



**UNIVERSITÄT PADERBORN**  
*Die Universität der Informationsgesellschaft*



*Deterministische Expositionsschätzungen zur Zufuhr von Lebensmittel-  
zusatzstoffen bei Säuglingen, Kleinkindern, Kindern und Jugendlichen in  
Deutschland*

**Inauguraldissertation**

zur Erlangung des akademischen Grades

doctor rerum naturalium (Dr. rer. nat.)

vorgelegt von

Dipl.-Troph. Sebastian Ptok

Juli 2014

Gutachter:

1. Gutachter: Prof. Dr. Helmut Heseke

2. Gutachter: Prof. Dr. Manfred Grote

Danksagung:

Prof. Dr. Helmut Heseke, Frank Buchert (BfR) und Katharina Berg (BfR)

allen Mitarbeitern des Instituts für Ernährung, Konsum und Gesundheit der Universität Paderborn für deren Unterstützung

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	VII
Abbildungsverzeichnis.....	X
Anhangsverzeichnis .....	XII
1    Einleitung.....	1
1.1    Gegenstand .....	2
1.2    Zielsetzung .....	3
2    Theoretische Grundlagen und Rahmen .....	6
2.1    Risikoregulierung von Zusatzstoffen .....	6
2.2    Expositionsschätzungen gegenüber Zusatzstoffen .....	13
2.3    Unsicherheitsanalysen.....	19
2.4    Expositionsszenario, -modell und -parameter .....	20
2.4.1    Daten zur Lebensmittelzufuhr .....	23
2.4.2    Aufbereitung der Daten zur Lebensmittelzufuhr .....	27
2.4.3    Erweitertes Kategorisierungssystem .....	28
2.4.4    Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln .....	31
2.5    Datenverarbeitung und statistische Verfahren .....	32
3    Ergebnisse .....	39
3.1    Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln.....	39
3.2    Marktanteile und Produktloyalitäten .....	42
3.3    Konsumenten und Nicht-Konsumenten.....	46
3.4    Produkte mit Markenbezeichnung in den Ernährungstagebüchern .....	48



---

3.5	Exposition auf Stufe-2.....	49
3.6	Exposition auf Stufe-2b.....	55
3.7	Exposition auf Stufe-3b.....	61
3.8	Intra- und inter-individuelle Variabilität .....	61
4	Diskussion .....	65
4.1	Qualitative Unsicherheitsanalyse .....	65
4.1.1	Daten zur Lebensmittelzufuhr .....	65
4.1.2	Expositionsmodell und -szenario .....	71
4.2	Intra- und inter-individuelle Variabilität .....	75
4.3	Charakterisierung der <i>High Consumer</i> der Stichprobe .....	75
4.4	Vergleich von Expositionen mit FAIM.....	80
4.5	Vergleich von Expositionen mit FACET .....	82
4.6	Daten zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln.....	85
4.7	Produktloyalität .....	86
4.8	Vergleich der Expositionen mit gesundheitsbasierten Grenzwerten .....	87
4.8.1	Expositionen der Stufe-2/-2b .....	87
4.8.2	Expositionen der Stufe-3b.....	108
4.9	Auswirkungen aktueller Risikoregulierung.....	112
5	Fazit und Empfehlung.....	116
6	Zusammenfassung .....	118
	Kurzfassung .....	121
	Literaturverzeichnis .....	123
	Anhang .....	136

---

**Abkürzungsverzeichnis**

ADI	Acceptable Daily Intake
ANS	<i>Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food</i>
ATSDR	<i>Agency for Toxic Substances and Disease Registry</i>
A <sub>w</sub> -Wert	Wasseraktivität
BfR	<i>Bundesinstitut für Risikobewertung</i>
BLS	Bundeslebensmittelschlüssel
BMDL	Benchmark dose lower confidence limit
BüP	Bundesüberwachungsplan
CIAA	<i>Confederation of the Food and Drink Industries of the EU</i>
CV	Variationskoeffizient
DISHES	Dietary Interview Software for Health Examination Studies
DKP	Diketopiperazin
DONALD	Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed Study
EFSA	<i>European Food Safety Authority</i>
EG	Europäische Gemeinschaft
EPIC	European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition
EsKiMo	Ernährungsstudie als KiGGS-Modul
EU	Europäische Union
EXPOCHI	Individual Food Consumption Data and Exposure Assessment Studies for Children
FACET	Flavourings, Additives and Food Contact Materials Exposure Tool

FAIM	Food Additives Intake Model
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FCS	Codex Food Categorization System
FEEDAP	<i>Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed</i>
FFQ	Food Frequency Questionnaire
FKE	<i>Forschungsinstitut für Kinderernährung</i>
GSFA	Codex General Standard for Food Additives
HMT	Hexamethylentetramin
IPCS	International Programme on Chemical Safety
ISCO	International Standard Classification of Occupations
ISEI	International Socio-Economic Index
JECFA	<i>Joint Expert Committee on Food Additives and Contaminants</i>
KG	Körpergewicht
KiESEL	Kinder-Ernährungsstudie zur Erfassung des Lebensmittelverzehrs
KiGGS	Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen
MOS	Margin of Safety
MPL	Maximum Permitted Level
MTDI	Maximum Tolerable Daily Intake
NEL	No Effect Level
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level
NRC	<i>National Research Council of the United States</i>
NVS II	Zweite Nationale Verzehrstudie

P5/ P95	5./ 95. Perzentil
PEKiP	Prager-Eltern-Kind-Programm
PTWI	Provisional Tolerable Weekly Intake
QUID	Quantitative Ingredients Declaration
SCF	<i>Scientific Committee on Food</i>
SCOOP	<i>Scientific Cooperation</i>
SES	Sozioökonomischer Status
TDI	Tolerable Daily Intake
TDS	Total Diet Study
TWI	Tolerable Weekly Intake
VELS	Verzehrsstudie zur Ermittlung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern für die Abschätzung eines akuten Toxizitätsrisikos durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln
WHO	<i>World Health Organization</i>
ZLEB-Codes	Lebensmittelcodes aus der LEBTAB-Datenbank des FKE

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Funktionsklassen von Zusatzstoffen .....	9
Tab. 2:	Zusatzstoffe mit ADI-Annäherung/ Überschreitung auf Stufe-2 (EC 2001).....	15
Tab. 3:	Verzehrsstudien des <i>FACET</i> (Altersgruppen 0 – 12 Jahre).....	19
Tab. 4:	Expositionsszenario, Expositionsmodell und Expositionsparameter .....	22
Tab. 5:	Kenndaten VELS .....	24
Tab. 6:	Kenndaten EsKiMo.....	26
Tab. 7:	Parameter der Alters-/ Geschlechtsgruppen .....	26
Tab. 8:	Hauptkategorien des erweiterten Kategorisierungssystems.....	30
Tab. 9:	Beispiel für die Erweiterungen des Kategorisierungssystems .....	30
Tab. 10:	Variablen des sozioökonomischen Index .....	35
Tab. 11:	Verwendung von Chinolingelb in Produkten mit Markenbezeichnung .....	39
Tab. 12:	Verwendung von Gelborange S in Produkten mit Markenbezeichnung.....	40
Tab. 13:	Verwendung von Natriumbenzoat in Produkten mit Markenbezeichnung.....	40
Tab. 14:	Verwendung von Natriumnitrit in Produkten mit Markenbezeichnung .....	41
Tab. 15:	Verwendung von Acesulfam-K in Produkten mit Markenbezeichnung .....	41
Tab. 16:	Verwendung von Aspartam in Produkten mit Markenbezeichnung .....	42
Tab. 17:	Konsumenten in drei Zusatzstoffklassen auf Stufe-2 und Stufe-2b (%).....	48
Tab. 18:	Verzehrpositionen und Anteil der Verzehrpositionen mit Informationen zur Produktmarke in den Alters-/ Geschlechtsgruppen (Median [IQR]).....	48
Tab. 19:	Durchschnittlicher Anteil verzehrter Lebensmittelmengen mit Informationen zum Zusatzstoffeinsatz in den Hauptkategorien des erweiterten Kategorisierungssystems (% der Lebensmittelzufuhr) .....	49
Tab. 20:	Exposition der Alters-/ Geschlechtsgruppen auf Stufe-2 ( $\text{mg}\cdot\text{kg}\text{ KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ).....	51

Tab. 21:	Exposition der Alters-/ Geschlechtsgruppen auf Stufe-2b ( $\text{mg}\cdot\text{kg}\ \text{KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ).....	57
Tab. 22:	Exposition der Alters-/ Geschlechtsgruppen auf Stufe-3b ( $\text{mg}\cdot\text{kg}\ \text{KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ).....	61
Tab. 23:	Intra- und inter-individuelle Variationskoeffizienten der Zusatzstoffexposition auf Stufe-2.....	63
Tab. 24:	Anteil Konsumenten in Abhängigkeit von der Studiendauer (n = 658).....	68
Tab. 25:	Zusatzstoffexposition auf Stufe-2 bei unterschiedlicher Studiendauer ( $\text{mg}\cdot\text{kg}\ \text{KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ).....	69
Tab. 26:	Gewichtsklassifizierung der Stichprobe verglichen mit KiGGS (%) (KURTH AND SCHAFFRATH ROSARIO 2007).....	70
Tab. 27:	Stärken und Unsicherheiten des Expositionsparameters Lebensmittelzufuhr .....	71
Tab. 28:	Unsicherheiten der Expositionsschätzung .....	72
Tab. 29:	Parameter der Individuen unterschiedlicher Expositions-Quintile (Median [IQR])... ..	76
Tab. 30:	Kumulativer Anteil der Individuen als <i>High Consumer</i> der Stichprobe in einer maximalen Anzahl von Zusatzstoffhauptkategorien der Ebene zwei.....	78
Tab. 31:	Anteil der Individuen der Alters-/ Geschlechtsgruppen als <i>High Consumer</i> der Lebensmittelzufuhr in den Hauptkategorien des Kategorisierungssystems (%) ..	79
Tab. 32:	Zusatzstoffexposition in Abhängigkeit vom SES (Median [IQR]) .....	80
Tab. 33:	Verteilung der Individuen auf Expositionsquintile in Abhängigkeit von SES (n) ...	80
Tab. 34:	Vergleich der Expositionen gegenüber Chinolingelb und Aspartam mit Schätzungen des FAIM ( $\text{mg}\cdot\text{kg}\ \text{KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ) .....	81
Tab. 35:	Vergleich der Expositionen gegenüber Chinolingelb auf Stufe-2 mit Schätzungen des FACET ( $\text{mg}\cdot\text{kg}\ \text{KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ).....	83
Tab. 36:	Vergleich der Expositionen gegenüber Chinolingelb auf Stufe-2b mit Schätzungen des FACET (inkl. <i>occurrence data</i> ) ( $\text{mg}\cdot\text{kg}\ \text{KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ).....	84
Tab. 37:	Vorkommen von Farbstoffen in Lebensmitteln – Vergleich BÜP 2012 und <i>Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln</i> .....	86
Tab. 38:	Verhältnis von Höchstmenge zu ADI bei Zusatzstoffen mit Zulassung in den Kategorien ‚Desserts‘ und ‚Aromatisierte fermentierte Milchprodukte‘.....	98

Tab. 39:	ADI-Auslastung (%) und Exposition auf Stufe-2/-2b ( $\text{mg}\cdot\text{kg}\ \text{KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ) gegenüber Zusatzstoffen mit numerischem ADI im Vergleich mit Daten zur Exposition der Europäischen Kommission und der EFSA .....	103
Tab. 40:	ADI-Auslastung (%) und Exposition ( $\text{mg}\cdot\text{kg}\ \text{KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ) gegenüber Zusatzstoffen mit numerischem ADI auf Stufe-3b im Vergleich mit Expositionsschätzungen der EFSA.....	109

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Expositionsszenario.....	5
Abb. 2:	Prozess der Risikoanalyse, angepasst (RISIKOKOMMISSION 2003, STALLONES ET AL. 1983).....	7
Abb. 3:	Expositionsmodell.....	22
Abb. 4:	Logisches Datenmodell der <i>Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln</i> .....	32
Abb. 5:	Marktanteile und Produktloyalität der Kategorie ‚Aufstriche auf Kakaobasis‘ .....	43
Abb. 6:	Marktanteile und Produktloyalität der Kategorie ‚Kaugummi mit Zucker‘ .....	44
Abb. 7:	Marktanteile und Produktloyalität der Kategorie ‚Zuckerfreier Kaugummi‘ .....	44
Abb. 8:	Marktanteile und Produktloyalität der Kategorie ‚Aromatisierte Getränke mit Zucker‘.....	45
Abb. 9:	Marktanteile und Produktloyalität der Kategorie ‚Aromatisierte Getränke energiereduziert‘ .....	46
Abb. 10:	Anteil von Konsumenten in Zusatzstoffgruppen differenziert nach Altersgruppen ..	47
Abb. 11:	Relative Verteilung körpergewichtsklassifizierter Individuen auf die Expositions-Quintile .....	76
Abb. 12:	Über-/ Unterrepräsentation altersklassifizierter Individuen in den Expositions-Quintilen .....	77
Abb. 13:	Lebensmittelgruppen als Expositionsquellen für Süßungsmittel (%) .....	101
Abb. 14:	Charakterisierung der ADI-Überschreitung bei Zusatzstoffen auf Stufe-2b (%; Median [IQR], Whisker: P5, P95).....	107
Abb. 15:	Anteil der Lebensmittelgruppen an der Gesamtexposition gegenüber Norbixin, Lutein, Zuckerestern von Speisefettsäuren und Stearoyl-Lactylaten (%) .....	110
Abb. 16:	Charakterisierung der ADI-Überschreitung bei Norbixin, Lutein, Zuckerestern von Speisefettsäuren und Stearoyl-Lactylaten auf Stufe-3b (% ADI-Auslastung; Median [IQR], Whisker: P5, P95).....	112



Abb. 17: Exposition gegenüber Chinolingelb auf Stufe-2b (alte (■) vs. neue (■) MPLs)  
(mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>) .....113

Abb. 18: Exposition gegenüber Gelborange S auf Stufe-2b (alte (■) vs. neue (■) MPLs)  
(mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>) .....114

Abb. 19: Exposition gegenüber Cochenillerot A auf Stufe-2b (alte (■) vs. neue (■) MPLs)  
(mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>) .....115

## Anhangsverzeichnis

A1	Zusatzstoffe .....	136
A1.1	ADI-Glossar .....	136
A1.2	Abkürzungsverzeichnis von Zusatzstofffunktionen.....	136
A1.3	Zusatzstoffe ohne Anwendung .....	136
A1.4	Zusatzstoffe ohne numerische Höchstmenge .....	137
A1.5	Zusatzstoffe ohne numerischen ADI .....	137
A1.6	Zusatzstoffe mit numerischem gesundheitsbasierten Grenzwert .....	141
A2	Variablen des sozioökonomischen Status.....	144
A2.1	Äquivalenzeinkommen – Gewichtung unterschiedlicher Haushaltsmitglieder ...	144
A2.2	Skalenniveau unterschiedlicher Bildungs- und Schulabschlüsse .....	144
A2.3	Berufliche Stellung – ISEI Skala .....	145
A3	Korrekturfaktoren für Lebensmittel zur Rekonstituierung (Herstellerangaben) ..	146
A4	Umrechnungsfaktoren für Zusatzstoffe, u. a. (KUHNER 2011) .....	150
A4.1	Borsäure (E 284) .....	150
A4.2	Phosphate (E 338 – E 343, E 450 – E 452: berechnet als P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ).....	150
A4.3	Natriumaluminiumphosphat (E 541: berechnet als Aluminium) .....	150
A4.4	Aluminiumsilicate (E 555, E 559) .....	150
A4.5	Propylenglycol (E 405, E 477) .....	150
A4.6	Eisen (E 579, E 585).....	151
A4.7	Nitrit (E 249 – E 250) .....	151
A4.8	Nitrat (E 251 – E 252) .....	151

---

A4.9	Fettgehalte in Lebensmittelgruppen für die Schätzung der Exposition gegenüber Antioxidantien (E 310 – E 312, E 319, E 320) auf Stufe-2 und Stufe-2b.....	151
A5	Maximale reale Einsatzmengen der Expositionsschätzungen auf Stufe-3b.....	152
A5.1	Norbixin (E 160b) (TENNANT AND O'CALLAGHAN 2005).....	152
A5.2	Lutein (E 161b) (EFSA 2010b).....	153
A5.3	Beta-apo-8'-carotenal (E 160e) (EFSA 2014c).....	155
A5.4	Zuckerester von Speisefettsäuren (E 473 – E 474) (EFSA 2012e).....	156
A6	Zusatzstoffgruppierungen zur Rangsummenbildung .....	158
A7	Reduzierung der individuellen Expositionen durch Berücksichtigung von Produkten mit Markenbezeichnung (%) .....	159

*„...; allein die dosis machts, daß ein Ding kein Gift sei.“ (Theophrast von Hohenheim 1538)*

## 1 Einleitung

„Safety for use of an additive is an all-important consideration“

konstatierte 1956 das *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)* in seiner ersten Sitzung und betonte, dass der Einsatz von Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmitteln nur in dem Maße erfolgen solle, dass deren Aufnahme über Lebensmittel **erheblich** unter dem liege, was zu einer Gesundheitsgefährdung des Verbrauchers führt. Hierbei sollten die Höchstmengen zur Verwendung von Lebensmittelzusatzstoffen so festgelegt sein, dass eine adäquate „*Margin of Safety*“ eine Gesundheitsgefährdung **aller Konsumentengruppen** auf ein Minimum reduziert (WHO 1957). Die „*Margin of Safety*“ (das Verhältnis der höchsten Dosis einer Substanz ohne einen nachgewiesenen adversen Effekt (NOAEL) zur anzunehmenden Exposition) hat für die toxikologische Risikobewertung von Zusatzstoffen heute keine Bedeutung, da andere gesundheitsbasierte Grenzwerte genutzt werden, die helfen, das von einer Substanz ausgehende Risiko zu bewerten (GUNDERT-REMY 2014).

1956 stellte ein Expertengremium der WHO für Lebensmittelzusatzstoffe den ADI als einen solchen gesundheitsbasierten Grenzwert vor. Der ADI (die duldbare tägliche Aufnahmemenge) beschreibt die Menge eines (Zusatz-) Stoffes, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht, die täglich über die gesamte Lebenszeit ohne erkennbare gesundheitliche Folgen aufgenommen werden kann (IPCS 1987). Referenzpunkt für die Festsetzung des ADI kann der in chronischen Toxizitätstests ermittelte NOAEL oder das *benchmark dose lower confidence limit* (BMDL) sein (EFSA 2009b). In beiden Fällen erfolgt eine Multiplikation der Dosis des Referenzpunktes mit einem Extrapolationsfaktor (zumeist 100), der neben möglichen Unsicherheiten (resultierend aus der Unsicherheit verfügbarer Studien) vor allem die toxikokinetische und toxikodynamische Intra-Spezies- und Inter-Spezies-Varianz abbildet. Regulatorisch erlaubt der ADI die Exposition auf eine Höhe zu beschränken, die eine Gesundheitsgefährdung der exponierten Bevölkerung ausschließt bzw. minimiert (GUNDERT-REMY 2014). Der ADI bildet so einen Endpunkt der Zusatzstoff-Bewertungen durch die JECFA und ist bis heute ein zentrales Element der Risikobewertung von Zusatzstoffen der zuständigen europäischen Behörde, der *European Food Safety Authority* (EFSA):

---

*„In food safety, one of the main interests is the reliable estimation of the percentage of the population exceeding a substance’s Acceptable or Tolerable Daily Intake”  
(EFSA 2011b).*

Die Bewertung eines Risikos ausgehend von einer Substanz erfordert verlässliche und transparente Daten zur Exposition, wobei auch Unsicherheiten der Expositionsschätzung abgebildet werden sollten. Die Expositionsschätzung (*exposure assessment*) wird so zum bedeutenden und unverzichtbaren Bestandteil der toxikologischen Risikobewertung.

## **1.1 Gegenstand**

Im Zuge des „Food Improvement Agent Package“ wurde vom Europäischen Rat und dem Europäischen Parlament auf Vorschlag der Europäischen Kommission die Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 erlassen. Sie regelt seit 20. Januar 2010 die Verwendung von Lebensmittelzusatzstoffen, nachstehend als Zusatzstoffe bezeichnet, in der Europäischen Union. Mit dieser Verordnung wird das Lebensmittelrecht in der Europäischen Union weiter harmonisiert und neben acht weiteren Rechtsakten die Rahmenrichtlinie 89/107/EWG und die Richtlinien für Farbstoffe (94/36/EG), Süßungsmittel (94/35/EG) und andere Zusatzstoffe als Farbstoffe und Süßungsmittel (95/2/EG) in einer Verordnung zusammengefasst. Artikel 27 der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 fordert die Mitgliedstaaten auf, sowohl Verbrauch und Verwendung als auch die Aufnahme von Zusatzstoffen systematisch zu überwachen. Hierdurch sollen der Europäischen Kommission Daten zur Verfügung gestellt werden, die eine Prüfung ermöglichen, ob Verbraucherinnen und Verbraucher in der EU die duldbare tägliche Aufnahmemenge (ADI) von Zusatzstoffen überschreiten.

Die wissenschaftliche Zusammenarbeit der Mitgliedstaaten der EU (*Scientific Cooperation, SCOOP*) schlug 1998 ein Verfahren vor, mittels dem die Exposition von Verbrauchern gegenüber Zusatzstoffen stufenweise geschätzt werden kann (SCOOP Task 4.2). Basierend auf dieser Methodik veröffentlichte die Europäische Kommission im Jahr 2001 erstmals einen Bericht zur Exposition der Verbraucher gegenüber Zusatzstoffen in den Mitgliedstaaten. Die Bundesrepublik Deutschland stellte hierfür Daten zur Lebensmittelzufuhr ausschließlich aus Bayern ohne Verbindung zur Zusatzstoffaufnahme bereit. Den europäischen Behörden wurden seither laut Bundes-

ministerium für Ernährung und Landwirtschaft (vormals BMELV) keine umfassenden nationalen Daten zur Exposition der deutschen Bevölkerung gegenüber Zusatzstoffen bereitgestellt (telefonische Auskunft; Stand 2010).

Säuglinge, Kleinkinder, Kinder und Jugendliche stellen für die Risikobewertung eine vulnerable Bevölkerungsgruppe dar, wobei die Vulnerabilität auf eine erhöhte Exposition und/oder eine ausgeprägte Suszeptibilität zurück geht (YOUNES 2004). Die Suszeptibilität ist Folge unterschiedlicher physiologischer Konstitutionen von Säuglingen, Kleinkinder und Kindern im Vergleich zur erwachsenen Bevölkerung (IPCS 2006, WALTHALL ET AL. 2005). Insbesondere Säuglinge zeigen bis zum sechsten Lebensmonat aufgrund eingeschränkter Biotransformationsleistungen (Phase-I- und Phase-II-Enzyme) und Eliminationsleistungen Unterschiede in Toxikodynamik und -kinetik (GUNDERT-REMY 2004, GUNDERT-REMY 2014). Auch die nicht vollständig entwickelte Blut-Hirn-Schranke sowie geringere Konzentrationen substanzbindender Plasmaproteine erhöhen die Suszeptibilität von Säuglingen (IPCS 1987). Regulatorisch wird diesen physiologischen Voraussetzungen mit einer restriktiven Zulassung von Zusatzstoffen in Lebensmitteln für die Säuglingsernährung begegnet (KONIEZKA AND SCHNEIDER 2004). Eine im Vergleich mit anderen Altersgruppen höhere Exposition von Säuglingen, Kleinkindern und Kindern ist ursächlich auf die höhere Energieaufnahme pro Kilogramm Körpergewicht zurückzuführen. Dieser Punkt führt nicht selten dazu, dass Expositionsschätzungen diese Altersgruppen als diejenigen mit den höchsten Expositionen ausweisen (EFSA 2011b). Folglich sprach sich bereits das *Scientific Committee on Food* (SCF) für eine separate Schätzung der Exposition gegenüber Zusatzstoffen bei Kindern aus (EC 2001).

## 1.2 Zielsetzung

Exposition ist definiert als

*„Concentration or amount of a particular agent that reaches a target organism, system or (sub)population in a specific frequency for a defined duration“ (IPCS 2004a).*

Die Exposition der deutschen Bevölkerung gegenüber Zusatzstoffen ist bisher nur ungenügend und nicht umfassend beschrieben worden. Die vorliegende Arbeit leistet einen wichtigen Beitrag für eine gesundheitsbezogene Risikobewertung von Zusatz-

stoffen, indem Daten zur Exposition von Säuglingen, Kleinkindern, Kindern und Jugendlichen (< 12 Jahre) gegenüber Zusatzstoffen bereitgestellt werden. Die Expositionen werden modelliert, indem bereits erhobene Daten zur Lebensmittelzufuhr zweier prospektiver deutscher Verzehrsstudien aufbereitet und über ein neu entwickeltes Kategorisierungssystem mit Zusatzstoffkonzentrationen verknüpft werden. Durch eine Berücksichtigung von verzehrten Produkten mit Markenbezeichnung sollen die standardisierten Verfahren einer Expositionsschätzung gegenüber Zusatzstoffen (Stufe-2 und Stufe-3 des SCOOP Task 4.2) verfeinert und Unsicherheiten verringert werden.

Die „*Verzehrsstudie zur Erfassung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern*“ (VELS) und die „*Ernährungsstudie als KiGGS Modul*“ (EsKiMo) erhoben prospektiv Daten zur Lebensmittelzufuhr von Säuglingen, Kleinkindern, Kindern und Jugendlichen. VELS erhob Daten von Individuen im Alter von 0.4 – < 5 Jahren im Rahmen einer Multicenterstudie in den Jahren 2001/2002. EsKiMo ist ein Modul im Rahmen der Basiserhebung der Studie zur Gesundheit der Kinder und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS) aus dem Jahre 2006. Erhoben wurden Daten zur Ernährungssituation von 6 – 17-jährigen Kindern und Jugendlichen. Diese Arbeit nutzt Daten von 6 – 11-jährigen Kindern und Jugendlichen, da für diese Altersgruppen methodisch ein 3-Tage-Schätzprotokoll zur Erfassung der Lebensmittelzufuhr eingesetzt wurde.

Das bestehende Lebensmittelkategorisierungssystem des Anhangs II der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 wird in Zusammenarbeit mit dem *Bundesinstitut für Risikobewertung* (BfR) erweitert. Ausschlaggebend für die Bildung neuer Kategorien sind weitergehende Einschränkungen und Ausnahmen in der Verwendung von Zusatzstoffen in den bestehenden Kategorien des Systems der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008.

Das Expositionsmodell berechnet Expositionen auf individueller Ebene und kann so verteilungsbasierte Parameter generieren. Das standardisierte Stufe-2-Modell verknüpft Daten zur Lebensmittelzufuhr mit gesetzlichen Höchstmengen von Zusatzstoffen. Die Nennungen von Produkten mit Markenbezeichnung in den Ernährungstagebüchern bilden die Grundlage für die Reduzierung von Unsicherheit einer standardisierten Stufe-2. Das Stufe-2b-Modell berücksichtigt die Höchstmengen von Zusatzstoffen nur, wenn diese im Zutatenverzeichnis des tatsächlich verzehrten Produktes



mit Markenbezeichnung deklariert sind (Abb. 1). Vergleiche mit duldbaren täglichen Aufnahmemengen von Zusatzstoffen (ADI) ermöglichen die Identifizierung von Zusatzstoffen, bei denen die geschätzte Exposition der *High Consumer* in mindestens einer Alters-/ Geschlechtsgruppe eine Überschreitung des gesundheitsbasierten Grenzwertes anzeigt, der aufgrund der Anforderungen an toxikologische Daten bei Zusatzstoffzulassung für alle Bevölkerungsgruppen, ausgenommen Säuglinge jünger als 12 Wochen, Anwendung finden kann (SCF 1998).

Zusatzstoffe, bei denen die Exposition den ADI in mindestens einer Alters-/ Geschlechtsgruppe überschreitet, werden in ein Stufe-3b-Modell übernommen. Das Stufe-3b-Modell verknüpft Daten zur Lebensmittelzufuhr mit maximalen realen Einsatzmengen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln, die über risikobezogene Neubewertungen von Zusatzstoffen durch das ANS-Panel der EFSA zur Verfügung stehen. Grundlage für diese Risikobewertungen bildet Artikel 32 der VO (EG) Nr. 1333/2008, der verlangt, Zusatzstoffe, die vor Januar 2009 zugelassen wurden, neu zu bewerten.

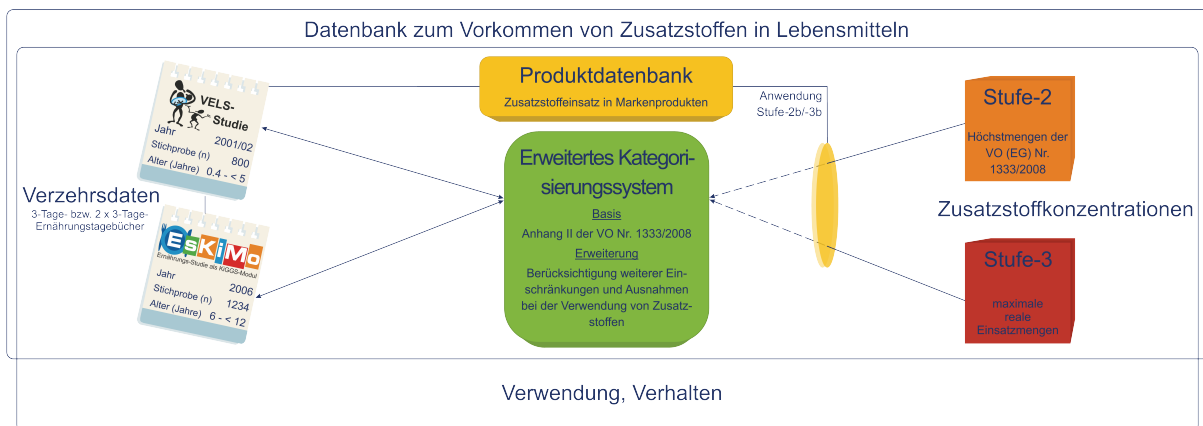


Abb. 1: Expositionsszenario

## 2 Theoretische Grundlagen und Rahmen

### 2.1 Risikoregulierung von Zusatzstoffen

Das *Joint FAO/WHO Expert Committee on Nutrition* empfahl in seiner vierten Sitzung 1954 eine separate Konferenz zu Lebensmittelzusatzstoffen abzuhalten, die 1956 als „Joint FAO/WHO Conference on Food Additives“ stattfand. Hierin wurde die Empfehlung formuliert eine eigenständige Expertengruppe zu bilden, die generelle Prinzipien im Umgang mit Zusatzstoffen formuliert. Als Folge trat 1956 das *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)* zu seiner ersten Sitzung zusammen und bewertet bis heute auf internationaler Ebene die Risiken von Zusatzstoffen, aber auch die von Kontaminanten und Rückständen (WHO 1957).

Auf europäischer Ebene wurde 1974 das *Scientific Committee for Food* etabliert, dessen Mandat die Beratung der Europäischen Kommission in Fragen des gesundheitlichen Verbraucherschutzes mit Bezug zur Lebensmittelzufuhr sowie der Lebensmittelsicherheit einschloss (Commission Decision 74/234/EEC). Bis 2003 bewertete das zwischenzeitlich umbenannte *Scientific Committee on Food (SCF)* Zusatzstoffe. Diese Aufgabe wurde 2003 auf die EFSA übertragen, die bereits seit einem Jahr durch die Verordnung (EG) Nr. 178/2002 als unabhängige wissenschaftliche Behörde errichtet wurde. Mittels **Risikoanalyse** soll die EFSA den Gesundheitsschutz der Verbraucher und Verbraucherinnen in der EU bezogen auf die Nahrungs- und Futtermittelkette durch aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse sicherstellen. In Bezug auf Zusatzstoffe wird diese Aufgabe durch das ANS-Panel der EFSA und dessen zwei Arbeitsgruppen wahrgenommen.

Mit dem Grundsatz ‚*From the Farm to the Fork*‘ umspannt das europäische Lebensmittelrecht sämtliche Glieder der Lebensmittelherstellungskette und ermöglicht so ein umfassendes Konzept zur Lebensmittelsicherheit. Im Jahr 1999 wurde von der Europäischen Kommission die Risikoanalyse als Stütze des Lebensmittelrechts und zentraler Punkt der Lebensmittelsicherheit herausgestellt. Die Risikoanalyse wurde in den allgemeinen Grundsätzen des europäischen Lebensmittelrechts (VO (EG) Nr. 178/2002) verankert und soll ein hohes Gesundheitsschutzniveau für die Gemeinschaft sicherstellen (EC 2000).

