

# 1

## Kleiner Leitfaden der Lebensmittelchemie (Ernährung, Zusätze, Risiken, Kennzeichnung)

### 1.1 Ernährung

Durch die Ernährung und durch die Wahl der Lebensmittel kann der Mensch seine Gesundheit, Leistungsfähigkeit und Lebenserwartung am stärksten beeinflussen.

Die Lebensmittel enthalten die lebensnotwendigen Nährstoffe Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate, als Wirkstoffe Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente, gleichzeitig auch das wichtige Wasser und in pflanzlichen Lebensmitteln die verdauungsfördernden Ballaststoffe:

- Eiweiß (Protein) muss täglich zur Erneuerung sowie zum Aufbau und Wachstum von Körperzellen zugeführt werden; es ist für die Aufrechterhaltung zahlreicher Stoffwechselfvorgänge verantwortlich.
- Kohlenhydrate sind die bevorzugten Energielieferanten.
- Fette und Öle sind ergänzende Energielieferanten, Öle liefern dazu die sog. „essenziellen“ (lebensnotwendigen) Fettsäuren.
- Mineralstoffe zählen zu den wichtigsten Aufbaustoffen des Organismus, sie regulieren u. a. die Druckverhältnisse im Blut sowie in den Körperzellen.
- Vitamine und Spurenelemente sind „Biokatalysatoren“, die den normalen Ablauf von Stoffwechselfunktionen steuern und die optimale Ausnutzung der Nährstoffe fördern.
- Ballaststoffe bewirken auch eine längere Sättigung und verzögern den Abbau der Kohlenhydrate.

Für alle Nähr- und Wirkstoffe werden durchschnittliche Tageszufuhren empfohlen (DACH). Der Mensch verzehrt jedoch diese Stoffe nicht einzeln, sondern als Lebensmittel, in denen sie in unterschiedlicher Mischung enthalten sind. Wer sich gesund ernähren und leistungsfähig bleiben will, sollte sich mit allen genannten Stoffen bedarfsgerecht versorgen. Dazu muss er wissen, welche Lebensmittel die lebenswichtigen Nähr- und Wirkstoffe in welchen Mengen enthalten.

Andererseits ist vor möglichen Risiken durch bakteriologisch veränderte Lebensmittel zu warnen sowie auf darin möglicherweise vorkommende Schadstoffe – teils auch natürlicher Herkunft – hinzuweisen.

*Lebensmittelführer: Inhalte, Zusätze, Rückstände, 3. Auflage*  
N. Vreden, D. Schenker, W. Sturm, G. Josst, C. Blachnik, G. Vollmer  
Copyright © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim  
ISBN: 978-3-527-31797-4

2 | 1 Kleiner Leitfaden der Lebensmittelchemie (Ernährung, Zusätze, Risiken, Kennzeichnung)

Erfahrungsgemäß besteht das dringende Bedürfnis nach sachlicher Information über die Bedeutung der vielen Lebensmittelzusatzstoffe.

Es kann jedoch nicht genug betont werden, wie wichtig es ist, auch nicht mehr zu essen, als der Körper benötigt. Viele schaden ihrer Gesundheit, weil sie zu viel, zu fett, zu süß oder auch zu salzig essen.

Die mit unserer heutigen Ernährung verbundenen Risiken sind wissenschaftlich weithin untersucht, und ihre Ursachen werden wie folgt gewichtet:

1. Überernährung, Fehlernährung sowie Alkoholmissbrauch,
2. akute Vergiftung durch krankheitserregende Mikroorganismen (z. B. Salmonellen),
3. langzeitige Vergiftung durch natürliche Giftstoffe (z. B. Aflatoxine),
4. Belastungen durch Umweltchemikalien (z. B. Schwermetalle, chlorierte Kohlenwasserstoffe),
5. Zusatzstoffe.

Der erste und größte Risikofaktor unserer Wohlstandsgesellschaft, die – oft einseitige – Überernährung mit zuviel fettreichen Lebensmitteln, lässt sich durch eine abwechslungsreiche, den individuellen Bedingungen angepasste Ernährungsweise mit mehr vitamin- und mineralstoffhaltigen pflanzlichen Lebensmitteln vermeiden. Das einfachste Mittel zur Regelung der Nahrungszufuhr ist dabei die regelmäßige Kontrolle des Körpergewichts.

Auch die Gefahr von Vergiftungen durch Krankheitserreger lässt sich durch hygienische Vorsichtsmaßnahmen wirksam zurückdrängen.

In jedem Fall sind Kenntnisse über Warenkunde und Inhaltsstoffe unabdingbare Voraussetzung, um die Beschaffenheit von Lebensmitteln bewerten zu können.

Eine konkrete Ergänzung soll die beiliegende schematische „Ernährungspyramide“ sein.



Abb. 1.1 Ernährungspyramide.

## 1.1.1

**Energie- und Nährstoffbedarf in der Übersicht**

Grundlage für die in diesem Buch verwendeten Vergleichsdaten für eine bedarfsgerechte Ernährung bilden die „Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr“ (DACH 2000), die von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) in Zusammenarbeit mit den österreichischen und schweizerischen Fachgremien herausgegeben werden. Sie beruhen, soweit möglich, auf der Basis wissenschaftlicher Beobachtungen. Bei unklarem Wissensstand erfolgen Sicherheitszuschläge. Je nach Absicherung der Erkenntnisse haben diese Ernährungsdaten dann den Rang von Empfehlungen, Richtwerten oder Schätzwerten. Bei Beachtung dieser „Referenzwerte“ kommt man einer vollwertigen Ernährung nahe. Sie müssen jedoch nicht etwa an jedem einzelnen Tag und noch weniger anteilig von einer einzelnen Mahlzeit erfüllt werden. Doch sollte die Zufuhr möglichst gleichmäßig (und nicht in seltenen, dafür großen Mengen) erfolgen.

Den folgenden Werten liegt der durchschnittliche Tagesbedarf eines (männlichen) Erwachsenen zugrunde. Er stellt ein Mehrfaches des Grundumsatzes dar.

**Tabelle 1.1** Durchschnittlicher Tagesbedarf an Energie und Nährstoffen (DACH 2000).

Energie, gesamt	10 000 (2400)	kJ (kcal)
• davon aus Fett	30	%
• aus Eiweiß	10	%
• aus Kohlenhydraten	60	%
Fett	80	g
Eiweiß	60	g
Kohlenhydrate	360	g
Essenzielle Fettsäuren	10	g
	3	% der Energie
Ballaststoffe	30	g
Wasser, gesamt	2 600	ml
• davon über Getränke	1 400	ml
• über feste Nahrung	900	ml
• über Oxidationswasser aus der Nährstoffverbrennung im Körper	300	ml
Energiegehalt pro Gramm (NKV) für		
• Fett	37 (9)	kJ (kcal)
• Eiweiß	17 (4)	kJ (kcal)
• Kohlenhydrate	17 (4)	kJ (kcal)
• Ethylalkohol	29 (7)	kJ (kcal)
• Organische Säuren	13 (3)	kJ (kcal)
• Mehrwertige Alkohole (Zuckeraustauschstoffe)	10 (2,4)	kJ (kcal)
• Salatrims (Fettersatzstoffe)	25 (6)	kJ (kcal)

Der Multiplikationsfaktor (PAL-Wert = Abkürzung für **Physical Activity Level**) variiert in Abhängigkeit von der körperlichen Arbeit und anderen Leistungen des Körpers zwischen 1,2 und 2,4. Die im Folgenden angegebenen Bedarfswerte basieren auf dem Faktor 1,4 (= wenig körperliche Aktivität). Sie sind mit entsprechender Anpassung (Frauen: etwa minus 20 %) auch als Orientierungshilfe für andere Personen geeignet. Nähere Angaben über den Vitamin- und Mineralstoffbedarf finden sich an späterer Stelle in diesem Kapitel.

#### 1.1.2

### Nährstoffe

#### 1.1.2.1 Eiweiß (Protein)

Im Gegensatz zu den Kohlenhydraten und Fetten, die weitgehend unspezifische Energieträger sind und bei Bedarf ineinander umgewandelt werden können, liefern die Proteine hauptsächlich Bau- und Ersatzstoffe für Blut und Zellen des menschlichen Organismus. Die Bedeutung der Eiweißstoffe hängt ab von ihrem Gehalt an lebensnotwendigen (essenziellen) Grundbausteinen (Aminosäuren) und ihrer biologischen Wertigkeit.

#### Aufbau des Eiweißes

Grundbausteine des Eiweißes sind Aminosäuren. Diese Aminosäuren lassen sich über so genannte Peptidbindungen ( $R-CO \cdot NH-R$ ) miteinander verbinden. In den Eiweißen sind hundert bis tausend Aminosäuren miteinander verknüpft; Eiweiß kann daher als Polymerverbindung von Aminosäuren angesehen werden. Eiweiße, die weitere Komponenten enthalten (z. B. Phosphorsäure, Kohlenhydrate, Metalle) werden als Proteide bezeichnet. Neben der chemischen Zusammensetzung und der Reihenfolge (Sequenz) der Einzelbausteine ist besonders die räumliche Anordnung der riesigen Ketten (Kettenkonformation) von großer Bedeutung. (Zur vertiefenden Information sei auf Spezialliteratur verwiesen.)

Eine Eigentümlichkeit des Eiweißes ist seine Denaturierung (z. B. beim Eierkochen), bei der weniger ein Verlust chemischer Bestandteile, als vielmehr eine Strukturänderung der makromolekularen Ketten von einem hochgeordneten in einen ungeordneten Zustand eintritt. Besondere Eigenschaften von Eiweißen sind zum einen die Wasserbindungsfähigkeit durch ihre kolloidale Beschaffenheit, zum anderen ihre Unlöslichkeit in Wasser und Salzlösungen, wenn sie als Stützsubstanzen (Keratin) dienen.

#### Eiweißverdauung

Die Aufspaltung des Nahrungseiweißes im Organismus erfolgt durch Enzyme. Im Magen wirkt Pepsin ein, im Dünndarm bauen dann Proteinasen und Peptidasen das Eiweiß bis zu den Grundbausteinen, den Aminosäuren, ab. Je nach Ernährungssituation dienen mehr als 50 % der aufgenommenen Aminosäuren als Grundbausteine zum Aufbau von Körpereiwweiß.

### Eiweißbedarf

Wie schon erwähnt, sind Aminosäuren die Grundbausteine der Eiweiße. Der menschliche Körper vermag einige, aber nicht alle Aminosäuren selbst aufzubauen, andererseits gehen beim Eiweißabbau mit den täglichen Ausscheidungen beträchtliche Mengen als Harnstoff verloren. Ein ständiger Nachschub an Nahrungseiweiß ist daher lebenswichtig. Der Eiweißbedarf beträgt für Säuglinge etwa 2 g pro kg Körpergewicht, für Erwachsene etwa 0,8 g pro kg Körpergewicht (DGE 2000). Die heutige vor allem durch Fleisch und Eier übermäßige Aufnahme (110 g pro Tag) sollte ebenso vermieden werden wie eine Unterversorgung. Empfehlenswert ist eine ausgewogene Eiweißzufuhr, die je zur Hälfte aus tierischem (Milch, Eier, Fleisch, Fisch usw.) und pflanzlichem (Getreide, Hülsenfrüchte usw.) Eiweiß besteht.

### Eiweißwertigkeit

Die biologische Wertigkeit von Eiweiß stellt ein Maß für seine Eignung zur Deckung des Eiweißbedarfs dar; sie hängt ab von Art und Menge der enthaltenen Aminosäuren, insbesondere der nicht vom Körper synthetisierbaren, essenziellen Aminosäuren. Als essenzielle Aminosäuren gelten Valin, Leucin, Isoleucin, Lysin, Phenylalanin, Tryptophan, Methionin, Threonin und Cystein (als Schwefelquelle). Per Definition wird Vollei-Eiweiß als Bezugsgröße gleich 100 gesetzt. Von Bedeutung ist, dass durch die gegenseitige Ergänzung von pflanzlichem und tierischem Eiweiß Wertigkeiten von über 100 erreicht werden können (Tabelle 1.2).

### Eiweißquellen

Eiweiß von hoher biologischer Wertigkeit ist in Milch, Fisch, Fleisch und deren Produkten ebenso enthalten wie in Getreide, Kartoffeln, Hülsenfrüchten und Erzeugnissen daraus. Pflanzliche Eiweißquellen haben darüber hinaus den Vorteil, dass wenig Cholesterin, Fett und Purine enthalten sind.

**Tabelle 1.2** Biologische Wertigkeit von Eiweiß verschiedener Lebensmittel.

Einzeleiweiß	Biologische Wertigkeit	Eiweißgemisch	Biologische Wertigkeit
Vollei	100	Vollei (35 %) und Kartoffeln (65 %)	138
Kartoffel	86	Vollei (60 %) und Soja (40 %)	123
Milch	84	Vollei (71 %) und Milch (29 %)	122
Soja	84	Vollei (68 %) und Weizen (32 %)	118
Rindfleisch	83	Vollei (60 %) und Reis (40 %)	106
Reis	83	Milch (75 %) und Weizen (25 %)	106
Weizen	58	Rindfleisch (77 %) und Kartoffeln (23 %)	90

### **Wissenswertes für die Praxis**

Da der Körper Eiweiß nur in geringer Menge speichern kann, muss er täglich mit 45 bis 60 g Eiweiß (Erwachsene) versorgt werden; die Hälfte davon sollte aus Milch, Käse, Eiern, Fleisch und Fisch stammen.

Eine einseitige und eine zu hohe Zufuhr von Fleischiweiß sollte wegen der Purin- und Cholesterinproblematik vermieden werden.

Rohes Hühnerei-Eiweiß sollte nicht in größeren Mengen verzehrt werden, da seine Inhaltsstoffe das Verdauungsenzym Trypsin stören und das Vitamin Biotin inaktivieren.

Denaturiertes (gegartes) Eiweiß ist meist leichter verdaulich, da es enzymatisch leichter abbaubar ist.

### **1.1.2.2 Fett**

Fette sind in jeder menschlichen, tierischen und pflanzlichen Zelle enthalten und werden in der Zelle durch Umformung von Kohlenhydraten gebildet. Für den Organismus sind die Fette eine wichtige Energiequelle; ihre Verbrennungswärme beträgt etwa 39 kJ (9,3 kcal) für 1 g. Ferner sind sie ernährungsphysiologisch wichtig als Träger der fettlöslichen Vitamine A, D, E und K. Bei Mensch, Tier und Pflanze sind sie wichtige Reservestoffe. Allgemein werden feste Fette als Fett, flüssige als Öl bezeichnet; in ihrem chemischen Aufbau unterscheiden sie sich nicht.

### **Aufbau der Fette**

Chemisch gesehen sind Fette Ester (organische Verbindungen) des Glycerins mit 3 Molekülen Fettsäure. Das Grundgerüst der Fettsäuren besteht aus einer Kette von meist 4 bis 24 Kohlenstoffatomen, die entweder durch einfache Verbindungen miteinander verknüpft sind (gesättigte Fettsäuren) oder eine Doppelbindung (einfach ungesättigte Fettsäure) oder auch mehrere Doppelbindungen (mehrfach ungesättigte Fettsäuren) enthalten können.

### **Fettverdauung**

Die mit der Nahrung aufgenommenen Fette werden teils im Magen, überwiegend aber im Darm bis zu den Fettsäuren abgebaut, die dann über die Dünndarmwand direkt in den Blutkreislauf überführt werden (kurzkettige Fettsäuren  $C_6$ – $C_{10}$ ) oder in den Lymphstrom gelangen (95 % der langkettigen Fettsäuren). Im Körper werden die Fettbausteine und Fett im Fettgewebe gespeichert oder in der Muskulatur zur Energiegewinnung abgebaut (Tabelle 1.3).

### **Fettbedarf**

Lebensnotwendig ist lediglich die Zufuhr von essenziellen Fettsäuren der Linol-säurereihe, da diese nicht vom Körper selbst synthetisiert werden können. Ihr Bedarf (etwa 8 bis 10 g pro Tag) wird bei gemischter Kost im Allgemeinen gedeckt, da Linolsäure weit verbreitet vorkommt. Auch vermag sie der Körper im Depotfett zu speichern. Wirksame Form im Stoffwechsel für den Aufbau von Hormonen ist die Arachidonsäure, die im Körper aus Linolsäure aufgebaut werden kann.

Tabelle 1.3 Einige wichtige Fettsäuren.

Kohlenstoffzahl	Gesättigte Fettsäuren	Einfach ungesättigte Fettsäuren	Mehrfach ungesättigte Fettsäuren
C <sub>4</sub>	Buttersäure	–	–
C <sub>6</sub>	Capronsäure	–	Sorbinsäure <sup>1)</sup>
C <sub>10</sub>	Caprinsäure	Caproleinsäure	–
C <sub>12</sub>	Laurinsäure	Lauroleinsäure	–
C <sub>14</sub>	Myristinsäure	Myristoleinsäure	–
C <sub>16</sub>	Palmitinsäure	Palmitoleinsäure	–
C <sub>18</sub>	Stearinsäure	Ölsäure	Linolsäure (2 DB <sup>2)</sup> Linolensäure (3 DB)
C <sub>20</sub>	Arachinsäure	Gadoleinsäure	Arachidonsäure (4 DB)
C <sub>22</sub>	Behensäure	Erucasäure	Clupanodonsäure (5 DB)

<sup>1)</sup> Nicht lebenswichtig, findet als Konservierungsstoff Verwendung.

<sup>2)</sup> DB = Doppelbindung.

Die Fettzufuhr sollte in Grenzen gehalten werden und nicht mehr als 20 bis 30 % der Kalorienzufuhr ausmachen; dies entspricht etwa 80 g Fett pro Tag. Der heutige Pro-Kopf-Verbrauch liegt mit 130 g deutlich zu hoch und ist mitverantwortlich für Übergewicht und erhöhte Blutfettwerte.

#### Fettquellen

Besonders fettreiche Nahrungsmittel sind neben Butter, Margarine und Schmalz beispielsweise Wurst, Nüsse, Chips, Sahne, Mayonnaise, Schokolade, fettes Fleisch; fettarm sind z. B. Seelachsfilet, Buttermilch, Reis, Grieß, Linsen, Obst, Gemüse, Kartoffeln, Brot.

#### Wissenswertes für die Praxis

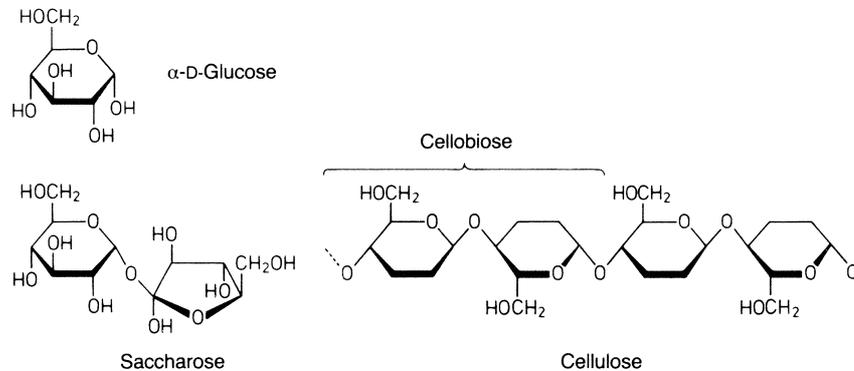
Der Verzehr von Fett sollte möglichst niedrig gehalten werden. Auf versteckte Fette achten: Daher fettarme Lebensmittel bevorzugen.

Soweit es möglich ist, sollten tierische Fette durch pflanzliche Fette mit hohem Linolsäureanteil ersetzt werden (Sojaöl, Sonnenblumenöl, Mais- und Weizenkeimöl).

Öle und Fette immer kühl und dunkel lagern, da sie sonst leicht verderben.

Speisefette nicht überhitzen, da sonst gesundheitsschädliche Abbauprodukte entstehen.

Zum Frittieren Fette mit hohem Anteil gesättigter Fettsäuren nehmen.



**Abb. 1.2** Beispiele für die chemische Struktur eines Monosaccharids (Glucose), Disaccharids (Saccharose) und eines Polysaccharids (Cellulose).

### 1.1.2.3 Kohlenhydrate (Saccharide)

Kohlenhydrate sind organische Verbindungen, die als Gerüstsubstanzen von Zellwänden (Cellulose), als Reservestoffe (Stärke und Glykogen) und als Energie- und Geschmacksträger (Zuckerarten) eine Rolle spielen. Die Kohlenhydrate sind unerlässliche Nährstoffe für Mensch und Tier.

Die chemisch am einfachsten aufgebauten Kohlenhydrate sind die Monosaccharide (einfache Zucker), z. B. Glucose ( $C_6H_{12}O_6$ ). Sie sind die Grundbausteine aller anderen Kohlenhydrate, die sich zu komplizierten Molekülen aufbauen, den Oligosacchariden, zu denen die Disaccharide und Trisaccharide gehören (2 bzw. 3 Monosaccharide), und den Polysacchariden, in denen bis zu zigtausend Monosaccharidmoleküle verbunden sind (Abb. 1.2).

### Die wichtigsten Kohlenhydrate

#### Monosaccharide

D(+)-Glucose (Traubenzucker, Dextrose) ist das häufigste Monosaccharid. Sie kommt frei im tierischen Organismus im Blut vor und in fast allen süßen Früchten und im Honig. Glucose ist ein wichtiger Energielieferant der lebenden Zelle; sie kann vom Körper direkt verwertet werden. D(+)-Galaktose findet sich besonders im Milchzucker und wird von der Milchdrüse aus Glucose gebildet; daneben ist sie Baustein von Sacchariden der Muttermilch, pflanzlichen Gummiarten, Schleimen und Pektinen. Die Galaktosämie (Galaktoseintoleranz) ist eine erbliche Stoffwechselstörung, bei der aufgrund eines Enzymdefekts die bei der Spaltung des Milchzuckers entstehende Galaktose nicht in Glucose umgewandelt werden kann. D(-)-Fructose (Fruchtzucker, Lävulose) ist in Honig enthalten und weit verbreitet in Früchten. Sie wird im Körper ohne Beteiligung von Insulin verwertet und ist deshalb für Zuckerkrankte gut verträglich.

#### Disaccharide

Saccharose (Rohr-, Rübenzucker) ist das wichtigste Disaccharid. Sie kommt in vielen Pflanzensäften vor und wird aus Zuckerrohr oder Zuckerrüben als Haus-

haltszucker gewonnen. Sie wird landläufig als „Zucker“ bezeichnet. Im Darm wird Saccharose schnell durch Enzyme in Fructose und Glucose gespalten, die dann rasch resorbiert werden können. Lactose (Milchzucker) ist Bestandteil der Milch (Frauenmilch etwa 5 bis 7, Kuhmilch etwa 5 %). Angeborener oder erworbener Mangel an Lactase (ein Enzym, das Lactose in Glucose und Galaktose spaltet) führt zu Milchunverträglichkeit, die sich in Durchfall, Leibkrämpfen und Blähungen bemerkbar macht.

#### *Polysaccharide*

Stärke kommt reichlich in den Reserveorganen (Samen, Knollen) der Pflanzen vor (vor allem Getreide, Hülsenfrüchte, Kartoffeln). Sie liefert den Hauptteil unseres Kohlenhydratbedarfs. Stärke findet in der Nahrungsmittelindustrie breite Anwendung u. a. als Konsistenzbildner. Glykogen ist das Reservekohlenhydrat des tierischen und menschlichen Organismus, das in der Leber und der Muskulatur gespeichert wird. Die Steuerung des Glykogen-Aufbaus in der Leber wird durch Insulin, die des Abbaus durch Adrenalin und Glucagon (Hormone) geregelt. Cellulose ist Hauptbestandteil der pflanzlichen Zellmembranen und Gerüstelement (Holz). Cellulose gehört als Ballaststoff zu den unverdaulichen, enzymatisch nicht abbaubaren Anteilen der Nahrung.

#### **Kohlenhydratverdauung und Stoffwechsel**

Im Darm können nur Monosaccharide resorbiert werden; Oligo- und Polysaccharide müssen deshalb vor der Resorption erst abgebaut werden. Der Abbau (Verdauung) beginnt bereits in der Mundhöhle durch die d-Amylase des Speichels; er wird im Dünndarm durch Amylasen und Disaccharidasen fortgesetzt, bis die Kohlenhydrate als Monosaccharide in die Blutbahn transportiert werden können. Die resorbierten Kohlenhydrate werden zur Energiegewinnung dem Stoffwechsel zugeführt; ein Teil wird als Glykogen gespeichert, überschüssige Anteile in Fett verwandelt. Zentrale Stelle zum Speichern und für Auf-, Um- und Abbau ist die Leber. Polysaccharide, z. B. Cellulose, die der menschliche Dünndarm nicht abzubauen vermag, dienen als Ballaststoff.

#### **Kohlenhydratbedarf**

Um einige lebenswichtige Funktionen des Körpers aufrecht zu erhalten – beispielsweise um das Gehirn unmittelbar mit Energie zu versorgen – besteht ein Grundbedarf an Glucose; die meisten anderen Organe (z. B. die Leber oder die Muskeln) können neben Glucose auch Fettsäuren in Energie umwandeln. Bei ausreichender Energiezufuhr können im Körper aus Kohlenhydraten und Aminosäuren Fette aufgebaut werden, sofern die essenziellen Fettsäuren vorhanden sind. Etwa 100 g Kohlenhydrate pro Tag gelten langfristig als Minimalbedarf für einen Erwachsenen. Empfohlen wird eine Zufuhr von 55 bis 60 % der täglichen Nahrung in Form von Kohlenhydraten (ca. 290 bis 360 g beim Erwachsenen), der tatsächliche Verzehr liegt zur Zeit nur bei 40 bis 45 %. Sie sollen überwiegend aus stärkehaltigen Quellen, z. B. aus Getreideprodukten, Kartoffeln, Reis, Hülsenfrüchten oder Obst stammen, die langsam abgebaut werden, damit die

resorbierbaren Einfachzucker nicht allzu schnell zur Verfügung stehen. Die Zufuhr von reinen Mono- und Disacchariden (z. B. Zucker, Honig, Süßwaren, Konfitüren) sollte möglichst niedrig liegen, da sie als „Blutzuckerspritzen“ wirken (zu schnell den Blutzuckerspiegel erhöhen) und wenig sättigen.

#### **Kohlenhydratquellen**

Empfehlenswerte kohlenhydratreiche Lebensmittel sind z. B. Kartoffeln, Naturreis, Haferflocken, Roggen- und Weizenvollkornmehl, Hülsenfrüchte. Weniger zu empfehlende kohlenhydratreiche Nahrungsmittel sind z. B. Haushaltszucker, der zu 100 % aus Kohlenhydraten besteht, Bienenhonig, Schokolade, Himbeersirup, Konfitüre, Limonaden. Auch Zuckeraustauschstoffe liefern Kalorien wie Kohlenhydrate, sie erhöhen nur nicht den Insulinbedarf bei Diabetikern.

#### **Wissenswertes für die Praxis**

Die „Kohlenhydratspender“ Kartoffeln, Reis, Getreide sind eine sehr billige und außerdem wichtige Nährstoffquelle, sowohl als Energie- als auch als Vitaminlieferanten. Damit die Vitamine soweit wie möglich erhalten bleiben, sollten alle Produkte nicht länger als nötig gegart und nicht mehr als nötig bearbeitet werden, das heißt:

- Kartoffeln sollten möglichst als Pellkartoffeln zubereitet werden, es sollte nur unpolierter und unbehandelter Reis verwendet werden (also kein Parboiled oder Weiß-Reis),
- Getreideprodukte sollten nur als Vollkornprodukte eingesetzt werden, da diese besonders viel Vitamin B<sub>1</sub> liefern.

#### **Brennwerte – Energiewerte**

Die Nährstoffe werden vom Körper teils unvollständig aufgenommen, was von der Art und Zusammensetzung der Nahrung und dem Zustand der Verdauungsorgane beeinflusst wird.

Alle aufgenommenen Nährstoffe enthalten als wesentlichen Grundbaustein Kohlenstoff. Dieser wird durch vielfältige biochemische Umsetzungen mit Sauerstoff im Organismus unter Energiefreisetzung „verbrannt“, wobei Fett und Kohlenhydrate vollständig zu Kohlendioxid und Wasser abgebaut werden können, aus Eiweiß entstehen noch Harnstoff und Harnsäure. Beim Eiweißabbau ergibt sich damit ein etwas geringerer Energiegewinn.

Die freiwerdende Energie wird als „Energiewert“ – früher „physiologischer oder kalorischer Brennwert“ – bezeichnet und in der Maßeinheit kJ (Kilojoule) – früher kcal (Kilokalorie) – angegeben.

Grundlage für die Energieberechnung bilden die durch Verbrennung der reinen Nährstoffe ermittelten, gerundeten Energiegehalte, angegeben in kJ je Gramm (bzw. in kcal, s. Tabelle 1.4).

Da von den früher als brennwertfrei angesehenen Ballaststoffen der lösliche Anteil nach neueren Erkenntnissen doch zur Energiegewinnung beitragen kann, sollten bei ballaststoffreichen Lebensmitteln Nährwerttabellen jüngerer Datums verwendet werden.

**Tabelle 1.4** Energiegehalt von Nährstoffen.

Eiweiß	1 g liefert 17 kJ bzw. 4 kcal
Fett	1 g liefert 37 kJ bzw. 9 kcal
Kohlenhydrate	1 g liefert 17 kJ bzw. 4 kcal
Alkohol	1 g liefert 29 kJ bzw. 7 kcal
organische Säuren	1 g liefert 13 kJ bzw. 3 kcal
mehrwertige Alkohole (z. B. Sorbit, Xylit, Mannit, Isomalt)	1 g liefert 10 kJ bzw. 2,4 kcal
Salatrimis	1 g liefert 25 kJ bzw. 6 kcal

Die Benutzer aller Tabellenwerke müssen berücksichtigen, dass die darin angegebenen Zahlen Durchschnittswerte sind. Die tatsächlichen Nährstoffgehalte unterliegen bei Rohstoffen einer natürlichen, biologischen Streuung, dabei sind je nach Sorte, Zucht, Herkunft oder Reifegrad erhebliche Schwankungen möglich. Bei verarbeiteten Lebensmitteln können zusätzlich starke Rezepturschwankungen auftreten.

#### 1.1.2.4 Mineralstoffe und Spurenelemente

Mineralstoffe sind die anorganischen Bestandteile pflanzlicher und tierischer Gewebe. Sie spielen bei allen Lebensvorgängen eine wichtige Rolle. Die Mineralstoffe

- bilden und stabilisieren die Gerüst- und Stützsubstanzen des Körpers wie Knochen und Zahnschmelze,
- unterstützen die Enzyme bei den Stoffwechselfvorgängen,
- übertragen als elektrisch geladene Ionen (Elektrolyte) die Nervenreize,
- steuern die Durchlässigkeit der Zellwände,
- stellen als Bestandteile von Puffersystemen bei allen Körperflüssigkeiten den erwünschten pH-Wert ein und
- halten aufgrund ihrer variablen Konzentration den notwendigen osmotischen Druck in den Zellen und Geweben aufrecht.

Mineralstoffe sind aus Sicht des Chemikers Bestandteile von „Salzen“. Diese bestehen meist aus zwei elektrisch geladenen Teilchen, von denen eines positiv (Kation) und das andere negativ (Anion) geladen ist. Auch wenn man üblicherweise von den Mineralstoffen „Natrium“, „Magnesium“ oder „Chlor“ spricht, sind immer die Ionen, also Natriumion, Magnesiumion oder Chloridion gemeint. Ionen sind stabile Formen der chemischen Elemente; bei ihrer Bildung geben die Elemente Elektronen ab und werden zu Kationen oder nehmen Elektronen auf und werden zu Anionen. Die Zahl der aufgenommenen oder abgegebenen Elektronen bestimmt die Ladung ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ). Ihre Verschiedenheit im

atomaren Aufbau, ihre Größe und Ladung sowie ihr Wasserbindungsvermögen machen die Ionen für die Erfüllung ihrer Aufgaben geeignet. Kochsalz, chemisch Natriumchlorid, NaCl, ist das bekannteste Salz; es besteht aus dem Natrium-Kation  $\text{Na}^+$  und dem Chlorid-Anion  $\text{Cl}^-$ .

In gelöster Form ist ein Salz in Kation und Anion aufgespalten („dissoziiert“); die Ionen sind durch eine Wasserhülle voneinander getrennt. Nur in Ionenform kann der Organismus der Nahrung Mineralstoffe entziehen. Sie werden in den Körperflüssigkeiten zu dem Ort ihrer Funktion transportiert. Entsprechend ihren Aufgaben liegen die Mineralstoffe dann in unterschiedlichen Formen vor: als schwerlösliche Salze (z. B. Calciumphosphat in Knochen), gelöst als Ionen (z. B.  $\text{Na}^+$  oder  $\text{Cl}^-$  in der Körperflüssigkeit) oder organisch gebunden (z. B. Phosphor und Schwefel in Eiweiß).

Als anorganische Salze sind Mineralstoffe zwar sehr beständig; sie unterliegen allerdings einem dauernden Austausch, und die Verluste durch Ausscheidungen müssen durch die Nahrung notwendigerweise wieder aufgefüllt werden. Entsprechend der täglich erforderlichen Aufnahmemenge unterscheidet man Mengenelemente (über 50 mg) und Spurenelemente. (Obwohl der Begriff „Mineralstoffe“ eigentlich die Elemente beider Gruppen umfasst, wird er im allgemeinen Sprachgebrauch vorwiegend für die Mengenelemente verwendet.)

