), Erhöhung der Darmmotilität, Freisetzung darmprotektiver Stoffwechselprodukte (Arginin, Glutamin, kurzkettige Fettsäuren oder konjugierte Linolensäuren [51]) und die Absorption u./o. Metabolisierung potenziell gesundheitsschädlicher Stoffe im Darm (52, 53, 54).

Dementsprechend lassen sich die in den folgenden Abschnitten vorgestellten positiven Wirkungen probiotischer Mikroorganismen auf den Gastrointestinaltrakt (55, 56) nur in wenigen Fällen auf eine einzige Ursache zurückführen.

6.5.1.1 Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts und gastrointestinale Beschwerden

6.5.1.1.1 Viren-induzierte Durchfälle

Durch Rotaviren induzierte Durchfälle stellen vor allem für hospitalisierte Kleinkinder noch immer ein ernstes Problem dar. Daher gehört ihre Prävention durch Probiotika mit immunstimulierenden Eigenschaften oder die Linderung und Verkürzung akuter Infektionen zu den am längsten untersuchten probiotischen Effekten. Günstige Wirkungen wie geringere Infektionshäufigkeit, Verkürzung der Durchfalldauer um 1 bis 1,5 Tage, verringerte Ausscheidung von Rotaviren oder eine Steigerung der Produktion spezifischer Antikörper sind für eine Reihe probiotischer Stämme (*L. rhamnosus* GG, *L. casei* Shirota, *L. reuteri*, *B. animalis* Bb12) beschrieben worden (57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66). In zwei Untersuchungen an Säuglingen und kleinen Kindern war *L. rhamnosus* GG bei nosokomialen Rotavirusinfektionen⁵ (67) und bei schweren dehydratisierenden Durchfällen (68) ineffektiv.

⁴ tight junctions: Berührungsflächen zwischen den Zellen eines Epithels, durch den ein Stoffdurchtritt durch das Epithel möglich ist

⁵ nosokomiale Infektion: im Krankenhaus erworbene Infektion

6.5.1.1.2 Reisedurchfälle

Je nach Zusammensetzung der Reisegruppe, dem Reiseziel und der Art der vorherrschenden lokalen Mikroflora, den eingesetzten probiotischen Bakterienstämmen, der verabreichten Menge und der Art der Verabreichung (vor oder während der Reise, als Tablette oder fermentiertes Milchprodukt) ließen sich in einigen Studien Dauer u./o. Häufigkeit von Reisediarrhöen verkürzen bzw. reduzieren (69, 70, 71), während in anderen Untersuchungen kein Effekt beobachtet wurde (72). Neue Erkenntnisse oder eindeutige Ergebnisse liegen nicht vor.

6.5.1.1.3 Antibiotika- und *Clostridium difficile*-induzierte Durchfälle

Bei Durchfällen, die auf eine durch Antibiotikagabe verursachte massive Störung der Darmflora zurückgehen, sind ebenfalls verschiedene Stämme probiotischer Bakterien teils erfolgreich (73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82), teils ohne Erfolg (83) eingesetzt worden. Bei Infektionen durch *Clostridium difficile* ließ sich die Rückfallrate nach erfolgreicher Antibiotika-Therapie durch Probiotika senken (84).

6.5.1.1.4 Durchfälle in Begleitung von Immundefizienz

Als Folge von Bestrahlung oder einer Chemotherapie kommt es häufig zu massiven Störungen des Immunsystems und der Intestinalflora, zu Durchfällen und zu einer starken Vermehrung von Schimmelpilzen (*Candida albicans*) im Gastrointestinaltrakt und in anderen Organen. Beide Nebenwirkungen ließen sich durch Verabreichung von probiotischen Bakterien wie *Bifidobacterium longum* BB536 (in Form von „Bifidusmilch“) an Leukämiepatienten während einer Chemotherapie verringern (85). Durch Bestrahlung induzierte Durchfälle ließen sich durch Einnahme (Kapseln) einer probiotischen Mehrstammkultur reduzieren (86).

Bei HIV-Kranken wurden gesundheitsfördernde Effekte durch regelmäßigen Probiotika-verzehr bislang nicht untersucht; lediglich die Verträglichkeit probiotischer Produkte für diesen Personenkreis wurde festgestellt (87).

6.5.1.1.5 Durchfälle bei Lactoseintoleranz

Blähungen, Winde, Unterleibsschmerzen und Durchfälle, die bei lactoseintoleranten Personen nach Verzehr von Milchzucker auftreten können, lassen sich häufig lindern oder ganz verhindern, wenn fermentierte Milchprodukte verzehrt werden. Allerdings wird dieser Effekt nicht als probiotisch angesehen, da er nicht vom Überleben der verzehrten Milchsäurebakterien im Dünndarm abhängt (88) und mit Joghurt noch ausgeprägter ist (89, 90). Diese Beschwerden treten aber nur bei rund der Hälfte der Lactosemalabsorber auf. Daher wird untersucht, ob diese Unterschiede in der Empfindlichkeit mit der Zusammensetzung der Darmflora zu tun haben können (91), und ob sich Lactoseintoleranz-Symptome vielleicht durch den Verzehr von probiotischen Bakterien verringern oder ganz verhindern ließen.

6.5.1.1.6 Entzündliche Erkrankungen und Reizungen des Magen-Darm-Trakts

Für zahlreiche probiotische Bakterienstämme sind mehrere probiotische Effekte gleichzeitig beschrieben: antibakterielle Wirkung, Immunstimulation, Stabilisierung der Darmwand, Beeinflussung der intestinalen Mikroflora. Daher wurde in den letzten Jahren in zahlreichen klinischen Studien ihr Einsatz bei Erkrankungen erprobt, bei denen diese Wirkungen positive Effekte erwarten ließen wie: chronisch-entzündliche Magen-Darm-Erkrankungen (ulcerative Colitis⁶, Morbus Crohn⁶, nekrotisierende Enterocolitis⁷ des Säuglings, Geschwüre des Magens und des Zwölffingerdarms) oder chronische Reizung des Darms (irritables Colon) (92). Neben einer genetischen Disposition und (z.B. beim irritablem Colon) psychosomatischen Faktoren scheinen auch Störungen der normalen Darmflora an der Pathogenese beteiligt zu sein. An der Entwicklung von Geschwüren des Magens und Duodenums ist häufig das säureresistente Magenbakterium *Helicobacter pylori* beteiligt, bei nekrotisierender Enterocolitis scheint eine Besiedlung des Darms mit Stämmen von *Clostridium*, *Klebsiella*, *Enterobacter* oder *Escherichia coli* eine Rolle zu spielen. Jedoch sind die genaueren Ursachen und Mechanismen noch weitgehend unbekannt.

Tierexperimentelle Arbeiten gaben Hinweise auf einen möglichen Einsatz von Laktobazillen, Bifidobakterien oder *Lactococcus lactis* zur Colitis-Prävention und -Behandlung (93, 94, 95, 96, 97). Bei *ob/ob*-Mäusen mit alkohol- und nicht-alkoholbedingter Fettleber, bakterieller Überwucherung und Überexpression von Entzündungsmarkern (TNF α ⁸) ließen sich histologisch positive Lebergewebsveränderungen nach Gabe eines probiotischen Mehrstammpräparats nachweisen (98).

Patienten mit Morbus Crohn oder ulcerativer Colitis (99, 100, 101, 102), Divertikulitis (103) oder einem entzündeten ilealen Pouch⁹ nach Entfernung des Dickdarms (Colectomie) (104) reagierten ebenfalls positiv auf Probiotika. Hinzu kamen eine geringere Expression von Entzündungsmarkern *ex vivo* (105), weniger Rezidive, ein geringerer Medikamentenverbrauch (106) und insgesamt eine höhere Lebensqualität der Patienten (107), auch wenn eine Heilung mit Probiotika bislang nicht gelang und in einer Reihe von Studien überhaupt kein Erfolg belegt werden konnte (108). Bei ulcerativer Colitis (102) war der Behandlungserfolg mit Probiotika dem einer herkömmlichen Medikamentenbehandlung ebenbürtig, und bei Frühgeborenen ließ sich die Häufigkeit von nekrotisierender Enterocolitis mit *Lactobacillus acidophilus* LA5 plus *Bifidobacterium animalis* Bb12 senken (109, 110).

Beim irritablem Colon sind die Ergebnisse klinischer Studien mit verschiedenen probiotischen Präparaten und Bakterienstämmen noch widersprüchlicher. Neben Untersuchungen, in denen die Darmflora günstig beeinflusst und Symptome gelindert werden konnten (111, 112, 113), zeigten andere Studien keinen Effekt bei Einsatz von Probiotika (114, 115).

Eine Verdrängung von *Helicobacter pylori* durch probiotische Bakterien war zunächst in Zellkulturexperimenten und Tiermodellen gezeigt worden. Inzwischen liegen auch Untersuchungen an Menschen vor. Zwei Studien belegten eine Reduktion der Besiedlungsdichte und Aktivität von *H. pylori*, und eine Abnahme von Entzündungen (116, 117) während zwei andere keine Effekte zeigten (118, 119). Gesäuerte Milch ohne lebende

⁶ Ulcerative Colitis und M. Crohn werden im Englischen als „Inflammatory Bowel Disease“ zusammengefasst.

⁷ Enterocolitis: Entzündung des Dün- und Dickdarms; nekrotisierend: mit Gewebsuntergang einhergehend

⁸ TNF: Tumor-Nekrose-Faktor

⁹ Schaffung eines künstlichen Enddarms (Rektums) aus dem Ende des Dünndarms (Ileums) nach operativer Entfernung des Dickdarms, z.B. bei Dickdarmkarzinom

probiotische Bakterien reduzierte ebenfalls die Aktivität von *H. pylori* (81, 82). Eine vollständige Eradikation¹⁰ von *H. pylori* durch Probiotika allein wurde zwar einmal beschrieben (120), ist aber im Allgemeinen nicht zu erwarten.

Insgesamt ist der Einsatz von probiotischen Präparaten bei entzündlichen Darm-erkrankungen (121, 122, 123), irritablem Colon (124, 125) und *H. pylori* Infektionen zur Zeit eines der am intensivsten untersuchten Einsatzgebiete von Probiotika. Von mehr als 225 relevanten, zwischen Mitte 2001 und Anfang 2003 unter dem Stichwort „Probiotika“ erschienenen Publikationen und Übersichtsarbeiten befassten sich allein 43 mit diesen Themen.

6.5.1.1.7 Bacterial overgrowth¹¹

Unter verschiedenen Bedingungen, wie sehr geringer Magensaftproduktion (Anazidität), verlängerter Magen-Darm-Transitzeit, Resektion von Teilen des Dünndarms und häufig bei terminaler Niereninsuffizienz, können sich einzelne Vertreter der Intestinalflora im Dünndarm stark vermehren. Eine Folge hiervon können erhöhte, teilweise lebensbedrohende Konzentrationen toxischer Metabolite des bakteriellen Proteinstoffwechsels oder der D-Milchsäure sein. Der Einsatz probiotischer Bakterien zur Normalisierung der Dünndarmflora wurde bislang kaum, in Zusammenhang mit einer D-Lactatacidose noch gar nicht untersucht. In zwei Studien verminderte die Verabreichung von Laktobazillen (*L. acidophilus*, *L. casei*) bei Patienten mit übermäßiger bakterieller Besiedlung des Dünndarms die Bildung toxischer N-Metabolite (126) und reduzierte die Durchfallhäufigkeit (127).

6.5.1.1.8 Unspezifische gastrointestinale Beschwerden

Es liegen erste klinische Studien vor, in denen der Verzehr gesäuerter probiotischer Milchprodukte die Häufigkeit und Stärke unspezifischer, unregelmäßiger gastrointestinaler Beschwerden bei gesunden Erwachsenen signifikant verringerte und das gastrointestinale Wohlbefinden steigerte. Hier sind aber noch weitere Studien erforderlich (81, 82, 128, 129).

6.5.1.1.9 Obstipation

Nach wie vor gibt es kaum Placebo-kontrollierte, doppelblinde klinische Studien, in denen an Hand objektiver Kriterien und bei einem ausreichend großen Patientenkollektiv der Nutzen probiotischer Präparate zur Linderung von Verstopfung gezeigt werden konnte (130, 131).

¹⁰ Eradikation: totale Beseitigung eines Erregers, so dass auch nach Absetzen der Therapie keine erneute Besiedlung durch verbliebene Restkeime mehr möglich ist

¹¹ (small bowel) bacterial overgrowth = bakterielle (Dünndarm-)Überwucherung; wird häufig nicht übersetzt

6.5.1.2 Infektionen außerhalb des Magen-Darm-Trakts

6.5.1.2.1 Infektionen des Urogenitaltrakts

Jährlich erkranken weltweit mehr als 300 Millionen Frauen an bakterieller Vaginosis, *Candida*-Vaginitis und Infektionen von Harnleiter und -röhre, Blase, Niere oder Gebärmutterhals. Ursache sind mikrobielle Infekte oder Störungen der Urogenitalflora (132). Diese stellt ein ausbalanciertes System aus über 50 Bakterienstämmen dar, wobei bei gesunden prämenopausalen Frauen Laktobazillen dominieren. Diese stabilisieren die gesunde Urogenitalflora und hemmen die Invasion pathogener Mikroorganismen u.a. durch 1. Konkurrenz um Bindungsstellen an epithelialen Oberflächen des Urogenitaltrakts und die Produktion oberflächenaktiver Substanzen¹², die die Pathogen-Adhäsion hemmen; 2. pH-Senkung und die Produktion antimikrobieller Substanzen wie Säuren, Wasserstoffperoxid und Bakteriozine; 3. Abbau von Polyaminen (z.B. Putrescin, Spermidin und Spermin¹³) (132).

Zu Störungen des mikrobiellen Gleichgewichts kann es sowohl durch übermäßiges Wachstum einzelner Vertreter der Vaginalflora wie *Gardnerella*, *Bacteroides*, *Peptostreptococcus*, *Prevotella* oder aerober Kokken, als auch durch Invasion aus Kolon und Rektum oder von außen kommen, etwa durch *E. coli*, *Enterococcus faecalis*, *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus* oder *Candida*. Wegen dieser engen Beziehung zwischen Darm- und Urogenitalflora ist seit langem versucht worden, neben lokaler Applikation auch durch orale Verabreichung von Probiotika Infektionen des Urogenitaltrakts präventiv oder therapeutisch zu behandeln und ein gestörtes Gleichgewicht der lokalen Mikroflora wieder herzustellen. Nach dem Verzehr von Probiotika sowohl als probiotisches Milchprodukt als auch in Kapselform können diese durch Immunstimulation, Hemmung der Translokation pathogener Bakterien durch die Darmwand und durch Modulation der Intestinalflora wirken, oder sie erreichen Vagina und Harnwege direkt über Schmierinfektionen oder via Translokation, d.h. bei erhöhter Durchlässigkeit der Darmwand über die Körperflüssigkeiten (133, 134, 135).

Nachdem mehrere Jahrzehnte mehr in Einzelfallschilderungen über die erfolgreiche orale oder lokale (136) Verwendung von Joghurt bei Vaginitis berichtet worden ist, liegen inzwischen auch die Ergebnisse einiger kontrollierter klinischer Studien mit verschiedenen probiotischen Laktobazillenstämmen vor. U.a. steigerte die lokale Applikation von *L. acidophilus*-Lyophilisaten die Heilungsrate bei bakterieller Vaginose von 0 % bis 22 % (Placebo) auf 57 % bis 88 % (137, 138), und der Verzehr von *L. acidophilus*-haltigen Joghurtprodukten reduzierte die Häufigkeit von bakterieller Vaginosis und *Candida*-Vaginitis z.T. um mehr als 70 % (139, 140).

Mehrere Stämme von *L. acidophilus*, *L. fermentum*, *L. rhamnosus* hemmten *in vitro* und in Tierversuchen Wachstum und Adhäsion einiger Bakterien- und *Candida*-Stämme (141, 142) mit pathogenem Potenzial für Harnwegsinfekte. In offenen klinischen Studien ließ sich durch einen *L. rhamnosus*-Stamm die Häufigkeit von Harnwegsinfektionen um 73 % senken (143), oder es wurde kein Erfolg beobachtet (144, 145), während *B. longum* gegen *Candida*-Infektionen erfolgreich war (85).

¹² engl.: surfactants

¹³ Putrescin: Fäulnisprodukt (Eiweißfäulnis), Vorstufe von Spermin; Spermin: in der Prostata gebildetes Polyamin; Spermidin: Vorstufe von Spermin

6.5.1.2.2 Zahngesundheit

Die Mikroflora der Mundhöhle und der Zahnbeläge (Plaques) setzt sich aus über 100 Bakterienstämmen zusammen, deren wichtigster Vertreter das kariogene Bakterium *Streptococcus mutans* ist. Aber auch viele Laktobazillen haben ein kariogenes Potenzial. Die orale Mikroflora ist ein langfristig bemerkenswert stabiles System, das durch einzelne Mahlzeiten kaum beeinflusst wird. Ihre Zusammensetzung wird von Erstinfektionen bei der Geburt, aber auch von der Gastrointestinalflora beeinflusst. Daher ist, z.T. mit ersten Erfolgen, versucht worden durch den Verzehr oder die lokale Anwendung von lebenden (146, 147) oder Hitze-inaktivierten Bakterien (148) langfristig das Kariesrisiko zu senken.

6.5.1.3 Immunsystem-vermittelte Effekte

6.5.1.3.1 Immunmodulation

Die intestinale Mikroflora stellt eine bedeutende Antigenquelle insbesondere für das Darm-assoziierte Immunsystem dar. Die Entwicklung des Immunsystems nach der Geburt hängt entscheidend von der Entwicklung der Zusammensetzung der körpereigenen Mikroflora ab (und umgekehrt), wie vor allem Untersuchungen an keimfreien Versuchstieren (60) gezeigt haben. Es überrascht daher nicht, dass praktisch alle diesbezüglich untersuchten probiotischen Bakterienstämme immunmodulierende Eigenschaften aufweisen. Dies betrifft ebenso die spezifische wie die unspezifische Immunabwehr und zelluläre Komponenten des Immunsystems ebenso wie humorale (60). Besonders gut belegt sind dabei in Zellkulturexperimenten, Tierversuchen und Humanstudien Parameter wie die Steigerung der Phagozytose bzw. die Aktivierung phagozytierender Zellen (60, 149, 150, 151, 152), die Stimulation der Aktivität Natürlicher Killerzellen (NK) (60, 153), eine vermehrte Ausschüttung spezifischer Botenstoffe wie $\text{IFN}\alpha^{14}$, $\text{TNF}\alpha^8$ und andere Zytokine (60, 151, 154) oder von Stickoxid (NO) (155), sowie erhöhte Konzentrationen unspezifischer u./o. spezifischer Antikörper (60, 156, 157, 158). Hinzu kommt in letzter Zeit die Erkenntnis, dass bestimmte probiotische Bakterien auch die Bildung von T-Helferzellen (TH) unterschiedlich beeinflussen können, speziell die Verteilung von pro- und anti-inflammatorischem TH1 und TH2 (154, 159).

Der Befund, dass bei einer oralen Zufuhr von Polioviren (Schluckimpfung) die Seren von Personen, die gleichzeitig Probiotika verzehrten, Zellkulturen stärker gegen eine tödliche Infektion mit Polioviren schützten und poliospezifische IgG und IgA in höherer Konzentration enthielten als Seren von Impfingen, die keine Probiotika bekommen hatten (160), scheint ebenfalls ein eindeutig gesundheitsfördernder immunologischer Effekt zu sein. Es muss aber betont werden, dass wegen der komplexen Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Komponenten des Immunsystems eine Stärkung der Abwehrkräfte letztlich nur in klinischen Studien am Menschen belegt werden kann (161), in denen z.B. der Nachweis einer Prävention u./o. Abmilderung von Infektionserkrankungen (s. 6.5.1.3.2) oder atopischer Beschwerden (s. 6.5.1.3.3) geführt wird.

Beispiele für die Linderung oder Prävention von Krankheiten durch immunmodulierende Probiotika wurden u.a. von Aso et al. ([162], weniger Rezidive bei operativ entferntem Blasenkrebs) und de Simone et al. ([163], weniger entzündliche Veränderungen der Darmmukosa bei Älteren) publiziert. Weitere Beispiele finden sich in den Abschnitten 6.5.1.1.1 und 6.5.1.1.6.

¹⁴ IFN: Abkürzung für Interferone – zur Wirkstoffgruppe der Zytokine gehörende spezifische Proteine. $\text{IFN}\alpha$ wirkt hauptsächlich antiviral.

6.5.1.3.2 Infektionsprophylaxe

In den letzten Jahren wurde auch der Einsatz von Probiotika bei Atemwegserkrankungen untersucht. So entwickelten mehr Influenza-infizierte Mäuse (66 % versus 10 %) protektive, anti-Influenzavirus-spezifische IgG (>400 U) Serumtitern und zeigten eine höhere Überlebensrate, wenn sie zusätzlich einen *Bifidobacterium breve*-Stamm gefüttert bekamen (164). Beim Menschen ließen sich die Besiedlung des Nasenraums mit pathogenen Bakterien (165) und die Rückfallshäufigkeit bei chronischer Nasennebenhöhlenentzündung (166) durch verschiedene Probiotika verringern. Kinder in finnischen Kinderhorten, die 7 Monate eine mit einem probiotischen *L. casei* fermentierte Milch erhielten, erkrankten seltener an Magen-Darm- und Atemwegsinfekten (167) als die Kinder aus der Placebo-Gruppe, und ein probiotisches *Enterococcus faecalis*-Präparat reduzierte bei normal- und mangelernährten Kleinkindern signifikant die Häufigkeit verschiedener Atemwegserkrankungen (168).

Schließlich war bei ansonsten gesunden Erwachsenen, die ein Bifidobakterien- und Laktobazillen-haltiges probiotisches Präparat erhielten, in zwei Winterperioden die Schwere und Dauer von Erkältungen im Vergleich zu einer Placebo-Gruppe reduziert (128). Ähnliche Ergebnisse hatte auch schon eine kurzzeitige Pilotstudie mit Älteren erbracht (169).

6.5.1.3.3 Lebensmittelallergien; atopische Kinder

Seit den ersten Veröffentlichungen aus Finnland liegen inzwischen weitere kontrollierte Studien verschiedener Forschergruppen vor, die insgesamt eine starke Evidenz dafür erbringen, dass probiotische Mikroorganismen nicht in jedem Fall stimulierend auf das Immunsystem wirken, sondern bei Allergikern (170) oder Kindern mit atopischer Dermatitis (Neurodermitis) eher immunmodulierend wirken. So fühlten neurodermitische Kinder, die ein Molkenproteinhydrolysat zusammen mit einem probiotischen *L. rhamnosus* oder einem *B. animalis*-Stamm erhielten, signifikant weniger Beschwerden als atopische Kinder, die die gleiche hypoallergene Nahrung ohne Probiotika erhielten. Dies wurde von den untersuchenden Ärzten an Hand objektiver Kriterien bestätigt. Bei den Probiotika-behandelten Kindern wurden gleichzeitig in den Fäzes niedrigere Konzentrationen des Entzündungsmarkers TNF α gemessen (171). Ähnliche Ergebnisse wurden mit einem *L. rhamnosus* plus *L. reuteri* Präparat erzielt (172), während *L. rhamnosus* bei Birkenpollen-Allergie wirkungslos war (173).

In einer weiteren Studie erhielten Schwangere mit erblich erhöhtem Risiko für atopische Erkrankungen sowie ihre Babys vor und nach der Geburt entweder den bereits erwähnten *L. rhamnosus* GG oder ein Placebo. Nach 2 Jahren litten signifikant weniger Kinder in der Probiotika-Gruppe an Neurodermitis (relatives Risiko 0,51) als in der Placebo-Gruppe (174, 175).

Erklärt wurden diese günstigen Effekte mit einer Modifikation der Darmflora (176), mit der Hydrolyse unverdauter Proteine durch die intestinale Mikroflora und vor allem mit der Verringerung der Darmpermeabilität für allergieauslösende Antigene, mit physiologischen Wechselwirkungen zwischen Probiotika und mehrfach ungesättigten Fettsäuren aus der Nahrung (177) und mit der bereits in Abschnitt 6.5.1.3.1 erwähnten Beeinflussung des TH2/TH1-Verhältnisses. Nur lebende probiotische Bakterien erwiesen sich als wirksam (178).

6.5.1.4 Krebs

Durch Ad- und Absorption, Verstoffwechselung u./o. Beeinflussung der Intestinalflora können Milchsäurebakterien die Konzentration (pro)kanzerogener, mutagener und genotoxischer Stoffe sowie krebspromovierender Enzyme (Nitro-, Azoreductase, β -Glucuronidase) im Darm senken (21, 60, 131, 179). Nach dem Verzehr von scharf gegrilltem Fleisch beobachtete man bei gleichzeitigem Verzehr von Probiotika eine geringere Ausscheidung von mutagenen Stoffen in Fäzes und Urin (180). Die Hemmung der Tumorzellproliferation durch Zellwandbestandteile und Stoffwechselprodukte von Laktobazillen ist ebenfalls beschrieben worden (60) und immunstimulierende Eigenschaften probiotischer Milchsäurebakterien könnten zur Stärkung der körpereigenen Immunabwehr gegen Krebszellen beitragen (162). Beim Verzehr fermentierter und unfermentierter probiotischer Milchprodukte kommt hinzu, dass eine Reihe von Milch Inhaltsstoffen (konjugierte Linolsäuren [CLA], Calcium, Molkenproteine mit immunstimulierenden Eigenschaften) ebenfalls die Entwicklung eines Kolonkarzinoms hemmen könnten.

Zwar beobachtete man im Darm von mit Pro- oder Synbiotika¹⁵-gefütterten Mäusen oder Ratten im Vergleich zu Placebo-Tieren weniger chemisch induzierte DNA-Addukte (181) und weniger durch Azomethan ausgelöste präkanzerogene Läsionen (aberrante Krypten Foci) (182) und Tumoren (183); doch lässt sich nach wie vor kaum abschätzen, ob durch den Verzehr von Probiotika beim Menschen die Häufigkeit des Kolonkarzinoms (und anderer Krebsarten) gesenkt werden kann (60).

6.5.1.5 Cholesterol, Lipidstoffwechsel, Blutdruck und koronare Herzerkrankungen

Einige *Lactobacillus acidophilus*- und Bifidobakterien-Stämme mit der Fähigkeit, Gallensäuren zu dekonjugieren¹⁶ und/oder Cholesterol zu binden (184, 185), vermögen durch Steigerung der fäkalen Sterolausscheidung und Reduktion der enterohepatischen Rezirkulation die Gesamt- bzw. LDL-Cholesterolkonzentration im Plasma zu senken (186, 187), während HDL-Cholesterol unbeeinflusst blieb oder sogar anstieg (188). Auch die Beeinflussung des Sterolstoffwechsels der Leber durch fermentativ gebildete Propionsäure ist möglich (189) (s. auch 6.5.2). Die meisten Studien zeigten keinen (130, 152, 190) oder nur einen kurzfristigen Erfolg (191). Eine auf die genannten Mechanismen zurückgehende länger anhaltende Senkung der (LDL-) Cholesterolkonzentration oder gar die Verringerung des Arteriosklerosisrisikos ist nach heutigem Kenntnisstand eher unwahrscheinlich.

Zwar liegen die Ergebnisse einer „case-control“-Studie vor, wonach ein hoher Verzehr von Joghurt (> 7 Becher/Woche) und Käse (> 350 g/Woche) mit einem verringerten Risiko für Myokardinfarkte einhergeht (192, 193). Doch könnte es sich hier auch um einen Effekt der blutdrucksenkenden Wirkung fermentierter Milchprodukte handeln, in denen unter Einwirkung von Laktobazillen wie *L. helveticus* (194, 195, 196) ACE¹⁷-inhibierende Peptide proteolytisch aus Milchprotein freigesetzt werden, die diese Wirkung vermitteln können. In einer neueren Studie an Rauchern wurde eine günstige Beeinflussung verschiedener kardiovaskulärer Risikofaktoren und Biomarker durch *L. plantarum* festgestellt (197). Allerdings fehlen weitere klinische Studien, die alle diese vorläufigen Befunde bestätigen.

¹⁵ Synbiotika: Kombination von Pro- und Präbiotika, die deren Vorteile synergistisch in sich vereinigen

¹⁶ Abspaltung von Taurin oder Glycin aus konjugierten Gallensäuren wie z.B. Tauro- oder Glycocholsäure, wodurch deren Wasserlöslichkeit herabgesetzt wird und Gallensäuren bei erniedrigtem pH und z.T. als Kopräzipitat mit Cholesterol ausfallen können.

¹⁷ ACE = angiotensin converting enzyme, ACE-Hemmung bewirkt Blutdrucksenkung

6.5.2 Präbiotika

Mit Inulin und seinem Hydrolyseprodukt Oligofructose, den in Europa am häufigsten eingesetzten und untersuchten präbiotischen Kohlenhydraten, ließen sich in Tier- und Humanstudien eine Reihe gesundheitsrelevanter Effekte zeigen (vgl. auch [60] und 6.3.1 und 6.4.1.1), wobei die meisten Effekte mit Verzehrsmengen von >8 g/Tag erzielt wurden. Von anderen präbiotischen Oligosacchariden wie Galacto-, Xylo- oder Sojabohnen-Oligosacchariden wurde in erster Linie der bifidogene Effekt untersucht.

6.5.2.1 Ballaststoffeigenschaften

Präbiotische Kohlenhydrate sind Ballaststoffe, da sie durch humane Enzyme nicht verdaut, aber von der Dickdarmflora fermentiert werden. Dadurch erhöhen sie die Biomasse, das Gewicht des Stuhls und die Stuhlfrequenz, helfen bei Obstipation und fördern die Gesundheit der Dickdarmmukosa (198, 199, 200).

6.5.2.2 Beeinflussung der Darmflora

Präbiotika haben einen spezifischen Effekt auf bestimmte günstige Darmbakterien, insbesondere Bifidobakterien (201, 202) und z.T. auch auf die Laktobazillenflora. Sie hemmen gleichzeitig einzelne Bakterienstämme mit pathogenem Potenzial wie *Clostridium* und verringern dabei das Durchfallrisiko (203). Oligofructose, Inulin und Xylo-Oligosaccharide, insbesondere als synbiotische Kombination mit *Lactobacillus plantarum* und *Bifidobacterium bifidum* förderten das Wachstum von Bifidobakterien und hemmten *in vitro* humanpathogene Stämme von *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* und *Salmonella enteritidis* stärker als andere untersuchte Kohlenhydrate (204), während die synbiotische Kombination von transgalactosylierten Oligosacchariden (TOS) mit Bifidobakterien Mäuse wirksam vor einer letalen Infektion mit *Salmonella enterica* serovar Typhimurium schützte (205). Bei Ferkeln steigerte eine synbiotische Kombination von *L. paracasei* und Oligofructose die Bifidobakterien-, Laktobazillen- und Gesamtanaerobier- und -aerobierkonzentration in den Fäzes und erniedrigte die Clostridien-, Enterobakterien- und *Enterococcus*-Keimzahlen stärker als *L. paracasei* allein oder ein Placebo (206). Durch Modulation der Darmflora ließ sich bei Ratten eine experimentell erzeugte Colitis durch ein präbiotisches Futter auf Basis von Gerstenkeimlingen günstig beeinflussen (207), während Galactooligosaccharide nicht wirksam waren (208).

6.5.2.3 Modulation des Stoffwechsels der Darmflora; Krebs

Bei verschiedenen Tiermodellen (Ratten, Mäuse) ließ sich durch 5 % bis 15 % Inulin und Oligofructose in der Diät die Anzahl chemisch durch Azoxymethan oder Dimethylhydrazin induzierter präkanzeröser Läsionen (aberrante Krypten Foci) (209, 210, 211) und längerfristig die Tumorfrequenz im Dickdarm (212) und in anderen Organen (Brustkrebs bei Ratten und Mäusen, Metastasen in der Lunge [213]) reduzieren. Dieser Effekt konnte durch synbiotische Kombinationen von Prä- und Probiotika noch gesteigert werden (183).

Als Mechanismen werden diskutiert: 1. die Produktion von kurzkettigen Fettsäuren (Milch-, Essig-, Propion-, Buttersäure) bei der Fermentation präbiotischer Kohlenhydrate. Durch Veränderungen der Darmflora infolge von pH-Absenkung und Förderung des Wachstums

kohlenhydratfermentierender Bakterien wird im Darm die Konzentration putreszierender¹⁸, toxischer, mutagener oder genotoxischer Substanzen und bakterieller Metabolite, sowie von sekundären Gallensäuren und krebspromovierenden Enzymen reduziert. 2. die fermentativ gebildete Buttersäure fördert die Regeneration des Darmepithels. 3. die in Abschnitt 6.5.2.6 beschriebene Immunmodulation.

6.5.2.4 Beeinflussung des Lipidstoffwechsels

Inulin und Oligofructose modulieren den Lipidstoffwechsel der Leber in Ratten- und Hamstermodellen bei Fütterung einer „western-style“ Diät. Überwiegend durch koordinierte Aktivitätsminderung lipogener Enzyme und Reduktion der VLDL-Partikelkonzentration ließen sich die postprandialen Cholesterol- und Triglyceridspiegel im Serum um 15 % bzw. 24 % bis 50 % senken (214, 215, 216) und die Triglyceridakkumulation in der Leber hemmen (217). Bei LDL-Rezeptor-Knockout (LDLR -/-) Mäusen mit spontaner Hypercholesterolämie (LDL+IDL¹⁹) und Arteriosklerose erniedrigte die 16-wöchige Fütterung einer kohlenhydratreichen, fettarmen Diät plus 10 % Inulin pro Tag die Gesamt-, LDL- und VLDL-, aber nicht die HDL-Cholesterolkonzentration im Plasma und reduzierte Arteriosklerose in der Aorta (gemessen als Intima:Media-Verhältnis) um 15 % (n.s.²⁰) (218). Beim Menschen sind die Befunde widersprüchlicher, möglicherweise, weil die Fettsäuresynthese in der Leber beim Menschen eine geringere Rolle spielt als bei Nagern. Von 9 klinischen Studien mit Inulin und Oligofructose zeigten 3 keinen Effekt, während in 3 bzw. 4 Untersuchungen die Triacylglycerol- bzw. die Gesamt- und LDL-Cholesterolkonzentrationen im Serum signifikant gesenkt wurden (219, 220, 221). In einem neueren Review-Artikel kommen die Autoren (222) zu dem Schluss, dass Pro-, Prä- oder Synbiotika nur bei Hypercholesterolämikern die Cholesterolkonzentration im Blut zu senken vermögen, während bei normolipidämischen Personen eher eine Senkung der Plasma-Triglyceridkonzentration beobachtet wird.

6.5.2.5 Förderung der Mineralstoffabsorption und Knochenstabilität

Durch pH-Absenkung wird über eine Erhöhung der Löslichkeit die Calcium²¹-, Eisen- und Magnesiumabsorption im Dickdarm gefördert. Am Osteoporosemodell der ovariectomierten Ratte wurde gezeigt, dass hierdurch die Knochenmineralisation gesteigert, der Östrogenmangel-induzierte Knochenabbau verhindert und die Knochenstruktur erhalten werden kann (223, 224, 225). Günstige Wirkungen konnten auch bei Schweinen (226) und Menschen (227) gezeigt werden.

6.5.2.6 Immunmodulation

Obwohl Inulin und Oligofructose nicht direkt immunogen²² sind, vermögen sie indirekt über die Beeinflussung der Darmflora verschiedene Parameter des Immunsystems zu modulieren wie die NK-Zell-Aktivität, die Sekretion von IL-10- und Interferon und die Lymphozytenproliferation (228, 229, 230). Mäuse, die 6 Wochen mit Inulin oder Oligofructose gefüttert wurden, zeigten eine gesteigerte T-Zell-Aktivität und erhöhte Resistenz und geringere

¹⁸ putreszierend: fäulnisierend

¹⁹ IDL: intermediate density lipoproteins, Lipoproteine mittlerer Dichte, die als Vorläufer der LDL aus VLDL entstehen

²⁰ n.s. = nicht signifikant

²¹ die unter diesen Bedingungen auch beim Menschen zur Calciumversorgung beiträgt

²² immunogen: eine Immunantwort auslösend

Mortalität bei enteralen (*Candida albicans*) und systemischen (*Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*) Infektionen (210). Fütterung von Inulin an Ratten mit chemisch induzierter Colitis hatte eine entzündungshemmende Wirkung und reduzierte Schäden an der Darmmukosa (231). Bei einem kleinen Kollektiv älterer Menschen hatte Oligofructose keine immunstimulierende Wirkung (232), während sich ein Synbiotikum aus Galactooligosacchariden, *Bifidobacterium breve* und *Lactobacillus casei* bei schwerkranken Kleinkindern mit laryngotracheo-ösophagealer Spalte²³ als immunotrop wirksam erwies (233).

6.5.3 Säuglingsernährung

In den letzten Jahren wird zunehmend versucht, durch Zusatz von probiotischen Bifidobakterien und Laktobazillen (234, 235, 236, 237, 238) oder von präbiotischen (bifidogenen) Fructo- und Galactooligosacchariden zu Säuglingsnahrung auf Kuhmilchbasis auch bei Flaschenkindern weichere und saurere (pH 5-6) „Säuglingsstühle“ zu fördern und eine bifidusbetonte Darmflora zu induzieren, die derjenigen gestillter Babys in den ersten 2 bis 3 Lebensmonaten ähnlich ist (235, 236) (s. auch 6.2).

Die Auswahl der eingesetzten Fructo- und Galactooligosaccharide richtet sich nur nach dem messbaren Erfolg, d.h. einer positiven Gesundheitswirkung für den Säugling. Es wird nicht versucht, die Verhältnisse in der Frauenmilch zu kopieren, denn die industriell bereitgestellten und einsetzbaren Präbiotika erreichen (zur Zeit) bei weitem nicht die Komplexität der über 130 verschiedenen Oligosaccharide und Glycokonjugate in Humanmilch. Diese in hoher Konzentration (12-14 g/L; Kuhmilch <1 g/L) vorliegenden Frauenmilch-Oligosaccharide können kurz- oder längerketig, linear oder verzweigt, neutral oder sauer sein, sie enthalten neben einfachen Zuckern wie Galactose auch Zuckerderivate wie Aminosucker oder Uronsäuren und sind in hohem Maße für die bifidogenen, protektiven und immunmodulierenden Eigenschaften der Frauenmilch mit verantwortlich (235, 236). Eine weitere Eigenschaft der Frauenmilch lässt sich ebenfalls (noch) nicht mit den zur Verfügung stehenden Präbiotika simulieren, nämlich die Hemmung der Adhäsion (pathogener) Bakterien an epitheliale Zellen dadurch, dass bestimmte Frauenmilch-Oligosaccharide Rezeptor-Analoga zu Adhäsionsmolekülen der Darmmukosa darstellen (235, 236, 239).

Auch wenn die Ergebnisse durch weitere Untersuchungen abgesichert und vor allem die zugesetzten Präbiotika hinsichtlich Menge, Aufbau und Zusammensetzung weiter optimiert werden müssen, so sind mittlerweile eine Reihe von Studien über positive Effekte publiziert worden. Vor allem der Zusatz von Oligofructose plus Galactooligosaccharide zu herkömmlicher Säuglingsnahrung in Mengen von 0,4 bis 1 g/100 ml führte nach 3- bis 12-wöchiger Fütterung an früh- oder normalgeborene Säuglinge zu einem signifikanten Anstieg des Bifidobakterienanteils an der Stuhlflora von 20 % auf rund 60 % (gestillte Babys ~80 %) und zu einer Stuhlcharakteristik ähnlich wie bei gestillten Säuglingen (240, 241, 242, 243).

²³ Seltene, angeborene Missbildung bei Säuglingen im Bereich von Kehlkopf, Luft- und Speiseröhre, die sich leicht entzündet und dann lebensbedrohend ist.

Daneben liegen weitere tierexperimentelle Arbeiten und Studien an Säuglingen und Kindern zwischen 1 und 14 Jahren vor, die weitere mögliche Vorteile einer Supplementation von Säuglings- und Kindernahrung mit Prä-, Pro- oder Synbiotika zeigten: weniger nekrotisierende Enterocolitiden ([244, 245], s. auch 6.5.1.1.6), weniger Rotavirus-induzierte und andere Durchfälle bei Kindern ([246, 247]; s. auch 6.5.1.1.1), Verbesserung von Wachstum und Gesundheit teilweise mangelernährter Kinder in Thailand, Brasilien, Mexiko, Spanien und Portugal (248, 249), Immunstimulation (250) und Linderung atopischer und allergischer Beschwerden (s. 6.5.1.3.3) sowie die Steigerung der Calciumabsorption (251).

6.5.4 Sicherheit

Laktobazillen und Bifidobakterien gelten generell als sicher, fast alle haben daher in Deutschland die Sicherheitsstufe S1 (kein Risiko; [252]). Nur in 2 Fällen wurden negative Folgen durch den Verzehr von Lebensmitteln bzw. Kapseln mit probiotischen Milchsäurebakterien beschrieben. Einige probiotische Bakterienstämme wurden darüber hinaus auf das Fehlen von Risikofaktoren hin untersucht, wie: Transfer von Antibiotikaresistenzen, krebsfördernde u./o. putrefaktive (d.h. „fäulnisbildende“) Enzyme, Hämolyse, Aktivierung der Thrombozytenaggregation oder Mucinabbau in den Schleimhäuten des Magen-Darm-Trakts.

Gesundheitsrisiken durch Überdosierung, lange Verzehrsdauer oder - bei Personen mit gestörter Immunabwehr - auf Grund der immunstimulierenden Eigenschaften von Probiotika wurden ebenfalls bislang nicht beobachtet. Stattdessen führte Probiotikaverzehr während einer Chemotherapie zu geringerem *Candida*-Befall (85) und bei Kindern mit Neurodermitis zu einem Rückgang der Beschwerden (s. 6.5.1.3.3).

Trotz ihres fehlenden pathogenen Potenzials sind Laktobazillen und Bifidobakterien in seltenen Fällen an Infektionen beteiligt. Laktobazillen findet man in 0,1 % klinischer Proben von Personen mit Herzinnenhautentzündung (Endocarditis) oder bei Bakteriämie. Allerdings stammen diese Bakterien wahrscheinlich fast alle aus der körpereigenen Darmflora und bei den meisten der betroffenen Personen lag eine mehr oder weniger schwere Grundkrankheit u./o. eine Störung der Immunabwehr vor. Unter diesen Umständen ist häufig die Undurchlässigkeit der Darmwand für Bakterien gestört, was die (Ausbreitung) Translokation pathogener Bakterien, aber ebenso von Vertretern der autochthonen²⁴ Darmflora erleichtert (253).

Es sind 2 Fälle publiziert worden, in denen Milchsäurebakterien, die von auf dem Markt befindlichen probiotischen Bakterienstämmen ununterscheidbar waren, an Infektionen beteiligt waren. In einem Fall fand man bei einer 74jährigen Frau mit nicht-insulinabhängigem Diabetes mellitus in einem Leberabszess²⁵ einen von *L. rhamnosus* GG nicht unterscheidbaren *L. rhamnosus* Stamm (254). Im zweiten Fall hatte ein 67jähriger Mann mit Mitralklappeninsuffizienz wahrscheinlich nach einer Zahnextraktion die Wunde mit *L. rhamnosus* infiziert, indem er ein verkapseltes probiotisches Präparat (*L. rhamnosus*, *L. acidophilus* und *Streptococcus faecalis*) nicht intakt verzehrt, sondern sich den Kapselinhalt in den Mund geschüttet hatte. Dieser *L. rhamnosus* wurde in klinischen Proben der sich kurz darauf entwickelnden Endocarditis wiedergefunden (255).

²⁴ Autochthone Populationen sind im jeweiligen Darmabschnitt etablierte Mikroorganismen. Manche Gruppen und deren Dominanz können sogar wirtsspezifisch sein.

²⁵ begleitet von rechtsseitiger basaler Pneumonie und Pleuraempyem (Empyem = Eiteransammlung)

Andere Bakterienarten, zu denen auch probiotische Stämme gehören, findet man etwas häufiger in infiziertem Gewebe, *Enterococcus* z.B. in 1 % aller Proben (256). Hinzu kommen noch einige Fälle von Fungämie²⁶ durch probiotische Hefen (*Saccharomyces cerevisiae* bzw. *boulardii*), die häufig therapeutisch eingesetzt werden. Die bekannten Fälle wurden entweder bei immunkompromittierten Personen²⁷ beobachtet oder waren die Folge von Katheterinfektionen, wenn Suspensionen von *Saccharomyces* am Krankenbett zubereitet wurden (257, 253).

Insgesamt wird die Bewertung der Probiotika als „sicher“ durch diese Fälle nicht beeinträchtigt und das Risiko bakterieller Infektionen ist durch den Anstieg des Verzehrs probiotischer Lebensmittel nicht gestiegen. Dies zeigt eine Finnische Studie hinsichtlich *L. rhamnosus* (258).

6.6 Fazit

Wie das vorliegende Kapitel zeigt, lässt sich die Darmflora - aber auch die Mikroflora anderer Kompartimente des Körpers - sowohl durch Zufuhr geeigneter lebender Laktobazillen, Bifidobakterien und anderer Mikroorganismen ebenso wie durch unverdauliche, aber durch die Darmflora fermentierbare Kohlenhydrate zumindest vorübergehend modifizieren. Unmittelbare Folge dieser Modifikationen können Veränderungen der Stuhlflora, veränderte Konzentrationen bzw. Aktivitäten mikrobieller Metabolite und Enzyme im Darm, Immunmodulation oder die Stabilisierung der Barrierewirkung der Darmwand sein.

Derartige Effekte sind mittlerweile gut dokumentiert. Durch den Einsatz moderner molekularbiologischer Untersuchungsverfahren ist die Identifizierung der einzelnen an diesen Effekten beteiligten Bakterienstämme sicherer geworden und es öffnen sich neue Möglichkeiten, die Veränderungen der Mikroflora *in situ* zu untersuchen und nicht bloß indirekt an Hand von Veränderungen der Stuhlflora.

Nun stellt die Beeinflussung der Darmflora oder einzelner immunologischer Parameter für sich genommen noch keinen gesundheitlichen Nutzen dar. Aus diesen Effekten resultierende positive Gesundheitswirkungen von Pro- und Präbiotika müssen vielmehr in kontrollierten und soweit möglich doppelblinden Studien an Menschen nachgewiesen werden. Bei der Bewertung der Ergebnisse ist zu beachten, dass der Nachweis einer probiotischen Gesundheitswirkung stammspezifisch ist und jeweils nur für die Verabreichungsform, Dosis und Zielgruppe gilt, die in den betreffenden Studien untersucht wurde. Darüber hinaus werden Auswirkungen des Verzehrs von Pro- und Präbiotika auf den Einzelnen in hohem Maße von der individuellen Konstitution und den allgemeinen Verzehrsgewohnheiten bestimmt.

Trotz dieser Einschränkungen kann eine Reihe positiver Gesundheitseffekte für (bestimmte) Pro- und Präbiotika als gesichert gelten. Besonders häufig untersuchte und daher allgemein akzeptierte Effekte sind: Abschwächung der Symptome bei Lactoseintoleranz²⁸, kürzere Rotavirus- und weniger Antibiotika-induzierte Durchfälle sowie die Verringerung der Konzentration krebsfördernder Enzyme und anderer unerwünschter Produkte des Stoffwechsels der Darmflora. Wenige, aber gut geplante Studien zeigen eine Linderung der Symptome und ein reduziertes Erkrankungsrisiko bei Lebensmittelallergie und ato-

²⁶ Fungämie: Vorkommen von Pilzen im Blut

²⁷ Immunkompromittierte Personen: Personen mit geschwächtem/gestörtem Immunsystem, z.B. durch bestimmte Erkrankungen oder bei einer Chemotherapie

²⁸ ein typischer Effekt von Joghurt und anderen Sauermilchprodukten, nicht speziell von Probiotika

pischer Dermatitis. Die Zahl der Publikationen über einen erfolgreichen Einsatz von Pro- und zum Teil auch Präbiotika bei entzündlichen Darmerkrankungen, irritabilem Colon, Obstipation oder Entzündungen im Urogenitalbereich hat in den letzten Jahren ebenfalls stark zugenommen. Dagegen sind positive Einflüsse auf den Lipidstoffwechsel und die Steigerung der Mineralstoff- und speziell der Calciumabsorption zwar für Präbiotika gezeigt worden, bei Probiotika sind diese Effekte aber noch unklar bzw. eher zweifelhaft.

Viele der genannten klinischen Studien sind eher Belege für therapeutische Einsatzmöglichkeiten. Für den gesunden Verbraucher lässt sich daraus ein Nutzen durch den Verzehr von pro- und präbiotischen Lebensmitteln nur durch Extrapolation ableiten. Daneben liegen inzwischen aber auch Studien vor, in denen ein offensichtlicher Nutzen für den gesunden Konsumenten beschrieben wird. Ein Beispiel hierfür ist der Zusatz von Prä- oder Probiotika zu Babynahrung zur Förderung einer Bifidobakterien-betonten Darmflora in den ersten Lebensmonaten bzw. zur Reduzierung des Neurodermitis-Risikos. Auch die Linderung unregelmäßiger und unspezifischer Magen-Darm-Beschwerden durch Probiotikaverzehr, eine geringere Häufigkeit von Magen-Darm- und Atemwegsinfekten bei Kinderhortkindern oder die Linderung und Verkürzung von Atemwegsinfektionen („Erkältung“) bei Erwachsenen sind Effekte, die für ansonsten gesunde Konsumenten von Interesse sind.

6.7 Literatur

- (1) Mitsuoka T: Intestinal flora and ageing. *Nutr Rev* 50 (1992) 438-446
- (2) Edwards CA, Parrett AM: Intestinal flora during the first months of life: new perspectives. *Br J Nutr* 88 (2002) S11-S18
- (3) McCartney AL, Wenzhi W, Tannock GW: Molecular analysis of the composition of the bifidobacterial and Lactobacillus microflora of humans. *Appl Environ Microbiol* 62 (1996) 4608-4613
- (4) Tannock GW: Molecular assessment of intestinal microflora. *Am J Clin Nutr* 73 (2001) 410S-414S
- (5) Holzapfel WH, Haberer P, Snel J, Schillinger U, Huis in't Veld JHJ: Overview of gut flora and probiotics. *Int J Food Microbiol* 41 (1998) 85-101
- (6) Authenrieth IB: Die Ökologie der humanen Darmflora: physiologische und pathologische Aspekte. *J Ernährungsmed* 4 (2000) 6-9
- (7) Moore WE, Holdemann LV: Human fecal flora: the normal flora of 20 Japanese-Hawaiians. *Appl Microbiol* 27 (1974) 961-979
- (8) Franks AH, Harmsen HJM, Raangs GC, Jansen GJ, Schut F, Welling GW: Variations of bacterial populations in human feces measured by fluorescent in situ hybridization with group-specific 16S rRNA-targeted oligonucleotide probes. *Appl Environ Microbiol* 64 (1998) 3336-3345
- (9) Sghir A, Gramet G, Suau A, Rochet V, Pochart P, Doré J: Quantification of bacterial groups within human fecal flora by oligonucleotide probe hybridization. *Appl Environ Microbiol* 66 (2000) 2263-2266

- (10) Suau A, Bonnet R, Sutren M, Godon J-J, Gibson GR, Collins MD, Doré J: Direct analysis of genes encoding 16S rRNA from complex communities reveals many novel molecular species within the human gut. *Appl Environ Microbiol* 65 (1999) 4799-4807
- (11) Salminen S, Isolauri E, Onnela T: Gut flora in normal and disordered states. *Chemotherapy* 41 (1995) 5-15
- (12) Blaut M: Relationship of prebiotics and food to intestinal microflora. *Eur J Nutr* 41 (2002) 111-116
- (13) Charalampopoulos D, Wang R, Pandiella SS, Webb C: Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *Int J Food Microbiol* 79 (2002) 131-141
- (14) Gibson GR, Beatty ER, Wang X, Cummings JH: Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterol* 108 (1995) 975-982
- (15) Roberfroid M: Functional food concept and its application to prebiotics. *Dig Liver Dis* 34 (2002) 105-110
- (16) Roberfroid MB, Bornet F, Bouley C, Cummings JH: Colonic microflora: nutrition and health. *Nutr Rev* 53 (1995) 127-130
- (17) Puupponen R, Aura A-M, Oksman-Caldentey K-M, Myllärinen P, Saarela M, Mattila-Sandholm T, Poutanen K: Development of functional ingredients for gut health. *Trends Food Sci Technol* 13 (2002) 3-11
- (18) Fooks LJ, Gibson GR: Probiotics as modulators of the gut flora. *Br J Nutr* 88 (2002) 39-49
- (19) Tannock GW: Molecular assessment of intestinal microflora. *Am J Clin Nutr* 73 (2001) 410S-414S
- (20) O'Sullivan DJ: Methods for analysis of the intestinal microflora. In: Tannock GW (ed): *Probiotics: a critical review*. Horizon Scientific Press, Wymondham, United Kingdom (1999) 23-44
- (21) Tannock GW, Munro K, Harmsen HJM, Welling GW, Smart J, Gopal PK: Analysis of the fecal microflora of human subjects consuming a probiotic product containing *Lactobacillus rhamnosus* DR20. *Appl Environ Microbiol* 66 (2000) 2578-2588
- (22) Bouhnik Y, Pochart P, Marteau P, Arlet G, Goderel I, Rambaud JC: Fecal recovery in humans of viable *Bifidobacterium* sp ingested in fermented milk. *Gastroenterol* 102 (1992) 875-878
- (23) Guerin-Danan C, Chabanet C, Pedone C, Popot F, Vaissade P, Bouley C, Szylit O, Andrieux C: Milk fermented with yogurt cultures and *Lactobacillus casei* compared with yogurt and gelled milk: influence on intestinal microflora in healthy infants. *Am J Clin Nutr* 67 (1998) 111-117
- (24) Fukushima Y, Li S-T, Hara H, Terada A, Mitsuoka T: Effect of follow-up formula containing bifidobacteria (NAN BF) on fecal flora and fecal metabolites in healthy children. *Biosci Microfl* 16 (1997) 65-72
- (25) Walter J, Hertel C, Tannock GW, Lis CM, Munro K, Hammes WP: Detection of *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, and *Weissella* species in human feces by using group-specific PCR primers and denaturing gradient gel electrophoresis. *Appl Environ Microbiol* 67 (2001) 2578-2585

- (26) Hill MJ: Role of gut bacteria in toxicology and pharmacology. Taylor and Francis, London (1995)
- (27) Hill MJ: Bacterial fermentation of complex carbohydrates in the human colon. *Eur J Cancer Prev* 4 (1995) 353-358
- (28) Macfarlane GT, Cummings JH: Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health? *Brit Med J* 318 (1999) 999-1003
- (29) Cummings JH, Macfarlane GT, Englyst HN: Prebiotic digestion and fermentation. *Am J Clin Nutr* 73 (2001) 415S-420S
- (30) Szilagyi A: Review Article: lactose – a potential prebiotic. *Aliment Pharmacol Ther* 16 (2002) 1591-1602
- (31) de Vuyst L, Vandamme EJ: Bacteriocins of lactic acid bacteria. Chapman and Hall, London (1994)
- (32) Dodd HM, Gasson MJ: Bacteriocins of lactic acid bacteria. In: Gasson MJ, de Vos WM (eds.): *Genetics and biotechnology of Lactic acid bacteria*. Blackie Academic and Professional, London (1994) 211-252
- (33) Salminen S, Isolauri E, Salminen E: Clinical uses of probiotics for stabilizing the gut mucosal barrier: Successful strains and future challenges. *Antonie van Leeuwenhoek* 70 (1996) 347-358
- (34) Desmazeaud M: Growth inhibitors of lactic acid bacteria. In: Cogan TM, Accolas J-P (eds.): *Dairy starter cultures*. VCH Publishers, New York (1996) 131-155
- (35) McBain AJ, Macfarlane GT: Ecological and physiological studies on large intestinal bacteria in relation to production of hydrolytic and reductive enzymes involved in formation of genotoxic metabolites. *J Med Microbiol* 18 (1998) 407-416
- (36) Nakamura J, Kubota Y, Miyaoka M, Saitoh T, Mizuno F, Benno Y: Comparison of four microbial enzymes in *Clostridia* and *Bacteroides* isolated from human feces. *Microbiol Immunol* 46 (2002) 487-490
- (37) Gudiel-Urbano M, Goni I: Effect of short-chain fructooligosaccharides and cellulose on cecal enzyme activities in rats. *Ann Nutr Metab* 46 (2002) 254-258
- (38) McBain AJ, MacFarlane GT: Modulation of genotoxic enzyme activities by non-digestible oligosaccharide metabolism in in-vitro human gut bacterial ecosystems. *J Med Microbiol* 50 (2001) 833-842
- (39) Gmeiner M, Kneifel W, Kulbe KD, Wouters R, De Boever P, Nollet L, Verstraete W: Influence of a synbiotic mixture consisting of *Lactobacillus acidophilus* 74-2 and a fructooligosaccharide preparation on the microbial ecology sustained in a simulation of the human intestinal microbial ecosystem (SHIME reactor). *Appl Microbiol Biotechnol* 53 (2000) 219-223
- (40) Ballongue J, Schumann C, Quignon P: Effects of lactulose and lactitol on colonic microflora and enzymatic activity. *Scand J Gastroenterol* 222 (1997) 41-44
- (41) Bouhnik Y, Flourie B, Andrieux C, Bisetti N, Briet F, Rambaud JC: Effects of *Bifidobacterium* sp fermented milk ingested with or without inulin on colonic bifidobacteria and enzymatic activities in healthy humans. *Eur J Clin Nutr* 50 (1996) 269-273
- (42) Grangette C, Muller-Alouf H, Goudercourt D, Geoffroy MC, Turneer M, Mercenier A: Mucosal immune responses and protection against tetanus toxin after intranasal immunization with recombinant *Lactobacillus plantarum*. *Infect Immun* 69 (2001) 1547-1553

- (43) Friend BA, Farmer RE, Shahani KM: Effect of feeding and intraperitoneal implantation of yoghurt culture cells on Ehrlich ascites tumor. *Milchwiss* 37 (1982) 708-710
- (44) Walker WA: Role of nutrients and bacterial colonization in the development of intestinal host defense. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 30 (2000) S2-S7
- (45) Lu L, Walker WA: Pathologic and physiologic interactions of bacteria with the gastrointestinal epithelium. *Am J Clin Nutr* 73 (2001) S1124-S1130
- (46) Eizaguirre I, Urkia NG, Asensio AB, Zubillaga I, Zubillaga P, Vidales C, Garcia-Arenzana JM, Aldazabal P: Probiotic supplementation reduces the risk of bacterial translocation in experimental short bowel syndrome. *J Pediatr Surg* 37 (2002) 699-702
- (47) Mangell P, Nejdfors P, Wang M, Ahrne S, Westrom B, Thorlacius H, Jeppsson B: *Lactobacillus plantarum* 299v inhibits *Escherichia coli*-induced intestinal permeability. *Dig Dis Sci* 47 (2002) 511-516
- (48) Gill HS, Shu Q, Lin H, Rutherford KJ, Cross ML: Protection against translocating *Salmonella typhimurium* infection in mice by feeding the immuno-enhancing probiotic *Lactobacillus rhamnosus* strain HN001. *Med Microbiol Immunol (Berl)* 190 (2001) 97-104
- (49) Adawi D, Ahrne S, Molin G: Effects of different probiotic strains of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* on bacterial translocation and liver injury in an acute liver injury model. *Int J Food Microbiol* 70 (2001) 213-220
- (50) Mattar AF, Teitelbaum DH, Drongowski RA, Yongyi F, Harmon CM, Coran AG: Probiotics up-regulate MUC-2 mucin gene expression in a Caco-2 cell-culture model. *Pediatr Surg Int* 18 (2002) 586-590
- (51) Coakley M, Ross RP, Nordgren M, Fitzgerald G, Devery R, Stanton C: Conjugated linoleic acid biosynthesis by human-derived *Bifidobacterium* species. *J Appl Microbiol* 94 (2003) 138-145
- (52) Vanderhoof JA: Probiotics: future directions. *Am J Clin Nutr* 73 (2001) S1152-S1155
- (53) Fonden R, Mogensen G, Tanaka R, et al.: Effect of fermented dairy products on intestinal microflora, human nutrition, and health: current knowledge and future perspectives. Brussels: IDF Publications (1999)
- (54) Bengmark S: Ecnutrition and health maintenance: a new concept to prevent inflammation, ulceration and sepsis. *Clin Nutr* 15 (1996) 1-10
- (55) Marteau P, Seksik P, Jian R: Probiotics and intestinal health effects: a clinical perspective. *Br J Nutr* 88 (2002) S51-S57
- (56) Madsen KL: The use of probiotics in gastrointestinal disease. *Can J Gastroenterol* 15 (2001) 817-822
- (57) Van Niel CW, Feudtner C, Garrison MM, Christakis DA: *Lactobacillus* therapy for acute infectious diarrhea in children: a meta-analysis. *Pediatrics* 109 (2002) 678-684
- (58) Rosenfeldt V, Michaelsen KF, Jakobsen M, Larsen CN, Moller PL, Tvede M, Weyrehter H, Valerius NH, Paerregaard A: Effect of probiotic *Lactobacillus* strains on acute diarrhea in a cohort of nonhospitalized children attending day-care centers. *Pediatr Infect Dis J* 21 (2002) 417-419

- (59) Rosenfeldt V, Michaelsen KF, Jakobsen M, Larsen CN, Møller PL, Pedersen P, Tvede M, Weyrehter H, Valerius NH, Paerregaard A: Effect of probiotic *Lactobacillus* strains in young children hospitalized with acute diarrhea. *Pediatr Infect Dis J* 21 (2002) 411-416
- (60) Rechkemmer G, Holzapfel W, Haberer P, Wollowski I, Pool-Zobel BL, Watzl B: Beeinflussung der Darmflora durch Ernährung. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (Hrsg.): Ernährungsbericht 2000, Druckerei Henrich, Frankfurt am Main (2000) 259-286
- (61) Guandalini S, Pensabene L, Zikri MA, et al.: *Lactobacillus* GG administered in oral rehydration solution to children with acute diarrhea: a multicenter European trial. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 30 (2000) 54-60
- (62) Sugita T, Togawa M: Efficacy of *Lactobacillus* preparation Biolactis powder in children with rotavirus enteritis. *Jap J Ped* 47 (1994) 2755-2762
- (63) Majamaa H, Isolauri E, Saxelin M, Vesikari T: Lactic acid bacteria in the treatment of acute rotavirus gastroenteritis. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 20 (1995) 333-338
- (64) Shornikova AV, Casas IA, Isolauri E, Vesikari T: *Lactobacillus reuteri* as a therapeutic agent in acute diarrhoea in young children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 24 (1997) 399-404
- (65) Saavedra JM, Baumann NA, Oung I, Perman JA, Yolken RH: Feeding of *Bifidobacterium bifidum* and *Streptococcus thermophilus* to infants in hospital for prevention of diarrhoea and shedding of rotavirus. *Lancet* 344 (1994) 1046-1049
- (66) Chandra RK: Effect of *Lactobacillus* on the incidence and severity of acute rotavirus diarrhoea in infants. A prospective placebo-controlled double-blind study. *Nutr Res* 22 (2002) 65-69
- (67) Mastretta E, Longo P, Laccisaglia A, Balbo L, Russo R, Mazzaccara A, Gianino P: Effect of *Lactobacillus* GG and breast-feeding in the prevention of rotavirus nosocomial infection. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 35 (2002) 527-531
- (68) Costa-Ribeiro H, Ribeiro TC, Mattos AP, Valois SS, Neri DA, Almeida P, Cerqueira CM, Ramos E, Young RJ, Vanderhoof JA: Limitations of probiotic therapy in acute, severe dehydrating diarrhea. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 36 (2003) 112-115
- (69) Oksanen PJ, Salminen S, Saxelin M, Hämäläinen P, Ihantola-Vormisto A, Muurasniemi-Isoviita L, Nikkari S, Oksanen T, Pörsti I, Salminen E, Siitonen S, Stuckey H, Toppila A, Vapaatalo H: Prevention of travellers' diarrhoea by *Lactobacillus* GG. *Ann Med* 22 (1990) 53-56
- (70) Black FT, Andersen PL, Ørskov J, Ørskov F, Gaarslev K, Laulund S: Prophylactic efficacy of *Lactobacilli* on travellers diarrhea. *Travel Medicine* (1989) 333-335
- (71) Hilton E, Kolakowski P, Smith M, Singer C: Efficacy of *Lactobacillus* GG as a diarrhoea preventive. *J Travel Med* 4 (1997) 3-7
- (72) Katelaris PH, Salam I, Farthing MJG: *Lactobacilli* to prevent traveler's diarrhea? *N Engl J Med* 333 (1995) 1360-1361
- (73) D'Souza AL, Rajkumar C, Cooke J, Bulpitt CJ: Probiotics in prevention of antibiotic associated diarrhoea: meta-analysis. *BMJ* 324 (2002) 1361-1367
- (74) Cremonini F, Di Caro S, Nista EC, Bartolozzi F, Capelli G, Gasbarrini G, Gasbarrini A: Meta-analysis: the effect of probiotic administration on antibiotic-associated diarrhoea. *Aliment Pharmacol Ther* 16 (2002) 1461-1467

- (75) Cremonini F, Di Caro S, Covino M, Armuzzi A, Gabrielli M, Santarelli L, Nista EC, Cammarota G, Gasbarrini G, Gasbarrini A: Effect of different probiotic preparations on anti-*Helicobacter pylori* therapy-related side effects: a parallel group, triple blind, placebo-controlled study. *Am J Gastroenterol* 97 (2002) 2744-2749
- (76) Ahuja MC, Khamar B: Antibiotic associated diarrhoea: a controlled study comparing plain antibiotic with those containing protected lactobacilli. *J Indian Med Assoc* 100 (2002) 334-335
- (77) Jirapinyo P, Densupsoontorn N, Thamonsiri N, Wongarn R: Prevention of antibiotic-associated diarrhea in infants by probiotics. *J Med Assoc Thai* 85 (2002) S739-S742
- (78) Armuzzi A, Cremonini F, Bartolozzi F, et al.: The effect of oral administration of *Lactobacillus GG* on antibiotic-associated gastrointestinal side effects during *Helicobacter pylori* eradication therapy. *Aliment Pharmacol Ther* 15 (2001) 163-169
- (79) Vanderhoof JA, Whitney DB, Antonson DL, Hanner TL, Lupo JV, Young RJ: *Lactobacillus GG* in the prevention of antibiotic-associated diarrhea in children. *J Pediatr* 135 (1999) 564-568
- (80) Arvola T, Laiho K, Torkkeli S, Mykkänen H, Salminen S, Maunula L, Isolauri E: Prophylactic *Lactobacillus GG* reduces antibiotic-associated diarrhea in children with respiratory infections: a randomised study. *Pediatrics* 104 (1999) e64
- (81) de Vrese M, Feindt F, Kristen H, Fenselau S, Lick S, Bockelmann W, Engel G, Heller KJ, Schrezenmeir J: Nachweis probiotischer Eigenschaften von Milchsäurebakterien - *Helicobacter pylori* Infektionen als Untersuchungsmodell. *Forschungsreport* 2 (2003) 43-46
- (82) de Vrese M: Effects of probiotic bacteria on gastrointestinal symptoms, *Helicobacter pylori* activity and antibiotics-induced diarrhoea. *Gastroenterology* 124 (2003) A 560
- (83) Thomas MR, Litin SC, Osmon DR, Corr AP, Weaver AL, Lohse CM: Lack of effect of *Lactobacillus GG* on antibiotic-associated diarrhea: a randomized, placebo-controlled trial. *Mayo Clin Proc* 76 (2001) 883-889
- (84) Biller JA, Katz AJ, Flores AF, Buie TM, Gorbach SL: Treatment of recurrent *Clostridium difficile* colitis with *Lactobacillus GG*. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 21 (1995) 224-226
- (85) Tomoda T, Nakano Y, Kageyama T: Intestinal *Candida* overgrowth and *Candida* infection in patients with leukemia: Effect of *Bifidobacterium* administration. *Bifidobact Microfl* 7 (1988) 71-74
- (86) Delia P, Sansotta G, Donato V, Messina G, Frosina P, Pergolizzi S, De Renzis C, Famularo G: Prevention of radiation-induced diarrhea with the use of VSL 3, a new high-potency probiotic preparation. *Am J Gastroenterol* 97 (2002) 2150-2152
- (87) Wolf BW, Wheeler KB, Ataya DG, Garleb KA: Safety and tolerance of *Lactobacillus reuteri* supplementation to a population infected with the human immunodeficiency virus. *Food Chem Toxicol* 36 (1998) 1085-1094
- (88) de Vrese M, Kuhn C, Titze A, Lorenz A, Suhr M, Barth CA, Schrezenmeir J: Einfluß von Art und Viabilität von Laktobazillen in Sauermilchprodukten auf die Laktoseverdauung. *Aktuel Ernaehr Med* 22 (1997) 44
- (89) Labayen I, Martinez JA: Probiotic bacteria and lactase deficiencies. *Gastroenterol Hepatol* 26 (2003) S64-S72

- (90) de Vrese M, Stegelmann A, Richter B, Fenselau S, Laue C, Schrezenmeir J: Probiotics – compensation for lactase insufficiency. *Am J Clin Nutr* 73 (2001) 361-364
- (91) Zhong Y, Priebe MG, Vonk RJ, Huang C, Antoine JM, Harmsen HJM, Welling G: The role of colonic microbiota in lactose intolerance. *Dig Dis Sci* 49 (2004) 78-83
- (92) Guslandi M: Probiotics for chronic intestinal disorders. *Am J Gastroenterol* 98 (2003) 520-521
- (93) Dieleman LA, Goerres MS, Arends A, Sprengers D, Torrice C, Hoentjen F, Grenther WB, Sartor RB: *Lactobacillus GG* prevents recurrence of colitis in HLA-B27 transgenic rats after antibiotic treatment. *Gut* 52 (2003) 370-376
- (94) Shibolet O, Karmeli F, Eliakim R, Swennen E, Brigidi P, Gionchetti P, Campieri M, Morgenstern S, Rachmilewitz D: Variable response to probiotics in two models of experimental colitis in rats. *Inflamm Bowel Dis* 8 (2002) 399-406
- (95) Steidler L, Hans W, Schotte L, et al.: Treatment of murine colitis by *Lactococcus lactis* secreting interleukin-10. *Science* 289 (2000) 1352-1355
- (96) Madsen KL, Doyle JS, Jewell LD, Tavernini MM, Fedorak RN: *Lactobacillus* species prevents colitis in interleukin 10 gene-deficient mice. *Gastroenterology* 116 (1999) 1107-1114
- (97) Caplan MS, Miller-Catchpole R, Kaup S, et al.: Bifidobacterial supplementation reduces the incidence of necrotizing enterocolitis in a neonatal rat model. *Gastroenterology* 117 (1999) 577-583
- (98) Li Z, Yang S, Lin H, Huang J, Watkins PA, Moser AB, Desimone C, Song XY, Diehl AM: Probiotics and antibodies to TNF inhibit inflammatory activity and improve nonalcoholic fatty liver disease. *Hepatology* 37 (2003) 343-350
- (99) Guandalini S: Use of *Lactobacillus-GG* in paediatric Crohn's disease. *Dig Liver Dis* 34 (2002) S63-S65
- (100) Gionchetti P, Rizzello F, Venturi A, Campieri M: Probiotics in infective diarrhoea and inflammatory bowel disease. *J Gastroenterol Hepatol* 15 (2000) 489-493
- (101) Shanahan F: Probiotics and inflammatory bowel disease: is there a scientific rationale? *Inflamm Bowel Dis* 6 (2000) 107-115
- (102) Rembecken BJ, Snelling AM, Hawkey PM, Chalmers DM, Axon AT: Non-pathogenic *Escherichia coli* versus mesalazine for the treatment of ulcerative colitis: a randomised trial. *Lancet* 354 (1999) 635-639
- (103) Fricu P, Zavoral M: The effect of non-pathogenic *Escherichia coli* in symptomatic uncomplicated diverticular disease of the colon. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 15 (2003) 313-315
- (104) Gionchetti P, Rizzello F, Venturi A, et al.: Oral bacteriotherapy as maintenance treatment in patients with chronic pouchitis: a double-blind, placebo-controlled trial. *Gastroenterology* 119 (2000) 305-309
- (105) Borruel N, Carol M, Casellas F, Antolin M, de Lara F, Espin E, Naval J, Guarner F, Malagelada JR: Increased mucosal tumour necrosis factor alpha production in Crohn's disease can be downregulated ex vivo by probiotic bacteria. *Gut* 51 (2002) 659-664
- (106) Malchow HA: Crohn's disease and *Escherichia coli*. *J Clin Gastroenterol* 25 (1997) 653-658

- (107) Gupta P, Andrew H, Kirschner BS, Guandalini S: Is *Lactobacillus* GG helpful in children with Crohn's disease? Results of a preliminary, open-label study. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 31 (2000) 453-457
- (108) Prantera C, Scribano ML, Falasco G, Andreoli A, Luzi C: Ineffectiveness of probiotics in preventing recurrence after curative resection for Crohn's disease: a randomised controlled trial with *Lactobacillus* GG. *Gut* 51 (2002) 405-409
- (109) Hoyos AB: Reduced incidence of necrotizing enterocolitis associated with enteral administration of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium infantis* to neonates in an intensive care unit. *Int J Infect Dis* 3 (1999) 197-202
- (110) Dai D, Walker WA: Role of bacterial colonization in neonatal necrotizing enterocolitis and its prevention. *Chung-Hua Min Kuo Hsiao Erh Ko i Hsueh Hui Tsa Chih* 39 (1998) 357-365
- (111) Bazzocchi G, Gionchetti P, Almerigi PF, Amadini C, Campieri M: Intestinal microflora and oral bacteriotherapy in irritable bowel syndrome. *Dig Liver Dis* 34 (2002) S48-S53
- (112) Niedzielin K, Kordecki H, Birkenfeld B: A controlled, double-blind, randomized study on the efficacy of *Lactobacillus plantarum* 299V in patients with irritable bowel syndrome. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 13 (2001) 1143-1147
- (113) Brigidi P, Vitali B, Swennen E, Bazzocchi G, Matteuzzi D: Effects of probiotic administration upon composition and enzymatic activity of human fecal microbiota in patients with irritable bowel syndrome or functional diarrhea. *Res Microbiol* 152 (2001) 735-741
- (114) Sen S, Mullan MM, Parker TJ, Woolner JT, Tarry SA, Hunter JO: Effect of *Lactobacillus plantarum* 299v on colonic fermentation and symptoms of irritable bowel syndrome. *Dig Dis Sci* 47 (2002) 2615-2620
- (115) O'Sullivan MA, O'Morain CA: Bacterial supplementation in the irritable bowel syndrome. A randomised double-blind placebo-controlled crossover study. *Dig Liver Dis* 32 (2000) 294-301
- (116) Felley CP, Corthesy-Theulaz I, Rivero JL, Sipponen P, Kaufmann M, Bauerfeind P, Wiesel PH, Brassart D, Pfeiffer A, Blum AL, Michetti P: Favourable effect of an acidified milk (LC-1) on *Helicobacter pylori* gastritis in man. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 13 (2001) 25-29
- (117) Sakamoto I, Igarashi M, Kimura T, Tagaki A, Miwa T, Koga Y: *Helicobacter pylori* infections in humans. *J Antimicrob Chemother* 47 (2001) 709-710
- (118) Sullivan A, Bennet R, Viitanen M, Palmgren A-C, Nord CE: Influence of *Lactobacillus* F19 on intestinal microflora in children and elderly persons and impact on *Helicobacter pylori* infections. *Microb Ecol Health Dis* 14 (2002) S17-S21
- (119) Wendakoon CN, Thomson AB, Ozimek L: Lack of therapeutic effect of a specially designed yogurt for the eradication of *Helicobacter pylori* infection. *Digestion* 65 (2002) 16-20
- (120) Canducci F, Cremonini F, Armuzzi A, Di Caro S, Gabrielli M, Santarelli L, Nista E, Lupascu A, De Martini D, Gasbarrini A: Probiotics and *Helicobacter pylori* eradication. *Dig Liver Dis* 34 (2002) S81-S83
- (121) Shanahan F: Probiotics and inflammatory bowel disease: from fads and fantasy to facts and future. *Br J Nutr* 88 (2002) S5-S9

- (122) Gionchetti P, Amadini C, Rizzello F, Venturi A, Palmonari V, Morselli C, Romagnoli R, Campieri M: Probiotics-role in inflammatory bowel disease. *Dig Liver Dis* 34 (2002) S58-S62
- (123) Linskens RK, Huijsdens XW, Savelkoul PH, Vandenbroucke-Grauls CM, Meuwissen SG: The bacterial flora in inflammatory bowel disease: current insights in pathogenesis and the influence of antibiotics and probiotics. *Scand J Gastroenterol* 234 (2001) S29-S40
- (124) Spanier JA, Howden CW, Jones MP: A systematic review of alternative therapies in the irritable bowel syndrome. *Arch Intern Med* 163 (2003) 265-274
- (125) Madden JA, Hunter JO: A review of the role of the gut microflora in irritable bowel syndrome and the effects of probiotics. *Br J Nutr* 88 (2002) S67-S72
- (126) Siemenhoff ML, Dunn SR, Zollner GP, Fitzpatrick ME, Emery SM, Sandine WE, Ayres JW: Biomodulation of the toxic and nutritional effects of small bowel bacterial overgrowth in endstage kidney disease using freeze-dried *Lactobacillus acidophilus*. *Mineral Electrolyte Metab* 22 (1996) 92-96
- (127) Gaon D, Garmendia C, Murrielo NO, de Cucco Games A, Cerchio A, Quintas R, Gonzalez SN, Oliver G: Effect of *Lactobacillus* strains (*L. casei* and *L. Acidophilus* Strains cerela) on bacterial overgrowth-related chronic diarrhea. *Medicina (B Aires)* 62 (2002) 159-163
- (128) de Vrese M, Winler P, Rautenberg P, Harder T, Noah G, Lave G, Schrezenmeir J: Probiotika verkürzen Erkältungen, aber verhindern sie nicht. *Proc Germ Nutr Soc* 6 (2004) 68
- (129) Marteau PR, de Vrese M, Cellier CR, Schrezenmeir J: Protection from gastrointestinal diseases with the use of probiotics. *Am J Clin Nutr* 73 (2001) 430-436
- (130) Tomoda T, Nakano Y, Kageyama T: Effect of yogurt and yogurt supplemented with *Bifidobacterium* and/or lactulose in healthy persons: a comparative study. *Bifidobact Microfl* 10 (1991) 123-130
- (131) Ouwehand AC, Lagström H, Suomalainen T, Salminen S: The effect of probiotics on constipation, faecal azoreductase activity and faecal mucins. *Ann Nutr Metab* 10 (2002) 159-162
- (132) Reid G: Probiotic agents to protect the urogenital tract against infection. *Am J Clin Nutr* 73 (2001) S437-S443
- (133) Reid G, Charbonneau D, Erb J, Kochanowski B, Beuerman D, Poehner R, Bruce AW: Oral use of *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 and *L. fermentum* RC-14 significantly alters vaginal flora: randomized, placebo-controlled trial in 64 healthy women. *FEMS Immunol Med Microbiol* 35 (2003) 131-134
- (134) Burton JP, Cadieux PA, Reid G: Improved understanding of the bacterial vaginal microbiota of women before and after probiotic instillation. *Appl Environ Microbiol* 69 (2003) 97-101
- (135) Reid G, Bruce AW, Fraser N, Heinemann C, Owen J, Henning B: Oral probiotics can resolve urogenital infections. *FEMS Immunol Med Microbiol* 30 (2001) 49-52
- (136) Chimura T, Funayama T, Murayama K, Numazaki M: Ecological treatment of bacterial vaginosis. *Jpn J Antibiot* 48 (1995) 432-436
- (137) Hallen A, Jarstrand C, Pahlson C: Treatment of bacterial vaginosis with lactobacilli. *Sex Transm Dis* 19 (1992) 146-148

- (138) Parent D, Bossens M, Bayot D, Kirkpatrick C, Graf F, Wilkinson FE, Kaiser RR: Therapy of bacterial vaginosis using exogenously-applied *Lactobacilli acidophili* and a low dose of estriol: a placebo-controlled multicentric clinical trial. *Arzneimittelforschung* 46 (1996) 68-73
- (139) Hilton E, Isenberg HD, Alperstein P, France K, Borenstein MT: Ingestion of yogurt containing *Lactobacillus acidophilus* as prophylaxis for candidal vaginitis. *Ann Intern Med* 116 (1992) 353-357
- (140) Shalev E, Battino S, Weiner E, Colodner R, Keness Y: Ingestion of yogurt containing *Lactobacillus acidophilus* compared with pasteurized yogurt as prophylaxis for recurrent candidal vaginitis and bacterial vaginosis. *Arch Fam Med* 5 (1996) 593-596
- (141) Reid G, Tieszer C, Lam D: Influence of lactobacilli on the adhesion of *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans* to fibers and epithelial cells. *J Ind Microbiol* 15 (1995) 248-253
- (142) Asahara T, Nomoto K, Watanuki M, Yokokura T: Antimicrobial activity of intraurethally administered probiotic *Lactobacillus casei* in a murine model of *Escherichia coli* urinary tract infection. *Antimicrob Agents Chemother* 45 (2001) 1751-1760
- (143) Reid G, Bruce AW: Low vaginal pH and urinary-tract infection. *Lancet* 346 (1995) 1704
- (144) Dani C, Biadaoli R, Bertini G, Martelli E, Rubaltelli FF: Probiotics feeding in prevention of urinary tract infection, bacterial sepsis and necrotizing enterocolitis in preterm infants. A prospective double-blind study. *Biol Neonate* 82 (2002) 103-108
- (145) Kontiokari T, Sundqvist K, Nuutinen M, Pokka T, Koskela M, Uhari M: Randomised trial of cranberry-lingonberry juice and *Lactobacillus GG* drink for the prevention of urinary tract infections in women. *BMJ* 322 (2001) 1571-1576
- (146) Ahola AJ, Yli-Knuuttila H, Suomalainen T, Poussa T, Ahlstrom A, Meurman JH, Korpela R: Short-term consumption of probiotic-containing cheese and its effect on dental caries risk factors. *Arch Oral Biol* 47 (2002) 799-804
- (147) Nase L, Hatakka K, Savilahti E, Saxelin M, Ponka A, Poussa T, Korpela R, Meurman JH: Effect of long-term consumption of a probiotic bacterium, *Lactobacillus rhamnosus GG*, in milk on dental caries and caries risk in children. *Caries Res* 35 (2001) 412-420
- (148) Bayona-Gonzalez A, Lopez-Camara V, Gomez-Castellanos A: Final results of a dental caries clinical trial using heat killed lactic bacteria (*Streptococci* and *Lactobacilli*) orally. *Pract Odontol* 1 (1990) 41-47
- (149) Kitazawa H, Ino T, Kawai Y, Itoh T, Saito T: A novel immunostimulating aspect of *Lactobacillus gasseri*: induction of „Gasserokine“ as chemoattractants for macrophages. *Int J Food Microbiol* 25 (2002) 29-38
- (150) Donnet-Hughes A, Rochat F, Serrant P, Aeschlimann JF, Schiffrin EJ: Modulation of nonspecific mechanisms of defense by lactic acid bacteria: effective dose. *J Dairy Res* 82 (1999) 863-869
- (151) Gill SH, Rutherford J, Cross L, Gopal PK: Enhancement of immunity in the elderly by dietary supplementation with the probiotic *Bifidobacterium lactis* HNO 19. *Am J Clin Nutr* 74 (2001) 833-839
- (152) Jahreis G, Vogelsang H, Kiessling G, Schubert R, Bunte C, Hammes WP: Influence of probiotic saucage (*Lactobacillus paracasei*) on blood lipids and immunological parameters of healthy volunteers. *Food Res Int* 35 (2002) 133-138