Die Risikoanalyse ist eine Methodik, die systematisch effektive und gezielte Maßnahmen zum Gesundheitsschutz ermittelt. Sie beinhaltet als funktional getrennte Elemente die Risikoabschätzung und das Risikomanagement. Das Risikomanagement trifft unter Berücksichtigung sozialer, ökonomischer, technischer und politischer Aspekte Entscheidungen über Maßnahmen zur Risikoregulierung und deren Umsetzung. Die Grundlage hierfür bilden die Ergebnisse der Risikoabschätzung, die Risiken identifiziert, wissenschaftlich charakterisiert und bewertet (BERNARD ET AL. 1995, RISIKOKOMMISSION 2003). Die Verknüpfung der wissenschaftlichen Erkenntnisse aus der Risikoabschätzung mit den wertungsgeprägten Aspekten des Risikomanagements erfolgt durch die Risikobewertung, die transparent und unabhängig aus wissenschaftlichen Daten schlussfolgert und in gesellschaftliche Wertkategorien übersetzt (RISIKOKOMMISSION 2003). Die Risikobewertung benötigt hierfür u. a. präzise, aktuelle wissenschaftliche Daten zur Exposition (EC 2000). Die Expositionsschätzung bildet, neben der Dosis-Wirkungsbeziehung eines Stoffes, die zweite Säule der Risikocharakterisierung (Abb. 2) (HEINEMEYER 2014).

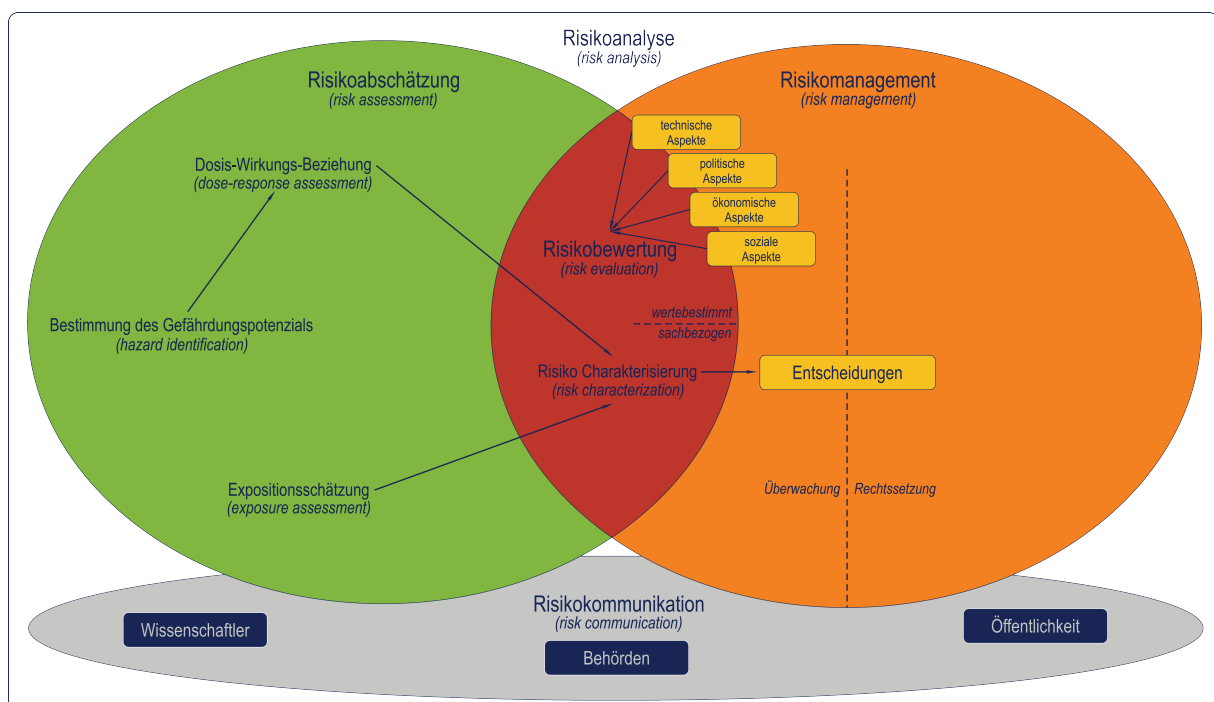


Abb. 2: Prozess der Risikoanalyse, angepasst (RISIKOKOMMISSION 2003, STALLONES ET AL. 1983)

Eine Expositionsschätzung charakterisiert Belastungen (Höhe, Frequenz und Dauer) gegenüber einer Substanz in potentiell exponierten Bevölkerungsgruppen. Expositionsschätzung wird definiert als

*„qualitative und/oder quantitative Bewertung der wahrscheinlichen Aufnahme von biologischen, chemischen oder physikalischen Stoffen über die Nahrung oder auch andere relevante Expositionsquellen“ (IPCS 1997).*

Die Europäische Kommission sieht als (exogene) Exposition die Menge einer Substanz, die oral aufgenommen wird, in Kontakt mit der Haut kommt oder inhalativ aufgenommen wird (IHCP 2003). Eine Expositionsschätzung gegenüber Zusatzstoffen beschränkt sich als ernährungsbedingte Exposition auf die orale Zufuhr, wobei substanzabhängig ein Anwendungsszenario auch Expositionsquellen aus Nicht-Zusatzstoff-Anwendungen berücksichtigen muss (z. B. Nitrat als Umweltkontaminante).

Die regulatorische Grundlage für Zusatzstoffe bildet in der EU die VO (EG) Nr. 1333/2008. Diese Verordnung übernimmt mit der

*„Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus für die Gesundheit der Menschen“*

das Schutzziel und Schutzniveau aus den allgemeinen Grundsätzen des europäischen Lebensmittelrechts. Regulatorisch wird dieses Schutzziel und Schutzniveau durch verschiedene Instrumente sichergestellt:

- Die Verwendung eines Zusatzstoffes in Lebensmitteln ist ohne ausdrückliche Erlaubnis (Positivliste des Anhangs II der VO (EG) Nr. 1333/2008) verboten (**Verbotsprinzip mit Erlaubnisvorbehalt**).
- Zusatzstoffe dürfen in bestimmten Lebensmitteln in festgelegten Mengen oder *quantum satis* zugesetzt werden (**Prinzip der Verwendungsbeschränkung**).
- Zusatzstoffe müssen unter Angabe der Funktionsklasse auf verpackten zum Verkauf angebotenen Lebensmitteln deklariert werden (**Kennzeichnung**).
- Der Verbrauch und die Verwendung von Zusatzstoffen soll systematisch überwacht werden (**Monitoring**).

Nach der VO (EG) Nr. 1333/2008 sind Zusatzstoffe Stoffe, die alleinig als Lebensmittel in der Regel nicht verzehrt werden und Lebensmitteln aus technologischen Grün-

den zugesetzt werden. Verarbeitungshilfsstoffe, Aromastoffe, Enzyme sowie Zusätze zur Nährstoffanreicherung werden hiervon ausgeklammert. Für den Einsatz von Zusatzstoffen muss eine technische Notwendigkeit bestehen, die wirtschaftlich und technologisch praktikabel anderweitig nicht erreicht werden kann. Ferner besteht in der Verwendung ein nachgewiesener Vorteil für den Verbraucher, wobei eine irreführende Verwendung ausgeschlossen wird. Zusatzstoffe müssen in ihrer Verwendung gesundheitlich unbedenklich sein. Ihr Zusatz erfolgt unter Berücksichtigung des ADI oder gleichwertiger Bewertungen (z. B. TWI) sowie der wahrscheinlichen Aufnahmemenge aus allen Quellen (vgl. VO (EG) Nr. 1333/2008). Die Verwendungsmenge entspricht der geringsten Dosis, die notwendig ist, um die gewünschte Wirkung zu erzielen.

Der Einsatz von Zusatzstoffen erfolgt aus technologischen Gründen, was jedem Zusatzstoff in seiner Verwendung die Zuordnung zu einer der 26 Funktionsklassen ermöglicht aber unterschiedliche Funktionen eines Zusatzstoffes nicht ausschließt (Tab. 1, A1.2 – A1.6).

Tab. 1: Funktionsklassen von Zusatzstoffen

Antioxidationsmittel	Komplexbildner	Schmelzsalze
Backtriebmittel	Konservierungsstoffe	Stabilisatoren
Emulgatoren	Mehlbehandlungsmittel	Süßungsmittel
Farbstoffe	Modifizierte Stärken	Trägerstoffe
Festigungsmittel	Packgase	Treibgase
Feuchthaltemittel	Säuerungsmittel	Trennmittel
Füllstoffe	Säureregulatoren	Überzugmittel
Geliemittel	Schaummittel	Verdickungsmittel
Geschmacksverstärker	Schaumverhüter	

Der Aufnahme eines Lebensmittelzusatzstoffes in die Gemeinschaftsliste der Europäischen Kommission geht eine Bewertung durch die EFSA voraus. Die Anforderungen an die vom Antragsteller bereitgestellten Daten hat die EFSA in einem *Guidance Document* zusammengefasst, das ein Dokument des SCF aus dem Jahr 2001 aktualisiert (EFSA 2012c, SCF 2001). Die Risikobewertung eines Zusatzstoffes benötigt neben Daten zu technischen Aspekten wie Reinheit, Herstellungsprozess, Stabilität und Analytik insbesondere toxikologische Daten. Diese beinhalten im Kern Studienprotokolle zur Toxizität einer Substanz (subchronische und chronische Toxizität sowie Kanzerogenität), zur Gentoxizität, zur Reproduktions- und Entwicklungstoxizität

sowie Informationen zur Toxikokinetik. Weitere Studien, z. B. zu Allergenität oder Immuntoxizität, sind stoffabhängig zu ergänzen. Ein dreistufiges Vorgehen als Strategie der toxikologischen Testverfahren ermöglicht eine risikoabhängige Anpassung des Datenumfangs, wodurch eine Reduzierung der Tierversuche bei gleichzeitiger Verfeinerung der Testverfahren erreicht werden soll. Unvermeidbare gentoxische Begleitstoffe oder Kontaminanten werden über das *Margin of Exposure*- oder *Threshold of Toxicological Concern*-Prinzip bewertet (GÜRTLER 2014).

Einem/r Zulassungsantrag/-änderung beizulegen sind Angaben zur geschätzten mittleren Exposition und zur Exposition der 95. Perzentile unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen, wobei auch weitere Expositionsquellen, wie Bedarfsgegenstände, Medikamente oder andere Nicht-Zusatzstoff-Anwendungen zu berücksichtigen sind. Zur Abschätzung der Exposition wurde für Zusatzstoffanwender das FAIM-Template zur Verfügung gestellt (vgl. 2.2). In die Risikobewertung von Zusatzstoffen bezieht das ANS-Panel der EFSA Expositionsdaten der Stufe-2 ein, d. h. die im Modell integrierten Konzentrationen des Zusatzstoffes entsprechen den gesetzlichen Höchstmengen. Bei Neuzulassungen basiert die Expositionsschätzung auf den vorgeschlagenen Verwendungsmengen des Zusatzstoffanwenders (EFSA 2012c).

#### *Aktuelle Aspekte in der Risikobewertung von ausgewählten Zusatzstoffen*

Im Jahre 2006 wurden von mehreren staatlichen Behörden der Lebensmittelsicherheit (*US Food and Drug Administration (FDA)*, *UK Food Standards Agency (FSA)*, *Food Standards Australia New Zealand*, *Health Canada*) Risikobewertungen zur Transformation von Salzen der **Benzoessäure** zu Benzol unter Anwesenheit von Ascorbinsäure in kommerziellen Softdrinks vorgenommen (CAO AND CASEY 2008). In Deutschland wurden nach Empfehlung des BfR über den Bundesüberwachungsplan Erfrischungsgetränke auf Benzol untersucht. Zusätzlich untersuchte das Chemische und Veterinäruntersuchungsamt Karlsruhe insgesamt 461 Lebensmittel auf Benzol und zeigte mittlere Gehalte von 0.24 µg/l und einen Maximalgehalt von 41 µg/l bei Erfrischungsgetränken, wobei 2 % der Stichprobe Konzentrationen über dem Trinkwassergrenzwert für Benzol (< 1 µg/l) aufwiesen (STEINBRENNER ET AL. 2010). Benzol ist mit überzeugender Evidenz ein Kanzerogen der Gruppe I (IARC 2012). Für Benzol kann aufgrund gentoxischer und karzinogener Effekte keine Aufnahmemenge festgelegt werden, die als unbedenklich gilt. Die Zufuhr sollte minimiert bzw. vermieden werden (BfR 2005).

**Nitrit** wird als Zusatzstoff, u. a. wegen seiner antimikrobiellen Wirkung, zur Konservierung von Fleisch und Wurstwaren eingesetzt und unterbindet in Konzentrationen von 50 – 150 mg/kg das Wachstum pathogener Mikroorganismen wie *Clostridium botulinum* (EFSA 2010a). Neben Nitrit aus Lebensmitteln, kann auch Nitrat durch eine Konversion zu Nitrit (durchschnittlich 5 – 7 %) zur Gesamtexposition beitragen (SPEIJERS AND VAN DEN BRANDT 2003). Ein möglicher Zusammenhang zwischen Nitrit und der Entstehung von Krebs wird auf die Bildung von N-Nitrosaminen aus Nitrit zurückgeführt, wobei schätzungsweise 50 % der inneren Exposition gegenüber N-Nitroso-Verbindungen endogen gebildet wird (BARTSCH ET AL. 1989, TRICKER 1997, WANG ET AL. 2013). Ein Zusammenhang zwischen Nitritzufuhr und Krebs wurde von der JECFA und EFSA auf Basis der vorliegenden epidemiologischen Studien bis dato als nicht evident angesehen, u. a. da keine quantitativen Daten zur Transformation von Nitrit zu kanzerogenen N-Nitroso-Verbindungen bei realistischen Expositionen vorlagen (EFSA 2010a, WHO 2002). Im Gegensatz zu Fall-Kontroll-Studien zeigen Kohortenstudien keine konsistenten Ergebnisse für den o. g. Zusammenhang, was u. a. auf inhibitorische Effekte von Vitamin C bei der endogenen Bildung von kanzerogenen N-Nitrosaminen zurückgeführt werden könnte (JAKSZYN AND GONZALEZ 2006). Sowohl eine Fall-Kontrollstudie auf Grundlage der EPIC-Kohorte als auch eine aktuelle niederländische Kohortenstudie unterstützen einen möglichen Zusammenhang zwischen der Aufnahme von Nitrit und kanzerogenen Effekten im oberen Gastrointestinaltrakt, wobei dies nur für bestimmte Krebssubtypen beschrieben wird (JAKSZYN ET AL. 2006, KESZEI ET AL. 2013).

Bereits in den 1970iger Jahren wurden **synthetische Lebensmittelfarbstoffe** mit Symptomen des Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Syndroms in Verbindung gebracht (FEINGOLD 1975). Im Jahr 2004 wurde hierzu eine erste randomisierte kontrollierte klinische Studie aus Southampton vorgestellt, die aufgrund von Schwächen im Studiendesign nur eingeschränkt Interpretationen zulässt (BATEMAN ET AL. 2004, EIGENMANN AND HAENGGELI 2004). Infolgedessen wurde 2007 nach Zusammenarbeit der *UK Food Standards Agency (FSA)* mit der *University of Southampton* eine zweite Studie, die oft zitierte ‚Southampton-Studie‘, publiziert, die einen Zusammenhang zwischen der Zufuhr von Chinolingelb, verschiedenen Azofarbstoffen und Natriumbenzoat mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Störungen bei Kindern unterstützt aber keine Kausalitäten aufzeigt (MCCANN ET AL. 2007). Toxische und hypersensitive Mechanismen, aber auch Nährstoffinteraktionen, werden als mögliche Pa-

thomechanismen diskutiert. Risikoregulatorisch wurde in der Europäischen Union mit der VO (EG) Nr. 1333/2008 ab 07/2010 ein Warnhinweis auf Lebensmittelverpackungen verpflichtend, wenn in der Rezeptur einer oder mehrere der betroffenen wasserlöslichen Azofarbstoffe und/oder Chinolingelb Verwendung finden. Eine aktuelle bundesweite Stichprobenziehung (n = 863) zeigte die Verwendung von Farbstoffen, die eine zusätzliche Kennzeichnung nach VO (EG) Nr. 1333/2008 erfordern, bei 34 % der alkoholfreien Getränke, 22 % der Süßwaren, 20 % der feinen Backwaren und 13 % des untersuchten Speiseeises. 43 % der positiv getesteten Proben waren nicht rechtskonform deklariert (BRINKMANN 2013). Hinsichtlich der Toxizität sulfonierter Azofarbstoffe (z. B. Allura Red AC) hat das FEEDAP Panel der EFSA den Zusatz dieser Farbstoffe zu Katzen- und Hundefutter bewertet und ein gentoxisches Potenzial nicht ausgeschlossen. Das ANS Panel der EFSA bewertete daraufhin die aktuelle Studienlage zur Gentoxizität nach einem positiven *in vivo* Comet Assay in Mäusen (SHIMADA ET AL. 2010) neu. Das ANS Panel schätzt die Protokolle der Studie als unzureichend ein, gibt Empfehlungen zur Wiederholung des *in vivo* Comet Assay in Mäusen und sieht aktuell keine ausreichende Datenlage für eine Änderung der Bewertung sulfonierter Azofarbstoffe (EFSA 2013c).

Nach der Verordnung (EG) Nr. 257/2010 sollen die Neubewertungen der Süßungsmittel der Richtlinie 94/35/EG bis Ende 2020 abgeschlossen sein. 2011 wurde die EFSA ersucht, die Neubewertung von **Aspartam** auf das Jahr 2012 vorzuziehen, wobei die Bewertung aufgrund ausstehender Daten letztlich bis November 2013 verlängert wurde (EFSA 2012b). Einbezogen in die Bewertung wurden neben Aspartam selbst auch die gastrointestinalen Hydrolyse-Produkte Methanol, Asparaginsäure und Phenylalanin sowie weitere Abbau- (DKP) und Begleitprodukte ( $\beta$ -Aspartam). Methanol wird zu 10 % aus Aspartam als gastrointestinales Abbauprodukt gebildet und wird endogen in zwei Stufen zu Methanoat oxidiert, wobei Formaldehyd, ein Kanzerogen der Gruppe eins bei inhalativer Exposition, als intermediäres Produkt entsteht (IARC 2012). Zur Bewertung einer möglichen Kanzerogenität von Methanol liegen bis heute keine geeigneten Studien vor. Die EFSA unterstellt aufgrund der Daten aus Studien zu Reproduktions- und Entwicklungstoxizität bei geschätzten aktuellen Expositionen ausgehend von Aspartam kein Risiko, auch für das intermediäre Produkt Formaldehyd. Der Anteil der Methanol-Teilexposition aus Aspartam, bezogen auf die Methanol-Gesamtexposition, wird auf 10 % geschätzt. Für DKP (Diketopiperazin) setzte das SCF einen ADI von  $7.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  fest, der unter den aktuellen Spezifikatio-



nen für Aspartam (1.5 % DKP) auch durch *High Consumer* nicht überschritten wird (EFSA 2013h, SCF 1989).

## 2.2 Expositionsschätzungen gegenüber Zusatzstoffen

Die Expositionsschätzung ist ein Prozess, der die Höhe, Häufigkeit und Dauer der Exposition einer bestimmten Population gegenüber einem Stoff misst oder schätzt und auch inhärente Unsicherheiten darstellt (IPCS 2004b).

Die EFSA benötigt für Risikobewertungen aktuelle Expositionsschätzungen, die auf nationaler Ebene erhoben und von den Mitgliedstaaten bereitgestellt werden, da präferierte pan-europäische Verzehrdaten nicht zur Verfügung stehen. Aufgrund methodischer Unterschiede bei der Erhebung von Verzehrdaten, konnten für Expositionsschätzungen auf europäischer Ebene Verzehrdaten unterschiedlicher Mitgliedstaaten nicht zusammengeführt werden (EFSA 2011b). Expositionen, die auf Grundlage (methodisch unterschiedlicher) nationaler Verzehrerhebungen erstellt wurden, sollten nur unter Beachtung dieses Aspekts verglichen werden (EFSA 2014c).

Expositionsschätzungen gegenüber Zusatzstoffen sollen aktuelle Daten zur individuellen Lebensmittelzufuhr nutzen und empfindliche Bevölkerungsgruppen sowie Individuen mit nicht-durchschnittlicher Lebensmittelzufuhr einschließen. Neben Daten zur Zufuhr von festen Lebensmitteln, Getränken und Nahrungsergänzungsmitteln sollen auch Faktoren Berücksichtigung finden, die die Lebensmittelzufuhr beeinflussen können, wie Alter, Geschlecht, ethnische Zugehörigkeit und sozioökonomischer Status. Eine adäquate Verteilung zwischen Wochen- und Wochenendtagen und Jahreszeiten sollte berücksichtigt und das individuelle Körpergewicht mit erhoben werden (IPCS 2009).

Von 1996 bis 1998 wurden „*Methoden zur Überwachung der Aufnahme von Lebensmittelzusatzstoffen*“ (SCOOP Task 4.2) im Rahmen der wissenschaftlichen Zusammenarbeit von zehn Mitgliedstaaten der E. U. zusammen mit Norwegen erarbeitet, die bei der Risikobewertung von Zusatzstoffen durch die EFSA teilweise Anwendung finden. Das dreistufige deterministische Verfahren nutzt auf jeder Stufe unterschiedliche Erhebungsmethoden, wobei höhere Stufen weniger konservativ sind, d. h. Unsicherheiten verringert werden und sich die Schätzung der tatsächlichen Ex-

position annähert. Ein gestuftes Vorgehen ermöglicht eine ressourcenschonende Identifizierung von Zusatzstoffen, die Sicherheitsbedenken anzeigen (IPCS 2009).

Ein **Stufe-1-Modell** nutzt theoretische Daten zum Lebensmittelverzehr und multipliziert diese Daten mit der maximal zulässigen Höchstmenge des Zusatzstoffes in einem Lebensmittel („Budget Method“). Als theoretische Größen der maximalen Lebensmittelzufuhr werden für feste Nahrung 50 g/kg Körpergewicht (100 kcal/kg Körpergewicht bei einer Energiedichte von 2 kcal/g Lebensmittel) und für flüssige Lebensmittel 0.1 l/kg Körpergewicht angenommen. Als Höchstmenge wird die jeweils höchste Zulassung eines Zusatzstoffes über alle Kategorien in einer Speise bzw. einem („Nicht-Milch-“) Getränk herangezogen. Ein wichtiger Parameter im Modell einer Stufe-1 ist die Höhe des Anteils der Lebensmittel, die einen Zusatzstoff enthalten. Dieser Anteil wird willkürlich gesetzt und für feste Nahrung mit 12.5 % (bei wenig restriktiv zugelassenen Zusatzstoffen auch 25 %) und für flüssige Lebensmittel mit 25 % Anteil veranschlagt. Werden Berechnungen für Kinder durchgeführt, wird der Anteil teilweise auf 100 % gesetzt (FAO/WHO 2005). Die Zusatzstoffexposition einer Stufe-1 berechnet sich über:

$$Exposition_{\text{Budget Method}} = MPL_{\text{fluid}} \cdot 0.1 \cdot 0.25 + MPL_{\text{solid}} \cdot 0.05 \cdot 0.125,$$

dabei entspricht  $MPL_{\text{fluid}}$  dem Maximalgehalt eines Zusatzstoffes im Getränk (mg/kg) und  $MPL_{\text{solid}}$  dem Maximalgehalt eines Zusatzstoffes im festen Lebensmittel (mg/kg). Eine willkürliche Differenzierung erfolgt bei wenig repräsentativen Lebensmitteln mit hohen Zulassungen. Deren Höchstmengen bleiben unberücksichtigt und die Lebensmittelkategorien werden einer separaten Prüfung unterzogen.

Ein **Stufe-2-Modell** nutzt tatsächliche Daten zur Lebensmittelzufuhr und verknüpft diese mit den gesetzlichen Höchstmengen von Zusatzstoffen aus dem Anhang II der VO (EG) Nr. 1333/2008.

Auf **Stufe-3** werden die gesetzlichen Höchstmengen durch maximale reale Einsatzmengen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln ersetzt. Maximale reale Einsatzmengen entsprechen den höchsten Konzentrationen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln einer Kategorie, die aus dem Lebensmittelmonitoring zur Verfügung stehen oder von der Industrie bereitgestellt werden (EFSA 2012c).

Generell wird ein Zusatzstoff, der auf einer unteren Stufe den gesundheitsbasierten Grenzwert nicht überschreitet, von der weiteren Prüfung ausgeschlossen, um so eine am Risiko ausgerichtete, kosteneffiziente Expositionsschätzung zu ermöglichen. Das

*Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS)* der EFSA hat die im Rahmen der wissenschaftlichen Zusammenarbeit entwickelte Methode weiter angepasst und sieht heute eine Berechnung auf Stufe-1 als nicht mehr notwendig und die Modelle der Stufe-2 und Stufe-3 als erforderlich für das Zusatzstoff-Monitoring an (DUSEMUND ET AL. 2012).

Eine exakte Bestimmung der Zusatzstoffexposition kann per „Duplicate Diet“ erfolgen. Aus Kostengründen können hierfür nur kleine Stichproben einbezogen und keine verteilungsbasierten Daten zu Expositionen ermittelt werden (EFCOSUM GROUP 2001). Ergebnisse aus „Duplicate Diet“ können zur Abschätzung der Unsicherheit konservativer Modelle genutzt werden (IPCS 2009).

### *Expositionsschätzungen gegenüber Zusatzstoffen auf europäischer Ebene*

#### *a) Bericht der Europäischen Kommission (nach SCOOP Task 4.2)*

In einem „Bericht über die Aufnahme von Lebensmittelzusatzstoffen in der Europäischen Union“ wurden 2001 erstmals Daten zur Exposition der europäischen Bevölkerung gegenüber Lebensmittelzusatzstoffen präsentiert. Die Grundlage bildeten über unterschiedliche Methoden (Ernährungstagebücher, FFQ, 24-Hour-Recall) national erhobene Daten zur Lebensmittelfuhr aus den Jahren 1987 – 1999. Die Erhebungszeiträume variierten zwischen 24 Stunden und einem Jahr.

Tab. 2: Zusatzstoffe mit ADI-Annäherung/ Überschreitung auf Stufe-2 (EC 2001)

Zusatzstoffe	ADI*	Verzehrdaten**	ADI-Auslastung (%)
E 160b	0.065	FR, UK	108 – 170
E 210 – E 213	5	FR, UK	17 – 96
E 220 – E 228	0.7	FR, UK	83 – 1227
E 249 – E 250	0.1	FR, UK	50 – 360
E 321	0.05 <sup>§</sup>	FR, NL, UK	4 – 101
E 338 – E 343, E 450 – E 452	70	NL, UK	53 – 172
E 432 – E 436	10	NL, UK	47 – 107
E 473 – E 474	20	FR, NL, UK	226 – 375
E 475	25	FR, NL, UK	114 – 160
E 481 – E 482	20	FR, NL, UK	136 – 268
E 483	20	FR, NL, UK	49 – 112
E 491 – E 495	25	FR, NL, UK	150 – 190
E 493 – E 494	5	NL, UK	657 – 802
E 520 – E 523, E 541 – E 559	7	FR, NL, UK	40 – 750
E 950	9	FR, NL, UK	3 – 107

\* Stand 2001 (mg·kg<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>), \*\* NL Niederlande, UK Großbritannien, FR Frankreich, § ADI wurde angepasst

Die Expositionsdaten für Kinder (für Zusatzstoffe mit ADI-Überschreitung auf Stufe-2) basieren auf nationalen Daten zur Lebensmittelzufuhr aus dem Vereinigten Königreich (4-Tage-Ernährungstagebücher), den Niederlanden (2-Tage-Ernährungstagebücher) und Frankreich (7-Tage-Ernährungstagebücher; Haushaltssurvey über ein Jahr). Die Spannweite der geschätzten Exposition von Kleinkindern überschritt bei 15 Zusatzstoffen/ Zusatzstoffgruppen den ADI bzw. näherte sich dem ADI an (Tab. 2).

*b) EXPOCHI 2010*

Das EXPOCHI-Projekt nutzte Daten zur Lebensmittelzufuhr von Kindern aus verschiedenen europäischen Ländern zur Expositionsschätzung gegenüber Blei, Chrom, Selen und Lebensmittelfarbstoffen. Die DONALD-Studie (Erhebungszeitraum 2006 – 2008) stellte Daten zur Lebensmittelzufuhr aus Deutschland für EXPOCHI bereit. Das Kategorisierungssystem für Farbstoffe umfasste 82 Kategorien, die aus den Verwendungsbedingungen der Farbstoffrichtlinie 94/36/EG abgeleitet wurden. Die Verzehrsdaten wurden mit Höchstmengen (Stufe-2) oder maximalen realen Einsatzmengen (Stufe-3) kombiniert, wobei die „Langzeitexposition“ über das arithmetische Mittel der individuellen täglichen Expositionen gebildet wurde. In risikobezogenen Neubewertungen von Azofarbstoffen und Chinolingelb durch die EFSA fanden diese Expositionsschätzungen Anwendung (HUYBRECHTS ET AL. 2010).

*c) Concise und Comprehensive Database der EFSA und FAIM-Template*

Seit 2005 wurden verschiedene Datenbanken mit Informationen zur Lebensmittelzufuhr mit unterschiedlicher Detailliertheit von der EFSA aufgebaut. Die Entwicklung der ‚EFSA Concise European Food Consumption Database‘ (EFSA Concise Database) begann 2007 und wird für Expositionsschätzungen seit 2008 genutzt. Die ‚EFSA Concise Database‘ integriert Verzehrsdaten von Individuen aus 18 Mitgliedstaaten der EU und Norwegen im Alter von 16 – 64 Jahren. Die unterschiedlichen nationalen Lebensmittelcodierungssysteme wurden in ein eigenes System umcodiert, wobei dieses System auf Basis des *Euro Food Grouping* (EFG) entstand. Aus Deutschland wurden Daten zur Lebensmittelzufuhr des Bundesgesundheits surveys integriert (Alter: 18 – 79 Jahre; Erhebungsjahr: 1998; Methodik: Diet History (DISHES '98)). Für Expositionsschätzungen werden in der Datenbank Mittelwerte und unterschiedliche Perzentile (P95; P97.5; P99) der Lebensmittelzufuhr für einzelne Kategorien berechnet und mit Stoffkonzentrationen verknüpft. Die Exposition der *High Consumer* berechnet sich aus dem 95. Perzentil der Lebensmittelzufuhr der

Kategorie mit dem höchsten Expositionseintrag und der durchschnittlichen Lebensmittelzufuhr der übrigen 17 Kategorien (EFSA 2008).

Ende 2008 begann der Aufbau der ‚*EFSA Comprehensive European Food Consumption Database*‘ (**EFSA Comprehensive Database**). Diese integrierte 32 aktuelle nationale Erhebungen und wurde im Jahr 2012 durch weitere Studien, a priori zur Lebensmittelzufuhr von Kleinkindern und Kindern, ergänzt (EFSA 2011c). Die ‚*EFSA Comprehensive Database*‘ wird für Risikobewertungen unterschiedlicher Chemikalien genutzt (Pestizide, Kontaminanten, Zusatzstoffe) und muss entsprechend eine Verknüpfung zwischen Lebensmitteln/Lebensmittelgruppen und Stoffkonzentrationen unterschiedlicher Art und Herkunft gewährleisten. Hierfür wurde von der EFSA das Lebensmittelbeschreibungs- und Codierungssystem *FoodEx* erstellt, das durch *FoodEx2* ersetzt wurde. *FoodEx2* baut auf vier Hierarchien auf (Master, Zoonose, Pestizide und Exposition), wobei die Masterhierarchie über eine ‚*Core*‘- (1164 Einträge) und ‚*Extended Core*‘-Liste (1509 Einträge) die Zoonose-, Pestizid- und Expositionshierarchie bedient. Lebensmittel der ‚*Extended Core*‘-Liste können mittels 26 Facetten (2172 Einträge) weiter spezifiziert werden. Über die Expositionshierarchie sollen u. a. Expositionsschätzungen gegenüber Zusatzstoffen ermöglicht werden. Aggregierte Daten zur Lebensmittelzufuhr (vgl. ‚*EFSA Concise Database*‘) dienen der ‚*EFSA Comprehensive Database*‘ für konservative Expositionsschätzungen. Die Schätzung der Exposition der *High Consumer* erfolgt unter Berücksichtigung der Lebensmittelzufuhr des 95. Perzentils in der Kategorie mit dem höchsten Eintrag in die Gesamtexposition, ergänzt durch die durchschnittliche Lebensmittelzufuhr der übrigen Kategorien. Aktuelle Expositionsschätzungen auf Basis der ‚*EFSA Comprehensive Database*‘ erfolgen mit nicht-aggregierten Daten zur Lebensmittelzufuhr auf individueller Ebene (EFSA 2013d, EFSA 2013h).