Mengenelemente: Calcium, Chlorid, Kalium, Magnesium, Natrium, Phosphor.

Spurenelemente: Chrom, Eisen, Fluor, Iod, Kobalt, Kupfer, Mangan, Molybdän, Nickel, Selen, Zink.

Alle genannten Mengen- und Spurenelemente gelten als essenziell (unentbehrlich); essenziell deshalb, da bei deren Fehlen Mangelerkrankungen auftreten, bzw. da sie bestimmte physiologische Funktionen erfüllen. Von einem Teil der Spurenelemente (z. B. Barium, Bor, Lithium, Silicium, Aluminium) kennt man die Funktion noch nicht. Man bezeichnet sie als Ultraspurenelemente. Wenn solche Elemente schon in kleinsten Mengen schädlich wirken, rechnet man sie den Schadstoffen zu, z. B. Antimon, Arsen, Blei, Cadmium oder Quecksilber.

#### Die Mineralstoffe und Spurenelemente im Überblick

Diese Übersicht enthält folgende Angaben zu den wichtigsten Mineralstoffen (Mengenelementen) und Spurenelementen (jeweils in alphabetischer Folge): Aufgaben und Vorkommen, Tagesbedarf (s. Tabelle 1.5), Folgen bei mangelhafter und überdosierter Zufuhr sowie Hinweise für die Praxis.

Es ist zu betonen, dass der genaue Bedarf an Mineralstoffen und Spurenelementen für den Menschen nicht angegeben werden kann. Die Tabellenwerte sind deshalb als Empfehlungen, bei besonderer Kennzeichnung auch nur als Schätzwerte zu verstehen. Seit 1994 gelten europaweit für einige Mineralstoffe gesetzlich festgelegte „empfohlene Tagesdosen“. Diese Werte, die von den aktuellen DACH-Referenzwerten zuweilen abweichen, sind bei Angaben auf Packungen zugrunde zu legen (s. Tabelle 1.9, S. 34).

**Tabelle 1.5** Empfohlene tägliche Zufuhr an Mineralstoffen und Spurenelementen (DACH 2000).

	Säuglinge 0–12 Monate	Kinder 1–14 Jahre	Jugendliche 15–18 Jahre	Erwachsene	Schwangere Frauen	Stillende Mütter	Senioren ab 65 Jahre
<b>Mineralstoffe</b>							
Calcium (mg)	220–400	600–1200	1200	1000	1000	1000	1000
Chlorid (mg) <sup>1)</sup>	200–270	450–830	830	830	830	830	830
Kalium (mg) <sup>1)</sup>	400–650	1000–1900	2000	2000	2000	2000	2000
Magnesium (mg)	24–60	80–310	400	350	330	390	350
Natrium (mg) <sup>1)</sup>	100–180	300–550	550	550	600	650	550
Phosphor (mg)	120–300	500–1250	1250	700	800–1250	900–1250	700
<b>Spurenelemente</b>							
Chrom (µg) <sup>1)</sup>	1–40	20–100	30–100	30–100	30–100	30–100	30–100
Eisen (mg)	1–8	8–12/15 <sup>2)</sup>	12/15 <sup>2)</sup>	10/15 <sup>2)</sup>	30	20	10
Fluor (mg)	0,3–0,5	0,7–3,2	2,9–3,2	3,1–3,8	3,1	3,1	3,1–3,8
Iod (µg)	40–80	100–200	200	180–200	230	260	180
Kupfer (mg) <sup>1)</sup>	0,2–0,7	0,5–1,5	1,0–1,5	1,0–1,5	1,0–1,5	1,0–1,5	1,0–1,5
Mangan (mg) <sup>1)</sup>	bis 1	1–5	2–5	2–5	2–5	2–5	2–5
Molybdän (µg) <sup>1)</sup>	7–40	25–100	50–100	50–100	50–100	50–100	50–100
Selen (µg) <sup>1)</sup>	5–30	10–60	30–70	30–70	30–70	30–70	30–70
Zink (mg)	1–2	3–9	10	10	10	11	10

<sup>1)</sup> Geschätzter Bedarf.

<sup>2)</sup> Bedarf Männer/Frauen; für nicht menstruierende Frauen: 10 mg.

**Mineralstoffe****Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )**

*Aufgaben:* Calcium wird für die Bildung und Stabilität der Knochen und der Zahnschmelze, die Funktion der Nerven und Muskeln und für die Blutgerinnung benötigt.

*Vorkommen:* Vor allem in Milch und Milchprodukten, des Weiteren in Hülsenfrüchten, Nüssen, Spinat.

Tagesbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	220–400	Schwangere Frauen	1000
Kinder (1–14 Jahre)	600–1200	Stillende Mütter	1000
Jugendliche (15–18 Jahre)	1200	Senioren (ab 65 Jahren)	1000
Erwachsene	1000		

Jeweils 100 g der folgenden Nahrungsmittel enthalten Calcium in durchschnittlich folgender Menge: Emmentaler (45 % Fett i. Tr.) 1029 mg, Joghurt 120 mg, Haselnüsse 226 mg, ein Liter Milch enthält etwa 1200 mg.

*Folgen:* Calciummangel kann zu Knochenabbau und zu Knochenbrüchen führen, bei Kindern zu Rachitis; außerdem kann es zu Übererregbarkeit der Nerven und Muskeln kommen. Zu viel aufgenommenes Calcium wird über die Nieren ausgeschieden und kann zu Nierensteinen führen.

*Hinweise für die Praxis:* Der Calcium-Stoffwechsel ist eng mit dem des Phosphors gekoppelt. Zu Störungen kann es kommen, wenn eine geringe Calcium-Zufuhr (weniger als 300 mg) mit überhöhter Phosphoraufnahme verbunden ist, z. B. bei Ernährung ohne Milch und Milchprodukte bei gleichzeitigem reichlichen Genuss von phosphorsäurehaltigen Cola-Getränken. Von Calciummangel sind vor allem Kinder und Heranwachsende beiderlei Geschlechts betroffen (DGE 2004).

Calcium aus der Nahrung wird zu weniger als 40 % vom Körper resorbiert (dies ist beim oben angegebenen Tagesbedarf bereits berücksichtigt). Gut verwertet wird an Eiweiß gebundenes Calcium (Milch); Vitamin D verbessert die Calcium-Aufnahme. In Verbindung mit Oxalsäure aus Rhabarber oder Spinat bilden sich unverwertbare, schwerlösliche Calciumsalze. Mehrausgaben für calciumangereicherte Lebensmittel sind bei ausgewogener Ernährung unnötig.

**Chlorid ( $\text{Cl}^-$ )**

*Aufgaben:* Als Gegenion des Natriums ist Chlorid wichtig zur Aufrechterhaltung des osmotischen Drucks der Zellen und zur Funktion der Nieren; es ist Bestandteil der Magensäure (Salzsäure, HCl).

*Vorkommen:* Vor allem in gesalzenen Nahrungsmitteln, als Partner des Natriums im Kochsalz (NaCl).

*Tagesbedarf:* Der geschätzte Mindestbedarf beträgt für Erwachsene 830 mg (= 0,83 g) pro Tag (entspricht 1,4 g Kochsalz). Der Gehalt an Chlorid in Lebensmitteln steht in direktem Zusammenhang mit dem Natrium- bzw. Kochsalzgehalt (1 g Natrium entspricht 1,5 g Chlorid, 1 g Kochsalz entspricht 0,6 g Chlorid). Unbearbeitetes Obst, Gemüse oder Fleisch ist arm an Chlorid (und Natrium).

*Folgen:* Wie bei Natrium äußert sich Chloridmangel in Kopfschmerzen, Kreislaufversagen, Muskelkrämpfen.

#### *Kalium (K<sup>+</sup>)*

*Aufgaben:* Kalium wird zur Aufrechterhaltung des osmotischen Drucks, insbesondere der Gewebeflüssigkeit zwischen den Zellen benötigt; es fördert außerdem den Wasserentzug aus dem Gewebe.

*Vorkommen:* Obst, Gemüse, Pilze, Kartoffeln, Fleisch, Milch enthalten Kalium.

Täglicher Mindestbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	400–650	Schwangere Frauen	2000
Kinder (1–14 Jahre)	1000–1900	Stillende Mütter	2000
Jugendliche (15–18 Jahre)	2000	Senioren (ab 65 Jahren)	2000
Erwachsene	2000		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Kalium in durchschnittlich folgender Menge: Banane 370 mg, grüne Erbsen 274 mg, Pfifferlinge 367 mg, Kartoffeln (in der Schale gekocht) 416 mg, Kalbskotelett 369 mg; ein Liter Milch enthält 1410 mg.

*Folgen:* Auswirkungen von Kaliummangel sind Muskelschwäche, Lethargie, Herzfunktionsstörungen. Überdosiert aufgenommenes Kalium wird über den Harn ausgeschieden, was bei normal funktionierenden Nieren keine Probleme verursacht.

*Hinweis für die Praxis:* Da Kalium wassertreibend wirkt, kommt es bei kaliumreicher Ernährung zu Gewichtsabnahme.

#### *Magnesium (Mg<sup>2+</sup>)*

*Aufgaben:* Magnesium wird gebraucht für den Knochenaufbau, für die Funktion der Muskulatur und der Nerven sowie für zahlreiche Stoffwechselfvorgänge.

*Vorkommen:* In Getreide, Hülsenfrüchten, Milchprodukten, Nüssen, verschiedenen Gemüsen, Mineralwasser ist Magnesium enthalten.

Tagesbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	24–60	Schwangere Frauen	330
Kinder (1–14 Jahre)	80–310	Stillende Mütter	390
Jugendliche (15–18 Jahre)	400	Senioren (ab 65 Jahren)	350
Erwachsene	350		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Magnesium in durchschnittlich folgender Menge: Vollkornbrot 54 mg, weiße Bohnen 140 mg, Emmentaler (45 % Tr.) 33 mg, Joghurt 12 mg, Haselnüsse 156 mg, Spinat 60 mg; ein Liter Milch enthält 120 mg.

*Folgen:* Magnesiummangel führt zu Stoffwechselstörungen, Übererregbarkeit der Muskulatur.

*Hinweis für die Praxis:* Leistungssportler haben einen höheren Magnesiumbedarf. Er lässt sich z. B. mit ausgewähltem Mineralwasser decken.

*Natrium (Na<sup>+</sup>)*

*Aufgaben:* Natrium hält Wasser im Gewebe fest, baut so den osmotischen Druck in den Körperzellen und damit die Gewebespannung auf und regelt den Wasserhaushalt; es ist außerdem wichtig für die Erregbarkeit der Muskeln sowie für viele Stoffwechselfvorgänge.

*Vorkommen:* In Kochsalz und Meersalz sowie in sehr hohem Anteil in allen zubereiteten gesalzenen Lebensmitteln wie Wurst, Käse, Brot, Fischkonserven, Fertiggerichten, Mayonnaise, Knabbergebäck. In Lebensmitteln in unbearbeitetem Zustand ist der Anteil gering; Mineralwässer können viel Natrium enthalten (über 100 mg pro l).

*Tagesbedarf:* Der Mindestbedarf pro Tag liegt bei 550 mg (= 0,55 g), was 1,4 g Kochsalz (NaCl) entspricht; eine gute Versorgung liegt bei 2400 mg (= 2,4 g) Natrium bzw. 6 g Kochsalz.

*Folgen:* Mangel an Natrium führt zu Kopfschmerzen, Kreislaufversagen, Muskelkrämpfen; bei Überdosierung besteht die Gefahr des Bluthochdrucks.

*Hinweise für die Praxis:* Kochsalz (NaCl) besteht neben Chlorid aus Natrium, und davon wird derzeit in der Bundesrepublik zu viel verbraucht, nämlich täglich über 3 g Natrium bzw. 8 g Kochsalz. Natrium bindet Wasser, was die Belastung von Herz und Nieren erhöht und die Gefahr von zu hohem Blutdruck begünstigt. Natrium-(Kochsalz-)verminderte Erzeugnisse bei Fertiggerichten, Wurst und Brot können dem Verbraucher helfen, den Kochsalzkonsum zu verringern. Vor allem das Nachsalzen sollte stark eingeschränkt werden; man schätzt allein diese zusätzliche Aufnahme auf 2 bis 8 g Kochsalz pro Tag. Es ist erwiesen, dass eine Verminderung der Kochsalzeinnahme auf unter 1 g (0,4 g Natrium) täglich, insbesondere bei älteren Personen, blutdrucksenkend wirkt. Andere Natriumsalze als Natriumchlorid (wie z. B. die meisten Natriumsalze in Mineralwasser) beeinflussen den Blutdruck im Übrigen kaum.

Meersalz ist keine „gesündere“ Form von Kochsalz. Die in der Werbung herausgestellten Vorzüge, es enthalte Mineralstoffe und Spurenelemente, die in normalem Kochsalz nicht vorkommen, sind differenziert zu betrachten. Untersuchungen von Meersalz zeigen, dass der Natriumchloridgehalt 93 bis 97 % beträgt. Lediglich der Rest von 3 bis 7 % entfällt auf weitere Bestandteile, davon im Mittel auf Calcium 0,2 %, auf Kalium 0,2 % und auf Magnesium 0,6 %, im Vergleich zum mittleren Natriumanteil von 38 % also sehr wenig. Weiterhin entsprechen die im Meersalz enthaltenen Spurenelemente in ihrer Menge nicht dem ernährungsphysiologischen Bedarf des Menschen. Und schließlich hängt die Menge an Kochsalzbegleitern stark vom Herstellungsverfahren ab: wird weiße Farbe, Rieselfähigkeit und Geschmacksreinheit gewünscht (höhere Anteile an Kalium- und Magnesiumsalzen ergeben einen bitteren Geschmack), so ist ein Reinigungsverfahren notwendig, unabhängig davon, ob es sich um Meersalz oder um Salz aus Salzbergwerken – im Übrigen nichts anderes als Millionen Jahre altes Meersalz – handelt.

*Kochsalzersatz:* Man kann ausweichen auf natriumarme Salzmischungen, die kochsalzähnlich schmecken; es handelt sich dabei um diätetische Produkte aus Kalium-, Calcium-, Magnesium- und Cholin-Salzen der Adipin-, Bernstein-, Glutamin-, Kohlen-, Milch-, Salz-, Wein-, Schwefel- und Citronensäure.

Kochsalzempfindliche müssen bedenken, dass Kochsalz auch z. B. in essfertig zubereiteten Gemüsen, Wurst, Käse oder vielen Mineralwässern vorkommt.

#### Phosphor (P), Phosphat ( $PO_4^{3-}$ )

Die resorbierbare Form des Phosphors ist das Phosphat.

*Aufgaben:* Zusammen mit Calcium ist Phosphor Baustoff der Knochen und der Zahnschmelze; er ist Bestandteil von Enzymen und beteiligt an der Energieübertragung im Stoffwechsel.

*Vorkommen:* Fleisch und Fleischzeugnisse, Milch, Milchprodukte, Eier, Fisch, Getreide, Nüsse, Cola-Getränke.

Tagesbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	250–500	Schwangere Frauen	1600
Kinder (1–14 Jahre)	800–1500	Stillende Mütter	1700
Jugendliche (15–18 Jahre)	1600	Senioren (ab 65 Jahren)	1200
Erwachsene	1200–1500		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Phosphor in durchschnittlich folgender Menge: Rinderfilet 164 mg, Schweinsbratwurst 155 mg, Schmelzkäse (45 % Tr.) 944 mg, Eigelb 590 mg, Forelle 245 mg, Knäckebrötchen 301 mg, Mandeln 455 mg; ein Liter Milch enthält 920 mg, ein Liter Cola-Getränk 147 mg.

*Folgen:* Phosphor-Mangelerscheinungen kommen nicht vor. Zuviel Phosphor kann den Calcium-Stoffwechsel ungünstig beeinflussen. Lebensmitteln zugesetzte Ortho- und Polyphosphate sind in dem vom Gesetzgeber zugelassenen Umfang unbedenklich (DACH 2000).

*Hinweise für die Praxis:* Phosphat wurde mit Übererregbarkeit (Hyperkinesie) von Kindern in Verbindung gebracht; meist handelt es sich dabei jedoch um Einzelbeobachtungen. Breiter angelegte Studien haben diesen Zusammenhang nicht erwiesen. Phosphatreduzierte oder phosphatfreie Diäten haben sich weder als vorbeugend wirksam noch als ernährungswissenschaftlich empfehlenswert herausgestellt, da sie zu Schäden des Knochenaufbaus und der Muskulatur führen. Die als Zusatzstoffe z. B. in Brühwurst, Schmelzkäse oder Cola-Getränken eingesetzten Phosphate dürften als Auslöser nicht in Frage kommen, weil sie im Stoffwechsel nicht vom natürlichen Phosphat unterschieden werden und bei der Klein- und Schulkinderernährung kaum 10 % des insgesamt aufgenommenen Phosphats ausmachen.

#### Spurenelemente

##### Chrom ( $Cr^{3+}$ )

*Aufgaben:* Chrom unterstützt den Kohlenhydratstoffwechsel.

*Vorkommen:* Chrom ist enthalten in Fleischprodukten, Bierhefe, Käse, Hühnerfleisch und Vollkornprodukten.

Geschätzter Tagesbedarf (Angaben jeweils in µg):

Säuglinge	1–40
Kinder	20–200
Jugendliche, Erwachsene, Stillende, Schwangere, Senioren	30–100

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Chrom in durchschnittlich folgender Menge: Gouda-Käse 95 µg, Weizenvollkornbrot 49 µg, Kartoffel 33 µg, Hühnerei 27 µg, Roggenkorn 25 µg, Rindfleisch 14 µg, Orangensaft 13 µg.

*Folgen:* Näheres hierüber ist nicht bekannt.

*Hinweise für die Praxis:* Das in der Nahrung enthaltene dreiwertige Chrom ist wenig giftig. Es ist von dem sechswertigen Chrom zu unterscheiden, das als Arbeitsplatzchemikalie (chromhaltige Stäube) wegen seiner Krebs erzeugenden Wirkung gefürchtet ist.

#### Eisen ( $Fe^{2+}$ )

*Aufgaben:* Eisen ist im Blutfarbstoff (Hämoglobin) enthalten und dient hauptsächlich dem Sauerstofftransport und der Blutbildung.

*Vorkommen:* Eisen ist enthalten in Leber, Niere, Herz, Fleisch, Vollkornerzeugnissen, grünem Gemüse, Spinat.

Tagesbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	1–8	Schwangere Frauen	30
Kinder (1–14 Jahre; m/w)	8–12/15	Stillende Mütter	20
Jugendliche (15–18 Jahre; m/w)	12/15	Senioren (ab 65 Jahren)	10
Erwachsene (m/w)	10/15*	* Für nicht menstruierende Frauen: 10 mg	

*Folgen:* Mangel an Eisen führt zu Blutarmut, Müdigkeit, Muskelschwäche. Bei dauernder Überdosierung färbt sich die Haut braun, und es kann zu Störungen der Leberfunktion kommen.

*Hinweise für die Praxis:* Eisen aus tierischen Lebensmitteln wird besser resorbiert als aus pflanzlichen Produkten. Vitamin C verbessert die Resorption, Kaffee und schwarzer Tee hemmen infolge schwer löslicher Gerbstoffkomplexe die Eisenaufnahme. Eisenmangel tritt vor allem bei Schwangeren und bei Frauen vor der Menopause auf.

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Eisen in durchschnittlich folgender Menge: Rinderleber 6,9 mg, Rinderfleisch (Schulter) 2,3 mg, Roggenvollkornbrot 2,0 mg, Brokkoli (gekocht) 0,9 mg, Spinat (gekocht) 2,9 mg.

#### Fluor, Fluorid ( $F^-$ )

*Aufgaben:* Fluorid dient der Stabilität der Knochen sowie der Härtung des Zahnschmelzes und damit der Kariesvorsorge.

*Vorkommen:* Seefisch, Getreide, Innereien, Wasser, schwarzer Tee.

Tagesbedarf (diese Richtwerte beziehen sich auf die Fluoridgeamtzufuhr einschl. der zur Kariesprävention notwendigen Fluormengen; Angaben jeweils in mg):

Säuglinge (bis 1 Jahr)	0,3–0,5	Schwangere Frauen	3,1
Kinder (1–14 Jahre)	0,7–3,2	Stillende Mütter	3,1
Jugendliche (15–18 Jahre)	2,9–3,2	Senioren (ab 65 Jahren)	3,1–3,8
Erwachsene	3,1–3,8		

Jeweils 100 g der folgenden Nahrungsmittel enthalten Fluor in durchschnittlich folgender Menge: Kabeljau 0,70 mg, Sojabohnen 0,36 mg, Rinderleber 0,15 mg, Mineralwasser 0 bis 5 mg.

*Folgen:* Mangel an Fluor hat Knochenschwund und Neigung zu Karies zur Folge. Höhere Dosen (über dem Doppelten des Tagesbedarfs) sind gesundheitsschädlich. Obwohl Fluorid in der Natur weit verbreitet ist, enthalten Nahrungsmittel in der Regel nicht so viel Fluorid; eine überhöhte Aufnahme mit der Nahrung ist somit unwahrscheinlich.

*Hinweis für die Praxis:* Fluoridhaltige Zahnpasta wird empfohlen, sofern mit Verschlucken nicht zu rechnen ist. Bei Verwendung von fluoridiertem Speisesalz soll auf fluoridarmes Wasser (unter 0,7 mg Fluorid pro Liter) geachtet und auf zusätzliche Fluoridtabletten verzichtet werden.

#### *Iod, Iodid (I<sup>-</sup>)*

*Aufgabe:* Iod ist für den Aufbau der Schilddrüsenhormone unentbehrlich.

*Vorkommen:* Iod kommt in Seefisch, Innereien, Eiern vor.

Tagesbedarf (Angaben jeweils in µg):

Säuglinge	40–80	Schwangere Frauen	230
Kinder (1–14 Jahre)	100–200	Stillende Mütter	260
Jugendliche (15–18 Jahre)	200	Senioren (ab 65 Jahren)	180
Erwachsene	180		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Iod in durchschnittlich folgender Menge: Kabeljau 170 µg, Schweineleber 14 µg, Hühnerei 10 µg. Besonders iodreich sind Algen; sie können bis zu 500 mg (= 500 000 µg) Iod pro 100 g enthalten (!).

*Folgen:* Iodmangel führt zur Vergrößerung der Schilddrüse und zu Kropfbildung.

*Hinweise für die Praxis:* Bei Iodmangel – und jeder dritte Erwachsene leidet unter den Folgen (DGE-aktuell 2003) – empfiehlt es sich, den Speiseplan mit Seefisch anzureichern (bereits 120 g Kabeljau decken den Tagesbedarf an Iod) oder iodiertes Speisesalz zu verwenden („Iodsalz“). Dieses Diätsalz (zu erkennen an der gelben Verpackung) enthält pro Kilogramm 15 bis 25 mg „Iod“, das sich aus dem natürlichen Gehalt an Iodiden (NaI, KI) sowie dem als Ergänzung beigemischten Iodat (NaIO<sub>3</sub>, KIO<sub>3</sub>) zusammensetzt. Iodsalz sollte genauso sparsam wie normales Salz verwendet werden. Im Übrigen ist auch vor übermäßiger Iodaufnahme zu warnen: Über 1 mg Iod pro Tag kann auf Dauer zu Schilddrüsenüberfunktion führen.

Entgegen der weit verbreiteten Meinung unterscheidet sich der Iodgehalt von Meersalz nicht wesentlich von dem des normalen Speisesalzes.

#### *Kupfer (Cu<sup>2+</sup>)*

*Aufgaben:* Kupfer ist Bestandteil vieler Enzyme, die Oxidations- und Reduktionsprozesse katalysieren, und ist am Eisenstoffwechsel beteiligt.

*Vorkommen:* Kupfer ist enthalten in Innereien, Leber, Nüssen, Kakao und einigen grünen Gemüsen.

Geschätzter Tagesbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	0,2–0,7	Jugendliche	1,0–1,5
Kinder (1–14 Jahre)	0,5–1,5	Erwachsene	1,0–1,5

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Kupfer in durchschnittlich folgender Menge: Kalbsleber 5,5 mg, Schweinsleber 1,3 mg, Hagebutte 1,8 mg, Haselnuss 1,3 mg, Erbsen 0,3 mg.

*Folgen:* Kupfermangel führt zu Bluterkrankungen und zu hohen Eisenwerten in der Leber; außerdem wird die Pigmentation der Haut gestört.

#### Mangan ( $Mn^{2+}$ )

*Aufgaben:* Viele Enzyme enthalten Mangan oder werden durch Mangan aktiviert.

*Vorkommen:* Mangan ist enthalten in Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft wie Tee, Vollkornmehl, Getreidekeimlingen und Walnüssen.

Geschätzter Tagesbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	bis 1,0	Jugendliche	2,0–5,0
Kinder (1–14 Jahre)	1,0–5,0	Erwachsene	2,0–5,0

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Mangan in durchschnittlich folgender Menge: Schwarzer Tee 73 mg, Weizenkeime 16 mg, Haferflocken 5 mg, Roggen 2,9 mg, Walnüsse 2 mg.

*Folgen:* Manganmangel führt zu Wachstumsstörungen, Veränderungen des Skeletts und zu Störungen des Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsels. Er kommt aber nur sehr selten vor.

*Hinweise für die Praxis:* Mangan ist in großen Mengen toxisch und führt zu Magen-Darm-Störungen und Lungenentzündungen. Vergiftungen über Lebensmittel sind nicht bekannt. (Über Mangan in Mineralwasser: s. Kapitel 12, Exkurs: „Wässer für Babynahrung“).

#### Molybdän ( $Mo^{4+}$ )

*Aufgaben:* Molybdän ist Bestandteil mehrerer Enzyme wie der Aldehydoxidase oder der Sulfitoxidase.

*Vorkommen:* Molybdän ist enthalten in Innereien, Hülsenfrüchten und Getreide.

Geschätzter Tagesbedarf (Angaben jeweils in  $\mu\text{g}$ ):

Säuglinge	7–40	Jugendliche	50–100
Kinder (1–14 Jahre)	25–100	Erwachsene	50–100

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Molybdän in durchschnittlich folgender Menge: Schweineleber 220  $\mu\text{g}$ , Erbsen 70  $\mu\text{g}$ , Roggen 46  $\mu\text{g}$ .

*Folgen:* Molybdänmangel ist bei normaler Ernährung nicht zu erwarten. Eine umweltbedingte, extrem hohe Zufuhr an Molybdän (10 bis 15 mg pro Tag) wurde als Ursache einer gichtähnlichen Erkrankung angenommen (DGE 2004).

#### Selen ( $Se^{4+}/Se^{2-}$ )

*Aufgaben:* Selen ist Bestandteil des wichtigen Enzyms Glutathion-Peroxidase, das im Körper giftige Peroxid-Verbindungen abbaut, bevor diese zu Sauerstoff-Radikalen zerfallen. Es unterstützt das Vitamin E, welches seinerseits Fett in den

Zellmembranen vor dem Angriff reaktiver Sauerstoff-Radikale schützt. Außerdem wird ihm eine Schutzwirkung gegen Krebs zugesprochen.

*Vorkommen:* Selen ist hauptsächlich im Eiweiß gebunden, wobei Schwefel zum Teil durch Selen ersetzt ist. Hauptlieferanten sind Niere, Muskelfleisch, Getreide und Hülsenfrüchte.

Geschätzter Tagesbedarf (Angaben jeweils in µg):

Säuglinge	5–30	Jugendliche	30–70
Kinder (1–14 Jahre)	10–60	Erwachsene	30–70

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Selen in durchschnittlich folgender Menge: Rinderniere 115 µg, Hering 40 µg, Steinpilz 180 µg, Paranuss 100 µg, Sojabohnen 20 µg.

*Folgen:* Selenmangel (unter 10 µg pro Tag) kann zu Störungen der Muskelfunktionen führen.

*Hinweise für die Praxis:* Die in Deutschland ermittelte Selenzufuhr von 55 µg pro Tag ist ausreichend. Selenmengen über 800 µg pro Tag können giftig wirken. Dies ist bei Einnahme mancher selenhaltiger Nahrungsergänzungsmittel zu beachten.

#### Zink ( $Zn^{2+}$ )

*Aufgaben:* Bestandteil und Hilfselement für Enzyme.

*Vorkommen:* Zink ist enthalten in Innereien, Muskelfleisch, Milchprodukten, verschiedenen Fischarten und besonders in Schalentieren.

Tagesbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	1–2	Schwangere Frauen	10
Kinder (1–14 Jahre)	3–9	Stillende Mütter	11
Jugendliche (15–18 Jahre)	10	Senioren (ab 65 Jahre)	10
Erwachsene	10		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Zink in durchschnittlich folgender Menge: Kalbsleber 8 mg, Schweineleber 6 mg, Rind- und Schweinefleisch 4 mg, Miesmuscheln 2 mg, Hecht 1 mg, ein Liter Milch enthält 4 mg.

*Folgen:* Bei Zinkmangel treten Wachstumsstörungen, Appetitlosigkeit, Verzögerung der Wundheilung und erhöhte Infektionsgefahr auf.

*Hinweise für die Praxis:* Zink ist relativ ungiftig.

#### Wissenswertes für die Praxis

##### *Mineralstoffverlust bei Herstellung und Zubereitung*

Der hohe Industrialisierungsgrad bei der Herstellung mancher Lebensmittel (z. B. Fertiggerichte, Konserven, Auszugsmehle) führt bisweilen zu Mineralstoffverlust; hier ist es besser, naturbelassene Lebensmittel zu verwenden. Da Mineralstoffe meist wasserlöslich sind, sollten Lebensmittel nicht lange gewässert werden. Dünsten und Dämpfen ist für die Erhaltung der Mineralstoffe am günstigsten.

*Tagesbedarf an Mineralstoffen*

In der Regel wird durch eine normale, ausgewogene Ernährung der Bedarf an Mineralstoffen gedeckt. Nur bei erkannten Defiziten sind Nahrungsergänzungsmittel oder funktionelle Lebensmittel (s. Abschnitt 16.10) erwägenswert. Keinesfalls gilt jedoch: je mehr, umso gesünder. Eine Überversorgung kann durchaus mit gesundheitlichen Risiken verbunden sein (BfR 2005-1).

Der Bedarf an Mineralstoffen (s. Tabelle 1.5) hängt von Alter und Geschlecht ab; bei gewissen Krankheiten kann der Bedarf erhöht sein; im Wachstumsalter und bei Schwangerschaft gelten ebenfalls andere Werte.

Einseitige und häufige Abmagerungskuren können zu einem Mangel an bestimmten Mineralstoffen führen.

Die verschiedenen Mineralstoffe stehen in Wechselwirkung zueinander, zu Vitaminen und zu anderen Substanzen; daher sollte auf ein ausgewogenes Verhältnis aller Mineralstoffe geachtet werden – am besten durch abwechslungsreiche Ernährung.

*Mineralstoffe – Gesetzliche Bestimmungen*

Der Gesetzgeber hat alle Mineralstoffe außer Kochsalz sowie die Spurenelemente als Zusatzstoffe eingestuft, um unerwünschte Zugaben bei gängigen Lebensmitteln zu unterbinden. So sind zugesetzte Mineralstoffe – je nach Eigenschaft – nur mit mehr oder weniger großen Einschränkungen zugelassen. Dem Zusatz von Spurenelementen sind noch engere Grenzen gesetzt: Sie dürfen nur für spezielle Ernährungserfordernisse, Säuglings- und Kleinkindernahrung, bilanzierte Diäten und Nahrungsergänzungsmittel verwendet werden. Als Ausnahme ist nur fluoridiertes Speisesalz mit einem Gehalt von 25 mg Fluorid pro 100 g Salz für den Allgemeinverzehr freigegeben.

**1.1.2.5 Vitamine**

Vitamine sind organische Substanzen, deren Fehlen Mangelerscheinungen im Körper hervorruft; auch ein Überangebot kann zu Erkrankungen führen (BfR 2005-1). Vitamine sind essenzielle Nahrungsbestandteile. Sie können vom Körper nicht (oder nicht ausreichend) hergestellt werden; sie kommen – zum Teil auch als Vorstufen (Provitamine) – in Lebensmitteln vor und werden nur in ganz kleinen Mengen benötigt. Normalerweise enthält unsere Nahrung sämtliche Vitamine im erforderlichen Umfang. Die Vitamine ermöglichen den Abbau der Hauptnährstoffe, die Steuerung des Stoffwechsels und den Aufbau körpereigener Substanzen, indem sie den Ablauf enzymatischer Vorgänge unterstützen. Die Vitamine werden in wasserlösliche und fettlösliche eingeteilt.

**Wasserlösliche Vitamine:** Die Vitamin-B-Gruppe, bestehend aus Vitamin B<sub>1</sub> (Thiamin), Vitamin B<sub>2</sub> (Riboflavin, Lactoflavin), Vitamin B<sub>6</sub> (Pyridoxin), Vitamin B<sub>12</sub> (Cyanocobalamin), Folsäure, Niacin (Nicotinamid, früher Vitamin PP) und die Pantothenensäure; Vitamin C (Ascorbinsäure); Biotin (früher Vitamin H).

**Fettlösliche Vitamine:** Vitamin A (Retinol); Vitamin D (Calciferol); Vitamin E (Tocopherol); Vitamin K (Phyllochinon).