- (153) Nagao F, Nakayama M, Muto T, Okumura K: Effects of a fermented milk drink containing *Lactobacillus casei* strain Shirota on the immune system in healthy human subjects. *Biosci Biotechnol Biochem* 64 (2000) 2706-2708
- (154) Perdigon G, Maldonado Galdeano C, Valdez JC, Medici M: Interaction of lactic acid bacteria with the gut immune system. *Eur J Clin Nutr* 56 (2002) S21-S26
- (155) Korhonen R, Korpela R, Moilanen E: Signalling mechanisms involved in the induction of inducible nitric oxide synthase by *Lactobacillus rhamnosus* GG, endotoxin, and lipoteichoic acid. *Inflammation* 26 (2002) 207-214
- (156) Kaila M, Isolauri E, Soppi E, Virtanen E, Laine S, Arvilommi H: Enhancement of the circulating antibody secreting cell response in human diarrhea by a human *Lactobacillus* strain. *Pediatr Res* 32 (1992) 141-144
- (157) Marteau P, Vaerman J-P, Dehennin J-P, Bord S, Brassart D, Pochart P, Desjeux J-F, Rambaud J-C: Effects of intrajejunal perfusion and chronic ingestion of *Lactobacillus johnsonii* strain LA1 on serum concentrations and jejunal secretions of immunoglobulins and serum proteins in healthy humans. *Gastroenterol Clin Biol* 21 (1997) 293-298
- (158) Fukushima Y, Kawata Y, Hara H, Terada A, Mitsuoka T: Effect of a probiotic formula on intestinal immunoglobulin A production in healthy children. *Int J Food Microbiol* 42 (1998) 39-44
- (159) Cross ML, Mortensen RR, Kudsk J, Gill HS: Dietary intake of *Lactobacillus rhamnosus* HN001 enhances production of both Th1 and Th2 cytokines in antigen-primed mice. *Med Microbiol Immunol (Berl)* 191 (2002) 49-53
- (160) de Vrese M, Rautenberg P, Laue C, Koopmans M, Herreman T, Schrezenmeier J: Einfluss von Probiotika auf die Immunantwort auf eine Polioschluckimpfung. *Proc Germ Nutr Soc* 3 (2001) 7
- (161) Ibnou-Zekri N, Blum S, Schiffrin EJ, von der Weid T: Divergent patterns of colonization and immune response elicited from two intestinal *Lactobacillus* strains that display similar properties in vitro. *Infect Immun* 71 (2003) 428-436
- (162) Aso Y, Akazan H, Kotake T, Tsukamoto T, Imai K, Maito S, BLP Study Group: Preventive effect of *Lactobacillus casei* preparation on the recurrence of superficial bladder cancer in a double-blind trial. *Eur Urol* 27 (1995) 104-109
- (163) De Simone C, Ciardi A, Grassi A, Lambert Gardini S, Tzantzoglou S, Trinchieri V, Moretti S, Jirillo E: Effect of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* on gut mucosa and peripheral blood B lymphocytes. *Immunopharmacol Immunotoxicol* 14 (1992) 331-340
- (164) Yazui H, Shida K, Matsuzaki T, Yokokura T: Immunomodulatory function of lactic acid bacteria. *Antonie Van Leeuwenhoek* 76 (1999) 383-389
- (165) Gluck U, Gebbers JO: Ingested probiotics reduce nasal colonization with pathogenic bacteria (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, and beta-hemolytic streptococci). *Am J Clin Nutr* 77 (2003) 517-520
- (166) Habermann W, Zimmermann K, Skarabis H, Kunze R, Rusch V: Verminderung der Rezidivhäufigkeit bei Patienten mit chronisch rezidivierender hypertrophischer Sinusitis unter Behandlung mit einem bakteriellen Immunstimulans (*Enterococcus faecalis*-Bakterien humaner Herkunft). *Arzneimittelforschung* 52 (2002) 622-627
- (167) Hatakka K, Savilahti E, Ponka A, Meurman JH, Poussa T, Nase L, Saxelin M, Korpela R: Effect of long term consumption of probiotic milk on infections in children attending day care centres: double blind, randomised trial. *BMJ* 322 (2001) 1327-1332

- (168) Rio ME, Zago Beatriz L, Garcia H, Winter L: The nutritional status change the effectiveness of a dietary supplement of lactic bacteria on the emerging of respiratory tract diseases in children. *Arch Latinoam Nutr* 52 (2002) 29-34
- (169) Turchet P, Laurenzano M, Auboiron S, Antoine JM: Effect of fermented milk containing the probiotic *Lactobacillus casei* DN-114 001 on winter infections in free-living elderly subjects: a randomised, controlled pilot study. *J Nutr Health Aging* 7 (2003) 75-77
- (170) Isolauri E: The treatment of cow's milk allergy. *Eur J Clin Nutr* 49 (1995) S49-S55
- (171) Majamaa H, Isolauri E: Probiotics: A novel approach in the management of food allergy. *J Allergy Clin Immunol* 99 (1997) 179-185
- (172) Rosenfeldt V, Benfeldt E, Nielsen SD, Michaelsen KF, Jeppesen DL, Valerius NH, Paerregaard A: Effect of probiotic *Lactobacillus* strains in children with atopic dermatitis. *J Allergy Clin Immunol* 111 (2003) 389-395
- (173) Helin T, Haahtela S, Haahtela T: No effect of oral treatment with an intestinal bacterial strain, *Lactobacillus rhamnosus* (ATCC 53103), on birch-pollen allergy: a placebo-controlled double-blind study. *Allergy* 57 (2002) 243-246
- (174) Kalliomäki M, Salminen S, Arvilommi H, Kero P, Koskinen P, Isolauri E: Probiotics in primary prevention of atopic disease: a randomised placebo-controlled trial. *Lancet* 357 (2001) 1076-1079
- (175) Rautava S, Kalliomäki M, Isolauri E: Probiotics during pregnancy and breast-feeding might confer immunomodulatory protection against atopic disease in the infant. *J Allergy Clin Immunol* 109 (2002) 119-121
- (176) Kirjavainen PV, Arvola T, Salminen SJ, Isolauri E: Aberrant composition of gut microbiota of allergic infants: a target of bifidobacterial therapy at weaning? *Gut* 51 (2002) 51-55
- (177) Kankaanpää PE, Yang B, Kallio HP, Isolauri E, Salminen SJ: Influence of probiotic supplemented infant formula on composition of plasma lipids in atopic infants. *J Nutr Biochem* 13 (2002) 364-369
- (178) Kirjavainen PV, Salminen SJ, Isolauri E: Probiotic bacteria in the management of atopic disease: underscoring the importance of viability. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 36 (2003) 223-227
- (179) Fujiwara S, Seto Y, Kimura A, Hashiba H: Establishment of orally-administered *Lactobacillus gasseri* SBT2055SR in the gastrointestinal tract of humans and its influence on intestinal microflora and metabolism. *J Appl Microbiol* 90 (2001) 343-352
- (180) Hayatsu H, Hayatsu T: Suppressing effect of *Lactobacillus casei* administration on the urinary mutagenicity arising from ingestion of fried ground beef in the human. *Cancer Lett* 73 (1993) 173-179
- (181) Horie H, Zeisig M, Hirayama K, Midtvedt T, Møller L, Rafter J: Probiotic mixture decreases DNA adduct formation in colonic epithelium induced by the food mutagen 2-amino-9H-pyrido[2,3-b]indole in a human-flora associated mouse model. *Eur J Cancer Prev* 12 (2003) 101-107
- (182) Brady LJ, Gallaher DD, Busta FF: The role of probiotic cultures in the prevention of colon cancer. *J Nutr* 130 (2000) S410-S414

- (183) Femia AP, Luceri C, Dolara P, Giannini A, Biggeri A, Salvadori M, Clune Y, Collins KJ, Paglierani M, Caderni G: Antitumorigenic activity of the prebiotic inulin enriched with oligofructose in combination with the probiotics *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium lactis* on azoxymethane-induced colon carcinogenesis in rats. *Carcinogenesis* 23 (2002) 1953-1960
- (184) Rasic JL, Vujicic IF, Skringer M, Vulic M: Assimilation of cholesterol by some cultures of lactic acid bacteria and bifidobacteria. *Biotechnol Lett* 14 (1992) 39-44
- (185) Klaver FA, van der Meer R: The assumed assimilation of cholesterol by *Lactobacilli* and *Bifidobacterium bifidum* is due to their bile salt-deconjugating activity. *Appl Environ Microbiol* 59 (1993) 1120-1124
- (186) Bukowska H, Pieczul-Mroz J, Jastrzebska M, Chelstowski K, Naruszewicz M: Decrease in fibrinogen and LDL-cholesterol levels upon supplementation of diet with *Lactobacillus plantarum* in subjects with moderately elevated cholesterol. *Atherosclerosis* 137 (1998) 437-438
- (187) Agerholm-Larsen L, Bell ML, Grunwald GK, Astrup A: The effect of a probiotic milk product on plasma cholesterol: a meta-analysis of short-term intervention studies. *Eur J Clin Nutr* 54 (2000) 856-860
- (188) Kiessling G, Schneider J, Jahreis G: Long-term consumption of fermented dairy products over 6 months increases HDL cholesterol. *Eur J Clin Nutr* 56 (2002) 843-849
- (189) Levrat M-A, Favier M-L, Moundras C, Rémésy C, Demigné C, Morand C: Role of dietary propionic acid and bile acid excretion in the hypocholesterolemic effects of oligosaccharides in rats. *J Nutr* 124 (1994) 531-538
- (190) Pedrosa MC, Golner BB, Goldin BR, Barakat S, Dallal GE, Russel RM: Survival of yogurt-containing organisms and *Lactobacillus gasseri* (ADH) and their effect on bacterial enzyme activity in the gastrointestinal tract of healthy and hypochlorhydric elderly subjects. *Am J Clin Nutr* 61 (1995) 353-359
- (191) Richelsen B, Kristensen K, Pedersen SB: Long-term (6 months) effect of a new fermented milk product on the level of plasma lipoproteins - a placebo-controlled and double blind study. *Eur J Clin Nutr* 50 (1996) 811-815
- (192) Tavani A, Gallus S, Negri E, La Vecchia C: Milk, dairy products, and coronary heart disease. *J Epidemiol Community Health* 56 (2002) 471-472
- (193) Sanders ME: Considerations for use of probiotic bacteria to modulate human health. *J Nutr* 130 (2000) S384-S390
- (194) Seppo L, Jauhiainen T, Poussa T, Korpela R: A fermented milk high in bioactive peptides has a blood pressure-lowering effect in hypertensive subjects. *Am J Clin Nutr* 77 (2003) 326-330
- (195) Sipola M, Finckenberg P, Korpela R, Vapaatalo H, Nurminen ML: Effect of long-term intake of milk products on blood pressure in hypertensive rats. *J Dairy Res* 69 (2002) 103-111
- (196) Takano T: Anti-hypertensive activity of fermented dairy products containing biogenic peptides. *Antonie Van Leeuwenhoek* 82 (2002) 333-340
- (197) Naruszewicz M, Johansson ML, Zapolska-Downar D, Bukowska H: Effect of *Lactobacillus plantarum* 299v on cardiovascular disease risk factors in smokers. *Am J Clin Nutr* 76 (2002) 1249-1255

- (198) Cherbur C: Inulin and oligofructose in the dietary fiber concept. *Brit J Nutr* 87 (2002) S159-S162
- (199) Nyman M: Fermentation and bulking capacity of indigestible carbohydrates: the case of Inulin and oligofructose. *Brit J Nutr* 87 (2002) S163-S168
- (200) Hoebler C, Michel JC, Vabre S, Cherbur C: Effect of the fermentation of oligofructose on the mucin distribution and mucus gel thickness. Paper presented at the Vahouny Symposium, May 27-30, 2002. Royal College of Physicians, Edinburgh, United Kingdom
- (201) Kolida S, Tuohy K, Gibson GR: Prebiotic effects of Inulin and oligofructose. *Br J Nutr* 87 (2002) S193-S197
- (202) Bielecka M, Biedrzycka E, Majkowska A: Selection of probiotics and prebiotics for synbiotics and confirmation of their in vivo effectiveness. *Food Res Int* 35 (2002) 139-144
- (203) Cummings JH, Macfarlane G: Gastrointestinal effects of prebiotics. *Br J Nutr* 87 (2002) S145-S151
- (204) Fooks LJ, Gibson GR: In vitro investigations of the effect of probiotics and prebiotics on selected human intestinal pathogens. *FEMS Microbiol Ecol* 39 (2002) 67-75
- (205) Asahara T, Nomoto K, Shimizu K, Watanuki M, Tanaka R: Increased resistance of mice to *Salmonella enterica* serovar Typhimurium infection by synbiotic administration of *Bifidobacteria* and transgalactosylated oligosaccharides. *J Appl Microbiol* 91 (2001) 985-996
- (206) Bomba A, Nemcova R, Gancarcikova S, Herich R, Guba P, Mudronova D: Improvement of the probiotic effect of microorganisms by their combination with maltodextrins, fructo-oligosaccharides and polyunsaturated fatty acids. *Br J Nutr* 88 (2002) S95-S99
- (207) Fukuda M, Kanauchi O, Araki Y, Andoh A, Mitsuyama K, Takagi K, Toyonaga A, Sata M, Fujiyama Y, Fukuoka M, Matsumoto Y, Bamba T: Prebiotic treatment of experimental colitis with germinated barley foodstuff: a comparison with probiotic or antibiotic treatment. *Int J Mol Med* 9 (2002) 65-70
- (208) Holma R, Juvonen P, Asmawi MZ, Vapaatalo H, Korpela R: Galacto-oligosaccharides stimulate the growth of *bifidobacteria* but fail to attenuate inflammation in experimental colitis in rats. *Scand J Gastroenterol* 37 (2002) 1042-1047
- (209) Pool-Zobel B, van Loo J, Roberfroid M: Experimental evidences on the potential of prebiotic fructans to reduce the risk of colon cancer. *Brit J Nutr* 87 (2002) S273-S281
- (210) Buddington KK, Donahoo JB, Buddington RK: Dietary oligofructose and inulin protect mice from enteric and systemic pathogens and tumor inducers. *J Nutr* 132 (2001) 472-477
- (211) Bolognani F, Rumney CJ, Pool-Zobel B, Rowland IR: Effect of lactobacilli, *bifidobacteria* and Inulin on the formation of aberrant crypt foci in rats. *Eur J Nutr* 40 (2001) 293-300
- (212) Verghese M, Rao DR, Chawan CB, Williams LL, Shackelford L: Dietary inulin suppresses azoxymethane-induced aberrant crypt foci and colon tumors at the promotion stage in young Fisher 344 rats. *J Nutr* 132 (2002) 2809-2813
- (213) Taper HS, Roberfroid MB: Inulin/Oligofructose and anticancer therapy. *Brit J Nutr* 87 (2002) S283-S286

- (214) Kok N, Delzenne N, Roberfroid M: Role of hepatic fatty acid metabolism in fructooligosaccharides-induced hypotriglyceridemia in the rat. *Proc 1. Orafit Research Conf* (1995) 231-234
- (215) Fiordaliso M, Kok N, Desager J-P, Goethals F, Deboyser D, Roberfroid M, Delzenne N: Dietary oligofructose lowers triglycerides, phospholipids and cholesterol in serum and very low density lipoproteins of rats. *Lipids* 30 (1995) 163-167
- (216) Delzenne NM, Daubioul C, Neyrinck A, Lasa M, Taper HS: Inulin and oligofructose modulate lipid metabolism in animals: review of biological events and future prospects. *Br J Nutr* 87 (2002) S255-S259
- (217) Daubioul C, Rousseau N, Demeure R, Gallez B, Taper H, Declerck B, Delzenne N: Dietary fructans, but not cellulose, decrease triglyceride accumulation in the liver of obese Zucker fa/fa rats. *J Nutr* 132 (2002) 967-973
- (218) Mortensen A, Poulsen M, Frandsen H: Effect of long-chained fructan Raftilose® HP on blood lipids and spontaneous atherosclerosis in low density receptor knock-out mice. *Nutr Res* 22 (2002) 473-480
- (219) Delzenne NM, Kok N: Effects of fructan-type prebiotics on lipid metabolism. *Am J Clin Nutr* 73 (2001) S456-S458
- (220) Delzenne N, Ferre P, Beylor M, et al.: Study of the regulation by nutrients of the expression of genes involved in lipogenesis and obesity in humans and animals. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 11 (2001) S118-S121
- (221) Williams CM, Jackson KG: Inulin and oligofructose: effects on lipid metabolism from human studies. *Br J Nutr* 87 (2002) S261-S264
- (222) Pereira DI, Gibson GR: Effects of consumption of probiotics and prebiotics on serum lipid levels in humans. *Crit Rev Biochem Mol Biol* 37 (2002) 259-281
- (223) Ohta A, Ohtsuki M, Hosono A, Adachi T, Hara H, Sakata T: Dietary fructooligosaccharides prevent osteopenia after gastrectomy in rats. *J Nutr* 128 (1998) 106-110
- (224) Richardson JE, Walker LT, Bonsi IA, Howard C, Shackelford L, Chawan CB: Effects of prebiotics on bone mineralization in Fisher 344 male weanling rats. Paper presented at IFT 2002, June 16-19, Anaheim, USA
- (225) Scholz-Ahrens KE, Acil Y, Schrezenmeir J: Effect of oligofructose or dietary calcium on repeated calcium and phosphorus balances, bone mineralization and trabecular structure in ovariectomized rats. *Br J Nutr* 88 (2002) 365-377
- (226) Scholz-Ahrens K, Schaafsma G, van den Heuvel EG, et al.: Effects of prebiotics on mineral metabolism. *Am J Clin Nutr* 73 (2001) S459-S464
- (227) van den Heuvel E, Muys T, van Dokkum W, Schaafsma G: Oligofructose stimulates calcium absorption in adolescents. *Am J Clin Nutr* 69 (1999) 544-548
- (228) Roller M, Caderni G, Rechkemmer G, Watzl B: Long-term treatment with a prebiotic modulates the gut-associated immune system of azoxymethane-treated F344 rats. Paper presented at the SKLM Symposium „Functional Food: Safety Aspects“, May 5-7 2002, Karlsruhe, Germany
- (229) Buddington RK, Kelly-Quagliana K, Buddington KK, Kimura Y: Non-digestible oligosaccharides and defense functions: Lessons learned from animal models. *Br J Nutr* 87 (2002) S231-S239

- (230) Schley PD, Field CJ: The immune-enhancing effects of dietary fiber and prebiotics. *Br J Nutr* 87 (2002) S221-S230
- (231) Videla S, Vilaseca J, Antolin M, Garcia-Lafuente A, Guarner F, Crespo E, Casals J, Salas A, Malagelada JR: Dietary inulin improves distal colitis induced by dextran sodium sulfate in the rat. *Am J Gastroenterol* 96 (2001) 1486-1493
- (232) Bunout D, Hirsch S, Pia de la Maza M, Munoz C, Haschke F, Steenhout P, Klassen P, Barrera G, Gattas V, Petermann M: Effects of prebiotics on the immune response to vaccination in the elderly. *J Parenter Enteral Nutr* 26 (2002) 372-376
- (233) Kanamori Y, Hashizume K, Sugiyama M, Morotomi M, Yuki N, Tanaka R: A novel synbiotic therapy dramatically improved the intestinal function of a pediatric patient with laryngotracheo-esophageal cleft (LTEC) in the intensive care unit. *Clin Nutr* 21 (2002) 527-530
- (234) Agarwal R, Sharma N, Chaudhry R, Deorari A, Paul VK, Gewolb IH, Panigrahi P: Effects of Oral *Lactobacillus GG* on Enteric Microflora in Low-Birth-Weight Neonates. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 36 (2003) 397-402
- (235) Mountzouris KC, McCartney AL, Gibson GR: Intestinal microflora of human infants and current trends for its nutritional modulation. *Brit J Nutr* 87 (2002) 405-420
- (236) Vandenplas Y: Oligosaccharides in infant formula. *Brit J Nutr* 87 (2002) S293-S296
- (237) Akiyama K, Shimada M, Ishezeki S, Takigawa I, Imura S, Yamauchi K, Hatano M, Abe N, Yaeshima T, Hayasawa H, Shimamura S: Effects of administration of *Bifidobacterium* in extremely premature infants: Development of intestinal microflora by orally administered *Bifidobacterium longum* (in comparison with *Bifidobacterium breve*). *Acta Neonatologica Japonica* 30 (1994) 257-263
- (238) Millar MR, Bacon C, Smith SL, Walker V, Hall MA: Enteral feeding of premature infants with *Lactobacillus GG*. *Arch Dis Child* 69 (1993) 483-487
- (239) Hamburger RN, Clemens RA, Brown C: The roles of probiotics and prebiotics in infants. In: Bellanti JA, Bracci R, Prindell G, Xanthou M (eds.): *Neonatal hematology and immunology III* (1997) Elsevier Science (USA); Mountzouris & 2002; Vandenplas 2002
- (240) Knol J, Poelwijk ES, van der Linde EGM, Wells JCK, Brönstrup A, Kohlschmidt N, Wirth S, Schmitz B, Skopnik H, Schmelzle H, Fusch C: Stimulation of endogenous bifidobacteria in term infants by an infant formula containing prebiotics. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 32 (2001) 399
- (241) Rigo J, Pieltain C, Studzinski F, Knol J, Bindels JG: Clinical evaluation in term infants of a new formula based on prebiotics, beta-palmitate and hydrolysed proteins. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 32 (2001) 402
- (242) Moro G, Minoli I, Mosca F, Fanaro S, Jelinek J, Stahl B, Boehm G: Dosage-related bifidogenic effects of galacto- and fructooligosaccharides in formula-fed term infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 34 (2002) 291-295
- (243) Boehm G, Casetta P, Lidestri M, Negretti M, Jelinek J, Stahl B, Marini A: Effect of dietary oligosaccharides (OS) on faecal bifidobacteria in formula-fed preterm infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 32 (2001) 393
- (244) Danan C, Huret Y, Tessède A-C, Bensaada M, Szylit O, Butel M-J: Could oligosaccharide supplementation promote gut colonization with a beneficial flora in preterm infants? *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 30 (2000) 217-219

- (245) Butel M-J, Waligora-Dupriet A-J, Szylił O: Prebiotics and experimental model of neonatal necrotising enterocolitis. *Brit J Nutr* 87 (2002) S213-S219
- (246) Saavedra J, Tschernia A: Human studies with probiotics and prebiotics: clinical implications. *Brit J Nutr* 87 (2002) S241-S246
- (247) Juffrie M: Fructooligosaccharides and diarrhea. *Bioscience Microflora* 21 (2002) 31-34
- (248) Nopchinda S, Varavithya W, Phuapradit P, Sangchai R, Suthutvoravut U, Chantraruksa V, Haschke F: Effect of bifidobacterium Bb12 with or without *Streptococcus thermophilus* supplemented formula on nutritional status. *J Med Assoc Thai* 85 (2002) S1225-S1231
- (249) Fisberg M, Maulen I, Vasquez E, Garcia J, Comer GM, Alarcon PA: Effect of oral supplementation with and without synbiotics on catch-up growth in preschool children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 31 (2000) Abstract 987
- (250) Firmansyah A, Pramita GD, Carrié Fässler AL, Haschke F, Link-Amster H: Improved humoral immune response to measles vaccine in infants receiving infant cereals with fructooligosaccharides. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 31 (2000) Abstract 521
- (251) Griffin IJ, Davila PM, Abrams SA: Non-digestible oligosaccharides and calcium absorption in girls with adequate calcium intakes. *Brit J Nutr* 87 (2002) S187-S191
- (252) Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie: Eingruppierung biologischer Agenzien: Bakterien. In: *Sichere Biotechnologie. Merkblatt B006, 2/97, ZH 1/346*
- (253) Boriello SP, Hammes WP, Holzapfel W, Marteau P, Schrezenmeir J, Vaara M, Valtonen V: Safety of probiotics that contain lactobacilli or bifidobacteria. *Clin Infect Dis* 36 (2003) 775-780
- (254) Rautio M, Jousimies-Somer H, Kauma H, Pietarinen I, Saxelin M, Tynkkynen S, Koskela M: Liver abscess due to a *Lactobacillus rhamnosus* strain indistinguishable from *L. rhamnosus* strain GG. *Clin Infect Dis* 28 (1999) 1159-1160
- (255) Mackay AD, Taylor MB, Kibbler CC, Hamilton-Miller JM: *Lactobacillus* endocarditis caused by a probiotic organism. *Clin Microbiol Infect* 5 (1999) 290-292
- (256) Gasser F: Safety of lactic acid bacteria and their occurrence in human clinical infections. *Bull Inst Pasteur* 92 (1994) 45-67
- (257) Riquelme AJ, Calvo MA, Guzman AM, Depix MS, Garcia P, Perez C, Arrese M, Labarca JA: *Saccharomyces cerevisiae* fungemia after *Saccharomyces boulardii* treatment in immunocompromised patients. *J Clin Gastroenterol* 36 (2003) 41-43
- (258) Salminen MK, Tynkkynen S, Rautelin H, Saxelin M, Vaara M, Ruutu P, Sarna S, Valtonen V, Jarvinen A: *Lactobacillus* bacteremia during a rapid increase in probiotic use of *Lactobacillus rhamnosus* GG in Finland. *Clin Infect Dis* 35 (2002) 1155-1160

7 Einfluss sekundärer Pflanzenstoffe auf die Gesundheit¹

7.1 Einleitung

Im Rahmen eines Ernährungsberichts wurde erstmals 1996 die gesundheitliche Bedeutung der sekundären Pflanzenstoffe abgehandelt (122). Inzwischen werden die gesundheitlichen Wirkungen dieser Inhaltsstoffe pflanzlicher Lebensmittel an vielen nationalen und internationalen Forschungsinstitutionen intensiv untersucht, was in den letzten Jahren zu einer Fülle neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse führte (53).

Sekundäre Pflanzenstoffe lassen sich auf Grund ihrer chemischen Struktur bzw. ihrer funktionellen Eigenschaften in verschiedenen Gruppen zusammenfassen, wobei die Anzahl einzelner Verbindungen stark variiert (Tab. 7/1). Darüber hinaus kommen noch weitere sekundäre Pflanzenstoffe hinzu, wie Chlorophyll oder Phytinsäure, die sich nicht einzelnen chemischen Gruppen zuordnen lassen. Umfassende Aussagen zu Vorkommen, alimentärer Zufuhr, Bioverfügbarkeit und Metabolismus sowie zur gesundheitlichen Wirkung der sekundären Pflanzenstoffe sind gegenwärtig nur zu wenigen Leitsubstanzen möglich. Eine detaillierte Übersicht über die einzelnen Gruppen und ihre physiologischen Wirkungen findet sich in einer aktuellen Publikationsreihe (54, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133). In Ergänzung zum Ernährungsbericht 1996 soll dieses Kapitel den aktuellen Kenntnisstand auf diesem Gebiet beispielhaft für einige Vertreter der sekundären Pflanzenstoffe darstellen sowie die Frage von Zufuhrempfehlungen für sekundäre Pflanzenstoffe diskutieren.

Tabelle 7/1: Hauptgruppen von sekundären Pflanzenstoffen

Gruppe	Anzahl unterschiedlicher Strukturen
Carotinoide	> 700
Saponine	nicht bekannt
Phytosterine	> 100
Glucosinolate	> 120
Flavonoide	> 6 500
Phenolsäuren	nicht bekannt
Protease-Inhibitoren	nicht bekannt
Phytoöstrogene	
⇒ Isoflavonoide	> 870
⇒ Lignane	nicht bekannt
Monoterpene	nicht bekannt
Sulfide	nicht bekannt

7.2 Vorkommen, Bioverfügbarkeit, Metabolismus

Informationen zum Vorkommen von sekundären Pflanzenstoffen in Lebensmitteln sind inzwischen für Carotinoide, Flavonoide und Phytoöstrogene aus öffentlichen Datenbanken erhältlich (<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/>). Angaben zum Gehalt bestimmter se-

¹ Betreuer: Watzl, Bernhard; Rechkemmer, Gerhard

kundärer Pflanzenstoffe (z.B. Carotinoide und Flavonoide) finden sich auch in der aktuellen Ausgabe der Lebensmittel-Nährwerttabelle „Souci - Fachmann - Kraut“ (105). Zum Gehalt von Saponinen, Phytosterinen, Glucosinolaten, Phenolsäuren, Monoterpenen und Sulfiden in Lebensmitteln fehlen umfassende Daten.

Angaben in Datenbanken und Nährwerttabellen zum Gehalt in Lebensmitteln sind jedoch kritisch zu betrachten, da große Unterschiede bei einer Pflanzenart auftreten können. Primär ist der Gehalt durch genetische Faktoren bedingt, wodurch z.B. 10-fach höhere Gehalte an einzelnen Glucosinolaten in genotypisch verschiedenen Brokkoliarten auftreten können (7). Zusätzlich beeinflussen Umweltbedingungen deren Gehalt. Die dadurch auftretende Variabilität im Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen beeinflusst die funktionellen Eigenschaften (z.B. das antioxidative Potenzial oder die aktivierende Wirkung auf Entgiftungsenzyme) des Lebensmittels. Je nach Sorte und Anbaubedingungen variiert z.B. die durch sekundäre Pflanzenstoffe bedingte antioxidative Kapazität einer Brokkoliart um 350 % (55).

Durch züchterische sowie durch biotechnologische Maßnahmen wird zur Zeit versucht, den Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen in Nahrungspflanzen zu steigern, mit dem Ziel den Gesundheitswert pflanzlicher Lebensmittel zu erhöhen. Beispiele hierfür sind Tomaten, deren Flavonolgehalt im Laborexperiment mit gentechnischen Methoden um das 60-fache erhöht werden konnte (78), und Brokkoli, dessen durch züchterische Maßnahmen gesteigerter Glucosinolatgehalt in *in vitro*-Testsystemen eine 100-fach höhere Wirkung im Vergleich zu konventionellem Brokkoli aufwies (25).

Die Aufnahme sekundärer Pflanzenstoffe über die tägliche Ernährung ist trotz verbesserter analytischer Verfahren auch heute nur schwer quantifizierbar, da zusätzlich zur genetisch und ökologisch bedingten Variabilität der Gehalt im verzehrsfähigen Lebensmittel durch Lagerung sowie Verarbeitung bzw. Zubereitung im Haushalt beeinflusst wird. Deshalb liegen nur für wenige sekundäre Pflanzenstoffe verlässliche Daten über die tägliche Zufuhrmenge vor (Tab. 7/2).

Tabelle 7/2: Durchschnittliche tägliche Zufuhr (mg/Tag) an sekundären Pflanzenstoffen mit einer gemischten Kost (ohne Supplemente) (2, 27, 40, 58, 62, 71, 89, 92, 94, 96)

Gruppe	mg/Tag
Carotinoide	5 - 6
Saponine	< 15
Phytosterine	170 - 440
Glucosinolate	< 50
Phenolsäuren	200 - 300
Flavonoide	50 - 100
Phytoöstrogene	< 5
Monoterpene	< 2
Sulfide	nicht bekannt

Die Bioverfügbarkeit sekundärer Pflanzenstoffe variiert sehr stark in Abhängigkeit von deren chemischer Struktur (Tab. 7/3). Darüber hinaus wird die molekulare Struktur einiger sekundärer Pflanzenstoffe durch die Aktivität der intestinalen Mikroflora verändert, wodurch deren Passage durch die Darmwand beeinflusst wird. Zusätzlich spielt die Matrix, in der sekundäre Pflanzenstoffe vorliegen, eine bedeutende Rolle für deren Bioverfüg-

barkeit. Als Beispiel sei hier das β -Carotin genannt. Während reines β -Carotin in Öl oder in einer wasserlöslichen Dispersion zu über 50 % absorbiert wird, liegt die Absorptionsrate aus unerhitzten Karotten bei unter 3 % (139).

Tabelle 7/3: Einteilung von sekundären Pflanzenstoffen anhand ihrer relativen Bioverfügbarkeit beim Menschen (4, 9, 13, 17, 24, 40, 50, 75, 77, 102, 119, 120, 137)

Bioverfügbarkeit*		
hoch (> 15 %)	mittel (3 – 15 %)	niedrig (< 3%)
Carotinoide** Glucosinolate Flavonoide**** Phytoöstrogene Monoterpene Sulfide	Phytosterine Phenolsäuren	Carotinoide*** Saponine Anthocyane Flavone

* Bioverfügbarkeit der nativen Verbindungen, ** aus erhitzten Lebensmitteln, *** aus unerhitzten Lebensmitteln, **** Flavonoide ohne Anthocyane und Flavone

Der derzeitige Informationsstand zur Bioverfügbarkeit der sekundären Pflanzenstoffe soll beispielhaft anhand der Gruppe der Flavonoide dargestellt werden. Die Flavonoide unterteilen sich in die Untergruppen Flavonole, Flavone, Flavanole, Flavanone und Anthocyane. Die meisten Flavonoide kommen in der Natur nicht frei (Aglycon), sondern an Zucker (Glycoside) gebunden vor. Flavonoidaglycone werden im Dünndarm durch passive Diffusion absorbiert, in der Leber an Glucuron- oder Schwefelsäure konjugiert oder an Hydroxylgruppen methyliert und über die Galle in den Darm ausgeschieden.

Für die Flavonoidglycoside galt lange Zeit die Ansicht, dass sie im Dünndarm nicht hydrolysiert werden und deshalb intakt in den Dickdarm gelangen, wo durch Mikroorganismen die Glycoside abgespalten und die Aglycone absorbiert werden können. Neuere Studien lassen jedoch vermuten, dass im Dünndarm bestimmte Flavonolglycoside über einen aktiven Transport absorbiert werden. Durch *in vitro*-Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass Flavonolglycoside Substrate für den im Dünndarm vorhandenen Na⁺-abhängigen D-Glucose-Cotransporter SGLT1 sein können und somit im Dünndarm eine Absorption der Glycoside erfolgen kann (118).

Die endogene Metabolisierung der absorbierten Flavonoidglycoside erfolgt hauptsächlich in der Leber, wo eine Konjugation mit Glucuronsäure, Sulfat oder Glycin erfolgt (35). Die Metabolisierung von nicht-absorbierten Flavonoidglycosiden erfolgt durch Enzyme der Dickdarmbakterien. Abbauprodukte der Aglycone wie z.B. Phenolsäuren werden im Dickdarm absorbiert und können im Urin nachgewiesen werden. Für Flavonole und Flavanole wurde gezeigt, dass nur 1 % bis 2 % der oral aufgenommenen Menge als Flavonoide mit intakter Grundstruktur im Urin ausgeschieden werden, was auf eine extensive Metabolisierung hindeutet. Aktuelle Daten belegen, dass etwa die Hälfte der aufgenommenen phenolischen Verbindungen² durch die Mikroflora im Dickdarm zu einfachen Phenolsäuren abgebaut werden (85). Bis zu 81 % des aufgenommenen Quercetins wurde als Kohlendioxid (CO₂) über die Atemluft ausgeschieden, wofür primär die Metabolisierung durch die intestinale Mikroflora verantwortlich ist (119).

² Chlorogensäure, Quercetin-3-rutinosid sowie Polyphenole des schwarzen Tees

Die höchsten Flavonolglycosidkonzentrationen im Plasma werden 0,5 bis 9 Stunden nach oraler Aufnahme gemessen (35). Im Plasma sind keine Aglycone nachweisbar, sondern ausschließlich an Glucuronsäure und Sulfate gekoppelte Metabolite (68). Für Flavonoide (Ausnahme Anthocyane) wird maximal eine Plasmakonzentration von 1 bis 2 μM gefunden.

Für Anthocyane konnte in einer Reihe von Studien gezeigt werden, dass sie in ihrer nativen Form in nur sehr geringer Konzentration im Körper vorliegen. Die über den Urin ausgeschiedene Menge liegt unter 0,1 % der aufgenommenen Menge (9, 69). Die Plasmakonzentrationen nach dem Verzehr natürlicher Lebensmittel sind mit 1 bis 5 nM deutlich unter dem Konzentrationsbereich, bei dem *in vitro* z.B. starke antioxidative Wirkungen der Anthocyane beobachtet wurden (20 μM - 2 mM) (133). Somit scheinen die Anthocyane in ihrer originären Form eine geringe Bioverfügbarkeit, eine niedrige Plasmakonzentration und somit eine geringe physiologische Wirkung zu besitzen. Die physiologische Bedeutung der im Intestinaltrakt gebildeten Metabolite der Anthocyane sowie weiterer polyphenolischer Verbindungen ist nur unzureichend untersucht.

7.3 Epidemiologische Studien zum Zusammenhang zwischen Aufnahme von sekundären Pflanzenstoffen und Krankheitsrisiken

Eine Reihe von aktuellen prospektiven Kohortenstudien belegt eine inverse Assoziation zwischen dem Verzehr von Gemüse und Obst und dem Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen (6, 43, 64, 65, 101). Im Durchschnitt wurde bei einem hohen Verzehr von Gemüse und Obst eine Risikominderung von bis zu 30 % im Vergleich zu einer niedrigen Aufnahme ermittelt.

Informationen zum Zusammenhang zwischen dem Verzehr von Gemüse und Obst und dem Krebsrisiko sind im Kapitel 5 dargestellt worden. Aus diesen sowie weiteren epidemiologischen Daten wurde eine Wirkung spezifischer Inhaltsstoffe in Gemüse, Obst, Vollkorn und Hülsenfrüchten abgeleitet, die nicht durch die Zufuhr essenzieller Nährstoffe zu erklären ist und auf eine Beteiligung von sekundären Pflanzenstoffen an den zu Grunde liegenden präventiv wirkenden Prozessen hinweist (101).

Inzwischen liegen auch Ergebnisse aus epidemiologischen Studien vor, die Assoziationen zwischen Krankheitsrisiken und der alimentären Aufnahme von verschiedenen sekundären Pflanzenstoffen untersuchten. Besonders Carotinoide und Flavonoide wurden hierbei intensiv erforscht. Bei allen Studien erfolgte die Zufuhr der sekundären Pflanzenstoffe über die Aufnahme von Lebensmitteln und nicht über eine Supplementierung von isolierten Stoffen.

Eine hohe Flavonol- sowie Flavonaufnahme war in mehreren Studien mit einem verringerten Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen (31, 32, 47, 140) und Lungenkrebs verbunden (48, 61). Allerdings wurde in einigen prospektiven Studien keine signifikante Assoziation zwischen Flavonol-/Flavonaufnahme und dem Herz-Kreislauf-Erkrankungsrisiko festgestellt (99, 107). In einer Studie wurde bei Senioren (> 65 Jahre) ein um etwa 50 % verringertes Risiko für Demenz bei hoher Flavonidaufnahme nachgewiesen, nachdem Gruppen mit hoher und niedriger Zufuhr verglichen wurden (18). Da bei allen Studien nur 2 der 5 Flavonoidhauptgruppen berücksichtigt wurden, relativ ungenaue Fragebögen verwendet wurden und der Beobachtungszeitraum relativ kurz war, sind die Ergebnisse dieser Studien nur bedingt aussagekräftig.

Der Zusammenhang zwischen der alimentären Aufnahme von Carotinoiden und dem Krebsrisiko wurde in den letzten Jahren häufig untersucht. In einer Fall-Kontroll-Studie

wurde bei niedriger β -Carotinaufnahme ein doppelt so hohes Brustkrebsrisiko festgestellt wie bei einer hohen Aufnahme (113). Eine vergleichbare Risikosenkung war auch für andere Carotinoide beobachtet worden. Diese Daten werden durch die Ergebnisse einer prospektiven Studie unterstützt, die ebenfalls eine protektive Wirkung von Carotinoiden gegen Brustkrebs feststellen konnte (104). Auch für Lungenkrebs wurde in mehreren prospektiven Studien eine inverse Assoziation zwischen der alimentären Zufuhr an Carotinoiden und dem Krebsrisiko festgestellt (34, 72, 136). Das Risiko für Dickdarmkrebs zeigte in einer prospektiven kanadischen Studie hingegen keine Assoziation mit der Aufnahme an Carotinoiden (111). Eine signifikante Risikominderung für Prostatakrebs von 83 % wurde in einer Fall-Kontroll-Studie bei Personen mit einer hohen Lykopinaufnahme ermittelt (66).

Die Wirkung von Carotinoiden auf das Herz-Kreislauf-Erkrankungsrisiko wurde ebenfalls in mehreren Studien untersucht. Die Aufnahme von Lycopin korrelierte in einer finnischen Studie invers mit der Wanddicke der Halsschlagader, was als Indikator für arteriosklerotische Prozesse gesehen wird, die während der Frühphase der Arteriosklerose auftreten (100). In der Rotterdam-Studie wurde bei Rauchern mit hoher Lycopinaufnahme ein signifikant verringertes Herz-Kreislauf-Erkrankungsrisiko gemessen (46). Im Rahmen der Women's Health Study sowie der Nurses' Health Study konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen der Lycopinaufnahme und dem Herz-Kreislauf-Erkrankungsrisiko beobachtet werden (88, 106). Allerdings war die Aufnahme von Tomatenprodukten in der Women's Health Study mit einem signifikanten Schutzeffekt assoziiert (106). Auch für α - und β -Carotin wurde eine signifikante inverse Assoziation zwischen der Zufuhrmenge und arteriosklerotischen Veränderungen bzw. dem Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen festgestellt (22, 88).

Kein Zusammenhang wurde zwischen der Aufnahme an Phytosterinen (285 mg/Tag) und dem Dickdarmkrebsrisiko im Rahmen einer niederländischen prospektiven Kohortenstudie festgestellt (84). Im Gegensatz dazu wurde für den Lignanmetaboliten Enterolacton ein reduziertes Herz-Kreislauf-Erkrankungsrisiko sowie ein verringertes Brustkrebsrisiko für Personen mit einer hohen Serum-Enterolactonkonzentration nachgewiesen (93, 116).

Somit liegt inzwischen eine Fülle an Daten zur Assoziation zwischen der Aufnahme einzelner sekundärer Pflanzenstoffe und dem Krankheitsrisiko vor. Nachdem bis zum Ende der 1990iger Jahre lediglich auf der Ebene der kompletten Lebensmittel (Gemüse, Obst) Aussagen zur Beeinflussung des Krankheitsrisikos durch den Verzehr dieser Lebensmittel möglich waren, lassen die neuen epidemiologischen Kenntnisse auf der Ebene der sekundären Pflanzenstoffe eine Beteiligung dieser Substanzen an den gesundheitsfördernden Wirkungen pflanzlicher Lebensmittel noch wahrscheinlicher werden.

7.4 Gesundheitsfördernde Wirkungen von sekundären Pflanzenstoffen

Die Evidenz für die gesundheitsfördernden Wirkungen der sekundären Pflanzenstoffe beim Menschen beruht gegenwärtig auf den Ergebnissen epidemiologischer Studien. Der kausale Zusammenhang zwischen der Aufnahme sekundärer Pflanzenstoffe und ihrer gesundheitlichen Wirkung ist beim Menschen jedoch bisher nur in wenigen Studien untersucht, und die exakte chemische Struktur der potenziell wirksamen Verbindungen ist für viele sekundäre Pflanzenstoffe noch nicht bekannt. Im Ernährungsbericht 1996 wurden die verschiedenen Wirkmechanismen ausführlich erläutert. Nachfolgend werden neuere Kenntnisse zur Wirkung von sekundären Pflanzenstoffen beim Menschen aufgeführt.

7.4.1 Antikancerogene Wirkungen

Die Bedeutung von genetischen Polymorphismen³ für eine antikancerogene Wirkung der sekundären Pflanzenstoffe wurde in den letzten Jahren erstmals erforscht. Ein Indikator für eine antikancerogene Wirkung ist u.a. die Beeinflussung der Anzahl an DNA-Addukten⁴ in Blutlymphozyten. Für α - und β -Carotin konnte gezeigt werden, dass eine signifikante inverse Assoziation zwischen der Plasmakonzentration dieser Carotinoide und der Anzahl an DNA-Addukten in den Blutlymphozyten nur bei Personen mit einem bestimmten genetischen Polymorphismus (ein Defizit an dem Enzym Glutathion-S-Transferase M1*0)⁵ vorliegt, nicht jedoch bei Personen mit einer intakten Form dieses Enzyms (90). Nur bei Personen mit diesem Enzymdefekt (GST M1*0- und GST T1*0-Genotyp) korrelierte die Isothiocyanataufnahme über Gemüse invers mit dem Dickdarmkrebsrisiko (Senkung des relativen Risikos um 57 % [108]). Auch bezüglich Lungenkrebs weisen Personen mit diesem Merkmal und gleichzeitig hoher Aufnahme an Isothiocyanaten ein besonders verringertes Krebsrisiko auf im Vergleich zu Personen mit niedriger Isothiocyanataufnahme. Bei Personen mit normaler Enzymausstattung (GST M1-Genotyp) dagegen beeinflusste die Isothiocyanatzufuhr das Lungenkrebsrisiko nicht (141). Schließlich konnte in einer Fall-Kontroll-Studie nachgewiesen werden, dass nur bei Frauen mit einer genetischen Veränderung im Enzymsystem, das für den Hormonstoffwechsel verantwortlich ist⁶, ein stark verringertes Brustkrebsrisiko bei hoher Lignanaufnahme zu beobachten war (70). D.h., dass die individuelle genetisch-bedingte Enzymausstattung darüber mit entscheidet, inwieweit die Schutzwirkung eines sekundären Pflanzenstoffs zur Wirkung kommt. Die Kenntnis individueller genetischer Polymorphismen lässt möglicherweise in Zukunft eine individuell optimierte Empfehlung zur täglichen Zufuhr sekundärer Pflanzenstoffe zu.

In einer klinischen Studie an Prostatakrebspatienten wurde eine Ernährungsintervention mit Lycopin-reichen Mahlzeiten auf der Basis von Tomatensoße durchgeführt. Nach 3 Wochen mit täglich 30 mg Lycopin war der Lycopingehalt im Serum sowie in der Prostata signifikant erhöht. Zudem waren weniger oxidative DNA-Schäden im Prostatagewebe nachzuweisen, und der Tumormarker PSA⁷ war verringert (15). In einer weiteren, vergleichbaren Studie dieser Arbeitsgruppe war zudem bei den mit Tomatensoße supplementierten Männern der Anteil an Prostatakrebiszellen, bei denen der programmierte Zelltod (Apoptose) induziert wurde, signifikant erhöht (44). Dies sowie die Daten der epidemiologischen Studien zeigen, dass die Aufnahme von diesem sekundären Pflanzenstoff über das Lebensmittel Tomate bzw. anderer spezifischer Inhaltsstoffe der Tomate eine Rolle bei der Behandlung/Prävention von Prostatakrebs haben könnten.

Auch aus Interventionsstudien mit isolierten sekundären Pflanzenstoffen liegen erste Daten zur potenziell antikancerogenen Wirkung vor. So führte die Intervention mit Chlorophyllin (100 mg/Tag für 4 Monate), einem wasserlöslichen Abbauprodukt des Chlorophylls, im Rahmen einer Doppelblindstudie zu einer signifikanten Reduktion (55 %) der Aflatoxin-

³ Individuelle Unterschiede in den Gensequenzen, die in unterschiedlicher Metabolisierung endogener (z.B. Hormone) sowie exogener Substanzen (z.B. Nährstoffe) resultieren.

⁴ DNA-Addukte sind Mutationen in der Doppelhelix, die verhindern, dass die DNA korrekt verdoppelt oder die genetische Information abgelesen werden kann.

⁵ Das Phase II-Enzym Glutathion-S-Transferase (GST) ist an der Entgiftung endogener und exogener Substanzen beteiligt. Auf Grund unterschiedlicher Eigenschaften erfolgt eine Einteilung der GST in die Klassen α , μ , π und θ . Bedingt durch genetische Faktoren fehlen bei einigen Individuen bestimmte Unterklassen wie z.B. bei GST μ der Isotyp M1, was als GST M1*0-Isotyp bezeichnet wird, sowie bei GST θ der Isotyp T1.

⁶ Eine genetische Variante des Enzyms Cytochrom-P450c17 α .

⁷ Prostata-spezifisches Antigen

DNA-Ausscheidung über den Urin, was auf ein verringertes Leberkrebsrisiko hinweist (23). Die eingesetzte Menge entsprach 50 % der täglich mit einer durchschnittlichen Ernährung aufgenommenen Menge an Chlorophyll.

Aus internationalen Krebsstatistiken geht hervor, dass hormonabhängige Krebserkrankungen wie Brustkrebs in asiatischen Ländern, in denen Soja Bestandteil einer traditionellen Ernährung ist, weitaus seltener auftreten als in westlichen Industrieländern (56). Inwieweit daraus eine krebspräventive Wirkung eines einzelnen Soja-Inhaltsstoffs wie der Phytoöstrogene (Isoflavone) abgeleitet werden kann, ist fraglich (54). Hinsichtlich der Ernährungsgewohnheiten sowie weiterer Lebensstil-Faktoren existieren große Unterschiede zwischen asiatischen und westlichen Industrieländern, weshalb sehr viele Faktoren für die unterschiedlichen Krebsrisiken verantwortlich sein können. Zwar konnte vor allem in Fall-Kontroll-Studien nachgewiesen werden, dass hohe Phytoöstrogen (Enterolacton sowie Isoflavon)-Konzentrationen im Plasma mit einem verringerten Brustkrebsrisiko korrelieren, in den bis dato vorliegenden prospektiven Studien konnte jedoch ein protektiver Effekt von Phytoöstrogenen hinsichtlich Brustkrebs nicht gezeigt werden (91). Möglicherweise ist der Zeitpunkt der Phytoöstrogenexposition entscheidend für den Einfluss auf die Krebsentstehung. Im Tierversuch wurde der stärkste Schutzeffekt beobachtet, wenn die Tiere während der Brustentwicklung, also in einer frühen Lebensphase, Phytoöstrogene aufnahmen (56). Es gibt Hinweise, dass bei Frauen mit Brustkrebs oder präkanzerogenen Veränderungen die Aufnahme von Phytoöstrogenen eine stimulierende Wirkung auf das Wachstum von Brustkrebszellen ausübt (56), wodurch das Krebsrisiko erhöht wird.

Die inverse Assoziation zwischen der alimentären Aufnahme von sekundären Pflanzenstoffen und dem Krebsrisiko hat zur Etablierung verschiedener Tiermodelle geführt, um den protektiven Mechanismus dieser Verbindungen zu erforschen. In einem Modell wurde kürzlich die protektive Rolle des Lycopins bei der Entstehung von Lungenkrebs untersucht. Dabei konnte gezeigt werden, dass eine Lycopinsupplementierung die Konzentration von Lycopin in Blut und Lunge erhöhte, während die Exposition mit Zigarettenrauch den Konzentrationsanstieg deutlich verringerte. Gleichzeitig waren zellphysiologische Regulationsprozesse⁸ in den mit Lycopin supplementierten Tieren stimuliert, wodurch die Entstehung von durch Zigarettenrauch ausgelöstem Lungenkrebs im Tiermodell gehemmt wurde (63). Eine Übertragbarkeit dieser tierexperimentellen Befunde auf die Situation bei Rauchern mit hoher Lycopinaufnahme ist jedoch nicht gegeben. In 2 prospektiven Kohortenstudien war die Lycopinaufnahme nicht signifikant mit dem Lungenkrebsrisiko assoziiert (72).

An dieser Stelle sollen auch die ATBC- sowie die CARET-Studie erwähnt werden, die beide nach mehrjähriger Supplementierung mit β -Carotin (25 mg/Tag) bei starken Rauchern bzw. bei Asbest-exponierten Personen ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko im Vergleich zur Placebo-behandelten Kontrollgruppe feststellten (1, 86). Rauchen in Kombination mit Alkoholkonsum (täglich mehr als 1 alkoholisches Getränk) sowie eine Supplementierung mit β -Carotin (25 mg/Tag) erhöhte bei prädisponierten Personen das Risiko für das Wiederauftreten eines kolorektalen Adenoms⁹ um 100 % im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne β -Carotinsupplement (5). Bei Nichtrauchern und Abstinenzlern war hingegen durch die Supplementierung das Risiko signifikant verringert.

⁸ vermehrte Bildung des Insulin-like-Growth-Factor-Binding-Proteins-3 im Blut, erhöhte Apoptoserate sowie Hemmung der Zellproliferation im Lungengewebe

⁹ Adenom: vom Drüsenepithel ausgehende Geschwulst; primär gutartig, kann aber bösartig (maligne) entarten

Eine krebsschutzprotektive Wirkung von Tee-Polyphenolen konnte in einer neuen prospektiven Studie festgestellt werden. Dabei wurde die Ausscheidung der Tee-Polyphenole Epigallocatechin, Epicatechin sowie deren Metabolite mit dem Urin bestimmt. Die Ausscheidung von Epigallocatechin korrelierte invers mit dem Magenkrebsrisiko. Allerdings war dieser Schutzeffekt primär bei Studienteilnehmern mit sehr niedrigen Plasma-Carotinoidkonzentrationen (etwa 0,2 µM) nachweisbar und nicht bei Personen mit normalen Plasmakonzentrationen (etwa 0,6 µM) (110). Dies deutet darauf hin, dass Vertreter bestimmter Gruppen an sekundären Pflanzenstoffen über den selben Mechanismus (z.B. antioxidative Wirkung) die Karzinogenese hemmen könnten, oder dass Tee-Polyphenole nur bei insgesamt geringer Gemüseaufnahme einen protektiven Effekt ausüben.

7.4.2 Antioxidative Wirkungen

Die *in vitro* nachgewiesene antioxidative Wirkung von sekundären Pflanzenstoffen kann an der präventiven bzw. für bestimmte Erkrankungen das Risiko mindernden Wirkung einer hohen Aufnahme solcher Stoffe beteiligt sein. Reaktive Sauerstoffspezies wie Singulett-sauerstoff sind in der Lage Nukleinsäuren, verschiedene Aminosäuren in Proteinen und ungesättigte Fettsäuren zu oxidieren und somit die Entstehung von Arteriosklerose und Krebs zu begünstigen. Als effiziente Gegenspieler solcher reaktiver Verbindungen erwiesen sich die Carotinoide Lycopin und β -Carotin (109). Den *in vitro*-Beobachtungen zur antioxidativen Wirkung der Carotinoide stehen allerdings keine Daten aus Humanstudien gegenüber, die bei ausreichender Versorgung der Studienteilnehmer mit β -Carotin durch zusätzliche Carotinoidsupplemente eine Verbesserung des Antioxidanzienstatus erzielen konnten. Sowohl für die Lipidperoxidation als auch für den Schutz vor oxidativen DNA-Schäden konnte keine Veränderung durch β -Carotinsupplementierung beobachtet werden (12, 33). Im Gegensatz dazu wurde jedoch bei erhöhtem Verzehr carotinoidreicher Gemüse- und Obstsorten ein verbesserter Schutz vor Lipidperoxidation und oxidativen DNA-Schäden festgestellt (8, 16, 112).

Flavonoide sind auf Grund ihrer chemischen Struktur sowohl in wasserlöslichen als auch in lipophilen Systemen als Antioxidanzien aktiv. Viele *in vitro*-Studien zeigen eine klare Schutzwirkung der Flavonoide vor einer Lipidperoxidation, wobei als Reinsubstanzen Quercetin und Epigallocatechingallat besonders wirksam waren (87). Eine Beeinflussung der Lipidperoxidation *ex vivo* durch die orale Aufnahme von Flavonoiden, z.B. durch den Verzehr von Zwiebeln, konnte in den meisten Studien nicht nachgewiesen werden (87, 98). In zwei neueren Studien wurde jedoch ein erhöhter Oxidationsschutz der Lipoproteine *ex vivo* festgestellt. Der Verzehr von 80 g einer dunklen Schokolade erhöhte den Plasma-Epicatechingehalt von 22 nM auf 257 nM, was mit einer Steigerung der Antioxidanzienkapazität im Plasma um 31 % sowie einer Verringerung von Oxidationsprodukten im Plasma um 40 % einherging (97). In einer zweiten Studie korrelierte die Aufnahme von Tee ebenfalls mit einer Verbesserung des Antioxidanzienstatus, wobei Plasma-Catechinkonzentrationen von 1,8 µM erreicht wurden (60). Gründe für diese widersprüchlichen Ergebnisse sind zur Zeit nicht bekannt.

Erste Ergebnisse aus epidemiologischen (45) sowie klinischen Studien (67) deuten darauf hin, dass Phytoöstrogen-reiche Lebensmittel wie Leinsamen bzw. Lignane einen antioxidativen Effekt auf Blutlipide ausüben (54). Dies zeigte sich auch in einem Tierversuch mit dem isolierten Lignan Secoisolariciresinol (95). In einer prospektiven Studie wurde gezeigt, dass die Enterolactonkonzentration im Plasma invers mit dem Herzinfarktrisiko korreliert (114). Des Weiteren zeigte sich eine enge inverse Beziehung zwischen der Plasma-

konzentration von Enterolacton und Isoprostan F_2 , das als Marker für Lipidperoxidation *in vivo* angesehen wird (115).

7.4.3 Immunmodulatorische Wirkungen

Immunmodulatorische Wirkungen von sekundären Pflanzenstoffen stellen einen weiteren Wirkmechanismus dar, der für die beobachtete risikomindernde Wirkung einer hohen Gemüse- und Obstaufnahme eine Rolle spielen könnte. In humanen Interventionsstudien konnte ein Einfluss von β -Carotin in physiologischen Konzentrationen auf das Immunsystem festgestellt werden. β -Carotin in einer Dosis bis zu 25 mg/Tag erhöhte bei älteren Männern (> 65 Jahre) die Aktivität der natürlichen Killerzellen (103), bei jüngeren Männern (51 - 64 Jahre) wurden vermehrt immunregulatorisch wirksame Moleküle gebildet (38). Von den übrigen Carotinoiden sind beim Menschen nur Lycopin in einer Studie mit der Reinsubstanz sowie der Einfluss von lycopinreichen Lebensmitteln auf das Immunsystem untersucht (38, 123, 124, 134). Aus diesen Studien geht hervor, dass Carotinoide das Immunsystem stimulieren können, hierfür aber der Versorgungsgrad der Probanden mit z.B. Lycopin eine entscheidende Rolle spielt. Bei hohen Carotinoidkonzentrationen im Blut konnte keine Stimulation von Immunfunktionen nach Tomatensaftzufuhr beobachtet werden. In einer epidemiologischen Studie mit über 29 000 Kindern konnte Tomatenverzehr als einziger Faktor isoliert werden, der invers mit dem Infektionsrisiko korrelierte (26). Dies deutet ebenfalls auf eine immunmodulierende Wirkung von Tomateninhaltsstoffen wie dem Lycopin hin. Ob die beschriebenen Effekte für einzelne Carotinoide spezifisch sind und ob die Effekte für die Abwehr von z.B. Infektionskrankheiten bedeutend sind, ist gegenwärtig unklar. Nicht aufgeklärt ist auch, über welche Mechanismen Carotinoide das Immunsystem modulieren können.

Zahlreiche *in vitro*-Versuche sowie Beobachtungen *in vivo* zeigen eine immunmodulatorische Wirkung auch für die Flavonoide. Die überwiegende Zahl der vorliegenden *in vitro*-Studien belegt eine immunsuppressive Wirkung (73). Derzeit ist jedoch nicht bekannt, welche zellulären Komponenten mit Flavonoiden interagieren und ob nach oraler Aufnahme von Flavonoiden diese Effekte auch beim Menschen zu beobachten sind. In ersten Interventionsstudien mit Flavonoid-reichen Fruchtsäften aus einem Gemisch verschiedener Obstsorten wurden beim Menschen u.a. eine vermehrte Zytokinsynthese (IL-2) (10) sowie eine Stimulation weiterer Lymphozytenfunktionen beobachtet (135), was im Gegensatz zu den Ergebnissen aus den *in vitro*-Versuchen steht.

Auf Grund der Expression von Östrogenrezeptoren auf verschiedenen Immunzelltypen kann das Immunsystem auch durch Phytoöstrogene moduliert werden. *In vitro*-Ergebnisse zeigen, dass hohe Genisteinkonzentrationen (>10 μ M) zu einer Hemmung von Immunfunktionen führen, während im Gegensatz dazu physiologische Konzentrationen von Daidzein (0,1-10 μ M) dosisabhängig die Lymphozytenproliferation stimulieren (121). Humane natürliche Killerzellen wurden *in vitro* durch Genistein sowie durch Genistein- und Daidzeinglucuronide im physiologischen Konzentrationsbereich aktiviert (142). In einem Tierversuch konnte nachgewiesen werden, dass Plasma-Genisteinkonzentrationen, wie sie bei Säuglingen mit Ernährung auf Sojabasis auftreten (1-4 μ M), bei jungen Mäusen zu einer Störung von Thymusfunktionen führt. Damit verbunden war eine Abnahme der Thymuszellen sowie eine Entwicklungsstörung von T-Lymphozyten (138). In einer Humanstudie mit Säuglingen, die während der ersten 4 Lebensmonate ausschließlich mit Sojamilch ernährt wurden, konnten innerhalb des 1. Lebensjahres jedoch keine signifikanten Unterschiede im Vorkommen verschiedener Immunzellen im Vergleich zu gestillten Säuglingen beobachtet werden (20).

7.4.4 Cholesterol-senkende Wirkungen

Phytosterine beeinträchtigen im Darm die Absorption des Nahrungscholesterols sowie des über die Galle ausgeschiedenen Cholesterols, wodurch es zur Senkung des Plasma-Cholesterolgehalts kommt. Diese Cholesterol-senkende Wirkung der Phytosterine ist bereits seit 50 Jahren bekannt und begründete den Einsatz von Phytosterinen in der Therapie von Hypercholesterolämien.

Die Cholesterol-senkende Wirkung der Phytosterine ist u.a. von der Gesamt-Cholesterolkonzentration sowie von genetischen Faktoren der Probanden abhängig (74). Obwohl die Cholesterol-senkende Wirkung der Phytosterine als gesichert gilt, kann über den Wirkmechanismus noch keine klare Aussage gemacht werden. Als Mindestdosis wird 1 g/Tag angesehen (42), wobei über die Ernährung in der Regel 170 bis 440 mg/Tag zugeführt werden (89).

Seit einigen Jahren gibt es in Deutschland eine Margarine auf dem Markt, die aus Sojaöl isolierte Phytosterine enthält. Inzwischen werden weitere mit Phytosterinester angereicherte Lebensmittel angeboten. In mehreren klinischen Studien konnte gezeigt werden, dass die Aufnahme von 2 bis 3 g Phytosterinen pro Tag (Sterin- oder Stanolester) in Form von angereicherter Margarine das Gesamt-Serumcholesterol sowie das LDL-Cholesterol nach 3 bis 4 Wochen um bis zu 15 % senkt im Vergleich zu einer Ernährung mit normalem Phytosterinegehalt (89). Dieser Effekt konnte sowohl bei hoher als auch niedriger Cholesterolaufnahme beobachtet werden. Bei einer Phytosterinaufnahme von 1,6 g/Tag über die Dauer von 1 Jahr wurde allerdings nur eine Senkung des Gesamt-Cholesterols sowie des LDL-Cholesterols im Blut um 4 % bzw. 6 % gemessen (30). Im Gegensatz zur Senkung von Gesamt-Cholesterol und LDL-Cholesterol bewirken Sitostanolester sowie Sitosterinester bei gesunden Probanden keine signifikante Änderung der HDL-Cholesterol- und Triglyceridkonzentration (83). Phytosterinmengen über 3 g/Tag führten zu keiner weiteren Senkung des Cholesterolgehalts im Serum. Die gesundheitliche Bedeutung einer solchen Reduktion der Serum-Cholesterolkonzentration ist vor dem Hintergrund zu sehen, dass allein durch die Senkung des LDL-Cholesterols um 14 % das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei Personen im Alter von 50 bis 59 Jahren im Verlauf eines Zeitraums von 2 Jahren um 25 % verringert werden kann (59). Allerdings wurde eine solche Risikoänderung bisher durch eine alimentär bedingte Senkung der Cholesterolkonzentration mit einer insgesamt veränderten Ernährung erzielt, die weniger Energie, Fett und gesättigte Fettsäuren enthielt sowie mehr Gemüse und Obst. Ob eine Senkung der Cholesterolkonzentration im Blut durch die Aufnahme Phytosterin-reicher Margarinen eine ähnlich starke Reduktion des Herz-Kreislauf-Erkrankungsrisikos mit sich bringt, ist nicht bekannt.

Eine LDL-Cholesterol-senkende Wirkung wurde auch für Isoflavonoid-reiche Soja isolate nachgewiesen, hingegen waren die isolierten Isoflavonoide wirkungslos. Möglicherweise sind nicht die Isoflavonoide selbst in Soja, sondern weitere Begleitstoffe für diese Wirkung verantwortlich (56).

7.4.5 Antibiotische Wirkungen

Für verschiedene sekundäre Pflanzenstoffe sind antibiotische Wirkungen dokumentiert. Bestimmte Flavonoide wie z.B. die Procyanidine werden für die Hemmung von Bakterien, sich auf Harnwegsepithelien festzusetzen, verantwortlich gemacht. Solche Flavanole sind

bisher in Moosbeeren und Heidelbeeren nachgewiesen worden (37). In einer Interventionsstudie wurde bei Frauen nach regelmäßigem Konsum eines Konzentrats aus Moosbeeren und Preiselbeeren ein vermindertes Risiko für Harnwegsentzündungen beobachtet (51). In einer Fall-Kontroll-Studie korrelierte bei Frauen das Risiko für Harnwegsinfektionen invers mit dem Verzehr von Fruchtsäften (100 % Saft); besonders beim Konsum von Säften bestimmter Beeren (z.B. Erdbeeren und Himbeeren) war das Risiko bis zu 72 % verringert (52).

Auch die antibakteriellen Wirkungen der Sulfide sind seit langer Zeit bekannt. Sulfide hemmen *in vitro* in Verdünnungen von 1:10 000 bis 1:100 000 das Wachstum von Staphylokokken und anderen Bakterien über einen Zeitraum von mindestens 24 Stunden (14). Darmbakterien scheinen ebenfalls in der Lage zu sein, derartige Sulfide aus den entsprechenden pflanzlichen Vorstufen zu bilden. Dabei bestehen Unterschiede bezüglich der Empfindlichkeit intestinaler Mikroorganismen gegenüber bestimmten Sulfiden. So wurde bei gleicher Dosis eine 10-fach stärkere Hemmwirkung gegen *E. coli* im Vergleich mit der Wirkung gegen *Lactobacillus casei* beobachtet (29). Deshalb ist ein modulierender Einfluss der Sulfidmetabolite auf die Darmflora als wahrscheinlich anzunehmen. Ursachen für diese selektive Hemmwirkung sind nicht bekannt.

Relativ geringe Mengen an Sulfiden, wie sie z.B. in einem wässrigen Extrakt aus zwei kleinen unerhitzten Knoblauchzehen enthalten sind, hemmen *in vitro* das Wachstum von *Helicobacter pylori*. Da die selektive Entfernung der Sulfide aus Knoblauch dessen antimikrobielle Wirkung aufhebt, ist wahrscheinlich diese Gruppe an sekundären Pflanzenstoffen primär für diesen Effekt verantwortlich. Der Verzehr eines Knoblauch-extrakts induzierte beim Menschen *ex vivo* 30 und 60 Minuten später eine antifungale Wirkung im Serum, nicht jedoch im Urin (11). Als ein Mechanismus für die antimikrobielle Wirkung wird eine Hemmung bakterieller Enzyme diskutiert (29).

7.4.6 Antithrombotische Wirkungen

In mehreren epidemiologischen Studien korrelierte die Flavonoidaufnahme invers mit dem Sterblichkeitsrisiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen (31, 32, 47, 140). Eine hohe Flavonoidaufnahme senkte das Risiko um etwa ein Drittel im Vergleich zu einer niedrigen Aufnahme. Verschiedene Flavonoide können *in vitro* die Thrombusbildung beeinflussen. Ihre Wirkung erfolgt über eine Hemmung der Synthesewege für die Stoffe, die die Thrombozytenaggregation sowie die Weite der Blutgefäße regulieren. Allerdings sind für die erzielten *in vitro*-Effekte Flavonoidkonzentrationen nötig, die über die Aufnahme von Lebensmitteln nur mit wenigen Lebensmitteln zu erreichen sind. So führte beim Menschen die Supplementierung mit dem Flavonol Quercetin (2 g/Tag) bzw. die Aufnahme von 220 g Zwiebeln pro Tag, was jeweils eine Plasma-Quercetinkonzentration von 1,5 µM bewirkte, zu keiner Veränderung der Thrombozytenaggregation beim Menschen (19, 41). In neueren Studien mit bestimmten Flavonoiden aus Kakao (Flavanole und Procyanidine) konnte jedoch eine moderate Hemmung der Thrombozytenaggregation beim Menschen nachgewiesen werden (36, 79). Da Äpfel mehr Procyanidine als Schokolade enthalten können (bezogen auf den Energiegehalt [28]), ist es möglich, dass durch den Apfelverzehr ebenfalls die Blutgerinnung beeinflusst werden kann. In epidemiologischen Studien wurde ein verringertes Herz-Kreislauf-Erkrankungsrisiko bei hohem Apfelverzehr festgestellt (3, 49, 107), was diese Hypothese bestätigt. Ob das verringerte Sterblichkeitsrisiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen kausal mit der antithrombotischen Wirkung der Flavonoide in Zusammenhang steht, ist gegenwärtig noch unklar.

7.4.7 Sonstige Wirkungen

Ein weiterer diskutierter protektiver Effekt der Carotinoide stellt der Schutz vor Augen-erkrankungen (Maculadegeneration¹⁰ und Katarakt¹¹) dar. In der Macula (gelber Fleck) finden sich hohe Konzentrationen an Lutein und Zeaxanthin, wodurch deren gelbe Farbe bedingt ist. Das Verteilungsmuster dieser Carotinoide deutet auf eine kontrollierte Anreicherung in diesem Gewebe hin (57). Die Carotinoide sollen die Netzhaut und Augenlinse vor freien Radikalen schützen, indem sie die durch Lichtstrahlung in diesen Geweben generierten reaktiven Sauerstoffspezies neutralisieren. Die Ergebnisse mehrerer epidemiologischer Studien weisen darauf hin, dass eine hohe alimentäre Aufnahme von Lutein und Zeaxanthin (primär über grünblättriges Gemüse und Maiskörner) mit einem verringerten Risiko für Katarakt und Maculadegeneration einhergeht (76).

Phytoöstrogene haben Einfluss auf den Knochenstoffwechsel und erhöhen möglicherweise die Knochendichte, wodurch die Entstehung von Osteoporose gehemmt werden könnte (56). Aussagen zur Osteoporoseprävention durch Soja- bzw. Isoflavonkonsum zu treffen, ist zur Zeit jedoch schwierig. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind lediglich Daten aus Studien verfügbar, die sich über einen relativ kurzen Zeitraum von 3 bis 12 Monaten erstreckten. Die Studien führten zu keinem einheitlichen Ergebnis und lassen deshalb keine allgemeingültigen Aussagen zu (54). Auf der Grundlage der zur Zeit vorliegenden Daten ist es deshalb verfrüht, von einer Schutzwirkung von Isoflavonen vor Osteoporose zu sprechen. Zur endgültigen Beantwortung dieser Frage sind weitere Studien mit größeren Probandenkollektiven und längeren Untersuchungszeiträumen notwendig. Aus den wenigen Ergebnissen zum Einfluss von Phytoöstrogenen aus der Gruppe der Lignane auf den Knochenstoffwechsel lassen sich keine osteoprotektiven Effekte ableiten (67). Es wird diskutiert, dass weitere sekundäre Pflanzenstoffe in Gemüse wie Zwiebeln ebenfalls den Knochenabbau verhindern (80, 81). Allerdings liegen hierzu nur Daten aus Tiermodellen vor.

7.5 Schlussfolgerungen

Die Aufnahme von protektiv wirkenden Stoffen in Obst und Gemüse ist mit einem verringerten Krebsrisiko assoziiert, was in zahlreichen Studien beobachtet werden konnte. Werden jedoch sekundäre Pflanzenstoffe wie z.B. das β -Carotin (30 mg/Tag) zusammen mit Vitamin A hoch dosiert als Reinsubstanzen mit hoher Bioverfügbarkeit supplementiert, dann ist der Schutzeffekt von gleichzeitig aufgenommenem Obst und Gemüse z.B. gegenüber Lungenkrebs überraschenderweise nicht mehr nachweisbar (82). Das Risiko für das Wiederauftreten eines kolorektalen Adenoms bei prädisponierten Personen, die rauchten und täglich mehr als 1 alkoholisches Getränk konsumierten, lag bei Supplementierung mit β -Carotin (25 mg/Tag) doppelt so hoch wie bei der Kontrollgruppe (5). Allerdings verringerte bei Nichtrauchern und Abstinenzlern die Supplementierung mit β -Carotin das Risiko für das Wiederauftreten kolorektaler Adenome signifikant. Gründe für die beobachtete Risikoerhöhung sind bisher unbekannt, vermutlich spielen bei Rauchern entstehende Oxidationsprodukte des β -Carotins hierbei eine Rolle. Eine aktuelle Meta-Analyse, welche die Auswirkungen von β -Carotinsupplementen (15-50 mg/Tag) auf die Gesamtsterblichkeit sowie das Herz-Kreislauf-Erkrankungsrisiko bei 138 113 Studienteilnehmern untersuchte, berichtet, dass diese Supplementierung zu einem geringen,

¹⁰ krankhafte Veränderungen des gelben Flecks der Augennetzhaut

¹¹ Trübung der Augenlinse

jedoch statistisch signifikant erhöhtem Risiko führt (117). Diese exemplarischen Untersuchungen mahnen zur Vorsicht beim Einsatz von sekundären Pflanzenstoffen und sprechen gegenwärtig gegen die Aufnahme von sekundären Pflanzenstoffen in isolierter Form. Bis heute gibt es keine Studie, die für einen einzelnen sekundären Pflanzenstoff in isolierter Form beim Menschen eine besondere Schutzwirkung nachweisen konnte. Wahrscheinlich ist die Schutzwirkung pflanzlicher Lebensmittel auf einen kumulativen oder synergistischen Effekt der Vielfalt an sekundären Pflanzenstoffen, wie sie bei einer gemischten Kost mit hohem Anteil wenig verarbeiteter pflanzlicher Lebensmittel aufgenommen wird, zurückzuführen.

Als Alternative zur Aufnahme von sekundären Pflanzenstoffen über Gemüse, Obst, Vollkorn etc. werden oft Nahrungsergänzungsmittel auf der Basis von sekundären Pflanzenstoffen bzw. Gemüse- und Obstextrakten propagiert. Hier fehlt jedoch in aller Regel der wissenschaftliche Nachweis der gesundheitlichen Wirkungen und der gesundheitlichen Unbedenklichkeit. Die Übertragung wissenschaftlicher Befunde aus Studien, die direkt die Wirkung von Obst u./o. Gemüse untersucht haben, auf Nahrungsergänzungspräparate ist wissenschaftlich nicht zulässig. Extrakte, Konzentrate etc. aus Gemüse und Obst sind grundsätzlich keine Alternative zum täglichen Verzehr von 5 Portionen Gemüse und Obst in unerhitzter und erhitzter Form.

Die Frage der Zufuhrempfehlung für einzelne sekundäre Pflanzenstoffe kann gegenwärtig nicht beantwortet werden. Viele der protektiven Wirkungen von sekundären Pflanzenstoffen wurden entweder im Reagenzglas oder im Tierexperiment nachgewiesen. Eine direkte Übertragbarkeit dieser Ergebnisse auf den Menschen ist deshalb nicht möglich. Zusätzlich liegt in Nahrungspflanzen nicht nur ein sekundärer Pflanzenstoff vor, sondern ein Gemisch von Hunderten von sekundären Pflanzenstoffen. Gegenwärtig ist unbekannt, ob sich diese Substanzen in ihrer Wirkung gegenseitig beeinflussen und ob sekundäre Pflanzenstoffe nur im Zusammenspiel mit den in Gemüse und Obst vorhandenen essenziellen Nährstoffen und Ballaststoffen ihre maximalen Schutzwirkungen entfalten können. Aus diesen Gründen ist es zur Zeit nicht möglich, Angaben zur optimalen Aufnahme an sekundären Pflanzenstoffen zu machen.