Mit dem **Food Additives Intake Model** (FAIM) wurde Zusatzstoffanwendern und Risikomanagern eine *Microsoft Excel*-Anwendung zur Verfügung gestellt, die Daten zur Zusatzstoffexposition im Rahmen von Neuzulassungen (Szenario 1) und bei regulatorischer Anpassung von Verwendungsbedingungen, also Zulassungsänderungen (Szenario 2), liefert. Hierfür werden Daten zur Lebensmittelzufuhr aus der ‚*EFSA Comprehensive Database*‘ (FAIM integriert 27 nationale europäische Surveys) genutzt. Daten zur Lebensmittelzufuhr von Kleinkindern und Kindern aus Deutschland sind der DONALD-Studie entnommen (n = 926, Methodik: 3-Tage-Wiege-/ Schätzprotokolle, Erhebungszeitraum: 2006 – 2008, geographische Ebene: regional). Die

24-Hour-Recalls der NVS II liefern Daten zur Lebensmittelzufuhr von Jugendlichen (15 – < 18 Jahre; n = 506). Die Verknüpfung der Daten zur Lebensmittelzufuhr mit Zusatzstoffkonzentrationen erfolgt über ein Kategorisierungssystem, das auf dem System der VO (EG) Nr. 1333/2008 aufbaut, wobei die 17 Hauptkategorien bis Ebene zwei, selten bis Ebene drei, ausdifferenziert werden, wodurch ein grobes System mit 64 spezifischen und zwei unspezifischen Kategorien zur Verfügung steht. Das Expositionsmodell schätzt die Exposition nicht auf individueller Ebene: für die 66 Lebensmittelgruppen wird die durchschnittliche Zufuhr sowie die Zufuhr des 95. Perzentils (nur Konsumenten) gebildet und mit entsprechenden Stoffkonzentrationen verknüpft (EFSA 2013e). Das Modell berücksichtigt bei der Berechnung der Exposition der *High Consumer* das 95. Perzentil der Lebensmittelzufuhr der Kategorie mit dem höchsten Expositionseintrag sowie die durchschnittliche Lebensmittelzufuhr der anderen Kategorien.

#### d) *FACET* (2.0.6)

*FACET* wurde unter dem *Institute for Health and Consumer Protection (IHCP)* der europäischen Kommission entwickelt und ist eine Anwendungssoftware zur Modellierung von Expositionen gegenüber Chemikalien (Lebensmittelkontaktmaterialien, Zusatzstoffe, Aromastoffe). Hierfür integriert *FACET* Daten zur Lebensmittelzufuhr der ‚*EFSA Comprehensive Database*‘ aus acht europäischen Ländern (keine Daten aus Deutschland), die vorwiegend mittels Wiege-/ Schätzprotokollen (3 – 7 Tage) erhoben wurden und Altersgruppen von 0 – > 65 Jahre einschließen. Von 5219 Individuen im Alter von 0 – 12 Jahren wurden aus sechs nationalen Studien Daten zur Lebensmittelzufuhr in die Anwendungssoftware integriert (Tab. 3). Neben gesetzlichen Höchstmengen von Zusatzstoffen enthält die Datenbank auch Informationen der Industrie zum Chemikalieneinsatz in Produkten sowie analytische Daten zu Stoffkonzentrationen. Die für Zusatzstoffe zur Verfügung stehenden Szenarien nutzen neben gesetzlichen Höchstmengen (MPLs) auch Verwendungsdaten und reale Zusatzstoffkonzentrationen, die für 32 Zusatzstoffe vorliegen. Das genutzte Kategorisierungssystem basiert auf den Kategorien des Anhangs II der VO (EG) Nr. 1333/2008 und erweitert diese auf insgesamt 586 Kategorien. Hierbei werden die Ausnahmen und Einschränkungen in der Verwendung von Zusatzstoffen aus dem Anhang II der VO (EG) Nr. 1333/2008 umgesetzt.

Tab. 3: Verzehrsstudien des FACET (Altersgruppen 0 – 12 Jahre)

Land	Survey	Erhebungsmethode	Jahr	n (gesamt)	n (0 – 12 J.)	Alter (Jahre)
UK	National Diet and Nutrition Survey	4-Tage-Wiegeprotokoll	1992 – 93	1717	1717	1.5 – 4.5
UK	National Diet and Nutrition Survey	7-Tage-Wiegeprotokoll	1997	1688	1085	4 – 18
Frankreich	Individual and National Food Consumption Survey 2	7-Tage-Schätzprotokoll	2005 – 07	4079	780	1 – 97
Polen	Household food consumption and anthropometric survey	24-Hour Recall	2000	4134	737	1 – 96
Irland	National Children's Food Survey	7-Tage-Wiegeprotokoll	2003 – 04	594	594	5 – 12
Italien	Third National Food Consumption Survey	3-Tage-Schätzprotokoll	2005 – 06	3323	306	1 – 97

### 2.3 Unsicherheitsanalysen

Die valide Expositionsschätzung ist ein Kernbestandteil der Risikobewertung und stellt neben Aussagen zur Höhe der Exposition auch Angaben zur Verlässlichkeit der generierten Daten bereit (IPCS 2008). Unsicherheitsanalysen machen für Entscheidungsträger transparent, inwieweit die Informationen in einem Expositionsmodell tatsächlich bekannt oder Annahmen mit einem definierten/zu definierenden Grad an Unsicherheit sind. Ergebnisse aus Unsicherheitsanalysen können beachtliche Auswirkungen auf das Risikomanagement haben und sind auch für die Risikokommunikation von zentraler Bedeutung (SCHÜMANN ET AL. 2014). Unsicherheit ist definiert als

*„imperfect knowledge concerning the present or future state of an organism, system, or (sub)population under consideration“ (IPCS 2008).*

Von *Unsicherheit* abzugrenzen ist die *Variabilität*. Sie ist ein unabänderbarer Bestandteil einer Expositionsmodellierung, z. B. die intra-individuelle Variabilität. *Variabilität* kann durch eine gezielte Selektion homogener Subpopulationen reduziert werden, jedoch nicht durch eine Vergrößerung der Datengrundlage (SCHÜMANN ET AL. 2014). *Unsicherheit* hingegen beschreibt eine eingeschränkte Informationslage hinsichtlich expositionsrelevanter Parameter, z. B. fehlende Daten zu tatsächlichen Konzentrationen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln. Unsicherheiten können ihrer Ursache entsprechend dem Expositionsszenario (Szenario-Unsicherheit), dem Expositionsmodell (Modell-Unsicherheit) sowie den Expositionsparametern (Parameter-Unsicherheit) zugeordnet werden (IPCS 2008).

Schätzungen der Exposition gegenüber Zusatzstoffen folgen in der europäischen Union einem gestuften, weitgehend standardisierten Verfahren. Neben einer qualita-

tiven Unsicherheitsanalyse werden umfangreiche deterministische als auch probabilistische Unsicherheitsanalysen für diese standardisierten Verfahren als nicht notwendig angesehen, da durch geeignete konservative Annahmen und Standardwerte der Grad an Unsicherheit transparent und einschätzbar gemacht wird (EFSA 2006).

## 2.4 Expositionsszenario, -modell und -parameter

Das Expositionsszenario beschreibt die exogene Exposition der Stichprobe gegenüber Zusatzstoffen durch die Kombination der Daten zur Lebensmittelzufuhr mit Konzentrationsdaten von Zusatzstoffen in Lebensmitteln. Das Anwendungsmodell berücksichtigt ausschließlich die Verwendung einer Substanz als Zusatzstoff in Lebensmitteln. Andere Expositionspfade und -quellen, wie die Aufnahme einer Substanz als Lebensmittelkontaminante oder als natürlicher Bestandteil eines Lebensmittels, bleiben unberücksichtigt (Tab. 4). Die Verknüpfung der Daten zur Lebensmittelzufuhr mit Zusatzstoffkonzentrationen erfolgt über ein Kategorisierungssystem zum Einsatz von Zusatzstoffen in Lebensmitteln, das die Verwendung von Zusatzstoffen in Lebensmitteln nach Anhang II VO (EG) Nr. 1333/2008 umsetzt.

Das deterministische Expositionsmodell berücksichtigt Zusatzstoffe auf Stufe-2/-2b, wenn diesen über die VO (EG) Nr. 1333/2008 mindestens eine numerische Höchstmenge zugeordnet ist. Für Zusatzstoffe die (auch partiell) *quantum satis* zugelassen sind, kann auf Stufe-2/-2b die Teilexposition über die Kategorien mit numerischer Höchstmenge geschätzt werden. Auf Stufe-3b ersetzen Daten zu realen Einsatzmengen *quantum satis*-Zulassungen. Das Expositionsmodell berechnet auf individueller Ebene die tägliche Exposition gegenüber einem Zusatzstoff (mg/d) auf Stufe-2, -2b und -3b unter Berücksichtigung verschiedener logischer (●) und regulatorischer (○) Aspekte:

- In zusammengesetzte Lebensmittel der Kategorie 13.1 (*Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder*) können aus Zutaten keine Zusatzstoffe migrieren.
- In zusammengesetzte Lebensmittel können Zusatzstoffe aus Zutaten migrieren. Ist ein Zusatzstoff sowohl in der primären Kategorie des zusammengesetzten Lebensmittels als auch in Zutaten zulässig, wird der höhere Zusatzstoffeintrag in das Lebensmittel berücksichtigt.



- Ist einer Verzehrsposition ein Lebensmittel mit Markenbezeichnung zugeordnet, wird die Kategorie des Lebensmittels mit Markenbezeichnung berücksichtigt, nicht die Kategorie des unspezifischen Codes der Verzehrsposition (BLS-Code, ZLEB-Code u. a.).
- Sind einem Lebensmittel mehrere Kategorien mit unterschiedlichen Höchstmengen eines Zusatzstoffes zugeordnet, wird die höhere Höchstmenge des Zusatzstoffes berücksichtigt.
  - Verzehrsmengen nicht-rekonstituierter Lebensmittel wurden mit Korrekturfaktoren korrigiert.
- Dragierte Schokoladenprodukte wurden den Kategorien ‚Nicht-brennwertverminderte Schokoladen und Kakaoprodukte‘ und ‚Rote Schokoladenüberzüge (auch partiell)‘ zugeordnet, wobei letztere Kategorie mit 35 % der gesamten Verzehrsmenge im Modell berechnet wird. Der Anteil wurde von handelsüblichen Produkten abgeleitet.
- Der Anteil von Cocktailkirschen in Frucht-Cocktailkonserven wurde mit 1.43 % im Modell berücksichtigt und gravimetrisch aus handelsüblichen Produkten bestimmt (Expositionsschätzung gegenüber Erythrosin, E 127).
  - Die zugrunde gelegten Fettgehalte von Lebensmitteln (Expositionsschätzungen gegenüber Antioxidantien und Zuckerestern von Speisefettsäuren) wurden Expositionsschätzungen der EFSA entnommen. Für verarbeitete Nüsse und Koch- und Brühwurst wurde mit 60 % bzw. 40 % ein höherer Fettanteil über die BLS-codierten Lebensmittel bestimmt und berücksichtigt.

Das Modell berücksichtigt auf Stufe-2b die Höchstmenge eines Zusatzstoffes nur, wenn dieser tatsächlich im Zutatenverzeichnis des Produktes mit Markenbezeichnung deklariert ist. Liegen zu einem verzehrten Lebensmittel keine Informationen zur Produktmarke vor, folgt die Prozedur des Stufe-2b-Modells dem Vorgehen der Stufe-2, d. h. es werden alle zulässigen Zusatzstoffe der Kategorie entsprechend ihrer Höchstmenge in der Expositionsschätzung berücksichtigt.

Überschreitet die geschätzte Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2b den ADI in mindestens einer Alters-/ Geschlechtsgruppe, soll der Zusatzstoff auf Stufe-3b übernommen werden, wenn Daten zu maximalen realen Einsatzmengen vorliegen.

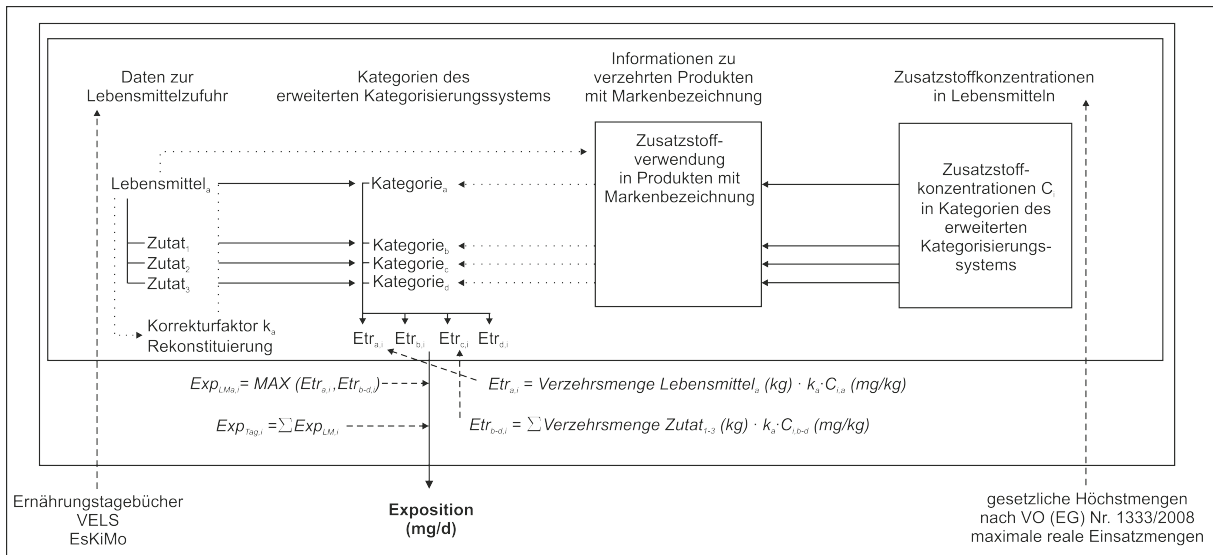


Abb. 3: Expositionsmodell

Tab. 4: Expositionsszenario, Expositionsmodell und Expositionsparameter

<b>Szenario</b>	Chemikalien	Lebensmittelzusatzstoffe
	Population	deutsche Bevölkerung, Alter 0.4 – < 12 Jahre
	Ort und Zeit	2000/01 (VELS), 2006 (EsKiMo), Deutschland, ganzjährig
	Expositionsquellen	Verwendung als Lebensmittelzusatzstoffe in Lebensmitteln
	Expositionspfad	orale Exposition über Lebensmittel
	Expositionsroute	oral
	Regulierung	Positivistische mit Höchstmengenbeschränkung (numerisch oder <i>quantum satis</i> )
<b>Modell</b>	Annahmen	zusatzstoffrelevante Zutatenebene, 35 % Überzug bei überzogenen Schokoladenprodukten, 1.43 % Cocktailkirschen, E 235: 1 mg/dm <sup>2</sup> = 20 mg/kg, Fettgehalte von Lebensmittelgruppen (Antioxidantien)
	Modell-Struktur	erweitertes Kategorisierungssystem, Höchstmengen (Stufe-2), max. reale Einsatzmengen (Stufe-3), Berücksichtigung der Zusatzstoffverwendung in verzehrten Markenprodukten (b-Stufen)
	Extrapolationen	3-/ 6-Tage-Kurzzeiterhebung auf chronische Exposition
	Implementierung	Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln
<b>Parameter:</b> Lebensmittelzufuhr	Stichprobenziehung	Sampling im zielgruppenspezifischen Sozialumfeld, Multicenter (VELS) randomisiert-stratifizierte Unterstichprobe des repräsentativen KiGGS (EsKiMo)
	Datentyp	individuell
	Parametermessung	2 x 3-/ 3-Tage-Ernährungstagebücher, gravimetrisch, geschätzt (altersgerechtes Fotobuch, Standardportionsgrößen, Verpackungseinheiten)
<b>Parameter:</b> MPLs	Stichprobenziehung	-
	Datentyp	Höchstmengen in Lebensmittelgruppen
	Parametermessung	(VO (EG) Nr. 1333/2008)
<b>Parameter:</b> mRULs	Stichprobenziehung	Lebensmittelmonitoring, Auskünfte (Dach-/Verbände der) Hersteller/ Zusatzstoffanwender
	Datentyp	Verwendungsmengen in Lebensmittelgruppen
	Parametermessung	analytisch, Rezeptur
<b>Parameter:</b> Körpergewicht	Stichprobenziehung	Sampling im zielgruppenspezifischen Sozialumfeld, Multicenter (VELS) randomisiert-stratifizierte Unterstichprobe des repräsentativen KiGGS (EsKiMo)
	Datentyp	individuell
	Parametermessung	gravimetrisch standardisiert (VELS), Selbstauskunft (EsKiMo)

Daten zu maximalen realen Einsatzmengen werden aktuellen EFSA-Publikationen entnommen und den Kategorien des Kategorisierungssystems zugeordnet (A5). Die Expositionsschätzung auf Stufe-3b gegenüber Annatto (E 160b) nutzt typische Verwendungsmengen von Norbixin in europäischen Produkten (TENNANT AND O'CALLAGHAN 2005). Ein Stufe-3b-Modell gegenüber Bixin bleibt wegen des deutlich höheren ADI im Vergleich zu Norbixin und seltener Verwendung in Lebensmitteln unberücksichtigt.

Im Stufe-3b-Modell werden maximale reale Einsatzmengen von Zusatzstoffen nur dann berücksichtigt, wenn diese auf der Verpackung des Produktes mit Markenbezeichnung deklariert sind. Verzehrte Lebensmittel ohne Informationen zu einem Produkt mit Markenbezeichnung folgen einer Stufe-3-Prozedur, d. h. es werden alle zulässigen Zusatzstoffe der Kategorie entsprechend ihrer maximalen realen Einsatzmenge in der Expositionsschätzung berücksichtigt.

#### **2.4.1 Daten zur Lebensmittelzufuhr**

##### *VELS*

Die *Verzehrsstudie zur Ermittlung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern für die Abschätzung eines akuten Toxizitätsrisikos durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln* (VELS) erhob Daten zur Lebensmittelzufuhr von Säuglingen, Kleinkindern und Kindern im Alter von 0.4 – < 5 Jahren. Primär wurden die Daten vom BfR für eine Risikoabschätzung gegenüber Rückständen von Pflanzenschutzmitteln in Lebensmitteln genutzt. Die Erhebungsinstrumente sowie das Studiendesign wurden hinsichtlich dieser Zielvorgabe ausgewählt und optimiert.

Deutschlandweit wurden in neun Samplepoints über Kindergärten, Kindertagesstätten, Babyschwimmen, PEKiP- und Krabbel-Gruppen Mütter und Väter zusammen mit ihren Töchtern und Söhnen rekrutiert. Als Erhebungsinstrument diente ein 3-Tage-Wiege-/ Schätzprotokoll, welches nach 3 – 6 Monaten wiederholt wurde, so dass für ein Individuum die Lebensmittelzufuhr von sechs Tagen an zwei getrennten Zeitpunkten erfasst wurde (Tab. 5).

Tab. 5: Kenndaten VELS

	<b>Allgemeines</b>	
Literatur		(HESEKER ET AL. 2008)
Methode		2 x 3-Tage-Wiege-/ Schätzprotokoll
Anzahl der Tage		6
Tage zwischen nicht zusammenhängenden Wiederholungen (MW [P5 – P95])		119 [34 – 201]
Anzahl persönlicher Treffen		mindestens 2
Art der Instruktion		persönlich
Studienzeitraum		Juni 2001 – September 2002
Stichprobeneinheit		individuell
	<b>Altersgruppen</b>	
	0.4 – < 1 Jahr	
Gesamt (n)		157
männlich (%)		54
	1 – < 3 Jahre	
Gesamt (n)		348
männlich (%)		49
	3 – < 5 Jahre	
Gesamt (n)		295
männlich (%)		50
	<b>Gesamt</b>	
Altersspanne (Jahre)		0.4 – < 5
n		800
SES		partiell (Schulabschluss, berufliche Stellung)
weiblich (%)		49.5
männlich (%)		50.5
	<b>Anteil der Wochentage und Wochenenden an der Stichprobe</b>	
Wochentage (%)		72
Wochenendtage (%)		28
	<b>Verteilung der Tage über die Jahreszeiten</b>	
Frühling (%)		29
Sommer (%)		15
Herbst (%)		28
Winter (%)		28
	<b>Stadt-/ Landverteilung</b>	
< 10000 Einwohner (%)		26
10000 – < 100000 Einwohner (%)		18
100000 – 500000 Einwohner (%)		24
> 500000 Einwohner (%)		24
	<b>besondere Ernährungsformen (Selbstauskunft)</b>	
krankheitsbezogene Ernährung (n)		107
unspezifisch (n)		693

Aufgrund der altersbedingten Ernährungsumstellung (Übergang von Beikost zu Familienkost) führten die Eltern von Säuglingen das zweite Ernährungstagebuch bereits 4 – 6 Wochen nach der ersten Erhebung. Neben Informationen wie Datum, Uhrzeit und Menge des verzehrten Lebensmittels wurden auch Markennamen, Zubereitungsarten und Rezepte erfasst. Die verzehrten Lebensmittelmengen wurden einer-

seits exakt mittels Zuwiegetechnik bestimmt, andererseits bei Außer-Haus-Verzehr mittels üblicher Maße geschätzt.

### *EsKiMo*

Die „Ernährungsstudie als KiGGS Modul“ (*EsKiMo*) ist eine von mehreren Modulstudien im Rahmen der *Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen* (KiGGS) des Robert Koch Institutes. EsKiMo erhob aus einer randomisierten, nach Alter und Geschlecht stratifizierten Unterstichprobe der bundesweit repräsentativen KiGGS-Teilnehmer Daten zur Ernährungssituation von 6 – 17-jährigen Kindern und Jugendlichen. Den altersabhängigen Kognitionen entsprechend wurden zwei unterschiedliche Erhebungsmethoden eingesetzt. Die Befragung der 12 – 17-jährigen Jugendlichen erfolgte mittels *DISHES Junior*, einer computergestützten Diet-History-Methode (vier Wochen retrospektiv), ergänzt durch Food Frequency Questionnaires. Die 6 – 11-jährigen Kinder und Jugendlichen führten mit Unterstützung der Eltern an drei zufällig ausgewählten und aufeinanderfolgenden Tagen ein Ernährungstagebuch. Dieses Erhebungsinstrument wurde auf Basis der VELs-Ernährungstagebücher entwickelt, an die Altersgruppen angepasst und hinsichtlich der Quantifizierung der verzehrten Lebensmittelmengen abgeändert. Die Verzehrsmengen wurden anhand von Haushaltsmaßen, Stückangaben und Verpackungsgrößen oder mittels Fotobuch geschätzt. Das Fotobuch kam bereits in der Zweiten Nationalen Verzehrstudie (NVS II) zur Anwendung und wurde auf Basis des EPIC-Fotobuches weiter entwickelt (BAUCH ET AL. 2006). Diese Expositionsschätzung nutzt die Daten zur Lebensmittelzufuhr aus den Ernährungstagebüchern der 6 – 11-jährigen Kinder und Jugendlichen (Tab. 6).

Für eine alters-/ geschlechtsgruppendifferenzierte Auswertung wurde die Stichprobe in Anlehnung an die Alters-/ Geschlechtsgruppierung der EFSA zunächst in fünf Gruppen unterteilt (EFSA 2012f). Die Altersgruppe 3 – < 10 Jahre wurde weiterführend in zwei Gruppen geteilt, da sich bei 89 % der Zusatzstoffe die zentralen Tendenzen der Expositionen der beiden Altersgruppen 3 – < 5 Jahre und 6 – < 10 Jahre unterscheiden (Mann-Whitney-Test,  $p < 0.05$ ). Ausschlaggebend für die Zuordnung zu einer Altersgruppe war für Individuen der VELs das Alter am Zeitpunkt des ersten Protokolltages und für Individuen der EsKiMo das im Protokoll angegebene Alter (Tab. 7).

Tab. 6: Kenndaten EsKiMo

<b>Allgemeines</b>	
Literatur	(MENSINK ET AL. 2007)
Methode	3-Tage-Schätzprotokoll
Anzahl der Tage	3
Tage zwischen nicht zusammenhängenden Wiederholungen	-
Anzahl der Treffen	0
Art der Instruktion	telefonisch, schriftlich
Studienzeitraum	Januar 2006 – Dezember 2006
Stichprobeneinheit	individuell
<b>Altersgruppen</b>	
6 – < 10 Jahre	
Gesamt (n)	833
männlich (%)	51
10 – < 12 Jahre	
Gesamt (n)	401
männlich (%)	50
<b>Gesamt</b>	
Altersspanne (Jahre)	6 – < 12
n	1234
SES	ja
weiblich (%)	49
männlich (%)	51
<b>Anteil der Wochentage und Wochenenden an der Stichprobe</b>	
Wochentage (%)	76
Wochenendtage (%)	24
<b>Verteilung der Tage über die Jahreszeiten</b>	
Frühling (%)	26
Sommer (%)	19
Herbst (%)	34
Winter (%)	21
<b>besondere Ernährungsformen (Selbstauskunft)</b>	
krankheitsbezogene Ernährung (n)	125
unspezifisch (n)	1109

Tab. 7: Parameter der Alters-/ Geschlechtsgruppen

Alters-/ Geschlechtsgruppe	0.4 – < 1 Jahr	1 – < 3 Jahre	3 – < 5 Jahre	6 – < 10 Jahre	10 – < 12 Jahre (♀)	10 – < 12 Jahre (♂)
n	157	349	294	833	201	200
männlich (%)	53	50	50	51	0	100
Alter (Jahre)*	0.8 [0.7 – 0.9]	2 [1.5 – 2.5]	4 [3.6 – 4.5]	8 [7 – 9]	11 [10 – 11]	11 [10 – 11]
Körpergewicht (kg)*	9 [8 – 10]	13 [11 – 14]	17 [15 – 19]	27 [24 – 32]	40 [33 – 46]	38 [33 – 44]
Körpergewichts-Perzentil* <sup>a</sup>	50 [24 – 73]	58 [31 – 80]	53 [26 – 77]	62 [36 – 84]	61 [30 – 80]	52 [28 – 80]
BMI-Perzentil* <sup>a</sup>	51 [21 – 78]	56 [26 – 83]	42 [16 – 70]	44 [20 – 74]	45 [21 – 71]	42 [23 – 73]
Vollständige Datensätze (%) <sup>§</sup>	92	83	77	99	98	98

\* Median [IQR]

§ Datensätze von Individuen mit einer maximalen Anzahl Verzehrstage (VELS = 6 Tage; EsKiMo = 3 Tage)

<sup>a</sup> Variable ist nicht gleichverteilt (Kruskal-Wallis-Test, p < 0.05)

## 2.4.2 Aufbereitung der Daten zur Lebensmittelzufuhr

Aus VELS und EsKiMo liegen für 2034 Individuen die originalen Ernährungstagebücher sowie die bereits digital codierten Informationen zur Lebensmittelzufuhr vor. Die Codierung der Lebensmittelzufuhr erfolgte mit dem Bundeslebensmittelschlüssel (BLS) und weiteren Lebensmittelcodiersystemen. Zur Erfassung von Lebensmitteln zur Ernährung von Säuglingen und Kleinkindern wurden A-Codes und ZLEB-Codes vom *Forschungsinstitut für Kinderernährung* genutzt, die mit BLS-codierten Rezepturen hinterlegt sind. Zusammengesetzte Speisen/ Gerichte mit Rezeptinformationen der Eltern, Tagesmütter oder Kindertagesstätten wurden über die Generierung eigener Codes erfasst, deren Rezeptierung über eine BLS-Codierung erfolgte. Zusammengesetzte Speisen ohne dazugehörige Rezeptinformationen wurden über die Rezeptgruppen des BLS (X- und Y-Codes) und deren hinterlegte Standardrezepturen codiert.

Aus allen Ernährungstagebüchern wurden verzehrte Produkte mit Markenbezeichnung identifiziert (ca. 9.200 Produkte) und für diese qualitativ die Verwendung von Zusatzstoffen über das Zutatenverzeichnis recherchiert. Verarbeitungshilfsstoffe werden über diese Informationsquelle nicht erfasst, da diese nicht im Zutatenverzeichnis abgepackter Lebensmittel deklarationspflichtig sind (vgl. VO (EG) Nr. 1169/2011, Artikel 20b). In der *Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln* (vgl. 2.4.4) wurde für alle Produkte mit Markenbezeichnung ein Datensatz angelegt und dieser mit entsprechenden Verzehrpositionen verknüpft.

Die Höchstmengen des Anhangs II der VO (EG) Nr. 1333/2008 gelten für in Verkehr gebrachte Lebensmittel. Hiervon abweichend beziehen sich die Höchstmengen bei getrockneten und konzentrierten Lebensmitteln auf die vom Hersteller angegebenen rekonstituierten Mengen der Lebensmittel. Die Codierung der Ernährungstagebücher erfolgte häufig mit der rekonstituierten Lebensmittelmenge (z. B. gekochte Pasta), die ohne weitere Anpassung eine Verknüpfung mit Zusatzstoffkonzentrationen erlaubt. Die Verzehrsmengen nicht-rekonstituiert codierter Lebensmittel wurden entweder in die rekonstituierte Verzehrsmenge umcodiert oder mittels Korrekturfaktor auf die rekonstituierte Menge extrapoliert. Die verwendeten Faktoren wurden produktspezifisch auf Basis der Herstellerempfehlungen gebildet (A3). Für Produkte ohne Markenbezeichnung (z. B. gekörnte Brühe) wurde der übliche Korrekturfaktor der Produktkategorie angenommen.

Für „Fix-Produkte“ (Trockenmischungen mit Gewürzen zur Herstellung von Gerichten) gibt es, im Gegensatz zum Kategorisierungssystem des GSFA, im System des Anhangs II der VO (EG) Nr. 1333/2008 keine entsprechende Kategorie. „Fix-Produkte“ für Suppen und Soßen wurden ihrer Verwendung entsprechend den Kategorien ‚*Suppen*‘ bzw. ‚*Soßen*‘ zugewiesen. Für „Fix-Produkte“, die eine Soße im verzehrfertigen Produkt erzeugen (z. B. Fix für Geschnetzeltes), wurde aus dem Gewicht der Soße im verzehrfertigen Produkt und dem Gewicht des nicht-rekonstituierten „Fix-Produktes“ ein Korrekturfaktor (s. o.) zur Extrapolation auf das rekonstituierte Lebensmittelgewicht gebildet.

### 2.4.3 Erweitertes Kategorisierungssystem

Neben der Qualität der Variablen Lebensmittelzufuhr und Stoffkonzentrationen ist auch die Verknüpfung dieser Variablen entscheidend für die Reduzierung von Unsicherheit in einer Expositionsschätzung (EFSA 2011b).