Nicht zu den Vitaminen zählen: Orotsäure (früher Vitamin B<sub>13</sub>), p-Aminobenzoessäure (= ein Folsäure-Baustein), Sphingomyelin, Lecithin und deren Bestandteil Cholin (= Fettbegleitstoffe) oder Inosit (Baustein der B-Vitamine). Vielen dieser Stoffe rechnete man früher fälschlicherweise Vitamineigenschaften zu, und bei manchen hat sich sogar bis heute noch – freilich zu Unrecht und oft aus Werbegründen – das „Vitamin“ im Namen erhalten, so bei „Vitamin F“ (= essenzielle Fettsäuren), „Vitamin P“ (= Bioflavonole), „Vitamin B<sub>7</sub>“ (= Carnitin) und anderen.

### Die Vitamine im Überblick

Diese Übersicht enthält folgende Angaben zu den wichtigsten Vitaminen (in alphabetischer Ordnung): Aufgaben und Vorkommen der Vitamine, der Tagesbedarf an Vitaminen (Tabelle 1.6), die Folgen bei mangelhafter und überdosierter Zufuhr sowie Hinweise für die Praxis.

Es ist zu betonen, dass ein genauer Vitaminbedarf für den Menschen nicht angegeben werden kann. Die Tabellenwerte sind deshalb als Empfehlungen, bei besonderer Kennzeichnung auch nur als Schätzwerte zu verstehen. Zur Vereinheitlichung der Kennzeichnung auf Packungen wurde 1994 europaweit für 12 Vitamine eine entsprechende „empfohlene Tagesdosis“ gesetzlich festgelegt (s. Tabelle 1.9, s. S. 34).

*Vitamin A (Retinol), 1 mg Vitamin A = 3333 IE\**

*Aufgaben:* Wachstum, Sehorgang, Funktion von Haut und Schleimhäuten.

*Vorkommen:* Lebensmittel tierischer Herkunft wie Leber, Butter, Margarine, Eigelb, Milch. Als  $\beta$ -Carotin (= Provitamin A) in pflanzlichen Lebensmitteln wie gelben Gemüsen und Früchten sowie in Blättern grüner Pflanzen.

Tagesbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	0,5–0,6	Schwangere Frauen	1,1
Kinder (1–14 Jahre)	0,6–1,1	Stillende Mütter	1,5
Jugendliche (15–18 Jahre)	0,9–1,1	Senioren (ab 65 Jahren)	0,8–1,0
Erwachsene	0,8–1,0		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Vitamin A (umgerechnet auf reines Vitamin A) in durchschnittlich folgender Menge: Rindsleber 18 mg, Kalbs-

\* Eine *Internationale Einheit (IE)* ist die international festgelegte Menge eines hochreinen Vitamins; man erhält dadurch einen Standard für eine definierte Vitaminwirkung.

*Beispiel:* Vitamin A kommt in verschiedenen Formen versteckt vor: verestert mit Essigsäure, als Provitamin A ( $\beta$ -Carotin) oder als Bestandteil bestimmter Carotinoide. Bei allen ist die Vitaminwirkung unterschiedlich. Als Vergleichsbasis dient nun die Vitaminwirkung einer IE (festgelegt als 0,3  $\mu$ g Retinol = reines Vitamin A). Um diese Wirkung zu erhalten, braucht man 0,4  $\mu$ g an Vitamin-A-Ester, 1,8  $\mu$ g an Provitamin A oder 3,6  $\mu$ g an geeigneten Carotinoiden. Man sagt: 1 IE Vitamin A entspricht 0,4  $\mu$ g Vitamin-A-Ester usw.

Der Begriff „Internationale Einheit“ wird bei Arzneimitteln auch zur Standardisierung von Hormonen, Antibiotika und anderer Wirkstoffe gebraucht.

Bei Lebensmitteln müssen Vitaminangaben in Milli- oder Mikrogramm erfolgen. Von zusätzlichen IE-Angaben versprechen sich manche Hersteller offenbar eine höhere Wertschätzung der Ware durch den Verbraucher.

Tabelle 1.6 Täglicher Vitaminbedarf (DACH 2000).

	Säuglinge 0–12 Monate	Kinder 1–14 Jahre	Jugendliche 15–18 Jahre	Erwachsene	Schwangere Frauen	Stillende Mütter	Senioren ab 65 Jahre
Vitamin A (mg)	0,5–0,6	0,6–1,1	0,9–1,1	0,8–1,0	1,1	1,5	0,8–1,0
Vitamin B <sub>1</sub> (mg)	0,2–0,4	0,6–1,4	1,0–1,3	1,0–1,3	1,2	1,4	1,0
Vitamin B <sub>2</sub> (mg)	0,3–0,4	0,7–1,6	1,2–1,5	1,2–1,5	1,5	1,6	1,2
Vitamin B <sub>6</sub> (mg)	0,1–0,3	0,4–1,4	1,2–1,6	1,2–1,5	1,9	1,9	1,2–1,4
Vitamin B <sub>12</sub> (µg)	0,4–0,6	1–3	3	3	3,5	4	3
Vitamin C (mg)	50–55	60–100	100	100	110	150	100
Vitamin D (µg)	10	5	5	5	5	5	10
Vitamin E (mg) <sup>1)</sup>	3–4	6–12	12–15	12–15	13	17	11–12
Vitamin K (µg) <sup>1)</sup>	5–10	15–50	60–70	60–80	60	60	65–80
Biotin (µg) <sup>1)</sup>	5–10	10–35	30–60	30–60	30–60	30–60	30–60
Folsäure (µg)	60–80	200–400	400	400	600	600	400
Niacin (mg)	2–5	7–18	13–17	13–17	15	17	13
Pantothensäure (mg) <sup>1)</sup>	2–3	4–6	6	6	6	6	6

<sup>1)</sup> Schätzwerte.

leber 28 mg, Butter 0,6 mg, Pflanzenmargarine 0,6 mg, Hühnerei 0,3 mg, Karotten 2,0 mg, Spinat 0,8 mg, Aprikosen 0,3 mg; 1 Liter Milch enthält 0,3 mg.

*Folgen:* Bei Vitamin-A-Mangel Wachstums- und Sehstörungen (Nachtblindheit), Hautschäden; bei dauernder Überdosierung (zum Beispiel Vitaminpräparate) sind Gesundheitsschädigungen möglich.

*Hinweise für die Praxis:* Lebensmittel in lichtgeschützter kühler Umgebung lagern, da Vitamin A zerfällt, wenn es Licht und Hitze in feuchter Umgebung ausgesetzt ist. Durch Kochen verlieren die Lebensmittel bis zu 40 % ihres Vitamingehalts. In gefrorenen Lebensmitteln gehen bei Lagerung bei minus 23 Grad während 12 Monaten 5 bis 10 % des ursprünglichen Vitamingehalts verloren.

#### Vitamin B<sub>1</sub>, Thiamin (Aneurin)

*Aufgaben:* Unentbehrlich für den Stoffwechsel der Kohlenhydrate und von Alkohol.

*Vorkommen:* Hefe, Getreide (Keime, Schale), Leber und Muskelfleisch, besonders vom Schwein.

Tagesbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	0,2–0,4	Schwangere Frauen	1,2
Kinder (1–14 Jahre)	0,6–1,4	Stillende Mütter	1,4
Jugendliche (15–18 Jahre)	1,0–1,3	Senioren (ab 65 Jahren)	1,0
Erwachsene	1,0–1,3		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Vitamin B<sub>1</sub> in durchschnittlich folgender Menge: Schweinekotelett 0,82 mg, Rinderleber 0,30 mg, Vollkornbrot 0,25 mg, Hefe 1,43 mg.

*Folgen:* Vitamin-B<sub>1</sub>-Mangel führt zu Appetitlosigkeit, Müdigkeit, Konzentrationsschwäche, schwerer Mangel zu Beri-Beri. Schäden durch Überdosierung wurden bisher nicht bekannt.

*Allgemeiner Hinweis:* Mangelerscheinungen treten bei schweren Alkoholikern auf. Alkoholhaltige Getränke enthalten meist kein Vitamin B<sub>1</sub>, während beim Abbau von Alkohol dieses Vitamin in recht großen Mengen benötigt wird.

*Hinweise für die Praxis:* Polierter Reis oder Weißmehle enthalten praktisch kein Vitamin B<sub>1</sub> im Gegensatz zu Vollkorngetreide. Beim Kochen geht bis zu 50 % des Vitamins B<sub>1</sub> verloren; je weniger Wasser für die Zubereitung verwendet wird, desto weniger Vitamin B<sub>1</sub> geht verloren.

#### Vitamin B<sub>2</sub> (Riboflavin, Lactoflavin), E 101, E 101a

*Aufgaben:* Nötig für den Energiehaushalt der Zellen.

*Vorkommen:* Milch, Käse, Eier, Fleisch, Hefe, Leber.

Tagesbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	0,3–0,4	Schwangere Frauen	1,5
Kinder (1–14 Jahre)	0,7–1,6	Stillende Mütter	1,6
Jugendliche (15–18 Jahre)	1,2–1,5	Senioren (ab 65 Jahren)	1,2–1,5
Erwachsene	1,2–1,5		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Vitamin B<sub>2</sub> in durchschnittlich folgender Menge: Hühnerei 0,4 mg, Käse 0,4 mg, Schweinefilet 0,30 mg, Rinderleber 2,9 mg, Bierhefe 2,3; 1 Liter Milch enthält 1,8 mg. Der Tagesbedarf wird im Allgemeinen durch Milch, Käse, Eier und Fleisch gedeckt.

*Folgen:* Bei Vitamin-B<sub>2</sub>-Mangel Augensymptome (Lichtscheu, Lidkrämpfe usw.), entzündliche Veränderungen von Haut, Schleimhäuten und Lippen sowie des Magen-Darm-Traktes. Schäden durch Überdosierung wurden bisher nicht bekannt.

*Hinweis für die Praxis:* Beim Kochen kann bis zu 60 % des Vitamin-B<sub>2</sub>-Gehaltes verloren gehen.

#### Vitamin B<sub>6</sub> (Pyridoxin)

*Aufgaben:* Aminosäurestoffwechsel.

*Vorkommen:* Außer in Zucker, Stärke und Fetten ist Vitamin B<sub>6</sub> in fast allen Lebensmitteln enthalten; gute Quellen sind z. B. Fleisch, Brot, Eier und Nüsse.

Tagesbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	0,3–0,6	Schwangere Frauen	2,6
Kinder (1–14 Jahre)	0,9–1,8	Stillende Mütter	2,2
Jugendliche (15–18 Jahre)	1,8–2,1	Senioren (ab 65 Jahren)	1,6–1,8
Erwachsene	1,6–1,8		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Vitamin B<sub>6</sub> in durchschnittlich folgender Menge: Rinderfilet 0,5 mg, Lachs 1,0 mg, Vollkornbrot 0,36 mg, Hühnerei 0,1 mg, Walnüsse 0,87 mg. Der Tagesbedarf wird durch normale Kost gedeckt.

*Folgen:* Bei Mangel treten Appetitlosigkeit, Muskelschwund, Krämpfe und Hautveränderungen auf. Bestimmte, über einen längeren Zeitraum eingenommene Medikamente können Vitamin-B<sub>6</sub>-Mangel auslösen. Bei Überdosierung wurden Nervenstörungen beobachtet.

*Hinweis für die Praxis:* Bis zu 40 % Vitamin-B<sub>6</sub>-Verlust beim Kochen.

#### Vitamin B<sub>12</sub> (Cyanocobalamin)

*Aufgaben:* Vitamin B<sub>12</sub> wird für das Wachstum und die Teilung der Zellen, besonders der roten Blutzellen, benötigt.

*Vorkommen:* Leber, Nieren, Fleisch, Milch, Hühnerei, Bier; in Pflanzen ist Vitamin B<sub>12</sub> kaum enthalten.

Tagesbedarf (Angaben jeweils in µg):

Säuglinge	0,4–0,6	Schwangere Frauen	3,5
Kinder (1–14 Jahre)	1,0–3,0	Stillende Mütter	4,0
Jugendliche (15–18 Jahre)	3,0	Senioren (ab 65 Jahren)	3,0
Erwachsene	3,0		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Vitamin B<sub>12</sub> in durchschnittlich folgender Menge: Rinderleber 65 µg, Rindernieren 33,4 µg, Rinderfilet 2 µg, Hühnereigelb 2 µg, 1 Liter Kuhmilch enthält 4,2 µg. Der gegenüber den anderen

Vitaminen geringe Bedarf an Vitamin B<sub>12</sub> wird durch normale Ernährung ausreichend gedeckt.

*Folgen:* Nur bei bestimmten Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes entstehen Mangelerscheinungen; es kommt dann zu Blutarmut (Verminderung der roten Blutkörperchen) und Störungen des Nervensystems. Schädliche Folgen von Überdosierung wurden bisher nicht bekannt.

*Hinweis für die Praxis:* Bei jahrelanger streng vegetarischer Ernährung (ohne Eier und Milch) kann es zu Mangelerscheinungen kommen, da Pflanzen kaum Vitamin B<sub>12</sub> enthalten.

#### Vitamin C (L-Ascorbinsäure)

*Aufgaben:* Vitamin C ist notwendig für die Entwicklung des Bindegewebes, es fördert die Zellatmung und verbessert die Resorption von Eisen. Es hemmt wahrscheinlich die Bildung der Krebs erregenden Nitrosamine.

*Vorkommen:* Gemüse und Obst, besonders Zitrusfrüchte, Salat, schwarze Johannisbeeren, Hagebutten, Paprikaschoten, Kartoffeln.

Tagesbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	50–55	Schwangere Frauen	110
Kinder (1–14 Jahre)	60–100	Stillende Mütter	150
Jugendliche (15–18 Jahre)	100	Senioren (ab 65 Jahren)	100
Erwachsene	100		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Vitamin C in durchschnittlich folgender Menge: Brokkoli 100 mg, Zitronen 53 mg, Apfelsinen 50 mg, schwarze Johannisbeeren 177 mg, Hagebutten 1250 mg, Paprikaschoten 121 mg.

*Folgen:* Bei Fehlen von Vitamin C tritt Skorbut (Zahnfleischverkümmern) auf; bei Mangel Zahnfleischblutungen, verzögerte Wundheilung und Appetitlosigkeit. Vitamin-C-Mangelzustände kommen in der Bundesrepublik praktisch nicht mehr vor; lediglich männliche Senioren, die offenbar zu wenig Obst und Gemüse verzehren, und starke Raucher können betroffen sein. Überdosiert aufgenommenes Vitamin C wird über den Urin ausgeschieden und belastet die Nieren infolge Oxalat-Bildung.

*Hinweise für die Praxis:* Große Vitamin-C-Mengen haben keine vorbeugende Wirkung bei Erkältungen, auch bewirken sie weder eine Beschleunigung der Wundheilung noch eine Erhöhung sportlicher Leistungen. Vitamin C wird durch Sauerstoff beim Erhitzen schnell zerstört (bis zu 100 %). Da Vitamin C durch Kupfer geschädigt wird, sollte beim Kochen kein Kupfergeschirr verwendet werden.

#### Vitamin D (Calciferol)

*Aufgaben:* Knochenbildung, Calcium- und Phosphatstoffwechsel.

*Vorkommen:* Vitamin D kann vom Körper selbst produziert werden: Das Provitamin 7-Dehydrocholesterin wird unter Einwirkung von Sonnenlicht in der Haut zu Vitamin D umgewandelt. Auch aus der Natur wird Vitamin D aufgenommen: gute Quellen sind Fisch, Eigelb, Butter, Milch.

Tagesbedarf (Angaben in µg):

Säuglinge	10,0	Schwangere Frauen	10,0
Kinder (1–14 Jahre)	10,0	Stillende Mütter	10,0
Jugendliche (15–18 Jahre)	10,0	Senioren (ab 65 Jahren)	5,0
Erwachsene	5,0		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Vitamin D in durchschnittlich folgender Menge: Sardinen 11 µg, Hühnerei 2,9 µg, Butter 1,3 µg; 1 Liter Milch enthält 0,9 µg.

*Folgen:* Mangelzustände sind in der Regel nicht durch fehlende Aufnahme von Vitamin D durch die Nahrung, sondern durch zu wenig Sonnenlicht bedingt und führen bei Kindern zu Rachitis, bei Erwachsenen zu Osteomalazie (Knochenerweichung). Überdosen verursachen erhöhte Calcium- und Phosphatkonzentration in Blut und Urin, gelegentlich Nierenschäden sowie Ablagerung in Blutgefäßen.

*Hinweis für die Praxis:* Vitamin-D-Präparate sollten nicht unkontrolliert eingenommen werden; dies gilt auch für die Verabreichung an Säuglinge.

*Vitamin E (Tocopherol), 1 mg Vitamin E (D,L-α-Tocopherylacetat)*

= 1 Internationale Einheit (IE)

*Aufgaben:* Vitamin E ist nötig für die Fortpflanzung und den Fettstoffwechsel. Es schützt ungesättigte Fettsäuren und Vitamin A vor Oxidation.

*Vorkommen:* Pflanzenöle, Getreidekeime, Butter, Margarine, Ei, Leber.

Tagesbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	3–4	Schwangere Frauen	13
Kinder (1–14 Jahre)	6–12	Stillende Mütter	17
Jugendliche (15–18 Jahre)	12–15	Senioren (ab 65 Jahren)	11–12
Erwachsene	12–15		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Vitamin E in durchschnittlich folgender Menge: Weizenkeimöl 192 mg, Sonnenblumenöl 63 mg, Butter 2,2 mg, Pflanzenmargarine 16 mg, Hühnereigelb 5,7 mg, Weizenkleie 2,8.

*Folgen:* Mangel an Vitamin E tritt kaum auf. Vitamin-E-Einnahmen über den Tagesbedarf hinaus bringen keine heilende oder vorbeugende Wirkung. Überdosierung kann zu Nebenwirkungen führen.

*Hinweis für die Praxis:* Bei Tageslichteinwirkung zersetzt sich Vitamin E.

Bezugsgröße für die Vitamin-E-Wirkung verschiedener Tocopherole ist in den deutschen Nährwerttabellen das „D-α-Tocopherol-Äquivalent“, das der Wirksamkeit von reinem Vitamin E entspricht. Im Gegensatz dazu hat die IE das D,L-α-Tocopherylacetat als Standard, weil sich diese Substanz synthetisch sehr rein herstellen lässt.

Es besteht folgende Umrechnung:

1 mg D-α-Tocopherol-Äquivalent = 1,490 mg D,L-α-Tocopherylacetat

1 mg D,L-α-Tocopherylacetat = 0,671 mg D-α-Tocopherol-Äquivalent

*Vitamin K (Phyllochinon)*

*Aufgaben:* Vitamin K ist für die Blutgerinnung notwendig.

*Vorkommen:* Grünes Gemüse, Sauerkraut, Leber, Hühnerleber; ein Teil des Bedarfs wird von den Darmbakterien produziert.

Tagesbedarf (Angaben jeweils in µg):

Säuglinge	5–10	Schwangere Frauen	60
Kinder (1–14 Jahre)	15–50	Stillende Mütter	60
Jugendliche (15–18 Jahre)	60–70	Senioren (ab 65 Jahren)	65–80
Erwachsene	60–80		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Vitamin K in durchschnittlich folgender Menge: Sauerkraut 62 µg, Brokkoli 154 µg, Rosenkohl 236 µg, Rinderleber 75 µg, Hühnerleber 80 µg.

*Folgen:* Bei Mangel an Vitamin K kommt es zu verzögerter Blutgerinnung und Neigung zu Blutungen.

*Hinweis für die Praxis:* Der Vitamin-K-Verlust beim Kochen ist gering; Vitamin K ist jedoch empfindlich gegen Tageslicht und ionisierende Strahlung.

*Biotin (früher Vitamin H)*

*Aufgaben:* Biotin ist notwendig für viele Reaktionen des Fettstoff-, Kohlenhydrat- und Aminosäurestoffwechsels.

*Vorkommen:* Biotin ist enthalten in Leber, Niere, Eigelb, Sojabohnen, Erdnüssen. Es wird auch im Darm produziert.

Geschätzter Tagesbedarf (Angaben jeweils in µg):

Säuglinge	5–10	Jugendliche (15–18 Jahre)	30–60
Kinder (1–14 Jahre)	10–35	Erwachsene	30–60

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Biotin in durchschnittlich folgender Menge: Rinderleber 100 µg, Kalbsniere 80 µg, Hühnerei 25 µg, Sojabohnen 60 µg, Erdnüsse 34 µg.

*Folgen:* Mangelercheinungen sind nur bei übermäßigem Verzehr rohen Hühnereiklars bekannt. Das hierin enthaltene Avidin bindet Biotin. Es kommt dann zu Hautveränderungen und Müdigkeit.

*Hinweis für die Praxis:* Biotin wird beim Kochen nicht zerstört.

*Folsäure*

*Aufgaben:* Die zur Vitamin-B-Gruppe zählende Folsäure beeinflusst zahlreiche Stoffwechselreaktionen, bei denen sie auch mit Vitamin B<sub>12</sub> zusammenwirkt; diese sind erforderlich für die Reifung und Teilung vor allem der roten Blutzellen.

*Vorkommen:* Folsäure ist in Lebensmitteln weit verbreitet; besonders reich an Folsäure sind grünes Gemüse, Weizenkeime und Rinderleber.

*Tagesbedarf:* Schwangere Frauen haben einen doppelt so hohen, stillende Mütter einen erhöhten Folsäure-Bedarf (Angaben in µg):

Säuglinge	60–80	Schwangere Frauen	600
Kinder (1–14 Jahre)	200–400	Stillende Mütter	600
Jugendliche (15–18 Jahre)	400	Senioren (ab 65 Jahren)	400
Erwachsene	400		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Folsäure in durchschnittlich folgender Menge: Brokkoli 114 µg, Spinat 145 µg, Weizenkeime 520 µg, Rinderleber 592 µg.

*Folgen:* Nicht ausreichende Aufnahme von Folsäure führt zu Blutarmut, Veränderungen der Mundschleimhaut und Durchfall. Zusätzlicher Eisen- und Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel verschlimmert die Folgen. Besonders junge Menschen und schwangere Frauen sind häufig unterversorgt.

*Hinweis für die Praxis:* Durch Kochen geht bis zu 80 % der Folsäure verloren; deshalb sind Frischgemüse und Vollkornprodukte angezeigt.

*Niacin (Nicotinsäureamid, Nicotinsäure, früher Vitamin PP, d. h. Pellagra preventing)*

*Aufgaben:* Niacin zählt zur Vitamin-B-Gruppe und wird für den Energiehaushalt der Zellen gebraucht.

*Vorkommen:* Niacinreich sind Fleisch, Fisch, Innereien, Getreide, Kartoffeln, Hefe. Aus der essenziellen Aminosäure Tryptophan kann auch der Körper Niacin bilden.

Tagesbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	2–5	Schwangere Frauen	15
Kinder (1–14 Jahre)	7–18	Stillende Mütter	17
Jugendliche (15–18 Jahre)	13–17	Senioren (ab 65 Jahren)	13
Erwachsene	13–17		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Niacin in durchschnittlich folgender Menge: Rinderfilet 4,6 mg, Hering 3,8 mg, Rinderleber 14,7 mg, Weizenkleie 17,7 mg.

*Folgen:* Niacinmangel bewirkt Pellagra (Hautveränderung: raue, dunklere Haut). Daneben kommt es auch zu Störungen der Herzfunktion und im Verdauungstrakt sowie bei schwerem Niacinmangel zu psychischen Veränderungen. Bei hohen Dosen kann es zu Nebenwirkungen kommen. Versorgungsprobleme gibt es in Mitteleuropa nicht.

*Hinweis für die Praxis:* Beim Kochen können bis zu 10 % des Niacins verloren gehen.

*Pantothensäure*

*Aufgaben:* Die Pantothensäure, die zur Vitamin-B-Gruppe zählt, greift als Teil des Co-Enzyms A in den Fettsäure- und Essigsäurestoffwechsel ein.

*Vorkommen:* Pantothensäure kommt in allen Lebensmitteln vor; reich enthalten ist sie z. B. in Innereien, Hefe, Hülsenfrüchten und Eigelb.

Geschätzter Tagesbedarf (Angaben jeweils in mg):

Säuglinge	2–3	Schwangere Frauen	6
Kinder (1–14 Jahre)	4–6	Stillende Mütter	6
Jugendliche (15–18 Jahre)	6	Senioren (ab 65 Jahren)	6
Erwachsene	6		

Jeweils 100 g der folgenden Lebensmittel enthalten Pantothersäure in durchschnittlich folgender Menge: Rinderleber 7,3 mg, Hühnereigelb 3,7 mg, Erbsen (trocken) 2 mg, Hefe 3,5 mg.

*Folgen:* Bei normaler Ernährung tritt Pantothersäuremangel nicht auf.

*Hinweis für die Praxis:* Pantothersäure ist wasserlöslich und hitzeempfindlich; es ist mit Zubereitungsverlusten von 30 % zu rechnen.

### Wissenswertes für die Praxis

#### *Vitaminverlust bei der Lagerung und beim Zubereiten*

Da Vitamine gegenüber äußeren Einflüssen wie Hitze, Sauerstoff und Licht sehr empfindlich sind, ist bei unsachgemäßer Lagerung und Zubereitung zum Teil mit erheblichen Vitaminverlusten zu rechnen. Vitamine werden auch durch enzymatische Vorgänge beim Lagern von Obst, Gemüse und Kartoffeln abgebaut. So verliert zum Beispiel frischer Kopfsalat bei zweitägigem Aufbewahren bei Raumtemperatur schon die Hälfte seines Vitamin-C-Gehalts, bei geschnittenem Mischsalat ist der Verlust noch höher. Kartoffeln erleiden nach 6-monatiger Einkellerung Verluste an Vitamin C bis zu 70 %. Vitaminhaltige Lebensmittel sollten deshalb in kühler und lichtgeschützter Umgebung gelagert werden. Beim Kochen kann die gleichzeitige Einwirkung von Hitze und Sauerstoff den Verlust steigern: So zerfallen zum Beispiel die Vitamine A und C besonders schnell, wenn man in offenen Gefäßen kocht; besser ist die Verwendung von Schnellkochtöpfen. Am schlimmsten wirkt sich das Warmhalten fertiger Speisen aus; nach zwei Stunden sind beispielsweise der Folsäure- und Vitamin-C-Gehalt in einer Gemüsebeilage fast völlig verschwunden (Tabelle 1.7).

Wasserlösliche Vitamine werden durch das Putz- und Kochwasser leicht ausgewaschen; deshalb sollte man zum Beispiel Gemüse vor dem Kochen wenig zerkleinern und nicht wässern und beim Waschen und Garen wenig Wasser verwenden.

Von den fettlöslichen Vitaminen ist bekannt, dass der Körper sie besser ausnutzen kann, wenn sie zusammen mit ihrem „Lösungsmittel“ Fett aufgenommen werden (z. B. Speiseöl zum Salat).

Die gebrauchsfertige Zubereitung vitaminhaltiger Lebensmittel durch die Industrie kann mit ausgereiften technischen Maßnahmen sehr schonend erfolgen. Insbesondere Tiefkühlkost ist – was ihren Vitamingehalt betrifft – akzeptabel. Erst die Folgeverluste an Vitaminen durch Lagern und tischfertiges Aufwärmen macht sie fachgerecht selbst zubereiteten Speisen unterlegen.

**Tabelle 1.7** Beständigkeit von Vitaminen gegenüber äußeren Einflüssen (+ beständig, – unbeständig).

Vitamin	Sauerstoff	Licht	Temperatur	Säuregrad		
				sauer	basisch	neutral
A	–	–	–	–	+	+
B <sub>1</sub>	–	+	–	+	–	–
B <sub>2</sub>	+	–	–	+	–	+
B <sub>6</sub>	+	–	–	+	+	+
B <sub>12</sub>	–	–	+	+	+	+
C	–	–	–	+	–	–
D	–	–	–	–	–	+
E	–	–	–	+	+	+
K	+	–	+	–	–	+
Biotin	+	+	–	+	+	+
Folsäure	–	–	–	–	+	–
Pantothensäure	+	+	–	–	–	+

*Tagesbedarf an Vitaminen*

Bei vielseitiger und ausgewogener Ernährung stehen alle Vitamine in ausreichender Menge zur Verfügung. Der jeweilige Tagesbedarf ist bei den einzelnen Vitaminen genannt und in Tabelle 1.6 zusammengefasst.

Bei gewissen Krankheiten, einseitigen Ernährungsgewohnheiten, in bestimmten Lebensabschnitten oder bei Arzneimitteleinnahmen kann es allerdings vorkommen, dass der Bedarf an einzelnen Vitaminen nicht gedeckt wird. Mangel an Vitamin B<sub>1</sub> kann z. B. auftreten bei zu hohem Verzehr von Zucker- und Weißmehlerzeugnissen sowie bei ständig hohem Alkoholkonsum; einen höheren Bedarf (um bis zu 40 %) an Vitamin C haben beispielsweise Raucher und ältere Männer; während sonnenarmer Monate können Säuglinge und ältere Menschen unter Vitamin-D-Mangel leiden, ebenso bettlägerige Patienten, wenn sie sich nie im Freien aufhalten und gleichzeitig einseitig ernährt werden. Auch die Versorgung mit Folsäure lässt in Deutschland zu wünschen übrig; schwangeren Frauen werden zur Vorbeugung von Neuralrohrdefekten zusätzlich zur ausgewogenen Ernährung mit Obst, Gemüse und Vollkornprodukten folsäurehaltige Supplemente angeraten (DGE 2006).

Bei älteren Menschen ergibt sich zudem noch, dass der Energiebedarf altersbedingt um etwa 25 Prozent sinkt, der Vitaminbedarf aber unverändert bleibt. Es ist daher eine gezielte, vitaminreichere Ernährung vonnöten. Dies bleibt jedoch – insbesondere von sich allein versorgenden Männern – häufig unbeachtet.

**Tabelle 1.8** Empfohlene Mehrzufuhr von Vitaminen in der Schwangerschaft und Stillzeit.

Vitamin	Mehrzufuhr und Steigerung			
	Schwangerschaft		Stillzeit	
Vitamin A	0,3 mg	38 %	0,7 mg	88 %
Vitamin B <sub>1</sub>	0,2 mg	20 %	0,4 mg	40 %
Vitamin B <sub>2</sub>	0,3 mg	25 %	0,4 mg	33 %
Vitamin B <sub>6</sub>	0,7 mg	58 %	0,7 mg	58 %
Vitamin B <sub>12</sub>	0,5 µg	17 %	1 µg	33 %
Vitamin C	10 mg	10 %	50 mg	50 %
Vitamin E	1 mg	8 %	5 mg	42 %
Folsäure	200 µg	50 %	200 µg	50 %
Niacin	2 mg	15 %	4 mg	31 %

Bei schwangeren Frauen und stillenden Müttern liegt der Vitamin-Mehrbedarf wesentlich höher als der Mehrbedarf an Nahrungsenergie, der etwa 13 bzw. 33 Prozent beträgt. Die Tabelle 1.8 zeigt die empfohlene Mehrzufuhr von Vitaminen für Frauen in der Schwangerschaft (ab 4. Monat) und während der Stillzeit.

Die Zufuhr von Vitaminen über den Bedarf hinaus nützt nichts (BfR 2005-1). Eine erhöhte Aufnahme von Vitamin B bewirkt beim Normal sportler keine Leistungssteigerung, ebenso wenig wie eine erhöhte Einnahme von Vitamin C oder E vorbeugend bei Erkältungskrankheiten oder heilungsfördernd wirkt. Eine Einnahme über den Bedarf hinaus kann bei den Vitaminen A, B<sub>6</sub>, C, D, E, Folsäure und Niacin sogar nachteilige Folgen haben.

Bei wirklichem Vitaminmangel kann durch eine Änderung der Essgewohnheiten, durch Einnahme ausgewählter Nahrungsergänzungsmittel oder durch die Gabe von Vitaminen, die nur durch einen Arzt erfolgen sollte, meist rasch Abhilfe geschaffen werden.

#### Angaben des Vitamingehalts – Gesetzliche Bestimmungen

Um missbräuchliche Vitaminzusätze (die natürlich in Lebensmitteln vorkommenden Vitamine sind nicht betroffen) zu verhindern, hat der Gesetzgeber viele Vitamine und vitaminaktive Substanzen den Zusatzstoffen gleichgestellt und sich damit detaillierte Regelungen über die Verwendungsmöglichkeit vorbehalten. Bei den meisten Vitaminen reicht die Angabe des Namens, der Menge und der Prozentsatz der Tagesdosis gemäß der Tabelle 1.9 aus (NKV). Bei den Vitaminen A und D, die der Körper speichern kann und die im Übermaß schwere Schäden auslösen können, hat der Gesetzgeber ihre Verwendung der Menge nach streng begrenzt und nur die Vitaminierung von Margarine, Mahlzeiten für Übergewichtige, bilanzierte Diäten und bestimmte Kleinkinderdiäten erlaubt (VitaminV, DiätV). Für Nahrungsergänzungsmittel gelten besondere Vorgaben.

**Tabelle 1.9** Empfohlene Tagesdosis von Vitaminen und Mineralstoffen gemäß NKV.

Vitamin A	800 µg	Niacin	18 mg	Calcium	800 mg
Vitamin B <sub>1</sub>	1,4 mg	Vitamin B <sub>12</sub>	1 µg	Phosphor	800 mg
Vitamin B <sub>2</sub>	1,6 mg	Vitamin C	60 mg	Eisen	14 mg
Vitamin B <sub>6</sub>	2 mg	Vitamin D	5 µg	Magnesium	300 mg
Pantothensäure	6 mg	Vitamin E	10 mg	Zink	15 mg
Folsäure	200 µg	Biotin	0,15 mg	Iod	150 µg

Der Verbraucher kann im Übrigen davon ausgehen, dass er bei einem Hinweis auf Vitamine, ob natürlicher Herkunft oder zugesetzt, in 100 g eines Lebensmittels oder in einer Portionspackung mindestens 15 Prozent des Tagesbedarfs gemäß Tabelle 1.9 erhält.