7.6 Literatur

- (1) The Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study Group. The effect of vitamin E and beta carotene on the incidence of lung cancer and other cancers in male smokers. *N Engl J Med* 330 (1994) 1029-1035
- (2) Arts ICW, Hollman PCH, Feskens EJM, Bas Bueno de Mesquita H, Kromhout D: Catechin intake might explain the inverse relation between tea consumption and ischemic heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Am J Clin Nutr* 74 (2001) 227-232
- (3) Arts ICW, Jacobs DR, Harnack LJ, Gross M, Folsom AR: Dietary catechins in relation to coronary heart disease death among postmenopausal women. *Epidemiology* 12 (2001) 668-675
- (4) Baba S, Osakabe N, Yasuda A, Natsume M, Takizawa T, Nakamura T, Terao J: Bioavailability of (-)-epicatechin upon intake of chocolate and cocoa in human volunteers. *Free Rad Res* 33 (2000) 635-641

- (5) Baron JA, Cole BF, Mott L, Haile R, Grau M, Church TR, Beck GJ, Greenberg ER: Neoplastic and antineoplastic effects of β -carotene on colorectal adenoma recurrence: results of a randomized trial. *J Natl Cancer Inst* 95 (2003) 717-722
- (6) Bazzano LA, He J, Ogden LG, Loria CM, Vupputuri S, Myers L, Whelton PK: Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease in US adults: the first National Health and Nutrition Examination Study epidemiologic follow-up study. *Am J Clin Nutr* 76 (2002) 93-99
- (7) Brown AF, Yousef GG, Jeffery EH, Klein BP, Wallig MA, Kushad MM, Juvik JA: Glucosinolate profiles in broccoli: variation in levels and implications in breeding for cancer chemoprotection. *J Amer Soc Hort Sci* 127 (2002) 807-813
- (8) Bub A, Watzl B, Abrahamse L, Delincée H, Adam S, Wever J, Müller H, Rechkemmer G: Moderate intervention with carotenoid-rich vegetable products reduces lipid peroxidation in men. *J Nutr* 130 (2000) 2200-2206
- (9) Bub A, Watzl B, Heeb D, Rechkemmer G, Briviba K: Malvidin-3-glucoside bioavailability in humans after ingestion of red wine, dealcoholized red wine and red grape juice. *Eur J Nutr* 40 (2001) 113-120
- (10) Bub A, Watzl B, Blockhaus M, Briviba K, Liegibel U, Müller H, Pool-Zobel BL, Rechkemmer G: Fruit juice consumption modulates antioxidative status, immune status and DNA damage. *J Nutr Biochem* 14 (2003) 90-98
- (11) Caporaso N, Smith SM, Eng RH: Antifungal activity in human urine and serum after ingestion of garlic (*Allium sativum*). *Antimicrob Agents Chemother* 23 (1983) 700-702
- (12) Castenmiller JJ, Lauridsen ST, Dragsted LO, van het Hof KH, Linssen JP, West CE: beta-Carotene does not change markers of enzymatic and nonenzymatic antioxidant activity in human blood. *J Nutr* 129 (1999) 162-169
- (13) Castenmiller JJ, West CE: Bioavailability and bioconversion of carotenoids. *Annu Rev Nutr* 18 (1998) 19-38
- (14) Cavallito CJ, Bailey JH: Allicin, the antibacterial principle in *Allium sativum*. I. Isolation, physical properties and antibacterial action. *J Am Chem Soc* 66 (1944) 1950-1953
- (15) Chen L, Tacewicz-Sapuntzakis M, Duncan C, Sharifi R, Ghosh L, van Breemen R, Ashton D, Bowen PE: Oxidative DNA damage in prostate cancer patients consuming tomato sauce-based entrees as a whole-food intervention. *J Natl Cancer Inst* 93 (2001) 1872-1879
- (16) Chopra M, O'Neill ME, Keogh N, Wortley G, Southon S, Thurnham DI: Influence of increased fruit and vegetable intake on plasma and lipoprotein carotenoids and LDL oxidation in smokers and nonsmokers. *Clin Chem* 46 (2000) 1818-1829
- (17) Clifford MN: Chlorogenic acids and other cinnamates – nature, occurrence, dietary burden, absorption and metabolism. *J Sci Food Agric* 80 (2000) 1033-1043
- (18) Commenges D, Scotet V, Renaud S, Jacqmin-Gadda H, Barberger-Gateau P, Dartigues JF: Intake of flavonoids and risk of dementia. *Eur J Epidemiol* 16 (2000) 357-363
- (19) Conquer JA, Maiani G, Azzini E, Raguzzini A, Holub BJ: Supplementation with quercetin markedly increases plasma quercetin concentration without effect on selected risk factors for heart disease in healthy subjects. *J Nutr* 128 (1998) 593-597

- (20) Cordle CT, Winship TR, Schaller JP, Thomas DJ, Buck RH, Ostrom KM, Jacobs JR, Blatter MM, Cho S, Gooch III WM, Pickering LK: Immune status of infants fed soy-based formulas with or without added nucleotides for 1 year: Part 2: Immune cell populations. *J Ped Gastroenterol Nutr* 34 (2002) 145-153
- (21) Corridan BM, O'Donoghue M, Hughes DA, Morrissey PA: Low-dose supplementation with lycopene or β -carotene does not enhance cell-mediated immunity in healthy free-living elderly humans. *Eur J Clin Nutr* 55 (2001) 627-635
- (22) D'Odorico A, Martinez D, Kiechl S, Egger G, Oberhollenzer F, Bonvicini P, Sturniolo GC, Naccarato R, Willeit J: High plasma levels of α - and β -carotene are associated with a lower risk of atherosclerosis. Results from the Bruneck Study. *Atherosclerosis* 153 (2000) 231-239
- (23) Egner PA, Wang JB, Zhu YR, Zhang BC, Wu Y, Zhang QN, Qian GS, Kuang SY, Gange SJ, Jacobson LP, Helzlsouer KJ, Bailey GS, Groopman JD, Kensler TW: Chlorophyllin intervention reduces aflatoxin-DNA adducts in individuals at high risk for liver cancer. *Proc Natl Acad Sci* 98 (2001) 14601-14606
- (24) Erlund I, Meririnne E, Alfthan G, Aro A: Plasma kinetics and urinary excretion of the flavonones naringenin and hesperitin in humans after ingestion of orange juice and grapefruit juice. *J Nutr* 131 (2001) 235-241
- (25) Faulkner K, Mithen R, Williamson G: Selective increase of the potential anti-carcinogen 4-methylsulphinybutyl glucosinolate in broccoli. *Carcinogenesis* 19 (1998) 605-609
- (26) Fawzi W, Herrera MG, Nestel P: Tomato intake in relation to mortality and morbidity among Sudanese children. *J Nutr* 130 (2000) 2537-2542
- (27) Fenwick RG, Price KR, Tsukamoto C, Okuba K: Saponins. In: D'Mello FJP, Duffus MC, Duffus JH (eds.): *Toxic substances in crop plants*. The Royal Society of Chemistry, London (1991) 285-327
- (28) Hammerstone JF, Lazarus SA, Schmitz HH: Procyanidin content and variation in some commonly consumed foods. *J Nutr* 130 (2000) 2086S-2092S
- (29) Harris JC, Cottrell SL, Plummer S, Lloyd D: Antimicrobial properties of *Allium sativum* (garlic). *Appl Microbiol Biotechnol* 57 (2001) 282-286
- (30) Hendriks HFJ, Brink EJ, Meijer GW, Princen HMG, Ntanos FY: Safety of long-term consumption of plant sterol esters-enriched spread. *Eur J Clin Nutr* 57 (2003) 681-692
- (31) Hertog MGL, Feskens EJM, Hollman PCM, Katan MB, Kromhout D: Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Lancet* 342 (1993) 1007-1011
- (32) Hertog MGL, Kromhout D, Aravanis C, Blackburn H, Buzina R, Fidanza F, Giampaoli S, Jansen A, Menotti A, Nedeljkovic S, Pekkarinen M, Simic BS, Toshima H, Feskens EJM, Hollman PCH, Katan MB: Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart disease and cancer in the Seven Country Study. *Arch Intern Med* 155 (1995) 381-386
- (33) Hininger IA, Meyer-Wenger A, Moser U, Wright A, Southon S, Thurnham D, Chopra M, van den Berg H, Olmedilla B, Favier AE, Roussel AM: No significant effects of lutein, lycopene or β -carotene supplementation on biological markers of oxidative stress and LDL oxidizability in healthy adult subjects. *J Am Coll Nutr* 20 (2001) 232-238

- (34) Holick CN, Michaud DS, Stolzenberg-Solomon R, Mayne ST, Pietinen P, Taylor PR, Virtamo J, Albanes D: Dietary carotenoids, serum β -carotene, and retinol and risk of lung cancer in the Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cohort Study. *Am J Epidemiol* 156 (2002) 536-547
- (35) Hollman PCH, Arts ICW: Flavonols, flavones and flavanols – nature, occurrence and dietary burden. *J Sci Food Agric* 80 (2000) 1081-1093
- (36) Holt RR, Schramm DD, Keen CL, Lazarus SA, Schmitz HH: Chocolate consumption and platelet function. *JAMA* 287 (2002) 2212-2213
- (37) Howell AB, Vorsa N, Der Marderosian A, Foo LY: Inhibition of the adherence of P-fimbriated *Escherichia coli* to uroepithelial-cell surfaces by proanthocyanidin extracts from cranberries. *N Engl J Med* 339 (1998) 1085-1086
- (38) Hughes DA, Wright AJA, Finglas PM, Peerless ACJ, Bailey AL, Astley SB, Pinder AC, Southon S: The effect of beta-carotene supplementation on the immune function of blood monocytes from healthy male nonsmokers. *J Lab Clin Med* 129 (1997) 309-317
- (39) Hughes DA, Wright AJA, Finglas PM, Polley ACJ, Bailey AL, Astley SB, Southon S: Effects of lycopene and lutein on the expression of functionally associated surface molecules on the blood monocytes from healthy male smokers. *J Infect Disease* 182 (2000) S11-S15
- (40) IARC: IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol. 56, Some naturally occurring substances: Food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. D-Limonene. Lyon, S. 135-162, 1993
- (41) Janssen KPLTM, Mensink RP, Cox FJJ, Harryvan JL, Hovenier R, Hollman PCH, Katan MB: Effects of the flavonoids quercetin and apigenin on hemostasis in healthy volunteers: results from an *in vitro* and a dietary supplement study. *Am J Clin Nutr* 67 (1998) 255-262
- (42) Jones PJH, MacDougall DE, Ntanios F, Vanstone CA: Dietary phytosterols as cholesterol-lowering agents in humans. *Can J Physiol Pharmacol* 75 (1997) 217-227
- (43) Joshipura KJ, Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, Rimm EB, Speizer FE, Colditz G, Ascherio A, Rosner B, Spiegelman D, Willett WC: The effect of fruit and vegetable intake on risk for coronary heart disease. *Ann Intern Med* 134 (2001) 1106-1114
- (44) Kim HS, Bowen P, Chen L, Duncan C, Ghosh L, Sharifi R, Christov K: Effects of tomato sauce consumption on apoptotic cell death in prostate benign hyperplasia and carcinoma. *Nutr Cancer* 47 (2003) 40-47
- (45) de Kleijn MJ, van der Schouw YT, Wilson PW, Grobbee DE, Jacques PF: Dietary intake of phytoestrogens is associated with a favorable metabolic cardiovascular risk profile in postmenopausal U.S.women: the Framingham study. *J Nutr* 132 (2002) 276-282
- (46) Klipstein-Grobusch K, Launer LJ, Geleijnse JM, Boeing H, Hofman A, Wittemen JCM: Serum carotenoids and atherosclerosis: The Rotterdam Study. *Atherosclerosis* 148 (2000) 49-56
- (47) Knekt P, Järvinen R, Reunanen A, Maatela J: Flavonoid intake and coronary mortality in Finland: a cohort study. *BMJ* 312 (1996) 478-481
- (48) Knekt P, Järvinen R, Seppanen R, Heliävaara M, Teppo L, Pukkula E, Aromaa A: Dietary flavonoids and the risk of lung cancer and other malignant neoplasms. *Am J Epidemiol* 146 (1997) 223-230

- (49) Knekt P, Isotupa S, Rissanen H, Järvinen R, Häkkinen S, Aromaa A, Reunanen A: Quercetin intake and the incidence of cerebrovascular disease. *Eur J Clin Nutr* 54 (2001) 415-417
- (50) Kodaera Y, Suzuki A, Imada O, Kasuga S, Sumioka I, Kanezawa A, Taru N, Fujikawa M, Nagae S, Masamoto K, Maeshige K, Ono K: Physical, chemical, and biological properties of S-allylcysteine, an amino acid derived from garlic. *J Agric Food Chem* 50 (2002) 622-632
- (51) Kontiokari T, Sundqvist K, Nuutinen M, Pokka T, Koskela M, Uhari M: Randomized trial of cranberry-lingonberry juice and *Lactobacillus* GG drink for the prevention of urinary tract infections in women. *Brit Med J* 322 (2001) 1-5
- (52) Kontiokari T, Laitinen J, Järvi L, Pokka T, Sundqvist K, Uhari M: Dietary factors protecting women from urinary tract infection. *Am J Clin Nutr* 77 (2003) 600-604
- (53) Kris-Etherton PM, Hecker KD, Bonanome A, Coval SM, Binkoski AE, Hilpert KF, Griel AE, Etherton TD: Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *Am J Med* 113(9B) (2002) 71S-88S
- (54) Kulling SE, Watzl B: Phytoöstrogene. *Ernährungs-Umschau* 50 (2003) 234-239
- (55) Kurilich AC, Jeffery EH, Juvik JA, Wallig MA, Klein BP: Antioxidant capacity of different broccoli (*Brassica oleracea*) genotypes using the oxygen radical absorbance capacity (ORAC) assay. *J Agric Food Chem* 50 (2002) 5053-5057
- (56) Kurzer M: Phytoestrogen supplement use by women. *J Nutr* 133 (2003) 1983S-1986S
- (57) Landrum JT, Bone RA: Lutein, zeaxanthin, and the macular pigment. *Arch Biochem Biophys* 385 (2001) 28-40
- (58) Lange R, Baumgrass R, Diedrich M, Henschel KP, Kujawa M: Glucosinolate in der Ernährung – Pro und Contra einer Naturstoffklasse. Teil II: Abbau und Stoffwechsel. *Ernährungs-Umschau* 39 (1992) 292-296
- (59) Law M: Plant sterol and stanol margarines and health. *Brit Med J* 320 (2000) 861-864
- (60) Leenen R, Roodenburg AJ, Tijburg LB, Wiseman SA: A single dose of tea with or without milk increases plasma antioxidant activity in humans. *Eur J Clin Nutr* 54 (2000) 87-92
- (61) LeMarchand L, Murphy SP, Hankin JH, Wilkens LR, Kolonel LN: Intake of flavonoids and lung cancer. *J Natl Cancer Inst* 92 (2000) 154-160
- (62) Linseisen J, Radtke J, Wolfram G: Flavonoidzufuhr Erwachsener in einem bayerischen Teilkollektiv der Nationalen Verzehrsstudie. *Z Ernährungswiss* 36 (1997) 403-412
- (63) Liu C, Lian F, Smith DE, Russell RM, Wang XD: Lycopene supplementation inhibits lung squamous metaplasia and induces apoptosis via up-regulating insulin-like growth factor-binding protein 3 in cigarette smoke-exposed ferrets. *Cancer Res* 63 (2003) 3138-3144
- (64) Liu S, Manson JE, Lee IM, Cole SR, Hennekens CH, Willett WC, Buring JE: Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease: the Women's Health Study. *Am J Clin Nutr* 72 (2000) 922-928
- (65) Liu S, Lee IM, Ajani U, Cole SR, Buring JE, Manson JE: Intake of vegetables rich in carotenoids and risk of coronary heart disease in men: The Physicians' Health Study. *Int J Epidemiol* 30 (2001) 130-135

- (66) Lu QY, Hung JC, Heber D, Go VLW, Reuter VE, Cordon-Cardo C, Scher HI, Marshall JR, Zhang ZF: Inverse associations between plasma lycopene and other carotenoids and prostate cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prevent* 10 (2001) 749-756
- (67) Lucas EA, Wild RD, Hammond LJ, Khalil DA, Juma S, Daggy BP, Stoecker BJ, Arjmandi BH: Flaxseed improves lipid profile without altering biomarkers of bone metabolism in postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 87 (2002) 1527-1532
- (68) Manach C, Morand C, Crespy V, Demigné C, Texier O, Régéat F, Rémésy C: Quercetin is recovered in human plasma as conjugated derivatives which retain antioxidant properties. *FEBS Letters* 426 (1998) 331-336
- (69) Matsumoto H, Inaba H, Kishi M, Tominaga S, Hirayama M, Tsuda T: Orally administered delphinidin 3-rutinoside and cyanidin 3-rutinoside are directly absorbed in rats and humans and appear in the blood as the intact forms. *J Agric Food Chem* 49 (2001) 1546-1551
- (70) McCann SE, Moysich KB, Freudenheim JL, Ambrosone CB, Shields PG: The risk of breast cancer associated with dietary lignans differs by CYP17 genotype in women. *J Nutr* 132 (2002) 3036-3041
- (71) McNaughton SA, Marks GC: Development of a food composition database for the estimation of dietary intakes of glucosinolates, the biologically active constituents of cruciferous vegetables. *Brit J Nutr* 90 (2003) 687-697
- (72) Michaud DS, Feskanich D, Rimm EB, Colditz GA, Speizer FE, Willett WC, Giovannucci E: Intake of specific carotenoids and risk of lung cancer in 2 prospective US cohorts. *Am J Clin Nutr* 72 (2000) 990-997
- (73) Middleton E: Effect of plant flavonoids on immune and inflammatory cell function. *Adv Exp Med Biol* 439 (1998) 175-182
- (74) Miettinen TA, Vanhanen H: Dietary sitostanol related to absorption, synthesis and serum level of cholesterol in different apolipoprotein E phenotypes. *Atherosclerosis* 105 (1994) 217-226
- (75) Mithen RF, Dekker M, Verkerk R, Rabot S, Johnson IT: The nutritional significance, biosynthesis and bioavailability of glucosinolates in human foods. *J Sci Food Agric* 80 (2000) 967-984
- (76) Moeller SM, Jacques PF, Blumberg JB: The potential role of dietary xanthophylls in cataract and age-related macular degeneration. *J Am Coll Nutr* 19 (2000) 522S-527S
- (77) Moghadasian MH: Pharmacological properties of plant sterols: in vivo and in vitro observations. *Life Sci* 67 (2000) 605-615
- (78) Muir SR, Collins GJ, Robinson S, Hughes S, Bovy A, De Vos RCH, van Tunen AJ, Verhoeven ME: Overexpression of petunia chalcone isomerase in tomato results in fruit containing increased levels of flavonols. *Nature Biotechnol* 19 (2001) 470-474
- (79) Murphy KJ, Chronopoulos K, Singh I, Francis MA, Moriarty H, Pike MJ, Turner AH, Mann NJ, Sinclair AJ: Dietary flavanols and procyanidin oligomers from cocoa (*Theobroma cacao*) inhibit platelet function. *Am J Clin Nutr* 77 (2003) 1466-1473
- (80) Mühlbauer RC, Li F: Effect of vegetables on bone metabolism. *Nature* 401 (1999) 343-344

- (81) Mühlbauer RC, Lozano A, Palacio S, Reinli A, Felix R: Common herbs, essential oils, and monoterpenes potentially modulate bone metabolism. *Bone* 32 (2003) 372-380
- (82) Neuhouwer ML, Patterson RE, Thornquist MD, Omenn GS, King IB, Goodman GE: Fruits and vegetables are associated with lower lung cancer risk only in the placebo arm of the β -Carotene and Retinol Efficacy Trial (CARET). *Cancer Epidemiol Biomarkers Prevent* 12 (2003) 350-358
- (83) Nguyen TT: The cholesterol-lowering action of plant stanol esters. *J Nutr* 129 (1999) 2109-2112
- (84) Normén AL, Brants HAM, Voorrips LE, Andersson HA, van den Brandt PA, Goldbohm RA: Plant sterol intakes and colorectal cancer risk in the Netherlands Cohort Study on Diet and Cancer. *Am J Clin Nutr* 74 (2001) 141-148
- (85) Olthof MR, Hollman PCH, Buijsman MNCP, van Amelsvoort JMM, Katan MB: Chlorogenic acid, quercetin-3-rutinoside and black tea phenols are extensively metabolized in humans. *J Nutr* 133 (2003) 1806-1814
- (86) Omenn GS, Goodman GE, Thornquist MD, Balmes J, Cullen MR, Glass A, Keogh JP, Meyskens F, Valaris B, Williams JH, Barnhart S, Hammar S: Effects of a combination of beta-carotene and vitamin A on lung cancer and cardiovascular disease. *N Engl J Med* 334 (1996) 1150-1155
- (87) O'Reilly JD, Sanders TA, Wiseman H: Flavonoids protect against oxidative damage to LDL in vitro: use in selection of a flavonoid rich diet and relevance to LDL oxidation resistance ex vivo? *Free Radic Res* 33 (2000) 419-426
- (88) Osganian SK, Stampfer MJ, Rimm E, Spiegelman D, Manson JE, Willett WC: Dietary carotenoids and risk of coronary artery disease in women. *Am J Clin Nutr* 77 (2003) 1390-1399
- (89) Ostlund RE: Phytosterols in human nutrition. *Annu Rev Nutr* 22 (2002) 533-549
- (90) Palli D, Masala G, Vineis P, Garte S, Saieva C, Krogh V, Panico S, Tumino R, Munnia A, Riboli E, Peluso M: Biomarkers of dietary intake of micronutrients modulate DNA adduct levels in healthy adults. *Carcinogenesis* 24 (2003) 739-746
- (91) Peeters PHM, Keinan-Boker L, van der Schouw YT, Grobbee DE: Phytoestrogens and breast cancer risk. Review of the epidemiological evidence. *Breast Cancer Res Treat* 77 (2003) 171-183
- (92) Pelz R, Schmidt-Faber B, Heseker H: Die Carotinoidzufuhr in der Nationalen Verzehrsstudie. *Z Ernährungswiss* 37 (1998) 319-327
- (93) Pietinen P, Stumpf K, Männistö S, Kataja V, Uusitupa M, Adlercreutz H: Serum enterolactone and risk of breast cancer: a case-control study in eastern Finland. *Cancer Epidemiol Biomarker Prevent* 10 (2001) 339-344
- (94) Piironen V, Toivo J, Puupponen-Pimiä R, Lampi AM: Plant sterols in vegetables, fruits and berries. *J Sci Food Agric* 83 (2003) 330-337
- (95) Prasad K: Reduction of serum cholesterol and hypercholesterolemic atherosclerosis in rabbits by secoisolariciresinol diglucoside isolated from flaxseed. *Circulation* 99 (1999) 1355-1362
- (96) Radtke J, Linseisen J, Wolfram G: Phenolsäurezufuhr Erwachsener in einem bayerischen Teilkollektiv der Nationalen Verzehrsstudie. *Z Ernährungswiss* 37 (1998) 190-197

- (97) Rein D, Lotito S, Holt RR, Keen CL, Schmitz HH, Fraga CG: Epicatechin in human plasma: in vivo determination and effect of chocolate consumption on plasma oxidation status. *J Nutr* 130 (2000) 2109S-2114S
- (98) Rice-Evans C: Flavonoid antioxidants. *Curr Med Chem* 8 (2001) 797-807
- (99) Rimm EB, Katan MB, Ascherio A, Stampfer MJ, Willett WC: Relation between intake of flavonoids and risk of coronary heart disease in male health professionals. *Ann Intern Med* 125 (1996) 384-389
- (100) Rissanen TH, Voutilainen S, Nyyssönen K, Salonen R, Kaplan GA, Salonen JT: Serum lycopene concentrations and carotid atherosclerosis: the Kupio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study. *Am J Clin Nutr* 77 (2003) 133-138
- (101) Rissanen TH, Voutilainen S, Virtanen JK, Venho B, Vanharanta M, Mursu J, Salonen JT: Low intake of fruits, berries and vegetables is associated with excess mortality in men: the Kupio Ischaemic Heart Disease Risk Factor (KIHD) Study. *J Nutr* 133 (2003) 199-204
- (102) Rowland I, Faughnan M, Hoey L, Wahala K, Williamson G, Cassidy A: Bioavailability of phyto-oestrogens. *Brit J Nutr* 89 Suppl 1 (2003) S45-S58
- (103) Santos MS, Meydani SN, Leka L, Wu D, Fotouhi N, Meydani M, Hennekens CH, Gaziano JM: Natural killer cell activity in elderly men is enhanced by β -carotene supplementation. *Am J Clin Nutr* 64 (1996) 772-777
- (104) Sato R, Helzlsouer, Alberg AJ, Hoffman SC, Norkus EP, Comstock GW: Prospective study of carotenoids, tocopherols, and retinoid concentrations and the risk of breast cancer. *Cancer Epidemiol Biomarker Prevent* 11 (2002) 451-457
- (105) Scherz H, Senser F: Souci – Fachmann – Kraut/Die Zusammensetzung der Lebensmittel - Nährwerttabellen. Medpharm Scientific Publishers, 6. Aufl., Stuttgart (2000)
- (106) Sesso HD, Liu S, Gaziano JM, Buring JE: Dietary lycopene, tomato-based food products and cardiovascular disease in women. *J Nutr* 133 (2003) 2336-2341
- (107) Sesso HD, Gaziano JM, Liu S, Buring JE: Flavonoid intake and the risk of cardiovascular disease in women. *Am J Clin Nutr* 77 (2003) 1400-1408
- (108) Seow A, Yuan JM, Sun CL, van den Berg D, Lee HP, Yu MC: Dietary isothiocyanates, glutathione S-transferase polymorphisms and colorectal cancer risk in the Singapore Chinese Health Study. *Carcinogenesis* 23 (2002) 2055-2061
- (109) Stahl W, Sies H: Lycopene: a biologically important carotenoid for humans? *Arch Biochem Biophys* 336 (1996) 1-9
- (110) Sun CL, Yuan JM, Lee MJ, Yang CS, Gao YT, Ross RK, Yu MC: Urinary tea polyphenols in relation to gastric and esophageal cancers: a prospective study of men in Shanghai, China. *Carcinogenesis* 23 (2002) 1497-1503
- (111) Terry P, Jain M, Miller AB, Howe GR, Rohan TE: Dietary carotenoid intake and colorectal cancer risk. *Nutr Cancer* 42 (2002) 167-172
- (112) Thompson HJ, Heimendinger J, Haegele A, Sedlacek SM, Gillette C, O'Neill C, Wolfe P, Conry C: Effect of increased vegetable and fruit consumption on markers of oxidative cellular damage. *Carcinogenesis* 20 (1999) 2261-2266
- (113) Toniolo P, van Kappel AL, Akhmedkhanov A, Ferrari P, Kato I, Shore RE, Riboli E: Serum carotenoids and breast cancer. *Am J Epidemiol* 153 (2001) 1142-1147

- (114) Vanhantra M, Voutilainen S, Lakka TA, van der Lee M, Adlercreutz H, Salonen JT: Risk of acute coronary events according to serum concentrations of enterolactone: a prospective population-based case-control study. *Lancet* 354 (1999) 2112-2115
- (115) Vanharanta M, Voutilainen S, Nurmi T, Kaikkonen J, Roberts LJ, Morrow JD, Adlercreutz H, Salonen JT: Association between low serum enterolactone and increased plasma F2-isoprostanes, a measure of lipid peroxidation. *Atherosclerosis* 160 (2002) 465-469
- (116) Vanhantra M, Voutilainen S, Rissanen TH, Adlercreutz H, Salonen JT: Risk of cardiovascular disease-related and all-cause death according to serum concentrations of enterolactone. *Arch Intern Med* 163 (2003) 1099-1104
- (117) Vivekananthan DP, Penn MS, Sapp SK, Hsu A, Topol EJ: Use of antioxidant vitamins for the prevention of cardiovascular disease: meta-analysis of randomised trials. *Lancet* 361 (2003) 2017-2023
- (118) Walgren RA, Lin JT, Kinne RKH, Walle T: Cellular uptake of dietary flavonoid quercetin 4'- β -glucoside by sodium-dependent glucose transporter SGLT1. *J Pharmacol Exp Ther* 294 (2000) 837-843
- (119) Walle T, Walle UK, Halushka PV: Carbon dioxide is the major metabolite of quercetin in humans. *J Nutr* 131 (2001) 2648-2652
- (120) Walle T, Otake Y, Brubaker JA, Walle UK, Halushka PV: Disposition and metabolism of the flavonoid chrysin in normal volunteers. *Brit J Clin Pharmacol* 51 (2001) 143-146
- (121) Wang W, Higuchi CM, Zhang R: Individual and combinatory effects of soy isoflavones on the *in vitro* potentiation of lymphocyte activation. *Nutr Cancer* 29 (1997) 29-34
- (122) Watzl B: Gesundheitliche Bedeutung sekundärer Pflanzenstoffe. In: Ernährungsbericht 1996. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.), Druckerei Henrich, Frankfurt/Main (1996) 217-232
- (123) Watzl B, Bub A, Brandstätter BR, Rechkemmer G: Modulation of human T-lymphocyte functions by the consumption of carotenoid-rich vegetables. *Brit J Nutr* 82 (1999) 383-389
- (124) Watzl B, Bub A, Blockhaus M, Herbert BM, Lührmann PM, Neuhäuser-Berthold M, Rechkemmer G: Prolonged tomato juice consumption has no effect on cell-mediated immunity of well-nourished elderly men and women. *J Nutr* 130 (2000) 1719-1723
- (125) Watzl B: Saponine. *Ernährungs-Umschau* 48 (2001) 251-253
- (126) Watzl B: Glucosinolate. *Ernährungs-Umschau* 48 (2001) 330-333
- (127) Watzl B: Monoterpene. *Ernährungs-Umschau* 49 (2002) 322-324
- (128) Watzl B: Sulfide. *Ernährungs-Umschau* 49 (2002) 493-496
- (129) Watzl B, Bub A: Carotinoide. *Ernährungs-Umschau* 48 (2001) 71-74
- (130) Watzl B, Rechkemmer G: Phytosterine. *Ernährungs-Umschau* 48 (2001) 161-164
- (131) Watzl B, Rechkemmer G: Phenolsäuren. *Ernährungs-Umschau* 48 (2001) 413-416
- (132) Watzl B, Rechkemmer G: Flavonoide. *Ernährungs-Umschau* 48 (2001) 499-503
- (133) Watzl B, Briviba K, Rechkemmer G: Anthocyane. *Ernährungs-Umschau* 49 (2002) 148-150

- (134) Watzl B, Bub A, Briviba K, Rechkemmer G: Supplementation of a low-carotenoid diet with tomato or carrot juice modulates immune functions in healthy men. *Ann Nutr Metab* 47 (2003) 255-261
- (135) Winkler P, Ellinger S, Arendt BM, Berthold HK, Rockstroh JK, Spengler U, Goerlich R: Lymphocyte proliferation and apoptosis in HIV-seropositive and healthy subjects during long-term ingestion of fruit juices or a fruit-vegetable-concentrate rich in polyphenols and antioxidant vitamins. *Eur J Clin Nutr* 58 (2004) 317-325
- (136) Wright ME, Mayne ST, Swanson CA, Sinha R, Alavanja MCR: Dietary carotenoids, vegetables, lung cancer risk in women: the Missouri Women's Health Study (United States). *Cancer Causes Control* 14 (2003) 85-96
- (137) Yamamura Y, Kawakami J, Santa T, Kotaki H, Uchino K, Sawada Y, Tanaka N, Iga T: Pharmacokinetic profile of glycyrrhizin in healthy volunteers by a new high-performance liquid chromatographic method. *J Pharm Sci* 81 (1992) 1042-1046
- (138) Yellayi S, Naaz A, Szewczykowski MA, Sato T, Woods JA, Chang J, Segre M, Allred CD, Helferich WG, Cooke PS: The phytoestrogen genistein induces thymic and immune changes: A human health concern? *Proc Natl Acad Sci* 99 (2002) 7616-7621
- (139) Yeum KJ, Russell RM: Carotenoid bioavailability and bioconversion. *Annu Rev Nutr* 22 (2002) 483-504
- (140) Yochum L, Kushi LH, Meyer K, Folsom AR: Dietary flavonoid intake and risk of cardiovascular disease in post-menopausal women. *Am J Epidemiol* 149 (1999) 943-949
- (141) Zhao B, Seow A, Lee EJD, Poh WT, Teh M, Eng P, Wang YT, Tan WC, Yu MC, Lee HP: Dietary isothiocyanates, glutathione S-transferase-M1, -T1 polymorphisms and lung cancer risk among Chinese women in Singapore. *Cancer Epidemiol Biomarker Prevent* 10 (2001) 1063-1067
- (142) Zhang Y, Song TT, Cunnick JE, Murphy PA, Hendrich S: Daidzein and genistein glucuronides in vitro are weakly estrogenic and activate human natural killer cells at nutritionally relevant concentrations. *J Nutr* 129 (1999) 399-405

8 Darstellung und Wirkung von Ernährungsinformationen im Fernsehen^{1, 2, 3}

8.1 Einführung

Auch wenn das Wissen in der Bevölkerung über eine gesunderhaltende Ernährung recht gut scheint – die Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) für eine gesunderhaltende Ernährung berücksichtigt nicht jeder (1). Dadurch mitbedingte Krankheiten beeinträchtigen die Lebensqualität und verursachen immense Kosten im Gesundheitswesen (2). Diskutiert werden deshalb effektive Aufklärungsmethoden, die langfristige Veränderungen des Ernährungsverhaltens bewirken können. Die Massenmedien wurden bisher allerdings nur in geringem Umfang als Instrumente der Ernährungsaufklärung genutzt.⁴ Während ihr Potenzial als mögliche Aufklärungsmedien kontrovers diskutiert wird, unterstellen viele Ernährungsexperten negative Effekte der massenmedialen Darstellung von Ernährung. Doch empirisch nachgewiesen wurden diese Wirkungsbehauptungen bisher noch nicht (3, 4).

Die vorliegende Untersuchung unternimmt als erste systematische Grundlagenstudie einen Schritt zur Klärung dieses Wirkungspotenzials im Ernährungsbereich. Im Mittelpunkt steht das **Fernsehen**, denn dieses Massenmedium spielt – so lautet die Grundannahme – auf Grund seiner enormen Reichweite, seiner besonders eindringlichen Art der Informationsvermittlung und seiner Funktion als Begleitmedium im Alltag möglicherweise eine Schlüsselrolle bei der Vermittlung ernährungsrelevanter Informationen. Zudem nutzen tendenziell diejenigen Bevölkerungsgruppen das Fernsehen besonders intensiv, die mit den traditionellen Methoden der Ernährungsaufklärung eher schlecht erreicht werden (5). Die Studie beschreibt die Darstellung von Ernährung im Fernsehprogramm grundlegend und trifft erste Aussagen darüber, inwieweit das Massenmedium Fernsehen zur Ernährungsaufklärung geeignet ist.⁵

Zu diesem Zweck wurde ein Mehrmethodendesign gewählt, das sich aus 3 aufeinander aufbauenden Teilstudien zusammensetzt. Eine **Inhaltsanalyse** des Programms der reichweitenstärksten deutschen Fernsehsender liefert erste Anhaltspunkte, welches Bild von Ernährung in Unterhaltungsangeboten wie Serien oder Spielfilmen, in Informations-sendungen wie Nachrichten oder Ratgebern und in der Werbung vermittelt wird. Eine **Verbraucherbefragung** überprüft, welche ernährungsrelevanten Inhalte von Fernsehzuschauern wahrgenommen werden und ob sich Zusammenhänge zwischen der Fernsehnutzung, den Ernährungseinstellungen und dem Ernährungsverhalten ergeben. Eine eindeutige Ursache-Wirkungs-Beziehung, die den Einfluss des Fernsehens verdeutlichen würde, kann aus diesem Querschnittsdesign nicht abgeleitet werden; hierfür wäre eine mehrwellige Erhebung erforderlich, die auch die dynamischen und kumulativen Medien-

¹ Kapitelbetreuer: Rössler, Patrick; Willhöft, Corinna

² Bearbeiter(innen): Lücke, Stephanie; Linzmaier, Vera; Steinhilper, Leila; Rössler, Patrick; Willhöft, Corinna

³ Kooperationsprojekt der Universität Erfurt und der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BFEL), Karlsruhe. Mit Förderung durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft.

⁴ Zu erwähnen sind hier beispielsweise die breitenwirksamen Aktionen des Gesundheitsmagazins Praxis (ZDF) mit Aktionen wie „I.d.R. - Iss das Richtige“ und die seit Jahren massenmedial verbreitete Gewichtsreduktionskampagne Pfundskur (www.pfundskur.de).

⁵ Wir danken Dr. Dr. Ulrich Oltersdorf, Hans-Joachim Ulrich und Margarete Yazbek von der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BFEL) sowie Camille Zubayr von der ARD-Programmforschung und Sabine Häder von der ZUMA für ihre hilfreiche Unterstützung.

einflüsse berücksichtigt. Wohl aber lassen sich hieraus erste Anhaltspunkte gewinnen, ob das Fernsehen überhaupt als relevante Größe für ernährungsbezogene Variablen in Frage kommt.

Für einen ausgewählten Aussagebereich untersucht ein **Laborexperiment**, inwiefern sich solche Zusammenhänge kausal auf die Nutzung bestimmter Fernsehinhalte zurückführen lassen und sich das Fernsehen somit als effektiver Vermittlungskanal für eine gesunderhaltende Ernährung eignet. Somit liegt eine in Deutschland bislang einzigartige Datenbasis zur Klärung erster Zusammenhänge zwischen der Fernsehnutzung und ernährungsrelevanten Variablen vor. Aus den Forschungsergebnissen werden schließlich praktische Empfehlungen für die Ernährungsaufklärung abgeleitet.

8.2 Studienkonzept

8.2.1 Theoretischer Hintergrund

Für die vorliegende Mehrmethodenstudie wurden 2 Theorien aus der Kommunikationswissenschaft herangezogen, deren Zusammenführung eine tiefergehende Analyse der Darstellung und Wirkung von ernährungsbezogenen Inhalten im Fernsehen versprach.

8.2.1.1 Kultivierung

Der Grundidee des vom US-amerikanischen Kommunikationswissenschaftler GEORGE GERBNER entwickelten Kultivierungsansatzes zufolge nähert sich das Bild der gesellschaftlichen Wirklichkeit für Zuschauer mit einem hohen Fernsehkonsum eher der Fernsehdarstellung an, während die Wahrnehmungen und Einstellungen von Zuschauern mit einem geringen Fernsehkonsum der Realität näher kommen (6). Die durch das Fernsehen wieder und wieder vermittelten Realitätsaspekte formen also demnach – allerdings erst kumulativ und langfristig – die generellen Vorstellungen der Zuschauer von „der Wirklichkeit“ und beeinflussen ihre Überzeugungen, ihre Einstellungen und in der Folge auch ihr Verhalten. Wenn die im Fernsehen dargestellte „Realität“ von der tatsächlichen Realität abweicht, sind Zuschauer, die sehr viel fernsehen, dieser verzerrten Realität stärker ausgesetzt. Implizit geht der Ansatz also von einer Kausalbeziehung aus, in der die Fernsehinhalte die Publikumswahrnehmung prägen. Die so genannten „Vielseher“ entnehmen Einschätzungen von gesellschaftlichen Fakten dementsprechend weniger der tatsächlichen Realität, sondern passen sie der „Fernseh-Realität“ an (Kultivierung 1. Ordnung). Aus diesen Einschätzungen resultieren entsprechend ihre Einstellungen und Verhaltensweisen (Kultivierung 2. Ordnung).

Als relevant erwies sich der Kultivierungsansatz beispielsweise für den Zusammenhang zwischen der im Fernsehprogramm gezeigten Gewalt und dem Fernsehkonsum der Menschen: Amerikanische „Vielseher“ überschätzten die real verübte Gewalt und befürchteten in der Folge verstärkt, selbst Opfer einer Gewalttat zu werden. Sie versuchten häufiger sich selbst zu schützen, indem sie etwa Zusatzschlösser an ihren Türen anbrachten oder gar einen Wachhund anschafften. „Wenigseher“ hingegen, die den verzerrenden Einflüssen des Fernsehens nicht so stark ausgesetzt waren, schätzten die Zahl der Gewalttaten realistischer ein, zeigten eine weniger ängstliche Einstellung und ergriffen kaum Selbstschutz-Maßnahmen (6). Obwohl einige Annahmen des Kultivierungsansatzes durchaus umstritten sind und sich auch die methodische Vorgehensweise in manchen Studien

als problematisch erwiesen hat, belegt das Gros der Kultivierungsforschung die beschriebenen Zusammenhänge (7).

Übertragen auf das Forschungsthema der Studie kann nun vermutet werden, dass der Fernsehkonsum auch ernährungsbezogene Vorstellungen von der Wirklichkeit erzeugt, welche die Ernährungseinstellungen und das Ernährungsverhalten der Zuschauer beeinflussen. Diese Studie hat zum Ziel, erste Aussagen zu solchen möglichen Einflüssen des Fernsehkonsums auf die Ernährungseinstellungen und das Ernährungsverhalten der Fernsehzuschauer zu treffen.

8.2.1.2 Framing

Während die Kultivierungsforschung insbesondere unterhaltende Medieninhalte berücksichtigt, bezieht sich der Framing-Ansatz in erster Linie auf informationsorientierte Inhalte. Seinen Kernannahmen zufolge setzen Journalisten ein Thema in bestimmte Interpretationsrahmen – die so genannten „Frames“. Diese Frames durchziehen den Medienbeitrag wie ein roter Faden und erleichtern den Rezipienten die Aufnahme und **Interpretation** der Botschaft, da bestimmte Aspekte in den Vordergrund gerückt, andere wiederum vernachlässigt werden (8). Man nimmt daher an, dass Frames Einstellungen und Meinungen der Rezipienten beeinflussen können (9). Bezogen auf das Thema der vorliegenden Studie wäre beispielsweise denkbar, dass Beiträge über Fast-Food in einem positiven Bezugsrahmen (günstiger Snack für zwischendurch) oder in einem negativen Bezugsrahmen („ungesunde“ Kalorienbombe) kommuniziert werden können. Die Einstellung zu diesem Thema dürfte dann je nach Rezeption des einen oder anderen Beitrags variieren.

Um Frames zu identifizieren, die in der Fernsehberichterstattung über Ernährung denkbar sind, bietet es sich an, frühere Überlegungen zu Framing in anderen Themengebieten heranzuziehen. Im Kontext politischer Nachrichten konnten bislang u.a. zwei relevante Frames identifiziert werden: der Konfliktframe und der Human-Interest-Frame (10). Die Transformation des politischen Konfliktframes in die mediale Berichterstattung über Ernährung ist sinnvoll, da hier Probleme wie z.B. Verunreinigungen von Lebensmitteln und Tierseuchen thematisiert werden. Solche Risiken und Skandale werden von den Rezipienten besonders stark wahrgenommen, weil es auch immer um deren eigene Sicherheit geht (11). Von einem solchen Frame, hier **Risikoframe** genannt, wird dann gesprochen, wenn die Berichterstattung den Schluss nahe legt, dass Ernährung (s. 8.2.2.1) für die Gesamtgesellschaft oder den Einzelnen ein tatsächliches oder mögliches Risiko darstellt.

Der Human-Interest-Frame lässt sich ebenfalls gut darauf übertragen: Auch in Bezug auf Ernährung werden oft Lifestyle-Reportagen wie Beiträge über neue Schlankheitsmittel oder neue Trends der Ernährung (z.B. Snacking) gesendet. Laut Positionierungskonzept⁶ haben Rezipienten großes Interesse daran, sich über Trends oder Verhaltensweisen anderer Menschen zu informieren, um sich selbst in Relation zu diesen einordnen zu können. Inhalte, die Ernährung z.B. als Zeichen einer Lebenseinstellung präsentieren, werden hier einem **Lifestyleframe** zugeordnet. In diesen Bereich fallen außerdem auch Trends (Einkauf im Hofladen, Kochen mit dem Wok, Snacking etc.) oder bestimmte Ernährungsformen (z.B. Vegetarismus, Trennkost, Diäten).

⁶ Menschen positionieren sich nach diesem Konzept innerhalb bestimmter, ihnen sympatischer Gruppen, und grenzen sich gegenüber anderen Gruppen ab (12)

Weiterhin gibt es 2 zentrale Frames, die in der politischen Kommunikation häufig Anwendung finden und sich ebenfalls auf die Berichterstattung im Fernsehen übertragen lassen: der **Politik-** und der **Wirtschaftsframe**. Ein Politikframe liegt dann vor, wenn die Berichterstattung über Ernährung das politische Handeln im Zusammenhang mit Ernährung darstellt. Zu den so gesetzten politischen Rahmenbedingungen gehören beispielsweise rechtliche Regelungen und Initiativen zum Schutz der Verbraucher oder Vorgaben für die Produzenten. Der **Wirtschaftsframe** hingegen setzt eine ökonomische Perspektive voraus. Dazu gehören z.B. die gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen, Entwicklungen und Probleme, branchenspezifische oder einzelwirtschaftliche Folgen sowie neue Produktionsmethoden.

In der Berichterstattung über Ernährung kann zudem ein **Serviceframe** relevant werden: Dem Rezipienten werden dabei konkrete Tipps, Anregungen und Ratschläge gegeben oder weiterführende Informationsquellen genannt. Die Information ist dabei alltagsnah und anwendungsbezogen. Hierunter fallen beispielsweise die zahlreichen Kochsendungen.

8.2.2 Untersuchungsanlage und Forschungsfragen

Diese beiden theoretischen Ansätze, Kultivierung und Framing, werden in den einzelnen Teilstudien dahingehend verknüpft, dass die Verbraucherbefragung Kultivierungseffekte aufspürt, die anhand der Ergebnisse der Inhaltsanalyse vermutet werden können, während das Experiment die Wirkung ausgewählter Medienframes auf Fernsehzuschauer überprüft.

8.2.2.1 Inhaltsanalyse

Im Rahmen der vorliegenden Studie erfasst die Inhaltsanalyse grundsätzlich alle Ernährungsinhalte, mit denen das Fernsehen die Zuschauer konfrontiert. Die in weiten Teilen deskriptiv angelegte Untersuchung ist daraufhin ausgerichtet, folgende Forschungsfrage zu beantworten:

Wie und in welchem Umfang wird Ernährung im Fernsehen dargestellt?

Die Untersuchung beschränkt sich dabei nicht – wie die bisherige Forschung – auf die Darstellung von Ernährung in bestimmten fiktionalen Fernsehgattungen wie den Daily Soaps, nicht-fiktionalen Fernsehgattungen wie den Nachrichten oder auf die Darstellung von Ernährung in der Werbung, sondern bindet das gesamte Programmangebot der Sender ein. Die Ergebnisse können als Interpretationsbasis für die Befragungs- und Experimentaldaten herangezogen werden.

Um das Vorkommen von Ernährung in seiner ganzen Breite abzubilden, liegt der Inhaltsanalyse eine weit gefasste Definition des Ernährungsbegriffs zugrunde. Sie bezieht neben der reinen Aufnahme von Nährstoffen auch die vor- und nachgelagerten Stadien der menschlichen Nahrungskette mit ein. Die Nahrungskette reicht dabei von der Produktion von Lebensmitteln über ihre Verarbeitung, die Vermarktung, den Einkauf, die Zubereitung und den Verzehr bis hin zur Nachbereitung (z.B. das Tischabräumen und Entsorgen der Essensreste). Die Vermittlung von Ernährungsinformationen, die unabhängig von einem

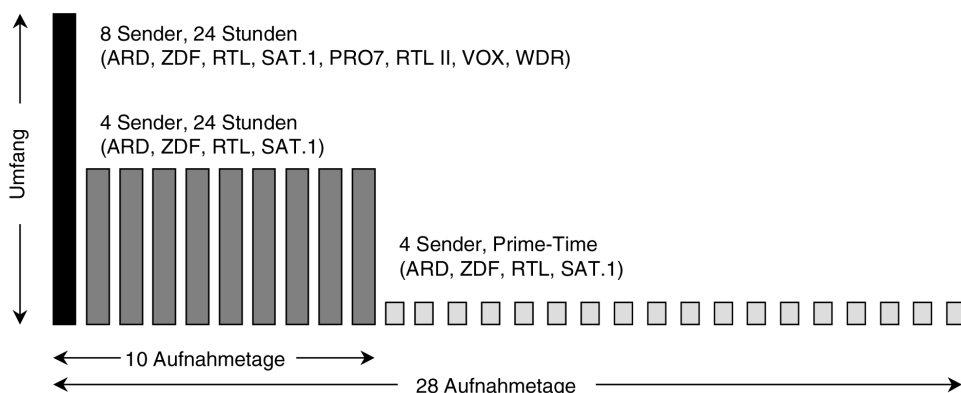
dieser Stadien erfolgt (z.B. über Inhaltsstoffe von Lebensmitteln) und die Präsentation von Ernährung als Requisite (z.B. eine Obstschale auf dem Tisch) werden ebenfalls in die Erhebung einbezogen.

Die vorliegende, für die wichtigsten deutschen Vollprogramme repräsentative Studie erlaubt zunächst, den **Umfang** auszuweisen, den die Darstellung von Ernährung im Fernsehprogramm insgesamt einnimmt (s. 8.3.1.1). Dabei erfolgt auch eine Aufschlüsselung für einzelne Fernsehgattungen (z.B. Magazinsendungen, Nachrichten, Spielfilme, Werbung). Ein zentraler Punkt ist hierbei die Intensität, mit der Ernährung dargestellt ist. Wird sie häufig eher als Nebenprodukt (d.h. als Aspekt) nur beiläufig im Bild mitvermittelt, etwa wenn in einer Serie die Schauspieler beim Essen gezeigt werden, während sie über ein nicht-ernährungsrelevantes Thema wie ihre Beziehungsprobleme sprechen? Oder ist sie in der Mehrzahl tatsächlich Thema (d.h. Objekt) der Berichterstattung, z.B. in einem Beitrag zu übergewichtigen Jugendlichen? Das Kriterium der Intensität erlaubt eine präzisere Gewichtung des Umfangs von Ernährung im Fernsehen.

Neben dem Umfang der Ernährungsdarstellung im Fernsehen ist insbesondere deren **inhaltliche Ausgestaltung** – das vermittelte Bild von Ernährung („Wie“) – von Interesse: Welche Lebensmittel werden bevorzugt dargestellt (s. 8.3.1.2)? Welche Themen werden behandelt (s. 8.3.1.3)? Tauchen Aufklärungsbotschaften von Experten oder Schauspieler mit Vorbildfunktion im Programm auf (s. 8.3.1.4) oder werden weiterführende Informationsquellen zu Ernährungsthemen angeboten (s. 8.3.1.5)? In welche journalistischen Frames (s. 8.2.1.2) werden Ernährungsinformationen eingebettet (s. 8.3.1.6)? Welches Bild von Lebensmittelsicherheit vermittelt das Fernsehen (s. 8.3.1.7)?

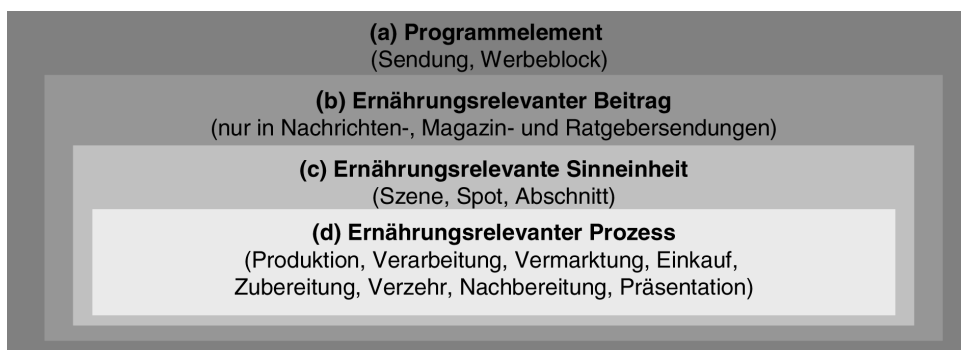
Um das Untersuchungsmaterial für die Inhaltsanalyse zusammenzutragen, wurde aus dem Programm der 8 Sender ARD, ZDF, RTL, SAT.1, PRO7, RTL II, VOX und WDR im Zeitraum eines Jahres (26. August 2002 bis 12. August 2003) eine systematische Stichprobe von 4 künstlichen Wochen (= 28 Tage) gezogen, d.h. jeder der 7 Wochentage kommt 4-mal vor. An jedem dieser 28 Tage wurde für alle 8 Sender jeweils 24 Stunden Programm (03:00 bis 03:00 Uhr) aufgezeichnet. Die eigentliche Inhaltsanalyse erfolgte für unterschiedliche Teile dieses Materials (Abb. 8/1): (a) Für einen zufällig ausgewählten Tag gingen alle 8 Sender über 24 Programmstunden in die Auswertung ein. (b) An weiteren 9 Tagen wurden die 4 quotenstärksten Sender ARD, ZDF, RTL und SAT.1 über 24 Programmstunden analysiert. (c) An den übrigen 18 Tagen wurde schließlich für die Sender ARD, ZDF, RTL und SAT.1 die Prime-Time – d.h. die Sendezeit von 19.00 bis 23.00 Uhr – untersucht, da die Sender in diesem Zeitfenster über den Tagesverlauf betrachtet die höchsten Einschaltquoten verzeichnen. Insgesamt umfasst das Untersuchungsmaterial somit 1 344 Programmstunden.

Abbildung 8/1: Zusammensetzung der Stichprobe



Die Analyse dieses Materials bewegt sich auf 4 ineinander liegenden Ebenen, den Analyseeeinheiten (Abb. 8/2): Neben (a) sämtlichen **Programmelementen**, d.h. jeder Sendung bzw. jedem Werbeblock, werden (b) alle **ernährungsrelevanten Beiträge**⁷, (c) alle **ernährungsrelevanten Sinneinheiten** sowie (d) alle **ernährungsrelevanten Prozesse** einer detaillierten Analyse unterzogen. Als Sinneinheit gilt dabei eine Abfolge von Schnitten innerhalb eines Programmelements, die in einem gemeinsamen Sinnzusammenhang stehen (z.B. eine Szene in einem Spielfilm, ein Spot in einem Werbeblock, ein Abschnitt mit dem gleichen Unterthema in den Nachrichten). Als Prozesse werden die verschiedenen Stadien der Nahrungskette (Produktion, Verarbeitung, Vermarktung, Einkauf, Zubereitung, Verzehr, Nachbereitung) sowie die reine Darbietung von Ernährung, z.B. in Form einer Obstschale im Vordergrund (= Präsentation) bezeichnet, die sich innerhalb einer ernährungsrelevanten Sinneinheit feststellen lassen.⁸

Abbildung 8/2: Analyseeeinheiten



⁷ Beiträge werden nur bei Nachrichtensendungen, Magazinsendungen und Ratgebersendungen erfasst, da sie insbesondere für diese Fernsehgattungen typisch sind.

⁸ Für die Überprüfung der Zuverlässigkeit der Inhaltsanalyse wurde ein Reliabilitätstest durchgeführt, bei dem alle Codierer die ernährungsrelevanten Inhalte gleicher Fernsehsendungen zu erfassen hatten. Der Reliabilitätskoeffizient ist das Maß für die Zuverlässigkeit und liegt zwischen 0 (schlechtester Wert) und 1 (besten Wert). Nach Paarvergleichen für alle Codierer liegen die Reliabilitätskoeffizienten der inhaltlichen Kategorien bei .841 (Beitragsebene), .871 (Sinneinheitsebene) und .939 (Prozessebene). Auf Programmelementebene wurde kein Reliabilitätskoeffizient errechnet, da die Kategorien aus den telemetrischen Messungen der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) übernommen wurden.

In der gesamten 28-Tage-Stichprobe konnten auf diese Weise 4 066 Programmelemente identifiziert werden, von denen 2 648 (65,1 %) ernährungsrelevante Inhalte (Beitrag, Sinneinheit, Prozess) aufweisen. Die Programmelemente enthalten 981 ernährungsrelevante Beiträge und 11 583 ernährungsrelevante Sinneinheiten. Innerhalb der ernährungsrelevanten Sinneinheiten finden sich schließlich 24 376 ernährungsrelevante Prozesse.

8.2.2.2 Befragung

Ziel der Befragung ist es, den Fernsehkonsum als eine mögliche erklärende Variable für ernährungsrelevante Wahrnehmungen, Ernährungseinstellungen und das Ernährungsverhalten der Bevölkerung in Deutschland zu untersuchen. Die Aufgabe der Verbraucherbefragung lässt sich mit folgender Forschungsfrage beschreiben:

Welchen Einfluss haben ernährungsrelevante Darstellungen im Fernsehen auf die ernährungsbezogenen Wahrnehmungen, die Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung sowie das Ernährungsverhalten der Rezipienten?

Mit Blick auf den Kultivierungsansatz wurde zum einen die tägliche Fernsehnutzungsdauer erfasst, die in früheren Studien als entscheidende Determinante für Kultivierungseffekte vermutet wurde. Bei der Weiterentwicklung des Ansatzes fokussierten jedoch immer mehr Studien auf einzelne Fernsehgattungen und konnten dort zum Teil deutliche Kultivierungseffekte nachweisen (13, 14). Aus diesem Grund wurden die entsprechenden Präferenzen der Zuschauer erfasst. Sollten die Rezipienten – abhängig von der generellen Fernsehdauer oder der bevorzugten Nutzung bestimmter Fernsehgattungen – signifikant unterschiedliche Wahrnehmungen von Ernährungsthemen im Fernsehen, in den Ernährungseinstellungen oder im Ernährungsverhalten zeigen, können **kultivierende Einflüsse** des Fernsehprogramms vorliegen.

Neben dem Fernsehkonsum erhoben die Interviews also vor allem das selbst eingeschätzte Ernährungsverhalten der Befragten, ihre Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung, Mediennutzungs-Gewohnheiten, die Wahrnehmung von Lebensmittel-skandalen sowie die weiterer ernährungsrelevanter Informationen im Fernsehen. Außerdem wurden wichtige soziodemografische Daten, der subjektiv empfundene Gesundheitszustand der Befragten und Angaben zu ihrer ernährungsbezogenen Sozialisation erfasst, also der Prägung des Ernährungsverhaltens durch das Elternhaus und Partner, Freunde und Bekannte. Diese Variablen sind in der sozioempirischen Ernährungswissenschaft als wichtige Determinanten der Ernährungseinstellungen und des Ernährungsverhaltens bekannt (15).

Grundgesamtheit für die repräsentative Studie ist die deutschsprachige Bevölkerung in Deutschland zwischen 16 und 75 Jahren. Die **Stichprobe** basiert auf einer 2-stufigen Zufallsauswahl. Auf einer 1. Stufe stellte das Zentrum für Umfragen, Methoden und Analysen (ZUMA, Mannheim) für die Telefoninterviews zufällig ausgewählte Telefonnummern zur Verfügung (nach der Methode des „Simple Random Sampling“). Auf der 2. Stufe wurde die „Last-Birthday-Methode“ angewandt (16). Mit diesem Verfahren wird innerhalb der im Haushalt lebenden Personen diejenige Zielperson ausgewählt, die zuletzt Geburtstag hatte. Insgesamt wurden mithilfe des CATI-Verfahrens („Computer Aided Telephone Interviewing“) 1 060 je 30-minütige Interviews durchgeführt.

8.2.2.3 Experiment

Die 3. Teilstudie untersucht, ob eine direkte Beeinflussung einer Ernährungseinstellung von Fernsehzuschauern durch Frames erfolgt. Ihre Fragestellung lautet:

Welchen Einfluss haben Frames, mit denen Ernährung im Fernsehen präsentiert wird, auf die Ernährungseinstellungen der Rezipienten?

Die Ernährungsframes sollen in ihrer Wirkung auf die ernährungsbezogene Einstellung von Rezipienten untersucht werden. Auf Grund ihrer Relevanz wurden der Risiko-, der Lifestyle- und der Serviceframe (s. 8.2.1.2) als Stimuli für das Experiment ausgewählt. Angewandt auf das im Abschnitt 8.2.1.2 bereits erwähnte Beispiel ist zu erwarten, dass Menschen, die risikogeframte Beiträge über Fast-Food rezipieren, Fast-Food eher als schädlich beurteilen. Rezipienten, die einen lifestylegeframten Beitrag sehen, würden möglicherweise die gleichen Informationen zu Fast-Food als eine moderne Art einschätzen, sich zu ernähren. Die Informationen des servicegeframten Beitrags wiederum könnten von den Rezipienten so aufgenommen werden, dass sie ihre Einstellung gegenüber Fast-Food beispielsweise an dem geringen Aufwand für Zubereitung und Verzehr festmachen. Die 1. Forschungsannahme lautet daher: Wenn sich eine Ernährungseinstellung nach der Rezeption eines Ernährungsbeitrages ändert, der einen bestimmten Medienframe aufweist, dann spiegelt diese Veränderung besonders die Aussagen des Medienframes wider.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Dauerhaftigkeit einer Einstellungsänderung. Bleibt eine nach der Rezeption eines geframten Beitrags geänderte Einstellung auch mittelfristig erhalten? Oder ändert sie sich nach einigen Tagen? Die 2. Frage beschäftigt sich also damit, inwieweit Ernährungseinstellungsänderungen zeitlich überdauern, und ob sie eher kurz- oder sogar mittelfristiger Art sind.

Und: Wie sind die Menschen zu charakterisieren, bei denen sich tatsächlich eine Einstellungsänderung zeigt? Sind sie beispielsweise überwiegend weiblich, an der Beschäftigung mit Ernährung interessiert und Vielseher? Diese 3. Frage soll ebenfalls in der Experimentalstudie erörtert werden.

Abschließend sollen Framingeffekte auf die **Erinnerung** der Rezipienten untersucht werden. Möglicherweise werden Inhalte – in dieser Studie eine Aufklärungsbotschaft – z.B. beim Serviceframe besser erinnert, da durch den Servicecharakter Informationen verständlich strukturiert und praktisch vermittelt werden, was sich wiederum auf die Erinnerung der Rezipienten an die im Beitrag enthaltenen Informationen auswirken könnte. Der Risiko- oder Lifestyleframe könnte hingegen unseriös erscheinen und daher eine verminderte Erinnerung nach sich ziehen. Um diesen Zusammenhängen auf die Spur zu kommen, lautet die 4. Frage: Welche Effekte haben die 3 unterschiedlich geframten Ernährungsbeiträge auf die Erinnerung an eine Aufklärungsbotschaft?

Als Grundidee des Experiments werden zentrale Variablen der Mediendarstellung – die Frames – variiert, um Aussagen über kausale Wirkungszusammenhänge treffen zu können. Dazu sahen etwa je 20 Personen einen Fernsehbeitrag über Ernährung, der in eine längere Magazinsendung eingebettet war. Thema des Beitrags war das Basilikumkraut. Dieser Beitrag wurde in 4 Versionen hergestellt, denen jeweils einer der 3 Frames sowie eine „neutrale“ historische Perspektive zugrunde lagen. Die Variation ergab sich durch unterschiedliche Anmoderationen und die Änderung einzelner Bild- und Textinformationen im Beitrag. Anschließend wurden die Probanden zu ihren Ernährungseinstellungen befragt.

Um die tatsächliche Wirkung des Medienframes zu kontrollieren, wurden die Teilnehmer zusätzlich bereits 1 Woche vor der experimentellen Situation zu ihrer Ernährungseinstellung interviewt; eine Nachbefragung 7 Tage nach dem Experiment ermöglicht außerdem Aussagen zur mittelfristigen Einstellungsänderung. Durch den Einsatz von 2 Kontrollgruppen können mögliche Effekte der Vorbefragung auf die Ernährungseinstellung und die Glaubwürdigkeit der Frames ermittelt werden. Im Folgenden wird der Begriff Probanden daher nach Experimentalgruppe und Kontrollgruppen differenziert (s. 8.3.3).

Insgesamt fanden 12 Experimente in Räumen der Universitäten Erfurt und Karlsruhe mit insgesamt 203 Versuchspersonen statt.⁹ Die Teilnehmer der Experimente wurden mit Hilfe eines Quotenplans rekrutiert, der die Merkmale Geschlecht, Alter (16 bis 29, 30 bis 49 und 50 bis 75 Jahre) und Bildung (niedrig, mittel, hoch) vorgab. Alle Teilnehmer erhielten eine Aufwandsentschädigung und wurden nachträglich über Sinn und Zweck des Experiments aufgeklärt.

8.3 Ergebnisse

8.3.1 Inhaltsanalyse: Darstellung von Ernährung im Fernsehen

Für die Analyse des TV-Angebots ist die Fragestellung forschungsleitend, wie und in welchem Umfang Ernährung im Fernsehen dargestellt wird. Das im Zuge der Inhaltsanalyse untersuchte Programmangebot der 28-Tage-Stichprobe (Abb. 8/1), das auf Grund seiner systematischen Zufallsauswahl aus der Grundgesamtheit als repräsentativ für Vollprogramme im deutschen Fernsehen gelten kann, wurde für die Datenauswertung in 2 Teilstichproben aufgeteilt:

Teilstichprobe 1 (Ganztags-Stichprobe): Das Programmangebot der 10 Tage, die jeweils mit einer 24-Stunden-Vollerhebung (3.00 bis 3.00 Uhr) in die Analyse einfließen. Teilstichprobe 1 umfasst insgesamt 1 056 Programmstunden.

Teilstichprobe 2 (Prime-Time-Stichprobe): Das Programmangebot, das im Rahmen der 28-Tage-Stichprobe während der Prime-Time (19.00 bis 23.00 Uhr) als quotenstärkster Zeit ausgestrahlt wurde. Teilstichprobe 2 umfasst insgesamt 464 Programmstunden.

Sofern nicht anders erwähnt, basieren die nachfolgenden Auswertungen auf den Daten der Ganztags-Stichprobe (Teilstichprobe 1). An geeigneter Stelle fließen jedoch auch Ergebnisse in die Darstellung ein, die sich speziell auf die zuschauerstarke Prime-Time (Teilstichprobe 2) beziehen.

8.3.1.1 Der Umfang von Ernährungsdarstellungen im Fernsehen

Ziel der Inhaltsanalyse ist es, zunächst grundlegend den Umfang zu bestimmen, den die Darstellung von Ernährung im Programmangebot der untersuchten Sender einnimmt. Als Maßstab können

- die Anzahl der ernährungsrelevanten Analyseeinheiten,
- die zeitliche Dauer der Ernährungsdarstellung im Fernsehen und
- deren Intensität

herangezogen werden.

⁹ In Karlsruhe wurden Räume der Universität statt der BFEL gewählt, um den Probanden keine Hinweise auf den Ernährungsbezug der Untersuchungsziele zu geben.

8.3.1.1.1 Anzahl ernährungsrelevanter Analyseeinheiten

Der erhebliche Umfang von Ernährungsdarstellungen im Fernsehprogramm wird durch die hohe **Anzahl ernährungsrelevanter Analyseeinheiten** (s. 8.2.2.1, Abb. 8/2) deutlich. Von den insgesamt 3 123 Programmelementen, die die Ganztags-Stichprobe umfasst, enthalten rund zwei Drittel (65,5 %) ernährungsrelevante Inhalte (Beitrag, Sinneinheit, Prozess). Innerhalb dieser Programmelemente wurden 823 ernährungsrelevante Beiträge identifiziert, wovon 35 % Ernährung sogar als Hauptthema des Beitrags behandeln. Weiterhin konnten 9 224 ernährungsrelevante Sinneinheiten und innerhalb dieser 19 556 ernährungsrelevante Prozesse identifiziert werden. Je Programmstunde wurden damit durchschnittlich 8,7 ernährungsrelevante Sinneinheiten und 18,5 ernährungsrelevante Prozesse ausgestrahlt. Oder anders formuliert: In jeder Sendestunde der deutschen Vollprogramme tauchen beinahe 9 Filmszenen, Werbespots oder non-fiktionale Abschnitte (wie Nachrichten, Talkshows oder Magazine) auf, die sich um Ernährung drehen und in denen rund 19-mal gegessen, getrunken, eingekauft und zubereitet wird oder in denen Inhalte vom Acker bis zur Ladentheke vorkommen.

Insbesondere in bestimmten Fernsehgattungen häufen sich die ernährungsrelevanten Sinneinheiten auffällig (Tab. 8/1). Dazu gehören neben der Werbung, wo mit 29,5 % nahezu ein Drittel aller ernährungsrelevanten Sinneinheiten zu finden sind, auch die Magazinsendungen (16,3 %), die Serien (13,9 %) sowie die Spielfilme (8,9 %). Diese 4 Fernsehgattungen transportieren zusammen das Gros – nämlich 68,6 % – der ernährungsrelevanten Sinneinheiten. Ratgebersendungen, zu denen u. a. auch unmittelbar ernährungsbezogene Sendungen wie ‚Alfredissimo‘ oder ‚ARD Buffet‘ zählen, beinhalten dagegen nur 2,6 % der ernährungsrelevanten Sinneinheiten¹⁰; eine Zahl, die andererseits beachtlich ist, sieht man sie im Verhältnis zum Anteil von knapp 1 % der Programmelemente, den die Ratgebersendungen auf sich vereinen (Faktor 2,9). Auch Spielfilme (2,9 % der Programmelemente), Magazine (7,9 %) und Serien (8,2 %) tragen – gemessen an ihrem Vorkommen im Programm – überproportional zur Ernährungsdarstellung bei. Der Beitrag der Werbung bleibt mit einem Faktor von 0,7 dagegen deutlich hinter ihrem Anteil an allen Programmelementen (42,2 %) zurück.¹¹

Tabelle 8/1: Anzahl Sinneinheiten/ Programmelemente nach ausgewählten Fernsehgattungen

Fernsehgattung	Anzahl Sinneinheiten	% Sinneinheiten* (n = 9 224)	Anzahl Programmelemente	% Programmelemente* (n = 3 123)	Faktor ¹²
Werbung	2 720	29,5	1 319	42,2	0,7
Magazine	1 501	16,3	248	7,9	2
Serien	1 279	13,9	257	8,2	1,7
Spielfilme	822	8,9	91	2,9	3
Ratgeber	244	2,6	29	0,9	2,9

* An 100 % fehlende Werte verteilen sich auf 9 weitere Gattungen.

¹⁰ Auf Grund gattungsspezifischer Besonderheiten kann die Dauer der Sinneinheiten insbesondere für Kochsendungen dabei allerdings länger ausfallen als z.B. für Nachrichtensendungen.

¹¹ Für die weiteren Fernsehgattungen ergibt sich eine Verteilung wie folgt: Nachrichtensendungen: 2,1 % ernährungsrelevanter Sinneinheiten; Dokumentation/Reportage: 1,9 %; Quizsendungen: 0,6 %, Darbietungsshow: 3 %; Talkshows: 5,1 %; Live-Übertragung von Ereignissen: 1,1 %; Reality-TV: 1,8 %; Comedy-Sendungen: 2,8 %; Wetterinformation: 1,4 %; Daily Soaps: 3,6 %; Trickfilme: 3,4 %; Dauerwerbesendung/ Teleshopping: 1,7 %

¹² Der Faktor berechnet sich aus dem Quotienten % Sinneinheiten/% Programmelemente.

8.3.1.1.2 Zeitliche Dauer der Ernährungsdarstellung

Nimmt man die **Zeit** als Maßeinheit, um den Umfang von Ernährungsdarstellungen im Fernsehen abzubilden, so summieren sich die ernährungsrelevanten Sinneinheiten in der Ganztags-Stichprobe auf eine Gesamtdauer von rund 130 Programmstunden. In mehr als einem Zehntel (12,3 %) der untersuchten Gesamtsendezeit wird somit Ernährung dargestellt¹³.

Bezogen auf die 4 wichtigsten Fernsehgattungen ändert sich – an der zeitlichen Dauer der Ernährungsdarstellung gemessen – lediglich ihre Reihenfolge (Tab. 8/2): Mit insgesamt 26,3 Stunden liegen in diesem Fall die Serien vor den Spielfilmen (17,4 Stunden Ernährungsdarstellung), der Werbung (16,2 Stunden Ernährungsdarstellung) und den Magazinsendungen (15,3 Stunden Ernährungsdarstellung). Von den 130 Programmstunden, auf die sich die Dauer sämtlicher ernährungsrelevanter Sinneinheiten insgesamt summiert, entfallen also 75,2 Stunden – und damit 57,8 % – auf diese 4 Fernsehgattungen. Die Ratgebersendungen zeigen mit 4,9 Stunden vergleichsweise wenig Ernährung. Berücksichtigt man aber, dass diese 4,9 Stunden bei einem zeitlichen Anteil der Ratgebersendungen von nur 1,4 % an der untersuchten Gesamtsendezeit immerhin 3,7 % der **ernährungsbezogenen** Sendezeit ausmachen, so tragen Ratgebersendungen auch gemessen an ihrer Sendezeit weit überproportional (Faktor 2,6) zur Ernährungsdarstellung im Fernsehen bei. Anders als bei der reinen Anzahl der Analyseeinheiten leistet bei der Messung nach Dauer neben Serien und Spielfilmen auch die Werbung einen leicht überproportionalen Beitrag zur Ernährungsdarstellung. Der zeitliche Umfang der Ernährungsdarstellung in Magazinsendungen bleibt dagegen – gemessen an ihrer Gesamtsendezeit – deutlich unterproportional (Faktor 0,7).

Tabelle 8/2: Dauer Sinneinheiten/ Programmelemente nach ausgewählten Fernsehgattungen

Fernsehgattung	Dauer Sinneinheiten (in Std.)	ernährungsbezogene Sendezeit (Angaben in Prozent)* (n = 130 Stunden)	Dauer Programmelemente (in Std.)	Gesamtsendezeit (Angaben in Prozent)* (n = 1 056 Stunden)	Faktor ¹⁴
Serien	26,3	20,2	162,8	15,4	1,3
Spielfilme	17,4	13,4	118,2	11,2	1,2
Werbung	16,2	12,5	105,7	10,0	1,2
Magazine	15,3	11,8	186,3	17,6	0,7
Ratgeber	4,9	3,8	15,2	1,4	2,6

* An 100 % fehlende Werte verteilen sich auf 9 weitere Gattungen.

¹³ Für die ernährungsrelevanten Prozesse wurde keine zeitliche Messung vorgenommen, da sie sich oftmals parallel abspielen und daher auch in ihrer Summe nicht als Maßstab für den zeitlichen Anteil der Ernährungsdarstellung am Programmangebot herangezogen werden können. Die genaueste Maßzahl für den zeitlichen Umfang von Ernährung im Fernsehen bildet daher die Gesamtdauer der ernährungsrelevanten Sinneinheiten.

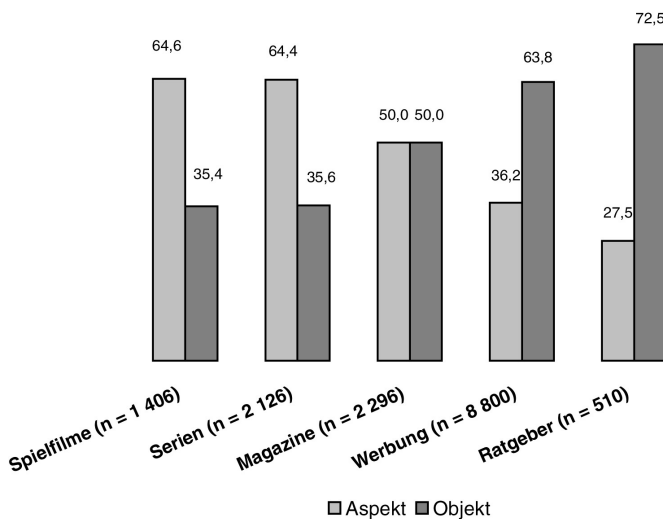
¹⁴ Der Faktor berechnet sich aus dem Quotienten % ernährungsbezogene Sendezeit / % Gesamtsendezeit.

8.3.1.1.3 Intensität der Ernährungsdarstellungen

Die Ergebnisse relativieren sich allerdings etwas, betrachtet man die **Intensität**, mit der Ernährung in den jeweiligen Fernsehgattungen dargestellt wird. Zu diesem Zweck wurde im Rahmen der Inhaltsanalyse für jeden ernährungsrelevanten Prozess die Unterscheidung getroffen, ob Ernährung quasi nebenbei **ausschließlich im Bild** mitvermittelt wird (Ernährung als Aspekt) oder ob sie **unmittelbar angesprochen** wird und damit tatsächlich Gegenstand der vermittelten Information ist (Ernährung als Objekt). Insgesamt zeigt sich in der Ganztags-Stichprobe, dass in knapp der Hälfte der ernährungsrelevanten Prozesse (48,7 %) Ernährung als Aspekt, in den übrigen 51,3 % Ernährung als Objekt auftritt.

In Serien und Spielfilmen werden ernährungsrelevante Prozesse in fast zwei Drittel aller Fälle lediglich im Bild mitvermittelt, sind also häufiger nur Aspekt (64,4 % bzw. 64,6 %, vgl. Abb. 8/3). In Magazinsendungen halten sich die Darstellung als Aspekt und Objekt mit jeweils 50 % der Prozesse die Waage. Die Werbung dagegen transportiert Ernährung erwartungsgemäß in erster Linie als Gegenstand der Information und vermittelt in 63,8 % aller Prozesse Ernährung als Objekt. In Ratgebersendungen ist die Intensität der Darstellung am höchsten: Nahezu drei Viertel (72,5 %) aller ernährungsrelevanten Prozesse werden hier als Objekt behandelt.

Abbildung 8/3: Intensität der Ernährungsdarstellungen in ausgewählten Gattungen (n = 15 138 ernährungsrelevante Prozesse, Angaben in Prozent)



Lesebeispiel: Bei Spielfilmen erscheinen ernährungsrelevante Darstellungen zu knapp zwei Drittel (64,6 %) nebenbei nur im Bild, d.h. als Aspekt, während sie in einem Drittel der Darstellungen in Spielfilmen Thema (Objekt) sind, d.h. unmittelbar angesprochen werden.

Resümierend lässt sich festhalten, dass die Darstellung von Ernährung im Fernsehen breiten Raum einnimmt. Ein wichtiger Faktor ist dabei die Vermittlung von Ernährung als beiläufiger Aspekt, wie sie sich vor allem in fiktionalen Fernsehgattungen (z.B. Spielfilmen und Serien) niederschlägt. Dort ebenso wie in Werbung und Magazinsendungen findet sich ein Großteil der Ernährungsdarstellung im Fernsehen. Ratgebersendungen decken in absoluten Zahlen nur einen geringen Anteil der Ernährungsdarstellung im Fernsehen ab, leisten

jedoch relativ zu ihrem Anteil am Gesamtprogramm einen überproportionalen Beitrag. Davon abgesehen liegt ihre Bedeutung vorrangig in der hohen Intensität, mit der Ernährung in dieser Fernsehgattung vermittelt wird, weil Ratgebersendungen Ernährung meist zum zentralen Gegenstand der Information (d.h. zum Objekt ihrer Berichterstattung) machen.

Da sich ähnliche Befunde auch für die Prime-Time-Stichprobe ergeben, braucht diese hier nicht weiter vertieft zu werden. Stattdessen beleuchten die nachfolgenden Ausführungen verschiedene inhaltliche Merkmale, die für die Darstellung von Ernährung im Fernsehen kennzeichnend sind. Im Kern geht es dabei um die Fragestellung, welches Bild von Ernährung den Zuschauern durch das Fernsehen vermittelt wird.

8.3.1.2 Das Bild von Ernährung im Fernsehen – Lebensmittel

Die in der Ernährungsaufklärung für eine gesundheitsfördernde, bedarfsgerechte Ernährung empfohlene Zusammensetzung des Speiseplans wird von der DGE in Form eines Ernährungskreises veranschaulicht (Abb. 8/4, [17]). Die Größe der Segmente bildet den prozentualen Anteil der betreffenden Lebensmittelgruppe an der gesamten Menge aller Lebensmittel ab: Fette und Öle z.B. sollen nur sparsam verwendet werden. Von Obst, Gemüse, Brot und Getreideprodukten sowie energiearmen Getränken (täglich mindestens 1,5 Liter) darf dagegen reichlich verzehrt werden. Kaffee, schwarzer Tee und energiereiche Getränke wie Limonaden sollten nur eine untergeordnete Rolle spielen. Süßes, fette Snacks und Alkohol werden als Lebensmittel mit geringer Nährstoffdichte im Ernährungskreis nicht berücksichtigt.

Abbildung 8/4: Empfohlener Verzehr an Lebensmitteln („Soll-Ernährungskreis“)

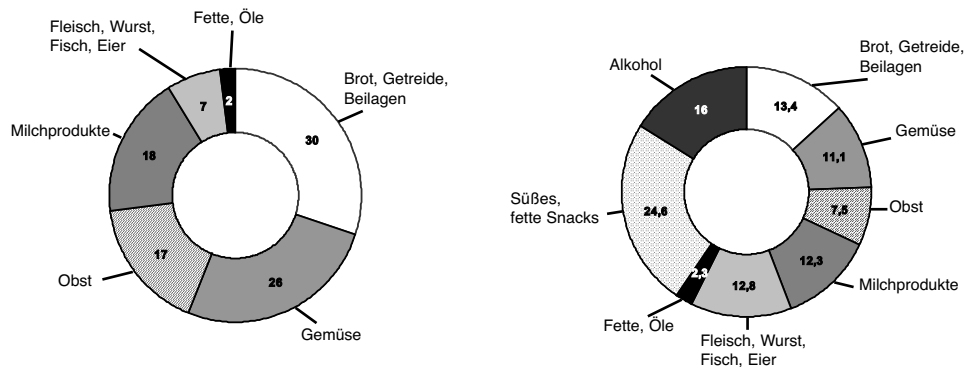


Stellt man die empfohlenen täglichen Verzehrsmengen der Produktgruppen des Ernährungskreises den durchschnittlichen Mengen der Produktgruppen des ‚Fernsehenüs‘ gegenüber, zeigen sich erhebliche Abweichungen (Abb. 8/5, Abb. 8/6).¹⁵

Die Ganztags-Stichprobe weist folgendes Fernsehbild von **Lebensmitteln** auf: Mit 4 608-maligem Auftreten (24,6 % der genannten Lebensmittel) wird ausgerechnet die Gruppe von Lebensmitteln am häufigsten dargestellt, die eigentlich gar keinen Anteil am Speiseplan haben sollte: Süßes und fette Snacks. Die zweitgrößte Produktgruppe stellt der Alkohol dar (2 994 Nennungen, 16,0 % der Lebensmittel); ebenfalls ein Lebensmittel, das im Rahmen einer gesunderhaltenden Ernährung nur in sehr geringen Mengen verzehrt werden sollte. Auch Fleisch, Fisch, Wurst und Eier (2 402 Nennungen; 12,8 %) werden häufiger gezeigt, als es ihrem Mengenanteil im Ernährungskreis der DGE (7 %) entsprechen würde. Während der Anteil der Lebensmittelgruppe Fette und Öle (423 Nennungen, 2,3 %) in etwa dem Stellenwert in den Empfehlungen (2 %) entspricht, sind alle anderen Lebensmittelgruppen deutlich unterrepräsentiert. Besonders drastisch zeigt sich dieses Missverhältnis an den Gruppen, die laut DGE-Empfehlungen den größten Anteil am Verzehr haben sollten: Brot, Getreideprodukte, Kartoffeln, Nudeln und Reis (2 510 Nennungen; 13,4 % – empfohlen wird ein Anteil von 30 %). Ebenso stellt es sich bei Gemüse dar (2 069 Nennungen, 11,1 % – empfohlen werden 26 %). Es folgen Milch- und Milchprodukte (2 300 Nennungen, 12,3 % versus von der DGE befürworteten 18 %) und Obst, das 1 394 Mal gezeigt wird (7,5 % – empfohlener Anteil an der täglichen Ernährung 17 %).

Die Getränke sollen ein zentrales Element der täglichen Ernährung bilden und werden im Ernährungskreis prominent ausgewiesen (Abb. 8/4); sie sind nicht in die prozentuale Berechnung der Lebensmittelgruppen integriert. Mit 5 195 Nennungen sind sie angemessen in der „Fernseh-Ernährung“ vertreten.

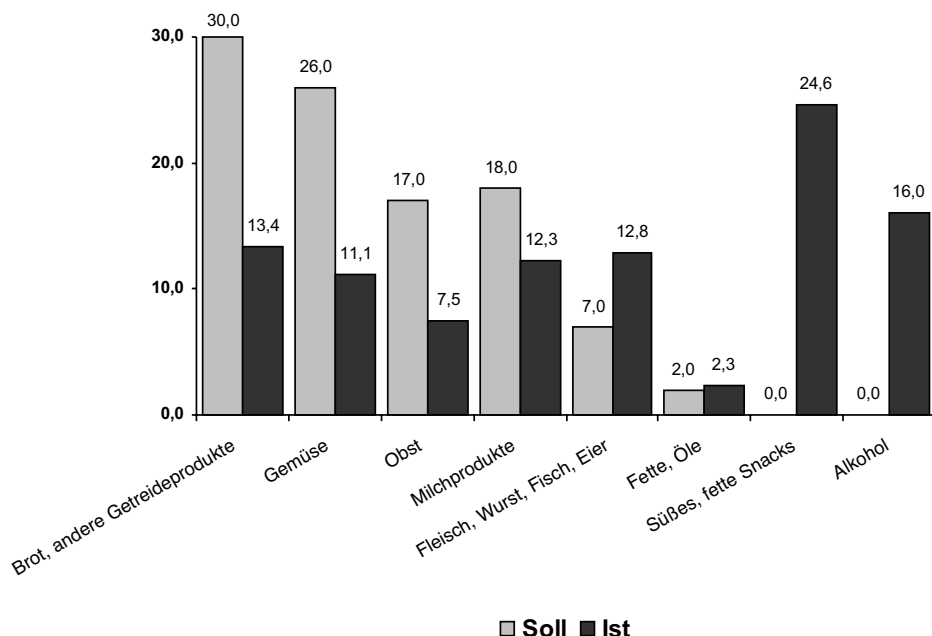
Abbildung 8/5: Gegenüberstellung des „Soll-Ernährungskreises“ mit dem „Fernseh-Ernährungskreis“ (n = 18 700 Prozesse, Angaben in Prozent) ¹⁶



¹⁵ Zur Identifikation der Lebensmittel, die das Bild von Ernährung im Fernsehen prägen, konnten für jeden ernährungsrelevanten Prozess bis zu 5 Lebensmittel erfasst werden, die nachfolgend auf die 7 Gruppen des Ernährungskreises verdichtet wurden.

¹⁶ Bei den folgenden Berechnungen sind die Getränke ausgeklammert, da sie im Ernährungskreis der DGE separat ausgewiesen werden und nicht in die prozentuale Berechnung der Lebensmittelgruppen integriert sind.

Abbildung 8/6: Gegenüberstellung der Prozentanteile verschiedener Lebensmittelgruppen des „Soll-Ernährungskreises“ und des „Fernseh-Ernährungskreises“



Insgesamt vermittelt das Fernsehen somit ein alarmierend schlechtes Bild der „Fernseh-Ernährung“. ¹⁷ Die dargestellten Lebensmittel spiegeln kaum die Ernährungsempfehlungen der DGE wider. Insbesondere das zu häufige Vorkommen von Süßem, fetten Snacks und Alkohol ist vor dem Hintergrund möglicher Wirkungen auf die Zuschauer äußerst bedenklich. Ebenfalls zu kritisieren ist, dass die Lebensmittelgruppen, die den größten Anteil am Verzehr ausmachen sollten (Brot, Kartoffeln, Nudeln, Reis sowie Gemüse), im Fernsehen drastisch unterrepräsentiert sind.

Bei der Betrachtung des Ernährungsbildes einzelner **Fernsehgattungen** stechen einige negativ hervor: In der *Werbung* werden in mehr als einem Drittel (35,2 %) der Spots Süßes und Snacks gezeigt. Häufig im Bild sind Süßigkeiten und Snacks auch bei *Talkshows* (30,1 %) und in *Trickfilmen* (29,7 %) – ein Befund, der gerade bei letzterer Gattung als bedenklich gewertet werden muss, denn die Zielgruppen von Trickfilmen sind meist Kinder und Jugendliche. In Spielfilmen und Serien spielen Süßigkeiten eine vergleichsweise geringere Rolle (11,7 bzw. 15,8 %). Alkohol ist in *Spielfilmen* stets präsent – von allen dort gezeigten Lebensmitteln entfällt fast die Hälfte (46 %) auf alkoholische Getränke, in *Serien* ist es immerhin mit knapp einem Drittel (31,5 %) auch überdurchschnittlich mehr als in der Gesamtbetrachtung aller Fernsehgattungen (16,0 %). Thematisiert wird Alkohol zwar auch

¹⁷ Die explizite Bewertung einzelner Lebensmittel wurde in der vorliegenden Studie zwar nicht erfasst, allerdings entsprechende journalistische Stilmittel (z.B. musikalische, bildliche oder farbliche Untermalung). Sie liefern Anhaltspunkte dafür, dass Lebensmittel zumeist in einem positiven oder neutralen Kontext gezeigt werden (vor allem in der Werbung), während nur in 5 % der Fälle mit dramaturgischen Mitteln eine negative Atmosphäre erzeugt wurde (zumeist in Nachrichten, die einen nur geringen Anteil des Fernsehprogramms ausmachen, s. Fußnote 18). Vor diesem Hintergrund wird die Botschaft, die durch die „Fernseh-Ernährung“ vermittelt wird, als kritisch bewertet.

in Nachrichtensendungen besonders häufig (28,9 %) ¹⁸; angesichts des in Spielfilmen und Serien häufig beiläufig (als Aspekt) und in typischen Alltagssituationen gezeigten Konsums ist der extrem hohe Anteil der Alkoholdarstellung in diesen Gattungen jedoch besonders alarmierend.

Vergleichsweise positiv fallen dagegen die *Daily Soaps* auf: 18,6 % der in ihnen präsentierten Lebensmittel entfallen auf Obst. Dieses Ergebnis erstaunt umso mehr, da die den Soaps verwandten fiktionalen Gattungen *Serien* (8,1 %) und *Spielfilme* (5,2 %) die Darstellung von Obst im Vergleich sehr selten in die Handlung integrieren. Süßes und fette Snacks stellen in *Daily Soaps* zwar immer noch 16,5 % der gezeigten Lebensmittel dar, aber immerhin weit weniger als in der durchschnittlichen „Fernseh-Ernährung“ üblich (24,6 %).

Für den hohen durchschnittlichen Anteil von 24,6 % Süßem und fetten Snacks in der Ernährungsdarstellung im Fernsehen ist offenbar hauptsächlich die *Werbung* verantwortlich. Dies zeigt ein Vergleich der Lebensmitteldarstellungen öffentlich-rechtlicher und privater Anbieter. Während in ARD, ZDF und WDR 14 % aller Lebensmittel auf Süßigkeiten und fette Snacks entfallen, sind es bei RTL, SAT.1, PRO7, RTL II und VOX mit 29,1 % mehr als das Doppelte. Abgesehen von dieser berichteten Abweichung zeigen sich keine gravierenden Unterschiede zwischen diesen Sendergruppen.

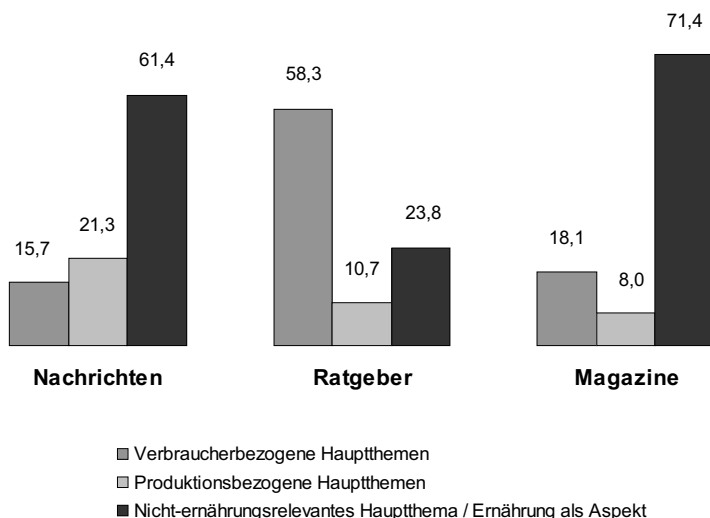
8.3.1.3 Das Bild von Ernährung im Fernsehen – Themen

Die Erfassung des Hauptthemas für jeden Beitrag in Nachrichten-, Magazin- und Ratgebersendungen ermöglicht eine genauere Beschreibung, welche **Themen** bei der Darstellung von Ernährung im Fernsehen dominieren. Im Abschnitt 8.3.1.1.1 wurde bereits angedeutet, dass sich 35 % der Beiträge um Ernährung als Hauptthema drehen. Dabei herrschen eher verbraucherbezogene Blickwinkel vor, vom Einkauf über die Zubereitung und den Verzehr bis hin zur Nachbereitung (21,9 % der Beiträge). Themen, die eher der Produktionsseite zugeordnet werden können – neben der Produktion von Lebensmitteln sind das ihre Verarbeitung und Vermarktung – finden sich in 10,3 % der Beiträge. Die übrigen 65 % der Beiträge sind durch ein nicht-ernährungsrelevantes Hauptthema gekennzeichnet u./o. enthalten lediglich eine nebensächliche Darstellung von Ernährung als Aspekt.

Betrachtet man die verschiedenen Fernsehgattungen, so sind die Hauptthemen der Beiträge in Nachrichtensendungen tendenziell eher der Produktionsseite zugeordnet (Abb. 8/7). Ratgebersendungen zeichnen sich dagegen erwartungsgemäß eher durch ein konsumentenbezogenes Hauptthema ihrer Beiträge aus. Bereits an anderer Stelle deutete sich an, dass Ratgebersendungen insgesamt einen vergleichsweise hohen Anteil an Beiträgen mit Ernährung als Hauptthema verzeichnen: Nur 23,8 % ihrer Beiträge haben ein nicht-ernährungsrelevantes Hauptthema u./o. enthalten lediglich eine Darstellung von Ernährung im Bild. Im Gegensatz dazu sind es in Magazinen und Nachrichten 71,4 % bzw. 61,4 % der Beiträge ($p < .001^{***}$).

¹⁸ Dieser außergewöhnlich hohe Wert erklärt sich dadurch, dass insgesamt nur in ca. 1 % (1,3 Stunden) der Nachrichten-Sendezeit im Untersuchungszeitraum Lebensmittel in ernährungsrelevanten Sinneinheiten dargestellt wurden. Von diesem geringen Anteil stellt Alkohol das am häufigsten erwähnte Lebensmittel dar, es wurde z.B. im Rahmen der Berichterstattung über die Einführung des Dosenpfands 2003 oder im Zusammenhang mit Unternehmensbilanzen thematisiert.

Abbildung 8/7: Hauptthemen nach Fernsehgattungen (n = 823; p < .001***; Angaben in Prozent)¹⁹



8.3.1.4 Das Bild von Ernährung im Fernsehen – Aufklärungsbotschaft und Vorbildfunktion

Das Fernsehen fungiert derzeit kaum als Transportmedium zur Ernährungsaufklärung, was die Befunde zum Vorkommen von **Aufklärungsbotschaften** sowie zur **Vorbildfunktion** von Schauspielern belegen.

Als Aufklärungsbotschaften galten ausdrücklich in Form von Empfehlungen geäußerte Informationen in Nachrichten-, Magazin- oder Ratgebersendungen, die direkt von Experten stammten oder auf eine Instanz mit Expertenstatus (z.B. die Wissenschaft, Ärzte) Bezug nahmen. Vier Arten von Aufklärungsbotschaften wurden unterschieden:

- Verbraucherschützende Botschaften, d.h. Empfehlungen zur gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Lebensmitteln oder zu ihrer Verträglichkeit. Im Regelfall ist die Umsetzung dieser Botschaften durch staatliche Regelungen sichergestellt, die ein Lebensmittel bis zur Ladentheke begleiten.
- Ernährungsempfehlungen, d.h. Botschaften, die sich auf eine gesunderhaltende Ernährung beziehen und meist in Form von Verzehrsempfehlungen auftreten.
- Verfahrenstechnische Botschaften, d.h. Empfehlungen zum Umgang mit Lebensmitteln beim Einkauf, bei der Zubereitung, der Lagerung oder der Nachbereitung.
- Soziokulturelle Botschaften, d.h. Empfehlungen, welche die sozial-kulturelle Seite der Ernährung ansprechen (z.B. Tischmanieren).

¹⁹ Auf 100 % fehlende Werte entfallen auf das Hauptthema Präsentation, das weder eindeutig der Produktions- noch der Verbraucherseite noch Ernährung als Aspekt zugeordnet werden kann.