Zur Klassifikation und/ oder Beschreibung von Lebensmitteln steht eine Vielzahl unterschiedlicher Systeme zur Verfügung. Diese Lebensmittelklassifikations- und -beschreibungssysteme sind zweckgebunden auf nationaler und internationaler Ebene entwickelt worden und finden u. a. Anwendung bei der Bestimmung des Lebensmittelverzehr (z. B. EPIC), der Lebensmittelzusammensetzung (z. B. BLS), in Gesetzestexten (VO (EG) Nr. 1333/2008; VO (EG) Nr. 396/2005) oder auch im weltweiten Handel (z. B. Global Product Classification, GPC) (EFSA 2011e). Im Kontext der Lebensmittelsicherheit wurden unterschiedliche Systeme entwickelt, die sich aufgrund spezifischer Anforderungen teils deutlich unterscheiden. Integriert sind diese Systeme z. B. in der ‚*EFSA Concise Database*‘ für die Expositionsschätzung von Mykotoxinen und Kontaminanten (aggregiertes *Euro Food Grouping*) oder in der ‚*EFSA Comprehensive Database*‘ für Expositionsschätzungen gegenüber Pestiziden und Zusatzstoffen (FOODEX2). Zur Klassifikation von Lebensmitteln hinsichtlich des Einsatzes von Zusatzstoffen wurden verschiedene Klassifikationssysteme entwickelt. Neben dem ‚*CIAA Food Classification for Food Additives*‘ der *Confederation of the Food and Drink Industries* existiert das ‚*Codex Food Classification System (FCS)*‘ als Instrument des *General Standard for Food Additives (GSFA)*. Das FCS baut auf dem CIAA-System auf und so weisen beide streng hierarchischen Systeme 16 identische Hauptkategorien auf, die sich in zahlreiche weitere Unterkategorien aufspalten. Das



System des europäischen EXPOCHI-Projektes baut auf dem FCS auf und setzt für Farbstoffe die Verwendungsbedingungen der Richtlinie 94/36/EC um (DIRECTORATE-GENERAL HEALTH AND CONSUMER PROTECTION 2004, DE NEVE ET AL. 2010). Alle drei Systeme integrieren neben Zusatzstoffrelevanten Lebensmitteln auch Lebensmittel, die keine Zusatzstoffe enthalten, wobei gebildete Kategorien häufig typischen Lebensmittel-Konsumgütern entsprechen, was einer Verknüpfung mit Verzehrdaten entgegen kommt (IRELAND AND MØLLER 2000).

Die Europäische Kommission hat im Anhang II der VO (EG) Nr. 1333/2008 ein weiteres Kategorisierungssystem für Lebensmittel mit Bezug zu Zusatzstoffen bereitgestellt. Dieses System basiert weitgehend auf den Kategorien des GSFA und der CIAA-Klassifikation. Insgesamt stehen mit diesem System 18 Hauptgruppen zur Verfügung, d. h. das FCS des GSFA wurde um zwei Kategorien erweitert (*„Desserts“* und *„Nahrungsergänzungsmittel“*). Die 18. Kategorie ist analog zum FCS für Lebensmittel bestimmt, die keiner der anderen 17 Kategorien zugeordnet werden können. Die verbleibenden 17 Hauptkategorien sind bis zur Hierarchieebene vier in insgesamt 135 Subkategorien aufgegliedert. Der Zusatzstoffeinsatz der Kategorien des Anhangs II der VO (EG) Nr. 1333/2008 ist nicht zwingend homogen für alle Lebensmittel, die der jeweiligen Kategorie zugeordnet sind. Es sind weitere Einschränkungen und Ausnahmen innerhalb einer Kategorie spezifiziert. Aufbauend auf diesen Einschränkungen und Ausnahmen wurde das bestehende System in Zusammenarbeit mit dem Bundesinstitut für Risikobewertung erweitert (Tab. 8, Tab. 9). Jede Kategorie enthält für sämtliche Einschränkungen und Ausnahmen in der Zulassung von Zusatzstoffen entsprechende Unterkategorien, so dass jedem Lebensmittel in einer Kategorie eine exakte zulässige Zusatzstoffverwendung zugeordnet ist. Hierbei wurden auch Kombinationen von Ausnahmen und Einschränkungen berücksichtigt und umgesetzt. Das bestehende System wurde so auf 1068 Kategorien mit neun Hierarchieebenen erweitert. Die 18. Kategorie wurde in dem erweiterten Kategorisierungssystem durch Berücksichtigung einer Zutatenebene überflüssig. Unspezifische Kategorien auf jeder Ebene der jeweiligen Hauptkategorien ermöglichen eine Lebensmittelzuordnung bei eingeschränkter Informationslage, z. B. ob das verzehrte Brot abgepackt und geschnitten war. Einer unspezifischen Kategorie ist die Zusatzstoffverwendung aller spezifischen Kategorien dieser Ebene mit den maximalen Höchstmengen zugeordnet.

Tab. 8: Hauptkategorien des erweiterten Kategorisierungssystems

01	Milchprodukte
02	Fette und Öle, Öl-Emulsionen
03	Eis
04	Obst und Gemüse
05	Süßwaren
06	Getreide und Getreideprodukte
07	Backwaren
08	Fleisch und Wurstwaren
09	Fisch und Fischerei-Produkte
10	Eier und Eiprodukte
11	Zucker, Sirupe, Honig und Tafelsüßen (Süßstoffe)
12	Salze, Gewürze, Suppen, Soßen, Salate (Fertigprodukte) und Proteinprodukte (Analoge, Substitute)
13	Lebensmittel, die für eine besondere Ernährung bestimmt sind
14	Getränke
15	Herzhaftes Fertiggebäck/ Snacks
16	Desserts
17	Supplemente

Von dieser Vorgehensweise ausgeschlossen wurden Höchstmengen, die durch Lebensmittel von geringer Bedeutung in eine unspezifische Kategorie eingebracht werden würden und zu unplausibler Überschätzung der Exposition führen.

Tab. 9: Beispiel für die Erweiterungen des Kategorisierungssystems

Kat.-Nr.	Bezeichnung der Kategorie	Regulatorische Ausnahmen und Einschränkungen in der Kategorie 04.1.1
04*	Obst und Gemüse	
04.1*	Nicht verarbeitetes Obst und Gemüse	<i>E 200 – 203: ML = 20 mg/kg , only surface treatment of unpeeled fresh citrus fruit; E 220 – 228: ML = 10 mg/kg , only table grapes, fresh lychees (measured on edible parts) and blueberries (Vaccinium corymbosum; E 220 – 228: ML = 100 mg/kg , only vacuum packed sweetcorn; E 445: ML = 50 mg/kg , only surface treatment of citrus fruit; E 473 – 474: quantum satis only fresh fruits, surface treatment; E 901: quantum satis only surface treatment of citrus fruit, melons, apples, pears, peaches and pineapples and glazing agent on nuts; E 903: ML = 200 mg/kg , only surface treatment of citrus fruit, melons, apples, pears, peaches and pineapples and glazing agent on nuts; E 904: quantum satis only surface treatment of citrus fruit, melons, apples, pears, peaches and pineapples and glazing agent on nuts; E 905: quantum satis only surface treatment of melons, papaya, mango, and avocado; E 912: quantum satis only surface treatment of citrus fruit, melons, papaya, mango, avocado and pineapple; E 914: quantum satis only surface treatment of citrus fruit, melons, papaya, mango, avocado and pineapple</i>
04.1.1*	Ganzes frisches Obst und Gemüse	
<b>04.1.1.1</b>	<b>Zitrusfrüchte</b>	
<b>04.1.1.2</b>	<b>Vakuumverpackter Mais</b>	
<b>04.1.1.3</b>	<b>Tafeltrauben und frische Litschis</b>	
<b>04.1.1.4</b>	<b>Papaya, Mango und Avocado</b>	
<b>04.1.1.5</b>	<b>Ananas</b>	
<b>04.1.1.6</b>	<b>Melonen</b>	
<b>04.1.1.7</b>	<b>Äpfel, Birnen, Pfirsiche und Nüsse</b>	
<b>04.1.1.8</b>	<b>Sonstiges ganzes frisches Obst und Gemüse</b>	
<b>04.1.1.9</b>	<b>Ganzes frisches Obst und Gemüse unspezifisch</b>	
04.1.2*	Geschältes und geschnittenes Obst und Gemüse	
04.1.3*	Gefrorenes Obst und Gemüse	
04.1.4	Nicht verarbeitetes Obst und Gemüse unspezifisch	

\*Kategorien des Kategorisierungssystems des Anhangs II der VO (EG) Nr. 1333/2008, **Erweiterung bestehender Kategorien**

So wurden die Höchstmengen für Sorbate und Benzoate aus der Kategorie ‚*Nicht-fermentierter Messwein für die kirchliche Nutzung*‘ und die Höchstmengen für Sulfite aus der Kategorie ‚*Traubensaft für die häusliche Vergärung*‘ nicht in den unspezifischen Kategorien berücksichtigt.

#### 2.4.4 Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln

Im Hinblick auf die zukünftige Nutzung und Pflege der *Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln* wurde die Programmierung der Datenbank am BfR vorgenommen. Die *Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln* verfügt über die drei zentralen Entitäten **Daten zur Lebensmittelzufuhr**, **Lebensmittel** und **Zusatzstoffe** (Abb. 4). In die Datenbank integriert sind die Daten zur Lebensmittelzufuhr aus VELS und EsKiMo, die zukünftig durch weitere Studien ergänzt werden sollen. Den Daten zur Lebensmittelzufuhr sind die Attribute: Proband, Datum, Uhrzeit, Menge, Lebensmittel (Code und Bezeichnung), Verpackung und Zustand zugeordnet. Zusammengesetzten Lebensmitteln sind quantifizierte Zutaten zugeordnet. Die Informationen zu den Zutaten wurden von der tatsächlichen Rezeptur eines Produktes mit Markenbezeichnung getrennt behandelt, da einerseits die quantifizierten Zutaten bei Lebensmitteln ohne Markenbezeichnung nicht zwingend sind. Andererseits lagen für Produkte mit Markenbezeichnung keine exakten Rezepturen der Hersteller vor. Die in der Datenbank hinterlegten Zutaten wurden plausibel u. a. über die Informationen der Lebensmittelverpackung generiert (z. B. QUID). Werden zukünftig von Herstellern konkrete Informationen zu Produktrezepturen bereitgestellt, können diese die qualitativen Informationen zum Vorkommen von Zusatzstoffen in den Rezepturen ergänzen. Einem Lebensmittel können neben Informationen zur Rezeptur die Attribute Name, Marke, Code (z. B. BLS-Codes) und ein Korrekturfaktor zugeordnet werden. Die dritte zentrale Entität bilden Zusatzstoffe mit den Attributen Stoffbezeichnung, E-Nummer und Funktion. Den Kategorien des erweiterten Kategorisierungssystems sind alle Zusatzstoffe nach deren Verwendungsbedingungen zugeordnet. Ein verzehrtes Lebensmittel (mit oder ohne Markenbezeichnung) kann einer oder mehreren Kategorien des erweiterten Kategorisierungssystems zugeordnet sein.

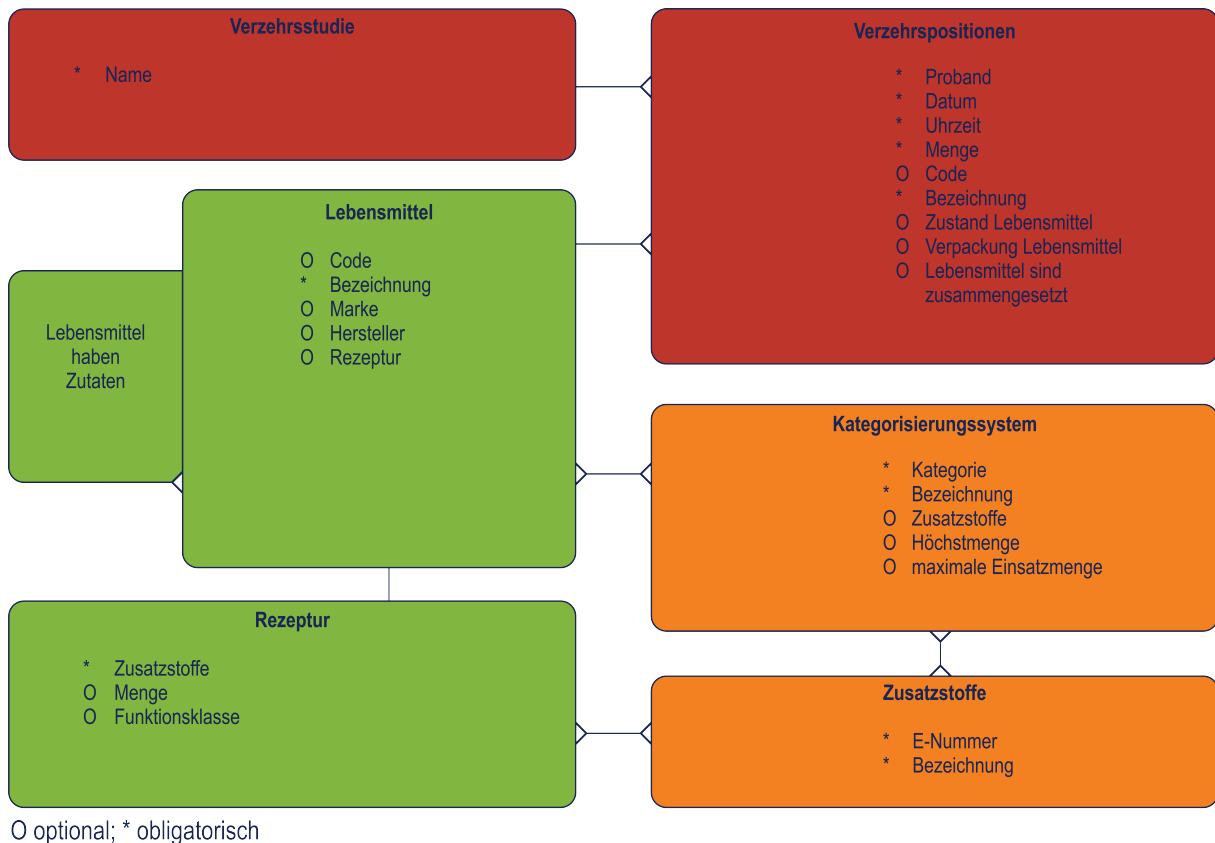


Abb. 4: Logisches Datenmodell der *Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln*

## 2.5 Datenverarbeitung und statistische Verfahren

### *Berechnung und Klassifizierung der Exposition*

Die tägliche Zusatzstoffexposition eines Individuums wird durch Multiplikation der Mengen der an diesem Tag verzehrten Lebensmittel mit den Konzentrationen des Zusatzstoffes in den entsprechenden Kategorien des erweiterten Kategorisierungssystems berechnet:

$$Exposition_{i,p} \text{ (mg}\cdot\text{kg KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}\text{)} = \sum_{s=1}^n (\text{Lebensmittelmenge}_s \cdot \text{Korrekturfaktor}_s \cdot \text{MPL}_i / \text{KG}_p) ,$$

hierbei entspricht  $\text{MPL}_i$  der Höchstmenge des Zusatzstoffes  $i$  in der Kategorie des Lebensmittels  $s$  mit dem Korrekturfaktor  $s$  und  $\text{KG}_p$  dem Körpergewicht des Probanden  $p$ .

Das arithmetische Mittel aus den geschätzten täglichen Expositionen bildet für jedes Individuum die übliche Zusatzstoffexposition ab.

Die Klassifizierung von Individuen in Expositions-Quintile erfolgt mittels Rangsummen der Expositionen gegenüber verschiedenen Zusatzstoffen (Stufe-2). Zusatzstoffe mit Gruppenhöchstmenge (z. B. Adipate) und folglich mit gleichem Rang der Exposition innerhalb der Stichprobe werden in der Rangsumme nur einmal berücksichtigt (vgl. A6), wodurch diese Klassifizierung insgesamt 130 Zusatzstoffe/ Zusatzstoffgruppen mit numerischer Höchstmenge und numerischem ADI einbezieht. Ranggleichen Beobachtungen wird der Mittelwert der ranggleichen Ränge zugeordnet.

### *High Consumer*

Expositionsschätzungen mittels Verzehrdaten sollten Individuen mit einer höheren als der üblichen Lebensmittelzufuhr einschließen, da diese höhere Zufuhr mit Gesundheitsrisiken verbunden sein kann (EFSA 2011b). Als *High Consumer* werden in dieser Expositionsschätzung Individuen definiert, deren geschätzte Exposition in der jeweiligen Alters-/ Geschlechtsgruppe auf bzw. über dem 95. Perzentil liegt. Maximalexpositionen werden nicht berücksichtigt, da diese üblicherweise nicht die langfristige Zufuhr widerspiegeln (KROES ET AL. 2002). In die Berechnung des 95. Perzentils werden ausschließlich Konsumenten einbezogen, d. h. Individuen, die im Zeitfenster des Ernährungstagebuches mindestens ein Lebensmittel verzehrten, in dem eine Verwendung des Zusatzstoffes mit numerischer Höchstmenge nach VO (EG) Nr. 1333/2008 zulässig ist. Zwar unterschätzt der selektive Einbezug von Konsumenten die tatsächliche Anzahl von Konsumenten, da episodisch verzehrte Lebensmittel möglicherweise in den gewählten Zeitfenstern der Datenerhebung nicht erfasst wurden. Andererseits hat die Berücksichtigung der gesamten Studienpopulation bei der Berechnung der *High Consumer* eine Unterschätzung der Exposition zur Folge (FAO/WHO 2005).

Die Zuverlässigkeit der Schätzung oberer Perzentile ist abhängig von der Stichprobengröße. Eine minimale Stichprobengröße, aus der das 95. Perzentil mit hinreichend großem Vertrauensbereich (Konfidenzintervall von 95 %) berechnet werden kann, entspricht  $n = 59$  (CONOVER 1980). Fällt der Stichprobenumfang zur Berechnung des 95. Perzentils bei restriktiv zugelassenen und selten verwendeten Zusatzstoffen unter  $n = 59$ , sind die geschätzten Expositionen der *High Consumer* mit größerer Unsicherheit behaftet und in den Ergebnissen entsprechend gekennzeichnet

(„\$“). Die dargestellten Mittelwerte der Expositionen der Alters-/ Geschlechtsgruppen basieren auf der gesamten Stichprobe (Konsumenten und Nicht-Konsumenten).

#### *Perzentile des BMI und des Körpergewichts*

Die Ermittlung der Perzentile des BMI und des Körpergewichts erfolgt nach der LMS-Methode von Cole (COLE 1990, ZÖFEL 2000). Hierbei wird der Schiefe einer Verteilung anthropometrischer Variablen mittels Box-cox-power-Transformation begegnet. Mit den Variablen Box-cox-power-Transformation (L), Median (M) und Variationskoeffizient (S) wird die Verteilung des BMI bei der gegebenen Kovariable Alter (t) abgeleitet (KROMEYER-HAUSCHILD ET AL. 2001). Mit

$$\text{BMI-Perzentil}_t = M_t \cdot (1 + L_t \cdot S_t \cdot z_a)^{\frac{1}{L_t}}$$

kann anhand der altersspezifischen L-, M- und S-Werte für alle z-Werte einer Normalverteilung das entsprechende Perzentil berechnet werden. Die altersspezifischen L-, M-, und S-Werte basieren auf der repräsentativen KiGGS-Stichprobe (NEUHAUSER ET AL. 2013, SCHAFFRATH ROSARIO ET AL. 2010). Eine Körpergewichtsklassifizierung erfolgt auf Basis des individuellen BMI-Perzentils: < P3 (starkes Untergewicht), P3 – < P10 (Untergewicht), P10 – < P90 (Normalgewicht), P90 – < P97 (Übergewicht) und ≥ P97 (Adipositas).

#### *Stichprobenbasierter Marktanteil und Produktloyalität*

Der Marktanteil eines Lebensmittels mit Markenbezeichnung wird berechnet als Anteil an der Summe aller Verzehrsmengen von Markenprodukten in einer bestimmten Kategorie

$$\text{Marktanteil Produkt}_{i,p} = \left( \text{Verzehrsmenge Markenprodukt}_{i,p} / \sum_{s=1}^{n_p} \text{Verzehrsmenge Markenprodukt}_s \right) \times 100,$$

wobei  $n$  die Anzahl der Verzehrereignisse der Markenprodukte in der Kategorie  $p$  wiedergibt.

Die Produktloyalität beschreibt im Allgemeinen die Tendenz eines Individuums ein einzelnes Markenprodukt wiederholt zu konsumieren (LECLERCQ ET AL. 2003). Im Kontext der *Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln* wird die produktspezifische Loyalität abgebildet über den prozentualen Anteil der Individuen, die eine bestimmte Anzahl unterschiedlicher Produkte mit Markenbezeichnung einer

Kategorie in dem Zeitraum der Protokollführung verzehrt haben. Die Verzehrsmenge bleibt hierbei unberücksichtigt.

### *Anteil von Lebensmittelkategorien an der Gesamtexposition eines Zusatzstoffes*

Der Anteil von Lebensmittelkategorien an der Gesamtexposition entspricht dem prozentualen Anteil der Exposition einer Kategorie an der Exposition aus allen Kategorien mit einem Eintrag in die Exposition. Das Körpergewicht der Individuen bleibt unberücksichtigt, da dieses nur marginale Verschiebungen der Expositionsanteile zeigt.

$$Exp\ Kategorie_i(\%) = \left( Exposition\ Kategorie_i / \sum_{s=1}^{n_i} Exposition\ Kategorie_s \right) \times 100$$

### *Sozioökonomischer Status*

Der sozioökonomische Status (SES) kann auf Daten zur wirtschaftlichen Lage (Einkommen), zur Berufszugehörigkeit (soziales Prestige von Berufsgruppen) und dem kulturellen Niveau (Schulbildung) aufbauen. Der Fragebogen der EsKiMo erhob Angaben zu Bildungsabschluss, Ausbildungsabschluss, beruflicher Stellung, Haushaltsstruktur und Einkommen der Eltern und ermöglicht so eine umfassende SES-Indexberechnung (Tab. 10). Die VELS-Fragebögen erhoben Informationen zum Bildungsabschluss und (grob) zur beruflichen Stellung, was keine valide Berechnung von Indices für diese Individuen zulässt.

Tab. 10: Variablen des sozioökonomischen Index

Variable	Beschreibung	Berechnung / Skala / Gewichtung
Bildungsabschluss	höchster allgemeinbildender Schulabschluss	Stufen des aktuellen deutschen Schulsystems
Ausbildungsabschluss	gesamtes nationales Ausbildungsangebot	Matrix Ausbildungsabschluss/ Bildungsabschluss
Berufliche Stellung	sozioökonomischer Status der Tätigkeit	ISEI (ISCO-basierend)
Einkommen	Haushaltseinkommen pro Person	HH-Einkommen/( $\sum$ (HH-Äquivalente der HH-Mitglieder))

Die differenzierte Erfassung der Berufe der Eltern im Rahmen von EsKiMo ermöglicht eine direkte Zuordnung zu den beruflichen Stellungen der ISCO-Klassifizierung, auf der die verwendete ISEI-Skala aufbaut (A2.3). Der ISEI berücksichtigt die Bildung, die zur Ausübung eines bestimmten Berufs notwendig ist, sowie das durch den Beruf

erzielte Einkommen. Gaben Protokollanten keinen eigenen Beruf an, wird nach Möglichkeit ein Einordnungsberuf zugewiesen. Bildungs- und Ausbildungsabschluss sind kombiniert in einer Matrix gewichtet (A2.2) (JÖCKEL ET AL. 1998). Das Haushaltsgesamteinkommen wird durch die Anzahl der dem Haushalt zugehörigen Personen geteilt, wobei altersspezifische Gewichtungsfaktoren angewandt werden (A2.1). Fehlende Variablen des dreiteiligen Index werden durch den Mittelwert der beiden anderen Variablen ergänzt. Fehlende Angaben zum Beruf werden durch Angaben des Partners ergänzt. Jedes Individuum erhält den höheren SES eines Elternteils. Für Skalenbildung erfolgt eine z-Transformation der einzelnen Variablen:

$$X_{i\_neu} = \frac{X_i - \bar{X}}{SD(X)}$$

Die Variablen werden nach der z-Transformation zu einem Index aufsummiert und auf 100 reskaliert (JÖCKEL ET AL. 1998):

$$X_{i\_neu} = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \cdot 100$$

Für zehn Individuen aus EsKiMo lagen zur Berechnung des SES keine ausreichenden Informationen vor.

### *ADI-Vergleich*

Die VO (EG) Nr. 1333/2008 gruppiert Zusatzstoffe und ordnet der Gruppe regulatorisch eine Höchstmenge zu, die einzeln oder in Kombination in Lebensmitteln zulässig ist. In Gruppen zusammengefasste Zusatzstoffe werden als Gruppe mit dem ADI verglichen (WHO 2001). Sind gleichartige Zusatzstoffe unabhängig voneinander zugelassen (z. B. Tartrate), werden die Einzelexpositionen für einen ADI-Vergleich aufsummiert.

Bei den Zusatzstoffen E 249 – E 250, E 251 – E 252, E 338 – E 343, E 450 – E 452, E 405, E 477, E 541, E 555, E 559, E 579, E 585 bezieht sich der ADI auf einen toxikologisch relevanten Bestandteil des Zusatzstoffes (z. B. bei Propylenglycolalginat auf Propylenglycol), wobei sich die Höchstmenge des Anhangs II der VO (EG) Nr. 1333/2008 nicht auf diesen Bestandteil bezieht. Die geschätzten Expositionen wurden umgerechnet und entsprechen dem toxikologisch relevanten Bestandteil dieser Zusatzstoffe (A4). Die Höchstmengen für Farbstoffe aus dem Anhang II der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 beziehen sich auf den färbenden Bestandteil; eine Umrechnung ist nicht erforderlich. Die Exposition gegenüber Sulfiten ist als SO<sub>2</sub> berech-



net dargestellt und mit dem auf  $\text{SO}_2$ -Äquivalente bezogenen ADI ohne Umrechnung vergleichbar. Die Höchstmengen für Phosphate werden berechnet als  $\text{P}_2\text{O}_5$  und müssen für einen Vergleich mit dem MTDI auf Phosphor umgerechnet werden. Die Verwendung von saurem Aluminiumphosphat (E 541) in Biskuitgebäck ist der Exposition anderer Phosphatverbindungen, denen regulatorisch eine Gruppenshöchstmenge zugeordnet ist, zuzuschlagen. Die Höchstmenge von Natamycin zur Oberflächenbehandlung ( $1 \text{ mg/dm}^2$ ) wird als Konzentration von  $20 \text{ mg/kg}$  berücksichtigt. Die Fettgehalte von Lebensmittelgruppen im Rahmen der Expositionsschätzung gegenüber Gallaten (E 310 – E 312) werden an die Fettgehalte der Expositionsschätzung der EFSA angelehnt (A4.9). Für einzelne Lebensmittelgruppen wurde der Fettgehalt über die BLS-Nährstoffangaben bestimmt. In der Kategorie ‚Koch- und Brühwurst‘ bezieht sich die Höchstmenge von E 473 – E 474 auf den Fettanteil der Wurstwaren. Über den Fettgehalt der verzehrten BLS-codierten Wurstwaren dieser Kategorie wurde der Fettanteil auf  $40 \%$  geschätzt (Maximum) und ins Modell integriert.

#### *Ein- und Ausschluss von Zusatzstoffen*

Zusatzstoffe ohne Anwendung (A1.3) sowie Zusatzstoffe ohne numerische Höchstmenge in mindestens einer Kategorie des Kategorisierungssystems (A1.4) werden von der Expositionsschätzung ausgeschlossen. Die Zusatzstoffe E 160f, E 154, E 558 werden aufgrund fehlender Verwendung nicht berücksichtigt (vgl. Verordnung (EU) Nr. 231/2012). Zusatzstoffe ohne numerischen ADI werden von der Expositionsschätzung ausgeklammert (A1.5). Zusatzstoffe ohne numerischen ADI aufgrund unzureichender toxikologischer Daten sollten bei veränderter Datenlage in eine neuerliche Expositionsschätzung einbezogen werden. Zusatzstoffe mit numerischem ADI, die gleichzeitig (auch partiell) *quantum satis* zugelassen sind (A1.6), sollten weiterführend in Stufe-3 übernommen werden. Für diese Zusatzstoffe wird im Rahmen dieser Expositionsschätzung aus den Kategorien mit numerischen Höchstmengen auf Stufe-2/-2b eine Teilexposition bestimmt. Für Aspartam (E 951) und Steviolglycoside (E 960) erfolgt eine Quantifizierung der *quantum satis*-Zulassung in Tafelsüßen.

#### *Statistische Verfahren*

Statistische Auswertungen erfolgen mit der Software *IBM SPSS Statistics 11*. Per Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest werden Variablen auf Normalverteilung geprüft ( $p < 0.05$ ). Für nicht-normalverteilte Variablen werden der Median und das Interquartil-Range (IQR; P25 – P75) dargestellt; für normalverteilte Variablen der Mittel-

wert (MW) und die Standardabweichung (SD). Die geschätzten Expositionen sind erwartungsgemäß nicht normalverteilt, werden jedoch zur besseren Vergleichbarkeit als Mittelwert der Alters-/ Geschlechtsgruppe dargestellt. Gruppenvergleiche abhängiger Stichproben erfolgen bei verteilungsfreien (nicht-parametrischen) Variablen mittels Wilcoxon-Test ( $p < 0.05$ ). Gruppenvergleiche bei mehr als zwei Stichproben und verteilungsfreien Variablen erfolgen per Kruskal-Wallis-Test ( $p < 0.05$ ). Das Signifikanzniveau eines Mann-Whitney-U-Tests als Post Hoc-Test wird auf

$$\alpha_k = \frac{\alpha}{k}$$

reduziert, wobei  $k$  die Anzahl der Gruppenvergleiche angibt (Bonferroni-Verfahren). Für Vergleiche zwischen den Alters-/ Geschlechtsgruppen ergibt sich hieraus ein  $p < 0.01$ , für Vergleiche unterschiedlicher Quintile ergibt sich ein  $p < 0.0125$ .

Der inter-individuelle Variationskoeffizient  $CV_{btw}$  wird berechnet über

$$CV_{btw} = \frac{SD}{\bar{x}},$$

wobei  $SD$  der Standardabweichung und  $\bar{x}$  dem arithmetischen Mittel der durchschnittlichen individuellen Expositionen entspricht. Einbezogen werden alle Individuen mit vollständigem Ernährungstagebuch ( $n = 1874$ ). Die Berechnung des intra-individuellen Variationskoeffizienten  $CV_{within}$  erfolgt nach dem *Root Mean Square Approach* (BLAND 2014). Hierbei wird für jedes Individuum  $p$  die intra-individuelle Varianz  $s^2$  berechnet:

$$s^2_p = \frac{1}{1-n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_{i,p} - \bar{x}_p)^2,$$

wobei  $n$  die Anzahl der Protokolltage angibt. Die intra-individuelle Varianz  $s^2_p$  wird durch das Quadrat der durchschnittlichen Exposition  $\bar{x}$  des Individuums  $p$  geteilt:

$$s^2 m^2_p = \frac{s^2_p}{\bar{x}_p^2}$$

Der intra-individuelle Variationskoeffizient  $CV_{within}$  berechnet sich anschließend aus der Quadratwurzel des arithmetischen Mittels aller individuellen  $s^2 m^2_p$ :

$$CV_{within} = \sqrt{\overline{s^2 m^2}}$$

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln

Die *Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln* enthält ca. 9.200 Lebensmittel mit Markenbezeichnung, die mit Verzehrspositionen verknüpft sind und für die qualitativ der Zusatzstoffeinsatz über das Zutatenverzeichnis der Verpackung recherchiert wurde. Darauf aufbauend können Aussagen zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln getroffen werden, die u. a. als Variablen in probabilistischen Expositionsschätzungen Anwendung finden können. Für ausgewählte Farbstoffe (E 104, E 110), Konservierungsstoffe (E 211, E 250) und Süßungsmittel (E 950, E 951) wird folgend die Verwendung in Produkten mit Markenbezeichnung exemplarisch dargestellt. Kategorien mit Zusatzstoffzulassung ohne Deklaration des Zusatzstoffes in mindestens einem Produkt mit Markenbezeichnung werden nicht aufgeführt.