Im Rahmen der europäischen Harmonisierung wurde 1994 für die meisten Vitamine und einige Mineralstoffe jeweils eine „empfohlene Tagesdosis“ gesetzlich (NKV) festgelegt, die bei Angaben auf den Packungen als Bezugswert dient. Diese Werte weichen verschiedentlich von den DACH-Referenzwerten (s. Tabellen 1.5 und 1.6) ab, die in diesem Buch zugrunde gelegt werden.

### 1.1.3

#### **Ballaststoffe**

Ballaststoffe sind die organischen Rückstände pflanzlicher Lebensmittel, die im Magen-Darm-Trakt von den Verdauungssäften nicht abgebaut und nur im Dickdarm teilweise noch zersetzt werden können. Da der Körper diese Stoffe größtenteils wieder ausscheidet, betrachtete man sie früher als „Ballast“ und bezeichnet sie heute – im Gegensatz zu Stärke und Zuckern – auch als „nicht verwertbare Kohlenhydrate“. Von ihrer Funktion her sind Ballaststoffe in der Natur Gerüstsubstanzen für Zellwände und Gewebe von Pflanzen. International werden sie auch als „dietary fibers“, d. h. Nahrungsfasern, bezeichnet.

#### 1.1.3.1 **Aufbau der Ballaststoffe**

Ballaststoffe bestehen überwiegend aus den hochmolekularen Kohlenhydraten Cellulose (Abb. 1.2, s. S. 8), Hemicellulose (aus vier verschiedenen Einzelzuckern), Pektin (aus Zuckersäuren) und zum Teil aus dem Nicht-Kohlenhydrat Lignin (aus Phenylpropanoleinheiten), das den Hauptinhaltsstoff verholzter Gewebe ausmacht. Zu den Ballaststoffen zählt man außerdem Pflanzengummi (wie Gummi arabicum, Traganth), Schleimstoffe (Pentosane, Glucane, Glucofructane), Quellstoffe (wie Guarkernmehl), ferner Tannine sowie die beim Erhitzen von Lebensmitteln (z. B. beim Backen) entstehenden aromatischen Bräunungsstoffe (Maillardprodukte und Melanoidine); im weiteren Sinne gelten als Ballaststoffe auch Wachse, wachsähnliche und andere Pflanzenstoffe.

Die also stofflich recht verschiedenartigen Ballaststoffe werden noch unterteilt in unlösliche und lösliche, was vor allem praktische Bedeutung hat bei ihrer sehr

unterschiedlichen Fähigkeit, mit Wasser aufzuquellen. Nur Pektin, das besonders reichlich in Äpfeln und Zitrusfrüchten enthalten ist, kommt ausschließlich wasserlöslich vor (im Zellsaft). Teile der Hemicellulosen sind wasserlöslich, doch auch die unlöslichen Hemicellulosen und die als unlöslich geltende Cellulose können mit mehr oder weniger Wasser aufquellen und so Wasser binden.

#### 1.1.3.2 Bedeutung der Ballaststoffe für Sättigung und Darmbewegung

Das notwendigerweise gründlichere und längere Kauen ballaststoffreicher Lebensmittel dient der Erhaltung der Zähne, bewirkt einen größeren Speichelfluss und fördert damit die Vorverdauung; der alkalische Speichel verhindert auch eine Übersäuerung des Speisebreies. Aufgrund der ebenfalls verlängerten Verweildauer des Speisebreies im Magen erzeugen Ballaststoffe auch ein frühzeitiger spürbares und länger anhaltendes Sättigungsgefühl („Appetitzügler“). Bei ballaststoffhaltiger Nahrung kann der Abbau aller Kohlenhydrate verzögert werden, wodurch auch der Zuckergehalt im Blut („Blutzuckerspiegel“) langsamer ansteigt; das wiederum bewirkt ein verzögert einsetzendes Hungergefühl (wichtig für Diabetiker).

Die mit in den Dickdarm gelangten unlöslichen Ballaststoffe Cellulose und Hemicellulose binden zwar auch Wasser, die löslichen wie Pektin quellen hier stärker auf und die typischen Quellstoffe können sogar ein Vielfaches (ihres Eigengewichtes) an Wasser aufnehmen, wobei der Darminhalt durch höheren Wassergehalt und größeres Volumen zugleich weich erhalten bleibt. Dadurch werden vermehrt Reize auf die Darmwandungen ausgelöst, die wiederum zu verstärkter Darmbewegung und einer erwünscht kürzeren Passagezeit der Stuhlmasse führen. Andererseits werden das vorwiegend aus Gemüse stammende, wasserlösliche Pektin und ein Teil der Hemicellulose im Dickdarm durch Bakterien-Enzyme abgebaut (fermentiert), und zwar zu Fettsäuren und Gasen; dabei vermehren sich die Bakterienzellen und somit der Darminhalt ganz erheblich. Dies wiederum hilft, Verstopfung und Hämorrhoiden zu verhindern. Durch Ballaststoffe werden teilweise auch Darmgase, Schwermetallspuren und Giftstoffe adsorbiert.

#### 1.1.3.3 Ballaststoffbedarf

Die Ballaststoffe haben größtenteils keinen Energiegehalt (physiologischen Brennwert); nur die im Dickdarm abbaubaren können als Fettsäuren (Essig-, Propion- und Buttersäure) ins Blut übergehen und auch Energie liefern. Es gibt bisher eigentlich auch keine verbindlichen Mengenangaben an Ballaststoffen – vergleichbar z. B. mit denen für Mineralstoffe –, die der Mensch bei der täglichen Nahrungszufuhr unbedingt brauchte. Aufgrund der jedoch vielseitig förderlichen Funktionen, die die Ballaststoffe im Speisebrei vom Mund bis zum Dickdarm ausüben, hat man bestimmte Erfahrungswerte ermittelt. So empfehlen Ernährungsphysiologen, die derzeitige durchschnittliche Aufnahme von 15 bis 20 g Ballaststoffen pro Tag zu verdoppeln. Dabei sollte mindestens die Hälfte aus Getreide stammen, der Rest aus Gemüse und Obst. Den Tagesbedarf von ca. 15 g Getreide-Ballaststoffen könnte man z. B. mit folgenden Brotmengen decken: ca. 8 g aus 100 g Roggenvollkornbrot, ca. 2 g aus 40 g Weißbrot oder Brötchen und ca. 5 g aus 100 g Roggenmischbrot.

1.1.3.4 **Ballaststoffquellen**

Tabelle 1.10 zeigt den Ballaststoffgehalt einiger Lebensmittelgruppen (vgl. auch Tabelle A.1 „Soviel Ballaststoffe enthalten unsere Lebensmittel“, S. 553).

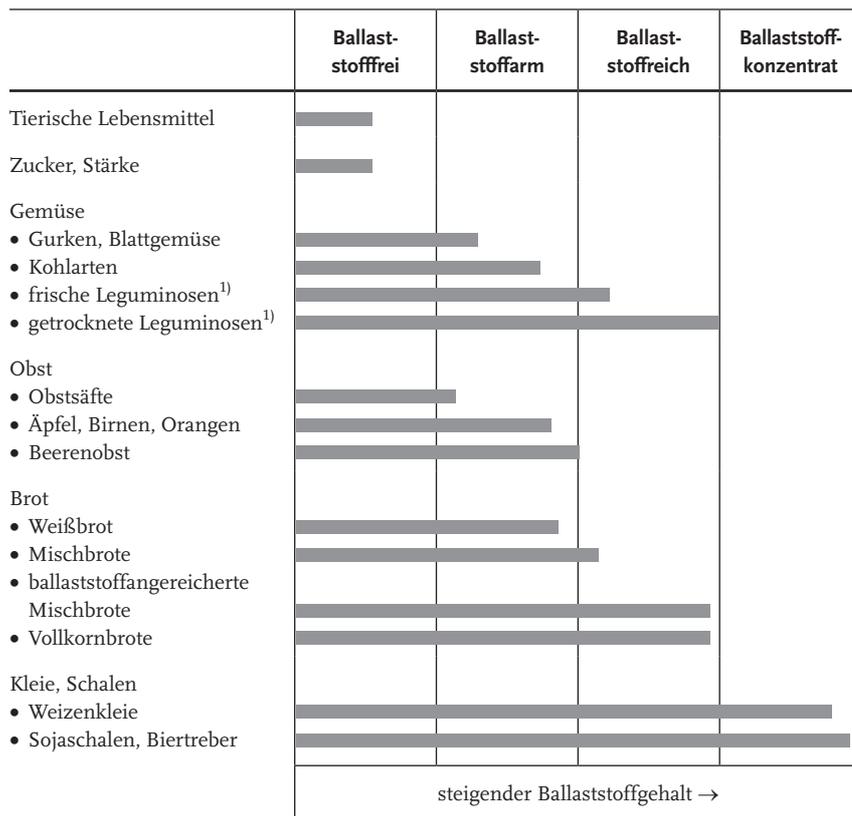
1.1.3.5 **Wissenswertes für die Praxis**

**Ballaststoffhaltige Lebensmittel**

Außer den sehr ballaststoffreichen getrockneten Hülsenfrüchten (11 bis 18 %) enthalten vor allem Getreideprodukte und Brot aus Vollkorn und danach Mehlbrote die nächstgrößten Anteile an Ballaststoffen (siehe Abschnitt 3.2.3). Neben regelmäßig höherem Brotverzehr – oder höherem Verbrauch von Vollkornbrot – liefern daher auch häufigere Gerichte mit Hülsenfrüchten (Bohnen, Erbsen und Linsen) wesentliche Ballaststoffmengen.

Die Hemicellulosen der Getreide-Ballaststoffe gelten als besonders verdauungsfördernd. Auch deshalb wird empfohlen, dass wenigstens 50 % der täglichen Ballaststoffzufuhr aus Getreideerzeugnissen stammt (s. Abschnitt 3.1.2).

**Tabelle 1.10** Ballaststoffgehalt einiger Lebensmittelgruppen.



<sup>1)</sup> Hülsenfrüchte.

Für eine ausgewogene Ernährung sind auch Ballaststoffe aus frischem Obst und Gemüse wichtig, denn sie enthalten neben Cellulose vorrangig das sehr quellfähige Pektin. Um jedoch allein über den Verzehr von hellem Brot, Obst und Gemüse genügend Ballaststoffe zur Normalisierung der Darmtätigkeit zuzuführen, müsste man, wegen des niedrigen Ballaststoffgehaltes insbesondere von Obst und Gemüse (nur 1,5 bis 3 %), sehr große Mengen davon verzehren.

Die Ballaststoffe aus Getreide bestehen überwiegend aus Hemicellulosen, wenig Cellulose sowie sehr wenig Pektin und Lignin, dagegen die von Gemüse und Obst aus wesentlich weniger Hemicellulosen, dafür aus mehr Cellulose und viel Pektin.

Zur Ergänzung sind die ballaststoffreicheren Nüsse, Mandel- und Kokoserzeugnisse geeignet (5 bis 9 %), wobei man deren sehr hohe Ölgehalte gegebenenfalls beachten sollte.

Ballaststoff-Lieferanten wie Leinsamen, Sesam- und Sonnenblumenkerne (ca. 6 %) sind allerdings oft relativ hoch mit Cadmium belastet. Gegen deren Verzehr in kleineren Mengen, wie z. B. in Brot oder Brötchen, bestehen jedoch keine Bedenken. Auch Trockenfrüchte, wie Aprikosen, Feigen, Pflaumen oder Rosinen, haben einen ähnlich hohen Ballaststoffgehalt (5 bis 9 %).

#### **Hinweise auf Ballaststoffgehalte**

Die auf Fertigpackungen von Vollkornbackwaren und -teigwaren sowie von Müsli- und anderen Getreideerzeugnissen immer häufiger aufgedruckten Ballaststoffgehalte oder Hinweise wie „ballaststoffreich“, aber auch die meisten bisher in Nährwerttabellen und Kochbüchern veröffentlichten Ballaststoffgehalte sind kritisch zu betrachten: Die Untersuchung auf diese Gehalte nach der früher amtlichen so genannten NDF-Methode (Neutral Detergent Fiber) erfasst nur die unlöslichen Ballaststoffe, während man mit der neuerdings in der Bundesrepublik vorgeschriebenen so genannten AOAC-Methode zusätzlich die löslichen, d. h., damit also die Gesamt-Ballaststoffe bestimmen kann. Da bei deklarierten Ballaststoffgehalten diese Methoden meist mit angegeben sind, kann man nach gleicher Methode ermittelte Werte miteinander vergleichen und sollte beachten, dass die noch nach der NDF-Methode ermittelten niedriger liegen. (Zu Hinweisen wie „ballaststoffreich“ oder ähnlich siehe auch Abschnitt 3.3.2.)

#### **Ballaststoffverlust bei der Zubereitung**

Beim Kochen von Obst oder Gemüse wird der Ballaststoffgehalt grundsätzlich vermindert: Die löslichen Ballaststoffe, Pektin und lösliche Hemicellulose, werden dabei – je nach Zerkleinerungsgrad und Kochdauer – zu einem kleineren Teil herausgelöst und gehen in das Kochwasser über.

#### **Einfluss auf verdauungsbedingte Erkrankungen**

Dass in stärke- und zuckerhaltiger Nahrung auch vorhandene Ballaststoffe den „Blutzuckerspiegel“ langsamer ansteigen lassen und das Einsetzen des Hungergefühls hinauszögern, dürfte Übergewichtigen bei Abnahmediäten bzw. „Kalorienbewussten“ spürbar helfen; besonders für Zuckerkrankte bedeutet dies,

dass ballaststoffhaltige Kost ihren Bedarf an Insulin verringern kann. Bei dem in der Diabetes-Diät auch üblichen Verzehr isolierter Ballaststoffe haben die aus Guarkernmehl eine stärker blutzuckersenkende Wirkung als z. B. (reines) Pektin. Damit (überschüssiges) Cholesterin nicht vollständig ins Blut übergeht, werden die gleichen isolierten Ballaststoffe, auch getrocknete Zuckerrübenschnitzel (FIBREX) sowie die so genannte „Haferspeisekleie“ (ca. 15 bis 20 % Ballaststoffe) verabreicht; diese bestehen teils aus  $\beta$ -Glucanen, die Gallensäuren zu absorbieren vermögen.

Eine erhöhte Ballaststoffaufnahme zur Normalisierung der Darmfunktion zeigt auch Erfolge bei der meistens mit Verstopfung verbundenen so genannten Divertikulose; das sind durch hohen Druck im Darmlumen entstandene entzündliche Ausstülpungen der Darmschleimhaut.

Von weiteren in diesem Zusammenhang genannten Beschwerden soll sich nur die Verstopfung (Obstipation) in den meisten Fällen ganz eindeutig auf eine zu geringe Ballaststoffzufuhr zurückführen lassen.

#### 1.1.4

##### **Zubereitung und Werterhaltung der Lebensmittel**

Die Zubereitung hat den Zweck, die Lebensmittel in einen verzehrfertigen bzw. genussfähigen Zustand zu überführen. Durch die Zubereitung werden Lebensmittel entscheidend verändert; aber nur teilweise in Form einer Verbesserung. Die Verschlechterung bezieht sich auf Verluste wichtiger Inhaltsstoffe.

##### **1.1.4.1 Verbesserung durch Zubereitung**

Die Entfernung von Verunreinigungen und die Abtötung gesundheitlich bedenklicher Keime verbessern die hygienische Qualität. Verkleistern von Stärke, Quellen von Eiweiß und Gelieren von Pektinen führen durch die Zubereitung zu einer besseren Verdaulichkeit und Ausnutzbarkeit der Nährstoffe, die Bildung von Aroma- und Röststoffen zu einer Erhöhung des Genusswertes. Zum Teil werden durch Schälen, Auslaugen oder Erhitzen auch Pflanzenschutzmittelrückstände, Schwermetalle oder schädliche Pflanzeninhaltsstoffe verringert bzw. abgebaut.

##### **1.1.4.2 Verschlechterung und Verluste durch Zubereitung**

Eine Verschlechterung des Genusswertes zeigt sich insbesondere in den Auslaugverlusten von Aroma- und Farbstoffen, der Bildung unerwünschter Geruchs- und Geschmacksstoffe sowie der Zerstörung der Struktur und Konsistenz. Auch Nährstoffverluste sind mit der Zubereitung verbunden, allgemein durch Schäl-, Auslaug- und Tropfverluste. Bei Eiweißstoffen kann es zusätzlich noch zu Blockierung oder Zerstörung von Aminosäuren kommen. Bei Fetten werden durch Oxidation wertvolle mehrfach ungesättigte Fettsäuren nachteilig verändert. Vitamine werden durch Luft-, Licht- oder Hitzeeinwirkung zerstört.

#### 1.1.4.2 Maßnahmen zur Werterhaltung

Um Auslaugverluste so gering wie möglich zu halten, sollten Lebensmittel nur unzerkleinert gewaschen werden. Grundsätzlich sollte die Zerkleinerung immer erst kurz vor der Weiterverarbeitung erfolgen.

#### 1.1.4.3 Die Garverfahren

Von allen Garungsarten führt das Kochen in reichlich Flüssigkeit bei Temperaturen um 100 °C zu den größten Verlusten an wasserlöslichen Substanzen. Dünsten in wenig Wasser oder Dämpfen in Drucktöpfen verringern Auslaugverluste und sind günstiger für die Vitaminerhaltung. Das Braten erfolgt in heißem Fett. Vorteilhaft für den Geschmack sind dabei die entstehenden Röststoffe. Allerdings kommt es beim Braten zumindest oberflächlich zur Denaturierung vieler Inhaltsstoffe. Besondere geschmacksgebende Röststoffe entstehen auch beim Grillen. Bei Holzkohlengrills sollten nur solche Fabrikate benutzt werden, die die Möglichkeit einer seitlichen Befeuerung haben, damit abtropfendes Fett nicht verbrennen kann: Die Entstehung krebserzeugender polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe wird so erheblich verringert. Beim Mikrowellengaren dringen elektromagnetische Wellen (Mikrowellen) in das Gargut ein und führen durch Anregung der Wassermoleküle zur Erhitzung von innen. Die Oberflächentemperatur bleibt relativ niedrig, so dass keine Bräunung oder Krustenbildung erfolgt. Bräunung wird nur erreicht, wenn besonderes Geschirr verwendet wird, das sich selbst stark erhitzt und einen so genannten Pfanneneffekt bewirkt. Da bei der Mikrowelle meist ohne Wasserzusatz in kurzen Zeiträumen gegart wird, gibt es keine Auslaugverluste, und hitzeempfindliche Vitamine werden geschont. Mikrowellen eignen sich weniger für die Behandlung großer Mengen, weil die Garzeit dann zu lang ist. Als Nachteil wird weiterhin eine ungleichmäßige Erhitzung der Speisen angesehen. Wasserarme Lebensmittel lassen sich schlecht erhitzen. Auch wird die eigentliche Garzeit bei Kartoffeln, Nudeln oder Reis nicht wesentlich verkürzt.

## 1.2

### Zusätze

#### 1.2.1

##### Technische Hilfsstoffe

Sie stellen die Grauzone der Zusatzstoffe dar: Es handelt sich dabei um Stoffe, die bei der Herstellung aus technologischen Gründen verwendet, weitgehend aus den Lebensmitteln wieder entfernt werden und nur Reste im Lebensmittel hinterlassen dürfen, die technisch unvermeidbar, unwirksam, gesundheitlich unbedenklich und weder riechen noch schmecken dürfen. Die Grenze zwischen den technischen Hilfsstoffen und Zusatzstoffen verläuft fließend und hängt oft nur von der Anwendungsweise ab.

Die Tabelle 1.11 zeigt eine unvollständige Übersicht der ca. 300 teils nicht genau bekannten und nicht zulassungsbedürftigen Stoffe. Die Gesamtzahl der

Tabelle 1.11 Technische Hilfsstoffe.

<p><b>Fraktionierungsmittel:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adsorptionsmittel</li> <li>• Detergenzien</li> <li>• Entfärber</li> <li>• Enzym-Fixiermittel</li> <li>• Extraktions-Lösungsmittel</li> <li>• Fällmittel</li> <li>• Flockmittel</li> <li>• Flotationsmittel</li> <li>• Filterhilfsmittel</li> <li>• Ionenaustauscherharz</li> <li>• Klärmittel</li> <li>• Molekularsiebe</li> <li>• Reinigungshilfen</li> <li>• Schälmittel</li> <li>• Waschmittel</li> </ul> <p><b>Transporthilfen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antiklumpmittel</li> <li>• Formtrennmittel</li> <li>• Schwemmwasser</li> <li>• Treibgase</li> </ul>	<p><b>Oberflächenbehandlungsmittel:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antischaummittel</li> <li>• Freifließmittel</li> <li>• Hydrophobiermittel</li> <li>• Hydrophiliermittel</li> <li>• Instantisiermittel</li> <li>• Überzüge, entfernbare</li> </ul> <p><b>Reaktionsbeeinflusser:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entkeimungsmittel</li> <li>• Enzyme</li> <li>• Katalysatoren</li> <li>• Kontakt-Gefriermittel</li> <li>• Mikroben-Kontrollmittel</li> <li>• Packgas</li> <li>• Reaktionsvermittler</li> <li>• Solubisiermittel</li> </ul>
--	--

verwendeten technischen Hilfsstoffe dürfte bei vielen Lebensmitteln die Zahl der verwendeten Zusatzstoffe übersteigen; von der hergestellten Menge werden weit mehr technische Hilfsstoffe bei der Lebensmittelproduktion verwendet als Zusatzstoffe (Kuhnert 1991).

Da diese Stoffe nicht zugelassen werden müssen, steigt der Staat hier aus seiner Verantwortlichkeit aus und überlässt sie voll dem Anwender, der somit nahezu frei über deren Verwendung entscheiden kann. Die eingesetzten technischen Hilfsstoffe bleiben häufig lange verborgen, und damit verbundene Gefahren gelangen erst spät oder überhaupt nicht an die Öffentlichkeit.

Als erster Einbruch in diese Grauzone ist die Extraktionslösungsmittel-Verordnung zu werten, mit der eine kleine, aber wichtige Gruppe technischer Hilfsstoffe rechtlich geregelt wird.

### 1.2.2

#### Zusatzstoffe

Diese Wortneuschöpfung entspricht im englischen Sprachgebrauch den „food additive“ und löst den früheren Begriff „Fremdstoff“ ab.

Inländische Hersteller sind in der Anwendung von Zusatzstoffen eingeschränkt, sie dürfen sie bei der Herstellung von Lebensmitteln überwiegend nur in ganz bestimmten Fällen verwenden; dies ist in einzelnen Verordnungen geregelt. Nur

ein Teil der Zusatzstoffe unterliegt der Kennzeichnungspflicht; Rechtsgrundlage ist insbesondere die Zusatzstoff-Zulassungs-Verordnung (ZZuLV). Hersteller im EG-Ausland dürfen weit mehr Zusatzstoffe einsetzen. Diese Lebensmittel können importiert werden, auch wenn sie nach inländischem Recht nicht zugelassene Zusatzstoffe enthalten, sofern eine Anmeldung und Prüfung beim deutschen Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit erfolgte.

#### 1.2.2.1 Nutzen und Risiko

Der Einsatz von Zusatzstoffen erfordert immer eine sorgfältige Nutzen-Risiko-Abwägung. Die gesundheitliche Unbedenklichkeit muss durch aufwändige Untersuchungen nachgewiesen werden. Wenn man von Wirkungen durch falsche Ernährungsgewohnheiten und bei allergisch veranlagten Verbrauchern absieht, ist der weitaus größte Teil der verwendeten Zusatzstoffe nicht bedenklich. Trotzdem sind einige Zusatzstoffe in letzter Zeit in die Schlagzeilen geraten. Bei einem Teil dieser Meldungen wurden Ergebnisse von Tierversuchen unkritisch auf Menschen übertragen und damit unnötig Ängste geweckt. Grundsätzlich ist zu fordern, die Verwendung von Zusatzstoffen einzuschränken, wo immer dies möglich ist. Die Tendenz der EG zeigt bedauerlicherweise in die genau entgegengesetzte Richtung: Es sind wieder Zusatzstoffe zugelassen worden, die schon vor Jahren als bedenklich eingestuft und ausgemustert wurden; allgemein wurden die zulässigen Mengen teils heraufgesetzt, und für eine Vielzahl der Stoffe gilt sogar der Grundsatz „quantum satis“ – *Menge nach Bedarf* – oder jeder soviel er mag.

#### 1.2.2.2 Kennzeichnung an Lebensmitteln

In *nicht verpackter Ware* dürfen viele Zusatzstoffe ohne Hinweis darauf verwendet werden, nur folgende Angaben sind dabei vorgeschrieben:

- mit *Farbstoff* (nicht bei natürlichen Farbstoffen),
- mit *Konservierungsstoff* ... (nur bei noch wirksamen Mengen),
- *geschwefelt* (bei mehr als 10 mg SO<sub>2</sub> pro kg verzehrbare Ware),
- mit *Zuckeraustauschstoff* ... (wenn Anteil über 10 % beträgt),
- mit *Süßungsmittel* ... (sobald künstlich gesüßt wird), (bei Aspartam zusätzlich der Warnhinweis „enthält eine Phenylalaninquelle“ und „nicht zum Backen und Kochen geeignet“),
- mit *Geschmacksverstärker* (sehr häufig bei Suppen, Saucen),
- mit *Antioxidationsmittel* (stabilisiert Fett in Chips, Flips, Suppen, Saucen),
- *gewachst* (bei Zitrusfrüchten zum Schutz gegen Austrocknen),
- *geschwärzt* (bei mit Eisensalz gefärbten Oliven),
- mit *Phosphat* (bei Wurstwaren),
- mit *Milcheiweiß* (bei Wurstwaren aus hochohitzter Verpackung),
- *Oberfläche mit Natamycin behandelt* (wenn behandelte Käserinde nicht entfernt wurde),
- *coffeinhaltiges Erfrischungsgetränk* (bei Cola-Getränken),
- *chininhaltiges Erfrischungsgetränk* (bei Bittergetränken).

In der Praxis finden sich selbst diese Angaben nur selten auf Speisekarten von Restaurants, Kantinen, Krankenhäusern, Mensen u. Ä., obwohl selbstverständlich auch dort immer Kennzeichnungspflicht besteht.

Lebensmittel in *Fertigpackungen* müssen nach der Lebensmittelkennzeichnungsverordnung (LMKV) folgende Angaben tragen: die Verkehrsbezeichnung, den Namen und die Anschrift des Herstellers, Verpackers oder Verkäufers, das Mindesthaltbarkeits- oder Verbrauchsdatum, den Alkoholgehalt bei mehr als 1,2 Vol.-% und ein Zutatenverzeichnis, in dem alle enthaltenen Bestandteile, also auch die Zusatzstoffe, genannt werden müssen. Die Angabe der Menge wird durch das Eichrecht geregelt. Alle Zusatzstoffe sind im Zutatenverzeichnis unter bestimmten Klassennamen zu nennen, bis auf „modifizierte Stärken“ müssen alle zusätzlich mit der chemischen Bezeichnung oder der E-Nummer genannt werden; sie bezeichnet in der Europäischen Gemeinschaft einheitlich beschriebene Zusatzstoffe. Beim Verschleppen während der Verarbeitung („carry-over“) von Lebensmitteln entfällt bei geringen Mengen die Kennzeichnungspflicht.

Die Klassennamen lauten:

- |                        |                         |                     |
|------------------------|-------------------------|---------------------|
| • Farbstoff            | • Stabilisator          | • Emulgator         |
| • Konservierungsstoff  | • Trennmittel           | • Festigungsmittel  |
| • Antioxidationsmittel | • Geschmacksverstärker  | • Feuchthaltemittel |
| • Säuerungsmittel      | • Überzugsmittel        | • Schaumverhüter    |
| • Säureregulator       | • Mehlbehandlungsmittel | • Füllstoff         |
| • Schmelzsatz          | • Süßstoff              | • Treibgas          |
| • Geliermittel         | • Backtriebmittel       |                     |
| • Verdickungsmittel    | • modifizierte Stärke   |                     |

#### 1.2.2.3 Die zugelassenen Zusatzstoffe im Überblick

Die Übersicht enthält folgende Angaben zu den zugelassenen Zusatzstoffen: die E-Nummer (soweit diese vergeben wurde; bei Zahlen ohne E handelt es sich um vorläufige E-Nummern), die chemische Bezeichnung, Informationen über die Eigenschaften und Anwendungsbereiche sowie den ADI-Wert<sup>1)</sup>, sofern dieser vorliegt. Ein **(L)** hinter der chemischen Bezeichnung besagt, dass dieser Zusatzstoff als Lebensmittel gilt. In **fetter Schrift** sind **zugelassene Zusatzstoffe** gekennzeichnet; *kursiv* hervorgehoben sind *Stoffe* oder *Nummern*, die von der *EG zur Verwendung vorgeschlagen* sind.

Zur leichteren Orientierung sind die Zusatzstoffe soweit wie möglich in aufsteigender Nummerierung angegeben, ansonsten nach technologischer Funktion eingeteilt:

- |                        |            |
|------------------------|------------|
| • Farbstoffe           | (ab E 100) |
| • Konservierungsstoffe | (ab E 200) |

1) ADI = Acceptable daily intake; unter dem ADI-Wert eines Stoffes versteht man die höchste Tagesdosis, die auch bei lebenslanger Aufnahme keine Gesundheitsschäden hervorruft; die Angabe erfolgt in mg des Stoffes pro kg Körpergewicht pro Tag.

- Antioxidationsmittel (ab E 300)
- Gelier-/Dickungsmittel (ab E 400)
- Emulgatoren (ab E 450)
- anorganische Verbindungen (ab 500)

Über Nr. 570 findet sich keine durchgängige Systematik mehr. Siehe auch die Liste aller E-Nummern im Anhang.

### Farbstoffe

Bei der Zubereitung verlieren Lebensmittel leicht ihre natürliche Farbe, daher dürfen Masse und Oberfläche von Lebensmitteln mit Farbstoffen optisch nachgebessert werden. Häufiger dienen Farbstoffe ausschließlich „kosmetischen“ Zwecken und sollen durch ein Farbsignal Wünsche wecken. Verboten ist es jedoch, durch Farbstoffe die Verwendung von z. B. Eigelb, Fruchtsaft o. Ä. wertvollen Lebensmitteln vorzutauschen.

Nur wenige Farbstoffe (E 101, 101a, 160a [ $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -Carotin]) sind für nahezu alle „Lebensmittel allgemein“ zugelassen, die anderen dürfen nur für bestimmte Lebensmittel oder Zwecke verwendet werden. Eine Gefährdung kann für Allergiker durch einige Farbstoffe gegeben sein, ansonsten gelten die meisten zugelassenen Farbstoffe als wenig bedenklich. Der Pro-Kopf-Verzehr wird in der Bundesrepublik Deutschland mit 1,5 g pro Jahr angegeben (Fachgruppe Lebensmittelchemie: Zusatzstoffe 1986). Es wird unterschieden zwischen natürlichen, synthetischen und anorganischen Farbstoffen sowie färbenden Lebensmitteln (z. B. Spinat, Rote-Bete-Saft, karamellisierten Produkten, Paprika, Curcuma oder deren Extrakten, rotem Traubensaftextrakt), wobei die letzteren frei verwendbar sind.