Für jede ernährungsrelevante Sinneinheit innerhalb von Nachrichten-, Magazin- oder Ratgebersendungen (insgesamt 1870) wurden sämtliche angesprochenen Aufklärungsbotschaften festgehalten. Dabei zeigte sich, dass in 9 von 10 betreffenden Sinneinheiten keine Aufklärungsbotschaft genannt wurde. War das doch der Fall, so dominierten die verfahrenstechnischen Botschaften zum Umgang mit Lebensmitteln (72 Sinneinheiten; 3,9 %), unmittelbar gefolgt von den Verbraucherschützenden Botschaften (69; 3,7 %). Wahrscheinlich haben dabei insbesondere Köche, die laut Definition als Experten galten, im Rahmen von Kochsendungen häufiger auf den richtigen Umgang mit Lebensmitteln hingewiesen. Ernährungsempfehlungen wurden 53-mal genannt (2,8 %). An letzter Stelle lagen die soziokulturellen Empfehlungen (21; 1,1 %).

Noch auffälliger gestalten sich die Befunde für die Vorbildfunktion von Schauspielern im Rahmen der Ernährungsaufklärung. Wissen kann schließlich nicht nur in Form expliziter Aufklärungsbotschaften von Experten vermittelt werden, sondern auch mittels einer Vorbildfunktion von Darstellern in fiktionalen Sendungen (z.B. Spielfilmen, Serien) oder der Werbung. Erfasst wurden deshalb alle explizit in einer Sinneinheit ausgesprochenen Empfehlungen dieser Personen im Sinne von Verbraucherschützenden Botschaften, Ernährungsempfehlungen, verfahrenstechnischen Botschaften oder soziokulturellen Empfehlungen (insgesamt 5898 Sinneinheiten). Doch lediglich in 2,6 % der betreffenden Sinneinheiten wurde eine Botschaft mit Vorbildfunktion (z.B. „zu viele Süßigkeiten sind ungesund“) angesprochen. Mit 94 Nennungen (1,6 %) lagen dabei die Ernährungsempfehlungen vorne. Weit abgeschlagen folgten Empfehlungen zur soziokulturellen Seite von Ernährung (31 Sinneinheiten; 0,5 %), Botschaften zum Umgang mit Lebensmitteln (29; 0,5 %) und Verbraucherschützende Botschaften (15; 0,3 %).

8.3.1.5 Das Bild von Ernährung im Fernsehen – weiterführende Informationsmöglichkeiten

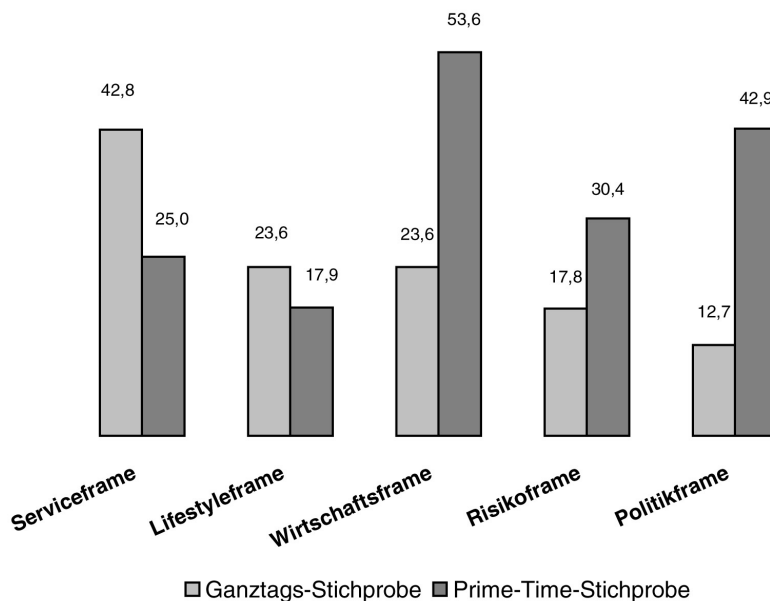
Fernsehvermittelte Inhalte sind in aller Regel flüchtig, da sie nicht in physischer Form vorliegen. Um diese Flüchtigkeit zu kompensieren, bieten insbesondere Magazinsendungen, Ratgeber, Werbung und Teleshopping-Sendungen dem Zuschauer die Möglichkeit, an weiterführende Informationen zu gelangen. Ein guter Ansatzpunkt scheint hier das **Internet** zu sein, das sich in der Studie als wichtiges Medium zur *Vertiefung* der erhaltenen Informationen erwiesen hat.²⁰ Dazu werden die Zuschauer am häufigsten auf das Internet (mit 459 Sinneinheiten; 5 % der 9 224 Sinneinheiten, s. 8.3.1.1.1) verwiesen – vor allem die Werbung nutzt diese Möglichkeit exzessiv (424 der 459 Sinneinheiten). Außerdem wird auf Telefonhotlines aufmerksam gemacht (62 Sinneinheiten; 0,7 %), erwartungsgemäß in erster Linie beim Teleshopping (43 dieser 62 Sinneinheiten). In den allermeisten Fällen (93,9 % der Sinneinheiten) bietet sich dem Zuschauer allerdings keine Möglichkeit, die erhaltene Information weiter zu vertiefen: Eine Lücke, in welche die Einrichtungen zur Ernährungsaufklärung vorstoßen könnten, indem sie sich zukünftig vermehrt mit entsprechenden Angeboten an die Redaktionen von Magazin- und Ratgebersendungen wenden, z.B. mit dem Hinweis auf Informationsbroschüren, Videotext oder auf die eigene Internetseite.

²⁰ Auf Grund der kleinen Fallzahl sind die Ergebnisse allerdings vorsichtig zu interpretieren.

8.3.1.6 Das Bild von Ernährung im Fernsehen – Medienframes

Journalisten setzen Themen in aller Regel in bestimmte Bezugsrahmen, so genannte **Frames**, und bieten damit dem Zuschauer eine gedankliche Leitlinie bei der Interpretation der Information an (s. 8.2.1.2). Dies gilt auch für ernährungsbezogene Themen. Um die journalistische Rahmung von Ernährungsthemen im Fernsehen beschreiben zu können, wurde für jeden ernährungsrelevanten Einzelbeitrag festgehalten, mit welchem Frame bzw. welchen Frames er versehen ist: einem Risiko-, Service-, Lifestyle-, Politik- u./o. Wirtschaftsframe. In den folgenden Analysen werden nur die Gattungen berücksichtigt, in denen Beiträge vorkommen (Nachrichten, Magazine und Ratgeber). Interessant sind dabei insbesondere solche Beiträge, die Ernährung als Hauptthema in den Mittelpunkt der Berichterstattung stellen.

Abbildung 8/8: Medienframes in Ganztags- (n = 276) und Prime-Time-Stichprobe (n = 56)



Basis: Jeweilige Frame-Kategorie mit der Ausprägung „Frame vorhanden“, „Frame nicht vorhanden“. Lesebeispiel: Von allen Beiträgen mit ernährungsrelevantem Hauptthema, die in der Prime-Time zwischen 19.00 und 23.00 Uhr gesendet werden, sind 53,6 % mit einem Wirtschaftsframe versehen, mit einem Lifestyleframe hingegen nur 17,9 %.

Für diese Beiträge verdeutlicht die Ganztags-Stichprobe, dass Journalisten bei der Darstellung von Ernährung besonders häufig den Serviceframe nutzen (Abb. 8/8). 42,8 % der Beiträge mit ernährungsrelevantem Hauptthema besitzen diese Rahmung und geben dem Zuschauer konkrete Tipps, Anregungen und Ratschläge oder nennen Informationsquellen. Die Information ist dabei alltagsnah und anwendungsbezogen. Etwa jeder 4. Beitrag steht in einem Lifestyle- bzw. Wirtschaftsframe (je 23,6 %); im ersten Fall wird Ernährung als Zeichen einer Lebenseinstellung vermittelt (z.B. als Trend), im zweiten Fall nimmt die Berichterstattung insbesondere eine wirtschaftlich orientierte Perspektive ein. Risikogerahmt, d.h. unter dem Blickwinkel eines tatsächlichen oder möglichen Risikos für den Einzelnen oder die Gesamtgesellschaft stehend, sind 17,8 % der Beiträge. An letzter Stelle folgt – mit einem Anteil von 12,7 % der Beiträge – der Politikframe, der schwerpunktmäßig das politische Handeln im Zusammenhang mit Ernährung in den Mittelpunkt stellt.

Hinsichtlich der Frames zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den beiden Teilstichproben (Abb. 8/8): Im Prime-Time-Sample von 19.00 bis 23.00 Uhr, in dem u.a. die Hauptnachrichten und viele Magazine angesiedelt sind, dominieren neben dem Wirtschaftsframe, der auf jeden 2. Beitrag mit ernährungsrelevantem Hauptthema Anwendung findet (53,6 %), der Politik-Frame (42,9 %) sowie der Risikoframe (30,4 %). Der Serviceframe findet sich nur noch bei einem von 4 Beiträgen, der Lifestyleframe bei nicht einmal jedem 5. Beitrag.

Prüft man für die Ganztags-Stichprobe die Verteilung der Frames auf die Tageszeiten, bestätigt sich dieser Befund (Tab. 8/3): Beiträge mit einem Wirtschafts- oder Politikframe verzeichnen ihren Höhepunkt eindeutig zur Prime-Time von 19.00 bis 23.00 Uhr. In 55 % ($p < .01^{**}$) bzw. 30 % ($p < .05^{*}$) der Beiträge zur quotenstärksten Zeit tauchen diese beiden Frames auf. Der Risikoframe hat seinen Höchststand am Vorabend von 17.00 bis 19.00 Uhr (30,8 %). Ein Serviceframe dagegen kennzeichnet die Berichterstattung insbesondere tagsüber von 6.00 bis 17.00 Uhr (53,1 %) und erlebt mit lediglich 5,0 % servicegerahmten Beiträgen seinen absoluten Tiefpunkt zur Prime-Time ($p < .001^{***}$). Ähnlich stark bricht auch der Lifestyleframe zur einschaltquotenstärksten Zeit ein, während er vor allem tagsüber von 6.00 bis 17.00 Uhr (25 %) und dann erneut nachts zwischen 23.00 und 6.00 Uhr (26,8 %) verstärkt auftritt.

Tabelle 8/3: Frames nach Tageszeiten (n = 275, Angaben in Prozent)²¹

	6-17 Uhr	17-19 Uhr	19-23 Uhr	23-6 Uhr	p
Risikoframe	27,4	30,8	15,0	21,4	n.s.
Lifestyleframe	25,0	20,5	10,0	26,8	n.s.
Serviceframe	53,1	30,8	5,0	35,7	< .001
Wirtschaftsframe	39,1	23,1	55,0	23,2	< .01
Politikframe	18,5	20,5	30,0	10,7	< .05

Basis: Jeweilige Frame-Kategorie mit der Ausprägung „Frame vorhanden“. Lesebeispiel: Von allen Beiträgen mit ernährungsrelevantem Hauptthema, die am Vorabend zwischen 17.00 und 19.00 Uhr gesendet werden, sind 30,8 % mit einem Risikoframe versehen, mit einem Lifestyleframe hingegen nur 20,5 %.

²¹ Auf 100 % fehlende Werte entfallen auf Beiträge mit ernährungsrelevantem Hauptthema, für die kein Frame vorhanden war.

Eine mögliche Erklärung für eine solche Verteilung der Frames über den Tag hinweg liegt im Zusammenhang von Frame und Fernsehgattung, der die formatierte Programmgestaltung der Fernsehsender widerspiegelt (Tab. 8/4). Denn Beiträge mit ernährungsrelevantem Hauptthema, die risikogeframt sind, nehmen – im Vergleich zu den anderen Fernsehgattungen – in Magazinsendungen mit 22,8 % der Beiträge den größten Anteil ein ($p < .05^*$). Ähnliches gilt für den Lifestyleframe, dessen Beiträge sich ebenfalls schwerpunktmäßig in Magazinsendungen finden (27,5 %). Der Serviceframe ist dagegen typisch für Ratgebersendungen (79,7 %), Wirtschafts- und Politikframe finden sich besonders häufig in Nachrichtenbeiträgen (40 % bzw. 20 % der Beiträge). Die verschiedenen Frames können damit typischerweise bestimmten Fernsehgattungen zugeordnet werden. Deren Sendezeit schlägt sich dann auf die oben angeführte Verteilung der Frames über die verschiedenen Tageszeiten nieder.

Tabelle 8/4: Frames nach Fernsehgattungen (n = 276, Angaben in Prozent)²²

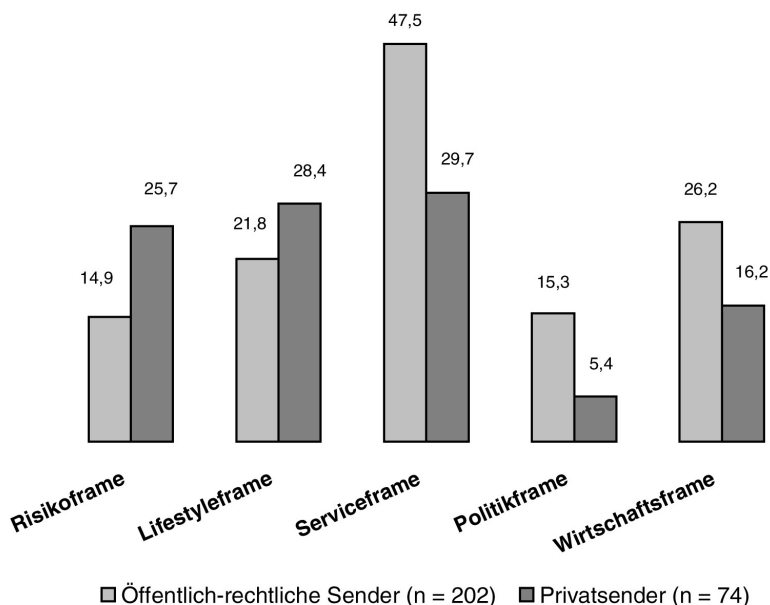
	Magazine	Ratgeber	Nachrichten	p
Risikoframe	22,8	7,8	13,3	< .05
Lifestyleframe	27,5	21,9	11,1	n.s.
Serviceframe	37,1	79,7	11,1	< .001
Wirtschaftsframe	24,0	10,9	40,0	< .01
Politikframe	13,8	4,7	20,0	< .05

Basis: Jeweilige Frame-Kategorie mit der Ausprägung „Frame vorhanden“, „Frame nicht vorhanden“. Lesebeispiel: Von allen Beiträgen mit ernährungsrelevantem Hauptthema, die in der Gattung Ratgeber gesendet werden, sind 79,7 % mit einem Serviceframe versehen, nur 4,7 % hingegen mit einem Politikframe.

Schließlich unterscheidet sich die Rahmung von Beiträgen mit ernährungsrelevantem Hauptthema nach öffentlich-rechtlichen und privaten Sendern des dualen Rundfunksystems (Abb. 8/9). Sind bei den Privatsendern 25,7 % der Beiträge mit einem Risikoframe versehen, so sind es bei den öffentlich-rechtlichen Sendern nur 14,9 % ($p < .05^*$). Auch lifestylegerahmte Beiträge tauchen bei den Privatsendern tendenziell häufiger auf als bei den öffentlich-rechtlichen Sendern (28,4 vs. 21,8 %; n.s.). Service-, Politik- und Wirtschaftsframe kennzeichnen dagegen in erster Linie die Berichterstattung der öffentlich-rechtlichen Sender.

²² s. Fußnote 21

Abbildung 8/9: Medienframes nach Sendertypen (n = 276)²³



Basis: Jeweilige Frame-Kategorie mit der Ausprägung „Frame vorhanden“, „Frame nicht vorhanden“. Lesebeispiel: Von allen Beiträgen mit ernährungsrelevantem Hauptthema, die in öffentlich-rechtlichen Sendern gesendet werden, sind 47,5 % mit einem Serviceframe versehen, nur 14,9 % hingegen mit einem Risikoframe.

8.3.1.7 Das Bild von Ernährung im Fernsehen – Lebensmittelsicherheit

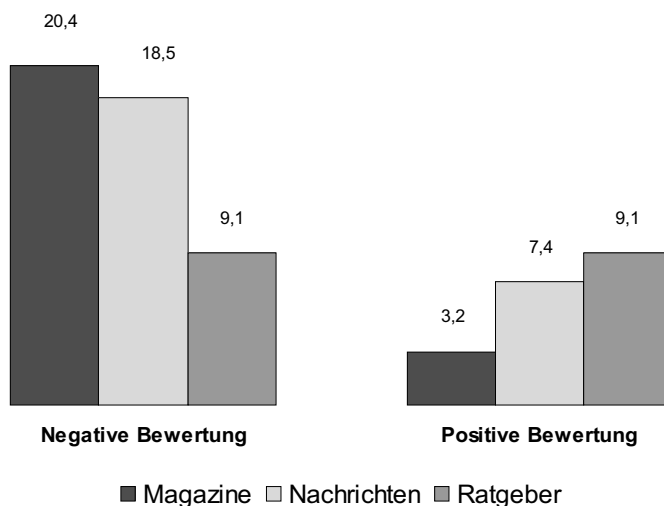
Ein Feld, das insbesondere hinsichtlich möglicher kultivierender Wirkungen auf das Weltbild der Zuschauer interessiert, ist die Darstellung von **Lebensmittelsicherheit** im Fernsehen. Lebensmittelsicherheit wurde hier verstanden als die gesundheitliche Unbedenklichkeit der Lebensmittel für den Menschen. In insgesamt 142 Beiträgen (17,2 % aller ernährungsrelevanten Beiträge) der Ganztags-Stichprobe wurde die Sicherheit von Lebensmitteln angesprochen. In 3 von 4 Fällen (76,8 %) bleibt die Beurteilung allerdings ambivalent, so dass keine eindeutige Richtung der Bewertung festgestellt werden konnte. Für das übrige Viertel der Beiträge überwiegt eine negative Perspektive der Berichterstattung: 18,3 % der Beiträge zufolge sind die Lebensmittel nicht sicher bzw. weniger sicher als früher. Dem stehen lediglich 4,9 % der Beiträge gegenüber, in denen ein positives Bild gezeichnet und die Lebensmittel heute als sicher bzw. sicherer als früher dargestellt werden.

Auch bei der Darstellung von Lebensmittelsicherheit zeigen sich tendenzielle Unterschiede zwischen den verschiedenen Fernsehgattungen (Abb. 8/10). Magazinsendungen bewerten die Lebensmittelsicherheit im Vergleich zu den anderen Fernsehgattungen öfter negativ (20,4 % der Beiträge, die Lebensmittelsicherheit thematisierten) und seltener positiv (3,2 %). Für Ratgeber zeigt sich dagegen das umgekehrte Bild: Sie vermitteln stärker als

²³ s. Fußnote 21

Nachrichten- und Magazinsendungen eine positive Sicht (9,1 %). Ein negatives Bild der Lebensmittelsicherheit wird im Vergleich zu den anderen Fernsehgattungen dagegen eher selten gezeichnet (9,1 %). Nachrichtensendungen berichten mit 7,4 % der Beiträge verhältnismäßig häufig vorteilhaft, aber ebenfalls vergleichsweise häufig nachteilig (18,5 %) über die Sicherheit der Lebensmittel.

Abbildung 8/10: Lebensmittelsicherheit nach Fernsehgattungen (n = 142, Angaben in Prozent)*



* Für die an 100 % fehlenden Werte wurde im Beitrag keine eindeutige Beurteilung abgegeben.

Vergleicht man die Darstellung der Lebensmittelsicherheit getrennt nach Sendertypen, so wird deutlich, dass in öffentlich-rechtlichen Programmen mit 7,7 % der Beiträge (verglichen mit 1,6 % bei den privaten Anbietern) häufiger ein positives Bild gezeichnet wird. Dieser Befund erklärt sich vermutlich dadurch, dass Ratgebersendungen, in denen den Ergebnissen entsprechend eine positive Sicht von Lebensmittelsicherheit dominiert, in der Ganztags-Stichprobe ausschließlich von den öffentlich-rechtlichen Sendern ausgestrahlt wurden. Bei den Anteilen von Beiträgen mit einer negativen Beurteilung von Lebensmittelsicherheit stehen die öffentlich-rechtlichen Sender (17,9 %) den privaten Anbietern (18,8 %) aber kaum nach.

8.3.1.8 Das Bild von Ernährung im Fernsehen – Gesamtschau

Wie sieht es aus, das **Fernsehbild von Ernährung**? Rein quantitativ betrachtet bietet das Fernsehprogramm dem Zuschauer täglich eine ausgiebige Darstellung von Ernährung, vielfach jedoch eher beiläufig als Aspekt im Bild verpackt. In weiten Teilen entspricht die Repräsentation der Lebensmittel in den Fernsehprogrammen des deutschen Fernsehens nicht den Ernährungsempfehlungen der DGE. Das gilt besonders für die übermäßige Darstellung von Süßem, fetten Snacks und Alkohol sowie für die zu seltene Präsentation von Getreideprodukten und Gemüse. Sie weicht in deutlichem Maße negativ von den Normen einer gesunderhaltenden Ernährung ab und ist daher kritisch zu bewerten.

Verbraucherbezogene Themen wie Einkauf, Zubereitung, Verzehr und Nachbereitung von Lebensmitteln überwiegen in den Fernsehbeiträgen. Ganz besonders gilt das für Ratgebersendungen, die im Vergleich zu Nachrichten und Magazinen gleichzeitig den höchsten Anteil an Beiträgen mit einem ernährungsrelevanten Hauptthema verzeichnen. Darüber hinaus kennzeichnet diesen Sendungstyp die Tatsache, dass sie Ernährung am häufigsten zum Objekt ihrer Berichterstattung machen und – was zu erwarten war – im Verhältnis zu ihrem Vorkommen im Programmangebot insgesamt überproportional zur Ernährungsdarstellung im Fernsehen beitragen.

Das Potenzial des Massenmediums Fernsehen als zielgerichtetes Aufklärungsmedium wird aber ganz offensichtlich noch zu wenig genutzt. Schauspieler, die als Vorbild Empfehlungen zur Ernährung aussprechen, oder ausdrückliche Aufklärungsbotschaften von oder mit Verweis auf Experten sind seltene Erscheinungen im deutschen Fernsehprogramm.

Die **journalistische Rahmung** von Beiträgen mit ernährungsrelevantem Hauptthema ist abhängig von mehreren Faktoren. Zum einen dominieren über den Tagesverlauf hinweg verschiedene Frames, was sich in unterschiedlichen Ergebnissen für die Prime-Time-Stichprobe im Vergleich zur Ganztags-Stichprobe niederschlägt. Gleichzeitig hängt der Frame entscheidend mit der Fernsehgattung zusammen: Während Magazinbeiträge typischerweise risiko- oder lifestylegerahmt sind, setzen Ratgebersendungen eher auf einen Serviceframe. In den Nachrichtenbeiträgen herrschen dagegen der Politik- und Wirtschaftsframe vor. Auch öffentlich-rechtliche und private Sender unterscheiden sich in der Berichterstattung: Bei den privaten Anbietern dominieren Risiko- und Lifestyle Rahmung, bei den öffentlich-rechtlichen Sendern der Service-, Politik- oder Wirtschaftsframe.

Im Hinblick auf die Darstellung von Lebensmittelsicherheit weichen öffentlich-rechtliche und private Anbieter erneut voneinander ab, da Erstere tendenziell häufiger ein positives Bild der Lebensmittelsicherheit zeichnen. Insgesamt vermittelt das Fernsehen jedoch eine überwiegend ambivalente, tendenziell eher negative Beurteilung von Lebensmittelsicherheit. Insbesondere in Magazinsendungen herrscht – im Gegensatz zu Ratgebern – die negative Bewertung vor, dass Lebensmittel nicht sicher bzw. weniger sicher sind als früher. Ratgebersendungen vermitteln dagegen ein vergleichsweise positives Bild.

8.3.2 Befragung: Wahrnehmung von Ernährung im Fernsehen

Die Ergebnisse der Inhaltsanalyse werfen verschiedene Fragen auf: Wie kommt das „Fernsehenü“ bei seinen Zuschauern an, welche „Zutaten“ des Programms nehmen sie wahr? Mit den Erkenntnissen aus der Befragung sollen ernährungsrelevante Wahrnehmungen, Einstellungen und das Ernährungsverhalten der Verbraucher in Deutschland mit deren Fernsehnutzung in Zusammenhang gebracht werden. Die Grundlage dafür bildet ein Auswertungsmodell, das an die Forschungsfrage der Befragung (s. 8.2.2.2) angelehnt ist.

8.3.2.1 Stichprobenbeschreibung

Betrachtet man die Zusammensetzung der Stichprobe, sind unter den 1 060 Interviews deutlich mehr weibliche als männliche Befragte (59,9 % versus 40,1 %).²⁴ Dieses Ergebnis lässt sich offensichtlich auf das Thema der Befragung zurückführen: Im letzten Schritt der 2-stufigen Zufallsauswahl (s. 8.2.2.2) gaben mehr weibliche Zielpersonen ihr Einverständnis zu einem Interview. Dieser Befund deckt sich mit dem in der Ernährungswissenschaft immer wieder beobachtbaren höheren Interesse von Frauen an Ernährungsfragen (20).

Die Altersverteilung in der Stichprobe entspricht mit geringen Abweichungen der tatsächlichen Altersstruktur in der Bevölkerung Deutschlands (M 41,9; SD 15,4).²⁵ Und auch der Wohnsitz der Befragten verteilt sich auf die 16 Bundesländer entsprechend der amtlichen Statistik.²⁶

Einpersonenhaushalte sind in der Stichprobe unterrepräsentiert, Haushalte mit 3 und mehr Personen leicht überrepräsentiert.²⁷ Bei Bildungsabschluss und Einkommensverteilung zeigen sich ebenfalls geringe Ungleichgewichte: Niedrige Bildungsabschlüsse sind im Vergleich zur Verteilung in der Bevölkerung Deutschlands ebenso seltener vertreten wie die niedrigeren Einkommensgruppen.²⁸ Die Abweichungen in den genannten 3 Kategorien entsprechen der bei Befragungen häufig festgestellten unterschiedlichen Teilnahmebereitschaft verschiedener sozialer Gruppen (21, 22).

Die Angaben zur Berufstätigkeit hingegen entsprechen der Gesamtbevölkerung in Deutschland.²⁹ 20,7 % der Befragten, die sich nicht mehr in schulischer Ausbildung befinden, üben einen ernährungsbezogenen Beruf aus bzw. haben eine solche Ausbildung absolviert.³⁰ Insgesamt bildet die Stichprobe – mit Ausnahme der erklärbaren Abweichungen – die Grundgesamtheit der in Deutschland lebenden Bevölkerung zwischen 16 und 75 Jahren zutreffend ab.

²⁴ Tatsächlich sind 51,2 % der Bevölkerung in Deutschland weiblich und 48,8 % männlich. Alle soziodemografischen Angaben wurden mit der Fortschreibung des Statistischen Bundesamtes verglichen (18, 19).

²⁵ Das Alter der Befragten verteilt sich wie folgt: 16-19jährige: 5,8 %; 20-29jährige: 19,2 %; 30-39jährige: 22,1 %; 40-49jährige: 22,2 %; 50-59jährige: 13,3 %; 60-75jährige: 17,2 % (an 100 % fehlende Angaben: „Weiß nicht/keine Antwort“; 0,3 %)

²⁶ Baden-Württemberg: 11,3 %; Bayern: 16,4 %; Berlin: 4,2 %; Brandenburg: 2,1 %; Bremen: 0,5 %; Hamburg: 2,3 %; Hessen: 8,4 %; Mecklenburg-Vorpommern: 2,3 %; Niedersachsen: 10,6 %; Nordrhein-Westfalen: 20,7 %; Rheinland-Pfalz: 6,1 %; Saarland: 2,1 %; Sachsen: 5 %; Sachsen-Anhalt: 2,2 %; Schleswig-Holstein: 2,5 %; Thüringen: 3,8 % (an 100 % fehlende Angaben: „Weiß nicht/keine Antwort“; 0,5 %)

²⁷ Allein wohnen 21,5 % der Befragten, zu zweit 33,8 %, in einem Drei- oder Mehrpersonenhaushalt 44,6 % (an 100 % fehlende Angaben: „Weiß nicht/keine Antwort“; 0,2 %)

²⁸ 25,2 % haben eine geringere Schulbildung als den Realschulabschluss, 27,1 % weisen die Mittlere Reife vor und 47,7 % die (Fach-)Hochschulreife oder ein absolviertes (Fach-)Hochschulstudium (weiß nicht/keine Angabe: 0,8 %). 19,8 % der Befragten haben ein Netto-Haushaltseinkommen von unter 1000 Euro, unter 2000 Euro 28,3 %, bis unter 3000 Euro stehen 22,5 % der Interviewten zur Verfügung und mehr als 3000 Euro geben 16,4 % an (an 100 % fehlende Angaben: „Weiß nicht/keine Antwort“; 16,1 %)

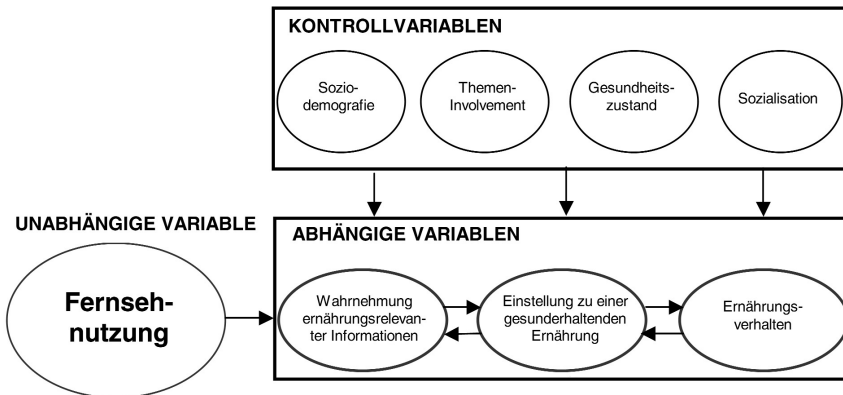
²⁹ 42,7 % der Befragten sind in Vollzeit beschäftigt, 16,1 % arbeiten in Teilzeit und 30,9 % sind nicht berufstätig (inkl. Arbeitslose und Rentner), in Ausbildung befinden sich 8,2 % der Stichprobe (an 100 % fehlende Angaben: „Weiß nicht/keine Antwort“; 2 %)

³⁰ Den Autoren ist lediglich eine Vergleichsstudie (unveröffentlichte Studie der BFEL zum Verbrauchervertrauen in Lebensmittel) zu dieser Frage bekannt, in welcher der Anteil der im Ernährungs- oder Lebensmittelsektor Beschäftigten mit 16,2 % jedoch niedriger ausfällt als in der vorliegenden Untersuchung.

8.3.2.2 Vorgehensweise

Der empirischen Analyse liegt ein Auswertungsmodell zu Grunde, das verschiedene Einflussfaktoren auf die abhängigen Variablen „Wahrnehmung ernährungsrelevanter Informationen“, „Einstellung zu einer gesunden Ernährung“ und „Ernährungsverhalten“ einbezieht (Abb. 8/11).

Abbildung 8/11: Auswertungsmodell der Verbraucherbefragung



Eine der Hauptaufgaben der Ernährungsaufklärung ist die Bereitstellung von zielgruppen-gerechten Informationen und Beratungsangeboten über eine ausgewogene und bedarfs-gerechte Ernährung mittels verschiedener Medien. Man geht davon aus, dass die Wahrnehmung dieser Inhalte die Einstellung der Verbraucher zu einer gesunderhaltenden Ernährung positiv beeinflusst. Die individuelle Einstellung einer Person wiederum wird als bedeutend angesehen für ihr tatsächliches Verhalten. Somit ist eine positive Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung eine wichtige Voraussetzung dafür, dass sich eine Person tatsächlich gesundheitsbewusst ernährt.

Diese „Wirkungshierarchie“ entspricht zahlreichen Befunden in der Medienwirkungsfor-schung, wonach Einflüsse von Medien auf die Wahrnehmungen und das Wissen von Rezipienten als niedrigste Stufe potenzieller Medienwirkungen gelten, während Einstellungsänderungen dagegen deutlich schwieriger zu erreichen sind. Verhaltens-änderungen, als höchste Stufe von Medienwirkungen, werden durch Medienbotschaften nur äußerst selten hervorgerufen (23). Entsprechend werden in der Kultivierungsforschung auch häufiger Kultivierungseffekte 1. Ordnung (Wahrnehmungsebene) als 2. Ordnung (Einstellungs- und Verhaltensebene) festgestellt (s. 8.2.1.1), ohne dass dies jedoch bedeuten würde, dass Effekte 1. Ordnung in jedem Fall Voraussetzung für Effekte 2. Ordnung sind. Umgekehrt herrscht in der Sozialpsychologie inzwischen Konsens darüber, dass nicht nur eine Einstellung Einfluss auf das Verhalten hat, sondern sich auch das Verhalten selbst auf die jeweilige Einstellung einer Person gegenüber diesem Gegenstand (z.B. gegenüber einer gesunderhaltenden Ernährung) auswirkt. Weiterführend beeinflusst eine positive Einstellung zu einem Gegenstand auch die Bereitschaft, entsprechende Informationen zu diesem Gegenstand wahrzunehmen und zu verarbeiten.

Die Verantwortlichen in der Ernährungsaufklärung und -verhaltensforschung wissen in-zwischen sehr viel darüber, welche Faktoren die Wahrnehmung ernährungsrelevanter Infor-

mationen, die Ernährungseinstellungen und das Ernährungsverhalten entscheidend mitbestimmen: Immer wieder werden „objektive“ soziodemografische Aspekte wie das Geschlecht, das Alter, der Bildungsstand, das zeitliche Ausmaß der Berufstätigkeit oder der Familienstatus genannt, ebenso wie „subjektive“ Faktoren wie das Interesse und die Bereitschaft, sich mit dem Thema überhaupt auseinander zu setzen („Themen-Involvement“); außerdem der individuelle Gesundheitszustand und nicht zuletzt die Sozialisation einer Person durch das Elternhaus oder Partner, Freunde und Bekannte. Kaum empirisch untersucht wurde bisher hingegen die in dieser Studie beleuchtete Frage, ob auch die Nutzung des Massenmediums Fernsehen ein relevanter Faktor bei der Erklärung der fraglichen Variablen ist (s. 8.2.2.2). Die oben genannten Einflussfaktoren („Kontrollvariablen“) werden dabei miteingefasst, um Aussagen darüber treffen zu können, wie relevant die Fernsehnutzung im Verhältnis zu den bekannten Einflussfaktoren ist.³¹ Falls es sich als relevanter Faktor herausstellt, empfiehlt es sich, in der Ernährungsaufklärung das Fernsehen verstärkt als Aufklärungsmedium zu nutzen.

Dem Kultivierungsansatz (s. 8.2.1.1) entsprechend wird die tägliche Fernsehnutzungsdauer der Befragten in die Analyse einbezogen, da sie entscheidet, wie intensiv sich ein Fernsehzuschauer den (Ernährungs-)Botschaften des Fernsehens „aussetzt“. Auf Grund der Ergebnisse der Inhaltsanalyse könnten darüber hinaus weitere Charakteristika der Fernsehnutzung bedeutsam sein: Die thematischen Rahmungen und Schwerpunkte des Fernsehprogramms in öffentlich-rechtlichen Fernsehsendern unterscheiden sich vom Programm der Privatsender, u.a. auf Grund der Verpflichtung der öffentlich-rechtlichen Sender, in ihrem Programmangebot – neben Informations- und Unterhaltungssendungen – auch Bildungs- und Beratungsangebote bereit zu stellen. Aus diesem Grund wurde die Nutzungshäufigkeit der öffentlich-rechtlichen Sender ARD und ZDF sowie die der Privatsender RTL, SAT.1, PRO7, RTL II und VOX in die Befragung einbezogen. Als letztes für Kultivierungseffekte bedeutsames Merkmal wurde die Rezeptionshäufigkeit jener Fernsehgattungen berücksichtigt, die sich bezüglich der Vermittlung von Ernährungsbildern als bedeutend erwiesen haben (vgl. 8.3.1.1): informationsorientierte Gattungen wie Nachrichten, Magazine und Ratgebersendungen sowie fiktionale Unterhaltungsangebote wie Spielfilme und Serien. Diese unterscheiden sich u.a. in Bezug auf die Intensität, mit der Ernährung thematisiert wird, denn in Informationssendungen ist Ernährung gleichmäßig oft Objekt und Aspekt der Berichterstattung, während Spielfilme und Serien sie überwiegend nebenbei in die Handlung integrieren und Ernährungsbilder eher beiläufig und unreflektiert vermitteln.³²

³¹ Folgende **soziodemografische Merkmale** wurden in die Analyse einbezogen: Geschlecht und Alter, Bildungsstand, zeitliches Ausmaß der Berufstätigkeit, Bezug von Ausbildung oder Berufstätigkeit zu Lebensmitteln oder Ernährung, Haushalts-Einkommen, Kinder im Haushalt sowie der Wohnort in den alten und neuen Bundesländern. Das **Themen-Involvement** setzt sich aus dem Interesse am Thema (operationalisiert durch das Maß der Zustimmung zu folgendem Item auf einer 5-stufigen Likert-Skala: „An Ernährungsthemen habe ich großes Interesse“, 1 = stimme voll zu; 5 = stimme gar nicht zu), der persönlichen Wichtigkeit (gemessen an der Vielfalt der Einkaufsstätten, an denen Lebensmittel für den Haushalt gekauft werden) und dem Wissen über eine gesunderhaltende Ernährung (gemessen durch 7 Wissens-Fragen) zusammen.

Der **Gesundheitszustand** der Befragten wurde anhand ihrer Selbsteinschätzung auf einer 5-stufigen Skala erhoben (1 = sehr zufrieden; 5 = sehr unzufrieden).

Um die **Sozialisation** zu erfassen, also die Prägung einer Person durch ihr Elternhaus und ihren Partner, Freunde und Bekannte, wurden die Befragten um eine Beurteilung gebeten, ob folgende Statements auf sie zutreffen oder nicht: „Als ich klein war, wurde bei mir zuhause das Thema Ernährung sehr wichtig genommen“ sowie „Ich lasse mich in Sachen Essen und Trinken häufig von meinem Partner oder von Freunden und Bekannten inspirieren“.

³² Erhebung der durchschnittlichen täglichen **Fernseh-Dauer**: (Nutzungshäufigkeit von Montag bis Freitag x Nutzungsdauer an diesen Tagen + Nutzungsdauer am Samstag und Sonntag) / 7

Erhebung der **Nutzungshäufigkeit der Sender** anhand der Nutzungshäufigkeit jedes einzelnen Senders pro Woche. Erhebung der **Nutzungshäufigkeit der Gattungen** anhand der Nutzungshäufigkeit jeder Gattung pro Woche. Die Nutzungshäufigkeit von Magazinen und Ratgebern wurden gemeinsam erhoben, da vermutet wurde, dass nicht alle Fernsehzuschauer zwischen diesen formal sehr ähnlich aufgebauten Gattungen unterscheiden und eine getrennte Abfrage Unschärfen hervorgerufen hätte. Alle Werte sind Selbsteinschätzungen der Befragten.

Die Bedeutung der Einflussfaktoren für ernährungsrelevante Wahrnehmungen, Einstellungen und Verhaltensweisen wird durch 3 multiple Regressionsanalysen untersucht, die zur Erklärung jeweils einer der 3 abhängigen Variablen dienen. Bei jeder Regression werden die Einflussfaktoren in 3 Schritten einbezogen: zunächst die soziodemografischen Merkmale, im zweiten Schritt die weiteren Kontrollvariablen sowie ernährungsbezogene Variablen, im letzten Schritt schließlich die unabhängige Variable Fernsehkonsum. Dieses mehrstufige Verfahren verdeutlicht, wie sich die Vorhersagekraft einzelner Variablen verändert, wenn zusätzliche erklärende Faktoren in die Berechnung eingefügt werden. Auf Grund der im Auswertungsmodell dargestellten Wechselwirkungen zwischen den ernährungsrelevanten Wahrnehmungen, der Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung und dem Ernährungsverhalten³³ geht die in einer Berechnung jeweils abhängige Variable in den anderen Berechnungen als unabhängige ernährungsbezogene Variable ein. Die im Folgenden dargestellte erste Analyse berücksichtigt die Daten aller Befragten.³⁴

8.3.2.3 Einfluss der Fernsehnutzung auf die Wahrnehmung ernährungsrelevanter Informationen

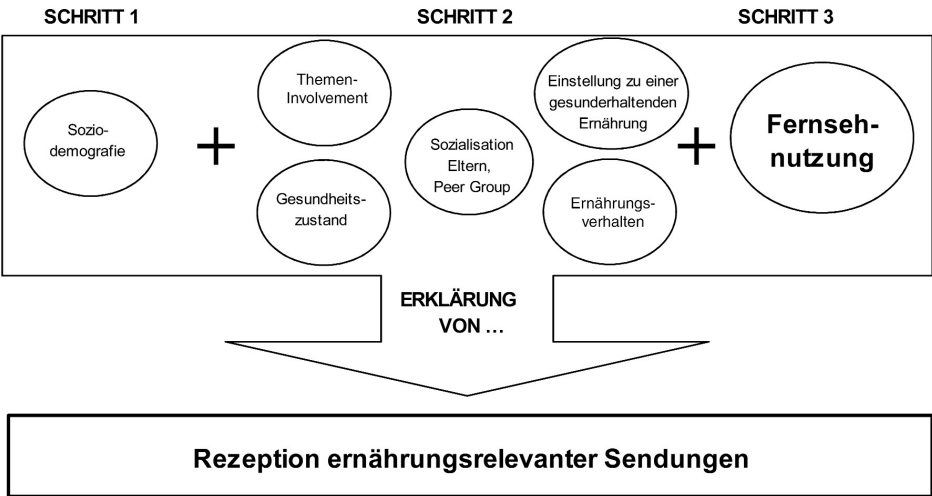
Die Wahrnehmung ernährungsrelevanter Informationen steht auf der niedrigsten Stufe einer angenommenen medialen Wirkungshierarchie. Der Forschungsfrage entsprechend wurde als Indikator für die Wahrnehmung die **Rezeption ernährungsrelevanter Sendungen** gewählt.³⁵ Hier lassen sich zunächst grundlegende Anhaltspunkte dafür finden, welche Faktoren entscheidend dafür sind, ob Fernsehsendungen wahrgenommen werden, die sich mit Ernährungsthemen befassen. Die Regressionsanalyse erfolgte in 3 Schritten (Abb. 8/12).

³³ zur Operationalisierung beider Konstrukte s. 8.3.2.4, 8.3.2.5

³⁴ Weitere zielgruppenspezifische Auswertungen in sich homogener Bevölkerungsgruppen können aus Platzgründen hier nicht dargestellt werden (33).

³⁵ Die Rezeption ernährungsrelevanter Sendungen wurde mit folgender Frage gemessen: „Ich lese Ihnen jetzt einige Ernährungssendungen vor. Bitte sagen Sie mir, ob Sie sie schon mal angeschaut haben.“ Vorgelesen wurden Kochshows und solche Magazine oder Ratgebersendungen, die mindestens einmal pro Woche einen ernährungsrelevanten Beitrag zeigen und so einen Ernährungsbezug im weiteren Sinne aufweisen. Es wurden Sendungen von ARD, ZDF und WDR sowie der Privatsender RTL, SAT.1, PRO7, RTL II und VOX einbezogen; damit sind die Angebote der reichweitenstärksten Sender im Fernsehen abgedeckt. Die Variable gibt die Anzahl der ernährungsbezogenen Sendungen an, die schon einmal rezipiert wurden.

Abbildung 8/12: Messung der abhängigen Variablen „Wahrnehmung ernährungsrelevanter Informationen“ auf Basis des Auswertungsmodells



Die in die Analyse einbezogenen Variablen sind in der linken Spalte von Tabelle 8/5 gruppiert. In den Spalten 2 bis 4 befinden sich die dazugehörigen β -Regressionskoeffizienten, die signifikante Einflüsse auf die abhängige Variable anzeigen (fett markiert). Ein positiver Koeffizient deutet auf einen positiven Einfluss, ein negativer Koeffizient auf einen negativen Einfluss hin. Im Fall der Variable „Alter“ bedeutet beispielsweise der Regressionskoeffizient **-0.17** im 3. Schritt, dass mit **steigendem** Alter die Zahl der rezipierten ernährungsrelevanten Sendungen **sinkt** und der Einfluss des Alters **höchst signifikant** ist (***). Die tägliche Fernsehdauer wiederum beeinflusst höchst signifikant **positiv** die Zahl der rezipierten ernährungsrelevanten Sendungen (**.32*****).

Es zeigt sich im 1. Schritt, dass die soziodemografischen Merkmale nur eine sehr geringe Vorhersagekraft für die Rezeption ernährungsrelevanter Sendungen besitzen. Nur zu etwa 3 % ($R^2 = .03$) wird die abhängige Variable durch folgende Merkmale erklärt: Die Anzahl der rezipierten Sendungen ist höher, wenn ein Beruf oder eine Ausbildung mit Ernährungsbezug vorhanden ist (positiver Regressionskoeffizient), und sie ist niedriger, wenn Kinder mit im Haushalt leben (negativer Regressionskoeffizient). Ältere Menschen schauen weniger ernährungsrelevante Sendungen an als jüngere Personen. Das Geschlecht erweist sich bei der Rezeption ernährungsrelevanter Sendungen als unbedeutend.

Tabelle 8/5: Einflussfaktoren auf die Wahrnehmung ernährungsrelevanter Informationen³⁶

Unabhängige Variablen	Abhängige Variable: "Rezeption ernährungsrelevanter Sendungen"		
	Schritt 1	Schritt 2	Schritt 3
Kontrollvariablen			
Soziodemografie			
Geschlecht	.01	.03	-.02
Alter	-.01	-.03	-.17***
Bildungsstand	-.05	-.06	-.01
Ausmaß Berufstätigkeit	-.02	-.03	.03
Beruf mit Ernährungsbezug	.11**	.10**	.08*
Haushalts-Einkommen	-.05	-.05	-.02
Wohnort (alte/neue Bundesländer)	-.03	-.03	-.04
Single-Haushalt	-.05	-.04	.00
Kinder im Haushalt	-.10**	-.10**	-.08*
Sozialisation			
Elternhaus		.01	.01
Partner/Freunde		.05	.03
Themen-Involvement		.07	.07
Gesundheitszustand		-.06	-.04
Ernährungsbezogene Variablen			
Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung		.02	.05
Ernährungsverhalten		-.01	.03
ΔR^2		.01	
Fernsehnutzung			
Tägliche TV-Dauer			.32***
Nutzungshäufigkeit öff.-rechtl. Sender			.20***
Nutzungshäufigkeit Privatsender			.09*
Nutzungshäufigkeit Nachrichten			.03
Nutzungshäufigkeit Magazine/Ratgeber			.15***
Nutzungshäufigkeit Spielfilme			-.01
Nutzungshäufigkeit Serien			-.06
ΔR^2			.21
R²	.03	.04	.25
Korr. R²	.02	.02	.23

Eintragungen sind standardisierte β -Regressionskoeffizienten, Basis: 682 Befragte

Hierarchische lineare Regression, fett markiert: signifikanter Zusammenhang; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$

³⁶ Einige Variablen wurden zur Berechnung der Regression dichotomisiert und weisen lediglich den Wert 0 bzw. 1 auf. Im Fall des Geschlechts: 0 = weiblich, 1 = männlich; Bildungsstand: 0 = niedrig (ohne (Fach-)Hochschulreife), 1 = hoch; Ausmaß Berufstätigkeit: 0 = nicht Vollzeit, 1 = Vollzeit; Beruf mit Ernährungsbezug: 0 = nein, 1 = ja; Wohnort alte (AL)/neue (NL) Bundesländer: 0 = AL, 1 = NL; Single-Haushalt: 0 = nein, 1 = ja. Alle weiteren Variablen weisen das zu Beginn des Abschnitts erläuterte metrische Skalenniveau auf (vgl. Fußnoten 31 und 32).

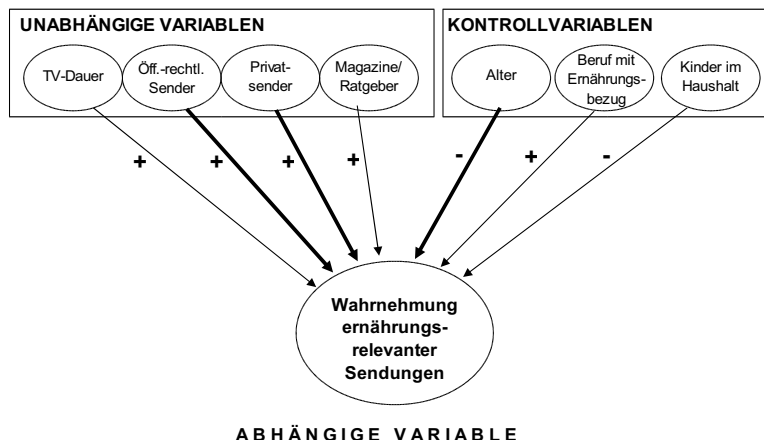
Nur unwesentlich gesteigert auf ca. 4 % wird die Erklärungskraft des Modells, bezieht man die ernährungsbezogenen Variablen im 2. Schritt ein. Doch das Vorhersagepotenzial erfährt erwartungsgemäß eine entscheidende Steigerung um 21 % ($\Delta R^2 = .21$) auf 25 %, wenn im 3. Schritt der Zusammenhang zwischen den Variablen der Fernsehnutzung und der abhängigen Variablen sichtbar wird. Vor allem die allgemeine **Fernsehnutzungs-Dauer**, aber auch eine regelmäßige Nutzung sowohl von privaten als auch öffentlich-rechtlichen Sendern und der Gattungen Magazin und Ratgeber, führt zu einer häufigeren Nutzung von ernährungsrelevanten Sendungen. Erstaunlich ist dabei die Erklärungskraft der Nutzungshäufigkeit privater Sender, denn sie bieten ein weitaus geringeres Angebot an Informationssendungen zum Thema Ernährung als die öffentlich-rechtlichen Sender. Hier fallen möglicherweise einige sehr populäre und zuschauerstarke Programmangebote wie die Kochsendungen ‚Kochduell‘ (VOX) und ‚Zacherl: Einfach kochen!‘ (PRO7) ins Gewicht.

Dieses Ergebnis ist einerseits nicht überraschend, denn mit der Fernsehnutzung steigt auch die Kontaktwahrscheinlichkeit für Ernährungssendungen; andererseits scheint bemerkenswert, dass gerade die zur Erklärung der Wahrnehmung von Ernährungsinformationen üblicherweise angeführten Faktoren wie das Geschlecht, der Bildungsstand oder die Sozialisation an Bedeutung verlieren, wenn es um die Wahrnehmung dieser Informationen im Fernsehen geht.

Ebenfalls als wenig bedeutsam erweisen sich die Einstellungs- und Verhaltensvariablen. Dieser Befund steht der theoretischen Annahme von Rückwirkungen der Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung bzw. einer gesunderhaltenden Verhaltensweise auf die Rezeption einschlägiger TV-Angebote entgegen. Offenbar besteht keine direkte Verknüpfung zwischen diesen Variablen und der Wahrnehmung von Ernährungssendungen im Fernsehen – angesichts der seltenen Thematisierung gesunderhaltender Ernährung, die sich u.a. an der geringen Zahl von Aufklärungsbotschaften im Programm abzeichnet (s. 8.3.1.4), erscheint dies jedoch folgerichtig. Das Rezipieren dieser Sendungen lässt sich also nicht von einer ernährungsbezogenen Einstellungs- oder Verhaltensvariable ableiten.

Mit ernährungsbezogenen Ratgebersendungen und Magazinen werden also nicht nur diejenigen Bevölkerungsschichten erreicht, die ohnehin schon am Thema Ernährung interessiert sind und sich durch eine positive Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährungsweise sowie durch ein gesunderhaltendes Ernährungsverhalten auszeichnen, sondern genauso solche Bevölkerungsgruppen, die weniger am Thema Ernährung interessiert sind, deren Einstellungen zu einer gesunderhaltenden Ernährung eher ambivalent sind und deren Ernährungsverhalten als weniger günstig anzusehen ist – die dafür aber intensiver fernsehen (Abb. 8/13). Sie gelten als mit den klassischen Methoden der Ernährungsaufklärung schwer erreichbar. Das Interesse an den ernährungsbezogenen Sendungen zeigt sich offenbar quer durch alle Bevölkerungsgruppen. Umso unbefriedigender erscheint demgegenüber der Befund aus der Inhaltsanalyse, dass das Fernsehen bislang kaum für die Verbreitung konkreter Aufklärungsbotschaften genutzt wird (s. 8.3.1.4). Auch sollten hier Bemühungen ansetzen, auf vertiefende Informationen zu einer gesunderhaltenden Ernährung beispielsweise über Internetangebote hinzuweisen. Eine stärkere Beachtung und gezielte Beeinflussung dieser Sendungen seitens der Ernährungsaufklärung könnte eine große Zuschauerschaft mit unterschiedlichstem soziodemografischen Hintergrund und thematischen Interessen erreichen.

Abbildung 8/13: Einflussfaktoren auf die Wahrnehmung ernährungsrelevanter Sendungen (Zusammenfassung)



Die Darstellung ist eine vereinfachte Zusammenfassung der standardisierten Regressionskoeffizienten (vgl. Tab. 8/5). Die Pfeile markieren signifikante Einflüsse. Dicker Pfeil: β -Regressionskoeffizient $\geq .15$; dünner Pfeil: β -Regressionskoeffizient $< .15$.

8.3.2.4 Einfluss der Fernsehnutzung auf die Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung

Welche Einflüsse sind auf der nächst höheren Stufe einer möglichen Wirkungshierarchie der Medien zu beobachten, d. h. lassen sich Kultivierungseffekte bezüglich ernährungsbezogener Einstellungen feststellen? Die Variable „Ernährungseinstellung“ ist ein multidimensionales und schwer messbares Konstrukt. Da sich die Studie mit dem Beitrag des Fernsehens zu einer gesunderhaltenden Ernährungsweise beschäftigt, beschränkt sich auch die Untersuchung auf die „Einstellung zu einer gesunden Ernährung“. Als theoretische Basis dient das „Drei-Komponenten-Modell“ der Einstellungsmessung (24): Demzufolge setzt sich die Einstellung zu einem Gegenstand (hier der gesunderhaltenden Ernährung) gleichwertig aus affektiven (gefühlsbezogenen), kognitiven (auf Meinungen und Überzeugungen beruhenden) und konativen (eine Handlungsabsicht kennzeichnenden) Komponenten zusammen. Zur Messung der Komponenten werden Itemskalen verwendet, die affektive, kognitive und konative Aussagen zu verschiedenen Dimensionen umfassen (beispielsweise zu den Dimensionen „Praktizierung gesunderhaltender Ernährung“ oder „Einschätzung der Wirksamkeit gesunderhaltender Ernährung“). Die Wahl der für das Konstrukt „Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung“ relevanten Dimensionen und der entsprechenden Items wurde anhand einer geprüften Skalensammlung zur Erfassung von Ernährungseinstellungen getroffen (25).³⁷

Ebenso wie bei der vorhergehenden Analyse wurde die Regression in 3 Schritten gerechnet. Es wurden die gleichen Faktoren aufgenommen wie in der 1. Analyse. An die Stelle der abhängigen Variablen „Rezeption ernährungsrelevanter Sendungen“, die nun zur unabhängigen Variable wird, tritt nun die Variable „Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung“ (Tab. 8/6).

³⁷ Die 12 Items umfassende Skala erreicht mit einem Reliabilitätswert von .75 (Cronbach's Alpha) eine gute Konsistenz, die Antworten auf die einzelnen Items wurden daraufhin zu einem Gesamtindex zusammengefasst.

Tabelle 8/6: Einflussfaktoren auf die Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung

Unabhängige Variablen	Abhängige Variable "Einstellung zu gesunderhaltender Ernährung"		
	Schritt 1	Schritt 2	Schritt 3
Kontrollvariablen			
Soziodemografie			
Geschlecht	-.28***	-.17***	-.17***
Alter	.33***	.24***	.23***
Bildungsstand	.08*	.03	.00
Ausmaß Berufstätigkeit	.03	.03	.02
Beruf mit Ernährungsbezug	.07*	.03	.03
Haushalts-Einkommen	-.02	-.06	-.07*
Wohnort alte/neue Bundesländer	-.01	.01	.02
Single-Haushalt	-.07*	-.05	-.06
Kinder im Haushalt	.07*	.06	.06
Sozialisation			
Elternhaus		.08**	.08**
Partner/Freunde		.07**	.07*
Themen-Involvement		.39***	.36***
Gesundheitszustand		.05	.05
Ernährungsbezogene Variablen			
Rezeption ernährungsrelevanter Sendungen		.10	.04
Ernährungsverhalten		.19***	.17***
ΔR^2		.23	
Fernsehnutzung			
Tägliche TV-Dauer			-.14***
Nutzungshäufigkeit öff.-rechtl. Sender			.06
Nutzungshäufigkeit Privatsender			-.03
Nutzungshäufigkeit Nachrichten			.00
Nutzungshäufigkeit Magazine/Ratgeber			.03
Nutzungshäufigkeit Spielfilme			.06
Nutzungshäufigkeit Serien			-.07*
ΔR^2			.02
R²	.19	.42	.44
Korr. R²	.18	.40	.42

Eintragungen sind standardisierte β -Regressionskoeffizienten, Basis: 682 BefragteHierarchische lineare Regression, fett markiert: signifikanter Zusammenhang; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$

Bei der Erklärung der Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung zeigt sich im Vergleich zur vorherigen Berechnung, dass die soziodemografischen Faktoren deutlich an Relevanz gewinnen: Etwa 19 % der Einstellungsvarianz lässt sich durch diese personenbezogenen Daten erklären. Vor allem das Geschlecht und das Alter erweisen sich als starke Prädiktoren für die Einstellungsvariable; speziell weibliche (negativer Regressionskoeffizient im 3. Schritt: $-.17^{***}$)³⁸ und ältere Befragte (positiver Regressionskoeffizient im 3. Schritt: $.23^{***}$) zeigen eine positive Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung.

Ein deutlicher Erkenntniszuwachs ist im 2. Schritt zu verzeichnen, wenn die weiteren Kontrollvariablen und die ernährungsbezogenen Faktoren in die Analyse integriert werden. Das **Themen-Involvement**, also das Maß des Interesses und der Beschäftigung mit dem Gegenstand Ernährung, zeigt sich als außerordentlich bedeutend für die abhängige Variable. Hauptsächlich mit seiner Hilfe, aber auch durch die Variable „Ernährungsverhalten“ und die Sozialisationsmaße, erhöht sich die Vorhersagekraft des Modells auf 42 %.

Im letzten Schritt zeigt sich, dass die Ernährungseinstellung sogar mit 44 % erklärt werden kann: Auch die Fernsehnutzung wirkt sich signifikant auf die Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung aus. Vor allem die allgemeine Sehdauer erweist sich als relevant, allerdings in negativer Hinsicht: Je länger ein Befragter durchschnittlich fernsieht, desto negativer ist seine Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung. Es zeigen sich keine signifikanten Einstellungsunterschiede zwischen den Zuschauern mit einer Präferenz für öffentlich-rechtliche oder private Fernsehsender, allerdings spielt es eine Rolle, wie häufig Serien gesehen werden – auch deren Konsum wirkt sich ungünstig auf die Ernährungseinstellung aus.

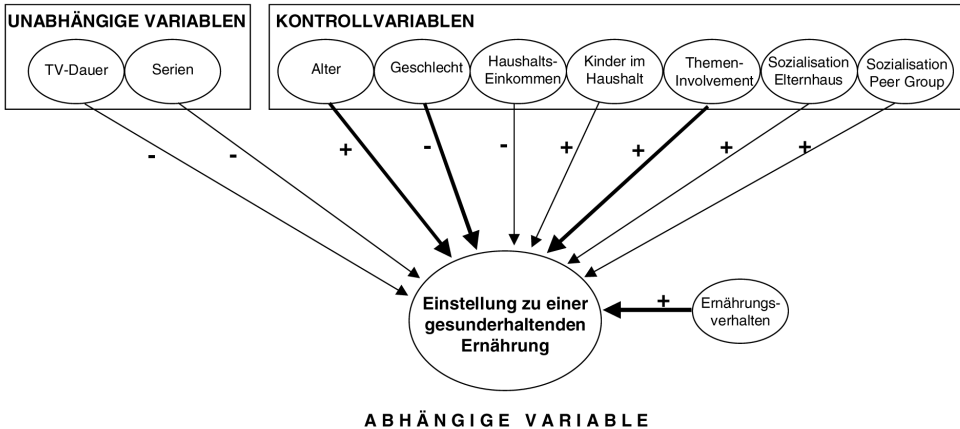
Die Befunde zeigen, dass der Beitrag der Fernsehnutzung zur Erklärung der Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung, verglichen mit personenbezogenen Faktoren wie dem Alter und dem Geschlecht, dem Themen-Involvement und dem tatsächlichen Ernährungsverhalten, insgesamt gering ist. Bemerkenswert scheint immerhin, dass die Fernsehdauer die fünftstärkste Aussagekraft bietet, im Anschluss an das Themen-Involvement, das Alter, Geschlecht und das Ernährungsverhalten – Einflussfaktoren, die immer wieder direkt mit Ernährungseinstellungen in Verbindung gebracht werden. Indizien für einen Kultivierungseffekt durch Fernsehnutzung zeichnen sich in begrenztem Maß ab. Allerdings kann sie diesen Faktoren nur wenig zusätzliche Varianzaufklärung hinzufügen.

Über die Ursachen für die Richtung der β -Koeffizienten bei der allgemeinen Fernsehdauer und der Nutzung von Serien kann hier nur gemutmaßt werden. Eine hohe Fernsehnutzung ist offenbar einer positiven Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung abträglich, signifikant sticht hier die Seriennutzung hervor (Abb. 8/14). Die Wahrnehmung ernährungsrelevanter Sendungen, die sich mit steigendem Fernsehkonsum erhöht, wirkt sich nicht signifikant positiv auf die Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung aus – was angesichts der kaum sichtbaren Thematisierung einer gesunderhaltenden Ernährungsweise in diesen Sendungen nicht verwunderlich ist (s. 8.3.1.4). Je mehr Zeit mit einem

³⁸ Die Variable „Geschlecht“ ist mit den Ausprägungen 0 = weiblich und 1 = männlich in die Regressionsanalyse eingegangen. In der Regressionsrechnung erwies sich das weibliche Geschlecht als relevant für eine Steigerung der abhängigen Variablen „Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung“. Der Einstellungsindex ist somit überzufällig häufiger bei solchen Befragten höher, welche die Geschlechtsausprägung „0“ (weiblich) aufweisen. Eine steigende abhängige Variable steht so einer „niedrigeren“ Geschlechtsvariable gegenüber, dieser Zusammenhang drückt sich durch das negative Vorzeichen aus.

Fernsehprogramm verbracht wird, in dem keine aktive Auseinandersetzung mit „gesunder“ oder „ungesunder“ Ernährung stattfindet, desto weniger relevant scheint dieses Thema für die Zuschauer zu sein. Die teils bedenklich von den Ernährungsempfehlungen abweichende Fernseh-Ernährung ließ einen solchen Zusammenhang bereits vermuten (s. 8.3.1.2). Serien könnten für Vielseher auch deshalb eine negative Bedeutung für die Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung besitzen, weil die in ihnen handelnden Protagonisten der Ernährung überwiegend eine geringe Bedeutung zumessen und somit nur nebenbei (als Aspekt) gekocht oder gegessen wird.

Abbildung 8/14: Einflussfaktoren auf die Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung (Zusammenfassung)



Die Darstellung ist eine vereinfachte Zusammenfassung der standardisierten Regressionskoeffizienten (vgl. dazu Tab. 8/6). Die Pfeile markieren signifikante Einflüsse. Dicker Pfeil: β -Regressionskoeffizient $\geq .15$; dünner Pfeil: β -Regressionskoeffizient $< .15$.

8.3.2.5 Einfluss der Fernsehnutzung auf das selbst eingeschätzte Ernährungsverhalten

In der Ernährungsaufklärung ist auf Grund der jahrzehntelangen Erfahrungen bekannt, wie schwierig Verhaltensänderungen hin zu einer ausgewogenen Ernährung in der Bevölkerung zu erreichen sind. Es ist nach wie vor nicht befriedigend geklärt, welche Faktoren das Ernährungsverhalten der Verbraucher in welcher Intensität bestimmen. Die Interviewpartner wurden gefragt, wie sie ihr Ernährungsverhalten selbst einschätzen. Als Leitlinie für die Messung des „Ernährungsverhaltens“ dienten die 10 Regeln für eine vollwertige Ernährung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE). Die Befragten wurden für die entsprechende Index-Berechnung um Auskunft gebeten, wie häufig sie am Tag oder in der Woche Obst, Gemüse, Milchprodukte, Fleisch und Süßigkeiten zu sich nehmen. Zusätzlich sollten sie das Ausmaß ihres Zeitaufwandes für ihre tägliche

Ernährung³⁹ und für körperliche Bewegung abschätzen, außerdem wurde ihr Body Mass Index (BMI) erhoben.⁴⁰

In der Regressionsrechnung wurde die Index-Variable „gesunderhaltendes Ernährungsverhalten“ als abhängige Variable eingesetzt. In Tabelle 8/7 zeigt sich, wie weit die Erklärungskraft des Auswertungsmodells für die Vorhersage des selbst eingeschätzten Ernährungsverhaltens reicht.

Die Resultate sind ernüchternd, da die abhängige Variable durch die spezifizierten Faktoren insgesamt nur wenig erklärt werden kann: Bei der ausschließlichen Berücksichtigung soziodemografischer Faktoren in Schritt 1 erweisen sich das weibliche Geschlecht (negativer β -Koeffizient) und steigendes Alter (positiver β -Koeffizient) als signifikante Prädiktoren für ein gesunderhaltendes Ernährungsverhalten. Diese – ohnehin mit 4 % erklärter Varianz nur sehr begrenzt sichtbaren – Einflüsse verschwinden im 2. Schritt, in dem sich die Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung und der selbst eingeschätzte Gesundheitszustand als relevant erweisen. Vor allem erstere erklärt das tatsächliche Ernährungsverhalten zu fast 10 %: Je positiver also die Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung und je günstiger die individuelle Gesundheit eingeschätzt werden, desto vorbildlicher ist das tatsächlich geäußerte Ernährungsverhalten. Diese 2 wichtigen Faktoren werden im 3. Schritt durch eine relevante Variable der Fernsehnutzung ergänzt: Die Nutzungshäufigkeit der Privatsender wirkt sich – wenn auch nur moderat – tendenziell negativ auf das Ernährungsverhalten aus.

³⁹ Dazu wurden sie nach ihrer Zustimmung zu folgendem Item auf einer 5-stufigen Skala gebeten: „Ich versuche, mir fürs Essen Zeit zu nehmen.“

⁴⁰ An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Fragen nach Verzehrshäufigkeiten den Befragten ein großes Abstrahierungsvermögen ihres im hohen Maße alltagsgesteuerten Ernährungsverhaltens abverlangen und die Antworten nur begrenzt das tatsächliche Ernährungsverhalten der Befragten wiedergeben können. Es ermöglicht jedoch immerhin Tendenzaussagen über eine „gesunde“ oder „weniger gesunde“ Ernährungsweise auf Grund der Selbsteinschätzung der Befragten. Die Gültigkeit der Ergebnisse lässt sich aus den Daten anderer Verhaltensstudien im Ernährungsbereich größtenteils stützen: Der Verzehr an Gemüse und Milchprodukten entspricht den Vergleichsstudien; der Konsum an Süßigkeiten und Fleisch ist in der vorliegenden Studie über-, während der Obstverzehr leicht unterrepräsentiert ist (20, 26). Der durchschnittliche BMI entspricht in den unterschiedlichen Alters- und Geschlechtergruppen nahezu der Verteilung in der Bevölkerung Deutschlands (19).

Tabelle 8/7: Einflussfaktoren auf das gesunderhaltende Ernährungsverhalten

Unabhängige Variablen	Abhängige Variable "Ernährungsverhalten"		
	Schritt 1	Schritt 2	Schritt 3
Kontrollvariablen			
Soziodemografie			
Geschlecht	-.11**	-.02	-.02
Alter	.10*	.00	.02
Bildungsstand	.01	-.02	-.04
Ausmaß Berufstätigkeit	-.04	-.05	-.05
Beruf mit Ernährungsbezug	.05	.03	.02
Haushalts-Einkommen	-.01	-.01	-.02
Wohnort alte/neue Bundesländer	.04	.05	.05
Single-Haushalt	-.02	.00	.01
Kinder im Haushalt	-.02	-.05	-.04
Sozialisation			
Elternhaus		.01	.02
Partner/ Freunde		.02	.03
Themen-Involvement		.06	.05
Gesundheitszustand		.10**	.11**
Ernährungsbezogene Variablen			
Rezeption ernährungsrelevanter Sendungen		.01	.04
Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung		.28***	.26***
ΔR^2		.10	
Fernsehnutzung			
Tägliche TV-Dauer			-.07
Nutzungshäufigkeit öff.-rechtl. Sender			-.04
Nutzungshäufigkeit Privatsender			-.08*
Nutzungshäufigkeit Nachrichten			-.01
Nutzungshäufigkeit Magazine/Ratgeber			.03
Nutzungshäufigkeit Spielfilme			.00
Nutzungshäufigkeit Serien			.01
ΔR^2			.01
R²	.04	.14	.15
Korr. R²	.03	.12	.12

Eintragungen sind standardisierte β -Regressionskoeffizienten, Basis: 682 BefragteHierarchische lineare Regression, fett markiert: signifikanter Zusammenhang, *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$

Es zeigt sich einmal mehr, dass sich das tatsächliche Ernährungsverhalten einer Person nur sehr begrenzt durch andere Faktoren vorhersagen lässt.⁴¹ Für den negativen Einfluss der Nutzungshäufigkeit von privaten Fernsehprogrammen ergeben sich keine direkten Erklärungen aus der Inhaltsanalyse – das „Fernsehenü“ der Privatsender unterscheidet sich nicht stark von dem Ist-Ernährungskreis der öffentlich-rechtlichen Sender. Zwei Faktoren könnten sich vielmehr als entscheidend erweisen: Zum einen ist der Anteil fiktionaler Unterhaltungsangebote mit einem hohen Anteil von beiläufig, also nur als Aspekt vermittelten Ernährungsbotschaften, bei den Privaten größer als bei den öffentlich-rechtlichen Sendern. Zum anderen ist bei den Privaten der Anteil der Werbung am Gesamtprogramm deutlich höher als bei öffentlich-rechtlichen Programmen, da sie sich ausschließlich über Werbeeinnahmen finanzieren. Da Lebensmittel unter den am häufigsten in der Werbung beworbenen Produkten rangieren und hier vor allem solche Lebensmittel präsentiert werden, die im Rahmen einer gesunderhaltenden Ernährung nicht empfohlen werden (s. 8.3.1.2), lässt sich der negative Zusammenhang zwischen der Nutzungshäufigkeit der privaten Fernseh-Anbieter und dem Ernährungsverhalten möglicherweise auch auf den hohen Anteil der Werbung am Gesamtprogramm zurückführen. Damit läge ein erstes, allerdings überaus vorsichtig zu interpretierendes Indiz für einen negativen Effekt der Lebensmittelwerbung im Fernsehen vor, das durch weitere Studien erhärtet werden müsste. Schließlich zeigt sich hier ein Zusammenhang der Fernsehnutzung mit der Beobachtung, dass das Ernährungsverhalten von Bevölkerungsgruppen mit niedriger formaler Bildung und geringerem Haushaltseinkommen tendenziell als ungünstiger gilt – und diese Gruppen präferieren gleichzeitig eher die privaten Fernsehprogramme.⁴²

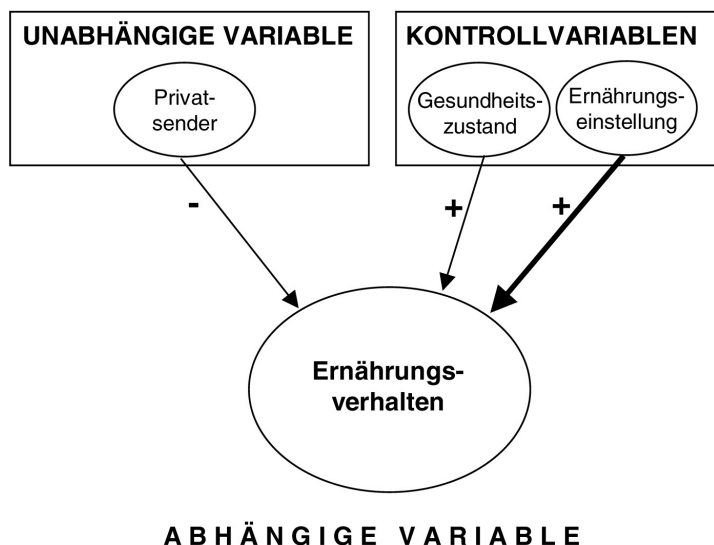
Die geringe Vorhersagekraft des zugrunde liegenden Modells (Abb. 8/15) deutet insgesamt an, dass das Verhalten durch eine Reihe anderer, hier nicht erfasster Faktoren geprägt wird. Möglicherweise kommt der Zugehörigkeit zu einem bestimmten sozialen oder Lebensstil-Milieu, die auch die Fernsehnutzung prägt, eine große Bedeutung bei der Erklärung des Ernährungsverhaltens zu: So stellt die MedienNutzerTypologie der ARD/ZDF Programmforschung fest, dass bestimmte Mediennutzungstypen ein überdurchschnittliches Interesse an dem Thema „gesunde Ernährung“ aufweisen. Gleichzeitig präferieren diese Nutzertypen überwiegend die öffentlich-rechtlichen Sender (27, 28).⁴³ Möglicherweise schlägt sich dieses Interesse am Thema in den betreffenden Gruppen positiv auf ihr tatsächliches selbst eingeschätztes Ernährungsverhalten nieder und erklärt, warum eine häufige Nutzung der Privaten negativ mit dem Ernährungsverhalten korreliert.

⁴¹ Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass bei Berechnungen mit Bevölkerungsdurchschnitten, wie sie hier vorliegen, sichtbare Einflüsse eher unwahrscheinlich sind, da sich Unterschiede zwischen verschiedenen Bevölkerungsgruppen oft ausgleichen. Für vertiefende Analysen sind gruppenspezifische Auswertungen notwendig (33).

⁴² Eine solche Vermutung wird durch die vorliegenden Daten unterstützt, die einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Nutzungshäufigkeit privater Sender und der formalen Bildung bzw. dem Haushaltseinkommen ausweisen.

⁴³ Es handelt sich dabei um die MedienNutzerTypen „Aufgeschlossene“, „Häusliche“ und „Klassisch Kulturorientierte“. Die „Erlebnisorientierten“ mit einem ebenfalls überdurchschnittlichen Interesse an gesunderhaltender Ernährung bevorzugen Privatsender wie RTL oder PRO7.

Abbildung 8/15: Einflussfaktoren auf das Ernährungsverhalten (Zusammenfassung)



Die Darstellung ist eine vereinfachte Zusammenfassung der standardisierten Regressionskoeffizienten (vgl. dazu Tab. 8/7). Die Pfeile markieren signifikante Einflüsse. Dicker Pfeil: β -Regressionskoeffizient $\geq .15$; dünner Pfeil: β -Regressionskoeffizient $< .15$.

Trotz der eingeschränkten Erklärungskraft zeigt sich insgesamt deutlich, wie eng die Ernährungseinstellung mit dem konkreten Verhalten verbunden ist. Da sich die Fernsehnutzung zur Vorhersage der Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung als relevante Variable herausgestellt hat, bietet sich hier ein weiterer, vorsichtiger Anknüpfungspunkt zur positiven Beeinflussung des Ernährungsverhaltens an, der bisher noch nicht ansatzweise ausgeschöpft wurde. Dieses Resultat sollte die Institutionen der Ernährungsaufklärung ermutigen, sich stärker mit dem Fernsehen als potenziellem Aufklärungsmedium zu beschäftigen.

8.3.2.6 Die Rolle des Fernsehens bei der Wahrnehmung von Lebensmittelrisiken

Den Ergebnissen der Inhaltsanalyse zufolge werden in einem nicht unwesentlichen Teil der Berichterstattung zu ernährungsrelevanten Themen auch Lebensmittelrisiken angesprochen (s. 8.3.1.7). Nachdem sich in der Befragung gezeigt hat, dass die Dauer und Art der Fernsehnutzung eine relevante Variable bei der Erklärung allgemeiner ernährungsbezogener Wahrnehmungen sowie (im geringeren Maße) Einstellungen und Verhaltensweisen ist, liegt die Vermutung nahe, dass die Fernsehnutzung auch speziell die Wahrnehmung von Lebensmittelrisiken in Deutschland beeinflussen könnte. Wie empfinden Verbraucher die Berichterstattung des „Leitmediums“ Fernsehen über Lebensmittelrisiken? Fühlen sie sich ausreichend informiert? Halten sie die Berichterstattung im Fernsehen eher für über- oder untertrieben?

Immerhin über ein Viertel der befragten Verbraucher in Deutschland (28,8 %) ist davon überzeugt, dass die **Lebensmittelqualität** in Deutschland in den letzten 10 Jahren gesunken ist (Tab. 8/8). Ihnen steht eine Mehrheit von knapp 42 % gegenüber, die eine positive Entwicklung der Lebensmittelqualität annimmt. Die Einschätzung ist unabhängig vom Geschlecht und Alter der Befragten. Interessante Unterschiede ergeben sich jedoch, wenn man den Zusammenhang mit der Fernsehnutzung betrachtet: Der Bevölkerungsteil mit einer kritischen Einschätzung der Lebensmittelqualität schaut weniger fern als die Mehrheit, die eine gleich bleibende Qualität oder sogar eine Verbesserung der Lebensmittelqualität konstatiert.

Entscheidend ist jedoch nicht nur die Nutzungsdauer: Wer die Lebensmittelqualität in Deutschland heute im Vergleich zu früher für besser hält, schaltet signifikant häufiger ARD und ZDF ein (7,3-mal pro Woche, Tab. 8/8) als der Bevölkerungsteil mit einer kritischen Einschätzung (5,9-mal pro Woche). Dieser Befund wird durch die Ergebnisse der Inhaltsanalyse gestützt: Im öffentlich-rechtlichen Fernsehen wurden häufiger positive Aussagen zur Entwicklung der Lebensmittelqualität beobachtet als bei den Privatsendern (s. 8.3.1.7).

Tabelle 8/8: Einfluss des Fernsehkonsums auf die Einschätzung der Lebensmittelqualität in Deutschland

Ist die Lebensmittelqualität in Deutschland in den letzten 10 Jahren...	Antworten in Prozent	Fernsehnutzungsdauer in Minuten	Nutzungshäufigkeit öff.-rechtl. Sender pro Woche
... schlechter geworden?	28,8	111,6	5,9
... gleich geblieben?	25,6	130,5	6,5
... besser geworden?	41,8	121,2	7,3
p		<.05	<.001

Basis: 1 019 Befragte, auf 100 % fehlende Werte: Antwort „Weiß nicht/keine Angabe“ (3,8 %)

Beurteilen die „Vielseher“ des öffentlich-rechtlichen Fernsehens auch den Informationsgehalt der Berichterstattung über Lebensmittelrisiken anders als die Nutzer der Privatsender?

Durch das Fernsehen ausreichend informiert fühlt sich nicht einmal die Hälfte der Befragten (41,8 %, Tab. 8/9). Das Durchschnittsalter dieser Gruppe liegt höher als das Alter derjenigen, die sich für nicht ausreichend informiert halten (43,8 versus 40,4 Jahre). Und tatsächlich hängt die Zufriedenheit mit der Fernsehberichterstattung über Lebensmittelrisiken eng mit der Fernsehnutzung selbst zusammen. Wer sich als ausreichend informiert einschätzt, schaut deutlich mehr fern (ca. 141 Minuten täglich) als derjenige, der die Berichterstattung für nicht ausreichend hält (119 Minuten). Die Nutzung öffentlich-rechtlicher Sender spielt hier offenbar wieder eine Schlüsselrolle, denn der Teil der Bevölkerung, der mit der Fernsehberichterstattung über Lebensmittelrisiken zufrieden ist, schaltet signifikant häufiger ARD und ZDF ein (7,3-mal pro Woche) als der Bevölkerungsteil, der ein Defizit bei der Fernsehberichterstattung sieht (6,2-mal).

Tabelle 8/9: Einschätzung der Fernseh-Berichterstattung über Lebensmittellrisiken

Fühlen Sie sich durch das Fernsehen ausreichend über Risiken bei Lebensmitteln informiert?	Antworten in Prozent	Durchschnittsalter in Jahren	Fernsehnutzungsdauer in Minuten	Nutzungshäufigkeit öff.-rechtl. Sender pro Woche
Ja	41,8	43,8	141,5	7,3
Nein	47,1	40,4	119,3	6,2
p		<.001	<.001	<.01

Basis: 942 Befragte, auf 100 % fehlende Werte: Antwort „Weiß nicht / keine Angabe“ (4,8 %), keine Fernsehnutzung (6,3 %)

Ein weiterer Aspekt, der bezüglich der Wahrnehmung der Fernsehberichterstattung seitens der Fernsehzuschauer von Interesse ist, betrifft die journalistische Aufbereitung des Themas Lebensmittellrisiken. Berichten die Fernsehsender zumeist angemessen über Risiken, oder stellen sie Gefahren eher übertrieben dar? Spielen sie Risiken vielleicht sogar herunter? Letzteres wird ihnen nur von knapp einem Fünftel der erwachsenen Bevölkerung in Deutschland unterstellt, doppelt so viele Fernsehzuschauer halten die Darstellung von Lebensmittelgefahren dagegen eher für übertrieben. Es zeigt sich ein unerwarteter Trend, denn die Bevölkerungsgruppe (26,5 %), welche die Art der Fernsehberichterstattung insgesamt für angemessen hält, unterscheidet sich in mehreren Punkten von den anderen beiden Gruppen. Diese Befragten sind älter als die anderen (44,3 Jahre versus 39,9 bzw. 41,9 Jahre, vgl. Tab. 8/10), und sie schalten signifikant häufiger öffentlich-rechtliche Sender ein als die Vergleichsgruppen (7,6-mal versus je 6,3-mal pro Woche). Damit sind vor allem die älteren Zuschauer mit einer Präferenz für ARD und ZDF zufrieden mit der Art der Fernseh-Berichterstattung.

Tabelle 8/10: Beurteilung der Art der Fernseh-Berichterstattung über Lebensmittellrisiken

Werden Lebensmittellrisiken im Fernsehen ... dargestellt?	Antworten in Prozent	Durchschnittsalter in Jahren	Fernsehnutzungsdauer in Minuten	Nutzungshäufigkeit öff.-rechtl. Sender pro Woche
... untertrieben	19,9	39,9	119,5	6,3
... angemessen	26,5	44,3	133,5	7,6
... übertrieben	39,8	41,9	133,4	6,3
p		<.01	n.s.	<.01

Basis: 914 Befragte, auf 100 % fehlende Werte: Antwort „Weiß nicht/ keine Angabe“ (7,5 %), keine Fernsehnutzung (6,3 %)

Insgesamt zeigen sich die deutschen Verbraucher gespalten, was die Wahrnehmung der Lebensmittelqualität in Deutschland und die Berichterstattung darüber im Fernsehen betrifft. Die Bewertungen lassen zwar keine eindeutigen Trends erkennen, doch offenbar spielt das Fernsehen bei der Wahrnehmung von Lebensmittelsicherheitsrisiken eine relevante Rolle. Den öffentlich-rechtlichen Sendern kommt dabei anscheinend eine Schlüsselposition zu: Die regelmäßigen Nutzer von ARD und ZDF schätzen – vereinfacht betrachtet – die Qualität von Lebensmitteln als steigend ein, fühlen sich im Fernsehen ausreichend über Lebensmittelsicherheitsrisiken informiert und bewerten diese Darstellungen auch als angemessen. Diese positive Funktion der Öffentlich-Rechtlichen lässt sich durch die Befunde der Inhaltsanalyse nur teilweise stützen, denn sie halten sich ähnlich wie die Privatsender mit negativen Bewertungen der Lebensmittelsicherheit nicht zurück (s. 8.3.1.7). Offenbar prägen aus Sicht der Zuschauer der höhere Anteil an Ratgebern und der deutlich häufigere Einsatz des Serviceframes – gepaart mit der den öffentlich-rechtlichen Sendern im Allgemeinen zugeschriebenen höheren Glaubwürdigkeit (29) – ein Bild der Berichterstattung, auf Grund dessen sich die Fernsehzuschauer besser informiert fühlen.

8.3.2.7 Zusammenfassung: Wahrnehmung von Ernährung im Fernsehen

Wie „verdauen“ die Verbraucher in Deutschland nun ihre tägliche „Fernseh-Mahlzeit“, lassen sich Kultivierungseffekte bestätigen? In der Gesamtbetrachtung erweist sich die Fernsehnutzung als Einflussfaktor, der bislang zu Unrecht vernachlässigt worden ist. Es sind fernsehbezogene Variablen wie die tägliche Fernsehdauer, die Nutzungsfrequenz öffentlich-rechtlicher sowie privater Sender und die Nutzung bestimmter Fernsehgattungen, die mit bestimmen, ob Ernährungssendungen wahrgenommen werden oder nicht. Da die Zahl entsprechender Programmangebote z.Zt. noch sehr begrenzt ist und sie bisher zu wenig als Medium für die Vermittlung von Aufklärungsbotschaften oder für Hinweise zur Vertiefung von ernährungsrelevanten Informationen genutzt werden, liegt hier ein großes Potenzial für die Ernährungsaufklärung brach, denn diese Sendungen werden vor allem von jüngeren Menschen, unabhängig vom Geschlecht und quer durch alle sozialen Schichten gesehen – auch von Zuschauern, die sich eigentlich nicht für Ernährungsthemen interessieren.