Tab. 11: Verwendung von Chinolingelb in Produkten mit Markenbezeichnung

Kat.-Nr.	Kategorie Bezeichnung	Lebensmittel in der Kategorie (n)	Lebensmittel mit E 104 (n)	Vorkommen/ Kategorie
05.2.1	<i>Zuckerkonfekt und Süßwaren</i>	291	49	0.17
05.4	<i>Atemerfrischende Pastillen und Streifen</i>	9	1	0.11
05.5	<i>Kaugummi</i>	34	3	0.09
05.3.3.2	<i>Überzüge, Dekore und Glasuren für feine Backwaren</i>	10	1	0.10
05.3.5.1	<i>Dekore, Glasuren und Überzüge von Schokoladenprodukten</i>	6	1	0.17
05.3.5.2	<i>Überzüge und Glasuren von Süßwaren außer Schokolade</i>	1	1	1.00
14.1.4.1	<i>Aromatisierte Getränke (ohne Milchanteil)</i>	533	10	0.02
14.1.4.4	<i>Getränkessirupe</i>	17	2	0.12
14.1.4.5	<i>Sportgetränke</i>	21	2	0.10
16	<i>Desserts</i>	236	10	0.04
	<b>Summe/ Anteil</b>	<b>1158</b>	<b>80</b>	<b>0.07</b>

Eine Verwendung von Chinolingelb zeigen 7 % (n = 80) der Produkte mit Markenbezeichnung aus Kategorien mit mindestens einem Produkteintrag (Tab. 11). In Produkten der Kategorie ‚Zuckerkonfekt und Süßwaren‘ ist Chinolingelb am häufigsten im Zutatenverzeichnis deklariert. Der Anteil der Süßwaren mit Chinolingelb liegt bei 17 %. Einen vergleichbaren Anteil zeigen ‚Dekore, Glasuren und Überzüge von Schokoladenprodukten‘. Jeweils zehn Produkte mit der deklarierten Verwendung von

Chinolingelb sind den Kategorien ‚Desserts‘ und ‚Aromatisierte Getränke (ohne Milchanteil)‘ zugeordnet, was einem Anteil von 4 % bzw. 2 % entspricht.

Die Datenbank zeigt eine Deklaration des synthetischen Farbstoffes Gelborange S in 2 % der Produkte mit Zusatzstoffzulassung an. Am häufigsten ist der Farbstoff in der Kategorie ‚Zuckerkonfekt und Süßwaren‘ enthalten. In 3 % der ‚Desserts‘ ist die Verwendung von Gelborange S deklariert (Tab. 12).

Tab. 12: Verwendung von Gelborange S in Produkten mit Markenbezeichnung

Kat.-Nr.	Kategorien Bezeichnung	Lebensmittel in der Kategorie (n)	Lebensmittel mit E 110 (n)	Vorkommen/ Kategorie
05.2.1	Zuckerkonfekt und Süßwaren	291	11	0.038
05.3.3.2	Überzüge, Dekore und Glasuren für feine Backwaren	10	1	0.1
05.3.5.1	Dekore, Glasuren und Überzüge von Schokoladenprodukten	6	1	0.167
05.5	Kaugummi	34	2	0.059
14.1.4.1	Aromatisierte Getränke (ohne Milchanteil)	533	4	0.008
14.1.4.2.2.2	Sonstige Milchmischgetränke mit Zuckerzusatz	47	1	0.021
16	Desserts (außer Produkte der Kategorien 1, 3, 4)	236	7	0.03
	<b>Summe/ Anteil</b>	<b>1157</b>	<b>27</b>	<b>0.023</b>

7 % der Produkte mit Markenbezeichnung zeigen in Kategorien mit Natriumbenzoat-Deklaration eine Verwendung des Konservierungsstoffes an. Ca. 75 % der Natriumbenzoat-Deklarationen werden in der Kategorie ‚Aromatisierte Getränke‘ nachgewiesen (Tab. 13). Eine häufige Verwendung von Natriumbenzoat ist für die verzehrten Feinkostsalate nachweisbar (13 %).

Tab. 13: Verwendung von Natriumbenzoat in Produkten mit Markenbezeichnung

Kat.-Nr.	Kategorien Bezeichnung	Lebensmittel in der Kategorie (n)	Lebensmittel mit E 211 (n)	Vorkommen/ Kategorie
04.2.2.2.3	Süß-Sauer eingelegtes Gemüse	34	1	0.030
05.3	Dekore, Dekorationen, Füllungen und Überzüge	22	1	0.045
12.2.2	Würzmittel (Mischungen)	56	1	0.018
12.7	Fertigsalate (Feinkost-) und Aufstriche	75	10	0.133
14.1.4	Aromatisierte Getränke	744	50	0.067
17.2	Supplemente in flüssiger Form	20	2	0.100
	<b>Summe/ Anteil</b>	<b>951</b>	<b>65</b>	<b>0.068</b>

Die Verwendung von Natriumnitrit ist ausschließlich in verarbeiteten Fleisch- und Wurstwaren zulässig. Insbesondere die Kategorien ‚Rohwurst‘ und ‚Sonstige Koch- und Brühwurst‘ zeigen mit einer Deklaration von > 90 % eine übliche Verwendung

des Konservierungstoffes in diesen Produktgruppen an (Tab. 14). Insgesamt wird in 76 % der Fleisch- und Wurstwaren Natriumnitrit verwendet.

Tab. 14: Verwendung von Natriumnitrit in Produkten mit Markenbezeichnung

Kat.-Nr.	Kategorie Bezeichnung	Lebensmittel in der Kategorie (n)	Lebensmittel mit E 250 (n)	Vorkommen/ Kategorie
08.2.4	<i>Rohschinken (gepökelt)</i>	30	25	0.833
08.3.1	<i>Rohwurst</i>	178	162	0.910
08.3.2.2	<i>Brühwürstchen, Fleischpasteten und Terrinen</i>	100	13	0.130
08.3.2.3	<i>Konserven von Fleischerzeugnissen</i>	18	15	0.833
08.3.2.5	<i>Sonstige Koch- und Brühwurst</i>	207	188	0.908
<b>Summe/ Anteil</b>		<b>533</b>	<b>403</b>	<b>0.756</b>

Tab. 15: Verwendung von Acesulfam-K in Produkten mit Markenbezeichnung

Kat.-Nr.	Kategorie Bezeichnung	Lebensmittel in der Kategorie (n)	Lebensmittel mit E 950 (n)	Vorkommen/ Kategorie
01.4.2.2	<i>Brennwertverminderte aromatisierte fermentierte Desserts</i>	11	8	0.727
03.1	<i>Energiereduziertes Eis</i>	7	4	0.571
05.2.1.1	<i>Zuckerfreie Süßwaren</i>	30	22	0.733
05.5.1	<i>Zuckerfreier Kaugummi</i>	17	13	0.765
05.5.2	<i>Kaugummi mit Zucker</i>	17	3	0.176
07.2.1.1	<i>Essoblaten</i>	2	1	0.5
11.4.2	<i>Pulverförmige Tafelsüßen</i>	1	1	1
11.4.3	<i>Tablettenförmige Tafelsüßen</i>	9	1	0.111
12.6	<i>Soßen und ähnliche Produkte (Dressings, Ketchup, Mayonnaise)</i>	339	8	0.024
14.1.3.1	<i>Energiereduzierte Obst- und Gemüseektare</i>	34	5	0.147
14.1.4.1.1	<i>Aromatisierte Getränke energiereduziert</i>	183	136	0.743
14.1.4.2.1	<i>Aromatisierte Milchgetränke, energiereduziert</i>	22	21	0.955
14.1.4.3.1.2.1	<i>Getränkepulver mit Fruchtgeschmack, energiereduziert</i>	3	2	0.667
14.1.4.4.4	<i>Getränkessirupe, energiereduziert</i>	6	5	0.833
14.1.4.5.1	<i>Zuckerreduzierte Sportgetränke</i>	14	5	0.357
16.2.1	<i>Energiereduzierte Fertigdesserts</i>	9	6	0.667
17.1	<i>Supplemente in fester Form inkl. Kapseln, Tabletten u. ä.</i>	28	2	0.071
17.2	<i>Supplemente in flüssiger Form</i>	20	1	0.05
17.3	<i>Vitamin- und/oder Mineralstoffpräparate als Sirup oder zum Kauen</i>	2	1	0.5
<b>Summe/ Anteil</b>		<b>754</b>	<b>245</b>	<b>0.325</b>

Die Süßungsmittel Acesulfam-K und Aspartam sind zu 33 % bzw. 25 % im Zutatenverzeichnis zuckerreduzierter Lebensmittel deklariert (Tab. 15, Tab. 16). Am häufigsten enthalten die Kategorien ‚Aromatisierte Getränke energiereduziert‘ (n > 130), ‚Zuckerfreie Süßwaren‘ und ‚Zuckerfreier Kaugummi‘ beide Süßungsmittel. In mehr als

70 % der brennwertverminderten Milchdesserts finden Acesulfam-K und Aspartam Anwendung.

Tab. 16: Verwendung von Aspartam in Produkten mit Markenbezeichnung

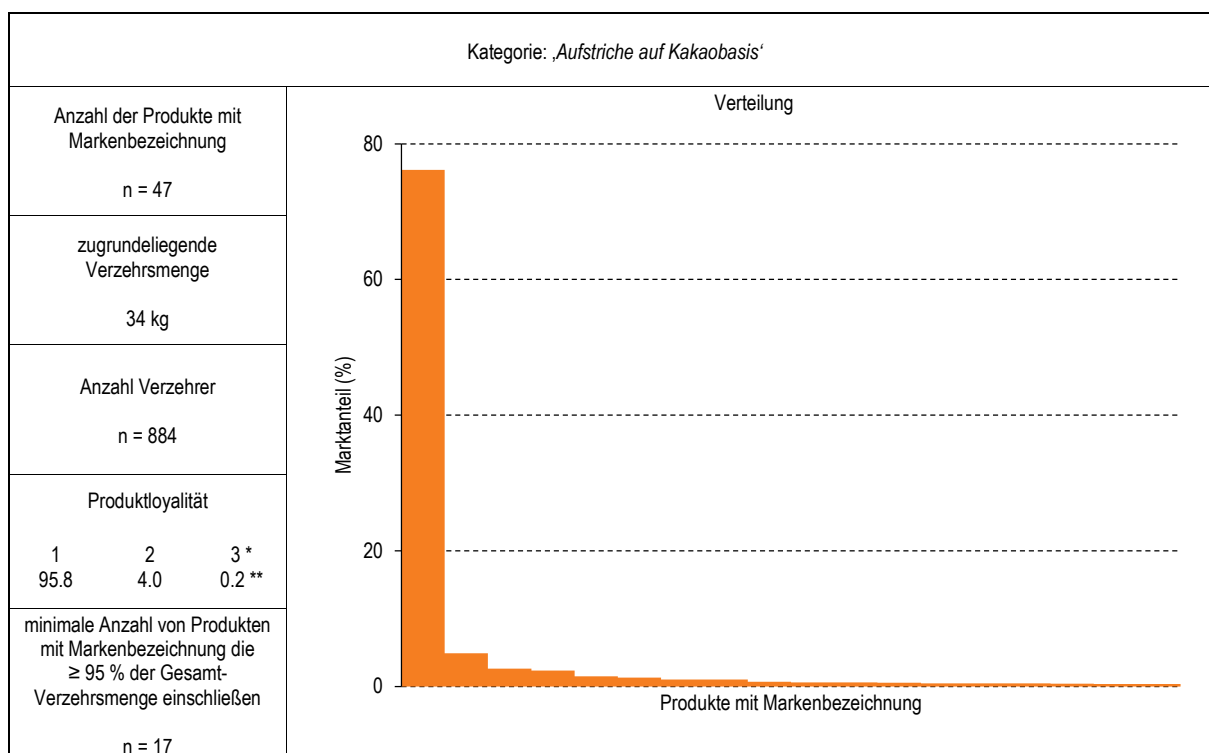
Kat.-Nr.	Kategorie Bezeichnung	Lebensmittel in der Kategorie (n)	Lebensmittel mit E 951 (n)	Vorkommen/ Kategorie
01.4.2.2	<i>Brennwertverminderte aromatisierte fermentierte Desserts</i>	11	9	0.818
03.1	<i>Energiereduziertes Eis</i>	7	4	0.571
05.2.1.1	<i>Zuckerfreie Süßwaren</i>	30	14	0.467
05.4.1.2	<i>Stark aromatisierte Erfrischungspastillen ohne Zuckerzusatz</i>	1	1	1
05.5.1	<i>Zuckerfreier Kaugummi</i>	17	13	0.765
05.5.2	<i>Kaugummi mit Zucker</i>	17	4	0.235
09.2.3.1	<i>Süß-Sauer-Konserven</i>	2	1	0.5
11.4.2	<i>Pulverförmige Tafelsüßen</i>	1	1	1
11.4.3	<i>Tablettenförmige Tafelsüßen</i>	9	1	0.111
12.6	<i>Soßen und ähnliche Produkte (Dressings, Ketchup, Mayonnaise)</i>	339	2	0.006
14.1.3.1	<i>Energiereduzierte Obst- und Gemüseektare</i>	34	4	0.118
14.1.4.1.1	<i>Aromatisierte Getränke energiereduziert</i>	183	137	0.749
14.1.4.2.1	<i>Aromatisierte Milchgetränke, energiereduziert</i>	22	8	0.364
14.1.4.3.1.1.1	<i>Heißgetränke aus Pulver, energiereduziert</i>	2	1	0.5
14.1.4.3.1.2.1	<i>Getränkpulver mit Fruchtgeschmack, energiereduziert</i>	3	2	0.667
14.1.4.4.4	<i>Getränkessirupe, energiereduziert</i>	6	2	0.333
14.1.4.5.1	<i>Zuckerreduzierte Sportgetränke</i>	14	5	0.357
15.1	<i>Kartoffel-, getreide-, mehl- oder stärkebasierte Snacks</i>	133	2	0.015
16.2.1	<i>Energiereduzierte Fertigdesserts</i>	9	6	0.667
17.1	<i>Supplemente in fester Form inkl. Kapseln, Tabletten u. ä.</i>	28	3	0.107
17.2	<i>Supplemente in flüssiger Form</i>	20	2	0.1
17.3	<i>Vitamin- und/oder Mineralstoffpräparate als Sirup oder zum Kauen</i>	2	1	0.5
<b>Summe/ Anteil</b>		<b>890</b>	<b>223</b>	<b>0.251</b>

### 3.2 Marktanteile und Produktloyalitäten

Die Lebensmittelzufuhr aus Produkten mit Markenbezeichnung bildet die Basis für die Berechnung der stichprobenbasierten Marktanteile. Exemplarisch werden die Marktanteile und Produktloyalitäten für die Kategorien ‚Aufstriche auf Kakaobasis‘, ‚Kaugummi‘ und ‚Aromatisierte Getränke‘ (Erfrischungsgetränke) dargestellt.

In der Kategorie ‚Aufstriche auf Kakaobasis‘ zeigt der Marktführer mit 76 % den höchsten ermittelten Marktanteil. Insgesamt enthält die Kategorie ‚Aufstriche auf Kakaobasis‘ 47 Produkte mit Markenbezeichnung. Die 17 Produkte mit dem höchsten Marktanteil repräsentieren mehr als 95 % der Lebensmittelzufuhr über Produkte mit Markenbezeichnung in dieser Kategorie. 96 % der Individuen verzehrten im Zeitraum

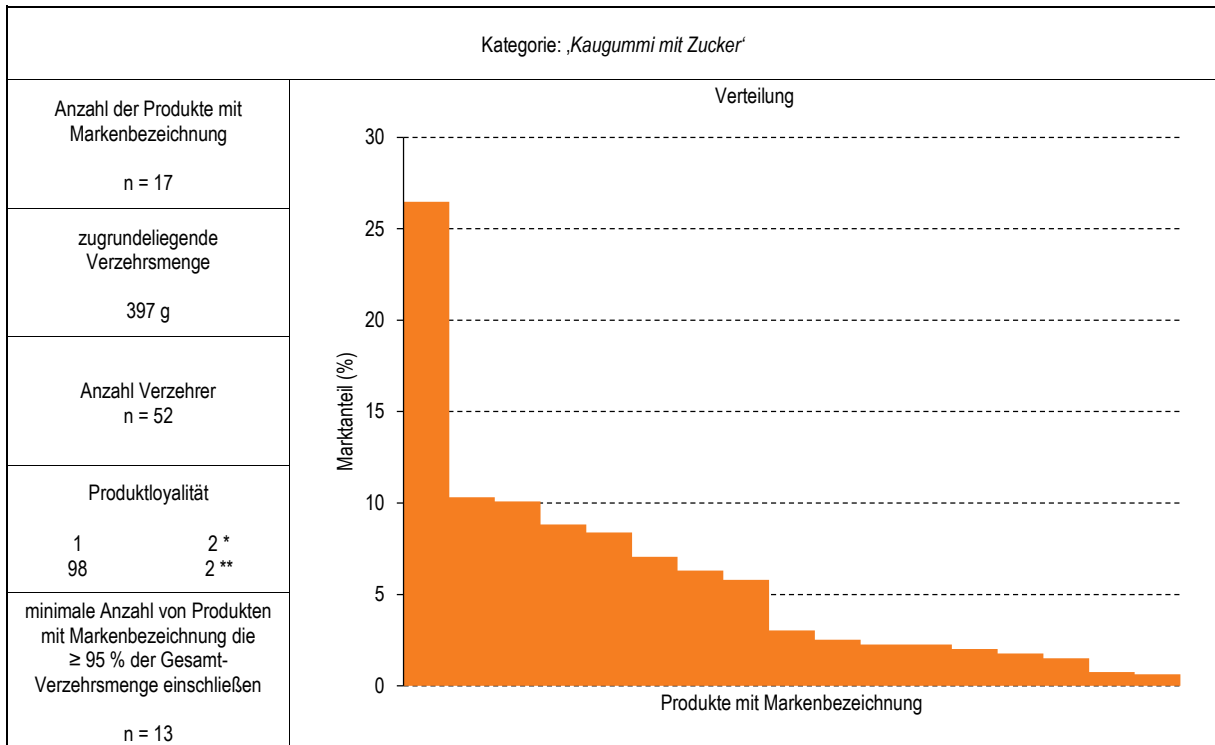
der Protokollführung in dieser Kategorie ausschließlich ein Produkt mit Markenbezeichnung und verhielten sich somit vollkommen produktloyal (Produktloyalität = 1) (Abb. 5).



\* Anzahl ausschließlich verzehrter Produkte mit Markenbezeichnung, \*\* Prozent der Individuen, die eine definierte Anzahl (\*) Markenprodukte verzehrten

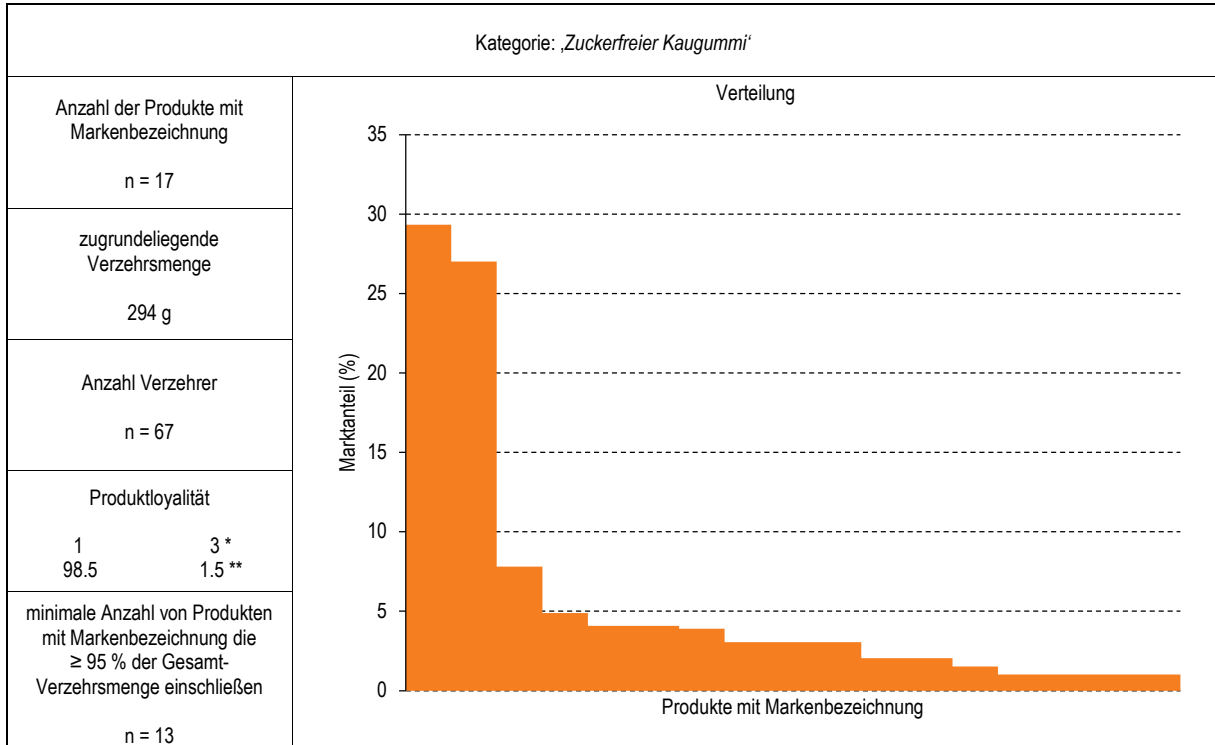
Abb. 5: Marktanteile und Produktloyalität der Kategorie ‚Aufstriche auf Kakaobasis‘

Von den Individuen wurden insgesamt ca. 690 g Kaugummi mit Angaben zur Markenbezeichnung protokolliert, wovon 43 % aufgrund der Deklaration im Zutatenverzeichnis als zuckerfrei eingestuft wurden. Insgesamt sind 34 verschiedene Produkte mit Markenbezeichnung protokolliert, die sich gleichmäßig auf die Kategorien ‚Kaugummi mit Zucker‘ und ‚Zuckerfreier Kaugummi‘ verteilen (Abb. 6, Abb. 7). In beiden Kategorien liegt der Anteil vollkommen produktloyaler Individuen bei > 98 %. Sowohl bei zuckerfreiem Kaugummi als auch bei Kaugummi mit Zucker decken jeweils 13 Produkte mit Markenbezeichnung > 95 % der Verzehrsmengen ab. In der Kategorie ‚Zuckerfreier Kaugummi‘ teilen sich zwei Produkte mit ca. 56 % mehr als die Hälfte der gesamten Verzehrsmenge von Produkten mit Markenbezeichnung in dieser Kategorie. In der Kategorie ‚Kaugummi mit Zucker‘ ist ein Produkt Marktführer mit einem Marktanteil von > 25 %.



\* Anzahl ausschließlich verzehrter Produkte mit Markenbezeichnung, \*\* Prozent der Individuen, die eine definierte Anzahl (\*) Markenprodukte verzehrten

Abb. 6: Marktanteile und Produktloyalität der Kategorie ‚Kaugummi mit Zucker‘

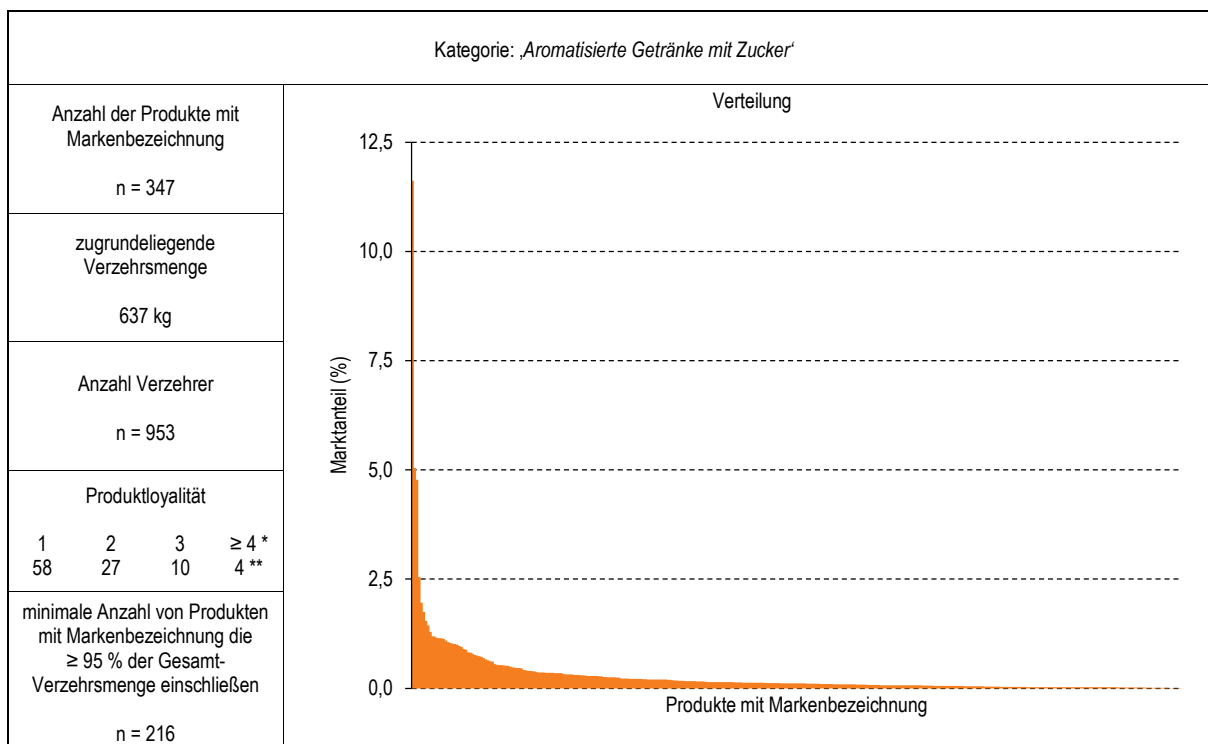


\* Anzahl ausschließlich verzehrter Produkte mit Markenbezeichnung, \*\* Prozent der Individuen, die eine definierte Anzahl (\*) Markenprodukte verzehrten

Abb. 7: Marktanteile und Produktloyalität der Kategorie ‚Zuckerfreier Kaugummi‘



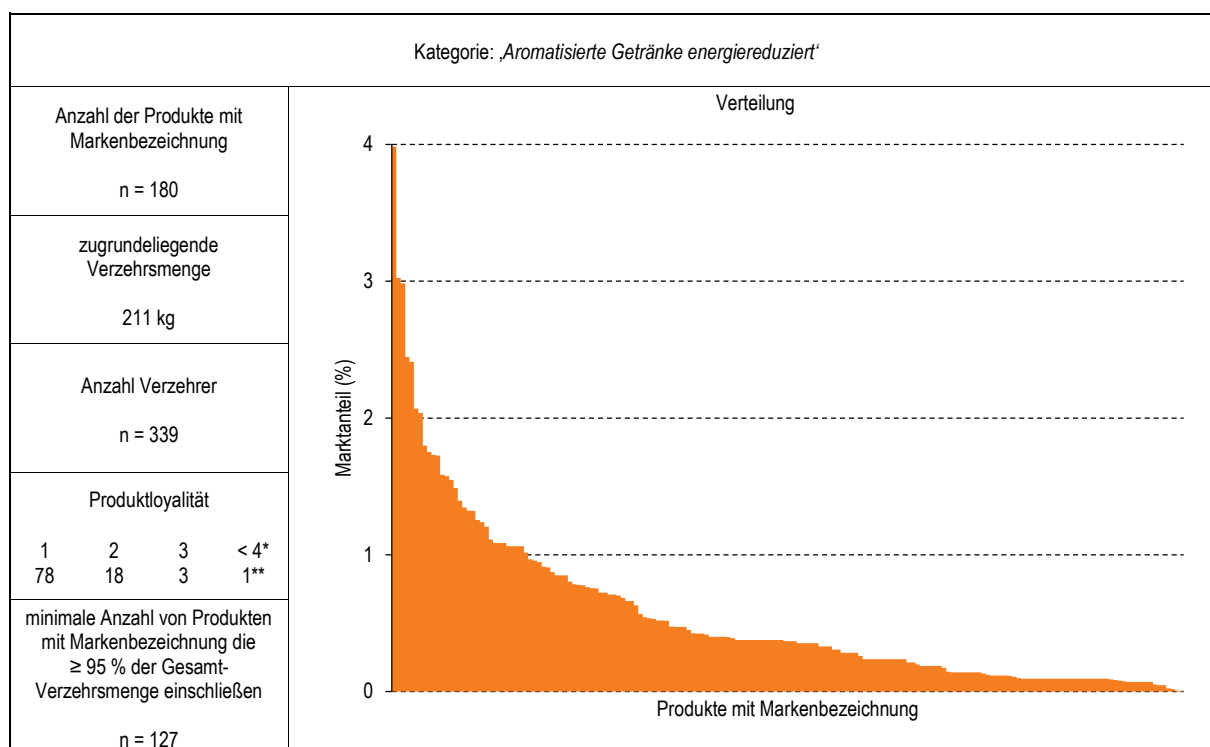
Im Rahmen beider Studien wurde die Zufuhr von 898 kg aromatisierten Erfrischungsgetränken mit Angaben zu mehr als 500 verschiedenen Marken protokolliert. Circa drei Viertel dieser Zufuhr ist der Kategorie ‚Aromatisierte Getränke mit Zucker‘ zugeordnet (Abb. 8).



\* Anzahl ausschließlich verzehrter Produkte mit Markenbezeichnung, \*\* Prozent der Individuen, die eine definierte Anzahl (\*) Markenprodukte verzehrten

Abb. 8: Marktanteile und Produktloyalität der Kategorie ‚Aromatisierte Getränke mit Zucker‘

Ein zuckerhaltiges aromatisiertes Getränk ist mit 12 % Marktanteil der Marktführer, gefolgt von zwei Produkten mit jeweils 5 % Marktanteil. Eine vollkommene Produktloyalität zeigen bei zuckerhaltigen aromatisierten Getränken 58 % der Konsumenten. 27 % der Konsumenten verzehrten innerhalb des Studienzeitraums zwei unterschiedliche Markenprodukte in der Kategorie ‚Aromatisierte Getränke mit Zucker‘. Die Kategorie ‚Aromatisierte Getränke energiereduziert‘ zeigt mit 78 % einen höheren Anteil vollkommen produktloyaler Konsumenten. Sowohl die Anzahl der Konsumenten (339 vs. 953) als auch die Anzahl der Produkte mit Markenbezeichnung (180 vs. 347) sind in der Kategorie ‚Aromatisierte Getränke energiereduziert‘ deutlich geringer als in der Kategorie ‚Aromatisierte Getränke mit Zucker‘.



\* Anzahl ausschließlich verzehrter Produkte mit Markenbezeichnung, \*\* Prozent der Individuen, die eine definierte Anzahl (\*) Markenprodukte verzehrten

Abb. 9: Marktanteile und Produktloyalität der Kategorie ‚Aromatisierte Getränke energiereduziert‘

Der Marktführer in der Kategorie ‚Aromatisierte Getränke energiereduziert‘ hat einen Marktanteil von 4 %, der nur unwesentlich höher ist, als der der beiden folgenden Produkte mit jeweils 3 % Marktanteil (Abb. 9). Die hohe Anzahl unterschiedlicher Markenprodukte, kombiniert mit geringen Marktanteilen, führt bei Getränken zu einer deutlich höheren Anzahl Produkte, die 95 % der zugeführten Menge einschließen.

### 3.3 Konsumenten und Nicht-Konsumenten

Der Anteil der Konsumenten wird exemplarisch an fünf Zusatzstoffklassen/-gruppen dargestellt. Individuen, die in den Tagen der Datenerhebung über mindestens ein Lebensmittel einen Zusatzstoff mit numerischer Höchstmenge zugeführt haben (Stufe-2), werden als Konsumenten eingestuft. Der Anteil der Konsumenten bei Farbstoffen ist verglichen mit Konservierungsstoffen und Süßungsmitteln in allen Altersgruppen an höchsten (Abb. 10). Die Farbstoffe Amarant (E 123) und Erythrosin (E 127) wurden hierbei wegen restriktiver Zulassung und folglich geringem Anteil Konsumenten (1 % der Stichprobe) ausgeklammert. Säuglingen zeigen, bedingt durch die ein-

geschränkte Lebensmittelauswahl sowie den regulatorischen Schutz, den geringsten Anteil Konsumenten in den Zusatzstoffklassen Farbstoffe, Konservierungsstoffe und Süßungsmittel. Als Folge wird die statistische Aussagekraft der Exposition der *High Consumer* der Altersgruppe 0.4 – < 1 Jahr häufig eingeschränkt, da die Stichprobengröße zur Berechnung des 95. Perzentils unter 59 Individuen sinkt. Mit Einführung der Familienkost steigt der Anteil Konsumenten auf das Niveau der anderen Altersgruppen, wobei von VELS (< 5 Jahre) zu EsKiMo ( $\geq 6$  Jahre) der Anteil der Konsumenten absinkt, was auf die kürzere Studiendauer (3 vs. 6 Tage) zurückgeführt werden kann.