E 100	<b>Kurkumin</b>	orange-gelb, aus Gelbwurz (Curry)
E 101	<b>Lactoflavin (L)</b>	gelb, identisch mit Vitamin B <sub>2</sub>
E 101a	<b>Riboflavin-5-Phosphat</b>	
E 102	<b>Tartrazin</b>	gelbe Azoverbindung, toxikologisch sehr umstritten, sollte von Allergikern (mit Aspirin- und Benzoesäure-Intoleranz) gemieden werden, starke Beschränkung seit 1990, jetzt nur noch in verschiedenen Spirituosen erlaubt, ADI 7,5 mg (Classen u. Mitarb. 1987)
E 104	<b>Chinolingelb</b>	unbedenklich, da schwer resorbierbar, ADI 10 mg (Classen u. Mitarb. 1987)
E 110	<b>Gelborange S</b>	rot-orange Azoverbindung, bei Gaben von 5 % im Rattenfutter über 2 Jahre Nierentumore, nicht gentoxisch, seit 1990 starke Beschränkung, ADI 2,5 mg
E 120	<b>Karminsäure, Cochenille</b>	rot, Naturextrakt der getrockneten Scharlach-Schildlaus, unbedenklich, ADI 5 mg

E 122	<b>Azorubin</b>	roter Azofarbstoff, unproblematisch in den verwendeten geringen Mengen, ADI 4 mg (Classen u. Mitarb. 1987)
E 123	<b>Amaranth</b>	roter Azofarbstoff, umstritten, weitere Forschungen erforderlich, in USA seit 1981 verboten, nachdem Versuche an Ratten mit Tumorbildung bekannt wurden, starke Beschränkung seit 1990, ADI 0,5 mg
E 124	<b>Cochenillerot A</b>	roter Azofarbstoff, wenig Erkenntnisse, in der EG Zulassung geplant für u. a. Wurst bis zu 250 mg/kg und Hackfleisch (40 mg/kg), ADI 4 mg
E 127	<b>Erythrosin</b>	rot, beliebt bei kandierten Kirschen, teils als Iodquelle nutzbar, im Tierversuch Verdacht auf Schilddrüsentumore, weitere Prüfung wichtig; in Gegenwart von metallischem Zinn oder Eisen (in unlackierten Konservendosen) kann aus Erythrosin nierentoxisches Fluorescein entstehen, ADI 0,1 mg, starke Beschränkung seit 1990, bei kandierten Kirschen auf 150 mg/kg begrenzt; findet Verwendung in Kautabletten (5 bis 20 mg) zum Anfärben von Zahnbelag
E 128	<b>Rot 2G</b>	in der EG Zulassung für stärkehaltige Wurst, ADI 0,1 mg
E 129	<b>Allurarot AC</b>	in der EG Zulassung bei Wurst und Hackfleisch bis zu 25 mg/kg, ADI 7 mg
E 131	<b>Patentblau</b>	blau, wenig toxikologisch Bedenkliches bekannt, kein ADI, Zulassung für Blauschimmelkäse geplant
E 132	<b>Indigotin</b>	blau, harmlos, schlecht resorbierbar, ADI 5 mg
E 133	<b>Brillantblau FCF</b>	allgemeinere Zulassung wie E 131, ADI 12,5 mg
E 140	<b>Chlorophyll</b>	grüner Naturfarbstoff aus Blättern
E 141	<b>Kupferverbindung des Chlorophylls</b>	wie E 140, aber mit Kupfer chemisch verändert, beschränkt wegen Gefahr von Kuprismus bei Überdosierung, ADI 15 mg
E 142	<b>Brillantsäuregrün, Grün S</b>	gilt als harmlos, da schlecht resorbierbar, kein ADI
E 150a–d	<b>Zuckercouleur</b>	braun, früher häufig in Brot, seit 1990 wegen Vortäuschung „Vollwert“ für Brot verboten, von EG wieder Zulassung für Schwarzbrot sowie für Bier erfolgt, vielfach in Getränken (Cola, Spirituosen)
E 150b	<b>Sulfitlaugen-</b>	
E 150c	<b>Zuckercouleur</b>	
E 150d	<b>Ammoniak-Zuckercouleur</b>	Probleme mit toxischem Methylimidazol aus der Herstellung, es führt zu Krämpfen bei Kaninchen und Mäusen, ADI 150 mg für E 150 c, d
	<b>Ammoniaksulfit-Zuckercouleur</b>	

E 151	<b>Brillantschwarz</b>	schwarzer Azofarbstoff, ADI 1 mg, unproblematisch bei geringen Mengen
E 153	<b>Pflanzkohle</b>	schwarzes, feines Holzkohlepulver, auch als Arzneimittel „Carbo medicinalis vegetabilis“ im Handel
E 154	<b>Braun FK</b>	EG-Zulassung für geräucherten und gesalzenen Fisch, kein ADI
E 155	<b>Braun HT</b>	umfangreiche EG-Zulassung erfolgt, ADI 1,5 mg
E 160a	<b>Beta-Carotin (L)</b>	Diskussion der Gefahr von Hypervitaminose wegen der Vitamin-A-Aktivität, ADI 5 mg (Summe a + e + f)
E 160b–f	<b>Carotinoide</b>	große Gruppe von „Natur“farbstoffen, mit beschränkter Zulassung:
E 160b	<b>Bixin, Norbixin</b>	ADI 0,065 mg
E 160c	<b>Capsanthin/ Capsorubin</b>	ADI nicht bekannt
E 160d	<b>Lycopin</b>	ADI nicht bekannt
E 160e	<b>β-Apo-8-Carotinal (C30)</b>	ADI 5 mg
E 160f	<b>β-Apo-8-Carotin- säure-(C30) Ethylester</b>	ADI 5 mg
E 161a–g	<b>Xanthophylle</b>	orange, große „Natur“farbstoffgruppe
E 161a	<b>Flavoxanthin</b>	bis auf E 161g gibt es für alle Abkömmlinge
E 161b	<b>Lutein</b>	keine ADI-Werte (Tagetes-Extrakt)
E 161c	<i>Kryptoxanthin</i>	
E 161d	<i>Rubixanthin</i>	
E 161e	<i>Violaxanthin</i>	
E 161f	<i>Rhodoxanthin</i>	
E 161g	<i>Canthaxanthin</i>	ADI 25 mg
E 162	<b>Betenrot</b>	rot, „Natur“farbstoff der roten Rübe
E 163	<b>Anthocyane</b>	von rot bis violett, große Gruppe „Natur“farbstoffe aus Blüten und Früchten, unproblematisch
166	<i>Sandelholz</i>	rot, EG-Zulassung geplant
E 170	<b>Calciumcarbonat</b>	weißes Pigment für Oberflächen
E 171	<b>Titandioxid</b>	weißes Pigment, sehr stabil, daher unbedenklich
E 172	<b>Eisenoxide</b>	schwarz, rot, gelb, insbesondere für Gelatinekapseln, ADI 0,5 mg
E 173	<b>Aluminium</b>	grau-silbrig, reines Metall für Oberflächenfärbung, im Kontakt mit Zahnplomben metallischer Geschmack, ADI 0,6 mg

E 174	<b>Silber</b>	silbrig, reines Metall, im Kontakt mit Zahnplomben metallischer Geschmack
E 175	<b>Gold</b>	goldgelb, reines, sehr inertes Metall
E 180	<b>Litholrubin BK</b> Rubinpigment	rote Azoverbindung, Pigment für Käserinde, wenig Toxikologisches bekannt, wird nicht verzehrt, kein ADI

### Konservierungsstoffe

Neben physikalischen Verfahren sind auch zahlreiche chemische Stoffe dazu geeignet, die Entwicklung von Mikroorganismen zu verhindern, zu hemmen oder die Mikroorganismen abzutöten. Nur wenige dieser Chemikalien sind im Lebensmittelbereich zugelassen, andere finden wegen ihrer starken Wirkung als Desinfektionsmittel Verwendung und können bei unsachgemäßer Anwendung in Lebensmittel übergehen (Halogenessigsäuren, Propionsäure, Wasserstoffsuperoxid). Menge und Anwendungsbereiche der zugelassenen Konservierungsstoffe sind streng geregelt. Es besteht Kennzeichnungspflicht mit Namen oder E-Nummer.

Eine lückenlose Kenntnis der Wirkungsweise aller Konservierungsstoffe gibt es bis heute noch nicht. Bedenken gegen ihren Einsatz wurden seit ihrer ersten Anwendung erhoben. Sehr kritisch sollte der verstärkte Einsatz von Antibiotika beobachtet werden, da bei Resistenzbildung möglicherweise Humanarzneimittel ihre Wirkung verfehlen können.

Für Konservierungsstoffe ist bei der Nutzen-Risiko-Abwägung zu berücksichtigen, dass weltweit 25 bis 50 % der Lebensmittel durch unsachgemäße Lagerung verderben und durch mikrobielle Zersetzung jährlich Tausende von Lebensmittelvergiftungen verursacht werden. Auch wenn durch Verlängerung der Haltbarkeit ein höherer Gewinn zu erzielen ist, kann dies alleine noch nicht als unredlich angesehen werden; erst wenn das Gesundheitsrisiko den Nutzen überwiegt, ist der Einsatz von Konservierungsstoffen abzulehnen.

E 200	<b>Sorbinsäure</b>	unbedenklich, wird wie Fettsäure im Körper abgebaut, hemmt Enzyme in der Mikroorganismenzelle, gegen Hefen und Schimmelpilze, ADI 25 mg
E 201	<i>Natriumsorbat</i>	
E 202	<b>Kaliumsorbat</b>	
E 203	<b>Calciumsorbat</b>	
E 210	<b>Benzoessäure</b>	natürliches Vorkommen in Preiselbeeren und fermentierten Produkten (z. B. Milcherzeugnissen), unangenehm kratzig, scharfer Geschmack, im Tierversuch (Katze) krampfauslösend, dennoch keine ernsthaften Bedenken gegen Verwendung, ADI 5 mg, nur im Säuren (unter pH 4,5) wirksam
E 211	<b>Natriumbenzoat</b>	
E 212	<b>Kaliumbenzoat</b>	
E 213	<b>Calciumbenzoat</b>	

E 214	<b>PHB-Ethylester</b>	wird viel verwendet in Kosmetika (Parabene), von
E 215	<b>Natrium-Verbindung von E 214</b>	dort allergisierendes Potenzial bekannt, Sensibilisierung durch orale Aufnahme möglich, die bei
E 216	<i>PHB-Propylester</i>	späterem Hautkontakt zu Ekzemen führen kann,
E 217	<i>Natrium-Verbindung von E 216</i>	ADI 10 mg (Classen u. Mitarb. 1987); geschmackliche Veränderungen bei Lebensmitteln ab 0,08 %
E 218	<b>PHB-Methylester</b>	möglich, auch im Neutralen wirksam
E 219	<b>Natrium-Verbindung von E 218</b>	
E 220	<b>Schwefeldioxid</b>	weit verbreitete Zusatzstoffe, die sehr reaktionsfähig sind; antimikrobiell, antioxidativ, enzymhemmend, farbstabilisierend und reduzierend
E 221 bis	<b>Sulfite</b>	wirksam; im menschlichen Körper werden täglich 1680 mg gebildet, als ADI sind zusätzlich 49 mg
E 228		täglich erlaubt; wird teilweise bereits im Magen zu Sulfat abgebaut, das bei Störungen der Magensäuerung schlecht vertragen wird; Vitamin B <sub>1</sub> wird zerstört, Asthmatiker reagieren empfindlich auf Sulfite; bei Vitamin-B <sub>1</sub> -reicher Ernährung im Tierversuch deutlich geringerer Schadenseffekt zu beobachten
E 230	<b>Biphenyl</b>	Wirkung meist indirekt über imprägniertes Einwickelpapier, wenig bedenklich, wenn Schale von Zitrusobst entfernt wird, ADI 0,05 mg
E 231	<b>Orthophenylphenol</b>	im Rattentest, bei 2,5 % im Futter, Zunahme von Harnblasentumoren (Classen u. Mitarb. 1987)
E 232	<b>Natrium-Orthophenylphenol</b>	ADI 0,2 mg
E 233	<b>Thiabendazol</b>	hauptsächlich zur Behandlung von Bananenschalen, wird als orales Antiwurmmittel mit 50 mg pro kg Körpergewicht in der Medizin, Veterinärmedizin und viel als Fungizid in der Landwirtschaft benutzt, daher keine Einschätzung über Gesamtaufnahme möglich
E 234	<b>Nisin</b>	Antibiotikum einer Polypeptid-Gruppe, durch EG-Harmonisierung zugelassen gegen Clostridien bei der Produktion von Schmelzkäse, Käse und Sauerrahm, <i>nicht spezifisch nachweisbar</i> , wenig Toxisches bekannt, wird in Mundhöhle schnell inaktiviert, kommt natürlich in geringer Menge in Milch vor, ADI 0,13 mg/3000 Units/kg

E 235	<b>Natamycin Pimaricin</b>	Antimykotikum (Anti-Pilzmittel) aus der Humanmedizin, gegen Schimmel und Hefen bisher nur auf Käseoberfläche bis 5 mm Eindringtiefe erlaubt; Risiko der Resistenzbildung, wurde aber hiervon bisher beim Menschen noch nicht beobachtet, ADI 0,3 mg
E 236	Ameisensäure	natürliches Vorkommen, u. a. im Urin und in Brennnesseln
E 237	Natriumformiat	bis 50 mg pro Tag, hohe Mengen in echter Soja-sauce vorhanden, mutagene Wirkungen im Drosophila(Fliege)-Testsystem nachgewiesen
E 238	Calciumformiat	
E 239	<b>Hexamethylen-tetramin</b>	nur bei Käse der Sorte Provolone erlaubt, spaltet das Allergen Formaldehyd ab (25 mg/kg erlaubt), ADI 0,15 mg
E 242	<b>Dimethyl-dicarbonat (DMDC)</b>	Kaltentkeimer für fruchtsafthaltige Erfrischungsgetränke ohne Kohlensäure und für alkoholfreien Wein, zerfällt zu Methanol (ca. 100 mg/l) und CO <sub>2</sub> ; Methanol wirkt ab 340 mg toxisch (Classen u. Mitarb. 1987), seit 1990 zugelassen
	Diethylpyrocarbonat = PKE, „Baycovin“	Kaltentkeimer, zerfällt in Ethanol und CO <sub>2</sub> , bildet Spuren Urethan, das kanzerogen, mutagen und transplazentar kanzerogen wirkt; wird heute in der Bundesrepublik nicht mehr eingesetzt, allerdings noch im Ausland
E 249	<b>Kaliumnitrit</b>	Nitrite sind Antioxidans, Farbgeber, Aromabildner und Botulinus-Hemmstoff, aber auch an Nitrosaminbildung beteiligt, mutagene Wirkung bei Pilzen und Bakterien, Säuglinge unter 6 Monaten reagieren empfindlich mit Bildung von Methämoglobin, wodurch bei ihnen der Sauerstofftransport im Blut behindert wird; Nitritzufuhr aus Lebensmitteln ca. 3 mg täglich, orale Aufnahme durch Bildung im Speichel 8 bis 11 mg täglich (s. bei Nitrat), ADI 0,1 mg
E 250	<b>Natriumnitrit</b>	
E 251	<b>Natriumnitrat</b>	Bedenklich ist das Vorkommen im Speichel noch Stunden nach der Aufnahme, durch Mikroben werden sie in Nitrit umgewandelt und gelangen dann in den Magen-Darm-Trakt, unter den widersprüchlichen toxikologischen Ergebnissen wird u. a. Magenkrebsrisiko genannt, ADI 5 mg (Classen u. Mitarb. 1987)
E 252	<b>Kaliumnitrat</b>	

E 260	<b>Essigsäure (L)</b>	antimikrobiell ab 0,5 % wirksam
E 270	<b>Milchsäure (L)</b>	natürlich in Sauermilchprodukten vorkommend, geschmacklich in hohen Mengen unangenehm, wird aus Stärke mikrobiologisch hergestellt
E 280	<b>Propionsäure</b>	stechend-käsiger Geruch, natürliches Vorkommen
E 281	<b>Natrium-</b>	in Käse (bis 1 %), in anderen Molkereiprodukten
E 282	<b>propionat</b>	und Sauerkraut; ab 0,6 % Verfütterung an Ratten wird deren Vormagen geschädigt; seit dem 31.03.1988 in der Bundesrepublik Deutschland
E 283	<b>Calcium-</b> <b>propionat</b> <b>Kaliumpropionat</b>	nicht mehr zugelassen, Wiedezulassung von der EG umgesetzt
E 284	<b>Borsäure</b>	EG-Zulassung für Kaviar bis 4 g/kg, kumulierende,
E 285	<b>Natriumtetra-</b> <b>borat</b>	hochtoxische Wirkung, daher nicht tolerierbar
E 290	<b>Kohlendioxid</b>	wichtiges konservierendes Gas für Obst und Gemüse in kontrollierter Atmosphäre (CA-Lager) und Backwaren in Verpackungen
E 296	<b>Äpfelsäure (L)</b>	kommt viel in Apfelsaft vor, mehr als Geschmacksgeber denn als Konservierungsstoff genutzt
E 297	<b>Fumarsäure (L)</b>	mehr Geschmacksgeber bei süßen, fruchtigen Produkten, ADI 6 mg
E 1105	<b>Lysozym</b>	Enzym, das auf EU-Ebene in Käse (als Nitratersatz) zugelassen wurde, es wirkt gegen bakterielle Infektionen, wird als Arzneimittel eingesetzt, findet sich viel in Hühnereiweiß und kann daraus gewonnen werden

#### Antioxidationsmittel

Reaktionen von Sauerstoff mit Lebensmittelbestandteilen, insbesondere Fett, können zu Geschmacksveränderungen bis zum Verderb führen. Sie lassen sich teils durch natürliche, teils durch synthetische, antioxidierend wirkende Stoffe verhindern. Die Verwendung synthetischer Antioxidantien ist beschränkt; anzutreffen sind sie bei trockenen Suppen, Saucen, diversen Knabbererzeugnissen, Marzipan, Kartoffeltrockenprodukten, Nussmassen und in Kaugummi. Antioxidantien sind bei loser Ware nicht kennzeichnungspflichtig.

E 300	<b>L-Acscorbinsäure = (L)</b>	Ascorbinsäure (E 300) ist identisch mit Vitamin C, verstärkt die Wirkung anderer Antioxidationsmittel,
E 301	<b>Natrium-L-Ascorbat</b>	stabilisiert die Farbe bei Fleischwaren, ist Mehlverbesserungsmittel, wirkt der Nitrosaminbildung
E 302	<b>Calcium-L-Ascorbat</b>	bei Verarbeitung und im Körper entgegen (Fachgruppe Lebensmittelchemie: Zusatzstoffe 1986),
E 304i	<b>6-Palmitoyl-L-Ascorbinsäure</b>	E 304 kann in stark fetthaltigen Lebensmitteln eingearbeitet werden, meist zur unterstützenden
E 304ii	<b>Asorbylstearat</b>	Wirkung anderer Antioxidantien

E 306	<b>Tocopherole (L)</b>	Tocopherol (E 306) ist identisch mit Vitamin E, hat
E 307	<b>Alpha-Tocopherol (L)</b>	positive Wirkung auf die Fortpflanzung bei Tieren, natürlicher Extrakt aus Getreidekeimölen; da
E 308	<b>Gamma-Tocopherol</b>	Vitamin-E-Versorgung zu gering, keine Bedenken gegen Einsatz
E 309	<b>Delta-Tocopherol</b>	
E 310	<b>Propylgallat</b>	die Gallate sind sehr wirksame Antioxidationsmittel, unter 200 mg pro kg toxikologisch unbedenklich, erst über 1 % Dodecylgallat (E 312) im Futter von Ratten ruft Wachstumsverzögerung hervor (Souci u. Mergenthaler 1958), Gallate können allergieauslösend sein (Classen u. Mitarb. 1987), ADI von Propylgallat 1,4 mg
E 311	<b>Octylgallat</b>	
E 312	<b>Dodecylgallat</b>	
E 315	<b>Isoascorbinsäure</b>	EG-Zulassung umgesetzt für voll und halb konservierte Fleischerzeugnisse, ADI 6 mg, E 316 zusätzlich noch für Konfitüren u. Ä. sowie für Eiprodukte, fast keine Vitaminwirkung
E 316	<b>Natriumisoascorbat</b>	
E 319	tert.-Butylhydrochinon (TBHQ)	spätestens ab 2008 in geringen Mengen zugelassen für Schmalz, Fischöl, Rindertalg, Geflügel- und Schaffett, ADI 0,7 mg
E 320	<b>Butylhydroxyanisol (BHA)</b>	sehr wirksame, fettlösliche Antioxidationsmittel für Chips, Nüsse, Öle; Wirkung bleibt noch nach der Verarbeitung wirksam (Carry-through-Effekt), als negativ zu sehen ist die Anreicherung im Körper (bis 2 mg pro kg), Halbwertszeit bis 10 Tage (WHO 1974), ADI – BHA 0,5 mg; BHT 0,125 mg
E 321	<b>Butylhydroxytoluol (BHT)</b>	
E 385	<b>Calciumdi-Natriumethylendiamintetraessigsäure</b>	Komplexierungsmittel für Metalle, die sonst als Katalysatoren die Oxidation der Lebensmittel beschleunigen würden, ADI 2,5 mg
E 512	<b>Zinn-II-chlorid</b>	EG-Zulassung zur Farbstabilisierung von weißem Gemüse in Konserven geplant
E 1102	<i>Glucoseoxidase</i>	EG-Zulassung geplant für nichtalkoholische Erfrischungsgetränke, Saucen, Fischerzeugnisse, Dressings, Mayonnaise und Feinkostsalate, soll Verfärbung und Aromafehler verhindern
E 319	<i>Tertiär-Butylhydrochinon</i>	in USA und vielen anderen Ländern erlaubtes neues, synthetisches Antioxidans, mit hoher Stabilität und „Carry-through“-Effekt, nicht in Kombination mit Gallaten erlaubt, EG-Zulassung geplant

	<i>Ethoxyquin</i>	nicht zugelassenes Antioxidans, das aber häufig auf Obst aus Übersee zu finden ist, verhindert Schalenbräune bei Äpfeln und Birnen, Hauptquelle sind Rückstände in tierischen Lebensmitteln, die aus dem mit Ethoxyquin behandelten Futter stammen (Classen u. Mitarb. 1987)
E 586	4-Hexylresorcin	für frische, gefrorene und tiefgefrorene Krebstiere bis zu 2 mg/kg bald zugelassen

#### Säuerungsmittel und Säureregulatoren

Hierunter fallen viele natürliche Säuren (Essig-, Zitronen-, Milchsäure u. a.), anorganische Säuren und deren Salze. Als Säureregulatoren dienen auch alkalische Stoffe. Die Säuren sollen einen sauren Geschmack vermitteln, sind saurer Partner in Backtriebmitteln, unterstützen Antioxidantien oder verbessern die Haltbarkeit durch Senkung des pH-Werts. Zusammen mit alkalischen Säureregulatoren kann jeder beliebige pH-Wert und Säuregrad eingestellt werden.

Toxikologisch bestehen bei allen Mitteln kaum Bedenken. Inwieweit ihre Herstellung mit Hilfe speziell gezüchteter Pilze für Allergiker kritisch ist, kann noch nicht sicher bewertet werden.

E 261	<b>Kaliumacetat</b>	Salze der Essigsäure
E 262	<b>Natriumacetat</b> <b>Natriumdiacetat</b>	häufig in Brot als konservierendes Mittel genutzt, deklarationsfrei, ADI 15 mg
E 263	<b>Calciumacetat</b>	wie E 262 gegen Fadenziehen in Brot
E 325	<b>Natriumlactat</b>	Salze der Milchsäure haben keinen ADI-Wert
E 326	<b>Kaliumlactat</b>	
E 327	<b>Calciumlactat</b>	
E 329	<i>Magnesiumlactat</i>	
E 330	<b>Zitronensäure</b> = (L)	in großen Mengen in Zitronensaft, aus dem sie früher auch hergestellt wurde, große Mengen können durch Komplexbildung die Aufnahme von Schwermetallen im Darm begünstigen
E 331	<b>Natriumcitrat</b>	
E 332	<b>Kaliumcitrat</b>	
E 333	<b>Calciumcitrat</b>	
E 334	<b>L(+)-Weinsäure</b> = (L)	die Gesamtaufnahme der Weinsäure und ihrer Salze soll den ADI-Wert von 30 mg in der Summe nicht überschreiten
E 335	<b>Natriumtartrat</b>	
E 336	<b>Kaliumtartrat</b>	
E 337	<b>Natrium-Kaliumtartrat</b>	

E 350	<b>Natriummalat</b>	Salze der Äpfelsäure, wie diese weit verbreitet in der Natur
E 351	<b>Kaliummalat</b>	
E 352	<b>Calciummalat</b>	
E 353	<b>Metaweinsäure</b>	wie E 334 aus Weinstein hergestellt
E 354	<b>Calciumtartrat</b>	
E 355	<b>Adipinsäure = (L)</b>	findet sich in Rübensaft, wird wie einfache Fettsäure im Körper abgebaut, ADI 5 mg
E 356	<b>Natriumadipat</b>	
E 357	<b>Kaliumadipat</b>	
E 363	<b>Bernsteinsäure = (L)</b>	

### Schmelzsatz

Bei der Schmelzkäseherstellung verhindern Phosphate und organische Säuren, dass sich einzelne Käsebestandteile absondern. Je nach Gemisch kann die Konsistenz bestimmt werden.

E 301	<b>Natrium-L-Ascorbat</b>	auch Antioxidationsmittel (s. dort), stabilisiert die Farbe
E 302	<b>Calcium-L-Ascorbat</b>	
E 325	<b>Natriumlactat</b>	Salze der Milchsäure, haben keinen ADI
E 326	<b>Kaliumlactat</b>	
E 327	<b>Calciumlactat</b>	
E 331	<b>Natriumcitrat</b>	(s. a. Säureregulatoren) große Mengen können durch Komplexbildung die Aufnahme von Schwermetallen im Darm begünstigen, bis 4 % erlaubt
E 332	<b>Kaliumcitrat</b>	
E 333	<b>Calciumcitrat</b>	
E 339	<b>Mono-, Di- oder Trinatrium-orthophosphat</b>	einzelnen und als Gemisch bis 20 g je kg als P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in Schmelzkäse erlaubt, Phosphate wirken in hohen Mengen als Komplexbildner, können zu Knochenschwund und Kalkablagerungen im Gewebe führen, wenn die Pufferkapazität des Organismus überschritten wird; sie sind weder teratogen (Missbildungen erzeugend) noch mutagen (Erbgut verändernd)
E 340	<b>Mono-, Di-, Trikalium-orthophosphat</b>	
E 341	<b>Mono-, Di-, Tricalcium-orthophosphat</b>	
E 450	<i>Diphosphate</i>	
E 450i–iii	<b>Di-, Tri-, Tetranatrium-diphosphat</b> <i>Dikalium-diphosphat</i>	

E 450iv	<b>Tetrakaliumdiphosphat</b>	
E 451	<b>Triphosphat</b>	
E 451i	<b>Pentatriumtriphosphat</b>	
E 451ii	<b>Pentakaliumtriphosphat</b>	
E 452	<i>Polyphosphate</i>	Polyphosphate werden schlecht resorbiert und teils unverändert ausgeschieden; tolerierbare Gesamtaufnahme von Phosphaten 70 mg pro kg Körpergewicht pro Tag
E 452i	<b>Natriumpolyphosphat</b>	
E 452ii	<b>Kaliumpolyphosphat</b>	

#### **Geliermittel und Verdickungsmittel**

Feste bzw. schwache Gele (aus Stärke, Agar, Pektin u. a.) finden sich bei Süßwaren, Konfitüren und Desserts etc., sie ermöglichen, Flüssigkeit in Form zu bringen. Der Übergang zu den Verdickungsmitteln, die eher eine Konsistenz oder Viskosität stabilisieren sollen, ist fließend und teils nur von deren Einsatzmenge abhängig (s. a. Abschnitt 3.1.3.2, S. 161). Viele der Dickungsmittel werden wegen ihrer Unverdaulichkeit häufig in diätetischen Lebensmitteln als kalorienreduzierender Stoff eingesetzt.

E 400	<b>Alginsäure</b>	Algin ist Zellwandbestandteil von Braunalgen, aus denen durch Behandlung mit z. B. Natronlauge, Natriumalginat gewonnen wird; Alginat können durch Komplexbildung die Verfügbarkeit von Metallen (Fe, Co) vermindern, Propylenglykol wird nach Spaltung des Esters (E 405) voll verstoffwechselt; ADI 25 mg
E 401	<b>Natriumalginat</b>	
E 402	<b>Kaliumalginat</b>	
E 403	<b>Ammoniumalginat</b>	
E 404	<b>Calciumalginat</b>	
E 405	<b>Propylenglykolalginat</b>	
E 406	<b>Agar-Agar</b>	Zellwandbestandteil der Rotalgen, wird seit über 60 Jahren als kalorienfreies Abführmittel (bis 15 g pro Tag) benutzt
E 407	<b>Carrageen</b>	aus Rotalgen gewonnen; Carrageenan führt bei Dosen über 1 % im Tierversuch zu Geschwüren im Dick- und Enddarm
E 407a	<b>Verarbeitete Eucheuma-Algen</b>	
E 410	<b>Johannisbrotkernmehl</b>	wird aus den Samen des Johannisbrotbaums gewonnen, ist nicht verdaulich

E 412	<b>Guarkernmehl</b>	aus den Samen eines indischen Baums, unverdaulich, verzögert im Tierversuch die Glucoseresorption, senkt den Cholesterinspiegel, toxische Effekte durch Trypsinhemmstoffe aus der Eiweißfraktion und Vergrößerung der Schilddrüse von Ratten bei 5 % Zusatz im Futter (Classen u. Mitarb. 1987)
E 413	<b>Traganth</b>	aus der Stammrinde einer Leguminosenart gewonnen, ist im Darm abbaubar, allergisierende Potenz ähnlich der von Eialbumin (Classen u. Mitarb. 1987)
E 414	<b>Gummi-arabicum</b>	getrockneter Saft von Akazienarten, wird vollständig verstoffwechselt, gelegentlich wurden allergische Reaktionen beim Menschen beobachtet
E 415	<b>Xanthan</b>	von Mikroorganismen aus Glucose oder Saccharose hergestellter Gummi ergibt hochviskose Lösungen für Milchprodukte
E 416	<b>Karayagummi</b>	von der EG zugelassene Dichtungsmittel aus pflanzlichen Rohstoffen
E 417	<b>Tarakernmehl</b>	
E 418	<b>Gellan</b>	
E 440a	<b>Pektin</b>	kommt in der Gerüstsubstanz von Pflanzengewebe, besonders bei Äpfeln und Zitrusfrüchten, vor
E 440b	<b>amidiertes Pektin</b>	wird durch Behandlung von Pektin mit alkoholischer Ammoniaklösung gewonnen, findet besonders in Milcherzeugnissen Verwendung, da es nicht durch Calcium ausgefällt wird
E 460	<b>Cellulose</b>	Gerüstsubstanz in holzigen Pflanzen, wird durch Enzymbehandlung aufgespalten, kann weder verdaut noch resorbiert werden, kleinste Teilchen können aber persorbiert werden (Darmwand durchwandern), reichern sich jedoch nicht im Körper an, daher kein ADI
E 461	<b>Methylcellulose</b>	durch chemische Behandlung veränderte Cellulose, bei Ratten gehen Spuren in die Muttermilch über, ADI seit 1992 nicht mehr festgelegt (bisher 25 mg)
E 462	<i>Ethylcellulose</i>	
E 463	<b>Hydroxypropylcellulose</b>	
E 464	<b>Hydroxypropylmethylcellulose</b>	
E 465	<b>Ethylmethylcellulose</b>	
E 466	<b>Carboxymethylcellulose (Natrium-)</b>	chemisch mit Monochloracetat behandelte Cellulose, bei hoher oraler Aufnahme können vermehrt Bauchbeschwerden auftreten, bei Bäckern sollen allergische Hautreaktionen vorgekommen sein, ADI 25 mg

- E 445 **Glycerinester aus Wurzelharz** identisch mit Kolophonester (915), vorläufiger ADI 0,5 mg
- E 915 **Kolophonester**

### Phosphate

Die Phosphate werden wegen ihrer Vielseitigkeit häufig als Zusatzstoffe genutzt. Sie weisen Hydratationswirkung auf, vermögen aufzuschließen, auf Eiweiß lösend, dispergierend, peptisierend und quellend zu wirken; damit wirken sie als Stabilisatoren und Emulgatoren. Bei der Wurstherstellung sind sie heute wegen der Verwendung von „Kaltfleisch“ nötig. Früher waren sie nicht erforderlich, da schlachtwarmes Fleisch verwendet wurde, das ohne Phosphate verwurstet werden kann. Einsatz finden Phosphate besonders bei Kondens-, Trockenmilch-, Sahneerzeugnissen, Schmelz-, Kochkäse, Brühwürsten, Fischzubereitungen, Fertigeis, Cola-, Kakaotränken und Backpulver (s. S. 201).

- E 338 **Orthophosphorsäure** bis 0,7 g/l in Kolagetränken
- E 339 **Mono-, Di- oder Trinatrium-orthophosphat** bis 1 g/l in Kondensmilch, Bestandteil von Backtriebmitteln
- E 340 **Mono-, Di- oder Trikalium-orthophosphat** bis 20 g/kg in Schmelzkäse
- E 341 **Mono-, Di- oder Tricalcium-orthophosphat** bis 50 g/kg in Getränkeweißer (jeweils als P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> berechnet)
- 343 **Magnesium-orthophosphat**
- 344 *Tricalciumdi-orthophosphat*
- E 450 **Diphosphate** bis zu 20 g/kg z. B. in backfertigem Mehl, Phosphate wirken in hohen Mengen als Komplexbildner, können zu Knochenschwund und Kalkablagerungen im Gewebe führen, wenn die Pufferkapazität des Organismus überschritten wird; sie sind weder teratogen noch mutagen
- E 450i–iii **Di-, Tri-, Tetranatrium-diphosphat**  
*Dikalium-diphosphat*
- E 450iv **Tetrakalium-diphosphat**
- E 450v **Dicalcium-diphosphat**
- E 450vi **Calcium-dihydrogen-diphosphat**

E 451	<b>Triphosphate</b>	
E 451i	<b>Pentatrium-triphosphat</b>	
E 451i	<b>Pentakalium-triphosphat</b>	
E 452	<b>Polyphosphate</b>	Polyphosphate werden schlechter resorbiert und
E 452i	<b>Natrium-polyphosphat</b>	teils unverändert ausgeschieden; tolerierbare Gesamtaufnahme von Phosphaten 70 mg pro kg Körpergewicht je Tag
E 452ii	<b>Kalium-polyphosphat</b>	
E 452iii	<b>Calciumnatrium-polyphosphat</b>	
E 452iv	<b>Calcium-polyphosphat</b>	

#### Emulgatoren und Stabilisatoren

Emulgatoren ermöglichen durch ihre oberflächen-/grenzflächenaktive Wirkung (wie ein Tensid), dass eigentlich nicht mischbare Stoffe (z. B. Wasser mit Öl) zu einer gleichmäßigen Masse stabilisiert werden können. Die entstandenen Emulsionen, Suspensionen oder Schäume vermitteln einen anderen Geschmackseindruck als die Ausgangsstoffe, sie erleichtern die technische Verarbeitung oder erlauben eine längere Stabilität (Haltbarkeit). Sie erlauben aber auch, viel Wasser „schnittfest“ zu produzieren, was jedoch als Missbrauch zu beanstanden wäre.