Zu einer positiven Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung trägt das deutsche Fernsehen wenig bei – es zeigt sich sogar als negativer Einflussfaktor, betrachtet man die tägliche Fernsehdauer und die Nutzungshäufigkeit der Gattung Serie. Soziodemografische Faktoren wie das Geschlecht und das Alter sowie das dem Thema Ernährung prinzipiell entgegen gebrachte Involvement erweisen sich als stärkere Prädiktoren. Angesichts des negativen Zeugnisses, das dem Fernsehmenü auf Grund der Inhaltsanalyse-Ergebnisse (Abb. 8/5) ausgestellt wird, deuten sich hier entsprechend des zugrunde liegenden theoretischen Ansatzes Kultivierungseffekte an (s. 8.2.1.1). Im „Dickicht“ der vielen und in den unterschiedlichsten Programmangeboten präsenten, einer gesunderhaltenden Ernährung eher abträglichen Ernährungsbotschaften könnte es zudem auch die **Nicht-Thematisierung** einer gesunderhaltenden Ernährungsweise sein, die dazu führt, dass mit steigendem Fernsehkonsum einer ausgewogenen Ernährung eine geringere Bedeutung zugemessen wird. Serien, in denen meist nur nebenbei, also am Rande der eigentlichen Handlung, gegessen oder getrunken wird, unterstreichen den Eindruck einer relativen Bedeutungslosigkeit des Themas Ernährung.

Im Zusammenhang mit dem selbst eingeschätzten Ernährungsverhalten präsentiert sich nur die Nutzungshäufigkeit von Privatsendern als (negativer) Einflussfaktor. Es ist jedoch

auf Basis der vorliegenden Daten kaum möglich, diesen Befund befriedigend zu deuten – hier besteht zusätzlicher Forschungsbedarf.

Mit der abschließenden, auf das Thema „Lebensmittelrisiken“ fokussierten Auswertung wird die Bedeutung der Fernsehnutzung noch einmal anhand eines für die Ernährungsaufklärung besonders zentralen und für die Verbraucher besonders sensiblen Aspekts demonstriert. Zwei Kultivierungseffekte zeichnen sich ab: Mit höherer täglicher Fernsehdauer schätzen die Befragten die Lebensmittelqualität in Deutschland im Vergleich zu vor 10 Jahren positiver ein und fühlen sich durch das Fernsehen über Lebensmittelrisiken besser informiert. Dabei ist vor allem ein bestimmter Nutzungstyp mit der Informationsleistung des Fernsehens über Lebensmittelrisiken zufrieden: die Anhänger der öffentlich-rechtlichen Programme ARD und ZDF. Sie bewerten die journalistische Aufbereitung der Ernährungsthemen am ehesten als angemessen und nehmen die Lebensmittelqualität in Deutschland eher so wahr, wie sie sich tatsächlich entwickelt; also zunehmend besser (30).

Die Befunde lassen darauf schließen, dass in dem „weiten Feld“ Ernährung vielfältige und teils weit reichende Eindrücke durch das Fernsehen vermittelt werden, die vor allem die Wahrnehmungen, aber auch ansatzweise ernährungsbezogene Einstellungen und Verhaltensweisen beeinflussen können. Es wäre lohnenswert, die z.Zt. noch diffusen Ernährungsbotschaften mit gezielten Informationen anzureichern.

8.3.3 Experiment: Wirkungspotenzial von Ernährungsinformationen im Fernsehen

Den 3. Teil der Mehrmethodenstudie repräsentierte eine Experimentalstudie, deren Ergebnisse im Folgenden vorgestellt werden. Einführend wird auf die Logik des Experiments eingegangen und die Stichprobe beschrieben, bevor das Stimulusmaterial (Ernährungsbeiträge mit Service-, Risiko- und Lifestyleframe) auf seine Eignung geprüft und abschließend Ergebnisse zu den oben entwickelten Forschungsfragen (s. 8.2.2.3) dargestellt werden.

Das Ziel des Experiments ist es, die **Wirkungen** mit Frames versehener, speziell gestalteter Ernährungsbeiträge auf die Ernährungseinstellungen der Zuschauer zu analysieren. Dazu werden drei Ernährungsframes verwendet, bei denen man eine Wirkung vermuten kann: **der Risiko-, der Service- und der Lifestyleframe** (zur Definition s. 8.2.1.2). Jeweils einer dieser Frames bestimmt den Grundtenor eines professionell produzierten Beitrags zum Thema Ernährung, der in eine fiktive Magazinsendung eingebettet wird.⁴⁴ Vor und nach dem jeweiligen Ernährungsbeitrag wurden zwei weitere Beiträge zum Thema Literatur und Reisen sowie ein Werbeblock montiert.

⁴⁴ Alle Beiträge behandeln das Basilikumkraut als Thema. Neben allgemeinen Informationen zu dem Kraut, die in allen Beiträgen vermittelt werden, beinhaltet jeder Beitrag einen eigenen thematischen Schwerpunkt, der an jeweils einen der drei ausgewählten Frames sowie den „neutralen“ Frame angelehnt ist:

Risikoframe: Es wird von einem Skandal um ein belgisches Düngemittel für Basilikumpflanzen berichtet, das auf Grund seiner lebensgefährlich hohen Schadstoffkonzentration in Belgien mehrere Personen das Leben gekostet hat.

Serviceframe: In diesem Frame wird berichtet, was man über den Eigenanbau von Basilikum wissen muss.

Lifestyleframe: Hier wird die Bedeutung von Basilikum in der Kosmetik und der Dermatologie thematisiert.

Neutraler Frame: Er geht auf die Herkunft des Wortes „Basilikum“ und die um das Kraut rankenden Mythen ein.

Wir bedanken uns an dieser Stelle bei der Redaktion des Mitteldeutschen Rundfunks, Landesfunkhaus Thüringen, für ihre Mithilfe bei der Produktion des Stimulusmaterials.

Die Ernährungseinstellung der Magazinzuschauer wurde anhand mehrerer Fragebögen gemessen. Um die in den Forschungsannahmen postulierten Vermutungen zu testen, wurden die Probanden zu ihrer risiko-, service- und lifestyleorientierten Ernährungseinstellung befragt.⁴⁵ Theoretische Grundlage zur Abfrage von Ernährungseinstellungen ist das Dreikomponenten-Modell (s. 8.3.2.4); die Einstellung wurde somit auf der affektiven, kognitiven und konativen Ebene erhoben. Um den Einfluss anderer teilnehmerseitiger Merkmale zu kontrollieren, wurden ferner das Themen- und Prozess-Involvement, die Ernährungssozialisation, die Mediennutzung, die Einstellung zum Beitrag, die Stimmung während des Experiments, der subjektiv empfundene Gesundheitszustand, die Beschäftigung mit Ernährung und die Soziodemografie der Teilnehmer abgefragt.⁴⁶

Die Experimentalgruppen sowie eine Kontrollgruppe II wurden bereits eine Woche vor dem Experiment telefonisch zu ihrer Ernährungseinstellung vorbefragt (Abb. 8/16). Während des eigentlichen Experiments sahen sie ein Magazin, das u.a. jeweils einen der hier relevanten Ernährungsbeiträge mit Risiko-, Service- oder Lifestyleframe enthielt. Danach füllten die Probanden den Fragebogen aus, der abermals die Ernährungseinstellung und weitere Merkmale abfragte. Eine Woche später wurden die Probanden wieder telefonisch zu ihrer Ernährungseinstellung befragt. Somit liegen individuelle Panel-Daten zur Ernährungseinstellung vor, gemessen an 3 Zeitpunkten und verteilt über 2 Wochen.

Um mögliche Effekte der Vorbefragung auf die Experimentalgruppen zu testen, wurde jeweils eine Gruppe (Kontrollgruppe I) nicht telefonisch vorbefragt. Zur Überprüfung der Stimuluseffekte sah die telefonisch vorbefragte Kontrollgruppe II statt des risiko-, service- oder lifestylegeframten Beitrags einen überwiegend neutralen Ernährungsbeitrag (Abb. 8/16).

⁴⁵ Auf einer fünfstufigen Skala (1: trifft voll zu – 5: trifft gar nicht zu) wurden folgende Items abgefragt:

Risiko: Je mehr Informationen ich über belastete Lebensmittel bekomme, um so unsicherer fühle ich mich/ Ich habe Angst, dass ich durch die industriell hergestellten Lebensmittel geschädigt werde/ Vermutlich nehme ich belastete Lebensmittel zu mir, ohne es zu wissen/ Ich denke häufiger darüber nach, dass ich über die Nahrung Schadstoffe in meinen Körper aufnehme/ Ich meide Lebensmittel, die als belastet gelten/ Sobald ein Lebensmittelskandal bekannt wird, ändere ich mein Essverhalten

Service: Es nervt mich, dass die Medien einem ständig Ernährungsratschläge geben/ Es gibt mir ein gutes Gefühl, wenn ich mir Tipps zu Lebensmitteln und Ernährung holen kann/ Ernährungstipps interessieren mich überhaupt nicht/ Ernährungsempfehlungen in den Medien finde ich sehr hilfreich/ Ich hole mir in den Medien häufig Rat in Ernährungsfragen/ Ich werde künftig die Serviceangebote der Medien zu Ernährungsthemen mehr nutzen

Lifestyle: Es macht mir Spaß, neue Ernährungstrends auszuprobieren/ Es nervt mich, dass ständig neue Ernährungstrends propagiert werden/ Für mich hat Ernährung etwas mit Lifestyle zu tun/ Es ist mir unverständlich, dass andere ständig neuen Lebensmitteltrends hinterherlaufen/ Ich probiere immer mal wieder Ernährungstrends aus/ Ich habe vor, verstärkt neue Ernährungstrends auszuprobieren

⁴⁶ **Themen-Involvement:** Interesse und Wichtigkeit Ernährung/ ernährungsspezifisches Vorwissen/ Vorwissen durch Beruf/ Interesse am Beitrag

Prozess-Involvement: experimentelle Erfahrung/ Aufmerksamkeit

Sozialisation: Verwendung frischer Lebensmittel im Elternhaus/ Häufigkeit des Gesprächsthemas Ernährung mit Partner, Freunden und Bekannten

Mediennutzung: Fernseh Häufigkeit/ Dauer der Fernsehnutzung Montag bis Freitag/ Dauer der Fernsehnutzung Wochenende/ Wahrnehmung ernährungsbezogene Magazine/ Nutzungshäufigkeit von Magazinen allgemein/ Magazinnutzung Risiko/ Lifestyle und Service/ Bedeutung Risiko/ Lifestyle und Service in Magazinen/ Präferenz Magazine mit Risiko/ Lifestyle und Service

Einstellung zum Beitrag: Bewertung des Beitrags anhand eines semantischen Differentials (u.a. Glaubwürdigkeit)

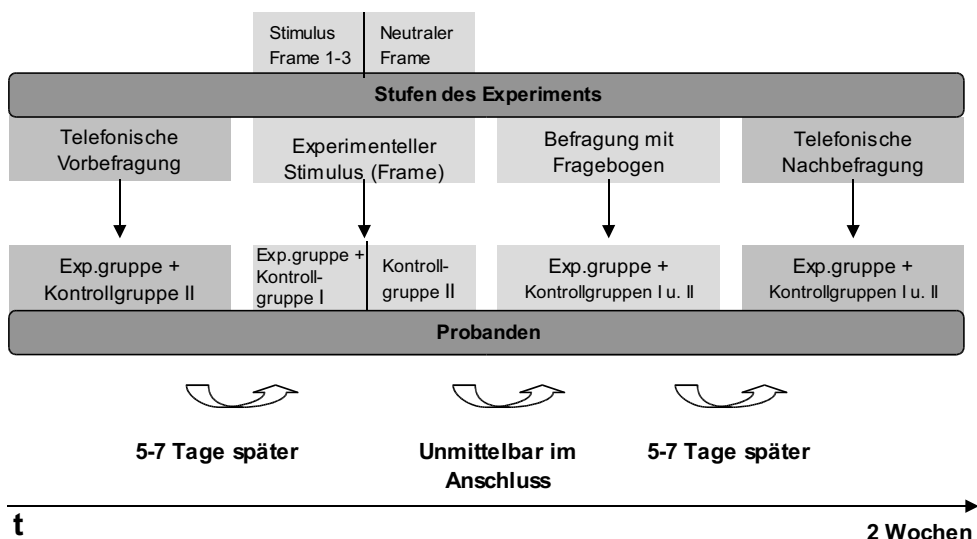
Stimmung während des Experiments: Messung erfolgte anhand der sog. „Kunin-Skala“ in 5 Stufen, einem kurzen Fragebogen, der direkt nach der Rezeption des Stimulus auszufüllen war (31)

Subjektiv empfundener Gesundheitszustand: Einhaltung bestimmter Ernährungsformen/ Einfluss von gesundheitlichen Beschwerden auf Ernährung

Beschäftigung mit Ernährung: Häufigkeit Essenszubereitung und Lebensmitteleinkauf

Soziodemografie: Alter/ Geschlecht/ Haushaltsgröße/ Anzahl Kinder/ Ortsgröße/ Bildungsgrad/ zeitlicher Aufwand der Berufstätigkeit/ Einkommen

Abbildung 8/16: Ablauf der Experimentalstudie⁴⁷



8.3.3.1 Beschreibung der Stichprobe

Die Experimentalteilnehmer wurden anhand eines Quotenplans rekrutiert (s. 8.2.2.3). Die gesamte, durch einen Quotenplan gebildete, heterogene Gruppe wurde jeweils einer Experimentalbedingung zugeteilt. Insgesamt haben 203 Probanden an den Experimenten in Erfurt und Karlsruhe teilgenommen (Erfurt: 146 Teilnehmer, Karlsruhe: 57 Teilnehmer).

49 % der Teilnehmer sind Frauen, 51 % Männer (Tab. 8/11). Das Alter der Probanden liegt im Mittel bei 39 Jahren.⁴⁸ Jede Alterstufe von 16 bis 75 Jahren ist mit wenigen Ausnahmen mindestens einmal vertreten, und die Rekrutierung nach Quotenplan zur Parallelisierung der Experimentalgruppen zeigt eine ausgewogene Verteilung. Die Stichprobe ist jedoch hinsichtlich des Bildungsgrades etwas verzerrt – die meisten Befragten sind eher besser gebildet. Die Hälfte der Befragten hat mindestens das Abitur, über ein Drittel besitzt einen mittleren Bildungsabschluss (also Realschule bzw. Polytechnische Oberschule mit Abschluss), und nur gut ein Zehntel der Teilnehmer sind einem niedrigeren Bildungsniveau zuzuordnen.⁴⁹

⁴⁷ Die Probanden verteilen sich wie folgt auf die einzelnen Gruppen:

Risikoframe Experimentalgruppe (mit Vorbefragung): $n = 36$, Kontrollgruppe I (ohne Vorbefragung) = 14;
 Serviceframe Experimentalgruppe (mit Vorbefragung): $n = 41$, Kontrollgruppe I (ohne Vorbefragung) = 21;
 Lifestyleframe Experimentalgruppe (mit Vorbefragung): $n = 37$, Kontrollgruppe I (ohne Vorbefragung) = 12;
 neutraler Frame Kontrollgruppe II (mit Vorbefragung): $n = 23$, Kontrollgruppe II (ohne Vorbefragung) = 19.

⁴⁸ $SD = 16,21$ Jahre

⁴⁹ Diese Verteilung erklärt sich mit der Schwierigkeit, Probanden aus den niedrigen Bildungsschichten für Experimentalstudien zu gewinnen.

Tabelle 8/11: Verteilung der Stichprobe nach Quotenplan (n = 187)

Alter (in Jahren)	16 bis 29		30 bis 49		50 bis 75		Gesamt
Geschlecht	m	w	m	w	m	w	
Bildung niedrig	2	3	6	3	5	6	25
Bildung mittel	12	7	17	17	3	13	69
Bildung hoch	29	24	5	10	16	9	93
Gesamt	43	34	28	30	24	28	187

* Die an der Gesamtzahl von 203 Probanden fehlenden 16 Personen konnten dem Quotenplan nicht eindeutig zugeordnet werden, weil sie eine der erforderlichen Angaben (Alter, Geschlecht, Bildung) verweigerten.

Ihren eigenen Angaben zufolge sehen unter der Woche mehr als die Hälfte der Befragten täglich fern. Die selbst eingeschätzte Dauer der Fernsehnutzung beträgt im Mittel 128 Minuten, gegenüber 163 Minuten am Wochenende. Von den 5 vorgegebenen ernährungsbezogenen Sendungen wird die Sendung ‚Kochduell‘ am häufigsten geschaut, gefolgt von ‚ARD Buffet‘, ‚Natur Trend‘, ‚Alfredissimo‘ und ‚Volle Kanne – Service täglich‘. Diese Sendungen werden von dem durchschnittlichen Nutzer etwa zweimal im Monat gesehen, über die Hälfte der Probanden nutzen allerdings überhaupt keine der angegebenen ernährungsbezogenen Sendungen.

Das Thema Ernährung besitzt für die Mehrheit der Teilnehmer durchaus persönliche Relevanz; das Wissen hierzu fällt hingegen eher schlecht aus. Die Probanden waren gegenüber allen Magazinbeiträgen aufmerksam: Auf die Erinnerungsfrage zum Ernährungsbeitrag antworteten mehr als die Hälfte der Befragten richtig. Außerdem versetzte der Ernährungsbeitrag die Probanden in eine positive Stimmung, was eine ideale Rahmenbedingung für die experimentelle Situation darstellt.⁵⁰

8.3.3.2 Voraussetzungen für die experimentelle Untersuchung

Eine wichtige Voraussetzung des Experiments ist die Prüfung des Stimulusmaterials. Dazu wurde getestet, ob die geframten Beiträge in der beabsichtigten Weise wahrgenommen wurden. Den entsprechenden Anfragen zufolge wurde das Stimulusmaterial in allen Gruppen als glaubwürdig empfunden und der (jeweils modifizierte Ernährungsbeitrag) über alle Manipulationen hinweg recht positiv beurteilt. Diese Ergebnisse sind vor allem deshalb wichtig, weil das Stimulusmaterial zwar nach professionellen Standards, aber in Eigenregie produziert wurde.

Der service- und der lifestylegeframte Beitrag wurden von den Teilnehmern nicht trennscharf unterschieden; das heißt, dass der Servicebeitrag ebenfalls lifestylebetont und der Lifestylebeitrag auch servicebetont charakterisiert wurde. Eine mögliche Erklärung hierfür

⁵⁰ Zur Messung der Stimmung s. Fußnote 46

kann in der Erhebungsmethode liegen, da die Bewertung der Frames jeweils nur über eine Frage erfolgte, womit nur ein geringer Teil des Bewertungsspektrums abgedeckt wird. Zum anderen ist eine inhaltlich saubere Trennung zwischen Service- und Lifestyleframes kaum zu leisten; sieht man z.B. einen lifestylegeframten Beitrag in einem Boulevardmagazin, so werden sich auch hier immer gewisse Serviceelemente finden und umgekehrt. Der Risikoframe unterscheidet sich in seiner Bewertung hingegen signifikant von den anderen 2 Frames, da seine framespezifischen Merkmale vermutlich eindeutiger ausgeprägt sind.

8.3.3.3 Prüfung der Forschungsannahmen

Zunächst sei dargestellt, welchen Einfluss die Frames, mit denen Ernährung im Fernsehen präsentiert wird, auf die Ernährungseinstellungen der Rezipienten besitzen. Außerdem wird die Frage beantwortet, ob darüber hinaus ein Zusammenhang zwischen Einstellungsänderung und rezipientenseitigen Merkmalen besteht. Abschließend werden Effekte der Medienframes auf die Erinnerungsleistung analysiert.

8.3.3.3.1 Einstellungsänderungen im Zeitablauf

Wie bereits die 1. Forschungsannahme vermutet (s. 8.2.2.3), sollte eine **Einstellung**, die sich nach der Rezeption eines risiko-, service- oder lifestylegeframten Ernährungsbeitrages ändert, besonders die Aussagen des jeweils gesehenen Medienframes widerspiegeln. Wäre dies der Fall, so sollte z.B. die Rezeption eines Risikoframes eine verstärkte risikobetonte Ernährungseinstellung nach sich ziehen; die Rezeption des Service- bzw. Lifestyleframe hingegen müsste eine verstärkte service- bzw. lifestylebetonte Ernährungseinstellung bewirken. Um diese Vermutungen zu testen, wurden individuelle Differenzwerte für jeden Experimentalteilnehmer gebildet, die die Werte seiner Ernährungseinstellung, gemessen in der telefonischen Vorbefragung und der Befragung nach dem Experiment, voneinander subtrahieren. Ein Vergleich dieser Differenzwerte zwischen Experimental- und den jeweiligen Kontrollgruppen gibt Aufschluss darüber, ob eine risiko-, service- oder lifestylebetonte Änderung als Folge des rezipierten Stimulusmaterials vorliegt.

Der 2. Forschungsannahme (s. 8.2.2.3) liegt die Frage zu Grunde, inwieweit Ernährungseinstellungsänderungen zeitlich überdauern. Sind sie eher kurz- oder sogar mittelfristiger Art? Um diese Frage zu beantworten, werden für jede experimentelle Bedingung (also für die Rezeption des risiko-, service- oder lifestylegeframten Beitrags) nicht nur Differenzwerte zur Ernährungseinstellung zwischen der 1. und 2. Befragungswelle (telefonische Vorbefragung und schriftliche Befragung unmittelbar nach dem Experiment) berechnet, sondern auch zwischen der 1. und 3. Befragungswelle (telefonische Vorbefragung und telefonische Nachbefragung 5 bis 7 Tage nach dem Experiment) gebildet. Ein Vergleich dieser Differenzwerte 1-2 und 1-3 erlaubt dann Aussagen über die Dauerhaftigkeit der Einstellungsänderung (Tab. 8/12).

Tabelle 8/12: Differenzwerte für die risiko-, service- und lifestylebetonte Ernährungseinstellung in Experimental- und Vergleichsgruppe

	Mittelwerte der Differenzwerte für Einstellungen					
	Risikoframe		Serviceframe		Lifestyleframe	
	Diff.-Wert 1-2	Diff.-Wert 1-3	Diff.-Wert 1-2	Diff.-Wert 1-3	Diff.-Wert 1-2	Diff.-Wert 1-3
Experimentalgruppe	-0,09 (n = 35)	-0,17 (n = 35)	-0,31 (n = 38)	-0,14 (n = 38)	0,11 (n = 37)	0,18 (n = 37)
Vergleichsgruppe	0,02 (n = 98)	-0,15 (n = 98)	-0,32 (n = 95)	-0,22 (n = 95)	-0,07 (n = 96)	0,42 (n = 96)
Δ	-0,11	-0,02	0,01	0,08	0,18	-0,24

Die jeweilige Vergleichsgruppe ergibt sich aus den Teilnehmern der übrigen Experimentalbedingungen. Unterschiede zwischen Experimental- und Vergleichsgruppe sind nicht signifikant für $p < .05$. Positive Differenzwerte sind ein Indikator für eine risiko-, service- oder lifestylebetonte Einstellungsänderung, während negative Werte für eine nicht frame-beeinflusste Einstellungsänderung sprechen (Antwortskala zur Ernährungseinstellung: 1 = trifft voll zu bis 5 = trifft gar nicht zu).

Risikoorientierte Einstellung

Es zeigt sich, dass sich mit der Rezeption des risikogeframten Beitrags eine Einstellungsänderung vollzieht – allerdings nicht in die Richtung, die zu vermuten wäre: Die betreffende Experimentalgruppe weist nach der Rezeption des Risikoframes eine weniger risikobetonte Ernährungseinstellung auf als die Vergleichsgruppe, die keinen Risikoframe sah. Außerdem wird deutlich, dass sich die Risikowahrnehmung in Bezug auf Ernährung nach der telefonischen Vorbefragung ebenfalls relativiert hat.⁵¹

Mittelfristig – beim Vergleich der beiden Differenzwerte – zeigt sich, dass sich Experimental- und Vergleichsgruppe annähern. Die Experimentalgruppe hat mittelfristig eine geringere risikoorientierte Einstellung als kurz nach der Rezeption des risikogeframten Beitrags.

Serviceorientierte Einstellung

Die servicebetonte Einstellung wird durch die Rezeption eines servicegeframten Beitrags nicht verändert. Dies verdeutlicht die Gegenüberstellung von Experimental- und Vergleichsgruppe, die beide annähernd gleich große Differenzwerte aufweisen. Auch hier zeigt sich für die Experimentalgruppe ein negativer Differenzwert; die Ernährungseinstellung vor dem Experiment fällt deutlich serviceorientierter aus als nach dem Experiment.

⁵¹ Eine Sensibilisierung der Experimentalteilnehmer für das Thema Risiko durch die Vorbefragung kann auf Grund der entsprechenden Vergleichsanalysen ausgeschlossen werden.

Mittelfristig ergibt sich sowohl zur Vergleichsgruppe als auch im Vergleich mit dem ersten Differenzwert eine geringfügig stärkere serviceorientierte Ernährungseinstellung.

Lifestyleorientierte Einstellung

Einzig beim lifestylegeframten Beitrag zeigt sich ein empirischer Hinweis für die Vermutung, dass dessen Rezeption möglicherweise eine lifestylebetontere Einstellung nach sich zieht. Zum einen hat die Experimentalgruppe eine (nicht signifikante) lifestylebetontere Einstellung gegenüber der Vergleichsgruppe, zum anderen ist der Differenzwert im positiven Bereich, was darauf hindeutet, dass sich die lifestyleorientierte Einstellung nach der Rezeption des Frames auch gegenüber der telefonischen Vorbefragung intensiviert hat.

Mittelfristig erhöht sich zwar die lifestyleorientierte Einstellung der Experimentalgruppe; gegenüber der Vergleichsgruppe relativiert sich dies jedoch, da letztere sogar eine stärkere Veränderung in Richtung einer lifestyleorientierten Einstellung zeigt. Interessant ist gerade dieser starke Anstieg der Differenzwerte in der Vergleichsgruppe, für den im vorliegenden Datenmaterial keine Erklärung zu finden ist.

Die ersten Auswertungen erbringen also lediglich für den Lifestyleframe annahmenkonforme Ergebnisse. Untersucht man jedoch die Differenzwerte auf Ebene der Experimentalgruppen, so kommt man zu dem Ergebnis, dass durchaus ein gewisser Prozentsatz von Teilnehmern die vermuteten Einstellungsänderungen in eine risiko-, service- oder lifestyleorientierte Richtung zeigt, die dann aber in den Durchschnittsberechnungen (Tab. 8/12) aufgingen. Für den Risikoframe weisen kurzfristig 31,7% bzw. mittelfristig 31,5 % der Experimentalgruppe in der Experimentalbedingung risikobetonte Änderungen auf, im Serviceframe sind es 15,7 % bzw. 28,9 % und für den Lifestyleframe ergeben sich sogar in der Hälfte der Fälle lifestyleorientierte Einstellungsänderungen (Tab. 8/13).

8.3.3.3.2 Einflussfaktoren auf die Einstellungsänderung

Wie sind nun genau diese Menschen zu charakterisieren, die nach der Rezeption eines geframten Ernährungsbeitrags ihre Ernährungseinstellung gemäß der Frames ändern? Verbindet sie ein bestimmtes Merkmal? Wie in der 3. Forschungsannahme (s. 8.2.2.3) formuliert, gibt Tabelle 8/13 Aufschluss darüber, inwieweit bestimmte Faktoren einen Einfluss auf die Einstellungsänderung ausüben.

Tabelle 8/13: Einfluss verschiedener Merkmale auf die Einstellungsänderung der Experimentalgruppen

Unabhängige Variablen	Abhängige Variablen					
	Risikoframe		Serviceframe		Lifestyleframe	
Differenzwerte der Befragungswelle	1-2	1-3	1-2	1-3	1-2	1-3
Fallzahl	n = 36	n = 36	n = 41	n = 41	n = 37	n = 37
Veränderung in Richt. der Hypothese	31,7 %	31,5 %	15,7 %	28,9 %	48,6 %	54,0 %
Einstellung zum Beitrag ⁵²	.20	-.09	.08	-.12	-.10	-.14
Stimmung	-.46*	.03	.05	.37	.30	.26
Alter	.76***	.45	-.31	-.21	-.30	-.57**
Geschlecht	-.18	-.10	-.17	.12	.33	.30
Bildung	.28	.31	-.40	-.05	.07	-.07
Involvement Interesse/ Bedeutung ⁵³	-.12	-.09	-.32	-.34	.02	.06
Involvement Vorwissen	-.20	-.06	-.08	-.04	-.09	.36
Häufigkeit der Essenszubereitung	.13	-.12	.15	.12	.23	.29
Häufigkeit des Lebensmitteleinkaufs	-.81***	-.24	-.28	-.58	.00	.06
Fernsehnutzung	-.64**	-.20	-.30	.18	.01	.02
Fernsehdauer	-.14	-.30	.16	.04	-.23	.47
Magazinnutzung	.21	.18	.20	-.14	.83	-.28
R ²	.68	.31	.36	.24	.35	.57
Korr. R ²	.47	-.13	.02	-.17	-.08	.28

Eintragungen sind standardisierte β -Regressionskoeffizienten

Lineare Regression, fett markiert: signifikanter Zusammenhang, *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$

Risikoorientierte Einstellung

Die risikoorientierte Einstellungsänderung wird von 4 Merkmalen stark (und z.T. sogar hoch signifikant⁵⁴) beeinflusst. Insgesamt erklären die erhobenen Variablen sogar knapp zur Hälfte eine risikobetonte Einstellungsänderung. Menschen zeigen auf Grund des risikogeframten Ernährungsbeitrags besonders dann eine risikobetonte Einstellungsänderung, wenn sie selten einkaufen, älter sind und wenig fernsehen. Erklären lassen sich diese Zusammenhänge damit, dass Menschen, die wenig einkaufen, einen geringeren Bezug zur Ernährung haben und daher ein Lebensmittelrisiko vermutlich schlechter einschätzen können. Somit mag

⁵² In der Indexvariable **Einstellung zum Beitrag** wurden die Bewertungen folgender Aspekte zusammengefasst: informativ/ verunsichernd/ verständlich/ glaubwürdig/ sachlich/ interessant/ zeitgemäß/ spannend/ gut gemacht.

⁵³ Der Index **Involvement** (Interesse/ Bedeutung Ernährung) besteht aus den Aussagen: An Ernährungsthemen habe ich großes Interesse/ Das Thema Ernährung wird im Grunde viel zu wichtig genommen/ Basilikum als Zutat im Essen ist mir sehr wichtig (Basilikum ist Thema des Ernährungsbeitrags).

⁵⁴ Bei der Auswertung dieser Experimentalstudie sind Signifikanzwerte lediglich Indikatoren für die Relevanz einer Auswertung; sie sind keine Indikatoren für die Übertragung auf die Grundgesamtheit (Stichprobe ist keine Zufallsstichprobe).

für sie auch ein ihnen präsentierter Lebensmittelskandal bedrohlicher wirken als für Personen, die durch den alltäglichen Einkauf vertraut mit Lebensmitteln sind. Unter Umständen nehmen ältere Menschen zudem die Berichterstattung über Lebensmittelskandale stärker wahr, da die Medien heute anscheinend häufiger und ausführlicher über Skandale berichten als zu früheren Zeiten. So mag es älteren Menschen wie eine Vervielfachung der Lebensmittelskandale vorkommen, während junge Menschen an die Skandalberichterstattung eher gewöhnt sind und das Stimulusmaterial möglicherweise als weniger bedrohlich empfinden.

Dieses Argument könnte genauso für die Fernsehnutzung gelten, denn das Fernsehen scheint eine desensibilisierende Wirkung zu haben: Experimentalteilnehmer, die viel fernsehen, können an die Berichterstattung über Lebensmittelskandale gewöhnt sein, weshalb sie bei einem einmaligen Stimulus weniger anfällig für eine Risikowahrnehmung sind. Dies gilt jedoch nicht über alle Fernsehgattungen hinweg: Eine stärkere Nutzung von Fernsehmagazinen zieht hingegen eine höhere Risikowahrnehmung nach sich. Eventuell haben sich durch eine hohe Magazinnutzung bereits Risikoframes ausdifferenziert, die durch die Rezeption des Beitrags im Rahmen des Experiments nur aktiviert werden mussten.

Über den Zusammenhang zwischen Einstellungsänderung und schlechter Stimmung während der Rezeption (negativer Regressionskoeffizient) lässt sich hier nur spekulieren: Anscheinend bedingen sich beide Merkmale gegenseitig. Weitere (allerdings nicht signifikante) Einflussfaktoren auf die risikoorientierte Ernährungseinstellung sind die Bildung, eine positive Einstellung zum Beitrag und wenig Vorwissen zum Thema Ernährung: Menschen mit hoher Bildung haben eine verstärkte Risikowahrnehmung, was daran liegen mag, dass sich besser Gebildete zum einen mehr für Ernährung, zum anderen aber auch mehr für Lebensmittelsicherheit interessieren und daher sensibler auf Lebensmittelrisiken reagieren. Die positive Einstellung zum Beitrag – also auch eine zugeschriebene höhere Glaubwürdigkeit – kann als eine generelle Voraussetzung für medial bedingte Einstellungsänderungen gelten. Das geringe Vorwissen schließlich, welches besonders jenen Menschen eigen ist, die eine Einstellungsänderung aufweisen, lässt sich ebenfalls – wie auch der Einfluss des seltenen Einkaufens von Lebensmitteln – damit erklären, dass diese Menschen nur wenig mit dem Thema Ernährung vertraut und daher anfälliger für eine Risikowahrnehmung sind. Sollte sich dieser Trend in weiteren Studien bestätigen, so ist dies ein interessanter Hinweis für die Ernährungsaufklärung: Um das Verbrauchervertrauen zu stärken, muss das Wissen über Ernährung in der Bevölkerung ausgebaut werden. Der Einfluss verschiedener Merkmale auf die mittelfristige Einstellungsänderung unterscheidet sich lediglich geringfügig von dem Einfluss auf die kurzfristige Einstellungsänderung.

Serviceorientierte Einstellung

Auf die serviceorientierte Einstellungsänderung konnten keine nennenswerten Einflüsse ermittelt werden⁵⁵; allerdings ist ein Trend bei den Merkmalen Bildung, Interesse am Thema Ernährung, Alter und Lebensmitteleinkauf zu erkennen. Sind diese Merkmale geringer ausgeprägt, dann ändern die Experimentalteilnehmer ihre Ernährungseinstellung in Richtung einer Servicebetonung. Es ist möglich, dass gering gebildete Menschen Servicesendungen eher als Hilfe bei der Meinungsbildung betrachten als höher Gebildete. Dafür sprechen auch ein ansonsten geringes Interesse dieser Personen am Thema Ernährung (wenig stabile Ernährungseinstellung) und ihr seltener Einkauf von Lebensmitteln (wenig „Lebensmittel- bzw. Ernährungserfahrung“). Außerdem beeinflusst eine

⁵⁵ Zu beachten sind die vergleichsweise geringen Fallzahlen in der jeweiligen Experimentalgruppe.

häufige Magazinnutzung die servicebetonte Einstellungsänderung (ebenso wie die Risikowahrnehmung). Wieder kann vermutet werden, dass die intensive Fernsehmagazinnutzung bei den Zuschauern auch bereits Serviceframes ausdifferenziert hat, die durch die Rezeption des Beitrags im Rahmen des Experiments nur aktiviert wurden.

Lifestyleorientierte Einstellung

Bei der lifestyleorientierten Einstellung ergibt sich ein (hoch) signifikanter Zusammenhang: Vor allem junge Menschen ändern ihre Einstellung in Richtung Lifestylebetonung. Offenbar spielt ‚Lifestyle‘ bei jüngeren Menschen eine wichtigere Rolle als bei älteren Menschen - und vielleicht ist nicht nur die Mode- oder Musikwelt der Jüngeren von neuen Trends beeinflusst, sondern auch ihre Einstellung zur Ernährung. Erstmals kommt hier auch das Geschlecht zum Tragen: Es sind eher Männer, die ihre Ernährungseinstellung auf Grund des Beitrags lifestyleorientiert verändern. Einen weiteren Einfluss zeigt die Beschäftigung mit Ernährung im Rahmen der Lebensmittelzubereitung: Je häufiger die Probanden kochen, desto eher ändern sie ihre Lifestylewahrnehmung in die vermutete Richtung. Vermutlich sind Menschen, die viel selbst kochen, besonders empfänglich für Lebensmitteltrends, da sie diese selbst umsetzen können.

Die Analyse zeigt somit, dass je nach risiko-, service- oder lifestylebetonter Ernährungseinstellung unterschiedliche Einflussfaktoren eine Veränderung auf Grund des manipulierten Beitrags unterstützen. Für die Risikowahrnehmung sei vor allem der Einfluss von seltenem Lebensmitteleinkauf, hohem Alter, seltener Fernsehnutzung und hoher Bildung unterstrichen. Eine Servicewahrnehmung wird zum Teil von einer geringen Bildung, dem geringen Interesse an dem Thema Ernährung, einem niedrigen Alter und seltenem Lebensmitteleinkauf beeinflusst. Mit der Lifestylewahrnehmung hängen vor allem ein niedriges Alter, das männliche Geschlecht und eine häufige Essenzubereitung zusammen.

Frameübergreifend lassen sich 2 Merkmale festmachen, die einen (je nach Frame entweder positiven oder negativen) Einfluss haben: das Alter und die Magazinnutzung. Der Einfluss des Alters lässt sich vermutlich auf einen unterschiedlichen Umgang mit dem Thema Ernährung zurückführen, während die Magazinnutzung auf die bei den Probanden bereits vorhandenen, jedoch unterschiedlich stark ausdifferenzierten Frames hinweist, die bei der Rezeption offenbar aktiviert werden.

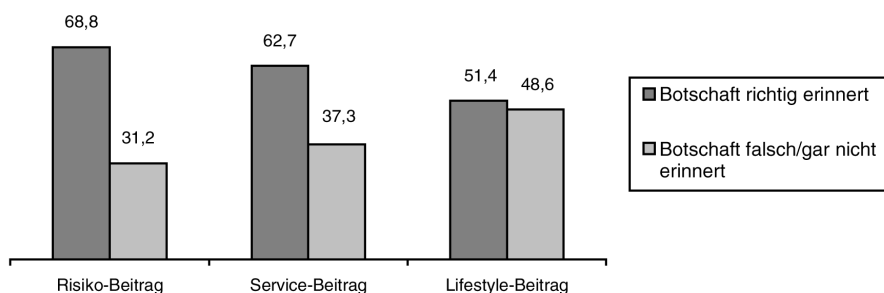
8.3.3.3 Erinnerung an die Aufklärungsbotschaft

Abschließend soll nun die 4. Forschungsannahme (s. 8.2.2.3) zum framespezifischen Erinnerungsvermögen der Probanden geprüft werden. Die **Erinnerungsleistung** an eine explizite Botschaft spielt vor allem im Rahmen der Ernährungsaufklärung eine wichtige Rolle. Welcher der 3 Frames intensiviert die Aufmerksamkeit so, dass von der Mehrheit der Probanden eine Aufklärungsbotschaft erinnert wird? Um dies zu testen, wurde eine in allen 3 unterschiedlich geframten Ernährungsbeiträgen gleich lautende Aufklärungsbotschaft untergebracht.⁵⁶ Konnten die Teilnehmer diese Botschaft gestützt wiedergeben, so spricht dies für eine gute Erinnerungsleistung.

⁵⁶ Die Aufklärungsbotschaft wurde als Multiple-Choice-Frage abgefragt. Sie lautete: Würzen Sie kreativ mit Kräutern und ersetzen Sie damit Salz und Pfeffer.

Tatsächlich unterscheidet sich die Erinnerungsleistung je nach Frame: Die Aufklärungsbotschaft wird am schlechtesten erinnert, wenn die Probanden zuvor einen lifestylegeframten Beitrag ansahen; nur die Hälfte der Experimentalt Teilnehmer antwortete richtig (Abb. 8/17). Die beste Erinnerungsleistung zeigte sich beim Risiko- und Serviceframe, es folgt der Serviceframe. Dieser Gruppenunterschied ist signifikant.⁵⁷

Abbildung 8/17: Framespezifische Erinnerung an die Aufklärungsbotschaft (Angaben in Prozent; n = 174)



Obwohl die Erinnerungsleistung hier lediglich mittels einer Botschaft und eines einzelnen Indikators erhoben wurde, lassen sich aus diesen Ergebnissen erste Überlegungen ableiten, mit welchen Frames Ernährungsinformationen sinnvoll vermittelt werden können. Die Analyse zeigt, dass vor allem der Risiko- und Serviceframe wohl einen kognitiven Modus aktivieren, der dazu beiträgt, den Beitrag aufmerksamer zu rezipieren und Inhalte besser zu erinnern. Der Lifestyleframe hingegen scheint Aufmerksamkeit und Erinnerungsvermögen nicht zu aktivieren. Eine generelle Handlungsempfehlung für einen gezielten Einsatz von Risiko- und Serviceframes in der Ernährungsaufklärung wäre jedoch verfrüht – mögliche verunsichernde Wirkungen der Risikorahmung von Beiträgen der Ernährungsaufklärung sollten zunächst Gegenstand weiterer Forschung sein. Daher bietet sich eher der Serviceframe an – kognitive Ressourcen können durch ihn ebenfalls zufrieden stellend aktiviert werden, ohne dass eine Verunsicherung der Zuschauer hervorgerufen wird.

8.3.3.4 Zusammenfassung der Forschungsannahmen und Überblick über die Ergebnisse

Die Voraussetzungen, diese Experimentalstudie durchzuführen, waren auf Grund der Stichprobenziehung und der Motivation der Teilnehmer (Aufmerksamkeit und Stimmung) gut. Der Lifestyle- und Serviceframe wurden als Stimuli von ihnen zwar nicht vollständig trennscharf beurteilt, aber durchaus als glaubwürdig empfunden.

Allerdings wurden nach der Vorführung des Stimulus weder bei dem risiko- noch bei dem servicegeframten Beitrag eine risiko- bzw. servicebetonte Einstellungsänderung der jeweiligen Experimental- und Kontrollgruppe gefunden. Nur der Lifestyleframe zieht im Trend eine lifestylebetonte Einstellungsänderung nach sich. Außerdem zeigt sich zum einen keine zeitliche Dauerhaftigkeit in der Einstellungsänderung, zum anderen scheinen

⁵⁷ $\chi^2 = 10,22$; $p < .05$

die mittelfristigen Effekte nicht eindeutig und deswegen kaum interpretierbar. Solche schwierig zu deutenden Ergebnisse sind in der empirischen Medienwirkungsforschung häufig anzutreffen (32). Allerdings erstaunt es, dass sich nicht einmal kurzfristige Einstellungsänderungen (Wiedergabeeffekte) im Anschluss an die Rezeption der Medienframes ergeben. Eine mögliche Erklärung hierfür ist die Stabilität von rezipientenseitigen Frames, die über einen langen Zeitraum aufgebaut werden und durch eine einmalige Botschaft (wie die im Rahmen dieses Experiments) nicht zu erschüttern sind.

Auf Probandenebene zeigte sich, dass unterschiedliche individuelle Merkmale eine Einstellungsänderung unterstützen. Dabei stechen vor allem das Alter und die Magazinnutzung heraus, die auf alle 3 Frames teilweise signifikante Einflüsse haben. Eine besonders gute Erinnerungsleistung an eine Aufklärungsbotschaft konnte durch die Rezeption von risiko- und servicegeframten Ernährungsbeiträgen erzielt werden.

8.4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Darstellung von Ernährungsinformationen im Fernsehen zu beschreiben und die Wahrnehmung und Wirkung dieser Darstellung auf die Fernsehzuschauer zu analysieren. Diese Forschungsfragen werden vor allem unter dem Fokus betrachtet, inwieweit das Medium Fernsehen als Instrument der Ernährungsaufklärung geeignet ist. Diese Frage gewinnt vor allem deshalb an Bedeutung, da es für die Bevölkerung – auf Grund der in den nächsten Jahren immer stärker eingeschränkten Leistungen im Gesundheitswesen – immer wichtiger wird, sich vor vermeidbaren ernährungsmitbedingten Krankheiten zu schützen. Die Studie stellt mit der ersten repräsentativen und umfassenden Bestandsaufnahme der Darstellung von Ernährung im Fernsehen, der Verknüpfung von Fernsehnutzung und ernährungsbezogenen Einstellungs- und Verhaltensdaten und einer experimentellen Überprüfung der Wirkung von Frames auf Ernährungseinstellungen eine einzigartige Datenbasis zur Beantwortung dieser Fragen zur Verfügung. Welche Schlussfolgerungen lassen sich nun aus den 3 Teilstudien – der Inhaltsanalyse, der Befragung und dem Experiment – ableiten?

Das Thema Ernährung ist in der deutschen Fernsehlandschaft stets präsent – nicht nur als Gegenstand der Information (Objekt), z.B. in Ratgebern oder der Werbung, sondern auch als Aspekt (d.h. nebenbei im Bild vermittelt), z.B. in Serien und Spielfilmen. Insgesamt werden dabei die wissenschaftlich abgesicherten Empfehlungen zum Verzehr von Lebensmitteln und Getränken kaum abgebildet. Hervorzuheben ist vor allem die zu umfangreiche Darstellung von süßen Lebensmitteln, fetten Snacks und Alkohol und die gleichzeitige Vernachlässigung empfohlener Lebensmittel wie Getreideprodukte und Gemüse, Milchprodukte und Obst. Die Darstellung weicht damit von den Regeln einer gesunderhaltenden Ernährungsweise nach dem Vorbild des Ernährungskreises der DGE deutlich ab. Das Aufklärungspotenzial des Massenmediums Fernsehen wird außerdem noch zu wenig genutzt: Botschaften von Personen, die eine gesunderhaltende Ernährung explizit thematisieren, findet man im deutschen Fernsehprogramm selten. Dies geht u.a. zu Lasten der allgemeinen Einschätzung von Lebensmittelsicherheit, die im Fernsehen ambivalent bzw. tendenziell negativ beurteilt wird. Diese Erkenntnis ist deshalb kritisch zu bewerten, da die – häufig emotionalisierend aufbereitete – Berichterstattung über negative Vorkommnisse meist mehr Aufmerksamkeit der Verbraucher hervorruft und besser erinnert wird als die über positive Vorkommnisse (32).

Welche Auswirkungen hat die umfangreiche Berichterstattung über Ernährung auf die Fernsehzuschauer? Obwohl die vorliegende Befragung lediglich auf Querschnittsdaten zurückgreifen kann, liegen erste Hinweise vor, dass es – entsprechend der im Vergleich zu den DGE-Empfehlungen verzerrten Proportionen der Lebensmittelgruppen – zu einer negativen Beeinflussung der Einstellung gegenüber einer gesunderhaltenden Ernährung kommen könnte. Mit höherer täglicher Fernsehdauer und der bevorzugten Nutzung bestimmter Gattungen oder Fernsehsender zeigte sich eine negativere Einstellung. Möglicherweise ist die wenig explizite Thematisierung und häufig nur nebenbei vermittelte Präsentation einer gesunderhaltenden Ernährung (vor allem in fiktionalen Unterhaltungsformaten wie Serien und Spielfilmen) eine Erklärung hierfür. Prinzipiell können Ernährungseinstellungen – dies zeigen die Ergebnisse des Experiments – durch Medienframes beeinflusst werden, auch wenn die einmalige Rezeption von Ernährungsbeiträgen nur zu einer kurzfristigen Einstellungsänderung führte. Wie jedoch die Einstellungsänderung hin zu einer gesunderhaltenden Ernährung unterstützt werden kann, sollte Gegenstand zukünftiger Studien sein.

Die Ergebnisse deuten an, dass sich das Massenmedium Fernsehen als Instrument der Ernährungsaufklärung eignet. Es lohnt sich, sein Aufklärungspotenzial gezielt zu nutzen und weiter auszubauen. Was folgt aus diesen Befunden für die tägliche **Praxis der Ernährungsaufklärung**? Die Schlussfolgerungen münden nun abschließend in explizite Empfehlungen für die Institutionen, die konkrete Aufklärungsarbeit leisten.

Die grundlegende Erkenntnis lässt sich in einem einfachen Satz zusammenfassen: Solange das Fernsehen nicht für die Ernährungsaufklärung genutzt wird, kann es als Aufklärungsmedium auch nicht wirken. Dabei wäre das Fernsehen ein sehr potenter Vermittlungskanal mit einer einzigartigen Reichweite: Bei einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 3,5 Stunden täglich ist die Fernsehwelt für den Durchschnittsbürger zu einer sehr alltäglichen Welt geworden, in der er Ablenkung und Entspannung, aber auch Anregungen und konkrete Informationen für die Bewältigung seines Alltags sucht. Ernährungsinformationen sollten deshalb gezielter als bisher ihren Weg in das Fernsehprogramm finden. Die Aufklärungsinstitutionen könnten dazu durch Berücksichtigung der folgenden Empfehlungen ihren Beitrag leisten.

1. Die Öffentlichkeitsarbeit optimieren

Aufklärungseinrichtungen wie die DGE, der aid, das BMVEL, die Länderministerien und die Verbraucherzentralen spielen im Fernsehen kaum eine Rolle, wie eine ergänzende Analyse der im Untersuchungszeitraum der Inhaltsanalyse auftretenden Akteure gezeigt hat (33). Dementsprechend werden auch ihre Botschaften über diesen reichweitenstarken Vermittlungskanal nur wenig wahrgenommen. Zusätzlich erschwert wird dies durch die Tatsache, dass Ernährungsthemen an sich einen eher geringen Nachrichtenwert besitzen und der Weg in die breite mediale Öffentlichkeit deshalb schwer ist. Wer die Selektionsprozesse in den Redaktionen und die Wahrnehmungsprozesse bei den Verbrauchern besser einzuschätzen weiß, kann eine Pressemitteilung oder andere öffentlichkeitswirksame Maßnahmen wie Kampagnen auch gezielter mit den notwendigen Nachrichtenfaktoren versehen (z.B. kulturelle Nähe herstellen: Zuschneiden auf Alltagsverhalten der Verbraucher, Gewohnheiten aufgreifen; Prominenz nutzen, um Identifikation herzustellen). So platziert man sie erfolgreicher in den Zeitungen oder Sendungen – denn für neue Ideen sind die Redaktionen prinzipiell offen. Zusätzliche Informationsquellen wie das Internet, der Videotext oder – für ältere Zielgruppen –

Broschüren zum Bestellen würden sicherlich in den Sendungen gern weiterempfohlen, wenn sie ansprechend und nutzerfreundlich gestaltet sind.

2. Sich ins Gespräch bringen

Ob in Wissenschaftssendungen, Ratgebern, Nachrichten, Talk Shows oder Magazinen: Informationssendungen leben von den in ihnen auftretenden Persönlichkeiten. Noch viel zu selten bringen sich Experten der Ernährungsaufklärung selbst ins Gespräch. Dies könnte daran liegen, dass in den Redaktionen häufig nicht bekannt ist, welche Experten für Lebensmittelrisiken, Ernährungstrends, Biokost oder unzählige weitere Themen rund ums Essen und Trinken als Ansprechpartner zur Verfügung stehen, wie es in anderen Studien bereits deutlich wurde (34). Mit „Experten-Listen“ könnte man ihnen aufwändige Recherche-Arbeit ersparen und bewusst Themen anstoßen, die in der Öffentlichkeit zu wenig wahrgenommen werden (wie z.B. eine realistische Darstellung der Lebensmittelsicherheit).

3. Qualität statt Quantität

Im Fernsehprogramm erscheint das Thema Ernährung, wie die Inhaltsanalyse zeigte, sehr häufig und in unterschiedlichsten Kontexten. Doch der Kontext „gesunde Ernährung“ spielt offenbar kaum eine Rolle, wie die geringe Thematisierung von Aufklärungsbotschaften beweist. Aufklärungsbotschaften sollten unterhaltsam und anregend aufbereitet in den servicegeframten Programmangeboten der öffentlich-rechtlichen Sender platziert werden. Diese genießen bezüglich ihrer Berichterstattung eine hohe Glaubwürdigkeit. Zudem hat sich der Serviceframe als Interpretationsrahmen für die Fernsehzuschauer als erfolgversprechend hinsichtlich der Erinnerungsleistung an die gezeigten Inhalte erwiesen. Erste Kooperationen wie die Aufklärungssendung ‚Über den Tellerrand‘ (ARD in Zusammenarbeit mit dem BMVEL) sollten daher weiterverfolgt werden, allerdings stärker angepasst an heutige Sehgewohnheiten der Fernsehzuschauer (33).

4. Offen sein für Neues

Doch nicht nur die öffentlich-rechtlichen Sender sollten als Kooperationspartner in Betracht gezogen werden, auch die Stärken der Privatsender lassen sich einsetzen. Sie werden vor allem von den Fernsehzuschauern mit einer niedrigen formalen Bildung und geringem Haushaltseinkommen wegen ihrer Unterhaltungskompetenz geschätzt (29). Bisher halten sich diese Sender mit serviceorientierten Formaten noch zurück. Dies wird aber nicht immer so bleiben: Mit populären Formaten wie ‚Zacherl: Einfach kochen!‘, ‚Avenzio – Schöner leben‘ (PRO7) oder ‚The Naked Chef‘ (RTL II) prägen die Redaktionen derzeit mit unterhaltend und ansprechend aufbereiteten Kochsendungen und Lifestyle-Magazinen einen Trend. Die Ernährungsaufklärung sollte sich diesen Trend zunutze machen.

5. „Coole Typen“ als Vorbilder gewinnen

Aufklärung in Informationssendungen ist sinnvoll und wichtig – doch manche Zielgruppen werden durch diese Angebote trotzdem schwer erreicht. Aufklärungsinstitutionen könnten deshalb die gängigen Praktiken der Industriekonzerne aufgreifen und ihre Botschaften

subtiler verpacken, indem sie sich gezielt den Produzenten fiktionaler Unterhaltungsangebote zuwenden. In Frage kommen z.B. die Daily Soap-Produktionen: In diese täglichen Serien lassen sich Handlungsstränge integrieren, in denen bewusstes Essen und Trinken eine Rolle spielt oder eine kleine Aufklärungsbotschaft einbezogen wird. Viele der Darsteller gelten bei der entsprechenden Zielgruppe (v.a. junge Frauen bis 29 Jahren) als Idol und können mit vorbildlichem Handeln möglicherweise nachhaltigere Einstellungsänderungen erreichen als herkömmliche Aufklärungsangebote. In Entwicklungsländern und einigen Industriestaaten wie den USA wurden solche Kooperationen bereits erfolgreich angewandt und erlangen im Rahmen der „Entertainment Education“-Forschung in der Kommunikationswissenschaft zunehmende Aufmerksamkeit (35).

6. Zielgruppen gezielt ansprechen

Die Werbeindustrie macht es vor: Auch im Fernsehen ist eine zielgruppenspezifische Ansprache möglich. Das Prinzip, nach dem die Ernährungsaufklärung bereits heute ihre Botschaften zielgruppengerecht gestaltet, kann und sollte sie auf das Massenmedium Fernsehen übertragen. Bezogen auf ein konkretes Beispiel kann dies bedeuten, dass z.B. bei einer Kooperation mit Produzenten einer Daily Soap vor allem solche Botschaften in die Erzählung eingebaut werden, die für die vorrangige Zielgruppe dieser Gattung, junge Frauen zwischen 14 und 29 Jahren, relevant sind (wie z.B. die Problematisierung von Essstörungen). Die Morgenmagazine in ARD, ZDF und SAT.1 können vor allem für die Bedürfnisse von Berufstätigen zugeschnitten werden, Ratgeberformate am Vormittag müssten sich hingegen mit anspruchsvolleren Ratschlägen vor allem an – meist ältere – Nicht-Berufstätige wenden, die verstärkt verantwortlich für die Haushaltsführung sind, während sich Botschaften in den Lifestyle-Magazinen und Serien am Nachmittag und Vorabend vor allem an jüngere Fernsehvielseher mit einer kritisch zu beurteilenden Ernährungseinstellung richten können.

7. Den „Siebten Sinn“ fürs Essen und Trinken fördern

Die letzte Empfehlung ist nicht neu, erscheint jedoch gerade als Konsequenz der Forschungsergebnisse erfolgversprechend: Die Rede ist von der Konzeption kurzer, einprägsamer und prägnanter Aufklärungsspots zum Thema Essen und Trinken nach dem Vorbild des „7. Sinns“ im Straßenverkehr. Diese Informationssendung über sicheres Verhalten im Straßenverkehr, die im öffentlich-rechtlichen Programm in Zusammenarbeit mit der Deutschen Verkehrswacht produziert wird, stößt seit vielen Jahrzehnten auf eine positive Zuschauerresonanz und hat – nicht nur in Deutschland – einen großen Bekanntheitsgrad erlangt, denn sie wird von vielen europäischen Fernsehanstalten übernommen. Aus den Ergebnissen des Experiments lässt sich ableiten, dass diese Aufklärungsspots häufiger gesendet werden müssten, um längerfristige Einstellungsänderungen zu bewirken. Es bietet sich außerdem an, sie durch Serviceframes aufzubereiten, da dieser Frame in der Studie gute Erinnerungsleistungen erbrachte. Bei der Konzeption solcher Spots sollten geeignete Nachrichtenfaktoren berücksichtigt (vgl. Empfehlung 1) und aktuelle Forschungsergebnisse aus der Werbewirkungsforschung wie aus dem Sozialen und Nutritional Marketing verwertet werden (36). Aufklärungsspots könnten sich schließlich an der Konzeption der in den USA seit vielen Jahren bekannten „Public Service Announcements“ anlehnen, die mit einer an der Fernsehwerbung orientierten Machart zwischen Werbespots platziert werden.

8.5 Literatur

- (1) Karg G: Ernährungssituation in Deutschland. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 2000. Druckerei Henrich, Frankfurt am Main (2000) 17-79
- (2) Kohlmeier L (Hrsg.): Ernährungsabhängige Krankheiten und ihre Kosten. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Gesundheit (Band 27). Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden (1993)
- (3) Lücke S, Rössler P, Willhöft C: Appetitlich verpackt, aber schwer zu verdauen? Darstellung und Wirkung von Ernährung in Massenmedien: Ein Forschungsüberblick. In: Themenheft „Gesundheitskommunikation“ der Zeitschrift Medien & Kommunikationswissenschaft 3 (2003) 407-430
- (4) Willhöft C, Ulrich HJ: Ernährungsinformationen in Massenmedien. Eine Zusammenstellung von Forschungsergebnissen. Unveröffentlichte Studie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung im Auftrag des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft. O.V., Karlsruhe (2001)
- (5) Fischer C: Wirkungsmessung von Fernsehspots zur Ernährungsinformation. Dissertation am Institut für Sozialökonomik des Haushalts, TU München. O.V., München (1986)
- (6) Gerbner G, Gross L: Living with Television: The Violence Profile. J Commun 26 (1976) 172-199
- (7) Shanahan J, Morgan M: Television and its Viewers. Cultivation Theory and Research. Cambridge University Presse, Cambridge (1999)
- (8) Scheufele B: Visuelles Medien-Framing und Framing-Effekte. Zur Analyse visueller Kommunikation aus der Framing-Perspektive. In: Knieper T, Müller MG (Hrsg.): Kommunikation visuell. Das Bild als Forschungsgegenstand. Grundlagen und Perspektiven. Von Halem, Köln (2001) 144-158
- (9) Scheufele B: Framing as a Theory of Media Effects. J Commun 1 (1999) 103-121
- (10) Price V, Tewksbury D, Powers E: Switching Trains of Thought: The Impact of News Frames on Readers' Cognitive Responses. J Commun Res 24 (1997) 481-506
- (11) Bonfadelli H: Medienwirkungsforschung II. Anwendungen in Politik, Wirtschaft und Kultur. UVK, Konstanz (2000)
- (12) Tajfel H, Turner J C: The Social Identity Theory of Intergroup Behavior. In: Worchel S, Austin WG (Hrsg.): Psychology of Intergroup Relations. Nelson-Hall, Chicago (1986) 7-24
- (13) Rössler P, Brosius HB: Prägen Daily Talks die Vorstellungen Jugendlicher von der Wirklichkeit? Ein Intensiv-Experiment zur Kultivierungshypothese. In: Schneiderbauer C (Hrsg.): Daily Talkshows unter der Lupe. Wissenschaftliche Beiträge aus Forschung und Praxis. Fischer, München (2001) 119-151
- (14) Rossmann C: Die heile Welt des Fernsehens. Eine Studie zur Kultivierung von Krankenhausserien. Fischer, München (2002)

- (15) Kutsch T: Haushalt und Ernährung. In: Oltersdorf U, Preuß T (Hrsg.): Haushalte an der Schwelle zum nächsten Jahrtausend. Aspekte haushaltswissenschaftlicher Forschung – gestern, heute, morgen. Campus Verlag, Frankfurt/M., New York (1996) 254 - 279
- (16) Häder S: Telefonstichproben. In: ZUMA How-to-Reihe 6 (2000), abgerufen unter http://www.gesis.org/Publikationen/Berichte/ZUMA_How_to/ (30. November 2003)
- (17) Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): DGE-Ernährungskreis. Copyright: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V., Bonn (Stand 2003)
- (18) Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Datenreport 2002. Zahlen und Fakten über die Bundesrepublik Deutschland. Bundeszentrale für politische Bildung, Bonn (2002)
- (19) Statistisches Bundesamt: Aktuelle Zahlen und Fakten über die Bundesrepublik Deutschland, abgerufen unter <http://www.destatis.de/> (30. November 2003); Geschlechterverteilung: <http://www.destatis.de/basis/d/bevoe/bevoetab4.htm>; Altersstruktur: <http://www.destatis.de/basis/d/bevoe/bevoetab5.htm>
- (20) Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft: 1. Sächsische Verzehrsstudie. Ergebnisse – Daten – Auswertung. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden (2001)
- (21) Koch A: Wenn „mehr“ nicht gleichbedeutend mit „besser“ ist: Ausschöpfungsquoten und Stichprobenverzerrungen in allgemeinen Bevölkerungsumfragen. ZUMA-Nachrichten 42 (1998) 66-88
- (22) Reuband KH, Blasius J: Situative Bedingungen des Interviews, Kooperationsverhalten und Sozialprofil konvertierter Verweigerer. Ein Vergleich von telefonischen und face-to-face-Befragungen. In: Hufken V (Hrsg.): Methoden in Telefonumfragen. Westdeutscher Verlag, Wiesbaden (2000)
- (23) Bonfadelli H: Medienwirkungsforschung I. Grundlagen und theoretische Perspektiven. UVK, Konstanz (1999)
- (24) Rosenberg MJ, Hovland C: Cognitive, Affective, and Behavioral Components of Attitudes. In: Rosenberg MJ, Hovland C, McGuire WJ, Abelson RP, Brehm JW: Attitude Organization and Change. An Analysis of Consistency among Attitude Components. 4. Auflage: Yale University Press, New Haven/London (1960) 1-14
- (25) Diehl JM: Skalen zur Erfassung von Ernährungs- und Gesundheitseinstellungen. O.V., Gießen (2002)
- (26) Fischer K: Analyse der Ernährungssituation in Bayern auf der Grundlage der Nationalen Verzehrsstudie (1985 - 1989) und der Bayerischen Verzehrsstudie (1995). Lang, Frankfurt am Main (1999)
- (27) Grabs I: Ratgeber- und Serviceinteressen nach typologischer Differenzierung. In: Oehmichen E, Ridder CM (Hrsg.): Die MedienNutzerTypologie. Ein neuer Ansatz in der Publikumsanalyse. Nomos-Verlagsgesellschaft, Baden-Baden (2003) 240-259

- (28) Feuerstein S: Differenzen der Fernsehnutzung in Ost- und Westdeutschland: Erklärungsbeiträge der MedienNutzerTypologie. In: Oehmichen E, Ridder CM (Hrsg.): Die MedienNutzerTypologie. Ein neuer Ansatz in der Publikumsanalyse. Nomos-Verlagsgesellschaft, Baden-Baden (2003) 128-142
- (29) Darschin W, Zubayr C: Was leisten die Fernsehsender? Publikumsurteile über die Fernsehprogramme in den Jahren 1993 bis 2002. Media Perspektiven 5 (2003) 206-215
- (30) Horst M: Einführung in das Thema – Fragen und Themen. In: Stockmeyer Stiftung für Lebensmittelforschung (Hrsg.): Im Wettlauf mit der Wahrheit. Lebensmittelsicherheit als Thema von Wissenschaft, Politik und Journalismus. Werkstattbericht 3 der Stockmeyer Stiftung für Lebensmittelforschung. Dokumentation eines Workshops am 29. Oktober in Münster, zu beziehen über die Stockmeyer Stiftung (1997)
- (31) Kunin T: The Construction of a New Type of Attitude Measure. Pers Psychol 8 (1955) 65-77
- (32) Schenk M: Medienwirkungsforschung. Mohr Siebeck, Tübingen (2002)
- (33) Linzmaier V, Lücke S, Rössler P, Steinhilper L, Willhöft C: Forschungsprojekt „Ernährungsinformationen in den Medien“. Unveröffentlichter Projektendbericht des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2004)
- (34) Schenk M, Sonje D: Journalisten und Gentechnik. Verlag Reinhard Fischer, München (1998)
- (35) Lampert C: Gesundheitsförderung durch Unterhaltung? Zum Potenzial des Entertainment-Education-Ansatzes für die Förderung des Gesundheitsbewusstseins. In: Themenheft „Gesundheitskommunikation“ der Zeitschrift Medien & Kommunikationswissenschaft 3 (2003) 461-477
- (36) Pudel V, Westenhöfer J: Ernährungspsychologie. Eine Einführung. 2. Auflage: Hogrefe, Göttingen - Bern - Toronto - Seattle (1998)

9 Anreicherung von Lebensmitteln und neue Produktkonzeptionen^{1,2}

9.1 Einleitung

Produktkonzeptionen wie Nahrungsergänzungsmittel (food supplements), functional food, health food, wellness Produkte, designer food etc. sind Neuerscheinungen auf dem Lebensmittel-Markt. Ihre Bedeutung steht im Mittelpunkt intensiver wissenschaftlicher und auch öffentlicher Diskussionen (2, 24), die selbst in den Bundestag gelangten (4, 10). Regelungen für Nahrungsergänzungsmittel (NEM) sind inzwischen getroffen (12), für angereicherte Lebensmittel stehen sie noch aus.

Für Verbraucher ist der direkte Nutzen dieser Produkte schwer zu beurteilen. Die Beobachtung, dass Wohlbefinden, Gesundheit oder „Wellness“ bei natürlichen Fruchtsäften genauso angepriesen werden, wie bei angereicherten Multivitamingetränken, grünem Tee oder auch Joghurts mit Milchsäurebakterien, vermittelt aber den Eindruck, dass es eher nur um Werbebotschaften geht, nicht um besondere Lebensmittel. Viele neue Produkte sind auch lediglich Teil des modernen Lifestyles; dies ist inzwischen in mehreren Studien belegt (1, 11, 15).

Bei näherer Betrachtung der Werbeaussagen lässt sich erkennen, dass viele dieser Lebensmittel nicht nur einfach mit Assoziationen zu Wohlfühl oder Wohlbefinden, sondern für Verbesserungen von Funktionen, für mehr Leistung oder z.B. für die Steigerung der Abwehr beworben werden. Es wird also etwas Konkretes über die übliche Ernährung hinaus („beyond nutrition“) versprochen.

Was auch immer in den Werbeaussagen versprochen wird, dahinter steht in aller Regel der Zusatz eines oder mehrerer Stoffe. Meist sind es Vitamine und Mineralstoffe. Sie werden schon seit langer Zeit Lebensmitteln zugesetzt, spielen aber eine erhebliche, anscheinend immer noch wachsende Rolle. Dazu passen die Umsatzzahlen für die Vermarktung dieser Stoffe (6, 16, 18, 19), aber auch - soweit sie vorliegen - Daten von Verzehrerhebungen (11, 17, 21, 25).

Verzehrsdaten deuten auf eine wachsende Tendenz hin, solche Produkte zu konsumieren, ohne dass aber klar ist, welche Produkte mit welchen Zusätzen genau gemeint sind (8). Gleichwohl ist mit Blick auf die US-amerikanische Situation (23) zu erwarten, dass in naher Zukunft mehr als die Hälfte der Verbraucherinnen und Verbraucher in Deutschland mehr oder weniger regelmäßig mindestens ein Vitamin- bzw. Mineralstoffsupplement einnehmen wird. Verzehrsdaten zu angereicherten herkömmlichen Lebensmitteln sind demgegenüber spärlich. Sie werden zudem von den gängigen Nährwerttabellen nicht erfasst (3).

Dies heißt aber auch, dass keine verlässlichen Aussagen über mögliche Überdosierungen gemacht werden können. Untersuchungen haben gezeigt, dass selbst die lange Zeit als völlig harmlos geltenden Vitamine oder Mineralstoffe überdosiert werden können. Ergebnisse aus Studien mit β -Carotin, wonach eine langjährige Einnahme höherer Dosen schädlich sein kann, haben demonstriert, wie bereits leicht erhöhte Dosierungen schädlich sein können ([14, 20]; s. auch Kapitel 5 u. 7). Es stellt sich daher die Frage, inwieweit die

¹ Kapitelbetreuer: Viell, Burckhard

² Bearbeiter(in): Carstensen, Sylke; Boczek, Peter

Anreicherungsmengen in Lebensmitteln zu hoch werden könnten und zwar insbesondere auch im Hinblick darauf, dass durch einen kumulativen Verzehr mehrerer angereicherter Produkte insgesamt eine bedenkliche Gesamtdosierung erreicht wird, ohne dass diese den einzelnen Produkten „anzulasten“ wäre.

Inzwischen haben sich verschiedene Gremien mit der wissenschaftlichen Ableitung von Grenzdosierungen für Vitamine und Mineralstoffe beschäftigt (5, 9, 13, 14). Es ist dringend erforderlich, Daten über angereicherte Produkte bereitzustellen, bzw. Informationen über die Nährstoffe zu gewinnen, deren Zufuhr an kritische Grenzen herankommen könnte (7). Im Rahmen dieses Beitrags soll in einer Art erster Bestandsaufnahme dargestellt werden, welche Produkte betroffen sind, d.h. welche Vitamine und Mineralstoffe, in welchen Kombinationen, welchen Lebensmitteln bzw. Lebensmittelgruppen zugesetzt werden, soweit sich diese identifizieren lassen. Anreicherungsmengen oder die tatsächliche Nährstoffzufuhr durch Verzehr angereicherter Produkte müssen in weiteren Studien ermittelt werden.

9.2 Datenbasis der vorliegenden Studie

9.2.1 Produkterfassung

In der hier vorgelegten explorativen Marktübersicht geht es primär um Vitamine und Mineralstoffe, da z. Zt. diese Stoffe am häufigsten zur Anreicherung eingesetzt werden. Für einen Überblick wurden jedoch alle für die Anreicherung verwendeten Stoffe erfasst (s. Tab. 9.1).

Basis dieser Übersicht ist eine Produkt-Datenbank, die für solche Produkte aufgebaut wurde, die im Rahmen von Ausnahmegenehmigungen nach § 37 und Allgemeinverfügungen nach § 47a LMBG zu begutachten waren. Dies waren überwiegend angereicherte (fortifizierte) Produkte, also Produkte mit Stoff-Zusätzen. Sie waren von den Antragstellern überwiegend als Nahrungsergänzungsmittel bezeichnet worden. Diese „Verkehrsbezeichnung“ wurde in der seinerzeitigen rechtlichen Unbestimmtheit sehr beliebig gehandhabt.

Der Zuschnitt der Datenbank auf behördliche Belange wurde durch den Einbezug zahlreicher auf dem Markt befindlicher Produkte erweitert, um direkte Vergleiche mit der aktuellen Situation zu ermöglichen. Auch hier konnten zahlreiche Produkte erfasst werden, die - rechtlich und ernährungsphysiologisch sehr unbestimmt - als Nahrungsergänzungsmittel vermarktet wurden. Folglich kam die Datenbank anfangs einer Art Sammelbecken für unklare Produkte und Problemfälle im Grenzbereich zwischen Arzneimitteln und Lebensmitteln gleich. Für die Aufnahme eines marktgängigen Produkts in die Datenbank wurde daher festgelegt, dass nicht die Verkehrsbezeichnung bestimmend war, sondern „objektivere“ Kriterien:

- Auffälligkeiten in der Etikettierung, die sich auf den Inhalt bezogen, d.h. auch alle Nährstoff- und gesundheitsbezogenen Werbeaussagen

u./o.

- Zusatz von mindestens einem „Nährstoff“ (nicht Zusatzstoff!) erkennbar entweder in den Werbeaussagen (s.o.) oder im Zutatenverzeichnis.

Die Erfassung dieser Produkte erfolgte seit Januar 1996, meist im Rahmen normaler Einkäufe, immer aber unter Einhaltung gezielter Sammelstrategien. Dazu gehörte die Verteilung der Marktbeobachtungen auf alle größeren Supermärkte im Raum Berlin und Köln/Bonn und der gezielte Einschluss auch kleinerer Geschäfte. Hinzu kamen fakultative Marktbegehungen an anderen Orten in Deutschland. In einigen Fällen wurden auch Daten von anderen zur Verfügung gestellt, wie z.B. der Zeitschrift Ökotest, Stiftung Warentest oder den Verbraucherzentralen, wenn dort Erhebungen zu angereicherten Produktgruppen durchgeführt wurden.

9.2.2 Dokumentation

Grundlage der Dokumentation war das Etikett der erfassten Produkte. Aus Kostengründen wurde aber zur Erlangung des Original-Etiketts nur ein Teil der Produkte erworben. In vielen Fällen wurden die Etiketten fotografisch (im Supermarkt) dokumentiert oder der Produktname notiert und fehlende Angaben durch Anzeigen, Kataloge, redaktionelle Artikel oder durch Darstellungen auf den Websites der betreffenden Hersteller ergänzt. Je nach Art der Produkte wurden zahlreiche Produktmerkmale (Variable) erfasst. Die Produktdatenbank sah dafür 235 Variablen (Felder) vor.

Die Datensätze wurden in regelmäßigen Abständen einer Qualitäts- bzw. Plausibilitätsprüfung unterzogen und Datenlücken so weit wie möglich nach gezielter Recherche aufgefüllt. Die Datenbank umfasste zum Stichtag (1. Mai 2003) über 5 000 Datensätze (einschließlich der zu dokumentierenden antragsgegenständlichen Produkte, für die Ausnahmeverfahren liefen). Sie wurde mit dem Datenbankprogramm SPSS, Version 11 geführt und ausgewertet.

9.2.3 Kriterien zur Produktauswahl

Die vorliegende Bestandsaufnahme stützt sich auf die Auswertung eines Teils der Datenbank. Dieser Teil erstreckt sich ausschließlich auf vorverpackte Lebensmittel, die in deutschen Lebensmittelgeschäften angeboten werden, einschließlich einiger Produkte aus dem Versandhandel, nicht aber aus speziellen Internet-Angeboten. Ausländische Produkte wurden nicht einbezogen. Ebenso nicht diätetische Lebensmittel, wenn diese auf dem Etikett eindeutig als solche zu identifizieren waren, und wenn unterstellt werden musste, dass es sich um diätetische Lebensmittel handelt wie Säuglings- und Kleinkindernahrung. Sportlernahrung, die eindeutig für Leistungssportler bestimmt war, wurde ebenfalls nicht aufgenommen. Demgegenüber wurden Produkte, die nur allgemein mit Sportlogos oder entsprechenden Sporthinweisen angeboten wurden, als „Lebensmittel des allgemeinen Verzehrs“ einbezogen.

9.2.4 Auswahl der Datensätze/Ausschlüsse

Die Teilauswertung erstreckt sich auf insgesamt 2399 selektionierte Datensätze (Selektionskriterien s.o.). Davon wurden 39 von der weiteren Auswertung ausgeschlossen, weil sie sich nur zu Gruppen mit geringer Gruppenbesetzung zusammenfassen ließen (vgl. Tab. 9/2). Darüber hinaus wurde die Bestandsaufnahme auf Produkte mit Zusätzen von Vitaminen, Mengen- und Spurenelementen wegen ihrer mengenmäßigen Bedeutung begrenzt; auch um die Übersichtlichkeit zu wahren. Diese Vorgabe führte ebenfalls dazu,

die Gruppe der Nahrungsmittel, Cerealien (vgl. Tab. 9/2) von speziellen Auswertungen auszuschließen, da die darin enthaltenen Produkte (Nudeln, Soja-Mehl, Leinsamen, Kartoffel-Chips etc.) zwar Zusätze (isolierte Ballaststoffe, Feigenextrakt etc.) enthielten, keines dieser Produkte aber Vitamine, Mineralstoffe oder Spurenelemente. Bezugsgröße der Auswertung war meist die Zahl der erfassten Produkte; in einigen Fällen aber eingengt auf solche Produkte, die den jeweils betrachteten Stoff-Zusatz enthielten (z.B. bei der Häufigkeit der Anzahl zugesetzter Vitamine). Stichtag für die Auswertung der vorliegenden Studie war der 1. Mai 2003.

9.3 Ergebnisse

9.3.1 Stoffe, die der Anreicherung dienen

Die Art der Stoffe, die angereicherten Lebensmitteln zugesetzt wurden, ist in Tabelle 9/1 aufgeführt. Die Einteilung in die Kategorien unter A entspricht verschiedenen rechtlichen Regelungen (Diätetische Lebensmittel, Nahrungsergänzungsmittel) bzw. Regelungsvorhaben (fortifizierte/angereicherte Lebensmittel). In der Tabelle 9/1 ist die Häufigkeit wiedergegeben, mit der Produkte mit den jeweiligen Stoffen gefunden wurden. Deutlich an erster Stelle stehen Produkte mit Vitaminen (annähernd 40 %), gefolgt von solchen mit Mengenelementen (fast 20 %) und Spurenelementen mit fast 10 % der Produkte.

Besonders in der englischsprachigen Literatur werden Spurenelemente häufig mit den Mengenelementen gemeinsam als „minerals“ geführt. In dieser Auswertung werden aus datentechnischen Gründen Jod, Fluorid, Zink, Kupfer, Mangan, Selen, Molybdän und Chrom zusammen als Spurenelemente, Eisen, Calcium und Magnesium als Mengenelemente zusammengefasst.

Produkte mit anderen Stoffen außer denen der Kategorien 1 und 2 (Tab. 9/1) sind in ihrer Häufigkeit vergleichsweise selten: Produkte mit Aminosäuren (3. Kategorie) oder mit anderen stickstoffhaltigen Verbindungen wie Carnitin, Taurin (4. Kategorie) oder auch mit Nukleotiden (5. Kategorie) oder anderen Stoffen (6. Kategorie) sind jeweils mit weniger als 3 % und insgesamt mit etwas über 8 % vertreten.

Unter B (Spalte 1 der Tab. 9/1) sind weitere Stoffe, Stoffgemische, Lebensmittel in Trockenform oder Extrakte in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt, die ebenfalls als Zusätze in neuen Produkten zu finden waren. Die aufgeführte Liste ist nicht erschöpfend und es muss auch erwähnt werden, dass ihr Vorkommen sich bisher auf einzelne Produkte, meist abgeteilte (s. 9.3.2) beschränkt.

Die Auflistung der Stoffe bedeutet nicht, dass ihr Zusatz zu Lebensmitteln zulässig ist. Mehrere der mit diesen Stoffen angereicherten Produkte dürften seitens der Überwachungsbehörden inzwischen beanstandet worden sein, insbesondere wenn die Produkte mit einer arzneilichen Zweckbestimmung vermarktet wurden. Für die Aufnahme in die Datenbank und für die Auswertung wurden diese rein rechtlichen Kriterien aber zurückgestellt. Entscheidend war das Angebot der Produkte auf dem Markt, so wie Verbraucher solche Produkte in den Drogerie- und Supermarktregalen auch vorfinden. Die weitere Auswertung beschränkt sich auf die Produkte in dem grau unterlegten Bereich in der Tabelle 9/1.

Tabelle 9/1: Substanzen, die Lebensmitteln zugesetzt werden

	Substanzen	Beispiele und Bemerkungen	Produkte (Angaben in Prozent)***
A*	Kategorien		
	1. Vitamine	Säfte, Bonbons u.v.a.	37,57
	2. Mengenelemente (Calcium, Magnesium, Eisen)	Calcium und Magnesium in zahlreichen Getränken	18,22
	Spurenelemente (Jod, Fluorid, Zink, Kupfer, Mangan, Selen, Molybdän und Chrom)	Zusatz von z.B. Eisen in Cornflakes allgemein anerkannt: z.B. Jodsalz	9,14
	3. Aminosäuren	Einzelfälle, z.B. in isoton. Getränken bzw. Sportgetränken	2,59
	4. Andere stickstoffhaltige Verbindungen wie Carnitin / Taurin	z.B. Energy Drinks oder Joghurts	1,55 2,97
	5. Nukleotide	z.B. in (hier nicht erfasster) Säuglingsnahrung	-
	6. Andere: Cholin, Inositol	z.B. Energy Drinks isotone Getränke	0,42 1,13
B**	Weitere Stoffe, Stoffgemische oder Lebensmittel in Trockenform		
	Acerolasaft, Afa-Algen, Alfalfa-Pulver, Algen, Apfelessig, Artischocke, Artischockenkraut Presssaft, Baldrian, Bärlauch (Wildknoblauch)-Blätter-Granulat, Bierhefe cellulär-flüssige, Borretschsamenöl, Brennnesselkraut-Pulver, Buchweizen, Carnitin, gehärtetes Rizinusöl, Citrusbioflavonoide, Citruspulver, CLA, Coenzym Q ₁₀ , Colostrum, Cranberry, Creatinmonohydrat-Pulver, Cynarin, Echinacea (Sonnenhut), Efeu, Fischöl, Fructooligosaccharide, Galactooligosaccharide, Galgant, γ -Aminobuttersäure, Gelee Royale, Ginsengwurzelpulver, Glucuronolacton, Glycerol, Grüne Mineralerde, Guarana, Heidelbeerkonzentrat, Holundersaft, Huflattich, Hydroxy-Methylbutyrat Monohydrat, Indische Flohsamen (Plantaginis ovatae semen), Indisches Kürbispulver (Garcinia cambogia), Inositol, Inulin, Johanniskraut (Hypericin), Johanniskrautöl, Kartoffelsaft, Kieselsäuregel, Knoblauch Trockenpulver aus chinesischem Knoblauch, Kombucha, Kreatin, Lachsöl, Lactulose, Lebertran, Phosphatidylcholin, Phospholipide, L-Tyrosin, Lycopin, Mandarinenfruchtpulver, Meeresalgen getrocknet, Mistelkrautpulver, Molkenkonzentrat, Nachtkerzensamenöl, Öl aus dem Arzneikürbis, Omega-3-Fettsäuren, Pfirsichfruchtpulver, Pflanzensterine, Phytoöstrogene, Propolis in Propolin-qualität, Purpursonnenhutkraut-Presssaft, Rüßöl, Schachtelhalmkraut (Zinnkraut), Schwarzkümmelöl, Silymarin, Sojalecithin, Soja-Flavonoide, Spargelsaft, Spirulina platensis, Spitzwegerich, Stuten-Trockenmilch-Konzentrat, Taigawurzel (Eleutherococcus), Taurin, Teufelskrallenwurzel, Vanadylsulfat, Wacholderbeer-Öl, Weißdornblätterpulver, Weißdornpulver	Meist Einzelfälle Nicht spezifisch für bestimmte Produktgruppen	

* Nährstoffe (unter A), die derzeit Lebensmitteln zugesetzt werden können, eingeteilt in 6 Kategorien

** Substanzen (unter B), die als Zusatz von Lebensmitteln auf dem deutschen Markt gefunden wurden, unabhängig davon, ob dies nach den seinerzeit gültigen Regelungen als zulässig angesehen werden kann oder nicht.

*** Prozentuale Häufigkeit (bezogen auf 2142 in dieser Studie eingeschlossene Produkte, vgl. grauer Bereich der Tab. 9/2) an Produkten, mit Zusatz an Stoffen aus den genannten Kategorien.

9.3.2 Einteilung der angereicherten Produkte

Bei dem sich überaus dynamisch entwickelnden Lebensmittelmarkt in Deutschland mit sehr vielen Innovationen und völlig neuen Produktgruppen ist eine Systematik schwierig. Die in der Tabelle 9/2 vorgenommene Einteilung orientiert sich an folgender Überlegung:

Es kann fast bei allen Datensätzen zwischen *abgeteilten Produkten* und anderen *Lebensmitteln* unterschieden werden. Diese Abgrenzung passt zu der seit kurzem vorliegenden EU-einheitlichen Definition für Nahrungsergänzungsmittel: als *Produkte in abgeteilter Form, die Nährstoffe in kleinen Mengen bieten*. Rechtlich festgelegt für diese Lebensmittel ist die dosierungsfähige Darreichungsform (Tabletten, Kapseln, Presslinge etc.). Unter dem Kriterium „abgeteilt“ wurden 1 306 Produkte auf dem deutschen Markt gefunden (s. Tab. 9/2), ohne dass damit aber über deren Richtlinien-Konformität befunden würde.

Die Gruppe der anderen Lebensmittel enthält übliche Lebensmittel, wie Milchprodukte oder Brot- und Backwaren, die einen Zusatz an Vitaminen und Mineralstoffen enthielten. Hier sind auch neue Gruppen zu finden (Riegel, Energy Drinks). Hinzu kommen Produkte, die als herkömmliche Lebensmittel in Miniform angesehen werden könnten. Sie sind nicht dosierungspflichtig, wie abgeteilte Produkte, werden aber in dosierungsähnlicher Form (kleine Mengen) angeboten und werden in der Tabelle 9/2 als *Ambi-Produkte* (von ambivalent) bezeichnet, um deutlich zu machen, dass sie sowohl den abgeteilten als auch den herkömmlichen Lebensmitteln zugeordnet werden könnten. Insgesamt wurden 836 herkömmliche angereicherte Lebensmittel gefunden (grau markierter Bereich der Tab. 9/2).