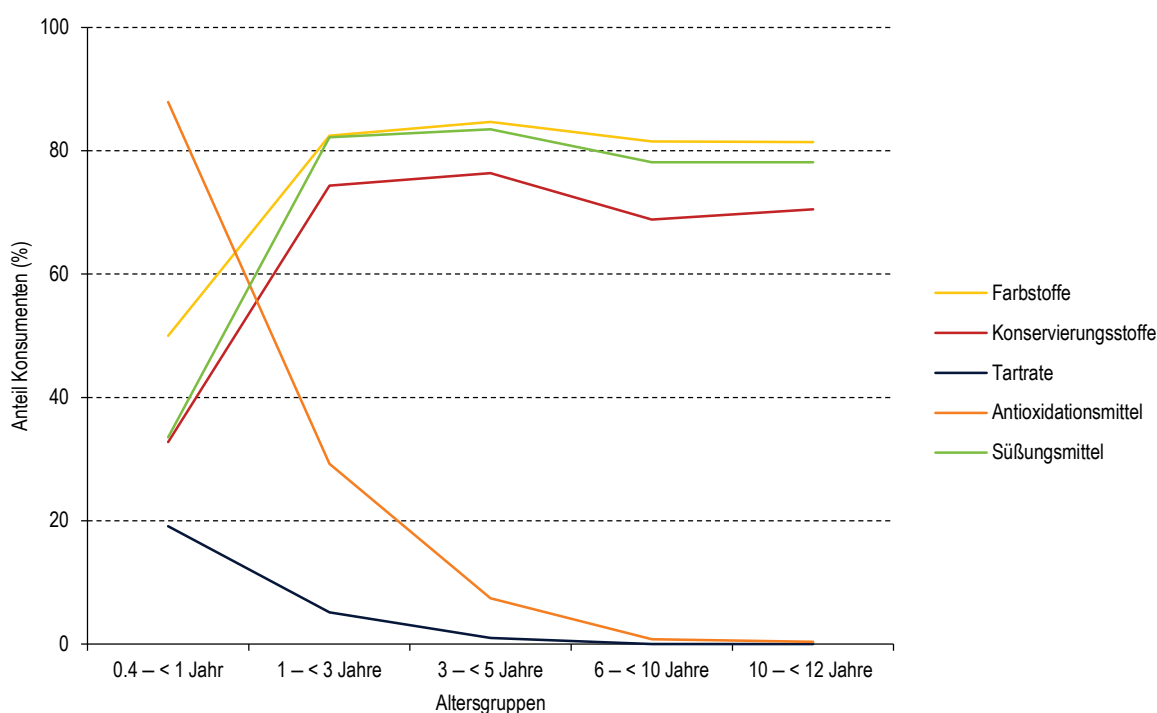


Abb. 10: Anteil von Konsumenten in Zusatzstoffgruppen differenziert nach Altersgruppen

Antioxidantien (E 300 – E 309, ausgenommen E 307) und Tartrate (E 335 – E 336) sind mit numerischer Höchstmenge ausschließlich in Lebensmitteln für Säuglinge und Kleinkinder zugelassen, wodurch mit zunehmendem Alter der Anteil der Konsumenten sinkt.

Auf Stufe-2b führt die Berücksichtigung der tatsächlichen Verwendung von Zusatzstoffen in Produkten mit Markenbezeichnung zur erwarteten Reduzierung des Anteils Konsumenten um durchschnittlich 15 % (0 – 60 %) bei Berücksichtigung aller Zusatzstoffe mit numerischer Höchstmenge und gesundheitsbasiertem Grenzwert

(Tab. 17). Süßungsmittel zeigen mit 25 % eine höhere Reduzierung der Anzahl der Konsumenten im Vergleich zu Farbstoffen und Konservierungsstoffen.

Tab. 17: Konsumenten in drei Zusatzstoffklassen auf Stufe-2 und Stufe-2b (%)

	Stufe-2	Stufe-2b	Differenz <sup>d</sup>
Farbstoffe <sup>a</sup>	80	67	12
Konservierungsstoffe <sup>b</sup>	68	56	13
Süßungsmittel <sup>c</sup>	76	51	25

<sup>a</sup> E 100 – E 180 (Ausschluss von E 123, E 127), <sup>b</sup> E 200 – E 252, <sup>c</sup> E 950 – 964, <sup>d</sup> = MW (Stufe-2<sub>i</sub> – Stufe-2b<sub>i</sub>)

### 3.4 Produkte mit Markenbezeichnung in den Ernährungstagebüchern

Für die Individuen sind in der Datenbank im Mittel 23 Verzehrpositionen pro Tag hinterlegt. Die geringste Anzahl täglicher Verzehrpositionen zeigen Säuglinge bei gleichzeitig höchstem Anteil von Produkten mit Markenbezeichnung an den Verzehrpositionen, was zu einer geringeren Unsicherheit der Stufe-2b Exposition bei Säuglingen verglichen mit den anderen Altersgruppen führt (vgl. Tab. 19, Kategorie 13).

Tab. 18: Verzehrpositionen und Anteil der Verzehrpositionen mit Informationen zur Produktmarke in den Alters-/ Geschlechtsgruppen (Median [IQR])

	Alters-/ Geschlechtsgruppen					
	0.4 – < 1 Jahr	1 – < 3 Jahre	3 – < 5 Jahre	6 – < 10 Jahre	10 – < 12 Jahre (♀)	10 – < 12 Jahre (♂)
Verzehrpositionen/d* (n)	13 [10 – 16] <sup>a</sup>	18 [15 – 20] <sup>b</sup>	18 [15 – 21] <sup>b</sup>	29 [24 – 34] <sup>c</sup>	29 [24 – 34] <sup>c</sup>	27 [23 – 33] <sup>c</sup>
Anteil Markenlebensmittel* (%)	52 [38 – 64] <sup>a</sup>	43 [31 – 52] <sup>b</sup>	36 [26 – 46] <sup>c</sup>	39 [28 – 49] <sup>d</sup>	36 [28 – 48] <sup>c,d</sup>	39 [29 – 49] <sup>b,c,d</sup>

\* Variable ist nicht gleichverteilt zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test, p < 0.05)

<sup>a,b,c,d</sup> Alters-/ Geschlechtsgruppen mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich (Mann-Whitney-Test, p < 0.01)

Der Anteil der Produkte mit Markenbezeichnung an der zugeführten Lebensmittelmenge ist in den Hauptkategorien des erweiterten Kategorisierungssystems unterschiedlich. Die Hauptkategorie ‚Obst und Gemüse‘ (Tab. 19, Hauptkategorie 04) zeigt den zweithöchsten Anteil an der Lebensmittelzufuhr aller Hauptkategorien und in allen Altersgruppen erwartungsgemäß geringe Anteile von Produkten mit Markenbezeichnung. Am häufigsten wurden Informationen zu Produktmarken in der Kategorie ‚Lebensmittel, die für eine besondere Ernährung bestimmt sind‘ (Hauptkategorie 13)

verzeichnet, sowohl in Altersgruppen mit einer geringen Zufuhr (Individuen ab 3 Jahren: Anteil < 1 % der Lebensmittelzufuhr) als auch bei Säuglingen mit der höchsten Zufuhr (30 % Anteil an der Lebensmittelzufuhr).

Tab. 19: Durchschnittlicher Anteil verzehrter Lebensmittelmengen mit Informationen zum Zusatzstoffeinsatz in den Hauptkategorien des erweiterten Kategorisierungssystems (% der Lebensmittelzufuhr)

Hauptkategorie	01	02	03	04	05 <sup>a</sup>	06	07	08	09	10 <sup>a</sup>	11	12	13	14	15	16	17
Säuglinge 0.4 – < 1 Jahr	18	11	30	1	49	8	22	2	9	0	1	6	96	12	66	50	
Kleinkinder 1 – < 3 Jahre	40	15	47	4	71	22	19	13	25	0	3	19	95	34	40	50	53
Kinder 3 – < 5 Jahre	30	13	46	5	69	22	14	10	27	0	4	22	87	37	34	53	24
Kinder 6 – < 10 Jahre	50	39	64	6	69	43	23	24	30	0	6	43	97	63	65	63	41
Jugendliche < 12 Jahre (♀)	47	40	59	6	67	42	23	23	29	0	4	43	100	69	59	74	44
Jugendliche < 12 Jahre (♂)	44	42	60	7	70	43	22	23	32	0	6	41	100	66	59	57	55

<sup>a</sup> Variable ist über die Alters-/ Geschlechtsgruppen gleichverteilt (Kruskal-Wallis-Test, p < 0.05)

In der Hauptkategorie ‚Süßwaren‘ (05) liegen zu ca. 70 % der verzehrten Lebensmittelmengen Informationen zur Produktmarke vor. In den Hauptkategorien ‚Eis‘ (03), ‚Getränke‘ (14), ‚Herzhaftes Fertiggebäck/Snacks‘ (15) und ‚Desserts‘ (16) liegt der Anteil der Lebensmittelmengen von Produkten mit Markenbezeichnung bei > 50 %. Tendenziell liegen aus den Ernährungsprotokollen der EsKiMo anteilig mehr Informationen zu verzehrten Produkten mit Markenbezeichnung vor.

### 3.5 Exposition auf Stufe-2

Bei restriktiv zugelassenen Zusatzstoffen (E 123, E 127, E 163, E 335, E 336, E 354, E 512, E 520 – 523) basiert die Berechnung des 95. Perzentils (*High Consumer*) häufig auf einer Stichprobe kleiner 59. Der Farbstoff Amaranth (E 123), dessen Verwendung sich neben alkoholhaltigen Getränken auf Fischrogen (außer Kaviar) beschränkt, zeigt durchschnittliche Expositionen von 0 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> bei einem Anteil Konsumenten von 0 – 1 %. Der Farbstoff Erythrosin (E 127), dessen Verwendung sich auf Cocktailkirschen beschränkt, zeigt eine durchschnittliche Exposition von < 0.0001 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> bei einem Anteil von 0 – 4 % Konsumenten.

Auf Stufe-2 sind die durchschnittlichen Expositionen bei Farbstoffen der Gruppe III (A1.6) in den Altersgruppen 3 – < 5 Jahre und 6 – < 10 Jahre am höchsten ( $p < 0.01$ ). Auch die Expositionen der *High Consumer* sind in diesen Altersgruppen am höchsten. Die Expositionen von Mädchen und Jungen ab 10 Jahre gegenüber Farbstoffen der Gruppe III zeigen keine Unterschiede.

Die Altersgruppen 1 – < 3 Jahre und 3 – < 5 Jahre zeigen auf Stufe-2 gegenüber:

- Sorbaten (E 200 – E 203),
- Benzoaten (E 210 – E 213),
- Hydroxybenzoaten (E 214 – E 219),
- Sulfiten (E 220 – E 228),
- Phosphaten (E 338 – E 343, E 450 – E 452)
- Polysorbaten (E 432 – E 436)
- Zuckerestern von Speisefettsäuren (E 473 – E 474)
- Stearoyl-2-Lactylaten (E 481 – E 482)
- Sorbitanestern von Fettsäuren (E 491 – E 495)

höhere durchschnittliche Expositionen als die anderen Alters-/ Geschlechtsgruppen ( $p < 0.01$ ). Die Altersgruppen 1 – < 3, 3 – < 5 und 6 – < 10 Jahre weisen höhere durchschnittliche Nitrit-Expositionen auf (E 249 – E 250), verglichen mit Säuglingen (< 1 Jahr) und Jugendlichen (10 – < 12 Jahre) ( $p < 0.01$ ). Untereinander unterscheiden sich diese drei Altersgruppen nicht in ihren durchschnittlichen zusatzstoffbedingten Nitrit-Expositionen. Säuglinge zeigen gegenüber Antioxidantien (E 304 – E 309) und Tartraten (E 335, E 336) die höchste mittlere Exposition ( $p < 0.01$ ). Gegenüber Adipaten (E 355 – E 357) zeigt die Altersgruppe 3 – < 5 Jahre die höchste durchschnittliche Exposition ( $p < 0.01$ ). Aluminiumsulfate (E 520 – E 523) und Ferrocyanide (E 535 – E 538) zeigen in allen Alters-/ Geschlechtsgruppen eine durchschnittliche Exposition von  $0 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ .

Säuglinge zeigen die geringsten durchschnittlichen Expositionen gegenüber Süßungsmitteln verglichen mit Individuen höheren Alters ( $p < 0.01$ ). Tendenziell höhere mittlere Expositionen und höhere Expositionen der *High Consumer* gegenüber Süßungsmitteln zeigt die Altersgruppe 6 – < 10 Jahre. Jungen und Mädchen ab 10 Jahre zeigen keine Unterschiede in der Exposition gegenüber Süßungsmitteln.

Tab. 20: Exposition der Alters-/ Geschlechtsgruppen auf Stufe-2 (mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>)

	Alters-/ Geschlechtsgruppen											
	0.4 – < 1 Jahr		1 – < 3 Jahre		3 – < 5 Jahre		6 – < 10 Jahre		10 – < 12 Jahre (♀)		10 – < 12 Jahre (♂)	
	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95
E 100	0.35 ± 0.61	1.96	1.66 ± 1.19	3.97	1.82 ± 1.07	3.74	1.94 ± 1.22	4.35	1.47 ± 0.93	3.49	1.59 ± 1.08	3.67
E 102	0.35 ± 0.61	1.96	1.65 ± 1.19	3.96	1.82 ± 1.07	3.75	1.94 ± 1.22	4.34	1.47 ± 0.93	3.47	1.59 ± 1.08	3.67
E 104	0.014 ± 0.034	0.173 <sup>s</sup>	0.088 ± 0.083	0.263	0.106 ± 0.088	0.278	0.139 ± 0.106	0.363	0.11 ± 0.082	0.29	0.121 ± 0.098	0.32
E 110	0.008 ± 0.026	0.133 <sup>s</sup>	0.04 ± 0.057	0.157	0.044 ± 0.055	0.127	0.024 ± 0.024	0.074	0.013 ± 0.014	0.045	0.016 ± 0.017	0.045
E 120	0.37 ± 0.64	1.96	1.75 ± 1.21	4.18	1.91 ± 1.07	3.91	2.01 ± 1.23	4.44	1.51 ± 0.94	3.53	1.65 ± 1.08	3.67
E 122	0.26 ± 0.51	1.79	1.14 ± 0.89	2.78	1.13 ± 0.75	2.54	1.13 ± 0.75	2.53	0.86 ± 0.57	1.91	0.92 ± 0.63	2.18
E 123	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.0005 <sup>s</sup>	0 ± 0.0001	0.0015 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.0009 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.0005 <sup>s</sup>	0.0001 ± 0.0007	0.0084 <sup>s</sup>
E 124	0.01 ± 0.029	0.116 <sup>s</sup>	0.069 ± 0.076	0.241	0.088 ± 0.083	0.245	0.123 ± 0.103	0.339	0.097 ± 0.08	0.279	0.108 ± 0.096	0.311
E 127	3·10 <sup>-5</sup> ± 4·10 <sup>-4</sup>	0.005 <sup>s</sup>	3·10 <sup>-5</sup> ± 3·10 <sup>-4</sup>	0.005 <sup>s</sup>	9·10 <sup>-5</sup> ± 6·10 <sup>-4</sup>	0.008 <sup>s</sup>	0 ± 7·10 <sup>-5</sup>	0.002 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>
E 129	0.35 ± 0.62	1.96	1.67 ± 1.2	3.97	1.83 ± 1.07	3.83	1.94 ± 1.22	4.34	1.47 ± 0.93	3.51	1.6 ± 1.08	3.67
E 131	0.35 ± 0.62	1.96	1.67 ± 1.2	3.96	1.82 ± 1.07	3.83	1.94 ± 1.22	4.34	1.47 ± 0.93	3.51	1.6 ± 1.08	3.67
E 132	0.35 ± 0.61	1.96	1.65 ± 1.19	3.96	1.81 ± 1.07	3.74	1.93 ± 1.22	4.34	1.46 ± 0.93	3.47	1.59 ± 1.08	3.67
E 133	0.35 ± 0.62	1.96	1.67 ± 1.2	3.96	1.82 ± 1.07	3.83	1.94 ± 1.22	4.34	1.47 ± 0.93	3.51	1.6 ± 1.08	3.67
E 142	0.35 ± 0.61	1.96	1.66 ± 1.19	3.96	1.82 ± 1.07	3.78	1.94 ± 1.22	4.36	1.47 ± 0.93	3.47	1.59 ± 1.08	3.67
E 151	0.35 ± 0.61	1.96	1.65 ± 1.19	3.96	1.81 ± 1.07	3.74	1.93 ± 1.22	4.34	1.47 ± 0.93	3.47	1.59 ± 1.08	3.67
E 155	0.25 ± 0.5	1.79	1.12 ± 0.89	2.78	1.11 ± 0.75	2.54	1.12 ± 0.74	2.53	0.85 ± 0.56	1.91	0.9 ± 0.63	2.18
E 160b	0.02 ± 0.03	0.1	0.08 ± 0.05	0.17	0.08 ± 0.04	0.15	0.06 ± 0.04	0.13	0.04 ± 0.03	0.08	0.04 ± 0.03	0.1
E 160d	0.05 ± 0.09	0.3	0.25 ± 0.17	0.6	0.28 ± 0.16	0.61	0.27 ± 0.16	0.59	0.2 ± 0.12	0.45	0.22 ± 0.14	0.49
E 160e	0.35 ± 0.61	1.96	1.65 ± 1.19	3.96	1.82 ± 1.07	3.74	1.93 ± 1.22	4.34	1.47 ± 0.93	3.47	1.59 ± 1.08	3.67
E 161b	0.35 ± 0.61	1.96	1.65 ± 1.19	3.96	1.82 ± 1.07	3.78	1.93 ± 1.22	4.34	1.45 ± 0.91	3.47	1.58 ± 1.07	3.64
E 180	0 ± 0	0.01 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.02	0 ± 0	0.02	0 ± 0	0.02	0 ± 0	0.02 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.02 <sup>s</sup>
E 200 – E 203	4.91 ± 5.82	17.33	13.72 ± 6.12	24.65	14.22 ± 5.18	23.65	13.15 ± 5.6	23.5	10.08 ± 4.12	17.52	11.34 ± 4.96	20.22
E 210 – E 213	0.23 ± 0.64	3.1 <sup>s</sup>	1.21 ± 1.54	3.91	1.02 ± 1.23	3.5	0.77 ± 1.07	3.07	0.53 ± 0.72	2.25	0.63 ± 1.15	3.03
E 214 – E 219	0.05 ± 0.18	1.07 <sup>s</sup>	0.18 ± 0.36	0.9	0.2 ± 0.28	0.89	0.08 ± 0.18	0.55	0.05 ± 0.11	0.38	0.06 ± 0.11	0.44
E 220 – E 228	0.11 ± 0.31	1.01	0.34 ± 0.6	1.11	0.33 ± 0.43	1.28	0.2 ± 0.35	0.67	0.16 ± 0.26	0.56	0.18 ± 0.27	0.76
E 234	0 ± 0.01	0.03 <sup>s</sup>	0.01 ± 0.01	0.03	0.01 ± 0.01	0.02	0.01 ± 0.01	0.03	0.01 ± 0.01	0.02	0.01 ± 0.01	0.02

		Alters-/ Geschlechtsgruppen											
		0.4 – < 1 Jahr		1 – < 3 Jahre		3 – < 5 Jahre		6 – < 10 Jahre		10 – < 12 Jahre (♀)		10 – < 12 Jahre (♂)	
		MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95
E 235		0.002 ± 0.006	0.026 <sup>s</sup>	0.011 ± 0.013	0.043	0.011 ± 0.016	0.038	0.009 ± 0.012	0.036	0.008 ± 0.009	0.029	0.008 ± 0.009	0.033
E 239		0 ± 0	0.02 <sup>s</sup>	0 ± 0.01	0.03	0 ± 0.01	0.02	0 ± 0	0.02	0 ± 0	0.02 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.02 <sup>s</sup>
E 249		0.02 ± 0.04	0.16 <sup>s</sup>	0.07 ± 0.07	0.24	0.07 ± 0.06	0.18	0.08 ± 0.07	0.21	0.05 ± 0.05	0.14	0.06 ± 0.05	0.18
E 250		0.02 ± 0.06	0.25 <sup>s</sup>	0.11 ± 0.11	0.36	0.11 ± 0.09	0.28	0.12 ± 0.1	0.33	0.08 ± 0.07	0.22	0.1 ± 0.08	0.27
E 251		0.017 ± 0.042	0.162 <sup>s</sup>	0.094 ± 0.099	0.307	0.106 ± 0.106	0.321	0.106 ± 0.113	0.339	0.083 ± 0.077	0.238	0.091 ± 0.094	0.284
E 252		0.014 ± 0.035	0.136 <sup>s</sup>	0.079 ± 0.083	0.258	0.089 ± 0.089	0.269	0.089 ± 0.095	0.284	0.07 ± 0.065	0.2	0.076 ± 0.079	0.238
E 297		2.53 ± 7.56	37.94 <sup>s</sup>	9.77 ± 13.57	37.71	7.78 ± 9.6	30.1	5.09 ± 7.91	23.17	3.43 ± 5.2	15.02	3.49 ± 4.95	14.36
E 304		0.47 ± 0.59	1.9	0.08 ± 0.43	0.77	0.01 ± 0.05	0.68 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>
E 306		0.4 ± 0.53	1.72	0.04 ± 0.12	0.61	0.01 ± 0.05	0.68 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>
E 307		0.42 ± 0.53	1.72	0.07 ± 0.12	0.3	0.04 ± 0.06	0.1	0.02 ± 0.02	0.08	0.02 ± 0.02	0.07	0.02 ± 0.03	0.07
E 308		0.4 ± 0.53	1.72	0.04 ± 0.12	0.61	0.01 ± 0.05	0.68 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>
E 309		0.4 ± 0.53	1.72	0.04 ± 0.12	0.61	0.01 ± 0.05	0.68 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>
E 310 – E 312		0.02 ± 0.07	0.18	0.12 ± 0.23	0.55	0.12 ± 0.2	0.57	0.1 ± 0.16	0.44	0.09 ± 0.17	0.30	0.1 ± 0.18	0.47
E 315 – E 316		0.049 ± 0.203	1.51 <sup>s</sup>	0.159 ± 0.288	0.85	0.205 ± 0.321	1.17	0.222 ± 0.388	1.10	0.156 ± 0.264	0.66	0.178 ± 0.315	0.96
E 319 – E 320		0.025 ± 0.07	0.18	0.12 ± 0.232	0.55	0.126 ± 0.198	0.57	0.104 ± 0.158	0.44	0.088 ± 0.166	0.30	0.101 ± 0.181	0.49
E 321		0 ± 0.01	0.09 <sup>s</sup>	0.02 ± 0.13	0.12	0.02 ± 0.1	0.13	0.01 ± 0.06	0.11	0.01 ± 0.05	0.08	0.01 ± 0.03	0.07
E 334		0.56 ± 1.5	5.45 <sup>s</sup>	1.4 ± 1.44	4.92	1.69 ± 1.8	4.82	1.65 ± 1.95	5.37	1.33 ± 2.07	4.81	1.26 ± 1.35	4.68
E 335 – E 336		0.45 ± 1.38	5.45 <sup>s</sup>	0.12 ± 0.67	6.5 <sup>s</sup>	0.01 ± 0.05	0.52 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>
E 338		33.87 ± 23.83	83.54	64.63 ± 24.84	110.87	63.23 ± 20.48	97.41	51.74 ± 21.34	89.54	37.72 ± 15.81	67.75	43.78 ± 17.76	76.7
E 339		29.43 ± 23.62	78.35	62.32 ± 24.26	106.99	61.39 ± 19.89	94.6	50.25 ± 20.72	86.95	36.63 ± 15.35	65.79	42.51 ± 17.24	74.48
E 340		29.03 ± 23.29	77.27	61.46 ± 23.93	105.52	60.54 ± 19.62	93.3	49.56 ± 20.44	85.76	36.13 ± 15.14	64.89	41.93 ± 17.01	73.46
E 341		22.25 ± 23.65	73.51	60.42 ± 24.32	105.52	60.39 ± 19.78	93.3	49.56 ± 20.44	85.76	36.13 ± 15.14	64.89	41.93 ± 17.01	73.46
E 343		21.57 ± 23.67	73.34	60.07 ± 24.48	105.28	60.25 ± 19.74	93.09	49.44 ± 20.39	85.56	36.04 ± 15.1	64.74	41.83 ± 16.97	73.29
E 354		0.45 ± 1.38	5.45 <sup>s</sup>	0.12 ± 0.67	6.5 <sup>s</sup>	0.01 ± 0.05	0.52 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>
E 355 – E 357		1.43 ± 8.85	26.67 <sup>s</sup>	18.77 ± 41.92	98.83	23.23 ± 44.18	105.57	15.63 ± 26.78	82.56	12 ± 19.09	52.38	12.1 ± 24.65	97.03
E 385		0.01 ± 0.06	0.46 <sup>s</sup>	0.05 ± 0.09	0.26	0.08 ± 0.14	0.37	0.03 ± 0.09	0.24	0.02 ± 0.04	0.12	0.03 ± 0.08	0.27
E 405		0.86 ± 1.36	4.31	4.65 ± 4.55	10.51	5.29 ± 3.58	11.16	5 ± 3.26	11.55	3.89 ± 2.85	8.54	4.27 ± 3.06	10.35
E 416		5.12 ± 14.69	71.52 <sup>s</sup>	20.4 ± 22.31	62.47	17.11 ± 16.46	49.37	12.4 ± 14.77	44.65	8.7 ± 9.53	30	7.74 ± 9.66	29.2



	Alters-/ Geschlechtsgruppen											
	0.4 – < 1 Jahr		1 – < 3 Jahre		3 – < 5 Jahre		6 – < 10 Jahre		10 – < 12 Jahre (♀)		10 – < 12 Jahre (♂)	
	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95
E 432 – E 436	3.16 ± 6.25	20.7	12 ± 9.3	30.1	11.8 ± 7.01	23.7	8.97 ± 7	22.1	6.2 ± 4.96	16.7	6.4 ± 4.98	16.6
E 442	0.38 ± 1.33	5.95 <sup>s</sup>	3.97 ± 4.05	12.97	5.32 ± 4.81	14.68	6.58 ± 6.35	19.43	5.03 ± 5.47	14.3	5.33 ± 5.22	17.61
E 445	0.05 ± 0.2	0.63 <sup>s</sup>	0.49 ± 0.73	2.18	0.77 ± 0.9	2.55	1.01 ± 0.99	3.22	0.83 ± 0.78	2.55	0.91 ± 0.92	2.98
E 450	20.92 ± 22.78	71.32	57.05 ± 23.88	101.61	57.57 ± 19.52	91.32	47.2 ± 20.14	83.79	34.65 ± 14.8	62.58	40.12 ± 16.91	71.43
E 451	21.62 ± 23.72	73.51	60.2 ± 24.54	105.52	60.39 ± 19.78	93.3	49.55 ± 20.43	85.76	36.13 ± 15.14	64.89	41.93 ± 17.01	73.46
E 452	21.62 ± 23.72	73.51	60.2 ± 24.54	105.52	60.39 ± 19.78	93.3	49.55 ± 20.43	85.76	36.13 ± 15.14	64.89	41.93 ± 17.01	73.46
E 459	0.03 ± 0.4	4.98 <sup>s</sup>	0.81 ± 2.07	7.76	1.03 ± 2.2	6.58	0.71 ± 1.32	4.99	0.55 ± 0.94	2.72	0.57 ± 1.23	5.64
E 473 – E 374	11.2 ± 17.7	71.4	42.9 ± 27.6	91.7	42.5 ± 21.7	81.6	32.6 ± 20	70.6	22.3 ± 14.2	48.5	24.1 ± 15.9	54.0
E 475	7.51 ± 12.77	43.25	24.88 ± 17.2	56.55	24.97 ± 15.57	51.13	18.43 ± 14.55	45.94	12 ± 9.75	32.26	13.59 ± 11.71	38.73
E 476	0.23 ± 0.73	3.79 <sup>s</sup>	2.09 ± 2.07	6.61	2.78 ± 2.43	7.48	3.53 ± 3.21	9.93	2.73 ± 2.76	7.44	2.94 ± 2.83	8.64
E 477	2.01 ± 4.26	16.6	8.3 ± 6.43	20.39	7.89 ± 4.88	16.95	5.67 ± 4.52	14.46	3.73 ± 2.81	9.46	3.68 ± 3.03	9.86
E 481	16.09 ± 23.47	68.17	41.64 ± 21.73	82.44	39.7 ± 16.21	70.98	32.61 ± 16.51	63.85	22.87 ± 10.91	44.37	24.44 ± 12.55	47.07
E 482	16.09 ± 23.47	68.17	41.64 ± 21.73	82.44	39.7 ± 16.21	70.98	32.61 ± 16.51	63.85	22.87 ± 10.91	44.37	24.44 ± 12.55	47.07
E 483	12.31 ± 16.71	59.17	36.57 ± 21.03	76.95	33.74 ± 15.28	61.13	26.28 ± 15.24	55.66	18.86 ± 9.81	36.93	19.89 ± 10.54	38.62
E 491	9.25 ± 16.59	64.34	35.11 ± 24.24	77.31	33.51 ± 19.2	64.79	24.83 ± 18.4	60.84	16.56 ± 12.02	41.09	17.73 ± 14.16	48.09
E 492	9.6 ± 16.83	65.57	38.73 ± 25.26	83.29	38.44 ± 19.55	69.63	30.68 ± 19.73	68.25	21.01 ± 13.61	47.94	22.62 ± 15.8	53.65
E 493	9.25 ± 16.59	64.34	35.11 ± 24.24	77.31	33.51 ± 19.2	64.79	24.83 ± 18.4	60.84	16.56 ± 12.02	41.09	17.73 ± 14.16	48.09
E 494	9.25 ± 16.59	64.34	35.11 ± 24.24	77.31	33.51 ± 19.2	64.79	24.83 ± 18.4	60.84	16.56 ± 12.02	41.09	17.73 ± 14.16	48.09
E 495	9.25 ± 16.59	64.34	35.11 ± 24.24	77.31	33.51 ± 19.2	64.79	24.83 ± 18.4	60.84	16.56 ± 12.02	41.09	17.73 ± 14.16	48.09
E 512	0 ± 0.004	0.046 <sup>s</sup>	0.0005 ± 0.003	0.0197 <sup>s</sup>	0.0009 ± 0.005	0.0323 <sup>s</sup>	0.0002 ± 0.002	0.0214 <sup>s</sup>	0.0001 ± 0.001	0.0071 <sup>s</sup>	0.0004 ± 0.003	0.0315 <sup>s</sup>
E 520 – E 523	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.01 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.03 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.05 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.04 <sup>s</sup>
E 535 – E 538	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0	0 ± 0	0	0 ± 0	0	0 ± 0	0	0 ± 0	0
E 541 (AI)	0.001 ± 0.013	0.16 <sup>s</sup>	0.006 ± 0.047	0.55 <sup>s</sup>	0.01 ± 0.061	0.76 <sup>s</sup>	0.015 ± 0.067	0.40	0.01 ± 0.046	0.31 <sup>s</sup>	0.015 ± 0.077	0.45 <sup>s</sup>
E 541 (P)	0.017 ± 0.042	0.12 <sup>s</sup>	0.094 ± 0.099	0.42 <sup>s</sup>	0.106 ± 0.106	0.57 <sup>s</sup>	0.106 ± 0.113	0.30	0.083 ± 0.077	0.24 <sup>s</sup>	0.091 ± 0.094	0.34 <sup>s</sup>
E 579, E 585	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0.0002 ± 0.002	0.0098 <sup>s</sup>	0.0002 ± 0.001	0.0069 <sup>s</sup>	0.0002 ± 0.001	0.008	0.0003 ± 0.001	0.006 <sup>s</sup>	0.0002 ± 0.001	0.0027 <sup>s</sup>
E 900	0.01 ± 0.02	0.06	0.06 ± 0.08	0.23	0.09 ± 0.09	0.29	0.12 ± 0.1	0.34	0.09 ± 0.08	0.26	0.11 ± 0.09	0.31
E 907	0.07 ± 0.39	3.38 <sup>s</sup>	0.81 ± 1.01	2.81	0.88 ± 1.16	2.71	0.75 ± 1.13	3.35	0.55 ± 0.98	2.45	0.51 ± 0.82	2.89
E 950	0.2 ± 0.68	1.71	0.74 ± 1.11	3.61	0.91 ± 1.33	3.17	1.15 ± 1.85	5.03	0.92 ± 1.34	3.82	1.04 ± 1.51	4.33