Der menschliche Körper produziert in den Gallensäuren eigene Emulgatoren, ebenso zählen Lecithine zu den Emulgatoren natürlicher Herkunft. Bei den synthetischen Produkten handelt es sich vielfach um heterogene Gemische, die aus Speisefetten oder durch Fettverseifung hergestellt wurden. Nicht geklärt ist bis heute, ob durch die emulgierende Wirkung die Aufnahme von Schadstoffen über die Darmschleimhaut erleichtert oder erhöht wird.

E 322	<b>Lecithine</b>	werden bei der Sojaölherstellung gewonnen, finden sich als natürlicher Emulgator in Eigelb
E 431	<b>Polyoxyethylen-(40)stearat</b>	neue Gruppe von Emulgatoren, Zulassung von der EG umgesetzt, ADI 25 mg
E 432	<b>Polyoxyethylen-sorbitan-monolaurat (Polysorbat 20)</b>	
E 433	<b>Polyoxyethylen-sorbitan-monooleat (Polysorbat 80)</b>	

E 434	<b>Polyoxyethylen-sorbitan-monopalmitat (Polysorbat 40)</b>	
E 435	<b>Polyoxyethylen-sorbitan-monostearat (Polysorbat 60)</b>	
E 436	<b>Polyoxyethylen-sorbitan-tristearat (Polysorbat 65)</b>	
E 442	<b>Ammoniumsalze von Phosphatidsäuren</b>	besonders als Netzmittel in Kakaopulver im Einsatz, ADI 30 mg
E 470a	<b>Natrium-, Kalium- oder Calciumverbindung von Speisefettsäuren</b>	sie sind besser als Seifen bekannt, entstehen bei der Fettgewinnung, werden normal im Körper abgebaut
E 470b	<b>Magnesiumsalze von Speisefettsäuren</b>	
E 471	<b>Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren</b>	normale Nahrungsbestandteile, die wie Fette gespalten werden
E 472a	<b>Essigsäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren</b>	alle folgenden Ester werden im Körper zu Spaltprodukten umgesetzt, die normale Bestandteile der Nahrung und damit unbedenklich sind; diese Esteremulgatoren finden für Fettcremes, Fertigbackmischungen, als Backhilfsmittel u. Ä. breite Verwendung
E 472b	<b>Milchsäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren</b>	
E 472c	<b>Zitronensäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren</b>	
E 472d	<b>Weinsäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren</b>	ADI der gesamten Weinsäureaufnahme max. 30 mg

- E 472e **Mono- und Diacetylweinsäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren**
- E 472f **Gemischte Essig- und Weinsäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren**
- E 473 **Zuckerester von Speisefettsäuren**
- E 474 **Zuckerglyceride** in zahlreichen Produkten zugelassen
- E 475 **Polyglycerinester von Speisefettsäuren** der chemische Unterschied zu den Glycerinestern macht sich toxikologisch nicht bemerkbar, ADI 25 mg
- E 476 **Polyglycerin-Polyricinoleat** für Schokoladen und fettreduzierte Saucen, ADI 7,5 mg
- E 477 **Propylenlgcol-ester von Speisefettsäuren** insbesondere für Feinbackwaren, Milchimitate, Desserts, ADI 25 g
- E 479a *thermooxidiertes Sojaöl* im Tierversuch bei hohen Dosen Störungen, unterhalb 2,5 % im Futter keine toxischen Wirkungen zu beobachten, als Trennmittel bei Mengen bis zu 50 mg je kg Lebensmittel unbedenklich (Classen u. Mitarb. 1987), für Fettemulsionen zum Braten und Backen, ADI 3 mg
- E 479b *thermooxidiertes Sojaöl mit Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren* für Fettemulsionen zum Braten und Backen, ADI 30 mg
- E 481 **Natriumstearoyl-2-lactylat** EG-Zulassung vorhanden u. a. für Feinbackwaren, Desserts, Getränkpulver, bei beiden ADI 20 mg
- E 482 **Calciumstearoyl-2-lactylat**
- E 483 **Stearyltrarat**
- E 491 **Sorbitanmonostearat** u. a. für Feinbackwaren, Marmelade, Getränkekonzentrate, Milchimitate, Schokolade ist EG-Zulassung vorhanden, ADI 25 mg
- E 492 **Sorbitantristearat**

- E 493 **Sorbitanmono-**  
**laurat**
- E 494 **Sorbitanmono-**  
**oleat**
- E 495 **Sorbitanmono-**  
**palmitat**

#### Trennmittel

Bei der maschinellen Verarbeitung klebriger oder anbackender Produkte ist es häufig erforderlich, das Verklumpen feiner Pulver zu vermeiden oder eine nicht haftende Zwischenschicht (entsprechend dem Einfetten beim Backen) aufzutragen. Auch Rieselfähigkeitsmittel beim Salz zählen dazu. Nach Einschätzung des wissenschaftlichen Lebensmittelausschusses (SCF) hatte die EG-Kommission Bienen-, Candelilla-, Carnaubawachs, Polyethylenwachsoxide und Schellack als „befristet akzeptabel bis 1995“, Paraffine und Mineralwachse als „nicht akzeptabel“ bezeichnet. Sie sind jedoch weiterhin zugelassen.

- E 170 **Calciumcarbonat** unproblematische anorganische Verbindung, ab 20 g tägliche Aufnahme Calciumablagerungen im Gewebe möglich
- E 341 **Tricalcium-**  
**diorthophosphat** wenig wasserlöslich, setzt etwas Phosphat frei, das wie natürliches Phosphat verstoffwechselt wird  
Hydroxylapatit
- E 466 **Carboximethyl-**  
**cellulose** (siehe Stabilisatoren), wird in Süßstofftabletten eingesetzt
- E 470 **Calciumstearat** Verbindung eines häufig vorkommenden Fettbestandteils
- E 479a *thermooxidiertes*  
*Sojaöl* im Tierversuch bei hohen Dosen Störungen, unterhalb 2,5 % im Futter keine toxischen Wirkungen zu beobachten, Mengen bis zu 50 mg je kg Lebensmittel unbedenklich (Classen u. Mitarb. 1987)
- E 479b **thermooxidiertes**  
**Sojaöl mit Mono-**  
**und Diglyceriden**  
**von Speisefett-**  
**säuren**
- E 504 **Magnesium-**  
**carbonat** Bewertung wie E 170
- E 530 **Magnesiumoxid** sehr stabile Verbindung

E 535	<b>Natriumhexacyanoferrat (II)</b>	verhindert das Zusammenbacken von Kochsalz durch Veränderung der Kristallstruktur; sehr stabile Komplexe, aus denen kein Cyanid im Körper freigesetzt wird, keine Langzeitstudien bekannt, wegen niedriger Dosierung ungefährlich, ADI 0,025 mg für Wein und Kochsalz
E 536	<b>Kaliumhexacyanoferrat (II)</b> gelbes Blutlaugensalz	
E 538	<b>Calciumhexacyanoferrat (II)</b>	
550	Natriumsilicate	Kieselsäure und ihre Salze sind in der Natur
E 551	<b>Kieselsäure, SiO<sub>2</sub></b>	(Quarz) weit verbreitete, chemisch stabile Verbindungen
E 552	<b>Calciumsilicat</b>	
E 553a	<b>Magnesiumsilicat</b> (synthetisch)	bei dem geringfügigen Einsatz sind keine Wirkungen zu erwarten
E 553a	<b>Magnesiumtrisilicat</b>	soll nephrotoxische Wirkung bei Ratten und Hunden auslösen
E 553b	<b>Talkum</b>	muss frei von Asbest sein; nicht resorbierbar, daher unkritisch
E 554	<b>Natriumaluminiumsilicat</b>	weit verbreiteter Naturstoff, chemisch inaktiv, wird nicht resorbiert
E 555	<b>Kaliumaluminiumsilicat</b>	Bewertung wie alle anderen chemisch inaktiven Silicate
E 556	<b>Calciumaluminiumsilicat</b>	
E 570	<b>Fettsäuren</b> <b>Stearinsäure (L)</b>	häufiger Fettbestandteil, normale Abbauprodukte der Fettverdauung im Körper
572	<b>Magnesiumstearat</b>	Verbindung eines häufig vorkommenden Fettbestandteils (E 570), wird vielfach dem Staubzucker für Backwaren zugesetzt
E 900	<b>Dimethylpolysiloxan</b>	wenig Toxikologisches bekannt, ADI 1,5 mg, für zahlreiche Lebensmittel zugelassen, meist bis 10 mg/kg
E 900b	<i>Methylphenylpolysiloxan</i>	
E 901	<b>Bienenwachs</b>	Naturstoffgemisch, unverdaulich, unbedenklich, kaum toxikologische Daten vorhanden
E 902	<b>Candellilawachs</b>	natürliches Wachs von Wüstenpflanzen, bis zu 3,6 g pro kg KG im Tierversuch chronisch untoxisch, sonst wenig bekannt (Classen u. Mitarb. 1987)

E 903	<b>Carnaubawachs</b>	aus der brasilianischen Wachspalme, im Tierversuch bis 10 % Wachs im Futter nicht toxisch, ADI 50 mg
E 904	<b>Schellack</b>	in der EG nun quantum satis zugelassen
E 910	<b>Wachsester</b>	unbedenklich, da Ester der Fettsäuren aus dem Öl bestimmter Wale, toxikologische Studien nicht bekannt
	<b>Walrat</b>	
	Holzstreumehl (meist Rotbuche)	wurde häufig bei Broten verwendet, Feinstaub von Buchenholz erzeugt bei chronischer Inhalation Nasentumore (seit 1990 verboten)

#### **Geschmacksverstärker**

Sie sollen den Eigengeschmack von Lebensmitteln verbessern, erlauben es aber auch, Geschmacksfehler zu überdecken und verleihen den Produkten einen gleichartigen Geschmack. Die Verwendung der Geschmacksverstärker muss auf das Produkt abgestimmt werden, häufig verringert sich durch synergistische Wirkung dabei der Kochsalz- oder Aromazusatz merklich. Für salzige Erzeugnisse wird Glutamat und Salz im Verhältnis 1 : 10, für süße meist Maltol eingesetzt (ausführlich behandelt in Kapitel 11.2, S. 398 ff., „Aromen und Essenzen“).

E 620	<b>Glutaminsäure</b>	am weitesten verbreiteter Geschmacksverstärker,
E 621	<b>Mononatriumglutamat</b>	der immer in Fertiggerichten und in der chinesischen Küche zu finden ist, kann bei empfindlichen Personen zu Herzrasen, Erröten, Kopf- und Magenschmerzen führen (China-Restaurant-Syndrom)
E 622	<b>Monokaliumglutamat</b>	
E 623	<b>Calciumglutamat</b>	
E 624	<b>Monoammoniumglutamat</b>	
E 625	<b>Magnesiumglutamat</b>	
E 626	<b>Guanylsäure</b>	die folgenden Geschmacksverstärker entstehen
E 627	<b>Dinatriumguanylat</b>	auch auf natürliche Weise bei der Reifung und Lagerung von Lebensmitteln, besonders aus Fleisch, sie werden gleichfalls zu unerwünschter Harnsäure umgebaut
E 628	<b>Dikaliumguanylat</b>	
E 629	<b>Calciumguanylat</b>	
E 630	<b>Inosinsäure</b>	
E 631	<b>Dinatriuminosinat</b>	
E 632	<b>Dikaliuminosinat</b>	
E 633	<b>Calciuminosinat</b>	
E 634	<b>Calium-5-ribonucleotid</b>	
E 635	<b>Dinatrium-5-ribonucleotid</b>	

E 636	<b>Maltol</b>	entsteht als normales Abbauprodukt bei der Rö- stung stärkehaltiger Produkte, ADI 1 mg
E 637	<b>Ethylmaltol</b>	künstlicher Maltolverwandter, ADI 1 mg
E 640	<b>Glycin und des- sen Natriumsalz</b>	„Leimsüß“, findet sich in der Leims substanz von Knochen, Haut, Kollagen
	<b>L-Alanin</b>	große Gruppe von natürlichen Eiweißbausteinen;
	<b>L-Arginin</b>	die freien Aminosäuren wurden den Zusatzstoffen
	<b>L-Asparaginsäure</b>	gleichgestellt, damit ihre Verwendung geregelt wer- den kann; bei unkontrollierter Verwendung muss
	<b>L-Citrullin</b>	mit Verschiebungen des Aminosäuren-Gleich- gewichts gerechnet werden, was gesundheitlich
E 920	<b>L-Cystein</b>	negative Auswirkungen haben kann
E 921	<b>L-Cystin</b>	
	<b>L-Histidin</b>	
	<b>L-Leucin</b>	
	<b>L-Lysin</b>	
	<b>L-Methionin</b>	
	<b>L-Phenylalanin</b>	
	<b>L-Serin</b>	
	<b>Taurin</b>	
	<b>L-Threonin</b>	
	<b>L-Valin</b>	
E 957	<b>Thaumatin</b>	neu zugelassen, u. a. bei Kaugummi mit Zucker- zusatz und Milchdesserts zugelassen
E 959	<b>Neohesperidin DC</b>	neu zugelassen bei Kaugummi mit Zuckerzusatz 150 mg/kg, Streichfetten, Fleischerzeugnissen und Früchtegelees

#### Überzugsmittel

Als Schutz gegen den Verlust von Wasser und Aromen während der Lagerung werden Zuckerwaren, Weinbeeren, Äpfel und Zitrusfrüchte mit dünnen Überzügen versehen. Bei letzteren soll die Schale behandelte Früchte nicht mitverzehrt werden, so dass sich dafür eine detaillierte Bewertung erübrigt. Bei Zuckerwaren sind neben den bei Trennmitteln (s. dort) erwähnten Wachsen und Estern noch folgende Stoffe erlaubt:

E 470a	<b>Natrium-, Kalium-, Calcium- salze von Fett- säuren</b>	im Körper Spaltung zu normalen Nahrungsbe- standteilen, unbedenklich
E 470b	<b>Magnesiumsalze von Fettsäuren</b>	allgemeine Zulassung in der EG umgesetzt
E 904	<b>Schellack</b>	harzartiges Sekret der Schildlaus <i>Kerria lacifer</i> (Tachardia) (Fam. Coccidae), gereinigt und gebleicht, kaum toxikologische Erkenntnisse

905	<b>Paraffinöl</b>	Gemisch gereinigter, linearer, gesättigter Kohlenwasserstoffe aus Erdöl, Braunkohle, Schiefer-teeröl
905	<b>Hartparaffin; natürlich</b>	
905	<b>Hartparaffin</b>	synthetisch gewonnen, alle drei sind biochemisch stabil
906	<b>Benzoeharz</b>	wohlriechendes Baumharz, Parfümgrundstoff, kaum toxikologische Erkenntnisse
907	<b>mikrokristalline Wachse</b>	wie 905 zu bewerten
913	<b>Wollwachs (gereinigt)</b>	aus Schafwolle gewonnenes natürliches Wachs, ungereinigt oft mit Rückständen belastet
	<b>Polyethylenwachsoxidate</b>	wie 905 zu bewerten
	<b>Kopal</b>	natürliches Harz von Copaifera-Arten
	<b>Mastix</b>	Harz des Mastixstrauchs, Klebergrundstoff, kaum toxikologische Erkenntnisse
	<b>Sandarakharz</b>	Zypressenharz, Heilmittel, Lackgrundstoff, kaum toxikologische Erkenntnisse

#### Mehlbehandlungsmittel

Sie dienen der Verbesserung der Teigbeschaffenheit, erlauben es, die technologisch erforderlichen Teigeigenschaften einzustellen zur leichteren Teigbearbeitung oder für das Backverhalten, z. B. um Größe, Volumen oder Aroma der Backware zu beeinflussen; neben den dafür eingesetzten Emulgatoren, Acetaten, Dickungsmitteln etc. finden insbesondere die nachfolgenden Stoffe Verwendung.

E 300	<b>Ascorbinsäure (L)</b>	Ascorbinsäure verbessert die Teigeigenschaft (Verwendung auch als Antioxidationsmittel)
E 920	<b>Cystein</b> oder Cysteinhydrochlorid	diese Eiweißbausteine vermögen teilweise die Klebereigenschaft schlechter Weizenmehle zu verbessern, das Zusammenziehen der Teige wird dadurch vermieden, was für die maschinelle Verarbeitung wichtig ist, sie werden u. a. aus Haaren (z. B. Schweineborsten) hergestellt, daher für strenggläubige islamische Verbraucher aus religiösen Gründen abzulehnen
E 921	<b>Cystin</b>	

#### Süßstoffe

In Notzeiten erlaubten künstliche Süßstoffe die Herstellung süßer Lebensmittel unter Einsparung des teuren Zuckers. Für Diabetiker sind sie schon immer be-

deutsam gewesen, da sie süßen, ohne belastende Glucose zu liefern. Beides sind wichtige Gründe für einen Einsatz. Heute werden jedoch unter dem Vorwand der Kalorieneinsparung Süßstoffe häufig falsch und in immer mehr Produkten eingesetzt und diese zuckerreduzierten Produkte mit einem oft unangemessen hohen Preis verkauft. Die früher billige „künstliche Brause“ (mit Saccharin), ist heute zum teuren Diätetikum (mit Saccharin und Cyclamat) geworden.

Bei dieser Entwicklung gewinnen die Beobachtungen des britischen Psychologen Blundell Beachtung (Carl 1989), nach dem der Verzehr von Süßstoff den Appetit fördern und nachfolgend zu einer erhöhten Nahrungsaufnahme führen soll. Erklärt wird dies von Blundell als „zephalischer Insulinreflex“, der ein subjektiv gesteigertes Hungergefühl auslösen soll. Die Theorie ist umstritten und bedarf sicher noch einer abschließenden Klärung.

Sicher ist aber, dass Übergewichtige ihre Probleme nicht alleine durch Verwendung von Süßstoff lösen können.

E 950	<b>Acesulfam-K</b> (Sunett)	seit 1990 zugelassene, sehr stabile Verbindung mit 200facher Süßkraft von Zucker, gesundheitliche Risiken bisher nicht bekannt geworden, im Tierversuch wurde geringer Übergang in die Plazenta und Muttermilch beobachtet, ADI 15 mg
E 951	<b>Aspartam</b> (Canderel) (Ekandi)	etwa 180fache Süßkraft von Zucker, nicht kalorienfrei, wegen geringer Dosierung aber kaum bedeutsam, wird im Körper zu Methanol, Phenylalanin und Asparaginsäure abgebaut; die beiden letzten Verbindungen kommen häufig als Eiweißbausteine vor; Phenylalanin ist problematisch für Personen mit Phenylketonurie (= PKU, erbliche Stoffwechselkrankheit durch Enzymdefekt, daher Warnhinweis vorgeschrieben), ADI 40 mg
E 952	<b>Cyclohexylsulfaminsäure</b> <b>Natriumcyclamat</b> <b>Calciumcyclamat</b>	etwa 45fache Süßkraft von Zucker, nun nur für diätetische Lebensmittel und brennwertverminderte Getränke zugelassen, geht im Tierversuch in die Plazenta und auch in die Muttermilch über; bei Ratten ab 5 % im Futter erhöhtes Auftreten von Blasentumoren, über Chromosomenschäden bei Mäusen wird berichtet; als Abbauprodukt kann im Körper Cyclohexylamin entstehen, das ähnlich dem Ephedrin kreislaufanregend wirkt; verstärkt die Wirkung des blutzuckersenkenden Mittels Chlorpropamid; ADI 11 mg
E 962	<b>Aspartam-Acesulfamsalz</b>	wird durch Erhitzen von Aspartam und Acesulfam-K (etwa 2 : 1) hergestellt; ist stabiler als Aspartam allein; sonstige Bewertung s. oben

E 954	<b>Saccharin</b> Natrium- Saccharin Kalium- Saccharin Calcium- Saccharin	etwa 450fache Süßkraft von Zucker, bei Ratten ab 5 % im Futter wurden Blasen-tumoren beobachtet, eine primäre karzinogene Wirkung wird aber nicht vermutet, eher die Begünstigung der Entstehung; es hat einen unangenehm bitteren Nachgeschmack, der im Gemisch mit Cyclamat (1 : 10) überdeckt wird, gleichzeitig vervielfacht sich der Süßeffect, ADI 5 mg
E 955	<b>Sucralose</b>	seit 2004 in der EU zugelassen, ähnlich der von Aspartam; über Vergrößerung der Leber und Niere wird im Tierversuch berichtet; ADI 15 mg
E 957	<b>Thaumatococcus</b>	aus der Katemfe-Frucht isoliertes Polypeptidgemisch, EG-Zulassung umgesetzt, besitzt 2000- bis 3500fache Süßkraft von Zucker, Wirkung setzt mit Verzögerung ein, wesentlicher ist die aromaverstärkende Wirkung, kein ADI festgelegt
E 959	<b>Neohesperidin DC</b>	EG-Zulassung umgesetzt, etwa 330fache Süßwirkung von Zucker, die verzögert wahrgenommen wird und lakritz-, mentholartigen Nachgeschmack aufweist, ADI 5 mg
E 968	<b>Erythrit</b>	kann als Süßungsmittel, Geschmacksverstärker, Verdickungsmittel u. Ä. dienen

#### Backtriebmittel

Für die Teiglockerung werden Stoffe benötigt, die durch eigene, thermische Zersetzung oder chemische Reaktion ein Gas freisetzen. Durch einen deutlichen Ammoniakgeruch fällt das Hirschhornsalz bereits weit unterhalb des Grenzwerts geschmacklich negativ auf.

E 334	<b>L(+)-Weinsäure = (L)</b>	eine der möglichen Säurekomponenten in Backpulver
E 339	<b>Mono-, Di- oder Trinatrium-orthophosphat</b>	häufige Säurekomponente in Backpulver
E 500	<b>Natriumcarbonate</b>	sind Hauptkomponenten von Back- und Brausepulver, aus ihnen entsteht nach Reaktion mit einer Säurekomponente Kohlendioxidgas, das den Teig bzw. die Brause aufschäumt
E 501	<b>Kaliumcarbonate</b>	Pottasche, Verwendung wie E 500, Treibmittel besonders für Lebkuchen
E 503	<b>Ammoniumcarbonate</b>	Hirschhornsalz wird hauptsächlich für Amerikaner- und Lebkuchenherstellung gebraucht
E 575	<b>Glucono-delta-lacton</b>	Säurekomponente besonders für den Nachtrieb in Backpulver, bis zu 1 % in der Backware

**Modifizierte Stärke**

Diese durch Reaktion mit Säuren chemisch veränderten Stärken wirken wie Dickungsmittel, vielfach wird in der Praxis Distärkephosphat verwendet. Für keine der modifizierten Stärken gibt es ADI-Werte, da sie als toxisch unbedenklich angesehen werden. Sie finden sich häufig in tiefgefrorenen, vorgefertigten Backwaren, damit diese beim Gefrieren und Auftauen stabil bleiben.

- |        |  |   |
|--------|--|---|
| E 1404 | <b>oxidierte Stärke</b>                |   |
| E 1410 | <b>Monostärkephosphat</b>              | mit Phosphat modifizierte Stärken werden wie normale Stärke verdaut, Ratten, die über 2 Jahre                               |
| E 1412 | <b>Distärkephosphat</b>                | mit bis zu 30 % gefüttert wurden, zeigten leicht  |
| E 1413 | <b>phosphatiertes Distärkephosphat</b> | erhöhtes Auftreten von Nephrokalzinose  |
| E 1414 | <b>acetyliertes Distärkephosphat</b>   | bei höherer Acetylierung sinkt die Verdaulichkeit auf 30 %, im Tierversuch erhöhte sich das Zäkumgewicht                    |
| E 1420 | <b>acetylierte Stärke</b>              | Auftreten von Nephrokalzinosen und erhöhtes Zäkumgewicht im Tierversuch wird nur langsam und unvollständig verstoffwechselt |
| E 1422 | <b>acetyliertes Distärkeadipat</b>     | wird nur langsam und unvollständig verstoffwechselt   |
| E 1440 | <b>Hydroxypropylstärke</b>             | chemisch veränderte Stärke  |
| E 1442 | <b>Hydroxypropyldistärkephosphat</b>   |   |
| E 1450 | <b>Stärkenatrium-octenylsuccinat</b>   |   |
| E 1451 | <b>Acetylierte oxidierte Stärke</b>    |   |

**Schaumverhüter**

Bereits geringe Mengen von Paraffinöl, oxidativ polymerisiertem Sojaöl oder normalem Speiseöl verhindern Schaumbildung beim Kochen von zucker- oder milchhaltigen Produkten. Bei höheren Dosen (> 2,5 % im Futter) bestimmter, oxidierter Öle konnten diverse toxische Effekte bei Ratten beobachtet werden.

**Technologische Enzyme**

In allen lebenden Zellen kommen Enzyme als Biokatalysatoren vor. Es handelt sich dabei um kompliziert aufgebaute Eiweißstoffe, die schon bei geringster Konzentration biochemische Stoffwechselforgänge ermöglichen. Die Enzyme werden aus industriell gezüchteten Mikroorganismen gewonnen, indem die Nährflüssigkeit abgetrennt und die Mikroorganismen durch spezielle Reinigungsverfahren aufgearbeitet werden.

- *Lipoxygenase*                    aus Sojamehl gewonnen, zersetzt den Mehlfarbstoff
- Pentosanase                        verbessert schlechte Roggenmehle
- Glucosidase                        zur Verzuckerung von Malzprodukten
- Amyloglucosidase } erlauben die Verzuckerung von Stärke aus vielen
- Amylase                                Rohstoffen

#### 1.2.2.4 Wissenswertes für die Praxis

Von Zusatzstoffen allein kann man nicht leben, doch manchmal lässt sich mit ihnen besser leben, und nicht jeder Zusatzstoff hat gleich eine bedenkliche Wirkung. Wer sie meiden will, wird dies nicht vollständig tun können; man kann sich aber die Zutatenliste auf verpackten Lebensmitteln ansehen und danach über einen Kauf entscheiden. Doch Vorsicht ist geboten bei Formulierungen wie „ohne Zusatz von ...“: Man muss hier mit natürlichen Gehalten oder sehr geringen Mengen durch die Zugabe anderer Zutaten rechnen.

Wer alle Zusatzstoffe einer losen Ware wissen möchte, kann dies wohl nur über den Hersteller erfahren.

Siehe auch die Liste aller E-Nummern im Anhang.

## 1.3 Risiken

### 1.3.1

#### Schadstoffe

Die Bezeichnung „Schadstoffe“ wird bei Lebensmitteln als Oberbegriff für alle Substanzen benutzt, die auf den Menschen schädigend wirken können und deren Anwesenheit entweder generell oder ab bestimmten Konzentrationen unerwünscht ist. Schadstoffe können natürlichen Ursprunges sein oder künstlich hergestellt und durch menschliche Einwirkung in die Lebensmittel gelangt sein.

Nach ihrer Herkunft und Verwendung lassen sich die Schadstoffe zu folgenden Gruppen zusammenfassen:

1. Natürliche Schadstoffe, z. B. Coffein, Cumarin, cyanogene Glykoside, Solanin, Mykotoxine (z. B. Aflatoxin, Ochratoxin, Patulin) und Bakterientoxine (z. B. der Clostridien).
2. Schadstoffe aus der Tier- (z. B. Anabolika, Antibiotika, Thyreostatika, Tranquillizer) und Pflanzenproduktion (z. B. Pestizide, Wachstumsregulatoren).
3. Schadstoffe aus der Nahrungsmittelerzeugung und -verarbeitung (z. B. polycyclische Kohlenwasserstoffe, Nitrit, Acrylamid).
4. Schadstoffe aus Verpackungsmaterialien (z. B. Kunststoff-Monomere, Weichmacher).
5. Umweltchemikalien (z. B. organische Lösungsmittel, Radioaktivität, Schwermetalle, chlorierte Kohlenwasserstoffe).

### 1.3.1.1 Bewertungsgrößen zur Abschätzung des gesundheitlichen Risikos von Schadstoffen

Die exakte Bewertung der Auswirkung von Schadstoffen auf die menschliche Gesundheit ist äußerst schwierig. Medizinische Befunde lassen Rückschlüsse nur auf möglicherweise verantwortliche Faktoren zu; Versuche am Tier müssen auf die Verhältnisse beim Menschen übertragen werden. Weltweit arbeiten wissenschaftliche Gremien daran, Grundlagen für die Bewertung von Schadstoffen und die Abschätzung des Gefährdungspotenzials für den Menschen über Grenzwerte zu schaffen. Wichtige wissenschaftliche Einrichtungen sind in diesem Zusammenhang das JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives) der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der Welternährungsorganisation (FAO), das SCF (Scientific Committee on Food) der Europäischen Union und das BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung) der Bundesrepublik Deutschland. Solche Gesundheitsbezogene Grenzwerte sind keine Grenzwerte im gesetzlichen Sinne und folglich auch nicht in Verordnungen niedergelegt. Vielmehr sind es toxikologisch begründete Expositionsgrenzwerte, die den Stand der Wissenschaft widerspiegeln. Zu diesen Grenzwerten gehören u. a. der ADI-Wert, der ARfD-Wert und der TDI-Wert.

Die genannten Bewertungsgrößen beziehen sich immer auf eine einzelne Substanz. Über die Wirkungen bei gleichzeitiger Aufnahme mehrerer Schadstoffe ist bisher wenig bekannt.

#### ADI-Wert

Unter der duldbaren Tagesdosis (Acceptable Daily Intake) versteht man diejenige täglich aufgenommene Dosis eines Schadstoffes, die, nach dem Stand des heutigen Wissens, auch bei lebenslanger Aufnahme kein gesundheitliches Risiko für den Menschen darstellt. Grundlage ist der NOAEL-Wert, der durch einen Sicherheitsfaktor von 100 dividiert wird, um die unterschiedlichen Verhältnisse am Menschen zu berücksichtigen. Der ADI-Wert wird angegeben in mg pro kg Körpergewicht.

#### ARfD-Wert

Die „Akute Referenzdosis“ (ARfD) ist definiert als diejenige Substanzmenge pro kg Körpergewicht, die über die Nahrung mit einer Mahlzeit oder innerhalb eines Tages ohne erkennbares Gesundheitsrisiko für den Verbraucher aufgenommen werden kann. Sie wird ebenfalls über NOAEL-Wert ermittelt. Über den prozentualen Ausschöpfungsgrad der ARfD kann die Bewertung von Stoffen, die eine hohe akute Toxizität aufweisen und schon bei einmaliger oder kurzzeitiger Aufnahme gesundheitsschädliche Auswirkungen auslösen können, vorgenommen werden. Bei der Berechnung geht man von möglichst ungünstigen Voraussetzungen („worst-case“ Betrachtungen) aus. Dazu werden u. a. das Körpergewicht von Kindern und die höchste mögliche Verzehrmenge bei einer Mahlzeit berücksichtigt.

**TDI-Wert**

Der TDI-Wert (Tolerable Daily Intake = duldbare tägliche Dosis) ist diejenige tolerierbare Menge eines Wirkstoffes (in mg oder µg pro Kilogramm Körpergewicht und Tag), die für die Gesundheit von Menschen auch bei langfristiger regelmäßiger Aufnahme unbedenklich ist. Er wird auch häufig mit Zusatzangaben, wie t-TDI-Wert (temporärer) oder PMTDI-Wert (Provisional Maximum Tolerable Daily Intake) gearbeitet, die die Vorläufigkeit des Wertes dokumentieren sollen.

**LD<sub>50</sub>-Wert**

Der LD<sub>50</sub>-Wert (letale Dosis 50) gibt die Menge eines Schadstoffes in mg pro kg Körpergewicht an, bei der im Tierversuch 50 % der Versuchstiere sterben. Er ist Ausdruck der akuten Toxizität, das heißt der tödlichen Dosis bei einmaliger Zufuhr durch den Mund oder die Atmungsorgane. Je größer der LD<sub>50</sub>-Wert ist, desto geringer ist die Toxizität des Stoffes.

**NOAEL-Wert**

Der NOAEL-Wert (No Observed Adverse Effect Level) bezeichnet diejenige Menge Wirkstoff in mg pro kg Körpergewicht und Tag, die beim sensibelsten Versuchstier weder funktionelle noch strukturelle Veränderungen erkennen lässt, auch wenn dieser Stoff über einen längeren Zeitraum verabreicht wird. Der NOAEL-Wert dient als Grundlage für die Bemessung der zumutbaren Belastung für den Menschen unter Verwendung von Sicherheitsaufschlägen. Manchmal wird auch der LOAEL-Wert (Lowest Observed Adverse Effekt Level) verwendet.

**Höchstmengen**

Gesetzlich festgelegte, höchstens erlaubte Rückstandsmengen einzelner Schadstoffe (z. B. Pflanzenbehandlungsmittel) im fertigen Erzeugnis. Als Grundlage werden überwiegend ADI- und ARfD-Wert herangezogen.

**Richtwert**

Der Richtwert hat keine Gesetzeskraft. Er beschreibt die vorgefundene Belastungssituation und stellt lediglich eine Orientierungshilfe bei der Beurteilung von Schadstoffgehalten dar. Für Richtwert steht auch häufig „Toleranzwert“. Bei Keimgehalten in Lebensmitteln wird auch der Begriff „Warnwert“ benutzt.