9.3.2.1 Abgeteilte Produkte (Nahrungsergänzungsmittel)

9.3.2.1.1 Häufigkeit der Zusätze von Vitaminen und Mineralstoffen

Von insgesamt 1 306 abgeteilten Produkten enthalten 490 Vitamine, 262 Mengenelemente und 174 Spurenelemente. Die Auswertung zeigt damit das erwartete Übergewicht der Vitamin-haltigen Produkte, lässt aber im Umkehrschluss auch erkennen, dass zu einem erheblichen Anteil auch Produkte angeboten werden, die überhaupt keine Vitamine und Mineralstoffe enthalten, sondern andere Stoffe bzw. Extrakte (vgl. dazu die Stoffe der Kategorie B in Tab. 9/1).

Wertet man nach Anzahl der zugesetzten Vitamine aus, dann ergibt sich eine Bevorzugung des Zusatzes von einem (bei Multikomponenten-Präparaten dann kombiniert mit anderen Stoffen) oder nur wenigen Vitaminen. Die vollständige Palette an Nährstoffen wird vergleichsweise selten geboten. Innerhalb der linksschiefen Häufigkeitsverteilung (Abb. 9/1) lässt sich sogar ein gewisses Muster erkennen: Bevorzugt ist der Zusatz von 1 (fast 30 % der Produkte), 3 (15 % der abgeteilten Produkte) oder 10 Vitaminen (bei mehr als 10 % der Produkte). Auch bei den Mengen- und Spurenelementen wird der Zusatz von nur einem Stoff bevorzugt (Abb. 9/2).

Tabelle 9/2: Einteilung angereicherter Produkte

Lebensmittel - Gruppen	Kategorien	Anzahl Produkte
Abgeteilte Produkte		
Mono-Präparate	Tabletten, Kapseln	244
	Lutschtabletten	36
	Brausetabletten	33
	Pulver	31
	flüssig (Ampullen)	7
	flüssig (anderes)	37
Multi-Präparate	Tabletten, Kapseln, etc.	571
	Lutschtabletten	48
	Brausetabletten	88
	Pulver	103
	flüssig (Ampullen)	21
	flüssig (anderes)	87
Herkömmliche Lebensmittel		
„Ambi“-Produkte*	Tonika (pro 100 ml)	3
	Getränkpulver (pro 100 ml)	10
	Einstreu-Produkte (pro 100 g)	6
	Mini-Lebensmittel	5
Getränke	Energy-Drinks	59
	„Sport“-Getränke	46
	Fruchtsaftgetränke, Erfrischungsgetränke	126
	Übrige Getränke	136
	Getränke auf Milcbasis	55
Lebensmittel als Zwischenmahlzeiten „substitute foods“	Schnitten, Riegel	55
	Flakes, Flakeskreationen	21
	Müsli	30
Andere Lebensmittel	Milchprodukte - Portions-Packungen**	64
	Milchprodukte - sonstige ***	36
	Butter, Speisefette, Öle	20
	Zucker, Süßstoffe, Süßwaren	72
	Brot- u. Backwaren	42
	Nährmittel, Cerealien	18
	Genussmittel (Kaffee, Tee, Kaugummi)	32
	Obst- u. Gemüse-Produkte	2
	Marmeladen, Konfitüren, Aufstriche	9
	Gewürze, Soßen	11
	Fertig-Suppen	6
	Bindemittel	4
	Exotische Lebensmittel,	2
	Novel Food	
	Sojaprodukte	4
	Trinkfrühstück	1
Diätetische Lebensmittel	z.B. zielgruppenorientierte	nicht eingeschlossen
	Sportlernahrung	

* Ambi(valente)-Produkte haben Charakteristika von Nahrungsergänzungsmitteln (Abgeteiltheit oder Miniform) und herkömmlichen Lebensmitteln (d.h. ohne Dosierungsvorschrift).

** Milchprodukte in kleinen portionsfähigen Gebinden (z.B. Joghurts)

*** Milchprodukte in üblichen (z.B. Joghurts) und größeren Gebinden (Buttermilch etc.)

Abbildung 9/1: Unterschiedliche Anzahl zugesetzter Vitamine bei Produkten (Multi-komponenten-Präparaten) mit Vitamin-Zusatz (n = 382)

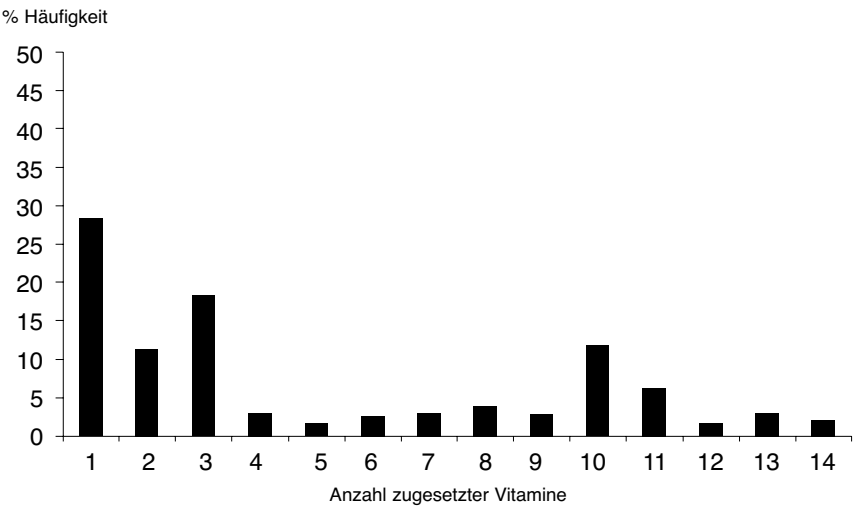
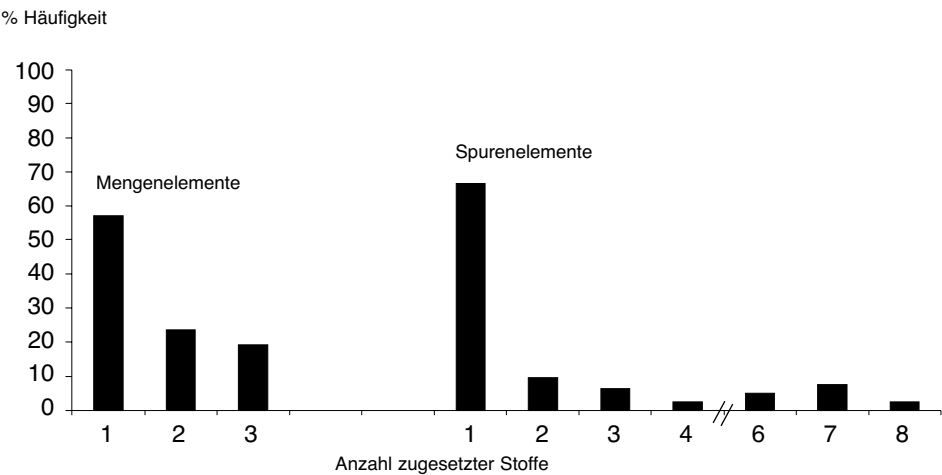


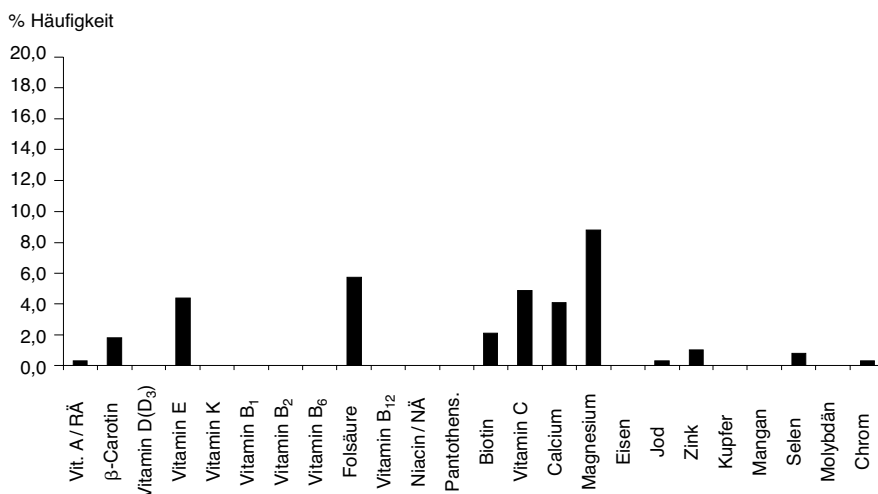
Abbildung 9/2: Unterschiedliche Anzahl zugesetzter Mengen- bzw. Spurenelemente bei Produkten (Multikomponenten-Präparaten) mit Mengenelement- (bei n=198 Produkten) bzw. Spurenelement-Zusatz (bei n = 158 Produkten)



9.3.2.1.2 Art der zugesetzten Vitamine und Mineralstoffe

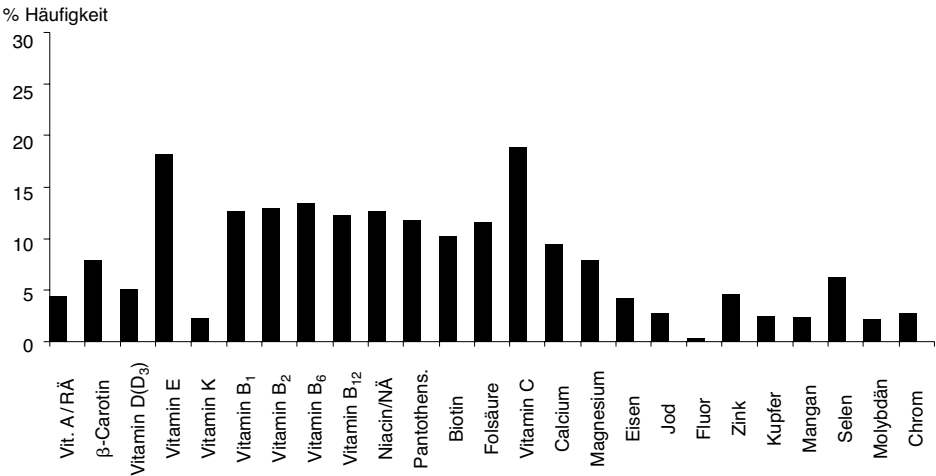
Wertet man nicht nach Zahl, sondern nach Art der zugesetzten Vitamine und Mineralstoffe aus, so lassen sich klare Favoriten ausmachen - allerdings unterschiedlich bei Mono- und Multipräparaten. In Monopräparaten und unter den Vitaminen liegt Folsäure vorne, gefolgt von Vitamin E und C. Deutlich dahinter liegen Biotin und β -Carotin (s. Abb. 9/3). Bei den Mengenelementen ist Magnesium etwa doppelt so häufig wie Calcium anzutreffen. Bei den Spurenelementen stehen Zink und Selen an erster Stelle; liegen aber in ihrer Häufigkeit deutlich unter 5%.

Abbildung 9/3: Häufigkeit des Zusatzes von Vitaminen, Mengen- und Spurenelementen bei abgeteilten Produkten (Monopräparaten; n = 166). Bezogen ist die Häufigkeit auf die jeweils auszuwertende Anzahl an Produkten.



Bei den Multikomponenten-Präparaten ergibt sich ein anderes Bild (Abb. 9/4). Hier stehen Vitamin E und C mit fast 20 % an erster Stelle. Die wasserlöslichen Vitamine sind zu etwa 12 % der Produkte fast gleichmäßig verteilt. Die fettlöslichen Vitamine A und D liegen bei nur etwa einem Drittel dieser Häufigkeiten; β -Carotin wird mit etwa 8 % deutlich häufiger zugesetzt. Calcium und Magnesium werden in Multikomponenten-Präparaten am häufigsten zugesetzt; danach folgt Eisen mit fast 5 % der Produkte. Bei den Spurenelementen werden Selen und Zink am häufigsten, die übrigen Spurenelemente mit rd. 3 % relativ gleichartig zugesetzt.

Abbildung 9/4: Häufigkeit des Zusatzes von Vitaminen, Mengen- und Spurenelementen bei abgeteilten Produkten (Multikomponentenpräparaten; n=918). Bezogen ist die Häufigkeit auf die jeweils auszuwertende Anzahl an Produkten.

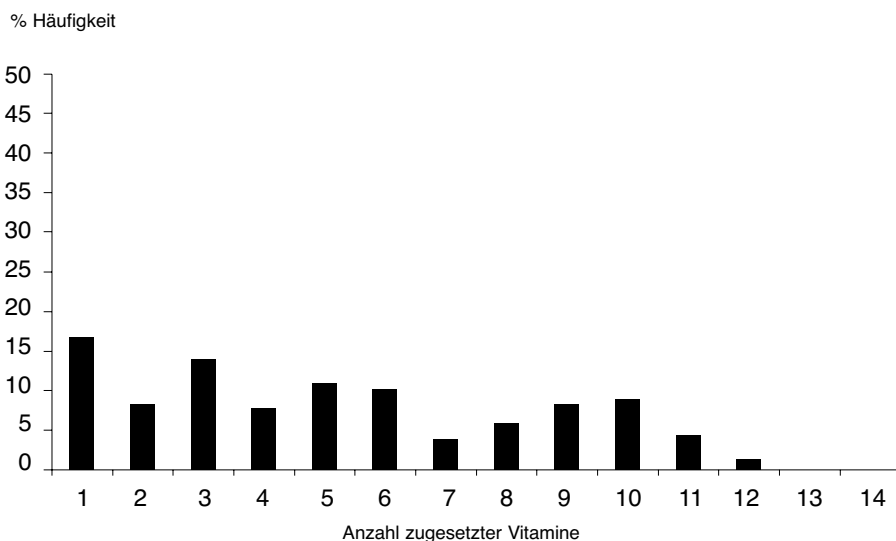


9.3.2.2 Angereicherte herkömmliche Lebensmittel

9.3.2.2.1 Häufigkeit der Zusätze von Vitaminen und Mineralstoffen

Bei der anderen Gruppe, den angereicherten herkömmlichen Lebensmitteln, erhält man im Grundmuster eine ähnliche Häufigkeitsverteilung für die Zahl der Zusätze wie bei den abgeteilten Produkten (vgl. Abb. 9/5, Abb. 9/6). Zu erkennen ist auch hier die Mehrspitzigkeit wie bei den abgeteilten Produkten. Der Zusatz aller 13 (oder wenn β -Carotin eingeschlossen wird 14) Vitamine kommt bei den angereicherten herkömmlichen Lebensmitteln so gut wie nicht vor.

Abbildung 9/5: Unterschiedliche Anzahl zugesetzter Vitamine bei angereicherten herkömmlichen Lebensmitteln mit Vitaminzusatz (n=257)



Bei den Mengenelementen ist eine Kombination von 2 Stoffen für den Zusatz zu Lebensmitteln beliebter als der nur eines einzigen Mengenelements. Demgegenüber dominiert bei den Spurenelementen der Zusatz nur eines Stoffes (s. Abb. 9/6). Hier waren jedoch vergleichsweise wenig Produkte zu finden. Die Häufigkeiten beziehen sich bei den Vitaminen auf 257 Produkte, bei den Mengenelementen auf 262 und bei den Spurenelementen auf nur 12 Produkte.

Abbildung 9/6: Unterschiedliche Anzahl zugesetzter Mengen- bzw. Spurenelemente bei angereicherten herkömmlichen Lebensmitteln mit Mengen- (n = 262), bzw. Spurenelement-Zusatz (n = 12)

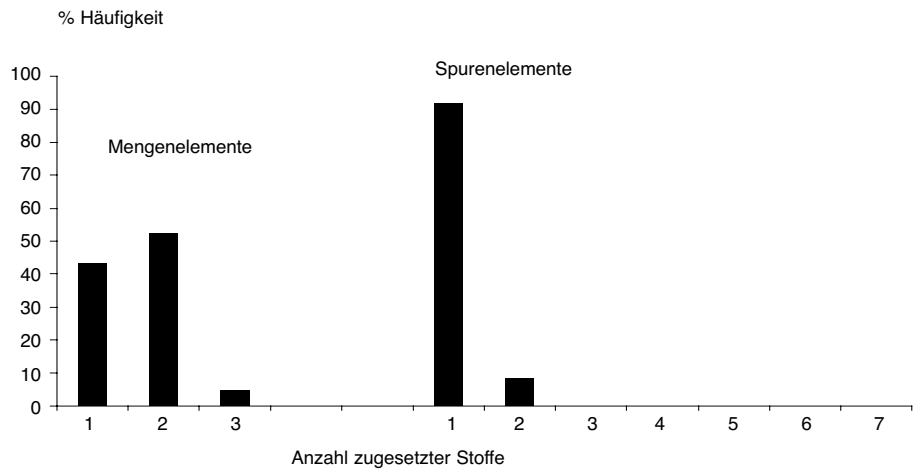
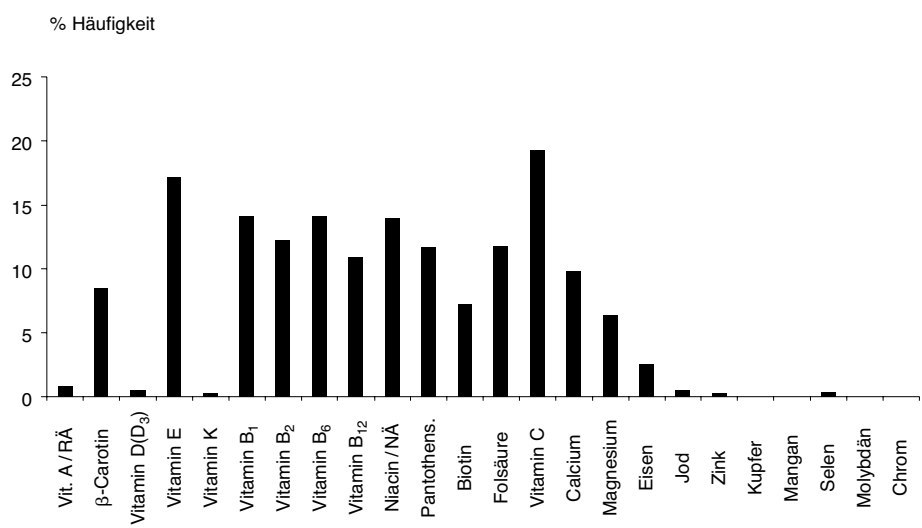


Abbildung 9/7: Häufigkeit des Zusatzes von Vitaminen, Mengen- und Spurenelementen bei angereicherten herkömmlichen Lebensmitteln (n = 735, d.h. ohne Energy Drinks und Nährmittel, Cerealien)



9.3.2.2.2 Art der zugesetzten Vitamine und Mineralstoffe

Bei der Art der zugesetzten Nährstoffe und dem sich daraus ergebenden Muster gibt es überaus große Ähnlichkeiten zwischen abgeteilten und herkömmlichen Lebensmitteln (vgl. Abb. 9/7 mit Abb. 9/4). Auch bei den herkömmlichen Lebensmitteln werden am häufigsten Vitamin C und Vitamin E sowie β -Carotin eingesetzt. Demgegenüber sind Zusätze von Spurenelementen bei den angereicherten Lebensmitteln relativ selten zu finden.

Sehr differenziert wird das Bild, wenn die unterschiedlichen Lebensmittelgruppen mit der Anzahl angereicherter Produkte zusammengestellt werden. Hier wird erkennbar, welche Gruppen häufig und welche weniger häufig angereichert werden (Abb. 9/8). Außerdem geben sich Präferenzen für bestimmte Kombinationen zu erkennen. So ist z.B. bei *Fruchtsaft- und Erfrischungsgetränken* (dritte Reihe in Abb. 9/8) der Zusatz von β -Carotin, Vitamin E und C sehr beliebt und kommt in dieser Kombination und Häufigkeit bei anderen Getränken so nicht vor (abgesehen von Zusätzen an β -Carotin als Farbstoff, d.h. also in wesentlich kleineren Mengen). Bei *Sportgetränken* oder auch bei *Schnitten und Riegeln*, wie aber auch bei *Flakes etc.* oder *Energy Drinks*, ist demgegenüber anscheinend der Zusatz von B-Vitaminen sehr häufig.

Von den Mengenelementen sind Calcium und Magnesium besonders bei den Sportgetränken zu finden, sehr viel seltener bei den *Energy Drinks*. Bei den *Milchprodukten* überraschenderweise relativ häufig Calcium-Zusätze, weniger häufig Magnesium. Nicht selten wird Calcium auch *Süßwaren* zugesetzt. Den Zusatz von Eisen findet man relativ häufig bei *Flakes*, *Schnitten* und *Riegeln* (Abb. 9/9).

Abbildung 9/8: Anzahl an Produkten mit Zusatz verschiedener Vitamine bei herkömmlichen Lebensmitteln

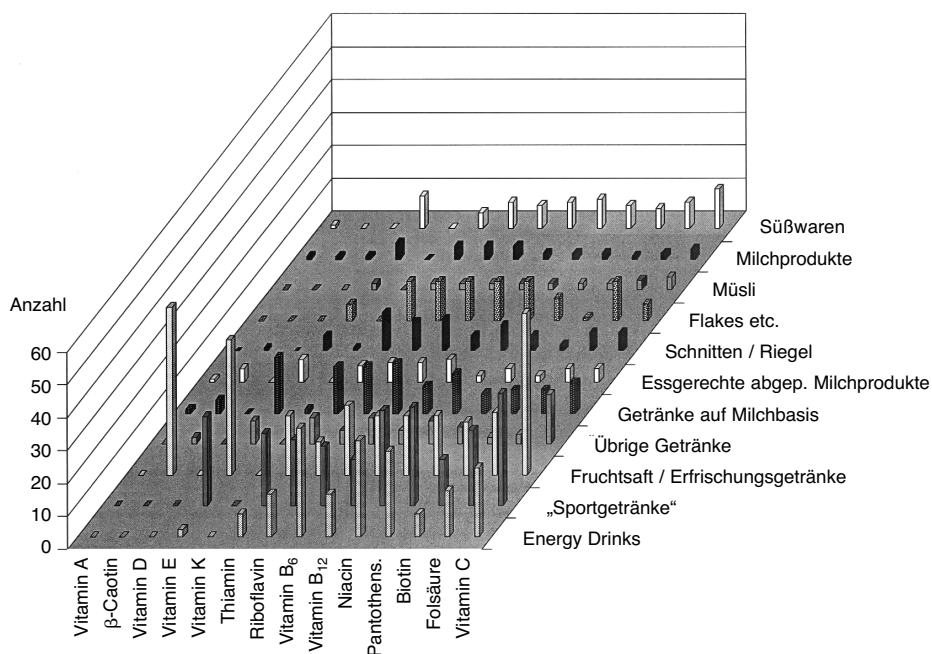
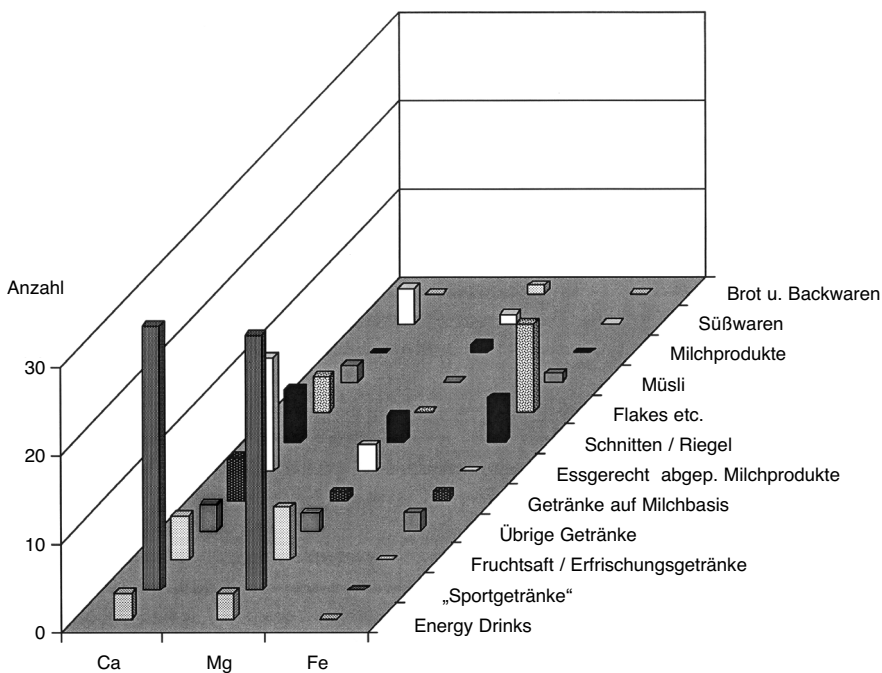


Abbildung 9/9: Anzahl an Produkten mit Zusatz von Calcium, Magnesium oder Eisen bei herkömmlichen Lebensmitteln



9.3.2.2.3 Anreicherungsmuster und Anreicherungsgrad

Häufigkeiten und Kombinationen der zugesetzten Vitamine und Mineralstoffe könnten als *Anreicherungsmuster*, die Menge der zugesetzten Nährstoffe als *Anreicherungsgrad* bezeichnet werden. Beides sind Kriterien, deren Ausprägung sehr stark von der Betrachtungsweise abhängt und von der Festlegung der Vergleichs-Lebensmittel. Dies wurde beispielhaft bei den beiden Getränkekategorien „*Getränke auf Milchbasis*“ und „*Energy Drinks*“ ausgewertet, da diese eine hinreichend große Gruppenbesetzung mit mutmaßlich großer Homogenität der Produkte innerhalb dieser beiden Gruppen aufwiesen.

In Abbildung 9/10 ist der mittlere Nährstoffgehalt von „*Getränken auf Milchbasis*“ wiedergegeben, soweit dies die hier betrachteten Vitamin- und Mineralstoff-Zusätze betrifft. Dazu wurden Datensätze aus dem Bundeslebensmittelschlüssel (BLSII.3) für Produkte ausgewählt, die sich dieser Kategorie zuordnen ließen. Mit ihnen wurde eine nicht-angereicherte Vergleichsgruppe konstruiert, deren Mediane denen der angereicherten „*Getränke auf Milchbasis*“ gegenübergestellt werden konnten.

Bei beiden Lebensmittelgruppen zeigte sich deutlich, dass die angereicherte Variante mehr Nährstoffe enthielt als die nicht angereicherte Vergleichsgruppe. Die Unterschiede sind z.T. nicht unbeträchtlich (man beachte die logarithmische Einteilung auf der Y-Achse). Allerdings gilt dies nicht für alle Nährstoffe. Der deklarierte Gehalt an Vitamin B₁₂ ist bei den angereicherten Getränken auf Milchbasis nicht höher als bei der BLSII.3-Standardgruppe. Dass einige Spurenelemente fehlen, liegt wahrscheinlich an fehlenden Analysendaten.

Abbildung 9/10: Gehalt an Nährstoffen in „Getränken auf Milchbasis“ (Median aus n = 1 bis 17 Produkten mit dem jeweiligen Nährstoff) im Vergleich zu entsprechenden Produkten (Datensätzen des BLSII.3) als nicht-angereicherte Vergleichs-Lebensmittel (Median aus n = 6)

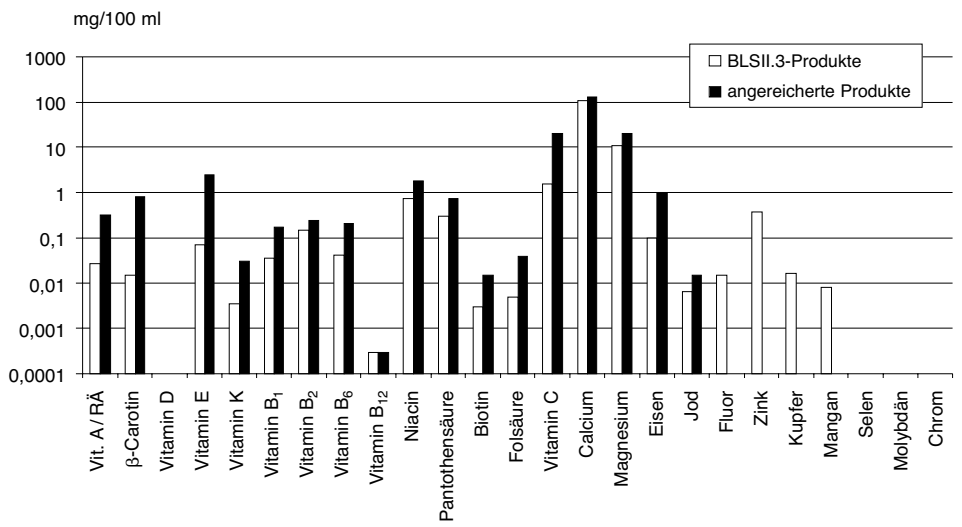
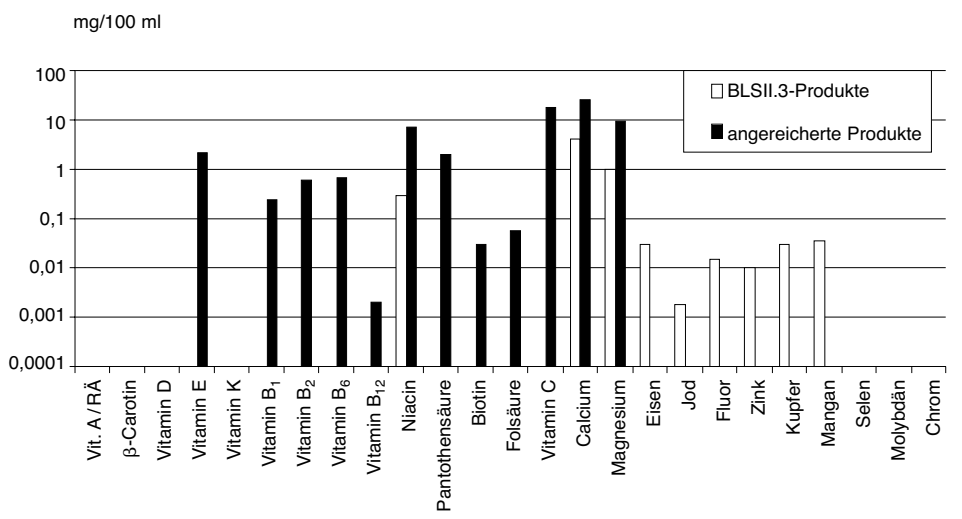


Abbildung 9/11: Gehalt an Nährstoffen in „Energy Drinks“ (Median aus n = 2 bis 33 Produkten mit dem jeweiligen Nährstoff) im Vergleich zu coffeinhaltigen Limonaden (lt. BLSII.3) als „nicht“-angereicherte Vergleichs-Lebensmittel (Median aus n = 2)



Für die Gruppe der *Energy Drinks* wurden die schon lange am Markt verfügbaren koffeinhaltigen Limonaden (Erfrischungsgetränke) als Vergleich herangezogen (ebenfalls lt. BLSII.3). Hier muss noch mehr als bei den *Getränken auf Milchbasis* ein anderes Verzehrsverhalten als bei den Vergleichs-Lebensmitteln vermutet werden. Die *Energy Drinks* sprechen andere Zielgruppen an und werden weniger als Erfrischungsgetränk sondern eher als „Szenetrunk zum Aufputschen“ verzehrt, darin eher Kaffee vergleichbar. Beim Vergleich zwischen angereicherten und nicht-angereicherten Lebensmitteln zeigt sich im Fall der *Energy Drinks* besonders deutlich, wie sehr die Beurteilung der Anreicherung von der Wahl der Vergleichsgruppe abhängt (Abb. 9/11). Viele Vitamine, die in relativ großen Mengen in Energy Drinks auftauchen, sind in bisherigen koffeinhaltigen Erfrischungsgetränken gar nicht vorhanden, und in Kaffee auch nicht in nennenswerten Mengen. Umgekehrt ist bei den Mengen- und Spurenelementen zu beachten, dass der Gehalt des Trinkwassers, mit dem die Getränke hergestellt werden, in den Nährstoffgehalt der koffeinhaltigen Limonaden (Erfrischungsgetränke) laut Bundeslebensmittelschlüssel eingeht. Für die Energy Drinks liegen hier keine Daten vor.

9.4 Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie zeigt, dass eine große Vielzahl an Produkten auf dem deutschen Markt angeboten wird, denen Vitamine und Mineralstoffe zugesetzt werden. Zahlreiche Lebensmittelgruppen mit einer nennenswerten Anzahl an *angereicherten* Produkten konnten identifiziert werden. Bei einigen dieser Gruppen wie z.B. bei den *Fruchtsaftgetränken*, *Erfrischungsgetränken* oder auch bei *Milchprodukten* (in Portions-Packungen) ist die Zahl der gefundenen Produkte derart hoch, dass vermutet werden kann, dass die Anreicherung schon zum Standard geworden ist - ohne dass dies hier aber geprüft wurde. Bemerkenswert ist auch, dass z.B. allein bei den Süßwaren (Gruppe *Zucker*, *Süßstoffe*, *Süßwaren*) 72 Produkte gefunden wurden, denen Vitamine u./o. Mineralstoffe bzw. Spurenelemente zugesetzt waren.

Der Zusatz zu Lebensmitteln betrifft nicht nur Vitamine und Mineralstoffe. Viele Produkte - auch dies zeigt diese Erhebung - enthalten zusätzlich noch andere Zusätze (Aminosäuren, Nukleotide, Cholin etc.) oder auch diese anderen Zusätze allein. Auf sie kann aus Platzgründen hier nicht eingegangen werden.

Die vorgelegte Bestandsaufnahme erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Trotzdem bietet sie mit der Produkterfassung in zwei großen Einzugsbereichen (Berlin und Köln) und ihrer Dauer über mehrere Jahre eine Übersicht, die einer überregionalen repräsentativen Erhebung nahe kommt. Die Tatsache, dass die Produktfluktuation einbezogen bleibt, die bei Lebensmitteln sehr hoch ist (16), lässt zwar Produkte in die Auswertung gelangen, die inzwischen beanstandet oder wegen Erfolglosigkeit vom Markt genommen worden sein könnten, sichert aber zusätzlich die Vollständigkeit der Erhebung.

Grundsätzlich konnte zwischen Produkten in *abgeteilter* Form und *herkömmlichen Lebensmitteln* unterschieden werden. Dies ist insofern von Bedeutung, als sich damit zeigt, wie sich der Markt angereicherter Produkte inzwischen verteilt. Weiterhin ist hervorzuheben, dass sich die Grenzen zwischen bisher bekannten Lebensmittelgruppen (siehe als Beispiel ein Produkt wie „Trinkfrühstück“) auflösen. Es gibt angereicherte Produkte, die sich problemlos herkömmlichen Lebensmittelgruppen zuordnen ließen, z.B. Fruchtsaftgetränke, Süßwaren oder Brot, Backwaren. Aber anscheinend lassen sich zahlreiche neue Lebensmittel nicht zwanglos bei bekannten Lebensmittelgruppen einreihen bzw. sie können nicht einmal als *herkömmlich* bezeichnet werden.

Energy Drinks, Sportgetränke oder auch *Schnitten, Riegel* stellen neue *Lebensmittelgruppen eigener Art* dar. Man kann für sie kaum bisherige Verzehrsgewohnheiten oder eine entsprechende Verwendung bisher bekannter Lebensmittelgruppen voraussetzen, was ihre Beurteilung schwierig macht.

Dies wird deutlich bei Überlegungen zur Auswirkung der „Anreicherung“. Denn angereicherte Lebensmittel sind nur im Hinblick auf eine bestimmte Vergleichsgruppe als „reicher an Nährstoffen“ anzusehen. Ob dann auch von einer höheren Nährstoffaufnahme mit angereicherten Lebensmitteln auszugehen ist, ist eine offene Frage. Geklärt werden muss, ob solche angereicherte Varianten in gleicher Weise verzehrt werden, wie die nicht-angereicherten Vergleichsprodukte. Es wird Verbraucher geben, die neue Produkte z.B. Riegel, Flakes-Kreationen als Ersatzmahlzeiten verzehren (daher der in Tab. 9/2 gewählte Name „substitute foods“) oder die erst durch die Anreicherung auf neue Produkte aufmerksam werden und sie vielleicht als Snacks zusätzlich essen oder als Ersatz für bisher bevorzugte, völlig andere Lebensmittel-Kategorien, z.B. Trinkfrühstück anstatt Brot wählen oder Energie-Riegel anstatt Kekse.

Wegen der unbestimmten Vergleichbarkeit bei der Anreicherung wurde darauf verzichtet, die Mengen der zugesetzten Vitamine und Mineralstoffe tabellarisch zusammenzustellen. Abgesehen davon, dass dies aus Platzgründen nicht möglich war, setzt eine solche Zusammenstellung sehr einheitlich zusammengestellte Produktgruppen voraus. Ansonsten wären Fehleinschätzungen kaum zu vermeiden.

Als weiteres Ergebnis vermitteln die zusammengetragenen Daten den Eindruck einer deutlichen Beliebigkeit im Nährstoffzusatz. Dieser Eindruck wird dadurch verstärkt, dass hinsichtlich Art und Umfang des Zusatzes kaum Unterschiede zwischen abgeteilten Produkten (Nahrungsergänzungsmitteln) und angereicherten Lebensmitteln bestehen. Auch war jede denkbare Nährstoff-Kombination in den Produktgruppen zu beobachten, was nicht für klare ernährungsphysiologische Konzepte spricht, die hinter den Anreicherungen stünden. Eher ist zu vermuten, dass ein bestimmtes Marketing-Image (z.B. Gesundheitsbotschaften) für einzelne Stoffe oder preisgünstig verfügbare Nährstoff-Mischungen (vgl. die Maxima in Abb. 9/8 für z. B. die Vitamin-Kombination ACE bei Fruchsaft- und Erfrischungsgetränken) die Anreicherungspraxis bestimmen.

Es wird weiterhin deutlich, dass die zahlreichen Zusätze den Lebensmittelmarkt immer differenzierter machen - und unübersichtlicher. Viele Produkte enthalten nicht nur Vitamine und Mineralstoffe, sondern andere Stoffe oder Lebensmittelextrakte. Allein die einfache Auflistung der Tabelle 9/1 zeigt eine große Vielfalt an dargebotenen Ingredienzien. Nicht nur Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente werden zugesetzt, sondern auch z.B. getrockneter Salat, Spinatpulver, Algen oder verschiedene Öle.

Viele dieser Ingredienzien sind selber Bestandteile der üblichen Ernährung, und dies wirft ein neues Problem auf. Denn damit werden auch die Grenzen zwischen den beiden neu entstandenen Kategorien *abgeteilt* und *nicht-abgeteilt* durchlässiger. Spinatpulver entspricht ernährungsphysiologisch getrocknetem Spinat. Spinatpulver, angereichert mit verschiedenen Stoffen und in Presslingen angeboten, bleibt dasselbe und wäre demnach ein angereichertes herkömmliches Lebensmittel. Meist wird es allerdings als Nahrungsergänzungsmittel vermarktet, ohne Erklärung, wie aus einem allgemeinen Lebensmittel ein „Ergänzungsmittel“ werden soll. Nur wegen der Darreichungsform allein, weil Spinat in Kapseln oder Presslingen angeboten werden kann, soll die Ernährung mit Spinat ergänzt werden?

Die Unübersichtlichkeit nimmt auch hinsichtlich möglicher Überdosierungen zu. In Finnland hat sich bei Kalkulationen für die Gesamtaufnahme an Calcium ergeben, dass 5 % der Bevölkerung schon über der als gesundheitlich definierten Obergrenze („upper level“) von 2500 mg/Tag (5, 13) liegen könnten, wenn man einen bevorzugten Verzehr von nur 4 angereicherten Lebensmittelgruppen zu Grunde legt (22). Dies demonstriert, wie nahe die Anreicherungspraxis an das Risiko einer Überdosierung führen kann.

Darüber hinaus wäre zu berücksichtigen, dass Hersteller ihren Produkten häufig größere Mengen an Vitaminen zusetzen als sie deklarieren, z.B. auch, um die deklarierten Mengen innerhalb der angegebenen Mindesthaltbarkeit garantieren zu können. Bei Untersuchungen in Großbritannien für „food supplements“ sind dafür Mengen von ca. 30 % veranschlagt worden (9).

Weitreichende Kenntnisse über die Anreicherungspraxis in Deutschland und über die tatsächliche Nährstoffaufnahme der Bevölkerung sind somit immer notwendiger. Bevor aber entsprechende Ernährungserhebungen gestartet werden, wäre eine Abklärung der zu Grunde zu liegenden Palette angereicherter Produkte notwendig, wofür diese Studie einen gewissen Einstieg bieten kann. Es ist darüber hinaus ins Kalkül zu ziehen, dass angereicherte Lebensmittel sehr individuell in den täglichen Ernährungsplan eingefügt werden, aber dort nicht unbedingt als Ersatz für ähnliche, nicht-angereicherte Produkte verzehrt werden. Die Annahme einer allgemein vermehrten Nährstoffaufnahme durch Anreicherung wäre somit zu einfach.

Insofern lässt sich das Resümee ziehen, dass die Anreicherungspraxis große Probleme einer wachsenden Unübersichtlichkeit, und hinsichtlich einer möglichen Überdosierung große Fragen aufwirft. Es fehlen verlässliche Verzehrdaten auf Grundlage aktueller Zusammenstellungen angereicherter Produkte, ähnlich, aber in erweiterter Form, wie sie im Gesundheitssurvey 98 begonnen wurden (17).

Man ist angesichts dieser Beobachtungen geradezu versucht, Regeln für die Anreicherung zu fordern. Dies würde die Frage nach der zu Grunde zu legenden Rationale für eine solche Regelung, etwa auch für eine Höchstmengenregelung aufwerfen. Willkürliche Höchstmengenfestsetzungen würden kaum überzeugen und einseitige Restriktionen könnten gegenteilige Effekte bewirken. Auch ist zu berücksichtigen, dass neue Lebensmittel tagtäglich entwickelt und angeboten werden, und wahrscheinlich auch zu verändertem Ernährungsverhalten führen. Die Herausforderung liegt also darin, Schritt zu halten mit der erkennbar dynamischen Entwicklung auf dem Lebensmittelmarkt und aktualisierte Bestandsaufnahmen vorzubereiten. Nur durch eine sorgfältige Beobachtung der weiteren Entwicklung und mit einer entsprechend angepassten Beurteilung kann rechtzeitig und vernünftig gegengesteuert werden, wenn dazu Anlass besteht.

9.5 Literatur

- (1) Beitz R, Mensink GBM, Fischer B, Thamm M: Vitamins - dietary intake and intake from dietary supplements in Germany. *European Journal of Clinical Nutrition* 56 (2002) 539-545
- (2) Braun K, Hahn A, Watkinson BM, Schmitt B: Functional Foods - Konzept und Ziele. *Ernährungs-Umschau* 48 (2001) 180-187
- (3) Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung (Hrsg.): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau Braus, 1. Auflage, Frankfurt am Main (2000)
- (4) Deutscher Bundestag, Drucksache 14/4697, 14. Wahlperiode, 22.11.2000: Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Sabine Bergmann-Pohl, Wolfgang Lohmann (Lüdenscheid), Dr. Wolf Bauer, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der CDU/CSU – Drucksache 14/4208: Funktionelle Lebensmittel in Deutschland.
<http://dip.bundestag.de/btd/14/046/1404697.pdf> (26.08.2004)
- (5) Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride: 3. A Model for the development of tolerable Upper Intake Levels. (2000) 51–70 http://print.nap.edu/pdf/0309063507/pdf_image/51.pdf (26.08.2004)
- (6) European Advisory Services (EAS): Marketing Food Supplements, Fortified & Functional Foods in Europe, Legislation & Practice 2000.
<http://www.eas.be/home.cfm> (26.08.2004)
- (7) Elmadfa I: Nährstoffanreicherung im Rahmen der Definition „Obergrenze einer sicheren Zufuhr“ (Upper Levels of Intake). In: Elmadfa I, König J (Hrsg.): Nährstoffanreicherung von Lebensmitteln. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart (2002) 9-19
- (8) Fischer B, Döring A: Häufigkeit der Einnahme von Vitamin- und Mineralstoffpräparaten. Vergleich nationaler und internationaler Studien. *Ernährungs-Umschau* 46 (1999) 44-47
- (9) Food Standards Agency: Expert Group on Vitamins and Minerals: Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals, May 2003
<http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/vitmin2003.pdf> (26.08.2004)
- (10) Hüsing B, Menrad K, Menrad M, Scheef G: Functional Food – Funktionelle Lebensmittel. Gutachten im Auftrag des Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (1999)
- (11) Klipstein-Grobusch K, Kroke A, Voß S, Boeing H: Einfluß von Lebensstilfaktoren auf die Verwendung von Supplementen in der Brandenburger Ernährungs- und Krebsstudie. *Z Ernährungswiss* 37 (1998) 38-46
- (12) Kommission der Europäischen Gemeinschaften Richtlinie 2002/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Nahrungsergänzungsmittel
http://europa.eu.int/eur-lex/pr/de/oj/dat/2002/l_183/l_18320020712de00510057.pdf (06.09.04)

- (13) Kommission der Europäischen Gemeinschaften / Scientific Committee on Food: Opinion of the Scientific Committee on Food On the Tolerable Upper Intake Level of Calcium (expressed on 4 April 2003). SCF/CS/NUT/UPPLEV/64 Final 23 April 2003 http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out194_en.pdf (01.09.04)
- (14) Kommission der Europäischen Gemeinschaften / Scientific Committee on Food (SCF 2000): Opinion of the Scientific Committee on Food on the safety of use of beta carotene from all dietary sources (Opinion adopted by the SCF on 7 September 2000) SCF/CS/ADD/COL/159 Final http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scfout71_en.pdf (01.09.04)
- (15) Lyle BJ, Mares-Perlman JA, Klein BEK, Klein R, Greger JL: Supplement Users Differ from Nonusers in Demographic Lifestyle, Dietary and Health Characteristics. J Nutr 128 (1998) 2355-2362
- (16) Menrad K: Strategien zur Verbesserung der Innovationsfähigkeit kleiner und mittelständischer Unternehmen des produzierenden Ernährungsgewerbes. 41. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus e. V. vom 8. bis 10. Oktober 2001 in Braunschweig <http://www.fal.de/gewisola/dokumente/volltexte/menrad.pdf> (26.08.2004)
- (17) Mensink G, Burger M, Beitz R, Henschel Y, Hintzpeter B: Der Bundesgesundheits-survey – eine Bestandsaufnahme der Gesundheit. In: Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Was essen wir heute? Ernährungsverhalten in Deutschland. Robert Koch-Institut, Berlin (2002) 11-15
- (18) Pilar Gv: Rasante Newcomer – Zuwachsraten bei Getränken mit Zusatznutzen. Lebensmittel Zeitung 16 (2000) 47
- (19) Rajan M: The Global Market for Vitamins in Food, Feed, Pharma and Cosmetics. RGA-096N, Business Communications Company, Inc., Norwalk, CT <http://www.bccresearch.com/editors/RGA-096N.html> (26.08.2004)
- (20) Rowe PM: Beta-carotene takes a collective beating. Lancet 347 (1996) 249
- (21) Schellhorn B, Döring A, Stieber J: Zufuhr an Vitaminen und Mineralstoffen aus Nahrungsergänzungspräparaten in der MONICA-Querschnittstudie 1994/95 der Studienregion Augsburg. Z Ernährungswiss 37 (1998) 198-206
- (22) Suojanen A, Raulio S, Ovaskainen ML: Liberal fortification of foods: A study relating to Finland. J Epidemiol Community Health 56 (2002) 259-264
- (23) US Department of Health and Human Services, Centre for Disease Control and Prevention (CDC), National Centre for Health Statistics: National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III, 1988-1994): Use of Dietary Supplements. <http://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/databriefs/dietary.pdf> (26.08.2004)
- (24) Viell B: Funktionelle Lebensmittel und Nahrungsergänzungsmittel. Wissenschaftliche Gesichtspunkte. Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz. Bundesgesundheitsblatt 44 (2001) 193-204
- (25) Winkler G, Brasche S, Heinrich J: Ernährungserhebung bei Erwachsenen in Erfurt 1991/92: Verzehr von Lebensmitteln und Supplementen. Z Ernährungswiss 36 (1997) 143-150

Zusammenfassung der einzelnen Kapitel des Ernährungsberichts 2004¹

Die in Abständen von 4 Jahren veröffentlichten Ernährungsberichte bieten jeweils aktuelle Daten aus Erhebungen zur Ernährungssituation und werden durch Übersichten, Analysen und Berichte von Studien zu aktuellen Problemen der Ernährung ergänzt und durch deren Bewertungen abgerundet. Diese Inhalte sind auf zwei Abschnitte verteilt: I. *Zur Entwicklung der Ernährungslage in Deutschland* (Kapitel 1) und II. *Zu Risiken und Nutzungen in der Ernährung* (Kapitel 2 – 9).

Kapitel 1: Ernährungssituation in Deutschland

Die Ernährung ist ein wichtiger Teil des Lebensstils. Neben der körperlichen Aktivität und der Abwesenheit von gesundheitsschädlichen Verhaltensweisen wie Rauchen und Alkoholabusus ist vollwertige Ernährung ein bestimmender Faktor für Gesundheit und Wohlbefinden. Eine vollwertige Ernährung ist die Voraussetzung für individuelle Leistungsfähigkeit, fördert das Wohlergehen des Menschen und hilft Kosten im Gesundheitswesen zu sparen. Stand früher die ausreichende Versorgung der Menschen mit Nahrung im Mittelpunkt, so muss heute angesichts der zunehmenden Häufigkeit von ernährungsmitbedingten Krankheiten das Bemühen um eine ausgewogene und vollwertige Ernährung im Vordergrund stehen. Die aktuellen Informationen zur Ernährungssituation der Bevölkerung in Deutschland in diesem Kapitel liefern die Voraussetzungen für jegliche präventive Maßnahmen, unter anderem auch für die Motivation der Menschen zu einer gesundheitsförderlichen Ernährungsweise.

Aktuelle Schwerpunkte dieses Kapitels sind die Ernährungssituation der Bevölkerung - insbesondere mögliche Unterschiede zwischen den alten und neuen Bundesländern -, der Vergleich des Ernährungsverhaltens mit den aktuellen wissenschaftlichen Empfehlungen, das Aufzeigen von Trends bei gesundheitspolitisch gewünschten und unerwünschten Veränderungen im Ernährungsverhalten und Hinweise auf wichtige Aktionsfelder für öffentliche Präventionsmaßnahmen.

Querschnitts- und Trendanalysen zu Lebensmittelverzehr und Nährstoffzufuhr

In *Querschnittsanalysen* wird für einen bestimmten Zeitpunkt die Ernährungssituation verschiedener Personengruppen verglichen, um Risikogruppen zu identifizieren und entsprechende Präventionsmaßnahmen gezielt ansetzen zu können. Darüber hinaus können Querschnittsanalysen aufdecken, inwieweit einmal definierte Ernährungsziele für die Bevölkerung erreicht sind. *Trendanalysen* beobachten die Ernährungssituation über eine bestimmte Zeitspanne, um deren Entwicklung erfassen zu können. So lässt sich klären, inwieweit Präventionsmaßnahmen gewirkt haben, und ob sie verstärkt oder verändert werden müssen.

Wichtigste Quellen für die Erfassung der Ernährungssituation sind, wie in den früheren Ernährungsberichten, die Daten der *Agrarstatistik* sowie der *Einkommens- und*

¹ Verfasser: Wolfram, Günther

Verbrauchsstichproben (EVS). Dabei werden die Stärken der Daten der Agrarstatistik in ihrer Repräsentativität und ihre Schwächen bei ihrer Validität durch die EVS gut ergänzt. Die Stärken der EVS liegen bei ihrem großen Stichprobenumfang und ihrem detaillierten Erhebungsprogramm. Diese Haushaltsbudget-Erhebung erfasst alle 5 Jahre für einen Zeitraum von 3 Monaten die Einnahmen und Ausgaben in privaten Haushalten. Für diesen Ernährungsbericht standen die Daten aus der EVS 1998 und aus der Agrarstatistik bis 2002 zur Verfügung. Die EVS liefert Daten über Lebensmitteleinkäufe von Haushalten. Deshalb sind einige Transformationen, insbesondere von Einkaufsmengen zu tatsächlichen Verzehrsmengen und von haushaltsbezogenen in personenbezogene Mengen mit Hilfe von Korrekturfaktoren und fundierten ökonometrischen Schätzverfahren notwendig. Dieses Vorgehen bringt zwar gewisse Unschärfen mit sich, hat sich aber in den vergangenen 3 Jahrzehnten bewährt.

Auf Grund dieser Gegebenheiten basieren die *Querschnittsanalysen zu Lebensmittelverzehr* und *Nährstoffzufuhr* auf den Daten der EVS 1998. Für die *Trendanalysen auf Lebensmittelebene* werden die Daten der Agrarstatistik herangezogen. Zur Untersuchung von *Trends* in der *Nährstoffzufuhr* ist die Agrarstatistik auf Grund ihrer verbraucherfernen Erfassung doch weniger geeignet, deshalb werden dafür die Daten der EVS von 1988, 1993 und 1998 verwendet.

Mit diesem Ernährungsbericht befindet sich die Analyse der Ernährungssituation in Deutschland voraussichtlich an einem Wendepunkt. Das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft plant nach der 1. Nationalen Verzehrsstudie aus den 80er Jahren die Durchführung einer 2. Nationalen Verzehrsstudie, die unter Umständen sogar zu einem Monitoring-Instrument ausgebaut werden wird. Damit würden künftige Ernährungsberichte über ein wesentlich größeres und detaillierteres Datenmaterial verfügen als die meisten der bisherigen Ernährungsberichte.

Die *Querschnittsanalysen auf Lebensmittelebene* zeigen wie bereits im Ernährungsbericht 2000, dass in den neuen Ländern im Vergleich zu den alten Ländern durchschnittlich mehr Fleisch, Wurstwaren und Fleischerzeugnisse, Fisch, Butter, Margarine, einheimisches Frischobst, frische Südfrüchte, Gemüseprodukte, Brot und Backwaren, Honig, Marmelade und Konfitüre, Kaffee und Tee sowie alkoholische Getränke verzehrt werden. Umgekehrt ist in den alten Ländern meistens der Verzehr von Milch, Käse und Quark, anderen Speisefetten und -ölen, Nahrungsmitteln, Schokolade und Süßwaren sowie alkoholfreien Getränken höher als in den neuen Ländern. Wegen der größeren Energieaufnahme verzehren männliche Personen von vielen Lebensmittelgruppen im Durchschnitt größere Mengen als weibliche; bei Milcherzeugnissen, Käse und Quark sowie frischen Südfrüchten und Frischgemüse übertrifft jedoch der Verzehr der weiblichen Personen im Allgemeinen den der männlichen.

Eine nach Bundesländern differenzierte Querschnittsanalyse des Verzehrs von acht ausgewählten Lebensmitteln (Rindfleisch, Schweinefleisch, Wurstwaren, Fisch, Käse, Spirituosen, Traubenweine, Bier) zeigte, wie stark die *regionalen Verzehrunterschiede* teilweise ausfallen können. Als Vergleich wird jeweils der durchschnittliche Verzehr auf Bundesebene gewählt. Auch hier war ein deutlich unterschiedliches Verzehrsmuster in den alten und neuen Bundesländern erkennbar, sogar zwischen Berlin-West und Berlin-Ost.

Nährstoffzufuhrdaten wurden aus den Verzehrsdaten der EVS mit Hilfe des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS) Version II.3 berechnet. Der Vergleich dieser Werte zwischen den alten und neuen Ländern ergab für die meisten Nährstoffe statistisch signifikante Unterschiede. Deshalb wurden alle Ergebnisse zur Nährstoffzufuhr differenziert

nach *alten* und *neuen* Bundesländern dargestellt. Die Darstellung dieser Daten erfolgte tabellarisch sowohl in absoluten Zahlenwerten wie auch, der Tradition vorangegangener Ernährungsberichte folgend, zur Erleichterung einer Beurteilung der Nährstoffversorgung in Form der Werte der durchschnittlichen Zufuhr an Energie und Nahrungsinhaltsstoffen im Verhältnis (d.h. Prozentwerte) zu den entsprechenden Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr (D-A-CH-Referenzwerte).

Die Trends bei Lebensmittelverbrauch und Nährstoffzufuhr wurden anhand der Agrarstatistik und der letzten 3 EVS-Datensätze analysiert. Dabei ergab die Auswertung der EVS von 1988, 1993 und 1998 mit einheitlicher Methodik und einheitlichem Bundeslebensmittelschlüssel (Version II.3) Trendanalysen auf Nährstoffebene von hoher Konsistenz. Das Ergebnis dieser Vergleichsanalysen ist gleichzeitig eine Bestätigung für die Validität dieses Auswertungsverfahrens.

Die *ernährungsphysiologische Bewertung* erfolgt unter Randbedingungen, die bestimmte Einschränkungen mit sich bringen. Im Gegensatz zu Verzehrerhebungen stammen die Daten zum Lebensmittelverzehr aus Schätzungen auf der Basis der EVS. Dennoch erscheinen die vorliegenden Daten ausreichend valide, um auf dieser Basis eine Bewertung der Nährstoffversorgung in Deutschland vorzunehmen. Eine verbesserte Dokumentation der Nährstoffzufuhr ist von der geplanten neuen Nationalen Verzehrsstudie zu erwarten.

Der *Lebensmittelverbrauch* zeigt einige Veränderungen. Bei den *Lebensmitteln tierischer Herkunft* ist der Anstieg der verfügbaren Mengen von Geflügelfleisch und Fisch positiv zu bewerten, ebenso wie die Tendenz zu einem geringeren Verbrauch von rotem Fleisch. Positiv zu bewerten ist auch die relative Konstanz der verfügbaren Mengen von Frischmilcherzeugnissen und die steigende Tendenz des Verbrauchs von Joghurt. Der steigende Käsekonsum verbessert zwar die Versorgung mit Calcium und anderen Mineralstoffen, birgt aber die Gefahr einer vermehrten Zufuhr von Fett, insbesondere von gesättigten Fettsäuren. Der Fettkonsum insgesamt ist immer noch zu hoch und zeigt auch keine überzeugende Tendenz nach unten. Positiv zu bewerten ist, dass der Anteil von pflanzlichen Ölen und pflanzlichen Fetten inzwischen mehr als die Hälfte des Fettverbrauchs erreicht und der Verbrauch von Butter abnimmt. Gleichzeitig sollte noch der Verbrauch von Schlachtfetten abnehmen.

Bei den *pflanzlichen Lebensmitteln* ist der Kartoffelkonsum rückläufig, der Gemüse- und Obstverbrauch jedoch weiter gestiegen. Absolut gesehen ist aber der Konsum von Obst und Gemüse weiterhin zu niedrig. Das von der WHO formulierte Ernährungsziel, täglich mindestens 400 Gramm Obst und Gemüse zu verzehren, erreicht mit Ausnahme der Altersgruppen über 51 Jahren kaum eine Personengruppe. Jüngere Personen, insbesondere in den alten Ländern, müssen weiterhin motiviert werden, mehr Obst und Gemüse zu verzehren. Die sich erfreulicherweise fortsetzende Tendenz eines Rückgangs des Alkoholkonsums sei hier besonders herausgestellt.

Mehr als zwei Drittel der zugeführten Nahrungsenergie stammt aus pflanzlichen Produkten. Die Empfehlung, sich vorwiegend mit pflanzlichen Lebensmitteln zu ernähren, wird also im Durchschnitt von allen Personengruppen erreicht.

Aus diesem Lebensmittelverbrauch ergibt sich folgende *Nährstoffversorgung*: Die durchschnittliche *Energiezufuhr* liegt bei den männlichen und weiblichen Personen aller Altersgruppen bis unter 51 Jahren unter den entsprechenden Richtwerten der D-A-CH-

Referenzwerte, doch ist dabei zu berücksichtigen, dass die Richtwerte für die durchschnittliche Energiezufuhr von einer adäquaten körperlichen Aktivität mit PAL-Werten zwischen 1,6 und 1,75 ausgehen. Da die meisten Menschen in Deutschland aber körperlich nur wenig aktiv sind, ist die Energiezufuhr zu hoch. In diesem Zusammenhang ist es erwähnenswert, dass in Deutschland über 65 % der Männer und etwa 55 % der Frauen Übergewicht ($\text{BMI} \geq 25$) und innerhalb dieser Gruppe etwa 0,5 % bzw. 1,6 % eine massive Fettsucht ($\text{BMI} \geq 40$) haben. Gleichzeitig gibt es aber bei 0,4 % der Männer und 1,5 % der Frauen ein eindeutiges, klinisch relevantes Untergewicht ($\text{BMI} < 18,5$).

Bei Kindern und Jugendlichen liegen zwar keine aktuellen repräsentativen Daten für Deutschland vor. Allerdings zeigen regionale Untersuchungen, vor allem Untersuchungen zu Beginn und zum Ende der Schulzeit sowie Untersuchungen der Wehrpflichtigen übereinstimmend, dass bereits in diesen Altersgruppen Übergewicht und Fettsucht zunehmen. Repräsentative, bundesweite Daten werden für Anfang 2007 vom Kinder- und Jugendsurvey des Robert Koch-Instituts erwartet.

Die Zufuhr von *Protein* erreicht bei allen Personengruppen zwischen 12 % und 14 % der Energiezufuhr, liegt also über der zur sicheren Deckung des Bedarfs empfohlenen Proteinzufuhr der D-A-CH-Referenzwerte von 8 % bis 10 % der Energiezufuhr.

Der Anteil von *Fett* an der Energiezufuhr ist mit Werten zwischen 33 % und 38 % weiterhin zu hoch. Zwar darf die Zufuhr von Fett bei entsprechender körperlicher Aktivität auch 35 % der Energie erreichen, die durchschnittliche körperliche Aktivität der Bevölkerung entspricht aber nicht einmal den empfohlenen PAL-Werten von 1,6 bis 1,75. Diese hohe Fettzufuhr hat ein Risikopotential in Hinsicht auf Adipositas, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und bestimmte Krebsarten, z.B. Brustkrebs. Meta-Analysen von Interventionsstudien zeigen, dass durch eine geringere Fettzufuhr auch dem Übergewicht langfristig vorgebeugt wird.

Die Zufuhr *gesättigter Fettsäuren* liegt bei allen Personengruppen mehr oder minder deutlich über dem entsprechenden Richtwert von höchstens 10 % der Energiezufuhr. Die Cholesterolzufuhr liegt bei den Personengruppen über 51 Jahren im Durchschnitt über dem Richtwert von 300 mg pro Tag, da Cholesterol und gesättigte Fettsäuren häufig in den gleichen Lebensmitteln vorkommen. Die Zufuhr von *mehrfach ungesättigten Fettsäuren* erreicht knapp den in den D-A-CH-Referenzwerten angegebenen Richtwert von 7 % der Energie, ihre Zusammensetzung ist aber noch nicht optimal, da das Verhältnis der Zufuhr von Linolsäure (n-6) und α -Linolensäure (n-3) in Deutschland im Durchschnitt über 7:1 liegt, im Gegensatz zu einem empfohlenen Verhältnis von 5:1. Die Zufuhr sehr langkettiger *n-3 Fettsäuren* (Fischölfettsäuren) erreicht bei Männern im Durchschnitt etwa 250 mg und bei Frauen etwa 150 mg pro Tag. Bei den höheren Altersgruppen von Männern und Frauen liegt diese Zufuhr etwas höher. Insgesamt scheinen diese Werte in Verbindung mit der Eigensynthese langkettiger n-3 Fettsäuren aus α -Linolensäure ausreichend zu sein. Dennoch sollte in der Ernährungsberatung wegen des günstigen Verhältnisses von Linol- zu α -Linolensäure auf die bevorzugte Verwendung von Raps- und Walnussöl wie auf den Verzehr von 1 bis 2 Seefischmahlzeiten pro Woche hingewiesen werden, da n-3 Fettsäuren eine sehr wichtige protektive Wirkung gegen den plötzlichen Herztod haben.

Aus der Situation bei der Fettzufuhr ergibt sich für die Ernährungsaufklärung der Auftrag, auf eine Verringerung der Zufuhr von gesättigten Fettsäuren hinzuwirken und diese zum Teil durch ungesättigte Fettsäuren, insbesondere n-3 Fettsäuren, zu ersetzen. Diesem Ziel dient der bevorzugte Verzehr von fettarmen Sorten von Fleisch- und Milchprodukten sowie Backwaren und Süßspeisen, die maßvolle Verwendung von Butter und Eiern sowie die bevorzugte Verwendung der bereits genannten Pflanzenöle.

Die *Kohlenhydratzufuhr* beträgt im Durchschnitt über alle Personengruppen nicht einmal 50 % der Energiezufuhr. Diese Kohlenhydrate werden zwar zum überwiegenden Teil in Form von Polysacchariden zugeführt, deren Anteil an der Energiezufuhr liegt aber bei allen Personengruppen deutlich unter 30 %. Mono- und Disaccharide haben demnach einen größeren Anteil an der Energiezufuhr als die von der WHO empfohlenen 10 % für zugesetzte Zuckerarten. Bei diesem hohen Anteil von Mono- und Disacchariden ist es nicht erstaunlich, dass die Ballaststoffzufuhr bei fast allen Personengruppen im Durchschnitt niedriger ist als der D-A-CH-Referenzwert von mindestens 30 g pro Tag. Angesichts der überzeugenden Befunde zur protektiven Wirkung einer ballaststoffreichen Kost empfiehlt sich eine weitere Steigerung des Anteils ballaststoffreicher pflanzlicher Lebensmittel wie Gemüse, Obst, Vollkornprodukte und Kartoffeln.

Alkohol hat bei allen Personengruppen ab einem Alter von 25 Jahren im Durchschnitt einen nennenswerten Anteil an der Energiezufuhr, der bis zu 7 % erreicht. Dieser Durchschnittswert bedeutet, dass bei einem Teil der Bevölkerung der Anteil von Alkohol an der Energiezufuhr noch deutlich höher ist. Das Risikopotenzial einer Alkoholzufuhr in dieser Höhe in Hinsicht auf alkoholbedingte Gesundheitsschäden ist so groß, dass für die Ernährungsaufklärung dringender Handlungsbedarf besteht.

Die Vergleiche der mittleren Zufuhrmengen von Energie und Nährstoffen mit den D-A-CH-Referenzwerten in diesem Ernährungsbericht und im Ernährungsbericht 2000 machen deutlich, dass sich die Versorgung in den letzten 4 Jahren nicht entscheidend verändert hat und bei der Mehrzahl dieser Nährstoffe ausreichend ist. Die folgenden Nährstoffe müssen aber doch kommentiert werden:

Die *Natriumzufuhr* ist bei Männern und Frauen über 51 Jahren im Durchschnitt relativ hoch und übersteigt deutlich den Richtwert von 6 g Kochsalz am Tag. Daraus muss man ableiten, dass Personen mit einer Natriumzufuhr im oberen Bereich der Streuung bei entsprechender genetischer Veranlagung das Risiko einer Bluthochdruckentstehung eingehen. Die Salzzufuhr, insbesondere mit Brot und Wurstwaren, sowie das Nachsalzen bei Tisch sollten deshalb reduziert werden.

Die *Calciumzufuhr* ist bei Kindern, Jugendlichen und anderen Altersgruppen nicht zufriedenstellend. Die Menschen sollten deshalb von Jugend an motiviert werden, zur Prävention einer Osteoporose mehr calciumreiche, aber fettarme Milchprodukte und mehr calciumreiche Gemüse, z.B. bestimmte Kohllarten, und Mineralwässer zu verzehren. Die Versorgung mit Vitamin D muss zusätzlich zur Aufnahme mit der Nahrung durch die Eigensynthese von Vitamin D in der Haut durch UV-Licht verbessert werden (ausreichender Aufenthalt im Freien!). Körperliche Aktivität steigert noch zusätzlich die Knochendichte.

Die *Eisenzufuhr* ist bei weiblichen Kindern und Jugendlichen im Alter zwischen 10 bis unter 15 Jahren sowie bei jungen Frauen im Alter von 15 bis 25 Jahren nicht befriedigend. Gerade bei Frauen im gebärfähigen Alter wäre die Deckung des Eisenbedarfs jedoch besonders wichtig. Wegen der guten Bioverfügbarkeit von Häm Eisen sind Fleisch und magere Fleischwaren gute Eisenquellen und sollten in moderaten Mengen in der Nahrung nicht fehlen.

Die *Jodversorgung* ist im internationalen Vergleich nach wie vor nicht ausreichend. Deshalb muss die allgemeine Verwendung von Jodsalz nicht nur im Privathaushalt, sondern auch in der Gemeinschaftsverpflegung, vor allem aber bei der industriellen und handwerklichen Herstellung von Lebensmitteln oberste Priorität behalten. Regelmäßiger Verzehr von Seefisch und Milch unterstützt diese Maßnahme, kann sie aber nicht ersetzen.

Die Vitaminzufuhr ist mit Ausnahme von Vitamin D und Folat zufriedenstellend. Besonders in der Wachstumsphase und im Alter kommt der ausreichenden Versorgung mit *Vitamin D* für den Knochen eine wichtige Rolle zu. Die unzureichende Vitamin D-Zufuhr bei Kindern und Jugendlichen ist vor allem deshalb problematisch, weil die modernen Arten der Freizeitgestaltung keine ausreichende UV-Bestrahlung des Körpers zur körpereigenen Vitamin D-Synthese gewährleisten. Im Alter ist die Eigensynthese von Vitamin D durch eine altersbedingte Verminderung der Aktivität der entsprechenden Enzyme zusätzlich verringert. Hier ist durch verbesserte alimentäre Zufuhr von Vitamin D mit z. B. Seefisch und ausreichende Bewegung im Freien für eine Deckung des erhöhten Bedarfs als Schutz vor Osteoporose zu sorgen.

Die Versorgung mit *Folat* liegt bei Personen unter 25 Jahren deutlich unter den D-A-CH-Referenzwerten. Wegen der präventivmedizinischen Bedeutung dieses Vitamins sollten zur Verbesserung der allgemeinen Versorgung mit Folat mehr Gemüse und mehr Vollkorngetreideprodukte verzehrt werden. Zur Prävention eines Neuralrohrdefekts wird Frauen, die schwanger werden wollen oder könnten, empfohlen, pro Tag zusätzlich zum Folat in der Nahrung 400 µg synthetische Folsäure in Form von Supplementen aufzunehmen.

Aus diesen Daten zur Ernährungssituation der Bevölkerung muss man schließen, dass sich zur Lösung der Probleme *Verhaltensänderungen* nicht nur auf die *Ernährung*, sondern auch auf eine *Zunahme der körperlichen Aktivität* erstrecken müssen. Vor allem jüngere Menschen sollten die Zufuhr an Vitaminen und Mineralstoffen steigern, ohne die Energiezufuhr wesentlich zu ändern, während ältere Personen die Energiezufuhr meist absenken sollten, ohne die Zufuhr an Vitaminen und Mineralstoffen zu senken. So wird bei bedarfsdeckender fettmoderater, vollwertiger Ernährung dem Übergewicht, als dem wichtigsten Wegbereiter von Stoffwechselkrankheiten, wirksam vorgebeugt. Eine Steigerung der körperlichen Aktivität hätte starke präventive Wirkungen gegen Übergewicht, Stoffwechselkrankheiten, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Osteoporose und Dickdarmkrebs.

Zusammenhang zwischen Ernährungswissen und -verhalten

Maßnahmen der öffentlichen Ernährungsaufklärung und -beratung zielen in aller Regel auf eine Verbesserung des *Ernährungswissens* der Bevölkerung ab, mit dem Ziel, dadurch das *Ernährungsverhalten* günstig zu beeinflussen. Die 2. bayerische Verzehrsstudie (BVS II), die zwischen September 2002 und Juli 2003 durchgeführt wurde, hat bestätigt, dass zwischen dem Ernährungswissen und dem Ernährungsverhalten Beziehungen bestehen. Die Auswertung der Interviewdaten ergibt, dass weibliche Teilnehmer ein signifikant besseres Ernährungswissen haben als männliche. Darüber hinaus haben Personen aus höheren sozialen Schichten ein signifikant besseres Ernährungswissen als Personen aus niedrigeren sozialen Schichten.

Mit Hilfe statistischer Methoden lässt sich unter Ausschluss von Störgrößen auch der Einfluss des Ernährungswissens auf den Lebensmittelverzehr und die Zufuhr von Nahrungsinhaltsstoffen untersuchen. Mit steigendem Ernährungswissen werden mehr Obst, Gemüse, Milch und Milchprodukte sowie Käse und Quark verzehrt, und es wird mehr Tee getrunken. Gleichzeitig sinkt der Verzehr von Fleisch- und Wurstwaren signifikant ab. Dagegen steht der Verzehr von allen anderen Lebensmittelgruppen (z.B. Fleisch, Eiern, Brot und Backwaren oder alkoholischen Getränken) in keiner signifikanten Beziehung zum Ernährungswissen.

Ein unterschiedliches Lebensmittelverzehrsmuster geht auch mit Änderungen in der Aufnahme von Nahrungsinhaltsstoffen einher. Durch den erhöhten Verzehr von Obst und Gemüse wird bei höherem Ernährungswissen auch die Zufuhr von Ballaststoffen erhöht, weiterhin auch die von Folat, Biotin, Kalium, Calcium, Magnesium, Pantothersäure, Riboflavin und weiteren Vitaminen. Keinen signifikanten Einfluss hat das Ernährungswissen hingegen z.B. auf die Zufuhr von Protein und von den fettlöslichen Vitaminen A, D, E.

Insgesamt ist *besseres Ernährungswissen* mit einem physiologisch *günstigeren Ernährungsverhalten* verbunden. Dies spricht für die Zweckmäßigkeit von Informations-, Aufklärungs- und Beratungsmaßnahmen zur Beeinflussung des Ernährungsverhaltens der Bevölkerung.

Zeitbudget, Mahlzeitenmuster und Ernährungsstile

Bislang ist in den Ernährungsberichten die Ernährungssituation in Deutschland in ihrer ernährungsphysiologischen und ökonomischen Dimension dokumentiert worden. Wenig dargestellt wurden dagegen die sozialen, kulturellen, psychischen und zeitlichen Dimensionen. Um diese Lücke zu füllen, werden in diesem Kapitel *Umfang* und *Art der Zeitverwendung* für Ernährung, Mahlzeitenmuster und die Ernährungsstile differenziert untersucht. Einen sehr guten Ansatz bietet dafür die Analyse der Zeitbudgets der Menschen, da die Ressource *Zeit* im Gegensatz zum Geld *allen Personen* gleichermaßen zur Verfügung steht – nämlich 24 h pro Tag.

Als Datengrundlage dieses Kapitels dienen die Ergebnisse der *Zeitbudget-Erhebungen* des Statistischen Bundesamtes (StBA) von 1991/92 und 2001/02, sodass sich Veränderungen in der Zeitverwendung für Essen und Beköstigung im Verlauf von 10 Jahren darstellen lassen. Der große Stichprobenumfang von jeweils mehreren tausend Privathaushalten bot die Möglichkeit, Verhaltensänderungen und den Wandel von Zeitverwendungsmustern zu identifizieren.

Die Bundesbürger verbrachten im Jahr 1991/92 im Durchschnitt täglich 1 h und 22 min mit dem Essen, wobei es zwischen männlichen und weiblichen Personen keine bedeutsamen Unterschiede gab. Allerdings verbrachten weibliche Personen tendenziell mehr Zeit mit dem Essen zu Hause, während männliche etwas länger außer Haus gegessen haben. Nur 11 % der Deutschen haben 1991/92 täglich in außerhäuslichen Verpflegungsstätten wie Imbissständen oder heißen Theken etc. gegessen und nur 6 % besuchten täglich ein Restaurant. Trotz zunehmender zeitlicher Belastung im Alltags- und Berufsleben nehmen sich die Deutschen im Jahr 2001/02 mit 1 h und 43 min im Durchschnitt 21 min mehr Zeit für das tägliche Essen als 10 Jahre zuvor. Der größere Anteil davon (13 min) entfällt auf das Essen zu Hause und nicht auf die außerhäusliche Mahlzeiteinnahme, deren Anteil nur um durchschnittlich 8 min gestiegen ist. Der Stellenwert der Ernährung hat also während des Betrachtungszeitraums im täglichen Stress von Erwerbsarbeit, sozialen Verpflichtungen und persönlichen Freizeitaktivitäten zugenommen. Im Vergleich der Geschlechter zeigt sich, dass diese Tendenz für männliche und weibliche Personen gleichermaßen gilt. Der Vergleich zwischen Werktagen und Wochenenden macht deutlich, dass sich männliche ebenso wie weibliche Personen am Wochenende, wenn mehr disponible Zeit vorhanden ist, im Jahr 2001/02 durchschnittlich um 24 min pro Tag mehr Zeit zum Essen nehmen als an anderen Tagen.

Die täglich mindestens einmalige Inanspruchnahme der *Außer-Haus-Verpflegung* durch die Bevölkerung ab 12 Jahren ist im Beobachtungszeitraum von 18 % auf 26 % deutlich angestiegen. Die 20- bis 25-Jährigen sind hier Spitzenreiter. Trotz der zunehmenden Bedeutung des Außer-Haus-Verzehrs dominiert aber nach wie vor die häusliche Ernährungsversorgung. Von einer Auflösung der herkömmlichen *Mahlzeitenmuster* zu Gunsten einer Nahrungsaufnahme rund um die Uhr kann nicht die Rede sein, da es auch 2001/02 weiterhin feste Tageszeiten für die Nahrungsaufnahme gibt.

Die *Zeitverwendungsmuster* für das Essen werden von den Faktoren Erwerbsbeteiligung, Einkommen und Alter sowie Familienstand beeinflusst. Bei Haushalten mit höheren Monatseinkünften hat auch der Außer-Haus-Verzehr einen höheren Anteil und beeinflusst den Ernährungsstil. Allein lebende, insbesondere berufstätige Singles sind mit fast 52 % an den Werktagen intensive Nutzer der Außer-Haus-Verpflegung. Auch allein lebende männliche Rentner essen an Werktagen vergleichsweise häufig in Restaurants.

Die aus den Zeitbudget-Erhebungen vorliegenden Informationen unterstreichen die hohe *sozial-kommunikative Bedeutung* des Essens. In Familien- und Mehrpersonenhaushalten wird dem Abendessen als „*gemeinsame Familienzeit*“ eine große Bedeutung beigemessen.

Keiner anderen hauswirtschaftlichen Tätigkeit wird so viel Zeit gewidmet wie der täglichen Beköstigung, daran hat sich zwischen 1992 und 2002 nichts geändert. Frauen wenden hierfür pro Tag im Durchschnitt 1 h und 6 min auf, wobei allein 45 min für die Speisenzubereitung und weitere 20 min für das Tischdecken und den Geschirrabwasch benötigt werden.

Die tägliche *Ernährungsversorgung* liegt nach wie vor weit überwiegend in Frauenhand und stellt einen festen Bestandteil der täglichen Routinearbeit ihres Alltags dar, und zwar unabhängig vom Grad ihrer eigenen Erwerbsbeteiligung. Demgegenüber leisten erwerbstätige Männer, die in Familienhaushalten mit einer erwerbstätigen Partnerin und Kindern im schulpflichtigen Alter leben, mit durchschnittlich 20 min pro Tag einen geringeren zeitlichen Beitrag zur Beköstigung ihrer Familie als männliche Personen insgesamt mit 23 min. 46 % der männlichen Bevölkerung ab 12 Jahren zeigten im Jahr 2001/02 sogar keinerlei Beköstigungsaktivitäten. Männliche und weibliche Jugendliche werden unterschiedlich in die Beköstigungsarbeiten einbezogen, ihre Beteiligung ist aber bei weiblichen (von 63 % auf 42 %) und bei männlichen Jugendlichen (von 36 % auf 26 %) gesunken. Im Rentenalter erhalten Frauen von ihrem männlichen Partner vergleichsweise mehr Unterstützung. Männliche Rentner investieren dafür 40 min pro Tag.

Der Trend einer Zunahme des Außer-Haus-Verzehrs eröffnet vielfältige Chancen zur zielgruppenbezogenen *Ernährungsinformation* und *-aufklärung*. In dieser Hinsicht besonders Erfolg versprechend sind Kinder und Jugendliche beim Schulfrühstück oder beim Mittagessen in der Schule. Auch im Zuge des Ausbaus der Ganztagsbetreuung für Kinder müssen ernährungswissenschaftlich abgesicherte und praxisnahe Leitfäden und Informationsmaterialien zur Verfügung gestellt und Erfahrungsberichte aus „best practice“-Projekten erarbeitet werden. Dabei sollte auch Kindern und Jugendlichen beiderlei Geschlechts vermittelt werden, dass die Familienarbeit keineswegs selbstverständlich ausschließlich in den Zuständigkeitsbereich der weiblichen Familienmitglieder fällt.

Mortalität an ernährungsmitbedingten chronischen Krankheiten

In Deutschland sind Herz-Kreislauf-Erkrankungen und bösartige Tumoren weiterhin die häufigsten Todesursachen. Lässt man die durch Rauchen verursachten Todesfälle außer Acht, so sind diese ernährungsmitbedingten chronischen Krankheiten für 68 % der Todesfälle in Deutschland verantwortlich. Die Rolle der Ernährung bei der Entstehung chronischer Krankheiten ist gut belegt. Unter den beeinflussbaren Risikofaktoren nimmt die Ernährung neben dem Rauchen eine herausragende Stellung ein. Deshalb ist es besonders besorgniserregend, dass Übergewicht und Fettsucht bereits im Kindes- und Jugendalter immer häufiger werden und damit die Grundlage für eine Zunahme der chronischen, ernährungsmitbedingten Krankheiten gelegt wird.

Die epidemiologische Bedeutung und die für die Gesellschaft relevante Krankheitslast durch ernährungsmitbedingte chronische Krankheiten lässt sich neben Mortalitätsrate und zuschreibbaren Mortalitätsrisiken anhand von Maßzahlen wie Anzahl verlorener Lebensjahre, beeinträchtigungsadjustierte Lebensjahre oder Lebenserwartung in Gesundheit demonstrieren. Entsprechende Zahlen werden, sofern vorhanden, in den jeweiligen Abschnitten präsentiert.

Die grobe Betrachtung der Todesursachen nach Krankheitsgruppen zeigt ein für Industrienationen typisches Bild, das sich über die Jahre kaum verändert hat. Herz-Kreislauf-Erkrankungen haben an Bedeutung verloren, während bösartige Tumoren zugenommen haben.

Die speziellere Betrachtung der häufigsten Einzeltodesursachen weist auf einige Unterschiede zwischen Männern und Frauen hinsichtlich Rangfolge und prozentualem Anteil einzelner Krankheiten an der Gesamtmortalität hin. Bemerkenswert ist auch der deutliche Anstieg der dem Rauchen zuzuschreibenden Todesfälle bei Frauen durch Lungenkrebs. Detaillierte Betrachtungen betreffend Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Adipositas, Diabetes mellitus, bösartige Tumoren der Verdauungsorgane, Atmungsorgane, Prostata, Brustdrüse und auch der Osteoporose sind in Text und Tabellen ausführlich dargestellt.

Die Entwicklung zu einer immer höher werdenden Lebenserwartung in Deutschland hält weiter an. Während 1990 die durchschnittliche Lebenserwartung bei der Geburt für Männer 72,1 Jahre und für Frauen 78,6 Jahre betrug, sind diese Zahlen im Jahre 1999 auf 74,9 Jahre bei Männern und 81,0 Jahre bei Frauen angestiegen. Dabei wird deutlich, dass sich die geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Lebenserwartung verringern. Im europäischen Vergleich der Lebenserwartung liegt Deutschland nur im Mittelfeld. Die derzeit höchste Lebenserwartung haben im weltweiten Vergleich Männer in Island (78,2 Jahre) und Frauen in Japan (84,7 Jahre). Der allgemeine Trend zu einer immer höheren Lebenserwartung findet sich auch im späteren Sterbealter an einigen ernährungsmitbedingten chronischen Krankheiten, z.B. ischämischen Herzkrankheiten, wieder.

Kapitel 2: Toxikologische Aspekte der Ernährung

Lebensmittel sind meist sehr komplex zusammengesetzte Stoffgemische, in denen neben den ernährungsphysiologisch wichtigen Nahrungsbestandteilen auch solche natürlich gebildeten Substanzen vorkommen, die eine gesundheitliche Beeinträchtigung mit sich bringen können, z.B. Proteinase-Inhibitoren. In Lebensmitteln können zudem Rückstände

und Verunreinigungen nachweisbar sein, deren Art und Gehalt einem Wandel unterliegen, und deren Datenlage deshalb einer fortlaufenden Aktualisierung bedarf. Rückstände können nach einer absichtlichen Anwendung von Pflanzenschutz- oder Tierarzneimitteln in Lebensmitteln pflanzlicher oder tierischer Herkunft verbleiben. Verunreinigungen, z.B. Dioxine, gelangen dagegen unbeabsichtigt aus der Umwelt in die Lebensmittel. In diesem Kapitel wird die Situation auf dem Gebiet der Rückstände und Verunreinigungen fortgeschrieben. Wieder aufgenommen wurden die Schimmelpilzgifte (Mykotoxine), aktualisiert wurde das Thema Umweltkontaminanten in der Frauenmilch und neu aufgenommen wurde Acrylamid in Lebensmitteln.