	Alters-/ Geschlechtsgruppen											
	0.4 – < 1 Jahr		1 – < 3 Jahre		3 – < 5 Jahre		6 – < 10 Jahre		10 – < 12 Jahre (♀)		10 – < 12 Jahre (♂)	
	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95
E 951	0.3 ± 1.2	3.63	1.14 ± 1.9	5.78	1.37 ± 2.26	5.04	1.83 ± 3.16	8.59	1.44 ± 2.28	6.52	1.64 ± 2.57	7.02
E 952	0.13 ± 0.51	1.83 <sup>s</sup>	0.37 ± 0.77	3.06	0.42 ± 0.87	2.65	0.64 ± 1.29	4.89	0.51 ± 0.93	2.92	0.53 ± 1.03	3.69
E 954	0.05 ± 0.17	0.46	0.23 ± 0.3	0.96	0.26 ± 0.33	0.76	0.31 ± 0.45	1.23	0.25 ± 0.32	0.95	0.29 ± 0.37	1.11
E 955	0.15 ± 0.59	1.72	0.65 ± 1.01	3.14	0.77 ± 1.14	2.72	1 ± 1.6	4.34	0.81 ± 1.17	3.35	0.91 ± 1.29	3.76
E 959	0.02 ± 0.08	0.17	0.09 ± 0.12	0.31	0.1 ± 0.12	0.29	0.12 ± 0.17	0.46	0.1 ± 0.12	0.35	0.11 ± 0.14	0.43
E 960	0.04 ± 0.16	0.56	0.2 ± 0.3	1.08	0.25 ± 0.34	0.86	0.28 ± 0.46	1.26	0.23 ± 0.32	0.93	0.25 ± 0.36	1.05
E 961	0.01 ± 0.04	0.09	0.04 ± 0.07	0.16	0.04 ± 0.08	0.17	0.06 ± 0.13	0.3	0.05 ± 0.08	0.21	0.05 ± 0.08	0.2
E 962	0.2 ± 0.69	1.84	0.75 ± 1.11	3.8	0.92 ± 1.33	3.24	1.16 ± 1.85	5.04	0.92 ± 1.34	3.81	1.05 ± 1.52	4.44
E 999	0.08 ± 0.4	4.28 <sup>s</sup>	0.9 ± 1.46	4.67	1.47 ± 1.8	5.55	1.98 ± 1.98	6.53	1.61 ± 1.56	4.92	1.81 ± 1.83	5.97
E 1203	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0.35 ± 1.24	6.95 <sup>s</sup>	0.15 ± 0.7	5.91 <sup>s</sup>	0.12 ± 0.96	5.63 <sup>s</sup>	0.06 ± 0.35	3.45 <sup>s</sup>	0.08 ± 0.62	7.46 <sup>s</sup>

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, P95 = 95. Perzentil, <sup>s</sup>n < 59, E 541 (P) = berechnet für Phosphor, E 541 (Al) = berechnet für Aluminium

### 3.6 Exposition auf Stufe-2b

Die durchschnittliche Exposition gegenüber Farbstoffen der Gruppe III ist mit  $0.7 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  in der Altersgruppe 3 – < 5 Jahre höher als in anderen Altersgruppen ( $p < 0.01$ ). Die Expositionen von Mädchen und Jungen ab zehn Jahre gegenüber Farbstoffen mit Höchstmengenbeschränkung unterscheiden sich nicht. Die Expositionen gegenüber diesen Farbstoffen reduzieren sich durch die Berücksichtigung von verzehrten Produkten mit Markenbezeichnung um durchschnittlich 73 %. Die höchste Exposition der *High Consumer* zeigt mit  $1.6 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  die Altersgruppe 3 – < 5 Jahre. Die unterschiedliche Reduzierung der Exposition der Altersgruppen 3 – < 5 Jahre und 6 – < 10 Jahre von Stufe-2 auf Stufe-2b ist bedingt durch unterschiedlich häufige Nennungen von Produktmarken in den für die Exposition relevanten Hauptkategorien (vgl. 3.4). Die Expositionen gegenüber den restriktiv zugelassenen Farbstoffen Amaranth (E 123) und Erythrosin (E 127) ändern sich auf Stufe-2b nicht. Unverändert zur Exposition des Stufe-2-Modells zeigen bei den Zusatzstoffgruppen:

- Sorbate (E 200 – E 203),
- Benzoate (E 210 – E 213),
- Hydroxybenzoate (E 214 – E 219),
- Sulfite (E 220 – E 228),
- Phosphate (E 338 – E 343, E 450 – E 452)
- Polysorbate (E 432 – E 436)
- Zuckerester von Speisefettsäuren (E 473 – E 474)
- Stearoyl-2-Lactylate (E 481 – E 482)
- Sorbitanester von Fettsäuren (E 491 – E 495)
- Aluminiumsilikate (E 555, E 559)

die Altersgruppen 1 – < 3 Jahre und 3 – < 5 Jahre höhere durchschnittliche Expositionen als Säuglinge und Kinder ab sechs Jahre ( $p < 0.01$ ). Bei den Zusatzstoffgruppen

- Hydroxybenzoate (E 214 – E 219)
- Polysorbate (E 432 – E 436)

- Zuckerester von Speisefettsäuren (E 473 – E 474)
- Sorbitanester von Fettsäuren (E 491 – E 495)
- Aluminiumsilikate (E 555, E 559)

unterscheiden sich die Altersgruppen 1 – < 3 Jahre und 3 – < 5 Jahre, wobei Individuen der Altersgruppe 3 – < 5 Jahre eine höhere durchschnittliche Exposition als Kleinkinder zeigen ( $p < 0.01$ ). Gegenüber den Zusatzstoffen Calcium-Dinatrium-EDTA (E 385) und Propylenglycolalginat (E 405) zeigt die Altersgruppe 3 – < 5 Jahre die höchste durchschnittliche Exposition ( $p < 0.01$ ).

Gegenüber Tartraten (E 335 – E 336) wurden auf Stufe-2 bei Säuglingen die höchsten Expositionen geschätzt, u. a. da die Verwendung von Tartraten in der Kategorie ‚Kekse und Zwieback für Säuglinge und Kleinkinder‘ zulässig ist. Auf Stufe-2b sinkt die Exposition gegenüber Tartraten, da ein Zusatz in Produkten mit Markenbezeichnung nicht bzw. nur selten erfolgt. Die Exposition gegenüber E 336 reduziert sich geringer, da der Marktführer in dieser Kategorie (40 % Marktanteil) alleinig eine Verwendung von Kaliumtartrat anzeigt.

Die Exposition der Säuglinge gegenüber Süßungsmitteln mit numerischem ADI ist geringer als in den anderen Alters-/ Geschlechtsgruppen ( $p < 0.01$ ). Die durchschnittliche Exposition der Altersgruppe 3 – < 5 Jahre gegenüber Acesulfam-K (E 950), Aspartam (E 951), Saccharin (E 954), Sucralose (E 955), Neohesperidin DC (E 959), Steviolglycosiden (E 960) ist höher als in den anderen Alters-/ Geschlechtsgruppen ( $p < 0.01$ ), wobei sich die Exposition um durchschnittlich 40 % gegenüber dem Stufe-2-Modell in dieser Altersgruppe reduziert. Die tendenziell höhere mittlere Exposition der Altersgruppe 6 – < 10 Jahre auf Stufe-2 verringert sich mehr als bei den Altersgruppen 1 – < 3 Jahre und 3 – < 5 Jahre (67 % vs. 41 %). Ursache sind häufigere Nennungen von Produktmarken in den Kategorien ‚Getränke‘ (14) und ‚Soßen‘ (12.6), die einen Anteil von ca. 60 – 70 % an der Exposition zeigen.

Eine seltene Verwendung von Zusatzstoffen in Produkten mit Markenbezeichnung kann die Anzahl von Konsumenten in der Expositionsschätzung auf Stufe-2b deutlich reduzieren, was letztlich zu höheren Expositionen der *High Consumer* auf Stufe-2b, verglichen mit der Exposition der Stufe-2, führen kann (vgl. E 127, E 214 – E 219 (Säuglinge), E 541, E 579 und E 585 u. a.).

Tab. 21: Exposition der Alters-/ Geschlechtsgruppen auf Stufe-2b (mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>)

	Alters-/ Geschlechtsgruppen											
	0.4 – < 1 Jahr		1 – < 3 Jahre		3 – < 5 Jahre		6 – < 10 Jahre		10 – < 12 Jahre (♀)		10 – < 12 Jahre (♂)	
	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95
E 100	0.11 ± 0.25	0.98	0.54 ± 0.56	1.44	0.68 ± 0.57	1.54	0.35 ± 0.39	1.11	0.23 ± 0.28	0.74	0.28 ± 0.33	0.86
E 102	0.11 ± 0.25	0.98	0.52 ± 0.56	1.42	0.66 ± 0.57	1.55	0.34 ± 0.38	1.11	0.23 ± 0.29	0.74	0.27 ± 0.33	0.88
E 104	0.003 ± 0.012	0.044 <sup>s</sup>	0.02 ± 0.03	0.064	0.029 ± 0.038	0.11	0.018 ± 0.031	0.08	0.012 ± 0.021	0.053	0.013 ± 0.021	0.07
E 110	0.002 ± 0.012	0.075 <sup>s</sup>	0.013 ± 0.034	0.085	0.028 ± 0.061	0.165	0.018 ± 0.046	0.11	0.013 ± 0.035	0.088	0.012 ± 0.03	0.071
E 120	0.13 ± 0.26	0.98	0.63 ± 0.59	1.51	0.76 ± 0.61	1.65	0.41 ± 0.41	1.22	0.27 ± 0.29	0.8	0.32 ± 0.34	0.94
E 122	0.07 ± 0.16	0.51	0.33 ± 0.47	0.99	0.39 ± 0.45	1.03	0.19 ± 0.23	0.68	0.12 ± 0.17	0.43	0.15 ± 0.19	0.55
E 123	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.0005 <sup>s</sup>	0 ± 0.0001	0.0015 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.0009 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.0005 <sup>s</sup>	0.0001 ± 0.0007	0.0084 <sup>s</sup>
E 124	0.003 ± 0.01	0.044 <sup>s</sup>	0.013 ± 0.022	0.057	0.021 ± 0.034	0.093	0.014 ± 0.029	0.07	0.008 ± 0.017	0.04	0.01 ± 0.02	0.053
E 127	3·10 <sup>-5</sup> ± 4·10 <sup>-4</sup>	0.005 <sup>s</sup>	3·10 <sup>-5</sup> ± 3·10 <sup>-4</sup>	0.005 <sup>s</sup>	9·10 <sup>-5</sup> ± 6·10 <sup>-4</sup>	0.008 <sup>s</sup>	0 ± 7·10 <sup>-5</sup>	0.002 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>
E 129	0.12 ± 0.25	0.98	0.53 ± 0.56	1.43	0.67 ± 0.57	1.56	0.35 ± 0.4	1.18	0.24 ± 0.28	0.75	0.28 ± 0.34	0.96
E 131	0.12 ± 0.25	0.98	0.52 ± 0.56	1.42	0.67 ± 0.57	1.56	0.35 ± 0.39	1.15	0.22 ± 0.27	0.74	0.28 ± 0.34	0.88
E 132	0.11 ± 0.25	0.98	0.51 ± 0.55	1.42	0.66 ± 0.57	1.54	0.34 ± 0.38	1.09	0.22 ± 0.27	0.73	0.27 ± 0.33	0.96
E 133	0.12 ± 0.25	0.98	0.54 ± 0.56	1.44	0.68 ± 0.57	1.57	0.35 ± 0.39	1.15	0.23 ± 0.29	0.79	0.27 ± 0.33	0.88
E 142	0.11 ± 0.25	0.98	0.52 ± 0.55	1.42	0.66 ± 0.57	1.54	0.34 ± 0.38	1.11	0.22 ± 0.27	0.74	0.27 ± 0.33	0.94
E 151	0.11 ± 0.25	0.98	0.51 ± 0.55	1.42	0.65 ± 0.57	1.54	0.33 ± 0.38	1.09	0.22 ± 0.28	0.73	0.27 ± 0.33	0.88
E 155	0.07 ± 0.16	0.51	0.32 ± 0.46	0.99	0.37 ± 0.45	0.99	0.18 ± 0.22	0.65	0.12 ± 0.16	0.43	0.14 ± 0.18	0.54
E 160b	0.01 ± 0.01	0.04	0.03 ± 0.03	0.08	0.04 ± 0.03	0.09	0.02 ± 0.02	0.06	0.01 ± 0.01	0.04	0.02 ± 0.02	0.05
E 160d	0.02 ± 0.04	0.13	0.08 ± 0.07	0.21	0.1 ± 0.08	0.25	0.05 ± 0.05	0.15	0.03 ± 0.04	0.11	0.04 ± 0.05	0.13
E 160e	0.11 ± 0.25	0.98	0.52 ± 0.55	1.42	0.66 ± 0.57	1.54	0.34 ± 0.39	1.13	0.23 ± 0.29	0.74	0.27 ± 0.33	0.88
E 161b	0.11 ± 0.25	0.98	0.52 ± 0.55	1.42	0.66 ± 0.57	1.54	0.34 ± 0.38	1.09	0.22 ± 0.26	0.73	0.27 ± 0.33	0.94
E 180	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.02 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.02 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.02	0 ± 0	0.01 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.01 <sup>s</sup>
E 200	3.47 ± 4.71	15.68	9.64 ± 5.31	17.65	10.39 ± 4.87	19.14	7.21 ± 4.53	15.44	5.46 ± 3.23	11.38	6.18 ± 3.94	13.44
E 202	3.49 ± 4.78	16.4	9.75 ± 5.31	17.78	10.51 ± 4.91	19.14	7.6 ± 4.59	15.87	5.71 ± 3.33	11.79	6.47 ± 4.07	13.46
E 203	3.44 ± 4.69	15.68	9.6 ± 5.31	17.65	10.37 ± 4.87	19.14	7.18 ± 4.52	15.42	5.43 ± 3.2	11.3	6.15 ± 3.97	13.44
E 210	0.07 ± 0.33	2.13 <sup>s</sup>	0.43 ± 0.96	2.64	0.44 ± 0.95	2.08	0.18 ± 0.56	1.6	0.09 ± 0.21	0.87	0.13 ± 0.43	1.66
E 211	0.08 ± 0.33	2.13 <sup>s</sup>	0.44 ± 0.97	2.64	0.44 ± 0.95	2.08	0.21 ± 0.6	1.67	0.11 ± 0.22	0.81	0.15 ± 0.44	1.66

	Alters-/ Geschlechtsgruppen											
	0.4 – < 1 Jahr		1 – < 3 Jahre		3 – < 5 Jahre		6 – < 10 Jahre		10 – < 12 Jahre (♀)		10 – < 12 Jahre (♂)	
	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95
E 212	0.07 ± 0.33	2.13 <sup>s</sup>	0.43 ± 0.96	2.64	0.44 ± 0.95	2.08	0.18 ± 0.56	1.6	0.09 ± 0.21	0.87	0.13 ± 0.43	1.66
E 213	0.07 ± 0.33	2.13 <sup>s</sup>	0.43 ± 0.96	2.64	0.44 ± 0.95	2.08	0.18 ± 0.56	1.6	0.09 ± 0.21	0.87	0.13 ± 0.43	1.66
E 214 – E 219	0.03 ± 0.17	1.63 <sup>s</sup>	0.12 ± 0.33	1.09	0.14 ± 0.26	0.81	0.03 ± 0.14	0.54	0.01 ± 0.04	0.2 <sup>s</sup>	0.02 ± 0.07	0.41 <sup>s</sup>
E 220 – E 222	0.05 ± 0.19	0.46	0.17 ± 0.43	0.75	0.17 ± 0.32	0.67	0.08 ± 0.18	0.38	0.07 ± 0.19	0.29	0.07 ± 0.14	0.27
E 223	0.07 ± 0.25	0.69	0.19 ± 0.44	0.92	0.19 ± 0.34	0.81	0.09 ± 0.19	0.42	0.09 ± 0.22	0.45	0.08 ± 0.16	0.4
E 224 – E 228	0.05 ± 0.19	0.46	0.17 ± 0.43	0.75	0.17 ± 0.32	0.67	0.08 ± 0.17	0.36	0.07 ± 0.19	0.29	0.07 ± 0.14	0.27
E 234	0 ± 0	0.02 <sup>s</sup>	0.01 ± 0.01	0.02	0.01 ± 0.01	0.02	0 ± 0.01	0.02	0 ± 0	0.02	0 ± 0	0.01
E 235	0.002 ± 0.006	0.038 <sup>s</sup>	0.008 ± 0.011	0.038	0.009 ± 0.014	0.034	0.005 ± 0.009	0.03	0.004 ± 0.007	0.027	0.004 ± 0.007	0.023
E 239	0 ± 0	0.02 <sup>s</sup>	0 ± 0.01	0.03	0 ± 0.01	0.02	0 ± 0	0.02	0 ± 0	0.02 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.02 <sup>s</sup>
E 249	0.01 ± 0.03	0.15 <sup>s</sup>	0.06 ± 0.06	0.2	0.06 ± 0.06	0.17	0.04 ± 0.06	0.19	0.03 ± 0.04	0.11	0.04 ± 0.05	0.15
E 250	0.02 ± 0.06	0.25 <sup>s</sup>	0.11 ± 0.11	0.34	0.11 ± 0.09	0.28	0.11 ± 0.1	0.31	0.07 ± 0.07	0.21	0.09 ± 0.08	0.27
E 251	0.015 ± 0.041	0.215 <sup>s</sup>	0.077 ± 0.087	0.267	0.089 ± 0.098	0.319	0.062 ± 0.085	0.266	0.043 ± 0.053	0.171	0.051 ± 0.068	0.212
E 252	0.012 ± 0.034	0.181 <sup>s</sup>	0.062 ± 0.072	0.222	0.074 ± 0.083	0.254	0.046 ± 0.069	0.217	0.034 ± 0.044	0.144	0.041 ± 0.056	0.184
E 297	0.5 ± 2.31	17.78 <sup>s</sup>	1.71 ± 4.11	11.05	2.14 ± 5.59	13.23	0.77 ± 2.6	11.19	0.34 ± 1.36	6.88	0.49 ± 1.91	7.72 <sup>s</sup>
E 304	0 ± 0.01	0.11 <sup>s</sup>	0 ± 0.01	0.18 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.01 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>
E 306	0 ± 0.01	0.11 <sup>s</sup>	0 ± 0.01	0.18 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.01 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>
E 307	0.02 ± 0.06	0.14	0.02 ± 0.03	0.07	0.02 ± 0.03	0.07	0.01 ± 0.02	0.06	0.01 ± 0.02	0.07	0.01 ± 0.02	0.06
E 308	0 ± 0.01	0.11 <sup>s</sup>	0 ± 0.01	0.18 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.01 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>
E 309	0 ± 0.01	0.11 <sup>s</sup>	0 ± 0.01	0.18 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.01 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>
E 310 – E 312	0.009 ± 0.029	0.15 <sup>s</sup>	0.042 ± 0.091	0.15	0.063 ± 0.125	0.28	0.019 ± 0.041	0.11	0.014 ± 0.023	0.07	0.015 ± 0.033	0.09
E 315 – E 316	0.045 ± 0.197	1.51 <sup>s</sup>	0.124 ± 0.25	0.80	0.17 ± 0.305	0.95	0.13 ± 0.326	1.25	0.079 ± 0.244	0.72	0.105 ± 0.277	0.96
E 319 – E 320	0.01 ± 0.03	0.15 <sup>s</sup>	0.042 ± 0.091	0.15	0.064 ± 0.125	0.28	0.02 ± 0.041	0.11	0.014 ± 0.023	0.07	0.015 ± 0.033	0.09
E 321	0 ± 0.01	0.09 <sup>s</sup>	0.01 ± 0.03	0.07	0.01 ± 0.08	0.13	0.01 ± 0.03	0.06	0 ± 0.01	0.03	0 ± 0.01	0.05
E 334	0.11 ± 0.53	5.45 <sup>s</sup>	0.26 ± 0.66	2.68	0.42 ± 0.83	3	0.21 ± 0.62	2.57	0.15 ± 0.38	1.97 <sup>s</sup>	0.14 ± 0.43	2.21 <sup>s</sup>
E 335	0.01 ± 0.14	1.76 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0.03	0.52 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>
E 336	0.25 ± 1.2	12.56 <sup>s</sup>	0.03 ± 0.24	3.18 <sup>s</sup>	0 ± 0.04	0.52 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>
E 338	16.78 ± 20.91	64.44	45.37 ± 23.47	86.12	47.89 ± 20.23	83.16	31.77 ± 19.03	67.18	23.96 ± 13.6	47.3	28.48 ± 17.33	64.24
E 339	16.36 ± 20.43	62.57	44.45 ± 22.74	83.49	46.82 ± 19.69	80.94	31.54 ± 18.48	66.58	23.64 ± 13.32	45.94	28.06 ± 16.93	62.38

		Alters-/ Geschlechtsgruppen											
		0.4 – < 1 Jahr		1 – < 3 Jahre		3 – < 5 Jahre		6 – < 10 Jahre		10 – < 12 Jahre (♀)		10 – < 12 Jahre (♂)	
		MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95
E 340		15.91 ± 20.05	61.71	43.41 ± 22.47	81.91	45.88 ± 19.46	79.64	30.3 ± 18.21	64.35	22.7 ± 13.02	45.3	27 ± 16.63	61.45
E 341		15.87 ± 20.11	61.71	43.53 ± 22.42	81.91	45.95 ± 19.41	79.73	30.39 ± 18.22	64.35	22.77 ± 13.08	45.3	27.13 ± 16.56	61.45
E 343		15.79 ± 20.04	61.57	43.29 ± 22.46	81.72	45.71 ± 19.39	79.46	30.19 ± 18.19	64.2	22.62 ± 13	45.2	26.89 ± 16.58	61.3
E 354		0.01 ± 0.14	1.76 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0.03	0.52 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>
E 355 – E 357		0.31 ± 2.25	26.67 <sup>s</sup>	1.77 ± 9.32	14.67	2.03 ± 6.01	17.22	0.5 ± 2.4	11.5	0.3 ± 1.65	8.46 <sup>s</sup>	0.25 ± 1.17	4.89 <sup>s</sup>
E 385		0.01 ± 0.06	0.46 <sup>s</sup>	0.04 ± 0.09	0.26	0.07 ± 0.14	0.37	0.02 ± 0.06	0.24	0.01 ± 0.02	0.12	0.02 ± 0.05	0.25
E 405		0.48 ± 1.07	3.77	2.36 ± 3.21	6.51	2.91 ± 2.92	7.45	1.29 ± 1.47	4.45	0.91 ± 1.14	3.25	1.01 ± 1.36	4.14
E 416		1.13 ± 4.87	39.02 <sup>s</sup>	3.63 ± 7.14	22.63	4.1 ± 8.76	23.31	1.35 ± 4.06	17.5	0.77 ± 2.33	10.31	1.01 ± 3.08	11.57
E 432 – E 436		1.39 ± 3.22	12.8	5 ± 5.2	16.2	5.8 ± 4.75	15.1	3.03 ± 3.64	10.8	1.9 ± 2.49	7.0	2.6 ± 3.73	9.5
E 442		0.05 ± 0.28	2.76 <sup>s</sup>	0.59 ± 1.38	5.37	0.98 ± 1.84	6	0.61 ± 1.58	6.42	0.36 ± 0.89	4.17 <sup>s</sup>	0.59 ± 2.21	7.64 <sup>s</sup>
E 445		0.01 ± 0.07	0.58 <sup>s</sup>	0.12 ± 0.24	0.86	0.2 ± 0.37	1.11	0.11 ± 0.29	1.06	0.09 ± 0.23	1.02	0.07 ± 0.18	0.94 <sup>s</sup>
E 450		15.42 ± 19.59	61.34	41.72 ± 21.99	80.24	44.24 ± 19.19	76.25	29.67 ± 18.06	64.04	22.23 ± 12.77	44.55	26.53 ± 16.72	61.15
E 451		15.85 ± 20.1	61.71	43.47 ± 22.52	81.91	45.85 ± 19.43	79.64	30.4 ± 18.23	64.35	22.78 ± 13.12	45.3	27.07 ± 16.61	61.45
E 452		15.95 ± 20.22	63.98	43.71 ± 22.47	81.91	46.03 ± 19.46	79.73	30.62 ± 18.21	64.35	23.05 ± 12.97	45.3	27.19 ± 16.7	61.52
E 459		0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0.04 ± 0.44	5.95 <sup>s</sup>	0.05 ± 0.23	2.15 <sup>s</sup>	0.01 ± 0.09	0.94 <sup>s</sup>	0.01 ± 0.08	0.76 <sup>s</sup>	0.01 ± 0.05	0.59 <sup>s</sup>
E 473 – E 474		4.91 ± 10.1	48.2	19.2 ± 17	49.5	22.6 ± 16	52.4	11.4 ± 11.5	36.9	7.58 ± 7.73	24.9	9.65 ± 11.9	30.4
E 475		3.31 ± 7.7	35.57	12.16 ± 13.32	39.13	14.42 ± 13.09	37.74	7.68 ± 10.27	31.67	4.94 ± 7.08	21.84	6.56 ± 10.31	27.71
E 476		0.07 ± 0.38	3.79 <sup>s</sup>	0.43 ± 0.85	2.92	0.69 ± 1.03	3.03	0.52 ± 1.07	3.31	0.4 ± 0.79	2.99	0.49 ± 1.32	2.67
E 477		0.74 ± 1.84	7.99 <sup>s</sup>	2.62 ± 2.79	8.1	3.19 ± 2.9	8.42	1.59 ± 1.99	5.86	0.99 ± 1.3	3.57	1.31 ± 1.87	5.08
E 481		7.66 ± 10.84	29.26	19.32 ± 11.82	43.91	20.93 ± 11.09	41.07	13.14 ± 8.56	28.94	9.64 ± 6.01	19.86	11.2 ± 8.47	26.15
E 482		7.63 ± 10.86	29.26	19.31 ± 11.83	43.91	20.91 ± 11.08	41.07	12.99 ± 8.54	28.77	9.55 ± 6	19.86	11.08 ± 8.47	26.15
E 483		7.3 ± 9.85	31.54	19.41 ± 11.84	41.1	20.45 ± 10.95	41.03	13.76 ± 8.93	29.52	10.28 ± 6.47	22.33	11.74 ± 8.2	28.04
E 491 – E 495		3.9 ± 9.14	38.4	13.9 ± 14.5	41.89	16.4 ± 14.5	42.3	8.31 ± 10.7	33.3	5.42 ± 7.61	23.0	7.6 ± 11.6	29.7
E 512		0 ± 0.004	0.046 <sup>s</sup>	0.0005 ± 0.003	0.039 <sup>s</sup>	0.0009 ± 0.005	0.0489 <sup>s</sup>	0.0001 ± 0.001	0.0214 <sup>s</sup>	0 ± 0.001	0.0071 <sup>s</sup>	0.0001 ± 0.001	0.0187 <sup>s</sup>
E 520 – E 523		0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.01 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.03 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.05 <sup>s</sup>	0 ± 0	0.02 <sup>s</sup>
E 535 – E 536		0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0	0 ± 0	0	0 ± 0	0	0 ± 0	0	0 ± 0	0
E 538		0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0 ± 0	0	0 ± 0	0	0 ± 0	0	0 ± 0	0	0 ± 0	0
E 541 (AI)		0 ± 0		0.006 ± 0.046	0.55 <sup>s</sup>	0.01 ± 0.06	0.76 <sup>s</sup>	0.007 ± 0.06	0.95 <sup>s</sup>	0.004 ± 0.032	0.31 <sup>s</sup>	0.011 ± 0.075	0.86 <sup>s</sup>

	Alters-/ Geschlechtsgruppen											
	0.4 – < 1 Jahr		1 – < 3 Jahre		3 – < 5 Jahre		6 – < 10 Jahre		10 – < 12 Jahre (♀)		10 – < 12 Jahre (♂)	
	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95
E 541 (P)	0.017 ± 0.042		0.094 ± 0.099	0.42 <sup>s</sup>	0.106 ± 0.106	0.57 <sup>s</sup>	0.106 ± 0.113	0.72 <sup>s</sup>	0.083 ± 0.077	0.23 <sup>s</sup>	0.091 ± 0.094	0.65 <sup>s</sup>
E 579, E 585	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0.0002 ± 0.002	0.028 <sup>s</sup>	0.0002 ± 0.001	0.0069 <sup>s</sup>	0.0002 ± 0.001	0.0094 <sup>s</sup>	0.0002 ± 0.001	0.0094 <sup>s</sup>	0.0001 ± 0	0.0027 <sup>s</sup>
E 900	0 ± 0.01	0.05 <sup>s</sup>	0.02 ± 0.02	0.07	0.03 ± 0.04	0.1	0.01 ± 0.03	0.07	0.01 ± 0.02	0.04	0.01 ± 0.02	0.06
E 907	0.02 ± 0.14	1.63 <sup>s</sup>	0.17 ± 0.47	1.68	0.18 ± 0.34	1.21	0.15 ± 0.47	1.94	0.11 ± 0.3	1.35 <sup>s</sup>	0.1 ± 0.32	1.67 <sup>s</sup>
E 950	0.14 ± 0.64	1.56 <sup>s</sup>	0.39 ± 0.71	1.68	0.56 ± 1.07	2.51	0.55 ± 1.32	4.47	0.46 ± 1.01	3.18	0.49 ± 1.13	3.43
E 951	0.18 ± 0.7	4.44 <sup>s</sup>	0.54 ± 1.13	2.57	0.88 ± 1.86	4.15	0.87 ± 2.24	7.22	0.73 ± 1.82	5.8	0.84 ± 1.93	5.66
E 952	0.08 ± 0.34	2.86 <sup>s</sup>	0.29 ± 0.72	3.21	0.35 ± 0.83	2.65	0.52 ± 1.2	5.02	0.42 ± 0.84	2.92	0.44 ± 0.94	3.69
E 954	0.04 ± 0.11	0.45 <sup>s</sup>	0.16 ± 0.27	0.83	0.19 ± 0.3	0.67	0.18 ± 0.36	1.21	0.14 ± 0.27	0.89	0.15 ± 0.28	0.9
E 955	0.06 ± 0.19	0.92 <sup>s</sup>	0.24 ± 0.45	0.97	0.29 ± 0.49	0.94	0.08 ± 0.19	0.64	0.07 ± 0.19	0.58	0.06 ± 0.21	0.43
E 959	0.01 ± 0.03	0.12 <sup>s</sup>	0.04 ± 0.06	0.13	0.04 ± 0.06	0.12	0.01 ± 0.02	0.07	0.01 ± 0.02	0.06	0.01 ± 0.02	0.05
E 960	0.02 ± 0.05	0.24 <sup>s</sup>	0.07 ± 0.12	0.3	0.1 ± 0.15	0.36	0.03 ± 0.06	0.25	0.02 ± 0.05	0.16	0.02 ± 0.06	0.21
E 961	0 ± 0.01	0.06 <sup>s</sup>	0.01 ± 0.02	0.05	0.02 ± 0.03	0.06	0 ± 0.01	0.03	0 ± 0.01	0.02	0 ± 0.01	0.02
E 962	0.07 ± 0.2	1 <sup>s</sup>	0.26 ± 0.41	0.97	0.34 ± 0.49	1.15	0.1 ± 0.25	0.87	0.09 ± 0.21	0.59	0.07 ± 0.16	0.69
E 999	0.02 ± 0.13	1.17 <sup>s</sup>	0.15 ± 0.44	2.27	0.31 ± 0.73	2.27	0.14 ± 0.48	3.03	0.09 ± 0.31	1.67 <sup>s</sup>	0.09 ± 0.3	1.83 <sup>s</sup>
E 1203	0 ± 0	0 <sup>s</sup>	0.13 ± 0.58	3.48 <sup>s</sup>	0.12 ± 0.64	5.98 <sup>s</sup>	0.04 ± 0.3	3.21 <sup>s</sup>	0.01 ± 0.12	1.64 <sup>s</sup>	0 ± 0.06	0.87 <sup>s</sup>

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, P95 = 95. Perzentil, <sup>s</sup>n < 59, E 541 (P) = berechnet für Phosphor, E 541 (Al) = berechnet für Aluminium



### 3.7 Exposition auf Stufe-3b

Säuglinge zeigen gegenüber Norbixin (einem der beiden färbenden Carotinoide von Annatto, E 160b), Beta-apo-8'-carotenal (E 160e), Lutein (E 161b) und Zuckerestern von Speisefettsäuren (E 373 – E 474) die geringste durchschnittliche Exposition auf Stufe-3b ( $p < 0.01$ ). Die höchste durchschnittliche Exposition zeigt für alle vier einbezogenen Zusatzstoffe die Altersgruppe 3 – < 5 Jahre ( $p < 0.01$ ), die auch die höchsten Expositionen der *High Consumer* zeigt. Die durchschnittlichen Expositionen von Jungen und Mädchen ab zehn Jahren unterscheiden sich nicht. Kleinkinder (1 – < 3 Jahre) zeigen eine höhere durchschnittliche Exposition gegenüber Beta-apo-8'-carotenal als die Altersgruppen der Kinder (6 – < 10 Jahre) und Jugendlichen (10 – < 12 Jahre) ( $p < 0.01$ ).