**1.3.1.2 Natürliche Schadstoffe****Natürliche Schadstoffe in Pflanzen**

Lebensmittel bestehen aus Tausenden von Stoffen, von denen weniger als einhundert tatsächlich eine ernährungsphysiologische Bedeutung haben. Es ist dabei nicht verwunderlich, dass in einer so großen Stoffansammlung auch Stoffe enthalten sind, die ihrer Natur nach schädigend auf den menschlichen Stoffwechsel wirken. Zu den bekannteren gehören beispielsweise das giftige Alkaloid Solanin, das in unreifen bzw. in grünen Kartoffelknollen vorkommt und zu Erbrechen, Atemnot und Bewusstlosigkeit führen kann, das Cumarin in Cassia-Zimt und Waldmeister (krebsverdächtig), das Coffein in Kaffee und Tee (zentrale Erregung,

Herzbeschwerden) und die so genannten cyanogenen Glykoside (z. B. in bitteren Mandeln), aus denen durch pflanzeneigene Enzyme Blausäure freigesetzt wird. Bei sachgerechtem Umgang mit den Lebensmitteln stellen diese Schadstoffe jedoch keine Gefahr dar.

#### **Anorganische Stoffe**

Beispielhaft soll hier das Uran angeführt werden. Es ist ein Schwermetall und in der Natur weit verbreitet. Spuren sind also auch in Lebensmitteln vorhanden. Besonders betroffen können natürliche Mineralwässer sein, da diese ihren Ursprung in unterirdischen, vor Verunreinigungen geschützten Wasservorkommen haben.

#### **Myko- und Bakterientoxine**

Auch Stoffwechselprodukte von Pilzen und Bakterien können toxische Eigenschaften haben. Zu den stärksten Giften unter den Mykotoxinen zählen die Aflatoxine, bei den Bakterientoxinen ist es das Botulismus-Toxin (siehe auch unter „Mikrobiologie/Hygiene“).

### 1.3.1.3 Schadstoffe aus der Tier- und Pflanzenproduktion

#### **Anabolika**

Unter Anabolika versteht man eine Gruppe natürlicher Sexualhormone und deren künstliche Abkömmlinge. Zu ihnen zählen beispielsweise die Östrogene. Durch Anabolika kann ein verbesserter Fleischzuwachs bei der Tiermast (bis zu 20 %) erreicht werden. Die Verabreichung ist jedoch verboten. Vor Jahren ist vor allem das in der Kälbermast illegal verwendete (künstliche) DES (Diethylstilböstrol) bekannt geworden.

#### **Antibiotika und Chemotherapeutika**

Antibiotika werden gegen Infektionskrankheiten beim Tier eingesetzt. Zu ihnen zählen z. B. Penicilline, Tetracycline, Sulfonamide und Chloramphenicol. Wegen der positiven Nebenwirkungen der Antibiotika (optimale Futterauswertung, verbessertes Wachstum der Tiere, Haltbarkeit des Fleisches) besteht die Gefahr, dass sie verbotswidrig bei der Mast auch gesunden Tieren verabreicht werden. Die Verabreichung von Antibiotika und Chemotherapeutika bei Tieren erfordert die Einhaltung von Wartezeiten, da sonst über tierische Produkte oder Schlachtfleisch diese Mittel in den menschlichen Körper gelangen können (Folgen: fördert Bildung von resistenten Mikroorganismen im menschlichen Körper, Auslösung von Allergien bei empfindlichen Personen, Störung der Säuerung von Milch bei der Erzeugung von Milchprodukten).

#### **Pestizide**

Pestizide ist ein Sammelbegriff für alle chemischen Vorratsschutz-, Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel einschließlich deren Zusatz- und Begleitstoffe. Gesetzliche Höchstmengenregelungen schreiben die für unbe-

denklich gehaltenen Mengen an Rückständen in pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln fest. Die wichtigsten Gruppen der Pestizide sind: Insektizide (Mittel gegen saugende Insekten), Fungizide (Mittel gegen Pilzkrankungen), Herbizide (Unkraubekämpfungsmittel) und Begasungsmittel (für den Vorratsschutz). Nachdem man erkannt hat, dass chlorierte Pflanzenschutzmittel sehr schwer abbaubar sein können (Paradebeispiel ist das DDT), werden heute überwiegend nur noch schnell abbaubare Mittel eingesetzt.

Aus Ergebnissen der amtlichen Lebensmittelüberwachung ist zu ersehen, dass nur in etwa 50 % der Stichproben von Obst und Gemüse Rückstände nachgewiesen werden können. Die Rückstandsmengen liegen jedoch bis auf wenige Ausnahmen unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte. Zunehmend werden auch Erzeugnisse gefunden, die mehr als einen Wirkstoff enthalten. Auch wenn die gesundheitliche Gefahr für Verbraucher gering ist, stellt die Anwendung chemischer Bekämpfungsmittel einen zu überdenkenden Eingriff in das ökologische Gleichgewicht dar.

#### **Thyreostatika**

Thyreostatika sind Mittel, deren unzulässiger Einsatz beim Mästen von Tieren beobachtet wird. Die Hauptwirkung besteht in der Hemmung der Schilddrüsenfunktion, so dass beim ruhenden Tier der Grundumsatz (Energieverbrauch) gesenkt und damit eine deutliche Gewichtszunahme erreicht wird. Das ist jedoch in erster Linie auf eine vermehrte Füllung des Magen-Darm-Traktes, verbunden mit einer Wasseranlagerung, zurückzuführen. Dabei wird die Gewebsflüssigkeit erhöht und die Wasserausscheidung durch die Niere verzögert. Ein echter Masteffekt wird nur in untergeordnetem Maße erreicht (Folgen: der Verbraucher erhält wässriges Fleisch, die Wirkstoffgruppe kann im Tier Tumore erzeugen).

#### **Tranquilizer**

Tranquilizer (Beruhigungsmittel) sind Psychopharmaka mit dämpfender Wirkung. Über den illegalen Einsatz bei Schlachttieren (Schweinen), um Angst-, Spannungs- und Erregungszustände abzubauen, wird häufig berichtet.

#### **Wachstumsregulatoren**

Einige Stoffe, die pflanzliche Lebensvorgänge beeinflussen, können chemisch nachgebaut werden und bewirken beim Auftragen in geringster Konzentration beispielsweise das Ausdünnen des Fruchtansatzes oder das Verkürzen der Halm-länge bei Getreide. Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit sind noch nicht genügend erforscht. Es besteht der Verdacht, dass diese Mittel bzw. ihre Abbauprodukte auch karzinogene Eigenschaften haben.

##### **1.3.1.4 Schadstoffe aus der Lebensmittelerzeugung und -verarbeitung**

Bei der Herstellung bzw. der Vor- und Zubereitung von Lebensmitteln können aus normalen Lebensmittelinhaltsstoffen durch Reaktion untereinander oder mit technologischen Hilfsstoffen sowie durch verfahrenseigene Gegebenheiten toxische Verbindungen entstehen.

**Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (Polycyclen) entstehen bei der schwelenden Hitzezersetzung von organischen Materialien. Eine Reihe von ihnen gilt als krebserzeugend, wie das als analytische Leitsubstanz fungierende Benz(a)pyren. Die Gefahr einer Kontamination bei Lebensmitteln besteht durch Räuchertechniken. Der Gesetzgeber hat festgelegt, dass nur so geräuchert werden darf, dass nicht mehr als 5 µg (5 Millionstel Gramm) Benzo(a)pyren in einem kg Fleischerzeugnis enthalten sein darf. Polycyclen sind in großen Mengen im Tabakrauch enthalten und entstehen auch beim Grillen.

**Nitrat, Nitrit, Nitrosamine**

Nitrat wird im Boden aus organischer Materie über Ammoniumverbindungen unter dem Einfluss von Mikroorganismen gebildet. Nitrat ist für die Pflanze kein Schadstoff, sondern als Stickstoffquelle sogar unentbehrlich. Weil die Pflanzen Nitrat direkt verwerten können, wird es auch als Minereraldünger dem Boden künstlich zugeführt. Überdüngung führt zur Belastung des Grundwassers und zur Anreicherung von Nitrat in den Nutzpflanzen.

Nitrat ist in der Diskussion, weil es unter bestimmten Bedingungen zum giftigen Nitrit umgewandelt werden kann. Nitrit verändert die Bluteigenschaften und kann theoretisch bei Säuglingen zur so genannten „Blausucht“ führen. Nitrat und Nitrit sind vermutlich auch Ausgangsstoffe für die Bildung karzinogener N-Nitroso-Verbindungen im Körper. Nitrat und Nitrit werden Fleischerzeugnissen zur Haltbarmachung und zur Veränderung der Geschmackseigenschaften bewusst zugesetzt (Umröten, Pökeln). Nitrosamine sind organische, krebserzeugende Verbindungen, die sich in Lebensmitteln wahrscheinlich durch Reaktion von Aminen (aus Eiweißstoffen) mit Nahrungsnitrat bzw. -nitrit bilden sollen. Die gesetzliche Einschränkung der Verwendung von Nitritpökelsalz in der Fleischverarbeitung soll die Bildung und die Aufnahme von Nitrosaminen durch die Nahrung reduzieren.

**Acrylamid**

Acrylamid entsteht bei der Maillard-Reaktion durch Überhitzung von Stärken, insbesondere beim Frittieren, Braten, Backen, Grillen oder Rösten. Ein wichtiger Ausgangsstoff für die Acrylamidbildung in Lebensmitteln ist die Aminosäure Asparagin, die vor allem in Kartoffeln und in Getreide vorkommt und mit reduzierenden Zuckern (Fructose, Glucose) bei Hitzeinwirkung über 120 °C zu Acrylamid reagiert. Besonders viel Acrylamid entsteht, wenn Kartoffel- und getreidehaltige Lebensmittel trocken über 180 °C erhitzt werden. Besonders betroffen sind Produkte wie Pommes Frites, Kartoffelchips, Bratkartoffeln, Brot, Kekse u. Ä., auch wenn sie im Haushalt zubereitet wurden. Grenzwerte für Gehalte an Acrylamid gibt es noch nicht, es wurden lediglich Signalwerte festgelegt. Acrylamid wirkt im Tierversuch Erbgut verändernd und Krebs erzeugend (siehe auch Exkurs „Acrylamid – Schadstoffminimierung ist das Ziel“, Abschnitt 2.4.2.3).

**Furan**

Auch das schädliche Furan wurde in Lebensmitteln festgestellt, die einen Erhitzungsprozess durchlaufen haben. Nachgewiesen wurde es in Fleisch und Gemüsekonserven, Gläschennahrung, Kaffee und Brot. Die Bildungswege sind im Einzelnen noch unbekannt. Vermutet wird, dass Aminosäuren und Kohlenhydrate sowie mehrfach ungesättigte Fettsäuren an der Bildung beteiligt sein können. Furan kommt natürlicherweise in Öl vor, das aus dem Harz von Nadelhölzern gewonnen wird. Es gehört nicht zu der namensähnlichen Stoffgruppe der Dibenzofurane, die dioxinähnliche Eigenschaften haben und ebenfalls kurz „Furane“ genannt werden.

**Chlorpropanole**

Als Leitsubstanz für diese Gruppe von unerwünschten Stoffen gilt das 3-Monochlorpropanol (3-MCPD). Es entsteht bei der Herstellung von Sojasoße oder hydrolysiertem Pflanzenprotein (HVP) aus Glycerin und Chlor. Die Bildung von 3-MCPD ist jedoch auch möglich, wenn fett- und salzhaltige Lebensmittel hohen Temperaturen ausgesetzt werden, wie beispielsweise beim Backen von Brot und Rösten von Toastbrot. 3-MCPD hat im Tierversuch in höheren Dosen tumorbildend gewirkt. Zwischenzeitlich gibt es eine Höchstgehaltsregelung.

**Benzol**

Benzol ist ein Schadstoff aus der Umwelt, der überwiegend über die Luft aufgenommen wird und krebserregend und keimzellschädigend wirkt. Seit längerem wird vermutet, dass sich auch in Lebensmitteln aus dem Konservierungsstoff Benzoessäure (E 210) Spuren von Benzol bilden. Beobachtet wurde dies zuerst bei alkoholfreien Erfrischungsgetränken, die Benzoessäure und Ascorbinsäure (Vitamin C, E 300) enthielten. Weitergehende Untersuchungen deuten daraufhin, dass auch in anderen mit Benzoessäure konservierten Lebensmitteln Benzol nachzuweisen ist.

**Acrolein**

Bei der Überhitzung von Fetten kann sich stechend riechendes und stark Schleimhaut reizendes Acrolein (Acrylaldehyd) bilden.

**Ethylcarbammat**

Ethylcarbammat hat gentoxische und krebserregende Eigenschaften und kann natürlicherweise in fermentierten Lebensmitteln und Getränken vorkommen. Besonders betroffen können Steinobstbrände sein. Die durch enzymatische Spaltung in den Steinen gebundene Blausäure geht bei der Destillation der Maische in das Destillat über und reagiert mit dem Ethylalkohol zu Ethylcarbammat. Der Reaktionsprozess wird durch Lichteinwirkung induziert.

**Heterocyclische aromatische Amine (HCAs)**

HCAs bilden eine Gruppe von Verbindungen die durch lange und hohe Erhitzung von Fleisch und Fisch aus Aminosäuren, Kohlenhydraten und Kreatinin

entstehen. Sie zeigen mutagene und kanzerogene Eigenschaften. Ihre Zufuhr mit der Nahrung sollte reduziert werden. Insbesondere gelingt dies durch geringeren Fleischverzehr oder Vermeidung von Zubereitungstemperaturen, die über 150 °C liegen.

#### 1.3.1.5 Schadstoffe aus Verpackungsmaterialien

Der Übergang von Schadstoffen aus Verpackungsmaterialien in die umhüllten Lebensmittel wird Migration genannt. Die Vielzahl der zur Verpackung verwendeten Materialien bewirkt, dass auch immer mehr Substanzen bekannt werden, die ein Gesundheitsgefährdendes Potenzial haben. Meist sind diese Substanzen Zuschlagsstoffe aus der Herstellung der Verpackungen, von denen man bisher nicht vermutete, dass sie in das Lebensmittel übergehen könnten.

##### Monomere

Besondere Bedeutung haben hier seit jeher Rückstände von Kunststoff-Monomeren, wie Vinylchlorid, Vinylidenchlorid, Styrol oder Acrylnitril, die als Ausgangsstoffe der Kunststoffproduktion gelten. Bisphenyl A ist eine Chemikalie, die für die Herstellung von großen Mengen Polycarbonat-Kunststoffen und Kunstharzen verwendet wird. Aus Ihnen werden Babyflaschen, Trinkbecher, Plastikgeschirr oder auch die Innenbeschichtung (Lackierung) von Konservendosen gefertigt. Aus diesen Erzeugnissen können geringe Mengen BPA in die darin befindlichen Lebensmittel migrieren. Bisphenyl A gehört zu einer Gruppe von Substanzen, die hormonähnlich (östrogen) wirken können und deshalb besondere Ängste auslösen. Für die Substanz ist europaweit eine duldbare tägliche Aufnahmemenge (TDI) von 10 µg BPA pro Kilogramm Körpergewicht festgelegt. Außerdem gibt es, basierend auf diesem TDI-Wert, eine Mengengrenzung für den zulässigen Übergang von Bisphenyl A in Lebensmittel von 0,6 mg/kg. Allerdings ist der Kenntnisstand über östrogenartige Wirkungen von BPA im Niedrigdosisbereich noch unzureichend.

##### Additive

Kunststoffen werden Additive zugesetzt, um Materialeigenschaften zu beeinflussen, u. a. sind das Weichmacher (verringern Härte und Sprödigkeit), Stabilisatoren (schützen vor schädigenden Einflüssen und erhöhen die Lebensdauer) und Farbstoffe (organische Farbstoffe und Pigmente).

Diethylhexylphthalat (synonym: Dioctylphthalat – DPD) war in der Vergangenheit der am häufigsten verwendete Weichmacher. Nachdem festgestellt wurde, dass DEHP umwelt- und gesundheitsschädlich ist, wird die europäische Industrie weitgehend auf seinen Einsatz verzichten.

Dichtungsmassen in Schraubverschlüssen für Gläser und Flaschen bestehen aus Kunststoff und können Weichmacher, wie Phthalate und epoxidiertes Sojaöl (ESPO) insbesondere an fetthaltige Lebensmittel abgeben. Ebenfalls in Dichtungsmassen wurden Spuren von Semicarbazid gefunden, eine Substanz die sich aus Azodicarbonamid, einem Treibmittel aus der Produktion der Deckeldichtungen, bildet.

Isopropylthioxanthon (IPX) ist eine Verbindung, die als Photoinitiator (Farbfixer) in UV-härtenden Offset-Druckfarben verwendet wird. Rückstände wurden in Lebensmitteln, die in Verbundkartonverpackungen abgepackt waren, gefunden. Für alle diese Stoffe gilt, dass genaue Erkenntnisse über die Toxizität nur unzureichend vorhanden sind. Nach dem Vorsorgeprinzip gilt es eine Minimierung in Lebensmitteln anzustreben.

#### 1.3.1.6 Umweltchemikalien

##### Chlorierte Kohlenwasserstoffe

###### *Polychlorierte Biphenyle (PCB), Pentachlorphenol (PCP)*

Unter den Umweltchemikalien haben chlorierte Verbindungen wegen ihrer schlechten Abbaubarkeit eine besondere Bedeutung erlangt. Nach dem Verbot der Anwendung von DDT sind jetzt auch die polychlorierten Biphenyle (PCB; Vorkommen: Transformatorenflüssigkeit, Hilfsstoff für viele technische Produkte) und das Pentachlorphenol (PCP; Vorkommen: ältere Holzschutzmittel; jetzt allerdings mit gesetzlichen Anwendungsbeschränkungen belegt) in die Diskussion geraten. Besonders PCB ist in der Umwelt bereits ubiquitär vorhanden. Für Lebensmittel sind Kontaminationen mit einfachen PCB in der Schadstoff-Höchstmengenverordnung (SHmV) geregelt.

###### *Dioxine*

Kurzbezeichnung für die Stoffgruppe der polychlorierten Dibenzodioxine (PCDD) und der mit ihnen chemisch eng verwandten polychlorierten Dibenzofurane (PCDF). Von ihnen gibt es 210 verschiedene Chlorhomologe und Stellungsisomere, aber nur wenige von ihnen sind toxisch. Als extrem giftig wurde dabei das 2,3,7,8-Tetrachlordibenzoparadioxin („Seveso-Gift“) erkannt. Dioxine entstehen unter anderem durch unsachgemäße Verbrennung chlorhaltiger organischer Stoffe (mit Pentachlorphenol imprägnierte Hölzer, PCB-haltige Altöle und Transformatorenöle). Auch mit Chlor gebleichte Kartonagen und Papiere können Dioxine abgeben. Eine Lebensmittel-Höchstmengenregelung findet sich für Dibenzo-p-dioxine (PCDD), Dibenzofurane (PCDF) und Dioxinähnliche PCB in der Kontaminanten-HöchstgehaltsVO.

##### Organische Lösungsmittel

Organische Lösungsmittel sind Chemikalien, die meist nur in Spuren in Lebensmitteln anzutreffen sind. Sie werden oft durch Umwelteinflüsse, aber auch durch technologische Manipulationen in die Lebensmittel eingebracht. Typische Beispiele sind die Kontamination mit Perchlorethylen durch chemische Reinigungsbetriebe und die allgemeine Verunreinigung von Grundwässern mit halogenierten Kohlenwasserstoffen. Da einige von ihnen besonders gute Fettlösungsmittel sind (Perchlorethylen, Hexan), werden sie auch zur Extraktion von Presskuchen bei allen Fettgewinnungsprozessen eingesetzt. Beobachtet wurden Rückstände in Hühnereiern, bei denen die Legehennen mit Futtermehl aus extrahierten Ölpresskuchen gefüttert wurden, und in Olivenöl bzw. Kakaobutter.

Seit einigen Jahren regelt die SHmV den Gehalt an Perchlorethylen, Trichlorethylen und Chloroform in Lebensmitteln. Sind mehr als 0,1 mg von einem dieser Stoffe oder mehr als 0,2 mg insgesamt an Lösungsmitteln im kg Lebensmittel enthalten, sind diese nicht mehr verkehrsfähig. Für Trinkwasser gelten gesetzlich festgelegte, viel niedrigere Grenzwerte.

#### **Perfluorierte Tenside**

Bei dieser Stoffgruppe handelt es sich um oberflächenaktive Verbindungen, die in der Textilindustrie zur Herstellung von atmungsaktiver Kleidung und in der Papierindustrie zur Herstellung von Schmutz, Fett und Wasser abweisenden Papieren verwendet werden. Auch der Kunststoff Polytetrafluorethylen (Teflon zur Pfannenbeschichtung) wird mit perfluorierten Tensiden hergestellt. Zu den wichtigsten Vertretern der Stoffgruppe gehören das Perfluorooctansulfonat (PFOS) und die Perfluorooctansäure (PFOA). PFT gelten als persistent, sie reichern sich in der Umwelt an und werden nur schwer abgebaut. Rückstände wurden in Lebensmitteln, in Muttermilch und im menschlichen Fettgewebe festgestellt. Im Trinkwasser stellte man erhöhte Gehalte an perfluorierte Tenside fest, die auf eine unzulässige Ausbringung von Düngern aus Industrieabfällen auf landwirtschaftliche Flächen in der Nähe von Flüssen herrührten. In der Europäischen Union ist man bemüht den Verwendungsbereich von PFT einzuschränken. Eine genaue Abschätzung des gesundheitlichen Risikos ist noch nicht möglich.

#### **Radioaktivität**

Radioaktivität bedeutet, dass sich ein Atomkern unter Abgabe von Energie in einen anderen Atomkern verwandelt. Beim radioaktiven Zerfall werden drei verschiedene Arten von Strahlen frei: Alphastrahlen (Heliumkerne, Eindringtiefe in biologisches Material nur wenige Bruchteile eines Millimeters), Betastrahlen (Elektronen, Eindringtiefe in organisches Material ca. 1 cm), Gammastrahlen (elektromagnetische Wellen, große Eindringtiefe). Das Maß für die Radioaktivität ist das Becquerel (Bq), wobei 1 Becquerel = 1 Zerfall pro Sekunde bedeutet. Die durch Radioaktivität im Körper verursachte Schädigung wird in Sievert (Sv, alte Einheit: rem, 1 Sv = 100 rem) angegeben. Die Radioaktivität in Lebensmitteln hat nach der Einstellung der Atombombenversuche in der Atmosphäre in den sechziger Jahren erst wieder durch Reaktorunfälle Bedeutung erlangt.

Die Radioaktivität darf nicht mit der Bestrahlung von Lebensmitteln verwechselt werden. Diese ist eine besondere Art der Konservierung. Hierbei werden die beim radioaktiven Zerfall freiwerdenden, energiereichen Strahlen benutzt, um Zellen von Mikroorganismen in Lebensmitteln abzutöten (s. Abschnitt 1.3.3 „Bestrahlung von Lebensmitteln“, S. 80).

#### **Schwermetalle**

Schwermetalle sind natürliche Bestandteile der Erdkruste und deshalb auch von Natur aus in jedem Boden vorhanden. Viele Schwermetalle sind für den

**Tabelle 1.12** PTWI-Richtwerte für einige Schwermetalle (WHO/FAO 1993).

	WHO-Richtwert pro Woche	Richtwert berechnet auf 70-kg-Person pro Woche
Blei	0,025 mg/kg Körpergewicht	1,75 mg
Cadmium	0,007 mg/kg Körpergewicht	0,49 mg
Quecksilber	0,005 mg/kg Körpergewicht	0,35 mg

menschlichen Körper in geringen Mengen lebensnotwendig und müssen biologisch verfügbar sein. In höheren Dosierungen können sie jedoch auch gesundheitlich bedenklich sein. Dies trifft besonders für Blei, Cadmium, Thallium und Quecksilber zu, die durch Abwässer, Abfälle und industrielle Emissionen in unkontrollierbaren Mengen zusätzlich zu den natürlichen Bodengehalten in die Umwelt und damit auch in unsere Nahrungskette gelangen. Ihre Gehalte liegen bereits in vielen Lebensmitteln über den „Normalwerten“, so dass es ratsam ist, ihre Gehalte ständig zu beobachten. Für sie hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) vorläufig tolerierbare wöchentliche Höchstaufnahmemengen, so genannte PTWI-Werte (provisional tolerable weekly intake), festgelegt.

Die Angaben über das Erreichen dieser tolerierbaren Höchstmengen sind widersprüchlich. Berechnet man sie über die Annahme des Verzehrs eines theoretischen „Warenkorbes“, so kommt man zu erheblich höheren Werten als bei der analytischen Untersuchung an den tatsächlich verzehrten Lebensmitteln. Im letzteren Falle sind nur etwa 10 bis 15 % der Höchstmengen ausgeschöpft.

In der EU-Kontaminanten-HöchstgehaltVO werden für Fleisch, Fisch, Getreide, Gemüse und Obst handlungsbezogene Grenzwerte an Schwermetallgehalten festgelegt. Nicht gesetzlich geregelt sind bisher Gehalte in Lebensmitteln, die natürlicherweise hohe Mengen an Schwermetallen beinhalten. In Bezug auf das Cadmium sind hier insbesondere Kakao, Leinsamen, Tabak und einige Wildpilze (Anischampignon) zu nennen.

#### *Cadmium*

Erkrankungen durch das Schwermetall Cadmium wurden bereits zwischen 1939 und 1945 aus Japan berichtet. Die dort regional begrenzte, erstmals beobachtete Itai-Itai-Krankheit äußert sich in Gelenkschmerzen und Knochenerweichung, die durch den Austausch von Calcium gegen Cadmium hervorgerufen wird. Cadmiumsalze aus ins Meer geleiteten Abwässern verseuchten damals Muscheln und Tintenfische mit bis zu 100 mg pro kg. Vergleichbare Gehalte sind in Fisch unserer Breiten glücklicherweise nicht zu finden. Gefährdet sind Fische, die am Fluss- oder Seeboden leben und dort vermehrt Cadmium aus dem Bodenschlamm aufnehmen können. In umweltbelasteten Gebieten machen sich erhöhte Rückstände zuerst in Leber und anderen Innereien bemerkbar. Eine große Kontaminationsquelle für Cadmium ist auch der Tabakrauch.

**Quecksilber**

Die Vergiftung mit Quecksilber führt zur Minamata-Krankheit (Nervenerkrankung). Besonders gefährlich sind organische Quecksilberverbindungen (Methylquecksilber), die sich durch mikrobiologische Umsetzung im Bodensediment aus anorganischen Quecksilbersalzen bilden. Im Verlauf der Nahrungskette (Plankton, Algen, Friedfisch, Raubfisch, Mensch) können sie sich erheblich anreichern.

**1.3.1.7 Wissenswertes für die Praxis**

Ihren Gehalt an Schadstoffen kann man Lebensmitteln in der Regel nicht ansehen. Gründliches Waschen kann allerdings in jedem Falle an der Oberfläche haftende Schadstoffe weitgehend entfernen.

Wer Konserven selbst einkocht, muss umsichtig vorgehen. Während Obstkonserven wegen ihres hohen Säuregehaltes schon bei Temperaturen unter 100 °C kurzzeitig sterilisiert werden können, brauchen Gemüse, Fleisch und Fleischerzeugnisse dafür Temperaturen von weit über 100 °C (oder eine lange Einkochzeit bei 100 °C). Wenn auch die lebenden Bakterienzellen durch Hitze schnell abgetötet werden, so besteht doch die Gefahr, dass ihre Überdauerungsorgane (die Sporen) gerade in diesen Substraten überleben können. Speziell für Sporen des gefährlichen Lebensmittelvergifters *Clostridium botulinum* finden sich hier unter Luftabschluss günstige Auskeimungsbedingungen.

Vergiftungen durch Botulismus waren früher häufig zu beobachten. Erst durch das herstellen von Koserven nach industriellen Maßstäben konnte diese „hausgemachte“ Vergiftung drastisch reduziert werden.

**1.3.2****Mikrobiologie und Hygiene**

Lebensmittel sind der Nährboden für eine Vielzahl von Kleinstlebewesen (Mikroorganismen, Mikroben). Sie sind von Natur aus, teilweise auch in großer Zahl in oder auf Lebensmitteln vorhanden. Entsprechend ihren Lebensbesonderheiten teilt man sie in Gruppen ein: Bakterien, Hefen und Pilze. Alle benutzen Lebensmittelinhaltsstoffe, um aus ihnen Energie für ihre eigenen Lebensvorgänge zu gewinnen. Dabei produzieren sie Stoffwechselprodukte unterschiedlichster Art und vermehren sich. Einige dieser Stoffwechselprodukte können für den Menschen von Nutzen, andere dagegen höchstgradig gefährlich sein. Viele dieser Mikroben, einschließlich ihrer Stoffwechselprodukte, werden vom Menschen mit dem Verzehr von Lebensmitteln verdaut und auch gut vertragen. Einige wenige dagegen können schwere gesundheitliche Störungen verursachen. Die Lebensmittelmikrobiologie ist ein Oberbegriff für alles Wirken von Kleinstlebewesen in der Nahrung, von der Produktion bis zum Verzehr. Die Lebensmittelhygiene ist dabei ein Teilbereich, der sich insbesondere mit den nachteiligen Wirkungsweisen von Bakterien, Hefen und Pilzen und deren Bekämpfung beschäftigt.

#### 1.3.2.1 Technologische Nutzung von Mikroorganismen

Viele Bakterien, Hefen und Pilze werden in der Lebensmittelverarbeitung gezielt eingesetzt. Dabei nutzt man die Fähigkeiten bestimmter Mikroorganismen, Inhaltsstoffe der Lebensmittel zu anderen, für den Menschen wichtigen Stoffverbindungen umzubauen. Einige Beispiele hierzu sind:

- Hefen vergären Zucker zu Alkohol und sind damit für die Produktion alkoholischer Getränke, wie Wein, Bier oder Spirituosen, unentbehrlich. Bei der Vergärung durch Hefen wird das Gas Kohlendioxid frei, womit sich der Einsatz von Hefen zur Teiglockerung bei Backwaren und Pizzas erklären lässt.
- Milchsäurebakterien setzen bestimmte Zuckerarten zu Milchsäure um und werden für die Produktion von Sauerkraut, Joghurts oder Sauerteigbrote (hier in Verbindung mit Hefen) genutzt.
- Besondere Schimmelpilzarten finden in großem Umfange bei der Herstellung besonders edler Käsesorten Verwendung.
- Viele Mikroorganismen wirken mit, wenn bei zahlreichen lebensmitteltechnologischen Vorgängen, die unter dem Begriff „Reife“ zusammengefasst werden, z. B. bei Fleisch, Wurst, Käse oder Butter, geschmackswirksame Stoffumsetzungen erzielt werden.

#### 1.3.2.2 Lebensmittelverderbnis

Lebensmittel verderben mit der Zeit grundsätzlich, wenn sie nicht besonders geschützt werden. Als leicht verderblich bezeichnet man solche Lebensmittel, bei denen es möglich ist, dass Mikroorganismen innerhalb weniger Stunden oder Tage durch Stoffwechselumsetzungen oder durch eigene Vermehrung die Lebensmittel für den Verzehr ungeeignet machen können. Zu ihnen zählen viele eiweißreiche oder wasserreiche Lebensmittel, wie Fisch, frisches Fleisch, Sahnebackwaren oder geöffnete Erfrischungsgetränke. Obst- und Gemüsefrüchte oder Kartoffeln sind dagegen länger haltbar. Sie „leben“ im pflanzenphysiologischen Sinne auch nach Abtrennung von der Pflanze noch für einen Zeitraum selbstständig weiter. Es laufen Lebensvorgänge ab, die das Eindringen von Mikroben verhindern. Erst Stoß- und Druckstellen oder Überreife führen zu Beschädigungen, die einen Befall mit Mikroben ermöglichen. Die Folge sind Fäulnis und Verderb. Viele dieser Verderbniserscheinungen sind mit der Entstehung übler Gerüche und gesundheitlich bedenklicher Zwischenprodukte (z. B. biogene Amine) verbunden. Der Genuss so verdorbener Lebensmittel kann auch zu Erkrankungen führen.

#### 1.3.2.3 Lebensmittelvergiftungen

Lebensmittelvergifter sind einzelne Mikrobenarten, die entweder durch giftige Stoffwechselprodukte, die so genannten Toxine, Lebensmittel vergiften oder bei Erreichen bestimmter Keimzahlen im menschlichen Körper selbst Infektionen auslösen können. Wichtige Verursacher von Lebensmittelinfektionen sind Keime der Salmonella-Gruppe, die zu einer schweren Durchfallerkrankung, der Salmonellose, führen. Von Lebensmittelintoxikationen spricht man, wenn

giftige Toxine in Lebensmitteln Krankheitssymptome verursachen. Toxine des Bakteriums *Clostridium botulinum* führen zur eigentlichen, oft immer noch tödlich verlaufenden „Lebensmittelvergiftung“ (Botulismus). Hervorgerufen wird sie durch eine Keimart, die sich unter Luftabschluss vermehren kann und typisch für untersterilisierte Konserven ist. Auch durch langes Warmhalten von Spiesen bis etwa 40 °C kann es zur explosionsartigen Vermehrung von Keimen (z. B. Staphylokokken) kommen, die auch gesundheitlich bedenkliche Toxine bilden. Sie sind häufig die Ursache für leichtere Lebensmittelvergiftungen, deren Symptome meist Brech-Durchfälle und Kreislaufschwächen sind.

Mykotoxine sind die von Schimmelpilzen gebildeten Giftstoffe. Wichtige Vertreter dieser Gruppe sind die Aflatoxine, die zu den stärksten bisher bekannten Leberkanzerogenen gehören. Sie sind zuerst in Erdnüssen gefunden worden. Für Aflatoxine hat der Gesetzgeber in Lebensmitteln Grenzwerte festgelegt. Auch das Patulin (Stoffwechselprodukt von verschiedenen Schimmelpilzen der Penicillium- und Aspergillus-Gruppe) in faulem Obst und Gemüse sowie das Ochratoxin (gebildet durch *Aspergillus ochraceus*) in Getreide sind als Mykotoxine erkannt worden.