Rückstände von Pflanzenschutz- und Vorratsschutzmitteln

Pflanzenschutzmittel spielen bei der Sicherung der Erträge und der Wirtschaftlichkeit in der landwirtschaftlichen Produktion nach wie vor eine wichtige Rolle. Im Pflanzenschutzgesetz werden sehr hohe Anforderungen an die Zulassung und Anwendung von Pflanzenschutzmitteln gestellt. Im Januar 2003 waren nach Angaben des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 255 Wirkstoffe in 780 Pflanzenschutzmitteln zugelassen und damit erheblich weniger als im Mai 2000. Wie in den Jahren zuvor, lag der Hauptanteil mit 44 % bei den Herbiziden, darauf folgten die Fungizide mit etwa 25 %.

Nach den Angaben der *amtlichen Lebensmittel-Überwachung* enthielten bei Gemüse zwei Drittel der einheimischen Produkte keine bestimmbar Rückstände, bei ausländischer Ware war dieser Anteil mit 48 % erheblich geringer. Insgesamt waren 57 % aller untersuchten Gemüseproben ohne bestimmbar Rückstände. Bei Obst war dagegen nur etwas mehr als ein Drittel aller Proben ohne bestimmbar Rückstände. Insgesamt hat im Vergleich zum Ernährungsbericht 2000 die Häufigkeit von bestimmbar Rückständen zugenommen, insbesondere bei den ausländischen Proben. Sowohl bei Gemüse als auch bei Obst waren mehr ausländische Erzeugnisse mit überhöhten Rückständen belastet. Paprika ist mit 5,6 % am stärksten an den Höchstmengen-Überschreitungen beteiligt. Es folgen Salatarten (5,1 %), Karotten (3,5 %) und Tomaten (3,3 %). Während bei Paprika und Tomaten über 90 % der beanstandeten Erzeugnisse aus dem Ausland stammten, wurde bei Karotten mit 25 % und Salatarten mit 39 % auch ein nicht unerheblicher Anteil einheimischer Ware registriert. Beim Obst trugen Tafeltrauben mit 8,1 % zu den Höchstmengen-Überschreitungen bei. Der Anteil von Erdbeeren betrug 4,4 % und von Papaya 3,5 %. Bei diesen drei Produkten waren nahezu ausschließlich Importe zu beanstanden.

Im Rahmen des *Monitoring-Programms* werden Untersuchungsdaten von Obst und Gemüse der Jahre 1989 bis 2001 dargestellt. Importierte Tafeltrauben sowie Erdbeeren sind mit nennenswerten Rückständen behaftet, während die Rückstandsbelastung bei Äpfeln zurückging. Auffällig viele Höchstmengen-Überschreitungen wurden bei Steinobst festgestellt. Bei Gemüse waren viele Proben von Kopfsalat und Gurken zu beanstanden, von Knollensellerie, Blumenkohl, Spargel und Zwiebeln waren aber mehr als drei Viertel der untersuchten Proben ohne bestimmbar Rückstände. Gerade das Monitoring liefert wertvolle Informationen über das allgemeine Rückstandsbild, da die jährlich gezielt ausgesuchten Lebensmittel in allen beteiligten Laboratorien unter gleichen analytischen Bedingungen untersucht werden. Im Gegensatz zu früher ist allerdings das Spektrum besonders häufig vorkommender Stoffe vielfältiger geworden.

Parallel zu dem Monitoring wird auch von der Europäischen Kommission ein koordiniertes Überwachungsprogramm durchgeführt, in dem jedes Jahr die Mitgliedstaaten mehrere Erzeugnisse auf Stoffe mit harmonisierten Höchstmengen untersuchen. Dabei waren im

Jahr 2000 bei Erbsen, Gurken, Kopfkohl und Reis 80 % der Proben ohne bestimmbare Rückstände, 17 % enthielten Rückstände unter und ca. 3 % über den harmonisierten Höchst-mengen. Betrachtet man die zusammengefassten Daten aus den Jahren 1996 bis 2000, war der Anteil an Proben ohne bestimmbare Rückstände mit 60 % bis 61 % stabil. Allerdings stiegen die Höchstmengen-Überschreitungen von 3,0 % im Jahr 1996 auf 4,5 % im Jahr 2000. Dies wurde auf unterschiedliche Untersuchungsprogramme, eine verbesserte Analysenqualität und die Herabsetzung von Höchstmengen zurückgeführt.

Rückstände von aktuell zugelassenen Pflanzenschutzmitteln spielen bei tierischen Lebensmitteln eine unbedeutende Rolle. Nach einer möglichen Aufnahme über Futter-mittel werden sie im tierischen Organismus in kurzer Zeit in wasserlösliche Verbindungen umgewandelt und wieder ausgeschieden. Aber auch Rückstände persistenter Organochlor-Insektizide und Kontaminanten mit chlorhaltigen Industriechemikalien haben ihre Bedeutung verloren. Ihre Anwendung wurde bereits in den 70er Jahren verboten oder stark beschränkt. Ihre Gehalte in den tierischen Lebensmitteln liegen in den meisten Fällen im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze. Etwas höhere Gehalte kommen noch bei Fischen vor und hängen im Wesentlichen von deren Alter und Fettgehalt ab. Bei den verschiedenen Fischarten waren in 5 % bis 43 % keine bestimmbaren Rückstände zu finden. Bei den meist aus der Teichwirtschaft kommenden Karpfen waren die Proben ohne bestimmbare Rückstände von 9 % auf 16 % gestiegen. Die durchweg niedrigen durch-schnittlichen Gehalte an bestimmbaren Rückständen sind aber gleich geblieben. Die Anteile der Proben von Milcherzeugnissen, Eiern, Fleisch, Geflügelfleisch und ihren Erzeugnissen ohne bestimmbare Rückstände von Organochlor-Verbindungen werden immer größer.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich durch wesentlich verbesserte Analysentechniken nicht nur das routinemäßig erfassbare Stoffspektrum erheblich erweitert hat, sondern auch das Nachweisvermögen für kleinste Spuren. So kommt es, dass der Eindruck entstehen kann, die Rückstandssituation habe sich gegenüber früheren Jahren verschlechtert. Auch die breite Nutzung moderner Kommunikationstechniken, z.B. Internet und E-Mail, führt dazu, dass Erntegüter im In- und Ausland noch gezielter und umfassender untersucht werden, sodass im Ergebnis mehr Rückstände aufgedeckt werden. Die vorgestellten Daten zeigen, dass die amtliche Rückstandskontrolle für den vorbeugenden Gesundheitsschutz des Verbrauchers funktioniert. Aus den vorhandenen Zahlen lässt sich eine gesundheitliche Gefährdung des Verbrauchers nicht ableiten.

Rückstände von Stoffen mit pharmakologischer Wirkung und von Kontaminanten in Lebensmitteln tierischer Herkunft

In Deutschland wurde ein Untersuchungsverbund etabliert, dessen Bogen sich von der Erzeugung eines Lebensmittels bis zur Abgabe an den Verbraucher spannt und somit dem Kontrollkonzept „from stable to table“ Rechnung trägt. Es handelt sich dabei um Untersuchungen nach dem nationalen Rückstandskontrollplan sowie die Überwachungstätigkeit der Länder im Rahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung. Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit koordiniert die organisatorische Um-setzung, ein Netzwerk aus gemeinschaftlichen und nationalen Referenzlaboratorien sowie Routinelaboratorien der Bundesländer führt die Untersuchungen durch. Der Unter-suchungsschwerpunkt liegt nicht darauf, eine statistische Aussage zur Rückstandsbe-lastung von Lebensmitteln tierischer Herkunft zu treffen, sondern auf dem Nachweis ver-botener Substanzen oder von Überschreitungen der Höchstmengen.

Stoffe mit hormoneller Wirkung bieten auf Grund ihrer wachstums- und den Fleischansatz fördernden Wirkung ein hohes Missbrauchspotenzial als illegale Masthilfsmittel. Dazu gehören so unterschiedliche Verbindungen wie Östrogene, Androgene, Stilbene, Thyreostatika und Gestagene. Für 2000 und 2001 sind keinerlei Nachweise zu verzeichnen. Dies ist ein erfreulicher Hinweis darauf, dass der Einsatz hormonell wirksamer Substanzen in Deutschland nicht von Relevanz ist.

Die Nachweise von β -Agonisten sind im Vergleich zum Ernährungsbericht 2000 erheblich zurückgegangen. Antibiotika und Chemotherapeutika haben auf Grund ihrer weiten Verbreitung und breiten Indikationsstellung einen hohen Anteil am Untersuchungsaufkommen. Der Nachweis von positiven Proben ist im Vergleich zum vorangegangenen Berichtszeitraum langfristig insgesamt zurückgegangen. Obwohl Chloramphenicol seit 10 Jahren für die Anwendung bei Tieren, die als Lebensmittel Verwendung finden könnten, verboten ist, wird es immer noch nachgewiesen. Das Niveau liegt dabei stabil unter dem des vorigen Berichtszeitraums, gleichwohl ist eine weitere Kontrolle unentbehrlich. Antiparasitika und Sedativa spielen im Rückstandsgeschehen keine Rolle. Bei der Gruppe der gegen Entzündungen wirksamen Substanzen muss das Augenmerk weiterhin auf Phenylbutazon gelegt werden. Die Nachweise von Schwermetallen in Organproben sind wie in den Jahren zuvor überwiegend auf erhöhte Cadmiumgehalte bei älteren Kühen und Pferden zurückzuführen. Bei Geflügel spielt lediglich der Nachweis von antibiotisch wirksamen Substanzen eine erwähnenswerte Rolle.

In Ergänzung zu diesen Probenentnahmen in den Beständen und Schlachtstätten, führt die amtliche Lebensmittelüberwachung vielfältige Kontrollen auf den Handelsstufen durch. Das Prinzip der gegenseitigen Anerkennung von Kontrollmaßnahmen zwischen Handelspartnern und die Zusicherung von Eigenschaften durch Genusstauglichkeitsbescheinigungen als Basis für die Globalisierung des Handels bedarf, wie die Erfahrung zeigt, dennoch einer stichprobenweisen amtlichen Kontrolle zur Sicherstellung des gesundheitlichen und wirtschaftlichen Verbraucherschutzes. Auf Grund der Ergebnisse aus dem Berichtszeitraum 1999 bis 2001 kann der Verbraucher in Deutschland davon ausgehen, dass Lebensmittel tierischer Herkunft ohne gesundheitsgefährdende Rückstände auf den Markt gebracht werden. Der gesundheitliche Verbraucherschutz bleibt auch insofern gewahrt, als dass keine akute Gefährdung entstanden ist. Gleichwohl zeigen die vereinzelt gefundenen Chloramphenicol, dass allein das Verbot einer Substanz ohne Nachkontrolle keine Garantie für die Rückstandsfreiheit von Lebensmitteln sein kann. Auf einen streng indikationsbezogenen Einsatz von Antibiotika und die korrekte Einhaltung der Wartezeiten muss hingewirkt werden.

Schimmelpilzgifte (Mykotoxine) in Lebensmitteln

Mykotoxinkontaminationen von Lebensmitteln haben weltweite Aufmerksamkeit erregt. Mit den umfangreichen Untersuchungen zum Vorkommen und zur Belastungshöhe gehen Vermeidungsstrategien der Erzeuger und Hersteller einher. Mykotoxine sind Stoffwechselprodukte bestimmter Schimmelpilzgattungen, mit denen sie wirkungsvoll Nahrungskonkurrenten bekämpfen und ihr Überleben sichern. Unter Laborbedingungen konnten 300 Mykotoxine in Reinkultur erzeugt und chemisch charakterisiert werden. Hierunter sind 20 Verbindungen, von denen man weiß, dass sie in Lebensmitteln vorkommen. Ihre besondere Bedeutung liegt darin, dass sie Krebs oder andere Erkrankungen auslösen können.

Mykotoxine können auf landwirtschaftlichen Erzeugnissen bereits vor der Ernte gebildet werden, und ihre Gehalte können sich unter bestimmten Bedingungen von da an weiter erhöhen. Es kommen aber auch Kontaminationen bei der Lagerung von Lebensmitteln vor. Da die Möglichkeiten, eine natürliche Mykotoxinkontamination zu erkennen und zu verhindern, begrenzt sind, kann es auch keine absolute Gewähr für mykotoxinfreie Lebensmittel geben. Bei Aflatoxin B₁ ist mit einer Quote von 6 % Höchstmengen-Überschreitungen und einer Kontaminationsrate von 22 % Schalenobst (Pistazien, Paranüsse, Mandeln, Haselnüsse und Erdnüsse) neben Gewürzen (10 % Höchstmengen-Überschreitungen, 42 % positive Proben) das am stärksten belastete Segment des Warenkorbs. Ochratoxin A, Deoxynivalenol, Fumonisine, Zearalenon und Patulin sind weitere Mykotoxine, die von der Lebensmittelüberwachung laufend kontrolliert werden. Das Problembewusstsein und das Bemühen, die Ursachen der Mykotoxinbildung zu erforschen, nehmen ständig zu. Von daher besteht die begründete Aussicht, dass unter dem Einfluss verbesserter Nacherntebehandlung, von Hygienemaßnahmen bei der Verarbeitung und insbesondere auch von optimierten Anbaubedingungen die Mykotoxinkontamination in naher Zukunft verringert wird.

Umweltkontaminanten in der Frauenmilch

Berichte über Schadstoffe in der Frauenmilch haben in den letzten 30 Jahren immer wieder zu Verunsicherungen bei stillenden Müttern geführt. Umfangreiche Auswertungen der bis Mitte der 90er Jahre durchgeführten Frauenmilchuntersuchungen haben seinerzeit ergeben, dass die Gehalte der meisten persistenten Organochlor-Verbindungen im Verlauf der Jahre erheblich zurückgegangen waren. Diese Ergebnisse wurden 1995 von der Nationalen Stillkommission als Grundlage für eine Neubewertung des mit dem Stillen verbundenen gesundheitlichen Risikos herangezogen. Die Stillkommission sah in den vorhandenen Rückstandsgehalten kein gesundheitliches Risiko für den Säugling und empfahl den Müttern, ihre Kinder bis zum Übergang auf die Löffelnahrung (4 - 6 Monate lang) voll zu stillen, und sah auch kein gesundheitliches Risiko für den Säugling, wenn danach – zusätzlich zur Beikost und Kleinkindernahrung – noch weiter gestillt wird. Diese Empfehlung hat dazu beigetragen, dass die bundesweite Anzahl an Frauenmilchuntersuchungen in den letzten Jahren deutlich abgenommen hat. Auch wenn die geringeren Probenzahlen keinen Anspruch auf Repräsentativität erheben können, sind Aussagen zum weiteren Verlauf der Schadstoffbelastung in den letzten beiden Jahrzehnten möglich. Demnach ist die Schadstoffbelastung mit Organochlor-Pestiziden in der Frauenmilch in den letzten Jahren weiterhin zurückgegangen. Regionale Unterschiede in der Frauenmilchbelastung sind nicht erkennbar. Eine Ausnahme bildet allerdings DDT, dessen Gehalte in Frauenmilchproben aus den neuen Bundesländern auf Grund des längeren Einsatzes in der ehemaligen DDR tendenziell höher sind. Seit Beginn der 90er Jahre ist auch ein permanenter Rückgang der polychlorierten Biphenyle in Frauenmilch zu beobachten. Verglichen mit den Ergebnissen der Jahre 1979 bis 1981 liegen die aktuell gemessenen Gehalte der Organochlor-Pestizide über 90 % und der polychlorierten Biphenyle über 80 % niedriger. Überschreitungen der Referenzwerte werden nur noch gelegentlich beobachtet, wobei es sich in aller Regel um aus Entwicklungsländern zugezogene Mütter oder um Frauen handelt, die längere Zeit in Entwicklungsländern gelebt haben.

Während sich zu Beginn der 90er Jahre ein relativ starker Rückgang der Dioxinbelastung von Frauenmilch zeigte, stagnierten die mittleren Gehalte in der Folgezeit. Trotz dieser Verlangsamung des rückläufigen Belastungstrends in den letzten Jahren kann aber fest-

gehalten werden, dass die mittleren Dioxingehalte in Frauenmilch seit 1989 um ca. 70 % abgenommen haben.

Eine eindeutige Bewertung der Belastung von Frauenmilch mit polybromierten Diphenylethern, die als Flammenschutzmittel eingesetzt werden, ist auf Grund lückenhafter Kenntnisse bezüglich Exposition und Toxizität noch nicht abschließend möglich.

Umfangreiche bundesweite Untersuchungen belegen, dass die Belastung von Frauenmilch mit persistenten Organochlor-Pestiziden, polychlorierten Biphenylen und Dioxinen in den vergangenen 30 Jahren um 70 % bis 90 % abgenommen hat. Überschreitungen der 1999 empfohlenen Referenzwerte werden nur noch vereinzelt beobachtet, wobei der Grund in aller Regel auf einen längeren Auslandsaufenthalt der Mutter zurückzuführen ist. An der Beurteilung der Belastungssituation von Frauenmilch durch die Nationale Stillkommission hat sich nichts geändert. Es wird weiterhin empfohlen, bis zum Übergang auf die Löffelnahrung (ca. 4 - 6 Monate) die Kinder voll zu stillen.

Acrylamid in Lebensmitteln

Im April 2002 hat die schwedische Behörde für Lebensmittelsicherheit Forschungsergebnisse veröffentlicht, wonach das im Tierversuch krebserregende Acrylamid in zum Teil sehr hohen Gehalten in stärkereichen gebratenen, gebackenen und frittierten Lebensmitteln gefunden werden konnte. Acrylamid wird in der EU in großen Mengen hergestellt und zur Produktion von Polyacrylamid verwendet, dessen breiteste Anwendung in der Trink- und Abwasseraufbereitung besteht. Nach einhelliger Expertenmeinung besitzt die Exposition des Verbrauchers durch die technischen Anwendungen des Polyacrylamids und dessen Restgehalte an Acrylamid keine gesundheitliche Bedeutung.

An zahlreichen Lebensmitteln durchgeführte Untersuchungen haben gezeigt, dass die höchsten Acrylamidkonzentrationen in Produkten aus Kartoffeln und Getreide festzustellen sind, wenn diese durch Braten, Rösten, Backen oder Frittieren einer starken Hitze ausgesetzt waren. Inzwischen ist geklärt, dass die Hauptmenge an Acrylamid aus der Aminosäure Asparagin freigesetzt wird, wenn diese zuvor mit reduzierenden Zuckern, wie Traubenzucker oder Fruchtzucker eine Kondensationsreaktion eingegangen ist. Temperatur, Erhitzungsdauer, Wasserverfügbarkeit, Rohstoffauswahl und Behandlung, sowie der Zusatz von bzw. Verzicht auf bestimmte Additive sind die wichtigsten Faktoren, mit denen das Ausmaß der Acrylamidbildung beeinflusst werden kann. Die Minimierungsmaßnahmen sind in ihrem Erfolg allerdings begrenzt, da die Gehalte an natürlichen Inhaltsstoffen, die zur Acrylamidbildung führen, von einer Vielzahl von Parametern abhängen, die nur teilweise von Herstellern oder Verbrauchern in der Küche beeinflusst werden können.

Die krebserzeugende Wirkung von Acrylamid beim Tier wurde in zwei Langzeitversuchen mit Ratten als Versuchstieren nachgewiesen. Der genaue Mechanismus, der zur Tumorbildung führt, ist noch nicht bekannt. Zwar gibt es bisher noch keine Belege für eine kanzerogene Wirkung von Acrylamid beim Menschen, andererseits bestehen aber auch keine Anhaltspunkte für eine unterschiedliche Wirksamkeit bei Tier und Mensch. Deshalb wird Acrylamid nach EU-Recht als für den Menschen krebserzeugend und als erbgutverändernd angesehen. Allerdings konnte noch bei keiner der bisher durchgeführten epidemiologischen Untersuchungen gezeigt werden, dass durch berufliche Acrylamid-

exposition oder durch die Aufnahme über Lebensmittel ein erhöhtes Krebsrisiko für den Menschen entsteht.

Die individuelle Belastung mit Acrylamid lässt sich über das Reaktionsprodukt von Acrylamid mit dem Blutfarbstoff Hämoglobin nachweisen. Entsprechende Untersuchungen zeigen, dass Rauchen eine stärkere Belastung darstellt als die Lebensmittelaufnahme.

Das Krebsrisiko durch Acrylamid in Lebensmitteln für den Menschen – sofern es überhaupt existiert – lässt sich heute nicht verlässlich quantifizieren. Weit wichtiger als der Verzicht auf Acrylamid-haltige Lebensmittel ist aber die Senkung des Basisrisikos für Krebs. Dies kann vor allem durch den Verzicht auf das Rauchen, maßvollen Alkoholkonsum und durch eine vielseitige Kost mit hohem Gemüse- und Obstanteil (vollwertige Ernährung gemäß den 10 Regeln der DGE), ergänzt durch ausreichend körperliche Bewegung, erreicht werden.

Schlussbemerkungen

Zusammenfassend muss darauf hingewiesen werden, dass durch die Verbesserung der Analytik die Zahl der Lebensmittel, die frei von nachweisbaren Rückständen oder Kontaminanten sind, ständig absinkt. Zwar besitzen alle Verbindungen, die als Rückstände oder Kontaminanten vorkommen, bei sehr hohen Aufnahmemengen belegbare nachteilige gesundheitliche Auswirkungen, diese Mengen werden aber von keinem der berichteten Rückstandsbefunde erreicht. Mit abnehmenden Mengen sinkt das Risiko einer gesundheitlichen Beeinträchtigung im Allgemeinen bis zu einem Schwellenwert, unterhalb dessen eine schädliche Wirkung ausgeschlossen werden kann. Diese für Rückstände festgesetzten Höchstmengen liegen noch weit unterhalb dieser Schwellenwerte. Rückstandsbefunde in diesen Konzentrationen bedeuten an sich noch keine direkte Gesundheitsgefahr, sondern stellen ein Frühwarnsystem dar, um Maßnahmen gegen Missstände treffen zu können.

Kapitel 3: Mikrobiologische Aspekte der Ernährung

Bei den akuten Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen, die vor allem zu gesundheitlichen Störungen im Magen- und Darmbereich führen, liegt die Schwierigkeit, präzise Zahlen über Erkrankungsfälle und verursachende Lebensmittel zu erhalten, u.a. in der Abgrenzung lebensmittelbedingter Erkrankungen von anderen Infektionen des Magen-Darm-Trakts, die z.B. durch mangelnde Hygiene (Schmierinfektionen) von Mensch zu Mensch übertragen werden. Zudem entziehen sich mildere Verlaufsformen dieser Erkrankungen der genaueren Erfassung, weil die Erkrankten nicht zum Arzt gehen.

Dies sind einige der Gründe, neben der Erfassung der reinen Erkrankungszahlen oder den Berichten über Kontaminationsraten von Lebensmitteln durch die amtliche Lebensmittelüberwachung in den letzten Jahren, die Identifizierung und Ursachenklärung mikrobiell verursachter Lebensmittelerkrankungen stark zu verbessern. Dies betrifft auch die Aufdeckung von zusammengehörigen Erkrankungsgeschehen, die vorher nur als unauffällige Einzelfälle ungenügend erfasst wurden. Besonders hilfreich war die Einführung des neuen Infektionsschutzgesetzes im Jahr 2001.

Die *Salmonellose* stellte auch im Zeitraum 1999 bis 2002 die bedeutendste bakterielle Infektionskrankheit des Menschen dar. Salmonellosen verlaufen meist als Durchfallerkrankungen, jedoch kann es in einzelnen Fällen zu schwereren Allgemeininfektionen bis hin zu Todesfällen kommen. Nachdem 1992 mit 195 378 Erkrankungen eine langjährige Spitze erreicht worden war, ging die Zahl der Salmonellosen seit 1993 kontinuierlich auf 63 044 im Jahr 2003 zurück. Seit 2001 werden die Meldungen über Infektionskrankheiten nach dem Infektionsschutzgesetz vorgenommen. Durch die damit verbundene erweiterte Meldepflicht ist neben den Salmonellen die zunehmende Bedeutung von anderen Enteritis-Erregern, insbesondere *Campylobacter*, deutlich geworden.

Wie schon im Zeitraum 1991 bis 1998 stand *Geflügelfleisch* von 1999 bis 2002 mit ca. 15 % an der Spitze der mit Salmonellen behafteten rohen tierischen Lebensmittel. Salmonellenbelastungen bei *Fleisch ohne Geflügel* lagen 1999 bei 1,7 % und 2002 bei 2,3 %. Die Salmonellen-Kontaminationen bei *Konsum-Eiern* lagen 2002 bei 0,62 %. Problemkeime unter den Salmonellaarten sind *Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium und *Salmonella* Paratyphi B. Dabei ist *Salmonella* Typhimurium DT 104 wegen seiner vielfachen Antibiotikaresistenz ein besonderes Problem, wenn dadurch eine schwere systemische Erkrankung entsteht und eine Antibiotikatherapie notwendig wird.

Der Gesetzgeber hatte der spätestens 1992 bekannten Hauptursache für die menschlichen Salmonellosen durch die Einführung einer *Hühnereier-Verordnung* im Juli 1994 (zuletzt geändert 2002) Rechnung getragen. Die darin enthaltenen Vorschriften sind nach wie vor gerechtfertigt.

Salmonellen werden auch in Zukunft eine erhebliche Rolle als ursächlicher Erreger von Lebensmittelinfektionen spielen. Um Salmonellosen vorzubeugen, sollten leicht verderbliche Lebensmittel, wie Eierspeisen und -cremes, Hackfleisch, alle Feinkostzubereitungen sowie Saucen jeder Art, sofort nach dem Kauf bzw. kurz nach der Zubereitung abgekühlt werden. Die Küchenhygiene ist für den Verbraucher – unabhängig von rechtlichen Regelungen für Hersteller und Handel – das wichtigste Schutzinstrument vor Salmonelleninfektionen. Dazu gehört auch der sorgfältige Umgang mit Tiefkühlgeflügel. Die Durcherhitzung von Lebensmitteln für mindestens 10 Minuten bei mindestens 70 °C tötet mit Sicherheit Salmonellen ab. Ebenso schützt eine Ansäuerung (Marinierung) vor der Vermehrung von Salmonellen.

Campylobacter-Infektionen sind die zweithäufigste bakterielle Ursache von Lebensmittelinfektionen in Deutschland. Als beteiligte Lebensmittel kommen Geflügelfleisch und rohe Milch in Frage. Da der Erreger im belebten Tierreich sehr weit verbreitet ist und eine klare Beziehung zwischen dem kontaminierten Lebensmittel und dem Ausbruch der Erkrankung selten herzustellen ist, sind spezifische Bekämpfungsmaßnahmen eher die Ausnahme.

Unter den *Escherichia coli*-Bakterien ist die Gruppe der *Enterohämorrhagischen Escherichia coli* (EHEC) als besonders pathogen anzusehen. EHEC-Erkrankungen können als leichte Durchfallerkrankung auftreten, sie können aber auch zu Nierenschädigungen bis zum Nierenversagen (*Hämolytisch Urämisches Syndrom* – HUS) führen. Insbesondere bei kleinen Kindern und bei älteren Menschen treten diese schweren Komplikationen auf. Die Anzahl der gemeldeten Fälle betrug im Jahr 2001 1 018, im Jahr 2002 1 249 und 2003 1 216. Diese Bakterien werden vom Tier auf den Menschen und umgekehrt übertragen. Als Hauptreservoir gelten Wiederkäuer und Produkte von Wiederkäuern, wie rohes Fleisch

und rohe Milch. Der Gesetzgeber hat dieser Gefahr schon im Jahr 1997 Rechnung getragen, indem er die Abgabe von roher Milch in Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung untersagt hat. Neben einer möglichen Übertragung durch Lebensmittel, spielen auch Kontaktinfektionen im Umgang mit Tieren, z.B. in Streichelzoos oder Bauernhöfen, und Übertragungen von Mensch zu Mensch eine nicht unwesentliche Rolle. Wie schwierig auch bei diesem Erreger ein kausaler Zusammenhang zwischen der Infektionsquelle und der Erkrankung des Menschen herzustellen ist, zeigte eine zwischen Oktober und Dezember 2002 dem Robert Koch-Institut in Berlin gemeldete ungewöhnliche Zunahme an HUS-Erkrankungszahlen, vor allem im süddeutschen Raum. Unter den 48 gemeldeten HUS-Fällen konnte bei 27 Patienten eine Infektion mit EHEC O 157:H⁻ festgestellt werden. In dem Ausbruchszeitraum starben 4 der Patienten. Trotz intensiver Bemühungen konnte die Ursache für diesen Ausbruch von HUS nicht aufgedeckt werden.

Im Jahr 2002 wurden 216 Fälle von *Listeriose* (Erreger: *Listeria monocytogenes*) des Menschen gemeldet. In erster Linie betroffen waren Neugeborene, deren Mütter sich im Verlauf der Schwangerschaft infizierten, selbst nicht erkrankten oder nur schwache, grippeähnliche Symptome aufwiesen, während es zu Totgeburten oder zur Listeriose der Neugeborenen kam. Auch andere Personen, die an einer Vorerkrankung leiden, oder ältere Menschen haben ein besonderes Risiko für Listeriosen. Die Schwere der durch die Infektion ausgelösten Krankheit (ca. 10 % - 30 % der Infektionen enden tödlich) zwingt zur Beachtung dieser Infektion. Die Erkrankungen werden überwiegend auf den Verzehr kontaminierter Lebensmittel zurückgeführt. Schwangeren wird empfohlen, auf bestimmte Lebensmittel, die besonders häufig mit den Bakterien kontaminiert sind, zu verzichten. Zu diesen Produkten gehören Weichkäsesorten aus roher Milch. Andere Produkte zum Direktverzehr sollten möglichst frisch verzehrt werden und maximal innerhalb der Mindesthaltbarkeit im Kühlschrank bei Temperaturen von weniger als 6 °C aufbewahrt werden. Dieses betrifft insbesondere Vakuum- oder anderweitig verpackte frische Fleischerzeugnisse (z.B. Scheiben von Kochschinken, Brühwurst) und Räucherfischerzeugnisse. Im Gegensatz zu vielen anderen Lebensmittelinfektions- und Intoxikationserregern ist eine Aufbewahrung von Lebensmitteln im Kühlschrank grundsätzlich kein hinreichender Schutz gegen eine Vermehrung von Listerien.

Die durch *Yersinia enterocolitica* verursachte Yersiniose ist eine Durchfallerkrankung, die durch reaktive Gelenkentzündungen kompliziert werden kann. Im Jahre 2003 wurden 6 571 Fälle gemeldet. Damit ist die Yersiniose die dritthäufigste bakterielle Ursache für lebensmittelbedingte Infektionen. Lebensmittel tierischer Herkunft, insbesondere Schweinefleisch und daraus hergestellte Erzeugnisse, werden als Hauptreservoir für Yersinien angesehen.

Die *Paratuberkulose* (Erreger: *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis*) ist primär eine chronisch verlaufende Darminfektion der Wiederkäuer. Seit einigen Jahren wird der Erreger mit einer chronischen entzündlichen Erkrankung des Dünndarms beim Menschen, dem Morbus Crohn, in Verbindung gebracht. Die Ätiologie dieser Krankheit ist multifaktoriell und ein Zusammenhang mit spezifischen Erregern ist bisher nicht erwiesen.

In der fachlichen Diskussion steht ebenfalls die alimentäre Übertragung des Q-Fiebers (Erreger: *Coxiella burnetii*) oder die Verbindung von Infektionen bei Säuglingen mit *Enterobacter sakazakii* und der Kontamination von Produkten auf der Basis von Trockenmilch. Bei beiden Erkrankungen besteht wegen ihrer klinischen Tragweite für den Menschen noch erheblicher Aufklärungsbedarf.

Bovine Spongiforme Enzephalopathie (BSE)

Die *Bovine Spongiforme Enzephalopathie (BSE)* wurde erstmals 1987 im Vereinigten Königreich als neuartige Rinderkrankheit beschrieben. BSE gehört zur Gruppe der übertragbaren schwammförmigen Hirnerkrankungen oder Transmissiblen Spongiformen Enzephalopathien (TSE). 1996 wurde im Vereinigten Königreich erstmals ein Zusammenhang zwischen BSE und einer dort insbesondere bei jüngeren Menschen aufgetretenen neuen Variante der *Creutzfeld-Jacob-Krankheit (vCJK)* hergestellt. Epidemiologische Studien, Erregervergleiche im Mausmodell und andere wissenschaftliche Untersuchungen erhärteten diesen Verdacht. Die weltweit bis zum August 2004 gemeldeten rd. 150 vCJK-Fälle sind bis auf wenige Ausnahmen im Vereinigten Königreich aufgetreten.

Der Erreger ist gegenüber herkömmlichen Desinfektionsverfahren resistent und lässt sich durch küchentechnische Zubereitung praktisch nicht unschädlich machen. Alle Maßnahmen müssen daher darauf abzielen, den Erreger aus der Lebensmittelkette fernzuhalten. Gegen BSE gerichtete Maßnahmen beschränkten sich zunächst auf das Vereinigte Königreich, wo die Epidemie Anfang der 90er Jahre mit über 37 000 gemeldeten Fällen von BSE allein im Jahr 1992 ihren Höhepunkt erreichte. Insgesamt erkrankten dort weit über 180 000 Rinder an BSE. Mit Ausnahme Schwedens wurde BSE bis heute (24.08.2004) in allen alten Mitgliedstaaten der EU festgestellt, wenn auch mit sehr unterschiedlicher Häufigkeit.

In Deutschland wurde BSE erstmals Ende November 2000 bei einem in Deutschland geborenen, aufgezogenen und geschlachteten Rind diagnostiziert. Im Jahr 2001 wurden 125 BSE-infizierte Rinder entdeckt, im Jahr 2003 nur noch 52 Fälle. Die EG-Verordnung 999/2001 verpflichtet alle Mitgliedstaaten, bestimmte BSE-Vorsorgemaßnahmen zu ergreifen. In Deutschland gehen die Sicherheitsmaßnahmen teilweise über die EU-Vorgaben hinaus. Durch diese Maßnahmen dürften die Infektionsquellen weitestgehend geschlossen worden sein. Die konsequente Durchführung von *BSE-Schnelltests* und die Eliminierung bestimmter Organe wie z.B. Hirn, Rückenmark und Darm als „spezifizierte Risikomaterialien“, die sich als infektiös erwiesen haben, sollten als wichtigste Gegenmaßnahmen greifen.

Die *Identitätssicherung* von Rindern wird von der Schlachtung über die Zerlegung bis in den Einzelhandel mit der obligatorischen Rindfleischetikettierung fortgesetzt. Aus den Angaben auf der Verpackung oder durch Aushang an der Abgabestelle erfährt der Verbraucher, woher das Tier kommt, von dem das Stück Fleisch stammt. Beispielsweise bedeutet die Angabe D/D/D auf einer Fertigpackung, dass das Tier in Deutschland geboren, gemästet und geschlachtet wurde.

Gemeinschaftsverpflegung

Die Gemeinschaftsverpflegung ist in den letzten Jahren in stetem Wachstum begriffen und hat für die Ernährung und die Gesundheit des Menschen zunehmende Bedeutung. Die Erfassung der durch Lebensmittel auf den Menschen übertragbaren Infektions- und Intoxikationserkrankungen wird auch in diesem Bereich durch das Inkrafttreten des *Infektionsschutzgesetzes* wesentlich verbessert. Für den Bereich der Gemeinschaftsverpflegung sind insbesondere *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* und *Staphylococcus aureus* ernstzunehmende *Problemkeime*. Hatte im Zeitraum 1985 bis 1989 und vor allem 1990 bis 1993 die Salmonellose das Geschehen deutlich beherrscht, so war ihr Anteil zwischenzeitlich auf 26 % und ist schließlich auf 22 % gesunken. Die gegen ther-

mische Fehlbehandlung gerichteten Forderungen der Hühnereier-Verordnung haben offensichtlich gerade im Bereich der Gemeinschaftsverpflegung das Salmonellose-Risiko deutlich reduziert.

Wie in den frühen 80er Jahren dominiert seit 1994 *Bacillus cereus* als Problemkeim mit stetig zunehmender Bedeutung. Im Berichtszeitraum 1998 bis 2001 hat er 62 % der Einzelfälle und 67 % der Ausbrüche von Erkrankungen verursacht. Seine nahezu ubiquitären hitzeresistenten Sporen werden beim Garen der Speisen zum Auskeimen angeregt und vermehren sich, sobald die maximale Vermehrungstemperatur von 55 °C erreicht ist. Beim Heißhalten von Speisen sollte die Temperatur deshalb sicherheitshalber nicht unter 65 °C absinken. Eine Vermehrung von *Bacillus cereus* beim Abkühlen der Speisen ist nur zu vermeiden, wenn der Temperaturbereich zwischen 55 °C und 7 °C möglichst schnell durchlaufen wird. Als besonders risikoträchtig erweisen sich auch Speisen, die erhitzt und anschließend gekühlt werden, wie z.B. Puddings, Grießbrei und andere Desserts sowie Kartoffel- und Nudelsalate.

Es ist seit Jahrzehnten bekannt, dass die Mehrzahl der Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen durch Fehler in der thermischen Behandlung provoziert wird. Die Vermeidung risikoe erhöhender Temperaturbereiche erfordert eine möglichst kontinuierliche Überwachung der Temperaturverläufe (beim Kühl lagern, Erhitzen und Wiedererhitzen, Heißhalten, Abkühlen). Insbesondere das Einhalten kurzer Abkühlzeiten, das bei den enormen Produktmassen der Großküchen zudem hohe Ansprüche an die Kühlkapazität stellt und entsprechend geringe Schichtdicken des Kühlguts voraussetzt, wird in der Praxis immer wieder vernachlässigt.

Eine ausreichend hohe Abkühl-Geschwindigkeit ist insbesondere bei der seit Beginn der 90er Jahre stark an Bedeutung gewinnenden Cook-Chill-Technologie notwendig, bei der die Speisen gegart, schockgekühlt, 2 bis 4 Tage kühl gelagert und zum Verzehr wieder erhitzt werden. Die kontinuierliche Überwachung der bekannten kritischen Temperatur/Zeit-Relationen stellt für die Gemeinschaftsverpflegung eine unerlässliche Maßnahme dar. Erleichtert werden die Hygienemaßnahmen durch eine umfassende und sich wiederholende Schulung des Personals.

Kapitel 4: Vitamin- und Mineralstoffgehalt pflanzlicher Lebensmittel

Pflanzliche Lebensmittel haben in der menschlichen Ernährung einerseits als Energielieferanten, andererseits als Quellen für Vitamine, Mineralstoffe, Ballaststoffe und sekundäre Pflanzenstoffe eine zentrale Bedeutung. Neben der Grundversorgung mit Nährstoffen geht, nach den Ergebnissen zahlreicher Studien, mit einer hohen Aufnahme an Obst und Gemüse eine Verminderung des Krebsrisikos sowie ein verringertes Risiko für die Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen einher. Die von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung empfohlene tägliche Verzehrsmenge von 650 g Gemüse und Obst wird jedoch in Deutschland im Durchschnitt nicht erreicht. Im Rahmen von Werbekampagnen und Produktinformationen wird der Eindruck erweckt, dass die heute im Handel verfügbaren pflanzlichen Lebensmittel im Vergleich zu früher an Nährstoffen verarmt sind, sodass eine ausreichende Versorgung mit Nährstoffen, insbesondere mit Vitaminen und Mineralstoffen, durch eine ausgewogene Ernährung nicht mehr gewährleistet werden kann. Wissenschaftlich fundierte Untersuchungen liegen diesen Aussagen nicht zu Grunde. Das Kapitel soll einerseits die den Nährstoffgehalt pflanzlicher Lebensmittel beeinflussenden Faktoren

näher beschreiben und andererseits den Trend im Gehalt dieser wertgebenden Inhaltsstoffe in der zeitlichen Entwicklung der letzten Jahrzehnte aufzeigen.

Auch bei der Pflanze ist für Wachstum, Gedeihen und Vermehrung die Aufnahme essenzieller Nährstoffe notwendig. Bei Mangel oder Überschuss dieser Nährstoffe kommt es zu charakteristischen, gut erkennbaren Veränderungen an der Pflanze. *Mineralstoffe* benötigt die Pflanze als Strukturelemente der Zellwände, sie sind Bestandteile von Enzymen und Co-Faktoren und beteiligt an der Regulation des Wasserhaushalts. Im Gegensatz dazu sind *Vitamine* für die Pflanzen als Nährstoffe nicht essenziell, da sie von den Pflanzen selbst synthetisiert werden. Sie besitzen jedoch als Co-Enzyme, Antioxidanzien und Bestandteile des Photosyntheseapparats Schlüsselfunktionen im pflanzlichen Stoffwechsel. Insgesamt wird deutlich, dass die Vitamine der menschlichen Ernährung auch für die Aufrechterhaltung des pflanzlichen Stoffwechsels eine zentrale Rolle spielen. Ein Mangel oder gar ein Fehlen dieser Substanzen würde den Pflanzenstoffwechsel stark beeinträchtigen bzw. zum Erliegen bringen. Wachstum und Vermehrung wären folglich, wenn überhaupt, nur stark eingeschränkt möglich.

Faktoren, die den Nährstoffgehalt beeinflussen

Die Gehalte an Mineralstoffen und Vitaminen in Pflanzen werden von *internen Faktoren*, wie Sorte (Genetik) und Reifegrad von Früchten und Gemüse zum Zeitpunkt der Ernte und *externen Faktoren*, wie z.B. den klimatischen Bedingungen unter denen die Pflanze wächst, bestimmt. Weiterhin sind der Boden als Nährstofflieferant der Pflanze, die Düngung und Anbauform sowie Transport- und Lagerungsbedingungen externe Faktoren mit Einfluss auf den Nährwertgehalt.

Als *interner Faktor* ist der genetische Einfluss auf die Nährstoffkonzentrationen von pflanzlichen Lebensmitteln unübersehbar. Beispielhaft wird u.a. eine Studie zum Vitamin C-Gehalt von 14 verschiedenen Apfelsorten angeführt. Während der *Reifung* kommt es in Früchten und Gemüse zu unterschiedlichen Tendenzen in den Veränderungen der einzelnen Mineralstoffkonzentrationen sowie in den Gehalten der verschiedenen Vitamine. So zeigen z.B. einige Früchte wie Zitrusfrüchte, Kiwi und Sanddornbeere während der Reifung Konzentrationsabnahmen von Vitamin C, während dessen Gehalt in Tomaten und Paprika ansteigt. Die Folatgehalte von Erdbeeren schwanken während des Reifungsprozesses und analog der Farbentwicklung reifender Papaya- und Paprikafrüchte findet man steigende Carotinoidkonzentrationen.

Externe Faktoren, welche die Entwicklung der Pflanze beeinflussen, sind das *Klima* und der *Boden*, der sogenannte *ökologische Standort*. Zum *allgemeinen Klimaeinfluss* rechnet man die Lichtmenge, die zeitliche Verteilung des eingestrahnten Lichtes, die eingestrahlte Wärme sowie die Wasserzufuhr, die sich aus den Niederschlägen, der Boden- und Luftfeuchtigkeit sowie dem Grad der Verdunstung zusammensetzt.

Der Boden dient als natürliches Substrat der Pflanzen durch Speicherung und Vermittlung von Pflanzennährstoffen. Entscheidend ist nicht nur der Gehalt, sondern vielmehr die Bindungsform und damit die Verfügbarkeit der Nähr- bzw. Mineralstoffe für die Pflanze. In zahlreichen Studien wurde die Nährstoffzusammensetzung von pflanzlichen Lebensmitteln verglichen, welche im *konventionellen* und *biologischen* Landbau produziert wurden. Eine aktuelle und sehr umfangreiche Literaturstudie der Senatsarbeitsgruppe „Qualitative Bewertung von Lebensmitteln aus alternativer und konventioneller Produktion“ zur Be-

wertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren zeigt zusammenfassend, dass bei Gemüse und Obst aus ökologischem Landbau die Tendenz zu einem höheren Trockenmassegehalt und höheren Gehalten an sekundären Pflanzenstoffen gefunden wurde. In ökologisch erzeugten Produkten konnten teilweise erhöhte Vitamin C-Konzentrationen und geringfügig erhöhte Mineralstoffgehalte, insbesondere bei Eisen, nachgewiesen werden. Die Nährstoffgehalte von Getreide und Kartoffeln sind insgesamt stark von der Sortenwahl, dem Standort, klimatischen Bedingungen und den Bodenparametern abhängig und werden weniger durch anbauspezifische Faktoren beeinflusst. Es existieren zahlreiche Studien zum Einfluss der Mineraldüngung auf den Mineralstoffgehalt und die Vitamin C-Konzentrationen in Früchten und Gemüse, die signifikante Änderungen in den entsprechenden Gehalten zeigen.

Transport und Lagerung bewirken durch die Temperatur, durch enzymatische oder chemische Oxidation, Licht und Sauerstoff, Verwelken oder Austrocknung mehr oder weniger stark ausgeprägte Veränderungen im Vitamingehalt. Die Abbaugeschwindigkeit von Vitaminen in Lebensmitteln wird von der Temperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit sowie dem Sauerstoffgehalt in ihrer Lagerungsatmosphäre beeinflusst. Vitamin C zeigt von allen in pflanzlichen Rohstoffen vorkommenden Vitaminen die größten Verlustraten. Konzentrationsdifferenzen bei den Mineralstoffgehalten werden ausschließlich durch Veränderungen des Wassergehalts der pflanzlichen Lebensmittel verursacht.

Darstellung und Bewertung von Nährstoffdaten

Bei der Diskussion von Nährwertdaten aus unterschiedlichen Quellen sind neben zahlreichen internen und externen Einflussfaktoren auch die Fortschritte in der Analytik, eine Vielzahl von Qualitätsparametern und auch die Darstellung von Nährstoffdaten zu berücksichtigen. Bei der Analytik von Lebensmittelinhaltsstoffen hat besonders im Bereich der Vitamine in den letzten Jahrzehnten ein drastischer Fortschritt stattgefunden. Ältere spektrophotometrische, colorimetrische und auch polarimetrische Messmethoden sind durch empfindlichere Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) - Methoden abgelöst worden, welche die Quantifizierung einzelner Vitamere erlauben. Für ältere mikrobiologische Bestimmungsmethoden von wasserlöslichen Vitaminen wurden ebenfalls spezifischere HPLC-Methoden entwickelt. Anhand der Entwicklung der Folatanalytik wird dies exemplarisch dargestellt. Für eine fundierte wissenschaftliche Diskussion von Veränderungen in den Gehalten wertgebender Inhaltsstoffe in pflanzlichen Lebensmitteln ist eine Betrachtung der Schwankungsbereiche sowie der entsprechenden einflussnehmenden Parameter unverzichtbar.

Vergleich der Entwicklung der Konzentration ausgewählter Inhaltsstoffe

Der Vergleich zweier Datenpunkte aus verschiedenen Quellen ist nur bei einer Übereinstimmung sämtlicher Parameter des Probenmaterials, der Analytik und der Datendarstellung möglich. Solche Daten liegen auf internationaler Ebene nicht vor, sodass weder auf sich verändernde Inhaltsstoffkonzentrationen von pflanzlichen Lebensmitteln geschlossen, noch eine direkte Darstellung konstanter Daten präsentiert werden kann. Um dennoch einen Eindruck des zeitlichen Verlaufs der Konzentrationen von Vitaminen und Mineralstoffen pflanzlicher Lebensmittel zu vermitteln, wurden die Mineralstoff- und Vitamingehalte von acht exemplarisch ausgewählten pflanzlichen Lebensmitteln aus zehn internationalen Nährwerttabellen der letzten 50 Jahre zusammengestellt. Die Souci-Fachmann-Kraut-Datenbank (SFKDB) ist bezüglich der Analysemethoden, der Probenzahl und der

Schwankungsbereiche hervorragend dokumentiert. Bei den anderen Nährwerttabellen ist die Dokumentation oft unvollständig. Dadurch lassen sich die Daten nur in Schwankungsbereiche einordnen, welche je nach Inhaltsstoff und nach den weiteren beschriebenen Einflussfaktoren mehr oder weniger groß ausfallen.

Betrachtet man den Gehalt an Mineralstoffen als Summe in den acht untersuchten Lebensmitteln, so zeigen sich konstante Werte mit geringen Schwankungsbreiten. Unter den einzelnen Mineralstoffen fallen Natrium und Magnesium mit etwas größeren Schwankungsbereichen auf. Insgesamt liegen die Werte jedoch fast vollständig im Bereich der in der SFKDB 2000 angegebenen Schwankungsbreiten. Die Vitaminkonzentrationen in den ausgewählten Lebensmitteln liegen mit einigen Ausnahmen ebenfalls innerhalb dieser Schwankungsbereiche. Die Daten des ältesten Tabellenwerks von 1954 liegen in einigen Fällen über den Obergrenzen der Schwankungsbereiche, bedingt durch den damaligen Stand der Entwicklung der Analytik. Insgesamt lässt sich aus den vorliegenden Werten keine Tendenz zu sinkenden oder steigenden Nährstoffkonzentrationen der ausgewählten Lebensmittel in dem angegebenen Zeitraum feststellen.

Schlussbetrachtung

Externe und interne Parameter beeinflussen in starkem Maße die Konzentrationen von Mineralstoffen und Vitaminen in pflanzlichen Lebensmitteln. Eine sachgemäße und kurze Lagerung von pflanzlichen Lebensmitteln trägt zur Erhaltung der Qualität dieser Lebensmittel bei. Eine deutliche Abnahme oder gar ein vollständiges Fehlen von Mineralstoffen und Vitaminen in pflanzlichen Lebensmitteln im Verlauf der letzten Jahrzehnte würde den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen der Biochemie der Pflanzen sowie der Botanik widersprechen. Darüber hinaus ist der Frischezustand bzw. die Qualität der pflanzlichen Lebensmittel sensorisch, also durch Farbe, Konsistenz und Geruch, vom Verbraucher selbst wahrnehmbar. Der Vergleich von Nährstoffdaten ausgewählter pflanzlicher Lebensmittel über einen Zeitraum von 50 Jahren zeigt keine Abnahme der Mineralstoff- oder Vitaminkonzentrationen.

Kapitel 5: Tumorentstehung – hemmende und fördernde Ernährungsfaktoren

Die Mortalität an malignen Erkrankungen liegt in einer zunehmend alternden Bevölkerung bei steigender Tendenz in der Todesursachenstatistik an zweiter Stelle. Begrenzte therapeutische Erfolge und deren steigende Kosten lenken die Aufmerksamkeit verstärkt auf primärpräventive Ansätze. Für die primäre Prävention von malignen Erkrankungen haben drei Lebensstilfaktoren, nämlich die Ernährung, die körperliche Aktivität und das Körpergewicht eine große Bedeutung. Mit diesem Kapitel sollen entsprechende Beiträge zu dieser Thematik in früheren Ernährungsberichten fortgeführt werden.

Aus der systematischen Analyse der zur Zeit verfügbaren Studienergebnisse und der Kenntnis der biologischen Grundlagen wird die Evidenz für Zusammenhänge zwischen Ernährungsfaktoren und Krebs sowie das sich daraus ergebende Präventionspotenzial abgeleitet. Für die Bewertung der Evidenz spielt das Studiendesign, mit dem eine Aussage gewonnen wurde, eine wichtige Rolle. Als optimales Studiendesign gilt die randomisierte, Placebo-kontrollierte Interventionsstudie. Da sie bei chronischen Krankheiten, die eine lange Latenz zeigen und relativ selten in der Bevölkerung auftreten, wie dies bei Krebs-

erkrankungen der Fall ist, für den Bereich der äußerst langfristigen gezielten Veränderungen von Ernährungsfaktoren in der Realität nicht durchgeführt werden können, wird als alternative Beurteilungsgrundlage die langfristige Beobachtung von Personengruppen, d.h. die prospektive Kohortenstudie herangezogen. Fall-Kontroll-Studien liefern weitere Hinweise auf potenzielle Risikosenkungen durch Ernährungsfaktoren; sie können aber auf Grund ihres retrospektiven Studiendesigns nicht als Basis für Präventionsempfehlungen dienen. Grundsätzlich gilt, dass Präventionsempfehlungen auf der Basis höchstmöglicher Evidenz für einen risikomodifizierenden Effekt und unter Einbeziehung aller methodischen Ansätze entwickelt werden sollten.

In diesem Kapitel wurde die Einteilung des Grades der Evidenz nach den Kriterien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) vorgenommen, die auch die Grundlage der DGE-Leitlinien zur Prävention chronischer Erkrankungen darstellen: *überzeugende* Evidenz, *wahrscheinliche* Evidenz, *mögliche* Evidenz, *unzureichende* Evidenz für einen risikomodifizierenden Effekt. Diese Einteilung der Evidenz erlaubt es, bei der Bewertung eines krebsrisikomodifizierenden Effekts verschiedener Lebensmittelgruppen sowie ausgewählter Nährstoffe, die Einschätzungen internationaler Expertengremien, wie Weltgesundheitsorganisation (WHO), World Cancer Research Fund (WCRF) oder International Agency for Research on Cancer (IARC), direkt zu übernehmen.

Schwerpunkte der Darstellungen sind die Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen der Jahre 1999 bis 2003. Zusätzlich wurden einzelne Studienergebnisse betrachtet, die entweder wegen ihrer Aktualität weder in Übersichtsarbeiten noch Meta-Analysen Berücksichtigung fanden oder für die bisher keine Übersichtsarbeiten und/oder Meta-Analysen vorliegen. Einführend wird darauf hingewiesen, dass trotz einer weit verbreiteten gegenteiligen Einschätzung in der Öffentlichkeit nach einer Bewertung des WCRF für den Menschen kein erhöhtes Krebsrisiko von Zusatzstoffen in Lebensmitteln ausgeht, die in gesetzlich geregelten Mengen zugesetzt sind. Deshalb werden Zusatzstoffe im Rahmen dieses Beitrags nicht näher diskutiert.

Ausgewählte Lebensmittelgruppen und ihr Einfluss auf das Krebsrisiko

Verschiedene Lebensmittelgruppen haben einen Einfluss auf das Risiko von Krebs in verschiedenen Organsystemen. Für *Obst* und *Gemüse* wurde von einem internationalen Expertengremium der Internationalen Krebsforschungsagentur der WHO eine wahrscheinliche bis mögliche Evidenz einer präventiven Assoziation zu einer großen Zahl von Tumoren, insbesondere der Verdauungs- und Atmungsorgane (oberer Verdauungstrakt, Magen, Dickdarm, Lunge) festgestellt.

Für maligne Tumoren der Atmungsorgane wird die Evidenz für eine Risikoreduktion durch erhöhten Obstverzehr als wahrscheinlich, durch einen erhöhten Gemüseverzehr als möglich bewertet. Für Speiseröhrenkarzinom, Magenkarzinom und kolorektale Karzinome wird die Evidenz einer Risikominderung durch diese Lebensmittelgruppen insgesamt als wahrscheinlich bis möglich beurteilt. Die Evidenz für einen krebsrisikosenkenden Effekt von Obst und Gemüse bei Brustkrebs ist ungenügend. Erhöhter Obstverzehr reduziert das Risiko maligner Tumoren der Blase, für den Einfluss auf maligne Tumoren der Eierstöcke ist allerdings eine derartige Aussage nicht möglich.

Die biologische Plausibilität der protektiven Wirkungen von Obst und Gemüse liefern die Ergebnisse tierexperimenteller Studien, in denen eine verminderte Zellproliferationsrate,

eine Zunahme der Phase-II-Enzymaktivitäten sowie eine Abnahme von DNA-Schäden beobachtet wurden.

Bei der Lebensmittelgruppe *Fleisch* sollte in Bezug auf das Krebsrisiko zwischen Fleisch an sich, rotem Fleisch (Schaf, Rind, Schwein) und verarbeiteten Fleischprodukten, z.B. Wurst, Schinken, Pökelfleisch unterschieden werden. Der Verzehr von Fleischwaren ist mit dem höchsten Anstieg des Risikos für kolorektale Tumoren assoziiert. Die Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt durch den Verzehr von *rotem Fleisch* in Bezug auf das Dickdarmkrebsrisiko wird von den Autoren dieses Kapitels als möglich und für den Verzehr von *verarbeiteten Fleischwaren* als wahrscheinlich eingestuft. Die Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt des Fleischverzehrs an sich auf das Brustkrebsrisiko wird als möglich beurteilt. Die biologische Plausibilität dafür wird aus der Wirkung von spezifischen Zubereitungstechniken von Fleischwaren mit großer Hitze (Braten und Grillen) und dabei entstehenden kanzerogenen Verbindungen, wie polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen und heterozyklischen Aminen hergeleitet. Viele dieser Verbindungen entfalten ihre genotoxische Wirkung erst nach enzymatischer Aktivierung durch das Cytochrom-P450-System unter Beteiligung von Acetyl- und Sulfotransferasen, für die verschiedene Polymorphismen bekannt sind. In Fleischwaren enthaltene N-Nitrosoverbindungen zeigen im Tiermodell ebenfalls kanzerogene Wirkungen.

Demgegenüber zeigt *weißes Fleisch (Fisch und Geflügel)* kein Potenzial, das Krebsrisiko zu erhöhen. Die Autoren dieses Kapitels werten die Evidenz für einen sogar risikosenkenden Effekt von Fisch für Dickdarmkrebs vor dem Hintergrund der aktuellen Ergebnisse der EPIC-Studie als möglich. Das Risiko, an einem Mammakarzinom zu erkranken, ist nach bisherigen Ergebnissen nicht mit dem Verzehr von Fisch bzw. weißem Fleisch assoziiert. Erhöhter Verzehr von Fisch, insbesondere von fettem Fisch, geht mit einem geringeren Risiko für Endometriumkrebs, aber auch für Prostatakrebs und Schilddrüsenkrebs einher. Die biologische Plausibilität für die günstige Wirkung von Fisch wird aus der Eicosapentaensäure und der Docosahexaensäure hergeleitet, die *in vitro* und im Tiermodell das Tumorstromwachstum hemmen. Außerdem werden für die *n-3 Fettsäuren* Einflüsse auf die Expression ausgewählter Onkogene, auf Signaltransduktionskaskaden und auf die Differenzierung von Tumorzellen postuliert.

Der erhöhte Verzehr von *Milch* und von Milchprodukten insgesamt wird mit einem geringeren Risiko für ein kolorektales Karzinom in Verbindung gebracht. Ein höherer Verzehr von fettarmen Milchprodukten war mit einem geringeren Brustkrebsrisiko verbunden. Die Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt von Milch und Milchprodukten bei Prostatakrebs wird allerdings als möglich eingestuft. Die biologische Plausibilität für diese Wirkungen von Milch und Milchprodukten werden von dem sehr hohen Calciumgehalt und auch von Vitamin D hergeleitet. In Bezug auf kolorektale Karzinome könnte Calcium Gallensäuren und oxidierte Fettsäuren ausfällen und so die Darmschleimhaut vor diesen wahrscheinlich zytotoxischen Substanzen schützen. Außerdem wird auch für Lactose, konjugierte Linolsäuren, Molkenproteine und Milchsäurebakterien ein Zusammenhang mit malignen Entartungen vermutet. Der Verzehr von *Eiern* wird mit einem risikoerhöhenden Effekt auf kolorektale Karzinome, Mammakarzinome und Ovarialkarzinome in Verbindung gebracht. Die biologischen Mechanismen dafür sind bisher noch unklar.

Ausgewählte Inhaltsstoffe der Nahrung und ihr Einfluss auf das Krebsrisiko

Neben Lebensmittelgruppen wurden auch ausgewählte Inhaltsstoffe der Nahrung und ihr Einfluss auf das Krebsrisiko untersucht. Von besonderem Interesse war die Wirkung spe-

zifischer Fettsäuren. Dabei wurde erhöhten Konzentrationen von kurzkettigen Fettsäuren und n-3 Fettsäuren eine krebsschutzprotektive und mittelkettigen Fettsäuren sowie Arachidonsäure eine die Karzinomentstehung begünstigende Wirkung zugesprochen. Die Evidenz für einen risikoerhöhenden Effekt von gesättigten Fettsäuren bei Brustkrebs wird von den Autoren dieses Kapitels für möglich gehalten. Einfach ungesättigte Fettsäuren weisen einen die Menarche verzögernden und somit möglicherweise einen das Brustkrebsrisiko senkenden Effekt auf. Die Befunde zur Wirkung von n-6 Fettsäuren sind uneinheitlich, während ein hoher Fischverzehr und damit eine vermehrte Zufuhr von n-3 Fettsäuren das Risiko für die Entstehung eines Mammakarzinoms senken soll. Ein hoher Gesamtfettverzehr ist mit einer frühen Menarche assoziiert, woraus eine längere Östrogenexposition resultiert, ein etablierter Risikofaktor für Brustkrebs. Zwischen dem Lungenkrebsrisiko und der Quantität oder der Qualität des Fettverzehrs bestand kein Zusammenhang, ebenso nicht zwischen Fettverzehr und Blasenkrebs. Ein hoher Gesamtfettverzehr und eine hohe Aufnahme von gesättigten Fettsäuren erhöhen die Tendenz zu einem erhöhten Prostatakrebsrisiko. Auch für das Ovarialkarzinom besteht keine Beziehung zu der Menge des Fettverzehrs bzw. dem Fettsäurenmuster. Die biologische Plausibilität wird zum einen von der mit der Fettzufuhr ansteigenden gesamten Energiezufuhr, zum anderen von den unterschiedlichen Wirkungen von gesättigten bzw. n-6 und n-3 Fettsäuren hergeleitet.

Ballaststoffen in der Nahrung wurde lange Zeit eine schützende Wirkung gegen kolorektale Tumoren zugesprochen. Zwischenzeitlich haben Untersuchungen zur Senkung der Rezidivrate von kolorektalen Adenomen diese Beurteilung abgeschwächt. Dennoch bewerten die Autoren dieses Kapitels die Evidenz für einen risikosenkenden Effekt von Ballaststoffen für Dickdarmkrebs vor allem auf Grund von neuen Befunden der EPIC-Studie insgesamt als möglich.

Die Beziehung zwischen Ballaststoffzufuhr und dem Risiko für die Entstehung eines Mammakarzinoms ist noch zu wenig geklärt. Die biologische Plausibilität für einen Zusammenhang könnte in einer östrogensenkenden Wirkung der Ballaststoffe liegen.

Der *glykämische Index (GI)* wird in den letzten Jahren sowohl im Zusammenhang mit Herz-Kreislauf- wie auch Krebserkrankungen häufig diskutiert. Die bisherigen Erkenntnisse liefern insgesamt Hinweise dafür, dass das Risiko für Dickdarmkrebs mit zunehmendem Anteil von Lebensmitteln mit hohem GI ansteigt. Bei der Bewertung dieser Ergebnisse ist aber kritisch anzumerken, dass sich der GI eines Lebensmittels von Person zu Person und in Abhängigkeit von der Zubereitung und anderen Faktoren sowie bei einer Kombination von Lebensmitteln in einer Mahlzeit im Vergleich zum GI eines einzelnen Lebensmittels stark verändert. Auch für einen Zusammenhang des GI mit dem Brustkrebsrisiko gibt es Hinweise. Insgesamt reichen diese Befunde aber nicht aus, einen risikoverstärkenden Effekt eines hohen GI auf die genannten Krebsarten zu postulieren.

Alkohol wird seit vielen Jahren als ein Promotor für die Entstehung von bösartigen Tumorerkrankungen diskutiert. Aus den bisherigen Daten lässt sich kein Schwellenwert für die Entstehung maligner Tumoren des Verdauungstrakts durch Alkoholkonsum ableiten. Für einen risikoerhöhenden Effekt durch Alkohol bei Leberkrebs wird die Evidenz sogar als überzeugend dargestellt. Das Gleiche gilt für den risikoerhöhenden Effekt durch Alkohol bei Brustkrebs. Ebenso erhöht Alkohol das Risiko für Karzinome im Mund, Rachen und Speiseröhrenbereich. Die Beziehungen von Alkoholkonsum mit malignen Tumoren der Lunge und der Eierstöcke sind nicht überzeugend, während eine Assoziation mit Tumoren der Prostata nur bei exzessivem Alkoholkonsum gegeben zu sein scheint.

Die biologische Plausibilität der krebsfördernden Wirkung von Alkohol wird von der kanzerogenen Wirkung von Acetaldehyd und einer ethanolabhängigen Enzyminduktion mit einer erhöhten Reaktivität kanzerogener und mutagener Stoffe, erhöhten Östrogenkonzentrationen und vermehrter Zellproliferation unter dem Einfluss von Alkohol abgeleitet. Insgesamt betrachtet sprechen experimentelle Untersuchungen zur Krebsentstehung weniger für eine initiiierende als vielmehr für eine promovierende Wirkung des Alkohols im Rahmen der Krebsentstehung.

Gewicht und körperliche Aktivität und ihr Einfluss auf das Krebsrisiko

Fettsucht geht mit einem erhöhten Krebsrisiko einher. Die Evidenz eines risikoerhöhenden Effekts durch Übergewicht wurde kürzlich durch ein Expertengremium des Internationalen Krebsforschungszentrums der WHO in Lyon bewertet. Für einige Zusammenhänge wurde die Evidenz nach der hier verwendeten Definition als überzeugend bewertet. So besitzen übergewichtige Frauen nach der Menopause ein erhöhtes Brustkrebsrisiko. Ebenso ist das Risiko für maligne Tumoren des Endometriums bei adipösen Frauen erhöht. Bei übergewichtigen Männern und Frauen ist das Risiko für Dickdarmkrebs, Nierenzellkarzinome ebenso wie für ein adenomatöses Karzinom der Speiseröhre erhöht. Eine neue Publikation einer prospektiven Beobachtung einer Kohorte von über 900 000 US-Amerikanern zeigt für stark adipöse Männer mit einem BMI > 40 ein 52 % höheres Risiko an Krebs insgesamt zu erkranken und für Frauen einen Anstieg des allgemeinen Krebsrisikos um 62 %. Auch die Fettgewebsverteilung hat einen Einfluss. So ist das Verhältnis von Bauch- zu Hüftumfang positiv mit dem Dickdarmkrebsrisiko assoziiert.

In Tiermodellen zeigte *Energierestriktion* einen vor Krebsentstehung schützenden Effekt. Es bleibt jedoch offen, ob die tierexperimentellen Befunde auf den Menschen übertragbar sind.

In letzter Zeit rückte der schützende Effekt von *körperlicher Aktivität* in Bezug auf die Entstehung von Krebs vermehrt in den Vordergrund. Die Evidenz für einen risikosenkenden Effekt körperlicher Aktivität bei malignen Rektum- und Kolontumoren wurde von einem Expertengremium des Internationalen Krebsforschungszentrums der WHO in Lyon als überzeugend eingestuft. Bei der Mehrzahl der epidemiologischen Studien bestand sogar eine Dosis-Wirkungs-Beziehung. Beim Mammakarzinom reduziert sich das Risiko durch körperliche Aktivität um 20 % bis 40 %. Auch der Evidenzgrad für diese Assoziation wird als überzeugend betrachtet. Für maligne Tumoren des Endometriums und der Prostata sowie der Lunge wird die Evidenz für eine Risikosenkung durch die körperliche Aktivität als möglich angesehen. Die biologische Plausibilität für einen Zusammenhang zwischen einem erhöhten Körpergewicht, körperlicher Inaktivität und der Entstehung von bösartigen Tumoren wird im Stoffwechsel von Insulin und den Sexualhormonen vermutet. Eine besondere Rolle wird dabei dem insulin-like growth factor (IGF) zugesprochen.

Funktionelle Lebensmittel und Supplemente

Funktionelle Lebensmittel sind modifizierte Lebensmittel mit einem gesundheitlichen Zusatznutzen. Im Zusammenhang mit der Krebsentstehung sind bislang vor allem Pro- und Präbiotika in der Diskussion. Für die krebspräventive Wirkung von Probiotika gibt es derzeit keine direkte experimentelle Evidenz. Für Präbiotika konnten in Tierversuchen anti-kanzerogene Eigenschaften beobachtet werden, die sowohl auf einer stimulierenden Wirkung auf das Bakterienwachstum als auch auf der zellproliferierenden und -differenzierenden

Wirkung von Butyrat, einem Fermentationsprodukt des Bakterienstoffwechsels im Kolon, beruhen können. Die Relevanz dieser Befunde für den Menschen, d.h. die Überprüfung der Effekte in Interventionsstudien am Menschen, steht noch aus.

Bei *Vitamin- und Mineralstoffsupplementen* scheinen besonders Calcium und Selen auf Grund von Fall-Kontroll- und Kohortenstudien interessante Substanzen mit potenziell krebspräventiven Eigenschaften zu sein. Aus den bisher durchgeführten Interventionsstudien am Menschen ergibt sich jedoch keine überzeugende Evidenz für eine krebspräventive Wirkung durch antioxidative Vitamine oder die genannten Mineralstoffe.

Die Wirkung von Expositionsfaktoren kann in *Gen-Nährstoff-Interaktionen* durch die individuelle genetische Veranlagung modifiziert werden. Dadurch besitzen verschiedene Individuen trotz gleicher Exposition unterschiedliche Risiken für die Entwicklung von malignen Tumoren und anderen Erkrankungen. Genetischen Varianten, die bei einer Häufung von > 1 % in der Bevölkerung als Polymorphismen bezeichnet werden, können mit einer unterschiedlichen Funktionalität von Enzymen assoziiert sein. Eine mögliche Folge ist die zwischen Merkmalsträgern und Nicht-Trägern differierende Verstoffwechselung bzw. Entgiftung kanzerogener Substanzen (Gen-Nährstoff-Interaktion). Als Beispiele werden angeführt fremdstoffmetabolisierende Enzyme, alkoholentgiftende Systeme sowie Enzyme des Folat-Methionin-Stoffwechsels.

Der Einfluss der Ernährung auf das Risiko, eine Krebserkrankung zu entwickeln, gestaltet sich auf Grund vieler Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Lebensmittelkomponenten als sehr komplex. Kausale Beziehungen, die dies berücksichtigen, sind dementsprechend schwer ableitbar. Eine Möglichkeit besteht in der Betrachtung von *Ernährungsmustern*. Dabei werden durch multivariate statistische Analysen Ernährungsmuster einer Studienpopulation identifiziert und mit den zu untersuchenden Zielerkrankungen assoziiert. Für Herz-Kreislauf-Erkrankungen konnten protektive Effekte durch ein „prudent diet“-Muster (viel Obst, Gemüse, Vollkornprodukte und weißes Fleisch) im Vergleich zu einem „western diet“-Muster (viel ausgemahlene Getreideprodukte, gesättigtes Fett, rotes Fleisch) festgestellt werden.

Der Zusammenhang zwischen Ernährungsmustern und Krebserkrankungen ist wenig konsistent. In einer Analyse der Nurses' Health Study war das „western diet“-Muster mit Kolonkrebs signifikant assoziiert, das „prudent diet“-Muster zeigte eine inverse, jedoch nicht signifikante Beziehung. Entscheidend für die Interpretation derartiger Befunde ist, dass sie aus der jeweiligen Studienbevölkerung abgeleitet und nur für diese gültig sind. In einer prospektiven Studie in Finnland, den Niederlanden und Italien war in einem 20-jährigen Beobachtungszeitraum eine geringere Mortalität bei Männern mit einem Ernährungsmuster assoziiert, das auf den WHO-Richtlinien zur gesunderhaltenden Ernährung basierte. Der Einsatz des „Healthy Eating Index“ (HEI) und der indirekt hinter diesem Score stehenden Ernährungsempfehlungen der US-amerikanischen Lebensmittelpyramide und den „Dietary Guidelines for Americans“ ergab, dass bei Teilnehmerinnen der Nurses' Health Study ein hoher HEI mit keiner Verringerung des Risikos für Krebserkrankungen verbunden war. In der Health Professionals Follow-up Study fand sich mit steigendem HEI eine Verringerung des Risikos für koronare Herzerkrankungen, jedoch nicht des Krebsrisikos. Eine ähnliche Maßzahl, der „Recommended Food Score“ war mit einer verringerten Gesamtkrebsmortalität assoziiert.

Zusammenfassende Bewertung und Abschätzung des Präventionspotenzials

Bei einer zusammenfassenden Bewertung und Abschätzung des Präventionspotenzials kommt man zu dem Ergebnis, dass der Lebensmittelverzehr und die Aufnahme von Nahrungsinhaltsstoffen für die Prävention von Krebserkrankungen weiterhin eine bedeutende Rolle spielen. Dennoch scheint die Größenordnung des Präventionspotenzials aus heutiger Sicht geringer zu sein, als es noch 1997 durch den WCRF bewertet wurde. In diesem Abschnitt werden Lebensmittelgruppen (z.B. Obst und Gemüse), aber auch Nährstoffe (z.B. Fett oder Alkohol) tabellarisch zusammengestellt und ihre risikomodifizierende Wirkung auf die verschiedenen Krebsarten nach Evidenzklassen eingeordnet. Für die Empfehlungen bezüglich Obst und Gemüse, verarbeitete Fleischwaren, Ballaststoff- und Alkoholaufnahme und Körpergewicht wurde außerdem der Prozentsatz der Krebsfälle berechnet, die nicht auftreten würden, wenn alle Personen, welche die Empfehlungen nicht erreichen, diese erreichen würden. Bei der Abschätzung der verhütbaren Krebsfälle, die dem Einhalten der Empfehlungen zurechenbar sind, wurde ein neu entwickelter statistischer Algorithmus angewendet. Die dafür benötigten repräsentativen Expositionsdaten wurden dem vom Robert Koch-Institut 1998 durchgeführten Ernährungssurvey als Teil des Bundesgesundheits surveys entnommen. Die Ergebnisse dieser statistischen Berechnungen sind wiederum tabellarisch zusammengefasst.

Die wichtigste Empfehlung für die Krebsprävention in der deutschen Bevölkerung ist die Aussage zum Obst- und Gemüseverzehr. Legt man die von der WHO empfohlene Menge von täglich 400 g Obst und Gemüse zu Grunde, würde sich in der deutschen Bevölkerung eine Reduktion der gesamten Krebsinzidenz von ca. 12 % bei Männern und ca. 7 % bei Frauen ergeben. Nimmt man als Zielwert den von der DGE empfohlenen Wert von 650 g Gemüse und Obst pro Tag an, ergeben sich 20 % bei Frauen und über 30 % bei Männern. Diese Beispiele seien nur für die Empfehlung zur Aufnahme von Obst und Gemüse genannt. Entsprechende Zahlen ergeben sich für weitere Lebensmittelgruppen und Nährstoffe, die in diesem Kapitel ebenfalls tabellarisch dargestellt sind.

Die berechneten Reduktionen in der Krebsinzidenz beziehen sich explizit auf die zu Grunde gelegte Studienpopulation, die der deutschen Bevölkerung entstammt. Sie ist eine erste Abschätzung des krebspräventiven Potenzials von Ernährungsempfehlungen. Es ist aber keine Abschätzung für das gesamte präventive Potenzial der Ernährung im Bereich der Krebserkrankungen. Die berechneten Reduktionen in der Krebsinzidenz dürfen nicht addiert werden, da die jeweiligen Expositionsfaktoren, die hier untersucht wurden, miteinander korrelieren.

Forschungslücken und Forschungsbedarf

Die Entwicklung der letzten Jahre hat gezeigt, dass einige Nahrungsfaktoren in ihrer Wirkung auf die Krebsentstehung überschätzt, andere unterschätzt wurden. Dies verdeutlicht die Dynamik dieses Forschungsgebiets. Durch Änderungen des Lebensstils wäre in der Bevölkerung ein nicht unerhebliches Präventionspotenzial zur Verminderung von Krebs vorhanden. Der steigenden Zahl von Krebserkrankungen auf Grund der zunehmenden Lebenserwartung könnte durch Nutzung dieses Präventionspotenzials entgegengewirkt werden. Diese Nutzung gestaltet sich jedoch schwierig, da klare gesundheitspolitische Entscheidungen erforderlich sind, in welcher Art und mit welchen Maßnahmen Krankheitsprävention in diesem Bereich zukünftig betrieben werden soll. Maßnahmen, welche die Struktur der Lebensmittelerzeugung und deren Angebot beeinflusst, wären ebenso denkbar

wie Maßnahmen, die Einfluss auf das Kauf- und Essverhalten der Verbraucher haben. Derartigen Entscheidungen müssen Abwägungsprozesse der Evidenzlage sowie die Auslotung der Umsetzungsmöglichkeiten vorausgehen, weil die nur schwer durchführbaren Interventionsstudien fehlen. Diesen Überlegungen kommt das in der Bevölkerung bestehende hohe Interesse an sinnvollen Empfehlungen zur Senkung des Krebsrisikos entgegen.

Aus der Bewertung der das Tumorrisiko modifizierenden Ernährungsfaktoren ergeben sich zwei Schlussfolgerungen: Einerseits sollten auf Grund des derzeitigen Kenntnisstandes Leitlinien zur Krebsprävention durch Ernährung erstellt und in der Bevölkerung umgesetzt werden. Dazu zählen aus heutiger Sicht neben dem Nichtrauchen eine starke Erhöhung des Gemüse- und Obstverzehrs, die regelmäßige Gewichtskontrolle und ein körperlich aktiver Lebensstil. Andererseits sollte das akademische Interesse an Erkenntnisgewinn nicht nachlassen und vor allem weiter gefördert werden.

Für die Forschung ergeben sich folgende Herausforderungen: Die Kenntnisse von dem komplexen Wechselspiel zwischen genetischer Prädisposition, Umwelt und Ernährung weiter zu vermehren sowie die Datenlage über die Zusammenhänge zwischen Ernährungsfaktoren und Krebsentstehung zu verbessern, um das Erkennen und Bewerten von Präventionspotenzialen zu erleichtern.

Kapitel 6: Beeinflussung der Darmflora durch Ernährung

Der Darmflora kommt für die Gesundheit des Menschen eine wichtige Rolle zu. In diesem Kapitel werden Ausführungen zu dieser Thematik im Ernährungsbericht 2000 fortgeführt und die Ergebnisse neuerer Studien vorgestellt.

Die mikrobielle Besiedlung des bei Geburt sterilen Darms erfolgt bei gestillten Säuglingen überwiegend mit Bifidobakterien, bei auf Kuhmilchbasis ernährten Säuglingen mit einer Mischflora. Die aus Bifidobakterien bestehende Flora der gestillten Säuglinge führt zu einer starken Absenkung des pH-Werts des Darminhalts und stellt damit einen wichtigen Schutz vor Infektionen dar. Mit der Umstellung der Ernährung von Frauenmilch auf kuhmilchbasierte Produkte, Brei und feste Nahrung gleichen sich die Unterschiede in der Zusammensetzung der Darmflora gestillter und nicht-gestillter Kleinkinder aus. Während des 1. Lebensjahres stabilisiert sich die Darmflora und erreicht allmählich die Zusammensetzung der Erwachsenenflora. Eine typische Erwachsenenflora gibt es nicht, gleichwohl sind bestimmte dominierende Bakteriengattungen immer nachweisbar. Unterhalb der Gattungsebene können auch signifikante Unterschiede zwischen den Darmfloren unterschiedlicher Personen bestehen.

Bakterien der Gattung *Bacteroides* stellen ca. 30 % und solche der Gattung *Bifidobacterium* ca. 10 % der Gesamtkeimzahl dar. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die verschiedenen Abschnitte des Magen-Darm-Trakts in ihrer mikrobiellen Besiedlung signifikant unterscheiden: die mit Abstand größte Zahl – mehr als 99 % aller im Verdauungstrakt nachweisbaren Mikroorganismen – befinden sich im Dickdarm. In den oberen Abschnitten des Verdauungstrakts (Magen und Zwölffingerdarm) lassen sich nur geringe Zahlen von Mikroorganismen nachweisen. Vom Duodenum bis zum distalen Ileum nimmt die Zahl der Mikroorganismen laufend zu. Längst nicht alle Bakterien der Darmflora können durch mikrobiologische Kultivierungsmethoden erfasst werden. Durch Anwendung

moderner molekularbiologischer Verfahren konnte gezeigt werden, dass etwa 75 % der molekularbiologisch erfassten Informationen keiner bekannten Bakterienspezies zuzuordnen waren.

Einfluss der Ernährung auf die Darmflora

Eine etablierte Darmflora ist unter konstanten Lebensbedingungen relativ resistent gegen die Etablierung neuer, insbesondere pathogener Mikroorganismen. Verdauliche Lebensmittelinhaltsstoffe stehen den Organismen der Darmflora nur in so weit zur Verfügung, als sie nicht bereits in den oberen Abschnitten des Verdauungstrakts, insbesondere im Ileum, aufgeschlossen und absorbiert worden sind. Für die Entwicklung der Mikroorganismen der Dickdarmflora sind daher die unverdaulichen Nahrungsbestandteile, wie Ballaststoffe, von entscheidender Bedeutung. Ballaststoffe, die vor allem das Wachstum von Bakterien mit protektiven Eigenschaften fördern sollen, werden als *Präbiotika* bezeichnet. Die bekanntesten sind Inulin und Oligofructose. Bifidobakterien wie auch andere Milchsäurebakterien sollen auf den Wirtsorganismus protektive Wirkungen ausüben. Stämme von Bifidobakterien und Laktobazillen, für die solche gesundheitsfördernden Wirkungen nachgewiesen sind, werden als *Probiotika* bezeichnet. Zur Zeit werden in Lebensmitteln derartige Stämme eingesetzt, für die neben der gesundheitlichen Wirkung nachgewiesen ist, dass sie die Magen- und Dünndarmpassage überstehen und in aktiver Form in signifikanten Zahlen im Dickdarm nachweisbar sind. Die Frage, ob durch die Anwesenheit eines neuen Bakterienstamms in der Darmflora der Anteil anderer Bakterien an der Gesamtflora beeinflusst wird, ist bisher nicht eindeutig zu beantworten. Keinesfalls kommt es zu drastischen Veränderungen in der Zusammensetzung der dominanten Flora.

Auf Grund der hohen Zelldichte und -zahl der Dickdarmflora, erreicht diese eine metabolische Kapazität, die der der Leber vergleichbar ist. Als Substrate stehen an erster Stelle nichtverdauliche Kohlenhydrate und danach nichtverdauliches Protein aus der Nahrung bzw. endogene, intestinal sezernierte Enzyme zur Verfügung. Darüber hinaus findet ein reger Stoffaustausch zwischen den verschiedenen Bakterien der Darmflora statt, d.h. ausgeschiedene Stoffwechselendprodukte der einen Bakteriengruppe dienen der anderen als Substrate.

Während Kohlenhydrate und Proteine für den Stoffwechsel der Darmflora von großer Bedeutung sind, stehen auf Grund der hervorragenden Absorption von Fett im Dünndarm im Dickdarm nur geringe Mengen an Fett zur Verfügung.

Viele Bakterien sind in der Lage Substanzen zu bilden, die antibakteriell wirken. Am bekanntesten sind *Bakteriozine*, das sind Peptide oder Proteine, die aus den Bakterien ausgeschleust werden und gegen andere Bakterien wirken.

Bakterien sind mit einer Vielfalt von Enzymen ausgestattet, die auch in der Lage sind Reaktionen zu katalysieren, die zu toxischen oder kanzerogenen Substanzen führen. Während insbesondere Vertreter der Gattungen *Bacteroides* und *Clostridium* hohe Aktivitäten dieser unerwünschten Enzyme aufweisen, scheinen Bifidobakterien und Laktobazillen überwiegend nur geringe derartige Aktivitäten zu besitzen. Der Einsatz von Prä- u./o. Probiotika scheint zu einer Verringerung der Aktivität eines oder mehrerer unerwünschter Enzyme zu führen.

Gesundheitliche Effekte von Pro- und Präbiotika

Probiotische Bakterien zeigen Gesundheitseffekte, die direkt oder indirekt mit dem Magen-Darm-System in Beziehung stehen. Die meisten ihrer Wirkungsmechanismen sind mit der Zusammensetzung der Darmflora verknüpft; so können zahlreiche probiotische Bakterienstämme die Kolonisierung des Darms durch pathogene Mikroorganismen und deren Ausbreitung durch die Darmwand in die Blutbahn und in andere Organe hemmen. Eine Reihe von positiven Wirkungen von Probiotika werden deshalb bei Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts beobachtet. Durch Rotaviren induzierte *Durchfälle*, z.B. bei hospitalisierten Kleinkindern, können durch Probiotika mit immunstimulierenden Eigenschaften verkürzt oder verhütet werden. Mit probiotischen Bakterienstämmen ließen sich in einigen Studien Dauer u./o. Häufigkeit von Reisediarrhöen verkürzen bzw. reduzieren. Bei Durchfällen, die auf eine durch Antibiotikagabe verursachte massive Störung der Darmflora zurückgehen, sind ebenfalls probiotische Bakterien teils erfolgreich, teils ohne Erfolg eingesetzt worden. Als Folge einer Bestrahlung oder Chemotherapie kommt es häufig zu schweren Störungen des Immunsystems und der Intestinalflora, zu Durchfällen und zu einer starken Vermehrung von Schimmelpilzen. Diese Nebenwirkungen ließen sich durch Verabreichung von probiotischen Bakterien verringern. Die Beschwerden bei *Lactoseintoleranz* lassen sich durch den Verzehr von probiotischen Bakterien verringern.

Entzündliche Erkrankungen und Reizungen des Magen-Darm-Trakts können verschiedene Ursachen und Wirkungen haben. Die zum Teil günstigen Wirkungen von Probiotika bei derartigen Störungen rechtfertigen Optimismus und weitere Untersuchungen am Menschen. Unter verschiedenen Bedingungen, wie sehr geringe Magensaftproduktion oder Resektion von Teilen des Dünndarms, können sich einzelne Vertreter der Intestinalflora im Dünndarm stark vermehren. Nach ersten Untersuchungen soll hier die Verabreichung von Laktobazillen günstig wirken. Auch bei unspezifischen gastrointestinalen Beschwerden können gesäuerte probiotische Milchprodukte helfen. Bei Obstipation konnten überzeugende positive Ergebnisse in Placebo-kontrollierten, doppelblind geführten klinischen Studien allerdings nur vereinzelt gezeigt werden.

Infektionen außerhalb des Magen-Darm-Trakts

Wegen der engen Beziehungen zwischen Darm- und Urogenitalflora ist seit langem versucht worden, neben lokalen Applikationen auch durch eine orale Verabreichung von Probiotika Infektionen des Urogenitaltrakts präventiv oder therapeutisch zu behandeln und ein gestörtes Gleichgewicht der lokalen Mikroflora wiederherzustellen. Trotz einiger Erfolge sind für diese Indikationen noch weitere Studien am Menschen notwendig.

Die orale Mikroflora ist ein langfristig bemerkenswert stabiles System, dass durch einzelne Mahlzeiten kaum beeinflusst wird. Mit ersten Erfolgen ist versucht worden, durch den Verzehr oder die lokale Anwendung von lebenden oder hitze-inaktivierten Bakterien langfristig das Kariesrisiko zu senken.

Immunsystem – vermittelte Effekte

Die intestinale Mikroflora stellt eine bedeutende Antigenquelle insbesondere für das Darm-assoziierte Immunsystem dar. Die Entwicklung des Immunsystems nach der Geburt hängt entscheidend von der Entwicklung der Zusammensetzung der körpereigenen Mikroflora

ab. Es überrascht daher nicht, dass praktisch alle diesbezüglich untersuchten probiotischen Bakterienstämme *immunmodulierende* Eigenschaften aufweisen.

Infektionsprophylaxe ist schließlich auch auf immunmodulierende Wirkung zurückzuführen. Beim Menschen ließen sich die Besiedlung des Nasenraums mit pathogenen Bakterien und die Rückfallhäufigkeit bei chronischen Nasennebenhöhlenentzündungen durch verschiedene Probiotika verringern. Bei ansonsten gesunden Erwachsenen, die ein bifidobakterien- und lactobazillenhaltiges probiotisches Präparat erhielten, war in zwei Winterperioden die Schwere und Dauer von Erkältungen im Vergleich zu einer Placebogruppe reduziert.

Befunde aus Finnland weisen darauf hin, dass probiotische Mikroorganismen nicht in jedem Fall stimulierend auf das Immunsystem wirken, sondern bei Allergikern oder Kindern mit atopischer Dermatitis immunmodulierend wirken. So fühlten neurodermitische Kinder, die eine hypoallergene Nahrung zusammen mit Probiotika erhielten, signifikant weniger Beschwerden, als *atopische Kinder*, welche die gleiche hypoallergene Nahrung ohne Probiotika erhielten. Und durch präventive Gabe von Probiotika ließ sich bei erblich gefährdeten Kindern die Häufigkeit von Neurodermitis in den ersten 4 Lebensjahren halbieren.

Durch Ad- und Absorption, Verstoffwechselungen oder Beeinflussung der Intestinalflora können Milchsäurebakterien die Konzentration (pro-) kanzerogener, mutagener und genotoxischer Stoffe, sowie krebspromovierender Enzyme im Darm senken. Es lässt sich aber nach wie vor kaum abschätzen, ob durch den Verzehr von Probiotika beim Menschen die Häufigkeit von *Krebs*, z.B. des Kolonkarzinoms (und anderer Krebsarten), gesenkt werden kann.

Einige Laktobazillen- und Bifidobakterienstämme mit der Fähigkeit, Gallensäuren zu dekonjugieren u./o. Cholesterol zu binden, vermögen durch Steigerung der fäkalen Sterolausscheidung und Reduktion der enterohepatischen Rezirkulation die Gesamt- bzw. *LDL-Cholesterolkonzentration* im Plasma zu senken, während HDL-Cholesterol unbeeinflusst bleibt. Eine dadurch länger anhaltende Senkung der LDL-Cholesterolkonzentration oder gar die Verringerung des Arteriosklerosisrisikos ist nach heutigem Kenntnisstand eher unwahrscheinlich.

Präbiotika

Mit *Inulin* und seinem Hydrolyseprodukt *Oligofructose* ließen sich in Tier- und Humanstudien eine Reihe gesundheitsrelevanter Effekte zeigen. Diese präbiotischen Kohlenhydrate werden von der Dickdarmflora fermentiert. Dadurch erhöhen sie die Biomasse, das Gewicht des Stuhls und die Stuhlfrequenz, helfen bei Obstipation und fördern die Gesundheit der Darmmukosa. Diese Präbiotika haben auch einen spezifischen Effekt auf bestimmte günstige Darmbakterien, insbesondere die Bifidobakterienflora. Sie hemmen gleichzeitig einzelne Bakterienstämme mit pathogenem Potenzial und verringern dabei das Durchfallrisiko.

In verschiedenen Tiermodellen ließen sich sogar chemisch induzierte präkanzeröse Läsionen und längerfristig die Häufigkeit von *Tumoren* im Dickdarm durch 5 % bis 15 % Inulin und Oligofructose in der Diät reduzieren. Dieser Effekt konnte durch synbiotische Kombinationen von Prä- und Probiotika noch gesteigert werden.

Inulin und Oligofructose modulieren den *Lipidstoffwechsel* der Leber in Ratten- und Hamstermodellen bei Fütterung einer „western-style“-Diät. Durch koordinierte Aktivitätsminderung lipogener Enzyme und Reduktion der VLDL-Partikelkonzentration ließen sich die postprandialen Cholesterol- und Triglyceridkonzentrationen im Plasma senken. Pro-, Prä- oder Synbiotika scheinen nur bei Personen mit Hypercholesterolämie die Cholesterolkonzentration im Plasma zu senken.

Eine pH-Absenkung durch Präbiotika fördert durch eine Erhöhung der Löslichkeit die Calcium-, Eisen- und Magnesiumabsorption im Dickdarm und könnte so z.B. der Entwicklung einer Osteoporose entgegenwirken. Inulin und Oligofructose können auch indirekt über die Beeinflussung der Darmflora, verschiedene Parameter des Immunsystems, wie die NK-Zell-Aktivität, die Sekretion von Interleukin-10 und Interferon und die Lymphozytenproliferation modulieren.

Säuglingsernährung

In den letzten Jahren wird mit ersten Erfolgen versucht, durch Zusatz von probiotischen Bifidobakterien und Laktobazillen u./o. von präbiotischen Fructo- und Galactooligosacchariden zu Säuglingsnahrung auf Kuhmilchbasis auch bei Flaschenkindern weichere und saurere (pH 5 – 6) „Säuglingsstühle“ zu fördern und eine bifidusbetonte Darmflora zu induzieren, die derjenigen gestillter Babys in den ersten 2 bis 3 Lebensmonaten ähnlich ist.

Sicherheit

Laktobazillen und Bifidobakterien gelten generell als sicher. Gesundheitsrisiken durch Überdosierung, lange Verzehrsdauer oder – bei Personen mit gestörter Immunabwehr – auf Grund der immunstimulierenden Eigenschaften von Probiotika wurden ebenfalls bislang nicht beobachtet. Einige wenige Fälle von unerwünschten Wirkungen können diese Bewertung der Probiotika nicht beeinträchtigen und das Risiko bakterieller Infektionen ist durch den Anstieg des Verzehrs probiotischer Lebensmittel nicht gestiegen.

Schlussfolgerung

Die Beeinflussung der Darmflora oder einzelner immunologischer Parameter für sich genommen stellen noch keinen gesundheitlichen Nutzen dar. Positive Gesundheitswirkungen von Pro- und Präbiotika müssen vielmehr in kontrollierten und soweit möglich doppelblinden Studien an Menschen nachgewiesen werden. Dabei ist zu beachten, dass der Nachweis einer probiotischen Gesundheitswirkung Stamm-spezifisch ist und jeweils nur für die Verabreichungsform, Dosis und Zielgruppe gilt, die in den betreffenden Studien untersucht wurde.

Allgemein akzeptierte Wirkungen sind: Abschwächung der Symptome bei Lactoseintoleranz, kürzere Rotavirus- und weniger Antibiotika-induzierte Durchfälle sowie die Verringerung der Konzentration krebsfördernder Enzyme und anderer unerwünschter Produkte des Stoffwechsels der Darmflora. Wenige, aber gut geplante Studien zeigen eine Linderung der Symptome und ein reduziertes Erkrankungsrisiko bei Lebensmittelallergie und atopischer Dermatitis. Viele der genannten klinischen Studien sind eher Belege für

therapeutische Einsatzmöglichkeiten. Für den gesunden Verbraucher lässt sich daraus ein Nutzen durch den Verzehr von pro- und präbiotischen Lebensmitteln nur durch Extrapolation ableiten. Daneben sprechen aber auch Studien dafür, dass der Zusatz von Pro- und Präbiotika zu Babynahrung zur Förderung einer Bifidobakterien-betonten Darmflora in den ersten Lebensmonaten bzw. zur Reduzierung des Neurodermitis-Risikos führt. Auch die Linderung unregelmäßiger und unspezifischer Magen-Darm-Beschwerden und von Atemwegsinfektionen („Erkältungen“) bei Erwachsenen durch Probiotikaverzehr sind Wirkungen, die für sonst gesunde Menschen von Interesse sind.

Kapitel 7: Einfluss sekundärer Pflanzenstoffe auf die Gesundheit

Sekundäre Pflanzenstoffe zeigen eine Vielfalt von gesundheitlichen Wirkungen, die in vielen nationalen und internationalen Forschungsinstituten intensiv untersucht werden. Als Fortsetzung eines Beitrags im Ernährungsbericht 1996 stellt dieses Kapitel den aktuellen Kenntnisstand auf diesem Gebiet dar und diskutiert die Frage von Zufuhrempfehlungen für sekundäre Pflanzenstoffe.

Informationen zum Vorkommen von sekundären Pflanzenstoffen in Lebensmitteln sind inzwischen für einige dieser Verbindungen aus öffentlichen Datenbanken erhältlich. Diese Zahlen sind jedoch kritisch zu betrachten, da zusätzlich zur genetisch und ökologisch bedingten Variabilität der Gehalte in verzehrsfähigen Lebensmitteln durch Lagerung sowie Verarbeitung bzw. Zubereitung im Haushalt zusätzlich Unterschiede auftreten können. Deshalb liegen auch nur für wenige sekundäre Pflanzenstoffe verlässliche Daten über die tägliche Zufuhrmenge vor. Auch die Bioverfügbarkeit sekundärer Pflanzenstoffe variiert sehr stark in Abhängigkeit von ihrer chemischen Struktur und der Aktivität der intestinalen Mikroflora des Menschen. Der derzeitige Informationsstand zur Bioverfügbarkeit wird anhand der Gruppe der Flavonoide dargestellt.

Epidemiologische Studien zum Zusammenhang zwischen Aufnahme von sekundären Pflanzenstoffen und Krankheitsrisiken

Eine Reihe von aktuellen prospektiven Kohortenstudien belegt eine inverse Assoziation zwischen dem Verzehr von Gemüse und Obst und dem Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Der Vergleich eines hohen Verzehrs von Gemüse und Obst mit einem niedrigen Verzehr ergibt im Durchschnitt eine Risikominderung von bis zu 30 %. Anhand epidemiologischer Studien wurden auch Assoziationen von mit Lebensmitteln aufgenommenen sekundären Pflanzenstoffen (z.B. Carotinoide und Flavonoide) und Krankheitsrisiken ermittelt. Über die Wirkungen einer Supplementierung von isolierten Stoffen liegen keine neuen Ergebnisse vor.

Eine hohe Flavonol- sowie Flavonaufnahme mit der Nahrung war in mehreren Studien mit einem verringerten Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Lungenkrebs verbunden. Allerdings konnte dieser Zusammenhang nicht in allen Studien bestätigt werden. Andere Studien sprechen auch für eine Senkung des Krebsrisikos durch die alimentäre Aufnahme von Carotinoiden. Die alimentäre Zufuhr an Carotinoiden geht in den meisten Studien mit einem verringerten Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen einher.

Gesundheitsfördernde Wirkungen von sekundären Pflanzenstoffen

Die Informationen über die gesundheitsfördernden Wirkungen der sekundären Pflanzenstoffe beim Menschen beruhen gegenwärtig auf den Ergebnissen epidemiologischer Studien, dabei ist die chemische Struktur der potentiell wirksamen Verbindungen für viele sekundäre Pflanzenstoffe noch nicht bekannt.

Zur *antikanzerogenen* Wirkung mehrerer sekundärer Pflanzenstoffe wurden epidemiologische Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurden interessante Erkenntnisse zur Beziehung von Lykopen, Glucosinolaten und Phytoöstrogenen zu Prostatakrebs, Brustkrebs und andere Tumorarten gewonnen. Außer einigen positiven statistischen Assoziationen liegt aber bisher keine Evidenz für eine gesicherte protektive Wirkung vor.

Die *in vitro* nachgewiesene *antioxidative* Wirkung von sekundären Pflanzenstoffen könnte auch durch eine erhöhte Aufnahme dieser Substanzen mit der Nahrung in einer protektiven Wirkung gegenüber bestimmten Krankheiten zum Tragen kommen. Durch Supplementierung von β -Carotin konnten allerdings keine Veränderungen in dem Schutz vor Lipidperoxidation oder vor oxidativen DNA-Schäden beobachtet werden. Im Gegensatz dazu wurde jedoch bei erhöhtem Verzehr carotinoidreicher Gemüse- und Obstsorten ein verbesserter Schutz vor Lipidperoxidation und oxidativen DNA-Schäden festgestellt. Während viele *in vitro*-Studien eine klare Schutzwirkung der Flavonoide vor Lipidperoxidation zeigten, liegen in *ex vivo*-Untersuchungen nach oraler Zufuhr von Flavonoiden, z.B. in Form von Zwiebeln, nur inkonsistente Ergebnisse vor.

Immunmodulatorische Wirkungen von sekundären Pflanzenstoffen wurden z.B. für β -Carotin und Lykopen festgestellt. Ob die beschriebenen Effekte für einzelne Carotinoide spezifisch sind und für die Abwehr von z.B. Infektionskrankheiten bedeutend, ist gegenwärtig unklar. Zahlreiche *in vitro*-Versuche sowie Beobachtungen *in vivo* sprechen für eine immunmodulatorische Wirkung von Flavonoiden. Auf Grund der Expression von Östrogenrezeptoren auf verschiedenen Immunzelltypen kann das Immunsystem auch durch Phytoöstrogene moduliert werden. Derartige Wirkungen wurden für verschiedene Vertreter dieser Gruppe gezeigt.

Die *Plasmacholesterolsenkende* Wirkung von Phytosterinen erfolgt durch die Hemmung der Absorption von Nahrungscholesterol sowie des über die Galle ausgeschiedenen Cholesterols. Diese Cholesterolsenkende Wirkung der Phytosterine ist seit 50 Jahren bekannt und begründet den Einsatz von Phytosterinen in der Therapie der Hypercholesterolemie. Ob die Senkung der Cholesterolkonzentration im Blut durch die Aufnahme von phytosterinreicher Margarine eine signifikante Reduktion von Herz-Kreislauf-Erkrankungen bewirkt, ist bisher durch keine Interventionsstudie am Menschen bewiesen.

Antibiotische Wirkungen sind für verschiedene sekundäre Pflanzenstoffe dokumentiert. Bestimmte Flavonoide, z.B. Procyanidine, können das Wachstum von Bakterien hemmen. In einer Interventionsstudie wurde bei Frauen nach regelmäßigem Konsum eines Konzentrats aus Moosbeeren und Preiselbeeren, die diese sekundären Pflanzenstoffe enthalten, ein vermindertes Risiko für Harnwegsentzündungen beobachtet. Sulfide hemmen *in vitro* das Wachstum von Staphylokokken und anderen Bakterien. Der Verzehr eines Knoblauchextrakts induzierte beim Menschen *ex vivo* 30 und 60 Minuten später eine anti-

fungale Wirkung im Serum, nicht jedoch im Urin. Zur endgültigen Bewertung dieser Befunde sind noch weitere Untersuchungen am Menschen notwendig.

Antithrombotische Wirkungen von Flavonoiden werden für die inverse Beziehung von Flavonoidaufnahme und dem Sterblichkeitsrisiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen in epidemiologischen Studien verantwortlich gemacht. Flavonoide können *in vitro* die Thrombozytenaggregation hemmen. Ob das verringerte Sterblichkeitsrisiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen in epidemiologischen Untersuchungen kausal mit der antithrombotischen Wirkung der Flavonoide in Zusammenhang steht, ist gegenwärtig noch unklar.

Carotinoide sollen außerdem vor Augenkrankheiten (Makuladegeneration und Katarakt) schützen. Bestimmte Carotinoide (Lutein und Zeaxanthin) sollen die Netzhaut und die Augenlinse vor freien Radikalen schützen. Die Ergebnisse mehrerer epidemiologischer Studien weisen darauf hin. Phytoöstrogene erhöhen möglicherweise die Knochendichte und könnten die Entstehung von Osteoporose hemmen. Interventionsstudien zur Osteoporoseprävention mit erhöhtem Soja- bzw. Isoflavonkonsum führten zu keinen einheitlichen Ergebnissen. Auf der Grundlage der zur Zeit vorliegenden Daten ist es deshalb verfrüht, von einer Schutzwirkung von Isoflavonen vor Osteoporose zu sprechen.

Schlussfolgerungen

Die Aufnahme von protektiv wirkenden Stoffen in Obst und Gemüse ist mit einem verringerten Krankheitsrisiko assoziiert, was in zahlreichen Studien beobachtet werden konnte. *In vitro*- und *ex vivo*-Untersuchungen mit isolierten Substanzen aus der Gruppe der sekundären Pflanzenstoffe liefern mehr oder minder überzeugende Hinweise auf ihre Wirksamkeit im Sinne der in den epidemiologischen Untersuchungen beobachteten Effekte. Dennoch ist noch Zurückhaltung geboten. Eine aktuelle Meta-Analyse, welche die Auswirkungen von β -Carotinsupplementen (15 – 50 mg/Tag) bei über 100 000 Studienteilnehmern untersuchte, berichtet, dass diese Supplementierung zu einer gering, aber statistisch signifikant erhöhten Gesamtsterblichkeit sowie einer Risikoerhöhung für Herz-Kreislauf-Erkrankungen führt. Diese exemplarischen Untersuchungen mahnen zur Vorsicht beim Einsatz von sekundären Pflanzenstoffen und sprechen gegenwärtig gegen die Aufnahme von sekundären Pflanzenstoffen in isolierter Form. Bis heute konnte keine Studie eine besondere Schutzwirkung eines einzelnen sekundären Pflanzenstoffs in isolierter Form beim Menschen nachweisen.

Als Alternative zur Aufnahme von sekundären Pflanzenstoffen mit Obst, Gemüse und Vollkornprodukten werden oft Nahrungsergänzungsmittel auf der Basis von sekundären Pflanzenstoffen bzw. Gemüse- oder Obstextrakten propagiert. Dafür fehlt jedoch in aller Regel der wissenschaftliche Nachweis der gesundheitlichen Wirkungen und der gesundheitlichen Unbedenklichkeit. Konzentrate oder Extrakte aus Gemüse und Obst sind grundsätzlich keine Alternative zum täglichen Verzehr von 5 Portionen Obst und Gemüse in unerhitzter und erhitzter Form.

Die Frage der Zufuhrempfehlung für einzelne sekundäre Pflanzenstoffe kann gegenwärtig nicht beantwortet werden. Eine direkte Übertragung von Ergebnissen *in vitro* oder im Tierexperiment auf den Menschen ist nicht möglich. Außerdem liegt in den Nahrungspflanzen ein Gemisch von Hunderten von sekundären Pflanzenstoffen vor, deren Wirkungen im Einzelnen weder qualitativ noch quantitativ isoliert werden können. Weiterhin ist nicht bekannt, ob sekundäre Pflanzenstoffe nur im Zusammenspiel mit den in

Gemüse und Obst vorhandenen essenziellen Nähr- und Ballaststoffen ihre maximale Schutzwirkung entfalten können. Angaben zur optimalen Aufnahme von einzelnen sekundären Pflanzenstoffen oder von einer Gesamtmenge sind deshalb zur Zeit nicht möglich.

Kapitel 8: Darstellung und Wirkung von Ernährungsinformationen im Fernsehen

Die Massenmedien wurden bisher nur in geringem Umfang als Instrumente der Ernährungsaufklärung genutzt. Das Fernsehen spielt auf Grund seiner enormen Reichweite, seiner besonders eindringlichen Art der Informationsvermittlung und seiner Funktion als Begleitmedium im Alltag möglicherweise eine Schlüsselrolle bei der Vermittlung ernährungsrelevanter Informationen. In diesem Kapitel werden die Darstellung von Ernährung in Fernsehprogrammen beschrieben und Aussagen darüber gemacht, inwieweit das Massenmedium Fernsehen zur Ernährungsaufklärung geeignet ist.

Die Studie setzt sich aus drei aufeinander aufbauenden Teilstudien zusammen. Eine *Inhaltsanalyse* des Programms der reichweitenstärksten deutschen Fernsehsender liefert erste Anhaltspunkte, welches Bild von Ernährung in den verschiedenen Sendern vermittelt wird. Eine *Verbraucherbefragung* überprüft, ob sich Zusammenhänge zwischen der Fernsehnutzung und der Wahrnehmung ernährungsbezogener Sendungen, den Ernährungseinstellungen und dem Ernährungsverhalten ergeben. In einem *Laborexperiment* wird untersucht, inwiefern sich solche Zusammenhänge kausal auf die Nutzung bestimmter Fernsehinhalte zurückführen lassen und sich das Fernsehen somit als effektiver Vermittlungskanal für eine gesunderhaltende Ernährung eignet.

Für diese Mehrmethodenstudie wurden zwei Theorien aus der Kommunikationswissenschaft herangezogen, deren Zusammenführung eine tiefergehende Analyse der Darstellung und Wirkung von ernährungsbezogenen Inhalten im Fernsehen versprach. Der Grundidee des „*Kultivierungsansatzes*“ zufolge nähert sich das Bild von der gesellschaftlichen Wirklichkeit für Zuschauer mit einem hohen Fernsehkonsum eher der Fernsehdarstellung an, während die Einstellungen und Verhaltensweisen von Fernsehzuschauern mit einem geringen Fernsehkonsum der Realität näher kommen. Während die Kultivierungsforschung insbesondere den Einfluss unterhaltender Medieninhalte untersucht, bezieht sich der „*Framing-Ansatz*“ (Rahmung) in erster Linie auf informationsorientierte Inhalte. Seinen Kernannahmen zufolge setzen Journalisten ein Thema in bestimmte Interpretationsrahmen – die sogenannten „Frames“. Diese Frames durchziehen den Medienbeitrag wie ein roter Faden und erleichtern den Zuschauern die Aufnahme und Interpretation der Botschaft, da bestimmte Aspekte in den Vordergrund gerückt, andere wiederum vernachlässigt werden. Folgende Frames wurden identifiziert: Risikoframe, Lifestyleframe, Politikframe, Wirtschaftsframe, Serviceframe.

Diese beiden theoretischen Ansätze, Kultivierung und Framing, werden in den einzelnen Teilstudien dahingehend verknüpft, dass die Verbraucherbefragung Kultivierungseffekte aufspürt, die anhand der Ergebnisse der Inhaltsanalyse vermutet werden können, während das Experiment die Wirkung ausgewählter Medienframes auf Fernsehzuschauer überprüft.

Um das Vorkommen von Ernährung in seiner ganzen Breite abzubilden, liegt der Inhaltsanalyse eine weitgefasste Definition des Ernährungsbegriffs zu Grunde. Sie bezieht neben der reinen Aufnahme von Nährstoffen auch die vor- und nachgelagerten Stadien der menschlichen Nahrungskette mit ein. Diese für die wichtigsten deutschen Vollprogramme repräsentative Studie erlaubt, den Umfang auszuweisen, den die Darstellung von Ernährung im Fernsehprogramm insgesamt einnimmt. Ein zentraler Punkt ist hierbei die Intensität, mit der Ernährung dargestellt ist. Wird sie häufig eher als Nebenprodukt (*Aspekt*), nur beiläufig im Bild mitvermittelt, oder ist sie in der Mehrzahl tatsächlich Thema (*Objekt*) der Berichterstattung, z.B. in einem Beitrag über übergewichtige Jugendliche? Außerdem ist die inhaltliche Ausgestaltung von Interesse. Ausgewertet wurden eine Ganztags-Stichprobe und eine Prime-Time-Stichprobe (19.00 – 23.00 Uhr).

Ernährungsdarstellungen erreichen im Fernsehprogramm einen erheblichen *Umfang*. Von den insgesamt 3 123 Programmelementen, welche die Ganztags-Stichprobe umfasst, enthalten rund zwei Drittel (~ 66 %) ernährungsrelevante Inhalte. In bestimmten Sendungsgattungen häufen sich die ernährungsrelevanten Sinneinheiten, z.B. in der Werbung, wo nahezu ein Drittel (~ 30 %) zu finden ist. Nimmt man die *Zeit* als Maßeinheit für den Umfang von Ernährungsdarstellungen, so wird in mehr als einem Zehntel (~ 12 %) der untersuchten Gesamtsendezeit Ernährung dargestellt. Ratgebersendungen tragen, gemessen an ihrer geringen Sendezeit, weit überproportional zur Ernährungsdarstellung im Fernsehen bei. Bezüglich der *Intensität* der Ernährungsdarstellungen zeigt sich in der Ganztags-Stichprobe, dass in knapp der Hälfte der ernährungsrelevanten Prozesse (~ 49 %) Ernährung als Aspekt, in den übrigen 51 % Ernährung als Objekt auftritt. Zusammenfassend nimmt die Darstellung von Ernährung im Fernsehen in der Ganztags-Stichprobe einen breiten Raum ein. Ähnliche Befunde ergeben sich auch für die Prime-Time-Stichprobe.

Das *Bild von Ernährung im Fernsehen* wird unter mehreren Aspekten speziell beschrieben. Aufmerksamkeit erregen in erster Linie die *Lebensmittel*. Die in der Ernährungsaufklärung für eine gesundheitsfördernde, bedarfsgerechte Ernährung empfohlene Zusammensetzung des Speiseplans wird von der DGE in Form eines Ernährungskreises veranschaulicht, der sich an die 10 Regeln der DGE anlehnt. Die Ganztags-Stichprobe weist ein davon deutlich abweichendes Fernsehbild von Lebensmitteln auf. Mit ~ 25 % wird ausgerechnet die Gruppe von Lebensmitteln am häufigsten dargestellt, die eigentlich gar keinen Anteil am Speiseplan haben sollte: Süßes und fette Snacks. Alkoholhaltige Getränke nehmen 16 % der gezeigten Lebensmittel ein, sollten aber nur in sehr geringen Mengen verzehrt werden. Getreideprodukte, Gemüse und Obst werden zu 13,4 %, 11,1 % und 7,5 % gezeigt, aber mit Anteilen von 30 %, 26 % und 17 % im Ernährungskreis der DGE empfohlen. Die Gegenüberstellung des „Soll-Ernährungskreises“ und eines „Fernseh-Ernährungskreises“ vermittelt ein alarmierend schlechtes Bild der „Fernseh-Ernährung“. Für den hohen durchschnittlichen Anteil von ~ 25 % Süßem und fetten Snacks in der Ernährungsdarstellung im Fernsehen ist offenbar hauptsächlich die Werbung verantwortlich. Dies zeigt ein Vergleich der Lebensmitteldarstellungen öffentlich-rechtlicher und privater Anbieter. Während in ARD, ZDF und WDR 14 % aller Lebensmittel auf Süßigkeiten und fette Snacks entfallen, sind es bei RTL, SAT.1, PRO7, RTL II und VOX mit 29 % mehr als das Doppelte.

Bei den *Themen* der Sendungen mit Ernährung als Objekt dominiert eher ein verbraucherbezogener Blickwinkel, vom Einkauf über die Zubereitung und den Verzehr bis hin zur Nachbereitung (~ 22 %). Weitere Themen (~ 10 %) können eher der Produktionsseite zugeordnet werden, während der Rest (65 %) durch nicht ernährungsrelevante Hauptthemen charakterisiert ist.

Das Fernsehen dient derzeit kaum als Transportmedium zur Ernährungsaufklärung. In 90 % der ernährungsrelevanten Sinneinheiten in Nachrichten-, Magazinen oder Ratgebersendungen wurden keine *Aufklärungsbotschaften* genannt. War das doch der Fall, so dominierten die verfahrenstechnischen Botschaften (3,9 %) oder die verbraucher-schützenden Botschaften (3,9 %). Ernährungsempfehlungen wurden nur in 2,8 % genannt. Die Vorbildfunktion von Schauspielern im Rahmen der Ernährungsaufklärung wurde lediglich in 2,6 % der betreffenden Sinneinheiten genutzt.

Die *weiterführenden Informationsmöglichkeiten* in Verbindung mit dem Fernsehen werden ebenfalls stark vernachlässigt. In den allermeisten Fällen (~ 94 %) bietet sich dem Zuschauer keine Möglichkeit, die erhaltenen Informationen weiter zu vertiefen. In diese Lücke könnten die Ernährungsaufklärungseinrichtungen vorstoßen, indem sie sich zukünftig vermehrt mit entsprechenden Angeboten an die Redaktionen von Magazin- und Ratgeber-sendungen wenden.

Medienframes bieten den Zuschauern eine gedankliche Leitlinie bei der Interpretation der Information. Die Ganztags-Stichprobe verdeutlicht, dass Journalisten bei der Darstellung von Ernährung besonders häufig den Serviceframe (~ 43 %) nutzen. Im Prime-Time-Sample von 19.00 bis 23.00 Uhr (Hauptnachrichten und Magazine) dominieren neben dem Wirtschaftsframe (~ 54 %), der Politikframe (~ 43 %) sowie der Risikoframe (~ 30 %). Die Rahmung von Beiträgen mit ernährungsrelevantem Hauptthema ist bei den öffentlich-rechtlichen und privaten Sendern des dualen Rundfunksystems ebenfalls unterschiedlich. Sind bei den Privatsendern ~ 26 % der Beiträge mit einem Risikoframe versehen, so sind es bei den öffentlich-rechtlichen Sendern nur ~ 15 %.

Die Darstellung von *Lebensmittelsicherheit* ist hinsichtlich möglicher kultivierender Wirkungen auf das Weltbild der Zuschauer besonders interessant. In rd. 17 % aller ernährungsrelevanten Beiträge der Ganztags-Stichprobe wurde die Sicherheit von Lebensmitteln angesprochen. Davon bleibt in ca. 77 % die Beurteilung allerdings ambivalent, sodass keine eindeutige Richtung der Bewertung festgestellt werden konnte. In ca. 18 % der Beiträge werden die Lebensmittel als nicht sicher bzw. weniger sicher als früher dargestellt. Dem stehen lediglich 4,9 % der Beiträge gegenüber, in denen Lebensmittel als sicherer als früher bewertet werden. In öffentlich-rechtlichen Programmen wird mit 7,7 % der Beiträge (verglichen mit 1,6 % bei den privaten Anbietern) häufiger ein positives Bild gezeichnet. Bei den Anteilen von Beiträgen mit einer negativen Beurteilung der Lebensmittelsicherheit stehen die öffentlich-rechtlichen Sender (~ 18 %) den privaten Anbietern (~ 19 %) aber kaum nach.

Bei einer Gesamtschau des *Bildes von Ernährung im Fernsehen* bietet das ganze Programm den Zuschauern eine ausgiebige Darstellung von Ernährung, vielfach jedoch eher beiläufig als Aspekt im Bild verpackt. In weiten Teilen entspricht die Repräsentation der Lebensmittel in den Fernsehprogrammen des deutschen Fernsehens nicht den Ernährungsempfehlungen der DGE. Sie weicht in deutlichem Maß negativ von den Normen einer gesunderhaltenden Ernährung ab und ist daher kritisch zu bewerten. Verbraucherbezogene Themen wie Einkauf, Zubereitung, Verzehr und Nachbereitung von Lebensmitteln überwiegen in den Fernsehbeiträgen. Das Potenzial des Massenmediums Fernsehen als zielgerichtetes Aufklärungsmedium über gesunderhaltende Ernährung wird aber ganz offensichtlich noch zu wenig genutzt. Bei den privaten Anbietern dominieren Risiko- und Lifestylerahmung, bei den öffentlich-rechtlichen Sendern die Service-, Politik- oder Wirtschaftsrahmung.

Befragung: Wahrnehmung von Ernährung im Fernsehen

Um zu erfahren, ob ein Zusammenhang zwischen dem Fernsehprogramm und ernährungsbezogenen Wahrnehmungen, Einstellungen und Verhaltensweisen der Zuschauer besteht, wurden auf Basis einer zweistufigen Zufallsstichprobe 1 060 Telefoninterviews mit Männern (~ 40 %) und Frauen (~ 60 %) ab 16 Jahren durchgeführt.

Die Wahrnehmung *ernährungsrelevanter Magazine und Ratgebersendungen* hängt fast ausschließlich mit der Fernsehnutzung selbst zusammen: Nicht etwa das Geschlecht oder eine positive Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung entscheidet darüber, wer eine ernährungsbezogene Sendungen sieht, sondern vielmehr eine hohe tägliche Nutzungsdauer sowohl öffentlich-rechtlicher als auch privater Sender. Hier liegt Potenzial für die Ernährungsaufklärung, denn diese Sendungen werden vor allem von jüngeren Menschen quer durch alle sozialen Schichten gesehen – auch von Zuschauern, die sich eigentlich nicht für Ernährungsthemen interessieren.

Im Hinblick auf die *Einstellung zu einer gesunderhaltenden Ernährung* zeigt sich das deutsche Fernsehen insgesamt dagegen als schwacher, aber signifikant negativer Einflussfaktor. Angesichts des negativen Zeugnisses, das dem Fernsehen auf Grund der Ergebnisse der Inhaltsanalyse ausgestellt wird, deuten sich hier Kultivierungseffekte an. In Anbetracht der Vielzahl einer gesunderhaltenden Ernährung eher abträglicher Ernährungsbotschaften könnte es vor allem auch die Nichtthematisierung einer gesunderhaltenden Ernährungsweise sein, die dazu führt, dass mit steigendem Fernsehkonsum einer ausgewogenen Ernährung eine geringere Bedeutung zugemessen wird.

Im Zusammenhang mit dem selbst eingeschätzten *Ernährungsverhalten* präsentiert sich nur die Nutzungshäufigkeit von Privatsendern als (schwach negativer) Einflussfaktor. Hier besteht zusätzlicher Forschungsbedarf bezüglich der Ursachen dieses Befundes.

Eine zusätzliche auf das Thema „Lebensmittelrisiken“ fokussierte Auswertung demonstriert die Bedeutung der Fernsehnutzung noch einmal anhand eines für die Verbraucher besonders sensiblen Beispiels. Als Kultivierungseffekte zeichnen sich ab: mit höherer täglicher Fernsehdauer schätzen die Befragten die Lebensmittelqualität in Deutschland im Vergleich zu vor 10 Jahren positiver ein, und sie fühlen sich durch das Fernsehen über Lebensmittelrisiken besser informiert. Die Anhänger der öffentlich-rechtlichen Programme ARD und ZDF bewerten die journalistische Aufbereitung der Ernährungsthemen am ehesten als angemessen und nehmen die Lebensmittelqualität in Deutschland eher so wahr, wie sie sich tatsächlich entwickelt; also zunehmend besser.

Experiment: Wirkungspotenzial von Ernährungsinformationen im Fernsehen

Ziel des Experiments war es, die Wirkungen mit Frames versehener, speziell gestalteter Ernährungsbeiträge auf die Ernährungseinstellungen der Zuschauer zu untersuchen. Dafür wurden drei Ernährungsframes (Risiko-, Service- und Lifestyleframe) ausgewählt. Das Experiment wurde an 203 Versuchspersonen im Alter von 16 bis 75 Jahren durchgeführt, deren Ernährungseinstellungen eine Woche vor dem Experiment, direkt nach Rezeption des Beitrages (kurzfristig) und eine Woche nach dem Experiment (mittelfristig) miteinander verglichen wurden. Für jede der drei Versuchsbedingungen gab es eine Experimental- und eine Kontrollgruppe, die nicht telefonisch vorbefragt wurde, um Einflüsse der Vorbefragung auf das Experiment zu kontrollieren.

Im Anschluss an die Betrachtung des Ernährungsbeitrags mit *Risikoframe* weist die Experimentalgruppe – entgegen der Forschungsannahme – eine weniger risikobetonte Ernährungseinstellung auf als die Vergleichsgruppen, die keinen Risikoframe sahen. Mittelfristig verringert sich die risikoorientierte Einstellung der Experimentalgruppe sogar weiter. Diejenigen Versuchspersonen, die entgegen dem Gruppentrend eine – annahmekonforme – risikobetonte Einstellungsänderung zeigen, sind älter, kaufen selten ein und schauen wenig fern.

Durch die Betrachtung eines Beitrags mit *Serviceframe* fällt die servicebetonte Einstellung der Experimentalgruppe ebenfalls weniger serviceorientiert aus als vor dem Experiment. Mittelfristig zeigt sich jedoch im Gegensatz zu den Vergleichsgruppen wieder eine geringfügig stärkere serviceorientierte Ernährungseinstellung. Diejenigen Versuchspersonen, die nach der Rezeption des Serviceframes eine annahmekonforme servicebetontere Einstellungsänderung aufweisen, sind tendenziell eher jung, weniger gebildet, kochen selten und haben geringes Interesse am Thema Ernährung.

Einzig beim Beitrag mit *Lifestyleframe* zeigt sich ein empirischer Hinweis für die Forschungsannahme: Dessen Betrachtung zieht eine lifestylebetontere Einstellung nach sich, vor allem bei jüngeren, männlichen Versuchspersonen, die häufig selbst kochen.

Vor allem für die Ernährungsaufklärung ist die *Erinnerungsleistung* an eine explizite Botschaft im Vergleich der drei Frames interessant. Die beste Erinnerungsleistung zeigte sich beim Risikoframe, es folgt der Serviceframe. Beide scheinen einen kognitiven Modus zu aktivieren, der dazu beiträgt, das Gesehene aufmerksamer aufzunehmen und Inhalte besser zu erinnern. Der Lifestyleframe hingegen scheint Aufmerksamkeit und Erinnerungsvermögen nicht zu aktivieren.

Schlussfolgerungen

Diese Mehrmethodenstudie hatte das Ziel, die Darstellung von Ernährungsinformationen im Fernsehen zu beschreiben und die Wahrnehmung und Wirkung dieser Darstellung auf die Fernsehzuschauer zu analysieren. Dabei galt es zu klären, inwieweit das Medium Fernsehen als Instrument der Ernährungsaufklärung geeignet ist. Das Thema Ernährung ist in der deutschen Fernsehlandschaft stets präsent, nicht nur als Gegenstand der Information, sondern noch viel mehr nebenbei im Bild vermittelt. Insgesamt werden aber dabei die wissenschaftlich abgesicherten Empfehlungen zum Verzehr von Lebensmitteln und Getränken kaum abgebildet. Die Lebensmittelsicherheit wird in Nachrichten-, Magazin- und Ratgebersendungen überwiegend ambivalent, jedoch immerhin in knapp einem Fünftel der Beiträge eher negativ bewertet. Diese Erkenntnis ist deshalb kritisch zu bewerten, da die - häufig emotionalisierend aufbereitete - Berichterstattung über negative Vorkommnisse meist mehr Aufmerksamkeit des Verbrauchers hervorruft und besser erinnert wird als die über positive Vorkommnisse.

Die Wahrnehmung ernährungsbezogener Sendungen hängt maßgeblich mit der Fernsehnutzung zusammen: Diese werden vor allem von jungen Frauen und Männern aller sozialer Schichten gesehen, die dadurch prinzipiell für Botschaften der Ernährungsaufklärungseinrichtungen erreichbar sind. Mit höherer täglicher Fernsehdauer und der bevorzugten Nutzung bestimmter Fernsehgattungen oder -sender zeigte sich eine negativere Einstellung. Möglicherweise ist die seltene explizite Thematisierung einer gesunderhaltenden Ernährung und die häufig nebenbei vermittelte Präsentation von gesundheitsabträglichen Lebensmitteln eine Erklärung dafür.

Die Ergebnisse des Experiments zeigen, dass Ernährungseinstellungen prinzipiell durch Medienframes beeinflusst werden, auch wenn die einmalige Betrachtung von Ernährungsbeiträgen nur zu einer kurzfristigen Einstellungsänderung führt. Damit ist das Massenmedium Fernsehen als Instrument der Ernährungsaufklärung geeignet und es lohnt sich, sein Aufklärungspotenzial gezielt zu nutzen und weiter auszubauen. Solange aber das Fernsehen nicht für die Ernährungsaufklärung genutzt wird, kann es als Aufklärungsmedium auch nicht wirken. Ernährungsinformationen sollten deshalb gezielter als bisher ihren Weg in das Fernsehprogramm finden.

Die Aufklärungsinstitutionen können dazu durch Berücksichtigung der folgenden Empfehlungen ihren Beitrag leisten: Aufklärungseinrichtungen wie die DGE sollten die Öffentlichkeitsarbeit unter Einbeziehung des Fernsehens optimieren und sich durch unterhaltsam und anregend aufbereitete Aufklärungsbotschaften und über Persönlichkeiten als Experten der Ernährungsaufklärung selbst ins Gespräch bringen. Ratsam ist auch die Öffnung zu Privatsendern mit deren Unterhaltungskompetenz und ihrem Publikum. Auch im Fernsehen ist eine zielgruppenspezifische Ansprache des Publikums möglich. Schließlich ist die Konzeption kurzer, einprägsamer und prägnanter Aufklärungsspots zum Thema Essen und Trinken nach dem Vorbild des „7. Sinn“ im Straßenverkehr erfolgversprechend.

Kapitel 9: Anreicherung von Lebensmitteln und neue Produktkonzeptionen

Produktkonzeptionen wie Nahrungsergänzungsmittel (food supplements), functional food, health food, wellness Produkte, designer food etc. sind Neuerscheinungen auf dem Lebensmittel-Markt. Ihre Bedeutung steht im Mittelpunkt intensiver wissenschaftlicher und auch öffentlicher Diskussionen, nicht zuletzt weil Regelungen zwar für Nahrungsergänzungsmittel (NEM), nicht jedoch für angereicherte Lebensmittel getroffen sind.

Für Verbraucher ist der direkte Nutzen dieser Produkte schwer zu beurteilen. Was auch immer an Zugewinn über die übliche Ernährung hinaus („beyond nutrition“) in den Werbeaussagen versprochen wird, dahinter steht in aller Regel der Zusatz eines oder mehrerer Stoffe, meist Vitamine und Mineralstoffe. Verzehrdaten deuten auf eine wachsende Tendenz hin, solche neuen Produkte zu konsumieren. Allerdings sind Verzehrdaten speziell zu angereicherten herkömmlichen Lebensmitteln selten. Sie werden zudem von den gängigen Nährwerttabellen nicht erfasst, was aber hinsichtlich möglicher Überdosierungen überaus wichtig wäre. Untersuchungen haben gezeigt, dass selbst die lange Zeit als völlig harmlos geltenden Vitamine (z.B. β -Carotin) oder Mineralstoffe überdosiert werden können.

Inzwischen haben sich verschiedene Gremien mit der wissenschaftlichen Ableitung von Grenzdosierungen für Vitamine und Mineralstoffe beschäftigt. Es ist daher dringend erforderlich, Daten über angereicherte Produkte bereitzustellen bzw. Informationen über die Nährstoffe zu gewinnen, deren Zufuhr an kritische Grenzen herankommen könnte. Im Rahmen dieses Beitrags soll eine Art erste Bestandsaufnahme vorgestellt werden.

Datenbasis

In der hier vorgelegten explorativen Marktübersicht geht es primär um Vitamine und Mineralstoffe, da zur Zeit diese Stoffe am häufigsten zur Anreicherung eingesetzt werden. Für einen Überblick wurden jedoch alle für eine Anreicherung verwendeten Stoffe erfasst.

Basis dieser Übersicht ist eine Produkt-Datenbank. Sie wurde aus Produkten aufgebaut, die im Rahmen von Ausnahmegenehmigungen nach § 37 und Allgemeinverfügungen nach § 47a LMBG zu begutachten waren. Dies waren überwiegend mit Stoff-Zusätzen angereicherte Produkte. Der Zuschnitt der Datenbank auf behördliche Belange wurde durch den Einbezug zahlreicher auf dem Markt befindlicher Produkte erweitert, um direkte Vergleiche mit der aktuellen Situation zu ermöglichen.

Grundlage der *Dokumentation* war das Etikett der erfassten Produkte. Die Datensätze wurden in regelmäßigen Abständen einer Qualitäts- bzw. Plausibilitätsprüfung unterzogen und Datenlücken so weit wie möglich nach gezielter Recherche aufgefüllt. Die Datenbank umfasste zum Stichtag (1. Mai 2003) über 5 000 Datensätze.

Die vorliegende *Produktauswahl* stützt sich auf die Auswertung eines Teils dieser Datenbank. Dieser Teil erstreckt sich ausschließlich auf verpackte Lebensmittel, die in deutschen Lebensmittelgeschäften angeboten werden, einschließlich einiger Produkte aus dem Versandhandel, nicht aber aus speziellen Internet-Angeboten. Ausländische Produkte wurden nicht einbezogen. Ebenso nicht diätetische Lebensmittel. Demgegenüber wurden Produkte, die nur allgemein mit Sportlogos oder entsprechenden Sporthinweisen angeboten wurden, als „Lebensmittel des allgemeinen Verzehr“ einbezogen. Die Teilauswertung erstreckt sich auf insgesamt 2 399 selektierte Datensätze.

Die Auflistung der Stoffe in diesem Beitrag bedeutet nicht, dass ihr Zusatz zu Lebensmitteln zulässig ist. Mehrere der mit diesen Stoffen angereicherten Produkte dürften seitens der Überwachungsbehörden inzwischen beanstandet worden sein, insbesondere, wenn die Produkte mit einer arzneilichen Zweckbestimmung vermarktet wurden. Für die Aufnahme in die Datenbank und für die Auswertung wurden diese rein rechtlichen Kriterien zurückgestellt. Entscheidend war das Angebot der Produkte auf dem Markt, so wie Verbraucher solche Produkte in den Drogerie- und Supermarktregealen auch vorfinden.

Ergebnisse

Die Art der Stoffe, die angereicherten Lebensmitteln zugesetzt wurden, ist tabellarisch erfasst. Eindeutig an erster Stelle stehen Produkte mit Vitaminen (ca. 40 %), gefolgt von solchen mit Mengenelementen (fast 20 %) und Spurenelementen mit fast 10% der Produkte. Produkte mit anderen Stoffen (z.B. Aminosäuren, Carnitin, Taurin, Nukleotiden und anderen) sind jeweils mit weniger als 3 % und insgesamt mit etwas über 8 % vertreten. Zusätzlich sind weitere Stoffe, Stoffgemische, Lebensmittel in Trockenform oder Extrakte in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt, die ebenfalls als Zusätze in neuen Produkten zu finden waren.

Bei dem sich überaus dynamisch entwickelnden Lebensmittelmarkt in Deutschland mit sehr vielen Innovationen und völlig neuen Produktgruppen ist eine Systematik schwierig. Die verwendete Einteilung orientiert sich an der Überlegung, dass bei allen Datensätzen zwischen *abgeteilten Produkten und anderen Lebensmitteln* unterschieden werden kann. Diese Abgrenzung passt zu der seit kurzem vorliegenden EU-einheitlichen Definition für

Nahrungsergänzungsmittel: als Produkte *in abgeteilter Form, die Nährstoffe in kleinen Mengen bieten*. Rechtlich festgelegt für diese Lebensmittel ist die dosierungsfähige Darreichungsform (Tabletten, Kapseln, Presslinge etc.). Unter dem Kriterium „abgeteilt“ wurden auf dem deutschen Markt 1 306 Produkte gefunden.

Die Gruppe der *anderen Lebensmittel* enthält übliche Lebensmittel, wie Milchprodukte oder Brot- und Backwaren, die einen Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen enthielten. Hier sind auch neue Gruppen zu finden (Riegel, Energy Drinks). Hinzu kommen Produkte, die als herkömmliche Lebensmittel in Miniform angesehen werden könnten. Sie sind nicht dosierungspflichtig, wie abgeteilte Produkte, werden aber in dosierungsähnlicher Form (kleine Mengen) angeboten und werden hier als *Ambi-Produkte* (von ambivalent) bezeichnet, um deutlich zu machen, dass sie sowohl den abgeteilten als auch den herkömmlichen Lebensmitteln zugeordnet werden könnten. Insgesamt wurden 836 herkömmliche angereicherte Lebensmittel gefunden.

Von insgesamt 1 306 *abgeteilten Produkten (Nahrungsergänzungsmittel)* enthalten 490 als Zusätze Vitamine, 262 Mengenelemente und 174 Spurenelemente. Die Auswertung zeigt damit das erwartete Übergewicht der vitaminhaltigen Produkte, lässt aber im Umkehrschluss auch erkennen, dass zu einem erheblichen Anteil auch Produkte angeboten werden, die überhaupt keine Vitamine und Mineralstoffe enthalten, sondern andere Stoffe bzw. Extrakte.

Wertet man nach *Anzahl der zugesetzten Vitamine* aus, dann ergibt sich eine Bevorzugung des Zusatzes von einem oder nur wenigen Vitaminen. Die vollständige Palette an Nährstoffen wird vergleichsweise selten geboten. Es lässt sich sogar ein gewisses Muster erkennen: Bevorzugt ist der Zusatz von 1 (fast 30 % der abgeteilten Produkte), 3 (15 % der Produkte) oder 10 Vitaminen (bei mehr als 10 % der Produkte). Auch bei den Mengen- und Spurenelementen wird der Zusatz von nur einem Stoff bevorzugt.

Wertet man nach *Art der zugesetzten Vitamine und Mineralstoffe* aus, so lassen sich klare Favoriten ausmachen. In *Monopräparaten* und unter den *Vitaminen* liegt Folsäure vorne, gefolgt von Vitamin E und C. Deutlich dahinter liegen Biotin und β -Carotin. Bei den *Mengenelementen* ist Magnesium etwa doppelt so häufig wie Calcium anzutreffen. Bei den *Spurenelementen* stehen Zink und Selen an erster Stelle.

Bei den *Multikomponenten-Präparaten* stehen Vitamin E und C mit fast 20 % an erster Stelle. Die wasserlöslichen Vitamine sind bei etwa 12 % der Produkte fast gleichmäßig verteilt. Die fettlöslichen Vitamine A und D liegen bei nur etwa einem Drittel dieser Häufigkeiten; β -Carotin wird bei etwa 8 % zugesetzt. Calcium und Magnesium sind in Multikomponenten-Präparaten am häufigsten als Zusätze zu finden; danach folgt Eisen bei fast 5 % der Produkte. Bei den Spurenelementen werden wieder Selen und Zink am häufigsten zugesetzt.

Bei den *angereicherten herkömmlichen Lebensmitteln* erhält man im Grundmuster eine ähnliche Häufigkeitsverteilung für die Zahl der Zusätze mit bestimmten Schwerpunkten wie bei den abgeteilten Produkten. Der Zusatz aller Vitamine kommt bei den angereicherten herkömmlichen Lebensmitteln so gut wie nicht vor.

Bei der *Art der zugesetzten Nährstoffe* gibt es überaus große Ähnlichkeiten zwischen abgeteilten und herkömmlichen Lebensmitteln. Auch bei den herkömmlichen Lebensmitteln werden am häufigsten Vitamin C und Vitamin E sowie β -Carotin eingesetzt. Demgegenüber sind Zusätze von Spurenelementen bei den angereicherten Lebensmitteln relativ selten zu finden.

Bei der Betrachtung der Anreicherung von unterschiedlichen Lebensmittelgruppen wird erkennbar, welche Gruppen häufig und welche weniger häufig angereichert werden. Außerdem bestehen Präferenzen für bestimmte Kombinationen. So ist z.B. bei *Fruchtsaft- und Erfrischungsgetränken* der Zusatz von β -Carotin, Vitamin E und C sehr beliebt. Bei *Sportgetränken* oder *Energy Drinks* ist demgegenüber der Zusatz von B-Vitaminen sehr häufig. Von den Mengenelementen sind Calcium und Magnesium besonders bei den Sportgetränken zu finden, sehr viel seltener bei den *Energy Drinks*.

Häufigkeiten und Kombinationen der zugesetzten Vitamine und Mineralstoffe bilden ein *Anreicherungsmuster*, die Menge der zugesetzten Nährstoffe erreicht einen *Anreicherungsgrad*. Beides sind Kriterien, deren Anwendung sehr stark von der Festlegung von Vergleichs-Lebensmitteln abhängt. Dies wurde beispielhaft bei den beiden Getränke-kategorien „*Getränke auf Milchbasis*“ und „*Energy Drinks*“ dargestellt. Bei beiden Lebensmittelgruppen zeigte sich deutlich, dass die angereicherte Variante bei nicht unbeträchtlichen Unterschieden mehr Nährstoffe enthielt als die nicht angereicherte Vergleichsgruppe.

Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie zeigt, dass auf dem deutschen Markt eine große Zahl an Produkten angeboten wird, denen Vitamine und Mineralstoffe zugesetzt werden. Bei einigen dieser Gruppen wie z.B. bei den *Fruchtsaftgetränken*, *Erfrischungsgetränken* oder auch bei *Milch-Produkten* (in Portions-Packungen) ist die Zahl der angereicherten Produkte derart hoch, dass vermutet werden kann, dass die Anreicherung schon zum Standard geworden ist. Bemerkenswert ist auch, dass z.B. allein bei den Süßwaren 72 Produkte mit einem Zusatz von Vitaminen u./o. Mineralstoffen bzw. Spurenelementen gefunden wurden. Der Zusatz zu Lebensmitteln betrifft nicht nur Vitamine und Mineralstoffe. Viele Produkte enthalten noch andere Zusätze (Aminosäuren, Nukleotide, Cholin etc.) oder auch diese anderen Zusätze allein.

Produkte in *abgeteilter Form* und *herkömmliche Lebensmittel* zeigen, wie sich der Markt angereicherter Produkte inzwischen aufteilt. Gleichzeitig ist hervorzuheben, dass sich die Grenzen zwischen bisher bekannten Lebensmittelgruppen (Beispiel „Trinkfrühstück“) auflösen. Es gibt angereicherte Produkte, die sich problemlos herkömmlichen Lebensmittelgruppen zuordnen ließen, z.B. Fruchtsaftgetränke. Dagegen stellen *Energy Drinks*, *Sportgetränke* oder auch *Schnitten* und *Riegel* neue *Lebensmittelgruppen eigener Art* dar.

Ob von einer höheren Nährstoffaufnahme mit angereicherten Lebensmitteln auszugehen ist, ist eine offene Frage, da geklärt werden muss, ob solche angereicherten Varianten in gleicher Weise verzehrt werden, wie die nicht-angereicherten Vergleichsprodukte. Es wird Verbraucher geben, die neue Produkte, z.B. Riegel, als Ersatzmahlzeiten („substitute foods“) verzehren oder sie vielleicht als Snacks zusätzlich essen oder als Ersatz für bisher bevorzugte, völlig andere Lebensmittel-Kategorien (z. B. Trinkfrühstück anstatt Brot) wählen.

Die zusammengetragenen Daten vermitteln den Eindruck einer deutlichen Beliebigkeit im Nährstoffzusatz. Dieser Eindruck wird dadurch verstärkt, dass hinsichtlich Art und Umfang des Zusatzes kaum Unterschiede zwischen abgeteilten Produkten (Nahrungsergänzungsmitteln) und angereicherten Lebensmitteln bestehen. Auch war jede denkbare Nährstoff-Kombination in den Produktgruppen zu beobachten, was nicht für klare ernährungsphysiologische Konzepte spricht. Eher ist zu vermuten, dass ein bestimmtes Marketing-Image (z. B. Gesundheitsbotschaften) oder preisgünstig verfügbare Nährstoffmischungen die Anreicherungspraxis bestimmen.

Es wird weiterhin deutlich, dass die zahlreichen Zusätze den Lebensmittelmarkt immer unübersichtlicher machen. Viele Produkte enthalten nicht nur Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente, sondern auch andere Stoffe oder Lebensmittelextrakte wie z. B. getrockneten Salat, Spinatpulver, Algen oder verschiedene Öle. Viele der Ingredienzien sind selber Bestandteile der üblichen Ernährung. Die Anreicherungspraxis bringt also große Probleme einer wachsenden Unübersichtlichkeit und wirft damit auch hinsichtlich einer möglichen Überdosierung große Fragen auf. Es fehlen verlässliche Verzehrsdaten auf der Grundlage aktueller Zusammenstellungen angereicherter Produkte.

Zuverlässige Kenntnisse über die Anreicherungspraxis in Deutschland und über die tatsächliche Nährstoffaufnahme der Bevölkerung sind somit immer notwendiger. Bevor aber entsprechende Ernährungserhebungen gestartet werden, wäre eine Abklärung der zu Grunde zu legenden Palette angereicherter Produkte notwendig. Es ist darüber hinaus ins Kalkül zu ziehen, dass angereicherte Lebensmittel sehr individuell in den täglichen Ernährungsplan eingefügt werden, aber dort nicht unbedingt als Ersatz für ähnliche, nicht angereicherte Produkte verzehrt werden. Die Annahme einer allgemein vermehrten Nährstoffaufnahme durch Anreicherung wäre somit zu einfach.

Man ist angesichts dieser Beobachtungen geradezu versucht, Regeln für die Anreicherung zu fordern. Dies würde primär die Frage nach der zu Grunde zu legenden Rationale für eine solche Regelung, etwa auch für eine Höchstmengenregelung, aufwerfen.

Mitarbeiterverzeichnis

BARTH, Christian A., Prof. Dr. med.
Verein für Nutrigenomik
Georg-Streblstr. 8, 81479 München

BOCZEK, Peter
Bundesinstitut für Risikobewertung
Diedersdorfer Weg 1, 12277 Berlin

BOEING, Heiner, apl. Prof. Dr. oec. troph.
Abteilung Epidemiologie
Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIFE)
Arthur-Scheunert-Allee 114-116, 14558 Nuthetal

BRÄUNIG, Juliane, Dr. med. vet.
Bundesinstitut für Risikobewertung
Diedersdorfer Weg 1, 12277 Berlin

CARSTENSEN, Sylke
Bundesinstitut für Risikobewertung
Diedersdorfer Weg 1, 12277 Berlin

DE VRESE, Michael, Dr. rer. nat.
Institut für Physiologie und Biochemie der Ernährung
Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel
Hermann-Weigmann-Straße 1, 24103 Kiel

FÜRST, Peter, Dr. rer. nat.
Chemisches Landes- und Staatliches Veterinäruntersuchungsamt NRW
Joseph-König-Straße 40, 48147 Münster

GEDRICH, Kurt, Dr. oec. troph.
Lehrstuhl f. Wirtschaftslehre des Haushalts – Konsumforschung u. Verbraucherpolitik
Technische Universität München
Weihenstephaner Steig 17, 85350 Freising-Weihenstephan

GILSBACH, Willi, Dr. rer. nat.
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
Eggenreuther Weg 43, 91058 Erlangen

HARTUNG, Matthias, Dr. med. vet.
Bundesinstitut für Risikobewertung
Diedersdorfer Weg 1, 12277 Berlin

HELLER, Knut J., Prof. Dr. rer. nat, Dir. und Prof.
Institut für Mikrobiologie
Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel
Hermann-Weigmann-Straße 1, 24103 Kiel

HIMMERICH, Stephanie, Dipl. oec. troph.
Lehrstuhl f. Wirtschaftslehre des Haushalts – Konsumforschung u. Verbraucherpolitik
Technische Universität München
Weihenstephaner Steig 17, 85350 Freising-Weihenstephan

KARG, Georg, Prof. Dr. oec., Ph. D.
Lehrstuhl f. Wirtschaftslehre des Haushalts – Konsumforschung u. Verbraucherpolitik
Technische Universität München
Weihenstephaner Steig 17, 85350 Freising-Weihenstephan

KIRCHHOFF, Eva, Dr. rer. nat.
Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie
Lichtenbergstraße 4, 85748 Garching

KLEER, Josef, Dr. med. vet.
Institut für Lebensmittelhygiene
Freie Universität Berlin
Königsberg 69, 14163 Berlin

KLUGE, Sandra, Dr. rer. medic.
Abteilung Epidemiologie
Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIFE)
Arthur-Scheunert-Allee 114-116, 14558 Nuthetal

KOCH, Stephan, Dr. med. vet.
Landesuntersuchungsamt in Rheinland-Pfalz, Fachbereich Tiermedizin
Institut für Lebensmittel tierischer Herkunft
Blücherstraße 34, 56073 Koblenz

KROKE, Anja, PD Dr. med., MPH
Forschungsinstitut für Kinderernährung
an der Universität Bonn
Heinstück 11, 44225 Dortmund

LESCHIK-BONNET, Eva, Dr. troph.
Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.
Godesberger Allee 18, 53175 Bonn

LINSEISEN, Jakob, PD Dr. oec. troph.
Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt
Arbeitsgruppe Humanernährung & Krebsprävention
Alte Akademie 16, 85350 Freising-Weihenstephan

LINZMAIER, Vera, M.A.
Institut für Kommunikationssoziologie und -psychologie
Philosophische Fakultät, Universität Erfurt
Nordhäuser Straße 63, 99089 Erfurt

LÜCKE, Stephanie, Dipl.-Sozialw.
Institut für Kommunikationssoziologie und -psychologie
Philosophische Fakultät, Universität Erfurt
Nordhäuser Straße 63, 99089 Erfurt

MAJERUS, Paul
Landesuntersuchungsamt in Rheinland-Pfalz
Institut für Lebensmittelchemie
Maximineracht 11a, 54295 Trier

MEIER, Uta, Prof. Dr. sc. oec.
Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Privathaushalts und Familienwissenschaft
Justus-Liebig-Universität Gießen
Bismarckstraße 37, 35390 Gießen

OTTENEDER, Herbert, Dr. rer. nat.
Landesuntersuchungsamt in Rheinland-Pfalz
Institut für Lebensmittelchemie
Maximineracht 11a, 54295 Trier

PETERSON, Birte A., Dipl.-Oecotroph.
Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.
Godesberger Allee 18, 53175 Bonn

PETZ, Michael, Prof. Dr. rer. nat.
Lehrstuhl für Lebensmittelchemie, Bergische Universität Wuppertal
Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal

RECHKEMMER, Gerhard, Prof. Dr. rer. nat., Dr. habil.
Lehrstuhl für Biofunktionalität der Lebensmittel
Department Lebensmittel und Ernährung
Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt
Technische Universität München
Hochfeldweg 1, 85354 Freising-Weihenstephan

RÖSSLER, Patrick, Prof. Dr. rer. soc.
Institut für Kommunikationssoziologie und -psychologie
Philosophische Fakultät, Universität Erfurt
Nordhäuser Straße 63, 99089 Erfurt

SCHREZENMEIR, Jürgen, Prof. Dr. med., Dir. und Prof.
Institut für Physiologie und Biochemie der Ernährung
Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel
Hermann-Weigmann-Straße 1, 24103 Kiel

SCHÜTT-ABRAHAM, Ingrid, Dr. med. vet.
Bundesinstitut für Risikobewertung
Diedersdorfer Weg 1, 12277 Berlin

STEINHILPER, Leila, Dipl.-Medienwiss.
Institut für Kommunikationssoziologie und -psychologie
Philosophische Fakultät, Universität Erfurt
Nordhäuser Straße 63, 99089 Erfurt

TEUFEL, Paul, Dr. med. vet., Dir. und Prof.
Institut für Hygiene und Produktsicherheit
Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel
Hermann-Weigmann-Straße 1, 24103 Kiel

VIELL, Burckhard, PD Dr. rer. nat., Dir. und Prof.
Bundesinstitut für Risikobewertung
Diedersdorfer Weg 1, 12277 Berlin

WAGNER, Kornelius, Dipl. oec. troph.
Lehrstuhl f. Wirtschaftslehre des Haushalts – Konsumforschung u. Verbraucherpolitik
Technische Universität München
Weihenstephaner Steig 17, 85350 Freising-Weihenstephan

WALTER, Dietmar
Abteilung Epidemiologie
Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIFE)
Arthur-Scheunert-Allee 114-116, 14558 Nuthetal

WALZ, Alexander, stud. med.
Forschungsinstitut für Kinderernährung
an der Universität Bonn
Heinstück 11, 44225 Dortmund

WATZL, Bernhard, Dr. oec. troph.
Institut für Ernährungsphysiologie
Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel
Haid-und-Neu-Straße 9, 76131 Karlsruhe

WILLHÖFT, Corinna, Dipl.-Haushaltsök.
Institut für Ernährungsökonomie und -soziologie
Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel
Haid-und-Neu-Straße 9, 76131 Karlsruhe

WOLFRAM, Günther, Prof. Dr. med.
Department für Lebensmittel und Ernährung
Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Technische Universität München
Alte Akademie 16, 85350 Freising-Weihenstephan

Stichwortverzeichnis

Die Ziffern des Stichwortverzeichnisses verweisen auf die Seitenzahlen

A

Acrylamid 119, 166 ff
Adipositas 62
 Mortalität 98, 103 f
Aflatoxine 143 ff
Agrarstatistik, Daten der - 22 ff, 42 ff
Akarizide 120
Alkohol 34 ff, 42, 44, 53, 56, 58, 61, 64 f,
 71
 alkoholfreie Getränke 26 ff, 70
 alkoholische Getränke 26 ff, 49, 52, 70
 Krebserkrankungen 251 ff, 262, 264,
 266 f
 α -Tocopherol (s. Vitamin E)
Antibiotika 137 f
 -resistenz 184
Antiparasitika 137
Arachidonsäure 36 f, 244
Außer-Haus-Essen, Zeitbudgeterhebung
 des - 76 ff, 91 f, 93

B

Bacillus cereus 197 ff
Ballaststoffe, Zufuhr 30, 32, 36 f, 54 f, 58,
 60, 64, 71
 Krebserkrankungen und - 248 ff, 264,
 266 f
Bauchspeicheldrüsenkrebs 256, 266
Bayerische Verzehrsstudie 68 ff
 β -Agonisten 136 ff
 β -Carotin 32, 38 ff, 54 f, 59, 71, 208, 210,
 212 f, 215, 260 f, 327, 329 ff, 336, 407
 β -Sympathomimetika 136 f
Beköstigungsarbeit, Zeitverwendung für -
 86 ff
 Beteiligung von Kindern und
 Jugendlichen 88 f
 Erwerbstätigkeit von Eltern und - 89 f
 im fortgeschrittenen Lebensalter 90 f
Bewegung (s. körperliche Aktivität)

Bifidobakterien 289 f, 295 f, 300 ff
Biotin 38 ff, 55, 59, 71, 208
Blasenkrebs 238, 246, 264, 266 f
BMI 62, 103, 250, 254 ff, 266 f
Body Mass Index (s. BMI)
Botulismus 180, 196
Bromidrückstände 127
Brustkrebs 63, 238 ff, 242 f, 245, 247,
 249 f, 252 ff, 257 f, 264 f, 266 f, 329 ff
 Mortalität 95, 98, 105, 108
BSE (Bovine Spongiforme
 Enzephalopathie) 193 ff
Butter 26 ff, 51, 53, 61, 64

C

Calcium 32, 38 ff, 54 f, 58, 61, 64 f, 71,
 210 f, 221 ff
Campylobacteriose 180, 186 f, 196
Carotinoide 208, 325 f, 328 f, 332 f, 336
Chemotherapeutika 137
Cholesterol 32, 36 f, 63 f, 71, 334
Clenbuterol 137
Clostridium perfringens 197 ff
Cobalamin (s. Vitamin B₁₂)
Creutzfeld-Jakob-Krankheit 193, 200

D

D-A-CH-Referenzwert(e) 33, 40 f, 60, 62 ff,
 67
Darm, Aufbau 259
Darm-assoziertes Immunsystem 287, 299
Darmflora, Beeinflussung durch Ernährung
 287 ff
 Bakteriengattungen 288
 Bildung antibakterieller Stoffe 292 f
 Fermentationsprodukte 292
 Mikroorganismen 289 ff
 Stoffwechsel der - 291 ff
 unverdauliche Lebensmittelinhaltsstoffe
 289

verdauliche Lebensmittelinhaltsstoffe
289
Zusammensetzung der - 287 ff
Darmkrebs (s. auch Dickdarmkrebs)
Mortalität 95, 98, 106
DDT 131 ff, 155 ff
Deoxynivalenol (DON) 149 f
DHA (s. Docosahexaensäure)
Diabetes mellitus 64
Mortalität 95, 98, 104 f
Dickdarmkrebs (s. auch Darmkrebs) 61,
64, 67, 95, 98, 106, 237, 239 ff, 243 f,
248 ff, 254, 257 f, 262, 264 ff, 287, 329 f
Dioxine 119, 155 f, 159 ff
Disaccharide 34 f, 54, 57, 64
Docosahexaensäure (DHA) 36 f, 63

E

E. coli (s. Escherichia coli)
EHEC 180, 187 f, 196
Eicosapentaensäure 36 f, 63, 244
Eier 26 ff, 45, 63, 70, 182 ff, 243 f, 264,
266
Rückstände in - 133 f, 140
Einkommens- und Verbrauchsstichproben
22, 28, 58, 60
Eisen, Zufuhr 38 ff, 54 f, 58, 61, 64 f, 71,
210 f, 221 ff
Endometriumkrebs 241, 254 f, 257 f, 265 ff
Energierestriktion, Krebsrisiko und - 256
Energiezufuhr 30, 32, 34 ff, 53, 56, 62 ff,
67
Enteritis infectiosa 179 f
Enterobacter sakazakii 191
EPA (s. Eicosapentaensäure)
Ernährungsinformationen im Fernsehen
347 ff
Ernährungsverhalten 378 ff
Framing 349 f, 354, 365, 393 ff
inhaltliche Ausgestaltung 351 ff, 355 ff
Kultivierungsansatz/ -effekte 348 f, 353,
372 f, 378
Lebensmittelrisiken 385 ff
Rezeption 374 ff
Umfang 351 ff, 355 ff

Wirkungspotenzial von Ernährungs-
informationen 389 ff
Ernährungsmuster, Krebserkrankungen
und - 262 ff, 283 ff
Ernährungssituation 21 ff
Agrarstatistik 22 ff
alte Länder 25 ff
Einkommens- und Verbrauchsstich-
proben 22 ff, 28, 58, 60
ernährungsphysiologische Bewertung
60 ff
neue Länder 25 ff
Ernährungsstile 72 ff
Alter 84
Einflussfaktoren 82 ff
Einkommen 84 f
Erwerbsbeteiligung 83 f
Familienstand 84
Ernährungsverhalten 68
Ernährungswissen 68 ff
Lebensmittelverzehr und - 70
soziale Schicht und - 68 f
Escherichia coli 180, 187 f, 196, 199, 290,
296, 298, 302
Essen
Außer-Haus 24 f, 28 f, 74 ff, 80 f, 83 ff,
91 ff
zu Hause 74, 76 ff, 81 ff, 91 f
Evidenzkriterien 236 ff
EVS (s. Einkommens- und Verbrauchs-
stichproben)

F

Fernsehen, Ernährungsinformationen im -
347 ff
Fett 30, 34 ff, 51, 53, 56, 58, 61, 63 f, 71,
264
Darmflora und - 292
Krebsentstehung 244 ff, 266
pflanzlich 42, 47, 51, 53, 61
tierisch 42, 47
Fettsäuren 30
einfach ungesättigte - 34 ff, 53, 57, 63,
71, 245 f
gesättigte - 30, 34 ff, 53, 57, 61, 63 f, 71,
245 f, 264, 266
Krebsentstehung und - 244 ff

kurzkettige - 244, 249, 291, 302
 mehrfach ungesättigte - 34 ff, 53, 57, 63, 71, 245
 n-3 - 63 f, 244 ff
 n-6 - 244 f, 247
 Fisch 26 ff, 46, 51, 53, 61
 Krebserkrankungen und - 239 ff, 246, 262 f, 264, 266
 Rückstände in - 130 ff, 139 f
 Flavonoide 325 ff, 332, 334 f
 Fleisch 26 ff, 42, 46, 50, 52, 63, 70, 183 f, 188
 Geflügel (s. Geflügelfleisch)
 Krebserkrankungen und - 239 ff, 262 ff, 266 f
 Rückstände in - 133 f, 139 f
 rotes - 61
 Folat 30, 32, 38 ff, 55, 59, 64, 66, 71, 208, 210, 212, 214, 216 f, 221 ff
 Framing 349 f, 354, 365
 Lifestyleframe 349, 365 ff, 393 ff, 398
 Medienframe 365
 Politikframe 349, 365 ff
 Risikoframe 349, 365 ff, 393 f, 396 f
 Serviceframe 349, 365 ff, 393 f, 397
 Wirtschaftsframe 349, 365 ff
 Frauenmilch, Umweltkontaminanten in - 155 ff
 Frischgemüse (s. Gemüse)
 Frischmilcherzeugnisse (s. Milcherzeugnisse)
 Frischobst (s. Obst)
 Fumonisine 150 ff
 Fungizide 120 f

G

Geflügelfleisch 42, 45, 61, 182 ff, 187
 Rückstände in - 133 f, 139 f
 Gemeinschaftsverpflegung,
 Lebensmittelinfektionen, -intoxikationen in der - 196 ff
 Gemüse 26 ff, 42 f, 48, 52, 61 f, 64, 70, 72, 108, 328 ff, 336
 Krebs und - 102, 107, 207, 237 ff, 248, 262 ff
 Rückstände in - 121 ff

Getränke
 alkoholfreie - 26 ff
 alkoholische - 26 ff, 70
 gesüßte - 64
 Getreide(erzeugnisse) 42 f
 Mykotoxine in - 143 ff, 149 ff
 Glycerin 57
 Glykämischer Index 64, 249 ff, 266

H

Hämolytisch-Urämisches Syndrom (s. HUS)
 HCB 133, 155 ff
 HCH 133, 155 ff
 Helicobacter pylori 296 f
 Herbizide 120 f
 Herzinfarkt (Myokardinfarkt) 64
 Mortalität 95
 Herzkrankheiten, Mortalität 95, 100 ff
 Herz-Kreislauf-Erkrankungen 60, 63 f, 67, 101 f, 207, 262 f, 328 f, 334 ff
 Mortalität 94, 99, 101 f
 Höchstmengen-Überschreitungen 121 ff
 Hühnereier-Verordnung 185
 HUS (Hämolytisch-Urämisches Syndrom) 180, 187 ff
 Hypercholesterolemie 64, 102
 Hypertonie 105, 108
 Mortalität 98, 102

I

Immunsystem, Darm-assoziiertes- 287, 299
 Infektionen, lebensmittelbedingte - 180 ff
 Infektionsschutzgesetz 179, 196
 Insektizide 120 ff, 127, 130 f
 Intoxikationen, lebensmittelbedingte - 181 ff
 Inulin 260, 289, 302

J

Jod 38 ff, 54 f, 58, 64, 66

K

Käse 26 ff, 45, 50, 52, 61, 70
Kalium 30, 32, 38 ff, 54 f, 58, 71, 210, 221 ff
Kartoffeln 26 ff, 43, 48, 52, 60, 70, 215 f, 225
Körpergewicht (s. BMI)
Körperliche Aktivität 62, 65 ff, 102, 254 ff, 264 f, 266
Kohlenhydrate 30, 32, 34 ff, 53 f, 56, 58, 64, 71
Darmflora und - 291 f
Krebserkrankungen und - 248 ff, 266
Kolonkarzinom (s. Dickdarmkrebs)
Krebserkrankungen 60, 235 ff, 301
Mortalität 94 f, 98 f, 101, 105 ff
Präventionspotenzial 264 ff
Kultivierung 348 f
Kupfer 38 ff, 54 f, 58, 221 ff

L

Laktobazillen 289 f, 296 ff
Lebenserwartung 28, 97, 100 f
Lebensjahre
beeinträchtigungsadjustierte - 97, 101 f, 106 ff
verlorene - 97, 101 f, 106 ff
Lebensmittel
Anreicherung 407 ff
Anreicherungsgrad 420 ff
Anreicherungsmuster 420 ff
funktionelle - 260 f
herkömmliche - 417 ff
Nahrungsergänzungsmittel 407 f, 410, 412 f, 423
pflanzliche - 30, 34 f, 60 ff, 64
Produkterfassung 408 ff
tierische - 30, 34 f, 60
zugewetzte Stoffe 410 ff
Lebensmittelinfektionen 180 ff
Lebensmittelintoxikationen 181 ff
Lebensmittel-Monitoring 124 ff
Lebensmittelüberwachung, amtliche - 121 ff, 141, 145, 147

Lebensmittelverbrauch 61 ff
Lebensmittelverzehr 22 ff, 42 ff
alte Länder 25 ff, 42 ff
Bundesländer 29 f
Empfehlung 60 f
ernährungsphysiologische Bewertung 60 ff
neue Länder 25 ff, 42 ff
Leberkrebs 145, 151, 252, 266
Lifestyleframe (s. Framing)
Linolensäure 36 f, 63, 246
Linolsäure 36 f, 63
Listeriose 189
Lungenkrebs 237, 246, 252, 258, 266 f, 329 ff
Mortalität 95, 98, 105, 107
Lykopin 329 ff

M

Magenkrebs 237, 251, 266 f, 332
Mortalität 98, 106 f, 262
Magnesium 32, 38 ff, 54 f, 58, 71, 211, 221 ff
Mahlzeiteneinnahme 77
Mahlzeitenmuster 72
Mammakarzinom (s. Brustkrebs)
Mangan 32, 38 ff
Mastdarmkrebs 237, 239 ff, 243 f, 248 ff, 251, 254, 257, 266 f
Medienframe (s. Framing)
Mengenelemente, Zufuhr 32, 34 ff, 54, 60, 65, 71
Milch 26 ff, 70, 187 f, 192 f, 241, 243, 264, 266
-erzeugnisse/-produkte 26 ff, 45, 49, 52, 61, 63 ff, 70, 183, 188, 241, 243, 263 f, 266
rohe - 183, 187 f, 192, 200
Rückstände in - 133 f
Monitoring-Programm
(s. Lebensmittel-Monitoring)
Monosaccharide 34 f, 57, 64
Mortalität, ernährungsmitbedingte
chronische Krankheiten und - 94 ff

Muttermilch (s. Frauenmilch)

Mykotoxine 142 ff

N

Nährstoffdichte 55, 64

Nährstoffgehalt, pflanzliche Lebensmittel
207 ff

Analytik 218 f

Anbauform 215 f

Bodenbeschaffenheit 215 f

Entwicklung im zeitlichen Verlauf 219 ff

Klima 213 f

Lagerung 216 f

Reifegrad 211 ff

Sorte 209 f

Transport 216 f

Wachstumsprozess 211 f

Witterung 213 f

Nährstoffversorgung 62 ff

Nährstoffzufuhr 22 ff, 30 ff, 53 ff

alte Länder 30 ff, 56 ff

neue Länder 30 ff, 56 ff

Nahrungsergänzungsmittel

(s. auch Supplemente) 60, 407 f, 410,
412 f, 423

Nahrungsfolat (s. Folat)

Natrium 38 ff, 54, 58, 65, 71, 211, 221 ff

Niacin 30, 38 ff, 55, 59, 71, 216, 221 ff

Nierenzellkrebs 254, 256, 264 ff

Nitrofurane 138 f, 141

O

Obst/Obstprodukte 26 ff, 48, 52, 61 f, 64,
70, 72, 108, 328 f, 333, 336

Krebs und - 102, 107, 207, 237 ff, 248,
262 ff

Rückstände in - 121 ff

Ochratoxin A 143 f, 146 ff

Oligofructose 260, 289, 302, 304

Oligosaccharide 57

Organochlor-Verbindungen 130 ff, 135 ff,
138, 140, 156

Osteoporose 65, 67, 108

Ovarialkarzinom 238, 244, 246 f, 252, 264,
266 f

P

Pankreaskarzinom

(s. Bauchspeicheldrüsenkrebs)

Pantothensäure 38 ff, 55, 59, 64, 66, 71,
208

Paratuberkulose 190 f

Paratyphus 180, 196

Patulin 154 f

PCB 130 ff, 158 ff

Pflanzenschutzgesetz 120

Pflanzenschutzmittel, Rückstände 120 ff

Pflanzenstoffe, sekundäre - 60, 64, 325 ff

antikanzerogene Wirkungen 330

antioxidative Wirkungen 332 f

Bioverfügbarkeit 326 f

cholesterolsenkende Wirkungen 334

immunmodulatorische Wirkungen 333

Krankheitsrisiken und - 328 ff

Zufuhr 326

Phosphor 30, 210 f, 221 ff

Phytoöstrogene 325 f, 331 f, 336

Phytosterine 326 f, 329, 334

Politikframe (s. Framing)

Polybromierte Diphenylether (PBDE) 164 f

Polyphenole 327, 332

Polysaccharide 34 f, 54, 57, 64

Präbiotika 259 f, 289, 291

Ballaststoffeigenschaften 302

Beeinflussung der Darmflora 302

gesundheitliche Effekte von - 293 ff

Immunmodulation 303

Krebs 302 f

Lipidstoffwechsel 303

Mineralstoffabsorption 303

Prävention 60, 67, 94

Probiotika 259 f, 290

Durchfälle 294 f

entzündliche Erkrankungen des Magen-
Darm-Trakts 296 f

gesundheitliche Effekte von - 293 ff

- Immunmodulation 299
- Infektionen 298
- Infektionsprophylaxe 300
- Krebs 301
- Lebensmittelallergien 300
- Lipidstoffwechsel 301
- Obstipation 297
- Sicherheit 305 f
- Zahngesundheit 299
- Prostatakrebs 241 f, 253, 258, 264 ff, 329 f
- Mortalität 95, 98, 105, 107 f
- Protein, Zufuhr 34 ff, 53, 56, 58, 62 f, 71
- Darmflora und - 292
- Purine 32, 36 f, 63, 71
- Pyridoxin 38 ff, 55, 59, 71, 208, 210, 212, 216, 221 ff

Q

Q-Fieber 192 f

R

- Rapsöl 63 f
- Rauchen 94, 99 f, 102
- Rektumkarzinom (s. Mastdarmkrebs)
- Riboflavin 38 ff, 55, 59, 71, 208, 215 f, 221 ff
- Risikoframe (s. Framing)
- Rückstände in Lebensmitteln 119 ff
 - Anwendungssituation 120
 - Beurteilung und Empfehlungen 142
 - Koordiniertes Überwachungsprogramm (KÜP) 127 ff
 - Nationaler Rückstandskontrollplan (NRKP) 135 ff
 - Pflanzenschutzmittel 120 ff
 - pflanzlicher Herkunft 120 ff
 - Säuglingsnahrung 127, 147, 150 ff
 - Schwermetalle 138
 - Stoffe mit hormoneller Wirkung 136 ff
 - Stoffe mit pharmakologischer Wirkung 135 ff, 141 f
 - tierischer Herkunft 130 ff
 - Vorratsschutzmittel 120 ff

S

- Saccharose 34 f, 71
- Säuglingsernährung, Pro- und Präbiotika 304 f
- Säuglingsnahrung, Rückstände in - 127, 147, 150 ff
- Salmonellosen 180 ff, 196, 198 f
- Seefisch (s. Fisch)
- Sekundäre Pflanzenstoffe (s. Pflanzenstoffe, sekundäre -)
- Serviceframe (s. Framing)
- Shigellenruhr 180
- Speiseröhrenkrebs 151, 237, 251, 256, 258, 264, 266 f
- Spurenelemente, Zufuhr 32, 34 ff, 54, 60, 65, 67, 71
- Sulfide 325 ff, 334
- Supplemente (s. auch Nahrungsergänzungsmittel) 260 f

SCH

- Schilddrüsenkrebs 241, 266
- Schimmelpilze (s. Mykotoxine)
- Schlaganfall 95, 102

ST

- Staphylococcus aureus 197 ff
- Sterbealter, mittleres - 97, 101
- Sterbeziffer (Mortalitätsrate) 96 f
- Altersstandardisierung 96, 105
- Stillempfehlung 156, 166

T

- Tetracycline 137 ff
- Thiamin 38 ff, 55, 59, 71, 208, 215 f, 221 ff
- Todesursachen 95 f, 98 ff
- Trichinose 180
- Tumoren, bösartige - (s. Krebserkrankungen)
- Typhus 180, 196

U

Übergewicht (s. auch Adipositas) 62 ff, 67,
102 ff, 254 ff

Untergewicht 62

V

Vitamine, Zufuhr 32, 34 ff, 54, 65 ff

Vitamin A 32, 38 ff, 54 f, 59, 71, 221 ff

Vitamin B₁ (s. Thiamin)

Vitamin B₂ (s. Riboflavin)

Vitamin B₆ (s. Pyridoxin)

Vitamin B₁₂ 38 ff, 55, 59, 61, 71

Vitamin C 32, 38 ff, 55, 59, 71, 208 ff, 214 ff,
221 ff

Vitamin D 38 ff, 55, 59, 64, 66, 71

Vitamin E 38 ff, 54 f, 59, 71, 208, 212, 215,
221 ff

Vitamin K 30, 32, 38 ff, 71, 208

Vollkornprodukte 61, 64, 66, 262 f

VTEC (verotoxinbildende E. coli) 188

W

Wirtschaftsframe (s. Framing)

Y

Yersiniose 180, 190, 196

Z

Zearalenon (ZEA) 143, 152 ff

Zeitbudgeterhebungen 72 ff

Zeitverwendung für

Beköstigung 86 ff

Ernährung 76 ff

Essen außer Haus 76 ff

Essen zu Hause 76 ff

Zeitverwendungsmuster 74

Zink 38 ff, 54 f, 58, 61, 71

Zitrusfrüchte 44, 48, 224

Rückstände in - 125 ff

Zucker 26 ff, 44, 64

Notizen

Notizen

Notizen

Notizen

Notizen