#### 1.3.2.4 Beeinflussung des Mikrobewachstums

In der Lebensmitteltechnologie werden viele Möglichkeiten genutzt, unerwünschte Mikroorganismen in Lebensmitteln gänzlich abzutöten oder ihnen vermehrungsunünstige Lebensbedingungen zu bereiten. Eine starke Verringerung der Keimzahlen oder Sterilität wird durch Hitzeeinwirkung (Pasteurisation, Sterilisation oder Ultraschallsterilisation) und Konservierung mit Essig, Milchsäure oder chemische Konservierungsstoffe erreicht. Auch die in der Diskussion befindliche Bestrahlung bezweckt die Abtötung von Keimen. Schlechte Lebensbedingungen für Mikroorganismen werden auch durch Tiefgefrieren, Kühlen, Trocknen, Salzen, Behandeln mit Genusssäuren und Lagern unter Schutzgasatmosphäre oder Vakuum erreicht. Eine der wichtigsten hygienischen Maßnahmen bei der Lebensmittelproduktion ist die Verhinderung zusätzlicher Keimentwicklungen durch unsaubere Produktionsbedingungen. Durch die Untersuchung auf bestimmte Indikatorkeime (*Escherichia coli*, coliforme Keime, Enterokokken) können Gefahren durch fäkale Verunreinigungen entdeckt werden.

#### 1.3.3

##### Bestrahlung von Lebensmitteln

Ein Traum(a) wird wahr; die Behandlung von Lebensmitteln (getrocknete aromatische Kräuter und Gewürze) mit energiereichen, ionisierenden Strahlen mittels Gammastrahlen der Radionuklide  $^{60}\text{Co}$  oder  $^{137}\text{Cs}$  mit einer Dosis von maximal 10 kGy oder durch Röntgenstrahlen mit einer Energie bis zu 5 MeV oder Elektronen mit einer Energie bis zu 10 MeV wird mit der Lebensmittelbestrahlungsverordnung zugelassen. Diese Energiemenge ist ausreichend, um aus den Elektronenhüllen der Atome oder Moleküle ein Elektron herauszustößen, nicht aber um mit den Atomkernen reagieren zu können. Nur bei sehr hohen Energien

über 10 MeV besteht die Gefahr, dass sich künstliche Radionuklide aus stabilen natürlichen Atomkernen der Lebensmittel bilden können. Die gebildeten Radionuklide sind aber nur sehr kurzlebig. Ihre Strahlungsenergie liegt weit unter der des natürlichen Kaliumisotops  $^{40}\text{K}$  und um Größenordnungen niedriger als die natürliche Radioaktivität. Eine Gefahr für den Verbraucher entsteht nicht (Baum 1986). Eine so wissenschaftlich nüchterne Betrachtung der Zusammenhänge kann von Verbrauchern kaum erwartet werden, und deren Unkenntnis führt daher häufig zu Verwirrungen; die Furcht vor dem Übergang von Radioaktivität ist aber sicher unbegründet.

Schon seit den 70er Jahren wird die Bestrahlung in vielen Ländern Europas und in Übersee zur Sterilisation (30 bis 50 kGy), Desinfektion (> 10 kGy), Entkeimung (1 bis 7 kGy), Konservierung (1 bis 3 kGy), Reifekontrolle (0,5 bis 1 kGy), Schädlingsbekämpfung (0,2 bis 0,5 kGy) und Keimhemmung (0,05 bis 0,15 kGy) von Lebensmitteln in großem Umfang angewendet (Tabelle 1.13). Auch in Deutschland wird sie bereits lange Zeit zur Sterilisation medizinischer Einwegartikel (75 kGy) genutzt. Aber nicht alle Lebensmittel eignen sich für eine Bestrahlung:

- einige Obst- und Gemüsesorten werden weich oder verfärben sich,
- Milch zeigt bereits bei geringer Strahlendosis Geschmacksveränderungen,
- Kartoffeln zeigen nach dem Kochen eine dunklere Farbe,
- Zwiebeln faulen schneller und werden schneller weich als bei guter, herkömmlicher Lagerung.

Die Lebensmittel verändern sich durch die Bestrahlung sehr vielfältig, meist nur im Spurenbereich, aber leider auch sehr unspezifisch, und zudem sind noch nicht alle Veränderungen bekannt. Unverändert bleibt dagegen der kalorische Nährwert bestrahlter Lebensmittel. Dagegen verändern sich die Vitamingehalte.

Durch die Bestrahlung entstehen im Lebensmittel chemisch äußerst reaktive Verbindungen (Radikale), die entweder mit anderen Inhaltsstoffen direkt zu stabilen Produkten abreagieren oder Startzentrum einer Kettenreaktion werden. Ähnlich der Fettautoxidation kann auch hier die Reaktion z. B. durch Antioxidantien unterbrochen werden.

Teils bilden sich neue Inhaltsstoffe, wie sie auch bei starker Sonneneinwirkung entstehen, teils verändert sich das Aroma (Erdbeeren) oder es vermindert sich (Gewürze). Bei fetthaltigen Produkten werden durch die ionisierende Strahlung chemische Bindungen der Fettbestandteile gezielt gespalten, und es bilden sich den jeweiligen Fettsäuren entsprechende, aber kürzere, teils flüchtige Kohlenwasserstoffe. Besonders leicht angegriffen werden die mehrfach ungesättigten Fettsäuren.

Eiweißverbindungen sind sehr strahlenempfindlich: Peptidbindungen werden gespalten; Aminosäuren unter Bildung von Alkoholen, Säuren, Estern, Aminen usw. abgebaut; aus Phenylalanin bildet sich in Spuren ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) Benzol. Aus Wasser entsteht durch Bestrahlung Wasserstoffperoxid im mg-Bereich. Als bedenklich angesehen werden muss der teilweise Verlust der Vitamine A, B<sub>1</sub>, C und E. Bei Getreide (Hafer) und Ei gehen insbesondere bei Sauerstoffanwesenheit Thiamin und  $\alpha$ -Tocopherol verloren. Im Tierversuch hat eine strahlungsinduzierte

Tabelle 1.13 In den Mitgliedstaaten für Bestrahlung zugelassene Lebensmittel.

<b>Deutschland</b>	Getrocknete aromatische Kräuter und Gewürze
<b>Belgien</b>	Tiefgefrorene Gewürzkräuter, Kartoffeln, Zwiebeln, Knoblauch, Schalotten, Gemüse, Obst (einschließlich Pilze, Tomaten, Rhabarber), Erdbeeren, getrocknete Gemüse und Früchte, Getreide, Getreideflocken und -keime für Milchprodukte, Reismehl, Gummiarabikum, Hühnerfleisch, mechanisch gewonnenes Geflügelfleisch, Innereien von Geflügel, tiefgefrorene Froschschenkel, tiefgefrorene geschälte Garnelen, Garnelen, Eiklar, Fische und Muscheln (einschließlich Aale, Krustentiere und Weichtiere), Kasein, Kaseinate, dehydriertes Blut, Plasma, Koagulate
<b>Frankreich</b>	tiefgefrorene Gewürzkräuter, Zwiebeln, Knoblauch, Schalotten, getrocknete Gemüse und Früchte, Getreideflocken und -keime für Milchprodukte, Reismehl, Gummiarabikum, Geflügel, mechanisch gewonnenes Geflügelfleisch, Innereien von Geflügel, tiefgefrorene Froschschenkel, dehydriertes Blut, Plasma, Koagulate, tiefgefrorene geschälte Garnelen, Eiklar, Kasein, Kaseinate
<b>Italien</b>	Kartoffeln, Zwiebeln, Knoblauch
<b>Niederlande</b>	Hülsenfrüchte, getrocknete Gemüse und Früchte, Getreideflocken, Gummiarabikum, Hühnerfleisch, tiefgefrorene Froschschenkel, Garnelen, Eiklar
<b>England</b>	Kartoffeln, Süßkartoffeln, Zwiebeln, Knoblauch, Schalotten, Gemüse (einschließlich Hülsenfrüchte), Obst (einschließlich Pilze, Tomaten, Rhabarber), Getreide, Geflügel (Hausgeflügel, Gänse, Enten, Perlhühner, Tauben, Wachteln und Truthähne), Fische und Muscheln (einschließlich Aale, Krustentiere und Weichtiere)
<b>Polen</b>	Kartoffeln, Zwiebeln, Knoblauch

In Deutschland ist die Strahlenbehandlung der getrockneten aromatischen Kräuter und Gewürze in Verbindung mit der Verkehrsbezeichnung durch die Angabe „bestrahlt“ oder die Angabe „mit ionisierenden Strahlen behandelt“ kenntlich zu machen.

Vitamin-K-Mangelernährung zu Blutungen geführt. Über weitere Tierversuche mit bestrahlten Lebensmitteln wird in der Literatur berichtet, die teils negativen Aussagen sind jedoch umstritten.

Zum Nachweis einer Strahlenbehandlung stehen heute mehrere Verfahren zur Auswahl. Je nach Art des Lebensmittels werden Thermolumineszenz-Messungen, Photostimulierte Lumineszenzmessungen, gaschromatographische Verfahren oder Verfahren mittels ESR-Spektroskopie (Elektronen-Spin-Resonanz) eingesetzt. Als Screening-Verfahren (Übersichtsverfahren) kann auch der Nachweis bestimmter DNA-Fragmente herangezogen werden. Für die Analytik sind teure Spezialgeräte erforderlich, aber es wird immer weniger Geld bereitgestellt.

## 1.3.4

**Gentechnologie**

Gene sind Träger der Erbinformationen. Lokalisiert sind sie in den Zellkernen und dort speziell in der Desoxyribonukleinsäure (DNS, englisch DNA) der Chromosomen. Die Gentechnologie (auch Gentechnik oder rekombinante DNA-Technik genannt) ist ein wissenschaftliches Teilgebiet der Genetik. Sie beschäftigt sich mit der Entwicklung und technologischen Nutzung von Verfahren, um Erbinformationen (Gene) aus Zellen eines Organismus in Zellen eines anderen Organismus zu übertragen.

**1.3.4.1 Bedeutung und Anwendungsmöglichkeiten**

Schon seit Jahren hat die Gentechnologie bei der Herstellung von wichtigen Arzneimitteln (z. B. Insulin, Impfstoffen und Diagnostika) eine besondere Bedeutung. Aber auch in vielen Bereichen der agrarwirtschaftlichen und technologischen Lebensmittelerzeugung wird an der Anwendung gentechnischer Verfahren gearbeitet. Hierbei sollen ein optimales Pflanzenwachstum auch unter klimatisch ungünstigen Wachstumsbedingungen erreicht als auch Pflanzen mit verbesserten Inhaltsstoffen entwickelt werden. Im Ergebnis soll ein Lebensmittel mit einem verbesserten Nährwert entstehen. Allerdings verneinen noch immer viele Experten einen besonderen Nutzen für den Verbraucher. Kritiker meinen, sie diene nur dazu, Organismen so zu manipulieren, dass Vorteile für technologische Herstellungsverfahren entstehen bzw. Qualitätsdefekte einer übermäßig intensiven landwirtschaftlichen Produktion beseitigt werden.

Gentechnische Verfahren in der Lebensmitteltechnologie lassen sich in drei grundsätzliche Kategorien einteilen:

- Das zum Verzehr bestimmte Lebensmittel wird als solches gentechnisch verändert (Beispiele: Tomaten, Kartoffeln, Fisch).
- Mikroorganismen werden gentechnisch verändert und zur Herstellung von Lebensmitteln eingesetzt, wobei sie im Produkt verbleiben (Beispiele: Joghurt, Bier, Wurst).
- Gentechnisch veränderte Mikroorganismen produzieren großtechnisch Zusatzstoffe oder Enzyme (Beispiele: Aminosäuren, Vitamine, Amylasen), die Lebensmitteln zugesetzt werden und auch dort verbleiben.

**1.3.4.2 Gesundheitliche Auswirkungen**

Über gesundheitliche Risiken, die mit dem Verzehr von gentechnologisch bearbeiteten Lebensmitteln verbunden sein könnten, gibt es bisher keine umfassenden wissenschaftlichen Erkenntnisse. Allerdings weisen toxikologische Untersuchungen zu einzelnen genveränderten Produkten (Labferment Chymosin, Tomaten) auf keine gesundheitlichen Gefahren hin. Trotzdem sind gesundheitsrelevante Effekte gentechnisch veränderter Lebensmittel denkbar. Sie werden von den Gegnern dieser Technologie wegen Fehlens gesicherter Erkenntnisse, auch mit gewisser Berechtigung, immer wieder angeführt.

Solche Wirkungen könnten sein:

- unbeabsichtigte Veränderungen von Nährstoffen in ihrem Gehalt oder ihrer Struktur;
- Entstehung neuartiger oder veränderter Eiweißzusammensetzungen mit erhöhten Risiken für Allergiker;
- veränderte Gehalte von Giftstoffen (Toxinen) in der Nahrung, an die der Körper nicht gewöhnt ist;
- Ausbreitung von Antibiotikaresistenzen;
- Beeinflussung der menschlichen Darmflora durch genveränderte Mikroben.

#### 1.3.4.3 Rechtliche Regelungen

In der Europäischen Gemeinschaft und damit auch in Deutschland sind bei der Vermarktung von gentechnisch veränderten Lebensmitteln spezielle rechtliche Vorschriften zu beachten. Als wesentliche Rechtsgrundlage ist hier die Verordnung (EG) 1829/2003 über genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel zu nennen. Neben diversen Begriffsbestimmungen wie z. B. genetisch veränderter Organismus (GVO) werden Regelungen zu Anforderungen, Zulassung, Überwachung und Kennzeichnung von genetisch veränderten Lebensmitteln und Futtermitteln getroffen. Der Schwellenwert beschreibt die Grenze der Kennzeichnungspflicht beim Nachweis von geringen Anteilen an GMO. Eine Rückverfolgbarkeit wird wie bei Lebensmitteln gefordert.

Weitere Vorschriften für genetisch veränderte Lebensmittel sind in der Novel-Food-Verordnung und in der Verordnung über Neuartige Lebensmittel und Lebensmittelzutaten enthalten.

## 1.4

### Kennzeichnung verpackter Lebensmittel

#### 1.4.1

##### Kennzeichnungsgrundlagen

Vorschriften des deutschen Lebensmittelrechts über die Kennzeichnung verpackter Lebensmittel dienen seit jeher dem Schutz des Verbrauchers vor Täuschung und Übervorteilung. Mit der Schaffung des europäischen Binnenmarktes müssen Kennzeichnungen von Produkten auch europaweit verstanden werden. Nur über eine sachgerechte Deklaration ist es möglich, dass europäische Verbraucher beim Kauf von Lebensmitteln mit gleichen Bezeichnungen dennoch die nationalen Unterschiede erkennen können. Die Kennzeichnungsrichtlinie der EU mussten alle Mitgliedstaaten in nationales Recht übernehmen, in Deutschland wurden daraus die Lebensmittel-Kennzeichnungs-Verordnung, die Fertigpackungs-Verordnung und die Los-Kennzeichnungs-Verordnung.

## 1.4.2

**Die 8 Kennzeichnungselemente**

Die Kennzeichnung besteht grundsätzlich aus den nachfolgend beschriebenen 8 Kennzeichnungselementen. Sie müssen auf der Fertigpackung oder einem Etikett an gut sichtbarer Stelle, in deutscher Sprache, leicht verständlich, deutlich lesbar und unverwischbar angebracht sein. Zusätzliche Auflage ist, dass „Verkehrsbezeichnung“, „Mengenangabe“, „Mindesthaltbarkeits-/Verbrauchsdatum“ und „Alkoholgehaltsangabe“ in zusammenhängender Weise im gleichen Sichtfeld angebracht werden müssen.

**1. Die Verkehrsbezeichnung**

Mit der Verkehrsbezeichnung wird das Produkt beschrieben. Für viele Produkte gibt es im Lebensmittelrecht vorgeschriebene Produktbezeichnungen (z. B. Fruchtsäfte, -getränke, Käse und Milch). Fehlt eine gesetzliche Regelung, so muss eine nach allgemeiner Verkehrsauffassung übliche Bezeichnung gewählt werden oder das Produkt verständlich beschrieben und gegebenenfalls seine Verwendung genannt werden. Hersteller- oder Handelsmarken oder Phantasienamen können die Verkehrsbezeichnung nicht ersetzen.

**2. Die Mengenangabe**

Die Kennzeichnung der Menge eines verpackten Lebensmittels richtet sich nach dem Eichrecht. Nähere Einzelheiten sind in der Fertigpackungs-Verordnung festgelegt. Bei Packungen mit flüssigen Lebensmitteln ist die Mengenangabe nach Volumen vorzunehmen, bei allen anderen Lebensmitteln nach Gewicht (Ausnahmen: Honig, Milcherzeugnisse, Essigessenz und Würzen nach Gewicht, Feinkostsoßen, Senf und Speiseeis nach Volumen).

Auch die Angabe einer Stückzahl ist in Einzelfällen erlaubt (Beispiele: einige Obst- und Gemüsesorten, Süßstofftabletten, Kaugummi oder figürliche Zuckerwaren). Sie kann sogar entfallen, wenn die Packung durchsichtig ist. Ausnahmen sind auch Kleinstpackungen: Hier kann bei einigen Produkten die Füllmengen-kennzeichnung ganz entfallen. Befindet sich ein festes Lebensmittel in einer Aufgussflüssigkeit, so ist neben der Gesamtfüllmenge auch das Abtropfgewicht anzugeben. „Abtropfgewicht“ ist also nicht das Gewicht der abtropfenden Flüssigkeit, sondern das zurückbleibende feste Gut (Obst bei Obstkonserven, Würstchen in der Lake). Bei Fertigpackungen müssen aus technischen Gründen, je nach Füllgut unterschiedlich, geringe Abweichungen von der angegebenen Füllmenge toleriert werden. In der Fertigpackungs-Verordnung ist vorgeschrieben, wie groß solche Abweichungen sein dürfen.

**3. Das Mindesthaltbarkeits- bzw. Verbrauchsdatum**

Das Mindesthaltbarkeitsdatum gibt den Zeitpunkt an, bis zu dem das Lebensmittel bei angemessener Lagerung seine spezifischen Eigenschaften behält. Es dient der Verbraucherinformation und bedeutet nicht, dass nach Ablauf des Datums das Lebensmittel nicht mehr zum Verzehr geeignet ist. Der Hersteller

bürgt bis zu diesem Zeitpunkt für die Qualität des Produktes. Auch darf es nach diesem Termin verkauft werden, allerdings übernimmt dann der Händler für die Beschaffenheit die Verantwortung und ihm obliegt eine erhöhte Sorgfaltspflicht. Das Mindesthaltbarkeitsdatum ist unverschlüsselt mit den Worten „mindestens haltbar bis ...“ unter Angabe von Tag, Monat und Jahr (oder einem Hinweis, an welcher Stelle der Packung sich die Datumsprägung befindet) und unter Hinweis auf eventuell einzuhaltende Temperaturen oder andere Lagerbedingungen anzugeben. Vereinfachungen der Datumsangabe sind möglich.

Es genügt die Angabe von:

Tag/Monat ... bei Haltbarkeit bis zu 3 Monaten,  
 Monat/Jahr ... bei Haltbarkeit von mehr als 3 Monaten,  
 Jahr ... bei Haltbarkeit von mehr als 18 Monaten.

Bei der alleinigen Angabe des Jahres muss es heißen: „mindestens haltbar bis Ende ...“. Die Angabe des Mindesthaltbarkeitsdatums kann bei einigen Erzeugnissen, wie frischem Obst, Gemüse und Kartoffeln sowie alkoholischen Getränken mit mehr als 10 Volumenprozent, Speiseeis in Portionspackungen, Zucker oder Kaugummi, entfallen.

Bei mikrobiologisch sehr leicht verderblichen Lebensmitteln, die nach kurzer Zeit eine unmittelbare Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellen können, ist anstelle des Mindesthaltbarkeitsdatums das Verbrauchsdatum anzugeben. Diesem Datum ist die Angabe „verbrauchen bis ...“ voranzustellen, verbunden mit dem Datum selbst oder einem Hinweis darauf, wo das Datum in der Etikettierung zu finden ist. Diesen Angaben ist eine Beschreibung der einzuhaltenden Aufbewahrungsbedingungen hinzuzufügen. Im Gegensatz zu Lebensmitteln mit Mindesthaltbarkeitsdatum dürfen diese Lebensmittel nach Ablauf des Verbrauchsdatums nicht mehr in den Verkehr gebracht werden.

#### 4. Die Herstellerangabe

Hier sind Firma und Anschrift des Herstellers, des Verpackers oder eines in der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft niedergelassenen Verkäufers anzugeben.

#### 5. Die Zutatenliste

Zutat ist jeder Stoff, einschließlich der Zusatzstoffe, der bei der Herstellung des Lebensmittels verwendet wird und im Enderzeugnis vorhanden ist. Alle Zutaten müssen in einem Verzeichnis (Zutatenliste) in absteigender Reihenfolge ihrer Gewichtsanteile zum Zeitpunkt bei der Herstellung des Lebensmittels aufgeführt werden. Auch hier muss die übliche Verkehrsbezeichnung der Zutaten bei der Aufzählung gewählt werden. Bei einigen Zutaten kann ein in der Kennzeichnungsverordnung festgelegter Klassenname benutzt werden (z. B. „Käse“ für alle möglichen Käsesorten und Mischungen, „Fette“ ergänzt durch die Angabe „tierisch“ oder „pflanzlich“ für alle Fettarten oder Mischungen). Auch bei Zusatzstoffen muss in der Regel eine Klassenbezeichnung angegeben werden, gefolgt von der Verkehrsbezeichnung des Zusatzstoffes oder der E-Nummer (z. B. „Konservie-

rungsstoff Sorbinsäure“ oder „Konservierungsstoff E 200“). Nicht als Zutaten zu finden sind technologisch unwirksame Stoffe („carry over“-Effekt).

#### **6. Die Mengenkennzeichnung von Zutaten (Quid-Regelung)**

Zutaten, die im Zusammenhang mit der Verkehrsbezeichnung angegeben werden oder die auf dem Etikett bildlich dargestellt sind, müssen mengenmäßig (prozentual) angegeben werden. Unter diese Regelung fallen auch Zutaten, die für die Charakterisierung des Lebensmittels von entscheidender Bedeutung sind. So sind beispielsweise die Zutaten Sellerie, Äpfel und Walnüsse in einem Waldorfsalat mengenmäßig anzugeben. Von der Quid-Regelung ausgenommen sind Zutaten, die nur in geringen Mengen zur Geschmacksgebung verwendet werden (z. B. Zitronenkuchen) oder nicht kaufentscheidend sind (z. B. Hefezopf).

#### **7. Die Alkoholgehaltsangabe**

Bei Getränken muss ein vorhandener Alkoholgehalt, wenn er 1,2 Volumenprozent übersteigt, angegeben werden. Die Kennzeichnung ist wie folgt vorzunehmen (Beispiel): „Alkohol 5,1 % vol“ oder „alc 5,1 % vol“.

#### **8. Die Los-Kennzeichnung**

Ein Los ist die Gesamtheit von Verkaufseinheiten eines Lebensmittels, das praktisch unter gleichen Bedingungen erzeugt, hergestellt oder abgepackt wurde. Lebensmittel dürfen nur in den Verkehr gebracht werden, wenn sie mit einer Los-Kennzeichnung (eine Kombination von Buchstaben oder Ziffern) versehen sind. Zur Unterscheidung von anderen Kennzeichnungselementen kann ein „L“ vorangestellt werden.

Von der Los-Kennzeichnung ausgenommen sind z. B. Lebensmittel, bei denen das Mindesthaltbarkeitsdatum oder Verbrauchsdatum unverschlüsselt unter Angabe mindestens des Tages und des Monats angegeben ist, bei Speiseeis-Einzelpackungen oder bei Lebensmitteln in Verpackungen, deren größte Einzelfläche weniger als 10 cm<sup>2</sup> beträgt.

### 1.4.3

#### **Ausnahmen und zusätzliche Angaben**

##### **1.4.3.1 Ausnahmen**

Die Kennzeichnungsverordnung ist mit wenigen Ausnahmen auf fast alle Lebensmittelpackungen anzuwenden. Die Vorschriften gelten nicht für Aromen und Zusatzstoffe. Einige Produkte wie z. B. Butter, Käse, Milch und Konfitüren enthalten darüber hinaus in Spezialverordnungen noch weitergehende Kennzeichnungsregelungen.

Für Produkte nach dem Weingesetz gelten besondere Kennzeichnungsvorschriften.

#### 1.4.3.2 Angabe der Zusammensetzung, Kalorienangabe

Angaben oder Hinweise auf bestimmte Inhaltsstoffe oder Kaloriengehalte sind nach der Nährwertkennzeichnungs-Verordnung nur dann erlaubt, wenn auf den Packungen der Energiegehalt in Kilojoule und die stoffliche Zusammensetzung angegeben sind. Viele der als „light“ bezeichneten Produkte sind hiervon betroffen. Die Angaben werden auch für Produkte gefordert, die als diätetische Erzeugnisse im Sinne der Diät-Verordnung in den Verkehr gebracht werden (siehe Kapitel 16, „Diätetische Lebensmittel“).

#### 1.4.3.3 Warnhinweise

Einige Lebensmittel enthalten aufgrund einer besonderen Zusammensetzung Warnhinweise, die den Verbraucher auf spezielle Gefahren hinweisen sollen. Die Hinweise sind sehr vielfältig, und es sollen an dieser Stelle nur beispielhaft einige aufgeführt werden. Den Warnhinweis „kann bei übermäßigem Verzehr abführend wirken“ tragen Lebensmittel mit hohen Anteilen an Zuckeraustauschstoffen. Auf Lebensmitteln, die den Süßstoff Aspartam enthalten, befindet sich als Hinweis für Empfindliche die Warnung „enthält eine Phenylalaninquelle“. Auch Hinweise auf haushaltstechnische Gebrauchseinschränkungen findet man auf Packungen z. B. bei Fetterzeugnissen mit hohem Wassergehalt: „Zum Braten nicht geeignet.“

#### 1.4.3.4 Hinweise auf produktspezifische Eigenschaften

Viele Lebensmittel-Zusammensetzungen und Bezeichnungen werden in produktspezifischen Verordnungen festgelegt. Für Käse gibt es eine Klassifizierung nach dem Fettgehalt (Angabe der Fettgehaltsstufe oder % Fett i. Tr. = in der Trockenmasse). Bei Fruchtnektaren und Fruchtsaftgetränken muss der prozentuale Fruchtsaftanteil angegeben werden. Bio-Lebensmittel unterliegen einer speziellen Verordnung, die die Bezeichnung „Bio“ regelt.

## 1.5

### Lebensmittelrecht und -überwachung

Die Konzentration der Lebensmittelwirtschaft erfordert es, dass das Lebensmittelrecht länderübergreifend harmonisiert wird. In deutsches Recht fließen heute EU-Verordnungen und EU-Richtlinien neben den hier gültigen nationalen Gesetzen, Verordnungen, Durchführungsvorschriften, Leitlinien sowie Verwaltungsvorschriften der einzelnen Bundesländer ein.

#### 1.5.1

##### Europäisches Recht

Das Europäische Recht ist dem nationalen Recht der einzelnen Mitgliedstaaten übergeordnet. In den letzten Jahren hat sich jedoch innerhalb der Europäischen Union die Vorgehensweise bei der Angleichung des Lebensmittelrechts leicht

verschoben. Gab es vor einigen Jahren noch überwiegend Richtlinien der Europäischen Kommission, so werden jetzt immer häufiger EU-Verordnungen erlassen.

**Verordnungen** sind unmittelbar geltendes Recht in den einzelnen Mitgliedstaaten, so dass dadurch festgelegte Grenzwerte in allen Mitgliedstaaten einheitlich gelten (z. B. Grenzwerte für Mykotoxine oder Pestizide). Von Nachteil erweisen sich teilweise sehr allgemeine Begriffsbestimmungen und Anforderungen. EU-Verordnungen enthalten meist auch keine Sanktionsmöglichkeiten. Sie müssen daher in nationalen Verordnungen länderspezifisch eingebunden werden.

**Richtlinien** geben den groben Rahmen vor. Sie müssen von den einzelnen Mitgliedstaaten innerhalb einer vorgegebenen Zeit in nationales Recht umgesetzt werden. Bei der Umsetzung ergeben sich teilweise Schwierigkeiten. Einerseits dürfen keine Handelshemmnisse aufgebaut werden, andererseits soll sich der gesundheitliche Verbraucherschutz und der Schutz vor Irreführung und Täuschung national nicht verschlechtern.

Beispiele für EU-Verordnungen:

- VO (EG) 178/2002 Lebensmittelrahmenverordnung
- VO (EG) 882/2004 Verordnung über amtliche Kontrollen zur Überprüfung der Einhaltung des Lebensmittel- und Futtermittelrechts sowie Bestimmungen über Tiergesundheit und Tier-schutz
- VO (EG) 852/2004 Verordnung über Lebensmittelhygiene
- VO (EG) 396/2005 Verordnung über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs
- VO (EG) 1881/2006 Verordnung zur Festsetzung der zulässigen Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln
- VO (EG) 1829/2003 Verordnung über genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel

### 1.5.2

#### Nationales Recht

Neben dem Europäischen Recht existieren nationale Gesetze und Verordnungen. Das Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) gilt als Rahmengesetz und wird von diversen produktunabhängigen (vertikalen) als auch produktspezifischen (horizontalen) Verordnungen begleitet.

Beispiele für vertikale Verordnungen:

- Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung (LMKV)
- Nährwert-Kennzeichnungsverordnung (NKV)
- Zusatzstoff-Zulassungsverordnung (ZZuLV)
- Rückstandshöchstmengenverordnung (RHmV)

Beispiele für horizontale Verordnungen:

- Diätverordnung (DiätV)
- Nahrungsergänzungsmittelverordnung (NemV)
- Käseverordnung (KäseV)
- Mineral- und Tafelwasserverordnung (MinTafWV)

Trotz einer großen Vielzahl an Verordnungen existieren nicht für alle Lebensmittel Produkt-Verordnungen. Fehlen solche speziellen Verordnungen, werden häufig *Leitsätze* zur Bewertung herangezogen. Sie stellen kein geltendes Recht dar, sondern beschreiben die allgemeine Verkehrsauffassung eines Produktes. Zur Festlegung einer Verkehrsauffassung können auch regionale Besonderheiten herangezogen werden.

Die in der täglichen Praxis bedeutsamsten Leitsätze, sind die für Brot- und Kleingebäck, Fleisch- und Fleischerzeugnisse und für Erfrischungsgetränke.

### 1.5.3

#### Überwachung – national

Die Durchführung der Lebensmittelüberwachung obliegt in der Bundesrepublik Deutschland den Ländern. Sie sind für die Planung und Organisation im jeweiligen Bundesland zuständig, erlassen Durchführungsvorschriften und sind für die fachliche Fortbildung der Überwachungskräfte verantwortlich. Bei gesundheitsgefährdenden Lebensmitteln, Kosmetika, Bedarfsgegenständen und Futtermitteln melden die Länderministerien über das Schnellwarnsystem wichtige Vorkommnisse von überregionaler Bedeutung den anderen Bundesländern und der EU.

Die Aufgaben der amtlichen Lebensmittel- und Futtermittelüberwachung setzen die Bundesländer mit Hilfe europäischer und nationaler Vorgaben (z. B. der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift Rahmenüberwachungsverordnung (AVV RÜb) um. In einigen Bundesländer bestehen zusätzlich spezifische Durchführungsverordnungen.

Grundlegende Aufgabe der amtlichen Überwachung ist der Schutz des Verbrauchers vor gesundheitlichen Gefahren, aber auch vor irreführender Aufmachung.

Die Betriebe unterliegen einer Risikobeurteilung und werden dementsprechend regelmäßig überprüft. Anhand von Stichproben (5,5 Proben je Tausend Einwohner) wird die Einhaltung der Vorschriften überprüft. Kontrolliert werden u. a.

- Rohstoffe, Zutaten, Zusatzstoffe, technologische Hilfsstoffe, Halb- und Fertigerzeugnisse;
- Herstellungs- oder Behandlungsverfahren;
- Etikettierung und Aufmachung von Lebensmittel, Bedarfsgegenständen und Kosmetika;
- die Verwendung von Reinigungs-, Pflege- und Schädlingsbekämpfungsmittel oder die dafür genutzten Verfahren;
- Bauhygiene und verfahrenstechnische Abläufe (Zustand von Grundstücken, Räumen, Anlagen, Beförderungsmitteln, Geräten und Materialien);
- die hygienischen Maßnahmen sowie die Personalhygiene.

Die zuständigen Behörden vor Ort treffen die notwendigen Anordnungen und Maßnahmen, damit Mängel beseitigt und Verstöße zukünftig vermieden werden. Besteht der hinreichende Verdacht, dass ein Lebensmittel, kosmetisches Mittel oder ein Bedarfsgegenstand ein Risiko für die menschliche Gesundheit darstellt, kann die zuständige Behörde die Öffentlichkeit informieren.

In allen Bundesländern werden die Aufgaben der Überwachung des Lebensmittelrechts von fachlich ausgebildeten Personen (Lebensmittelchemikern, Veterinären, Mediziner, Lebensmittelkontrolleuren) durchgeführt.