Tab. 22: Exposition der Alters-/ Geschlechtsgruppen auf Stufe-3b ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ )

	Alters-/ Geschlechtsgruppen											
	0.4 – < 1 Jahr		1 – < 3 Jahre		3 – < 5 Jahre		6 – < 10 Jahre		10 – < 12 Jahre (♀)		10 – < 12 Jahre (♂)	
	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95	MW ± SD	P95
E 160b	0.006 ± 0.012	0.044	0.022 ± 0.02	0.059	0.027 ± 0.021	0.067	0.013 ± 0.015	0.045	0.009 ± 0.01	0.031	0.011 ± 0.016	0.047
E 160e	0.005 ± 0.013	0.049	0.033 ± 0.049	0.1	0.044 ± 0.052	0.135	0.022 ± 0.038	0.107	0.014 ± 0.026	0.067	0.017 ± 0.034	0.081
E 161b	0.06 ± 0.12	0.47	0.33 ± 0.45	0.94	0.44 ± 0.46	1.13	0.23 ± 0.28	0.75	0.15 ± 0.19	0.45	0.18 ± 0.23	0.61
E 473	2.76 ± 4.99	15.8	10.7 ± 10.7	28.4	12.5 ± 10	29.2	6.79 ± 6.43	20.1	4.72 ± 4.34	13.0	5.67 ± 6.77	17.3

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, P95 = 95. Perzentil, E 160 b = Schätzung gegenüber Norbixin

### 3.8 Intra- und inter-individuelle Variabilität

In ca. 80 % der Fälle ist bei Zusatzstoffen mit numerischer Höchstmenge die intra-individuelle Variabilität in den Altersgruppen höher als die inter-individuelle Variabilität. Das Verhältnis von  $CV_{within}$  zu  $CV_{btw}$  liegt bei den dargestellten Zusatzstoffen/ Zusatzstoffgruppen im Mittel bei 1.21 [1.00 – 1.46]. Säuglinge zeigen bei den untersuchten Zusatzstoffen/ Zusatzstoffgruppen sowohl den höchsten mittleren intra-individuellen Variationskoeffizienten (1.81 vs. 1.57; 1.50; 1.15; 1.12; 1.14) als auch den höchsten mittleren inter-individuellen Variationskoeffizienten (1.60 vs. 1.16; 1.06; 1.09; 1.07; 1.02) ( $p < 0.01$ ). Das Verhältnis von  $CV_{within}$  zu  $CV_{btw}$  ist bei Kleinkindern und Kindern von 3 – < 5 Jahren durchschnittlich am höchsten ( $p < 0.01$ ). Zusatzstoffe, die häufig und von vielen Individuen verzehrt werden (Annatto (E 160b), Lycopin (E

160d), Phosphate, Sorbate (E 200 – E 203), Zuckerester von Speisefettsäuren (E 473 – E 474), Stearoyl-2-Lactylate (E 481 – E 482)), zeigen bei Individuen ab einem Jahr geringere inter- und intra-individuelle Variationskoeffizienten, verglichen mit anderen Zusatzstoffen. Bei Kindern ab sechs Jahren zeigen Farbstoffe der Gruppe III eine geringe intra-individuelle Variabilität, verglichen mit anderen Zusatzstoffen. Hohe intra-individuelle und gleichzeitig geringe inter-individuelle Variationskoeffizienten zeigen die restriktiv zugelassenen Zusatzstoffe E 123, E 127, E 520 – E 523. Bei einer geringen Anzahl Konsumenten weisen diese Zusatzstoffe ein hohes Verhältnis von  $CV_{within}$  zu  $CV_{btw}$  auf. Vergleichsweise hohe inter-individuelle Variationskoeffizienten zeigen Butylhydroxytoluol (E 321) und Neotam (E 961) in den Alters-/ Geschlechtsgruppen ab einem Jahr. Bei Süßungsmitteln (E 950 – E 964), ausgenommen Cyclamat (E 952), ist die inter-individuelle Variabilität bei Säuglingen und Kindern ab sechs Jahren höher als die intra-individuelle Variabilität (Tab. 23).

Tab. 23: Intra- und inter-individuelle Variationskoeffizienten der Zusatzstoffexposition auf Stufe-2

	0.4 – < 1 Jahr				1 – < 3 Jahre				3 – < 5 Jahre				6 – < 10 Jahre				10 – < 12 Jahre (♀)				10 – < 12 Jahre (♂)			
	n	CV <sub>within</sub>	CV <sub>btw</sub>	$\frac{CV_{within}}{CV_{btw}}$	n	CV <sub>within</sub>	CV <sub>btw</sub>	$\frac{CV_{within}}{CV_{btw}}$	n	CV <sub>within</sub>	CV <sub>btw</sub>	$\frac{CV_{within}}{CV_{btw}}$	n	CV <sub>within</sub>	CV <sub>btw</sub>	$\frac{CV_{within}}{CV_{btw}}$	n	CV <sub>within</sub>	CV <sub>btw</sub>	$\frac{CV_{within}}{CV_{btw}}$	n	CV <sub>within</sub>	CV <sub>btw</sub>	$\frac{CV_{within}}{CV_{btw}}$
Gruppe III	106	1.56	1.44	1.09	288	0.79	0.69	1.15	225	0.73	0.55	1.33	821	0.62	0.61	1.01	197	0.62	0.62	1.00	196	0.63	0.65	0.98
E 104	53	1.86	1.39	1.34	282	1.12	0.94	1.18	224	0.95	0.84	1.13	819	0.78	0.75	1.03	197	0.79	0.75	1.05	195	0.80	0.80	1.00
E 110	49	1.88	1.72	1.09	278	1.28	1.44	0.89	224	1.15	1.23	0.94	815	0.89	0.92	0.97	196	0.91	0.91	1.00	193	0.91	0.95	0.97
E 123	0				2	2.45	0.32	7.77	4	2.45	1.08	2.28	2	1.73	0.14	12.42	2	1.73	0.36	4.76	2	1.41	0.19	7.54
E 124	50	1.90	1.52	1.25	280	1.25	1.11	1.12	224	1.08	0.97	1.12	815	0.85	0.82	1.03	196	0.87	0.82	1.06	193	0.87	0.86	1.01
E 127	0				4	2.45	0.78	3.15	11	2.40	1.07	2.24	1	1.73			0				0			
E 160b	111	1.65	1.58	1.05	288	0.96	0.61	1.57	225	0.91	0.51	1.80	820	0.84	0.66	1.28	197	0.83	0.61	1.36	196	0.86	0.65	1.32
E 160d	104	1.63	1.64	1.00	288	0.92	0.70	1.30	225	0.76	0.52	1.47	821	0.65	0.60	1.07	197	0.64	0.61	1.04	196	0.67	0.63	1.08
E 180	8	2.36	1.55	1.52	61	2.23	1.44	1.55	61	2.22	1.42	1.56	138	1.65	1.09	1.52	35	1.50	0.72	2.09	24	1.55	0.70	2.21
Sorbate	121	1.37	1.02	1.35	288	0.66	0.44	1.51	225	0.56	0.37	1.50	822	0.48	0.42	1.14	197	0.50	0.41	1.23	196	0.47	0.43	1.09
E 210 – E 213	35	1.96	1.23	1.59	257	1.78	1.06	1.68	210	1.73	1.01	1.72	683	1.39	1.18	1.18	169	1.38	1.20	1.16	167	1.37	1.63	0.84
E 214 – E 219	33	2.00	1.55	1.29	189	2.04	1.50	1.36	161	1.91	0.94	2.03	378	1.56	1.26	1.24	88	1.53	1.05	1.46	78	1.51	1.01	1.49
E 220 – E 228	98	1.68	2.49	0.67	288	1.30	1.89	0.69	225	1.30	1.25	1.04	820	1.05	1.74	0.60	197	1.09	1.64	0.67	194	1.09	1.49	0.74
E 249 – E 250	44	1.89	0.96	1.97	260	1.51	0.85	1.78	213	1.34	0.65	2.08	742	1.15	0.78	1.47	183	1.14	0.85	1.34	182	1.12	0.76	1.47
E 251 – E 252	41	1.99	1.10	1.81	258	1.70	0.91	1.86	210	1.59	0.82	1.94	688	1.26	0.89	1.42	177	1.24	0.82	1.50	172	1.23	0.88	1.40
E 297	24	2.00	0.98	2.04	255	1.76	1.26	1.40	219	1.68	1.09	1.54	672	1.39	1.33	1.04	159	1.40	1.30	1.08	150	1.46	1.12	1.30
E 304	120	1.03	1.05	0.98	69	1.37	2.47	0.56	11	2.04	1.78	1.15	0				0				0			
E 310 – E 312	87	1.83	2.30	0.79	280	1.72	1.75	0.98	225	1.60	1.49	1.07	793	1.17	1.49	0.78	192	1.16	1.86	0.63	191	1.20	1.78	0.67
E 315 – E 316	14	2.01	1.19	1.69	157	2.04	1.12	1.81	164	1.88	1.15	1.64	471	1.41	1.15	1.23	129	1.35	1.22	1.11	113	1.35	1.16	1.16
E 319 – E 320	87	1.82	2.18	0.84	280	1.72	1.74	0.99	225	1.60	1.48	1.08	793	1.16	1.49	0.78	192	1.16	1.84	0.63	191	1.20	1.77	0.68
E 321	11	1.85	1.61	1.15	147	2.17	3.68	0.59	108	2.19	3.26	0.67	438	1.50	3.14	0.48	106	1.51	3.51	0.43	111	1.52	2.22	0.68
E 334	43	1.88	1.32	1.42	237	1.73	1.26	1.37	213	1.60	0.97	1.65	691	1.24	1.00	1.24	161	1.28	1.34	0.96	156	1.30	0.84	1.55
Phosphate	145	0.63	0.70	0.89	289	0.52	0.38	1.37	225	0.48	0.33	1.48	822	0.45	0.41	1.11	197	0.48	0.42	1.14	196	0.45	0.40	1.13
E 355 – E 357	21	1.95	2.54	0.77	234	1.70	1.96	0.87	211	1.63	1.39	1.17	609	1.30	1.39	0.94	144	1.25	1.28	0.97	137	1.35	1.59	0.85
E 385	15	2.16	0.98	2.20	159	2.16	1.24	1.74	157	2.04	1.22	1.68	465	1.53	1.91	0.80	121	1.48	1.52	0.98	121	1.54	1.77	0.87
E 405	108	1.59	1.57	1.02	288	0.97	0.67	1.45	225	0.83	0.47	1.75	822	0.73	0.61	1.21	197	0.75	0.62	1.22	196	0.74	0.63	1.18

	0.4 – < 1 Jahr				1 – < 3 Jahre				3 – < 5 Jahre				6 – < 10 Jahre				10 – < 12 Jahre (♀)				10 – < 12 Jahre (♂)			
	n	CV <sub>within</sub>	CV <sub>btw</sub>	$\frac{CV_{within}}{CV_{btw}}$	n	CV <sub>within</sub>	CV <sub>btw</sub>	$\frac{CV_{within}}{CV_{btw}}$	n	CV <sub>within</sub>	CV <sub>btw</sub>	$\frac{CV_{within}}{CV_{btw}}$	n	CV <sub>within</sub>	CV <sub>btw</sub>	$\frac{CV_{within}}{CV_{btw}}$	n	CV <sub>within</sub>	CV <sub>btw</sub>	$\frac{CV_{within}}{CV_{btw}}$	n	CV <sub>within</sub>	CV <sub>btw</sub>	$\frac{CV_{within}}{CV_{btw}}$
E 416	46	1.88	1.53	1.23	269	1.66	1.02	1.63	214	1.62	0.86	1.89	666	1.36	0.97	1.39	163	1.38	0.91	1.51	154	1.39	1.00	1.39
E 432 – E 436	93	1.67	1.52	1.09	288	1.12	0.74	1.50	225	1.03	0.57	1.79	817	0.96	0.77	1.24	195	1.03	0.80	1.29	194	1.03	0.76	1.35
E 442	25	1.92	1.11	1.73	241	1.55	0.83	1.86	220	1.37	0.82	1.68	763	1.08	0.89	1.21	181	1.11	1.00	1.12	176	1.11	0.86	1.30
E 445	22	1.88	1.41	1.34	226	1.60	1.29	1.24	207	1.40	1.10	1.27	737	1.01	0.87	1.16	183	0.94	0.87	1.09	174	1.01	0.87	1.16
E 459	2	1.93	1.40	1.38	104	1.49	1.33	1.12	131	1.61	1.08	1.49	376	1.22	1.02	1.19	92	1.15	0.94	1.22	81	1.24	1.14	1.08
E 473	116	1.44	1.38	1.04	288	0.98	0.64	1.52	225	0.87	0.49	1.78	822	0.79	0.62	1.27	197	0.84	0.65	1.29	196	0.84	0.67	1.26
E 475	99	1.65	1.30	1.27	288	1.10	0.68	1.63	225	1.03	0.60	1.72	818	0.95	0.78	1.22	197	1.01	0.81	1.24	193	1.00	0.83	1.21
E 476	28	1.85	1.03	1.79	247	1.55	0.83	1.86	221	1.35	0.79	1.70	781	1.03	0.86	1.20	189	1.07	0.96	1.10	183	1.08	0.87	1.23
E 481 – E 482	129	1.22	1.37	0.89	289	0.70	0.51	1.37	225	0.61	0.39	1.56	822	0.54	0.50	1.06	197	0.58	0.48	1.21	196	0.54	0.51	1.06
E 483	114	1.32	1.14	1.16	288	0.78	0.56	1.39	225	0.69	0.43	1.59	821	0.65	0.58	1.12	197	0.68	0.52	1.30	196	0.66	0.53	1.26
E 491 – E 495	98	1.66	1.40	1.18	288	1.09	0.68	1.60	225	0.99	0.56	1.79	819	0.91	0.74	1.24	197	0.97	0.73	1.33	193	0.96	0.77	1.26
E 512	1	2.45			21	2.39	1.06	2.25	20	2.36	1.36	1.73	26	1.69	1.44	1.17	7	1.64	1.33	1.23	8	1.57	1.19	1.31
E 520 – E 523	1	2.45			2	2.45	0.01	195.29	1	2.45			58	1.51	1.05	1.44	15	1.49	1.32	1.13	18	1.58	0.86	1.85
E 579, E 585	0				22	2.31	1.87	1.23	21	2.29	1.63	1.40	81	1.66	1.03	1.61	32	1.68	1.07	1.56	32	1.70	0.45	3.82
E 900	62	1.94	1.79	1.08	282	1.27	1.24	1.02	224	1.01	0.99	1.03	821	0.82	0.85	0.97	196	0.82	0.85	0.96	195	0.86	0.86	1.00
E 907	18	2.06	1.57	1.31	220	1.73	0.96	1.79	203	1.65	0.96	1.71	598	1.39	1.15	1.21	138	1.41	1.38	1.02	125	1.46	1.13	1.29
E 950	56	1.93	2.19	0.88	269	1.68	1.38	1.22	217	1.60	1.43	1.12	751	1.27	1.50	0.85	178	1.20	1.37	0.88	181	1.24	1.36	0.91
E 951	54	1.95	2.61	0.75	269	1.71	1.50	1.14	217	1.63	1.61	1.01	751	1.28	1.61	0.79	178	1.21	1.50	0.81	181	1.26	1.46	0.86
E 952	21	1.89	1.45	1.30	172	2.05	1.42	1.45	131	1.99	1.41	1.41	381	1.33	1.16	1.16	93	1.33	1.05	1.26	94	1.34	1.12	1.20
E 954	56	1.92	1.96	0.98	269	1.67	1.21	1.38	217	1.56	1.19	1.31	749	1.25	1.32	0.95	178	1.16	1.20	0.97	180	1.22	1.18	1.03
E 955	56	1.94	2.49	0.78	269	1.71	1.43	1.20	217	1.61	1.45	1.11	748	1.27	1.49	0.85	178	1.19	1.35	0.88	180	1.25	1.32	0.95
E 959	75	1.86	2.60	0.72	283	1.50	1.26	1.19	223	1.37	1.20	1.14	813	1.10	1.38	0.80	194	1.05	1.27	0.83	195	1.07	1.23	0.87
E 960	54	1.99	2.38	0.84	263	1.79	1.37	1.31	212	1.68	1.31	1.28	731	1.29	1.48	0.88	177	1.22	1.31	0.93	175	1.28	1.30	0.98
E 961	55	1.95	2.85	0.68	268	1.74	1.90	0.91	217	1.64	1.71	0.96	742	1.29	2.05	0.63	176	1.23	1.68	0.73	178	1.27	1.51	0.84
E 962	54	1.94	2.14	0.91	269	1.67	1.36	1.23	217	1.60	1.40	1.14	748	1.27	1.48	0.86	178	1.21	1.37	0.88	180	1.24	1.34	0.93
E 999	14	1.96	1.16	1.69	180	1.61	1.19	1.35	187	1.41	1.06	1.33	703	1.01	0.84	1.20	177	0.96	0.86	1.11	170	1.01	0.85	1.18
E 1203	0				40	2.16	0.86	2.51	18	2.39	0.77	3.10	41	1.18	1.48	0.80	9	0.99	0.80	1.23	7	1.51	1.07	1.41

CV<sub>within</sub> = intra-individueller Variationskoeffizient, CV<sub>btw</sub> = inter-individueller Variationskoeffizient

## 4 Diskussion

### 4.1 Qualitative Unsicherheitsanalyse

#### 4.1.1 Daten zur Lebensmittelzufuhr

##### *Erhebungsinstrument*

Für Expositionsschätzungen können Daten zur Lebensmittelzufuhr genutzt werden, die über unterschiedliche Instrumente erhoben werden. Nahrungsmittelbilanzen („*food balance sheets*“) bzw. der Pro-Kopf-Verbrauch liefern auf nationaler Ebene jährlich eine Schätzung über die Verfügbarkeit von Lebensmittelrohstoffen. Diese Daten werden u. a. von EUROSTAT, FAOSTAT oder der OECD international erhoben, sind kostengünstig und erleichtern internationale Vergleiche. Obwohl sie zeitlich grob Ernährungstrends erfassen können, sind diese Methoden ungeeignet für eine Expositionsschätzung gegenüber Zusatzstoffen, u. a. weil hier lediglich Daten zur Verfügbarkeit von rohen, unverarbeiteten Lebensmitteln erfasst werden. Der Konsum von verarbeiteten Lebensmitteln auf individueller Ebene wird nicht abgebildet. Ferner überschätzen diese Instrumente den auf Basis von Verzehrsstudien ermittelten durchschnittlichen Lebensmittelkonsum um ca. 15 % (IPCS 2009). Für Expositionsschätzungen sind Instrumente zur Bestimmung der Lebensmittelzufuhr vorzuziehen, die den Lebensmittelkonsum auf individueller Ebene bestimmen und somit, neben dem durchschnittlichen üblichen Konsum, auch die Verteilung des Lebensmittelkonsums in (unterschiedlichen) Bevölkerungsgruppen abbilden. Auf individueller Ebene erheben u. a. die Instrumente: Food-Frequency-Questionnaire (FFQ), 24-Hour Recall und Ernährungstagebücher (Food Records).

Ein semi-quantitativer FFQ kann Schätzungen der Verteilung der üblichen Lebensmittelzufuhr in einer Population auf Basis eines längeren retrospektiven Zeitraums liefern, bei gleichzeitig erhöhtem Risiko für Bias durch fehlerhaftes Erinnerungsvermögen und fehlerhaftes Mitteln der Lebensmittelzufuhr (KUSHI 1994). Als alleinige Datenquelle ist der FFQ dahingehend ungeeignet, dass detaillierte Informationen zu den verzehrten Lebensmitteln nicht erhoben werden, die für eine valide Zuordnung zu einem Kategorisierungssystem mit Verknüpfungen zu Zusatzstoffkonzentrationen erforderlich sind. Ein qualitativer FFQ kann *High Consumer* unterschätzen.

Sowohl ein FFQ, als auch der 24-Hour Recall und Ernährungstagebücher neigen, entgegen einer Expositionsschätzung auf Basis eines Biomarkers (*biomarker of exposure*), zum Under- oder Over-reporting (IPCS 2009, KROES ET AL. 2002). Ein 24-Hour Recall überschätzt in kleinen Mengen verzehrte Lebensmittel und unterschätzt tendenziell in großen Mengen verzehrte Lebensmittel („*flat-slope-syndrom*“). Auch „gesunde“ Lebensmittel werden überschätzt, wohingegen als „ungesund“ wahrgenommene Lebensmittel tendenziell unterschätzt werden (FAO/WHO 2005). Ernährungstagebücher neigen zur Unterschätzung der Energieaufnahme um ca. 8 – 30 %, wobei die Unterschätzung bei übergewichtigen Individuen stärker auftritt als bei normal- und untergewichtigen Personen (BARANOWSKI 2013, BUZZARD 1998).

Ein 24-Hour Recall kann detaillierte Informationen zu verzehrten Lebensmitteln für Expositionsschätzungen bereitstellen (vgl. EPICSOFT). Die EFSA evaluierte den wiederholten 24-Hour Recall als kosteneffektivste Methode zur Bestimmung des akuten und chronischen Lebensmittelverzehr in Europa (EFCOSUM GROUP 2001). Eine Datenbasis von nur zwei Tagen birgt das Risiko insbesondere bei selten verzehrten Lebensmitteln die intra-individuelle Variabilität nicht valide abzubilden (PALANIAPPAN ET AL. 2003). Für Individuen mit einem Alter unter zehn Jahren ist ein 24-Hour Recall als Erhebungsinstrument ungeeignet, da deren kognitive Entwicklung eine nur unzureichende Genauigkeit der Daten bedingt (BARANOWSKI 2013, TROLLE ET AL. 2011).

Als akkurates Instrument zur Bestimmung der Lebensmittelzufuhr wird ein Ernährungstagebuch angesehen und für lebensmittelzufuhrbasierte Expositionsschätzungen empfohlen (IPCS 2009, KROES ET AL. 2002). Die Lebensmittelzufuhr von Säuglingen, Kleinkindern und Kindern soll laut „*Expert Group on Food Consumption Data*“ der EFSA über Ernährungstagebücher erfolgen, die über zwei zeitlich getrennte Perioden geführt werden, wie dies in der Methodik der VELS berücksichtigt wurde (EFSA 2009c).

#### *Dauer der Erhebung*

Die Festsetzung eines ADI erfolgt unter Berücksichtigung des NOAEL. Dieser wird in chronischen Toxizitätstests (> 90 Tage an zwei Säugerspezies) ermittelt und bildet die maximale tägliche Dosis über die Lebenszeit ab, bei der keine nachteiligen Wirkungen der Prüfsubstanz auf den Organismus zu erwarten sind. Die zeitliche Dimension des ADI bezieht sich entsprechend auf die tägliche Zufuhr über die gesamte Le-

benszeit hinweg. Bei einem Vergleich mit dem ADI findet im Idealfall die durchschnittliche chronische Lebenszeitexposition einer repräsentativen Stichprobe Anwendung, da somit die Dimensionen Zeit und Individuum die Variabilität abbilden können. Eine Lebenszeitexposition ist nicht bzw. nur mit erheblichem Aufwand quantifizierbar und somit keine realistische Option für eine Expositionsschätzung (LÖWIK ET AL. 1999). Zur Extrapolation von Daten aus Kurzzeiterhebungen zur Abbildung der chronischen Exposition stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Chronische Exposition ist dabei definiert als:

*“contact with a substance that occurs over a long time (more than 1 year)” (ATSDR 2013).*

Die *Multiple Source Method* (DIFE 2014) extrapoliert Daten aus Kurzzeiterhebungen mit hoher intra-individueller Variabilität (z. B. 24-Hour Recall) mittels Verzehrshäufigkeiten aus einem FFQ zur Modellierung der üblichen Lebensmittelzufuhr. Andere Methoden kombinieren mehrere Kurzzeiterhebungen, um die intra-individuelle Varianz zu reduzieren und die übliche Lebensmittelzufuhr zu schätzen (HOFFMANN ET AL. 2002).

Die Ermittlung der individuellen Zusatzstoffexposition kann über die Bestimmung der durchschnittlichen Aufnahme des Zusatzstoffes über mehrere Tage erfolgen (EFSA 2013b), wodurch die intra-individuelle Variabilität berücksichtigt wird. Die Dauer der Erhebung zeigt einen Einfluss auf den Anteil der Konsumenten und auf verteilungsbasierte Parameter wie Mittelwert, Median und obere Perzentile. Kurze Studienzeiträume unterschätzen den tatsächlichen Anteil der Konsumenten und somit die durchschnittliche Lebensmittelzufuhr und überschätzen obere Perzentile des Lebensmittelkonsums. Insbesondere bei Lebensmitteln mit hoher Tag-zu-Tag-Variabilität differiert bei kurzer Studiendauer die tatsächliche übliche Zufuhr von der mittleren Zufuhr (LAMBE AND KEARNEY 1999). Idealerweise werden für eine valide Schätzung der üblichen Lebensmittelzufuhr ca. 3 – 4 Tage pro Quartal (12 – 16 Tage) benötigt (BARANOWSKI 2013), wobei dieser Umfang der Datenerhebung entsprechend ressourcenintensiv ist. Die Daten zur Lebensmittelzufuhr der EsKiMo wurden für alle Individuen an drei aufeinander folgenden Tagen erhoben. Im Vergleich zur VELS, die Daten zur Lebensmittelzufuhr über sechs Tage an zwei getrennten Zeitpunkten erhob, zeigt ein Studiendesign mit zusammenhängenden Verzehrstagen eine geringere Reliabilität sowie geringere Korrelationen der geschätzten Verzehrsmengen mit der tatsächlichen üblichen Zufuhr (HARTMAN ET AL. 1990, TARASUK AND BEATON 1992).

Ein Studiendesign bei dem die Lebensmittelzufuhr an getrennten Zeitpunkten erhoben wird, reduziert das Risiko für Korrelationen zwischen Messfehlern (DAY ET AL. 2004).

Der Einfluss der Dauer der Erhebung auf den Anteil der Konsumenten und verteilungsbasierte Parameter kann durch einen Vergleich des ersten Studienzeitraums mit dem gesamten Studienzeitraum der VELs bestätigt werden. Der Anteil der Nicht-Konsumenten von Zusatzstoffen des ersten Studienzeitraums der VELs reduzierte sich im Median um 50 Personen pro Zusatzstoff (8 %) verglichen mit dem Anteil der Nicht-Konsumenten bei gesamter Studiendauer (Tab. 24).

Tab. 24: Anteil Konsumenten in Abhängigkeit von der Studiendauer (n = 658)

	Median [IQR]
Nicht-Konsumenten Studienzeitraum 1 (n)*	262 [88 – 485]
Nicht-Konsumenten Studienzeitraum 1 + 2 (n)*	162 [42 – 445]
Reduzierung (n)	50 [31 – 99]
Reduzierung (% der Stichprobe)	8 [5 – 15]

ausschließlich Individuen der VELs mit vollständiger Protokollführung unter Einbezug von 130 Zusatzstoffen/ Zusatzstoffgruppen

\*Anteil der Konsumenten unterscheidet sich zwischen Studienzeitraum 1 und 1 + 2 (Wilcoxon-Test,  $p < 0.05$ )

Bei 27 Zusatzstoffen/ Zusatzstoffgruppen mit numerischem ADI unterscheiden sich die Expositionen basierend auf einer Studiendauer von sechs Tagen gegenüber den Expositionen basierend auf drei Tagen. Erwartungsgemäß reduzieren sich Streuungsparameter (SD, IQR) der Expositionsverteilungen bei längerer Studiendauer (Tab. 25). Die durchschnittliche Exposition der abgebildeten Zusatzstoffe stieg um 7 %, was auf die Reduzierung der Anzahl der Nicht-Konsumenten zurückgeführt werden kann. Die Antioxidantien E 304 – E 309 müssen hiervon ausgeklammert werden, da sich deren durchschnittliche Exposition in der zweiten Periode verringert, was auf deren Verwendung in der Kategorie ‚Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder‘ und einer geringeren Zufuhr dieser Lebensmittel in Periode zwei zurückzuführen ist. Die Verkleinerung des IQR bei einer Studiendauer von sechs Tagen war vorrangig auf einen Anstieg des 25. Perzentils zurückzuführen. Zusammen mit der Reduzierung des 95. Perzentils zeigt dies eine Verringerung der Rechtsschiefe der Häufigkeitsverteilung bei sechs Tagen an (COUNIL ET AL. 2006).



Tab. 25: Zusatzstoffexposition auf Stufe-2 bei unterschiedlicher Studiendauer (mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>)

Zusatzstoff/- gruppe*	Studiendauer 3 Tage			Studiendauer 6 Tage			Studiendauer 3 Tage		Studiendauer 6 Tage	
	MW ± SD	P95		MW ± SD	P95		Median	IQR	Median	IQR
E 100	1.32 ± 1.30	3.76		1.41 ± 1.18	3.66		1.04	[0.28 – 1.94]	1.23	[0.54 – 1.97]
E 102	1.32 ± 1.30	3.75		1.41 ± 1.18	3.66		1.04	[0.28 – 1.93]	1.22	[0.55 – 1.98]
E 104	0.073 ± 0.094	0.26		0.076 ± 0.084	0.25		0.042	[0.004 – 0.108]	0.055	[0.018 – 0.108]
E 120	1.39 ± 1.32	3.85		1.48 ± 1.20	3.80		1.12	[0.32 – 2.03]	1.33	[0.61 – 2.08]
E 129	1.33 ± 1.30	3.75		1.41 ± 1.18	3.68		1.04	[0.28 – 1.95]	1.25	[0.55 – 1.98]
E 131	1.32 ± 1.30	3.75		1.41 ± 1.18	3.68		1.04	[0.28 – 1.95]	1.24	[0.55 – 1.98]
E 132	1.31 ± 1.29	3.75		1.40 ± 1.18	3.66		1.04	[0.28 – 1.93]	1.22	[0.54 – 1.96]
E 133	1.32 ± 1.30	3.75		1.41 ± 1.18	3.68		1.04	[0.28 – 1.95]	1.24	[0.55 – 1.98]
E 142	1.32 ± 1.30	3.75		1.41 ± 1.18	3.67		1.04	[0.28 – 1.96]	1.24	[0.56 – 1.98]
E 151	1.31 ± 1.30	3.75		1.40 ± 1.18	3.66		1.04	[0.28 – 1.93]	1.22	[0.54 – 1.96]
E 160d	0.20 ± 0.20	0.60		0.21 ± 0.18	0.55		0.16	[0.04 – 0.31]	0.19	[0.07 – 0.32]
E 160e	1.31 ± 1.30	3.75		1.40 ± 1.18	3.66		1.04	[0.28 – 1.93]	1.22	[0.54 – 1.96]
E 161b	1.32 ± 1.30	3.75		1.41 ± 1.18	3.67		1.04	[0.28 – 1.93]	1.22	[0.55 – 1.96]
E 304	0.18 ± 0.58	2.46		0.15 ± 0.45	1.86		0.00	[0 – 0.03]	0.00	[0 – 0.05]
E 306	0.13 ± 0.38	1.91		0.11 ± 0.31	1.49		0.00	[0 – 0.02]	0.00	[0 – 0.03]
E 307	0.15 ± 0.37	0.77		0.14 ± 0.31	0.68		0.03	[0.01 – 0.1]	0.03	[0.01 – 0.09]
E 308	0.13 ± 0.38	1.91		0.11 ± 0.31	1.49		0.00	[0 – 0.02]	0.00	[0 – 0.03]
E 309	0.13 ± 0.38	1.91		0.11 ± 0.31	1.49		0.00	[0 – 0.02]	0.00	[0 – 0.03]
E 315	0.29 ± 0.46	1.32		0.32 ± 0.40	1.08		0.14	[0 – 0.39]	0.19	[0.05 – 0.45]
E 316	0.29 ± 0.46	1.32		0.32 ± 0.40	1.08		0.14	[0 – 0.39]	0.19	[0.05 – 0.45]
E 341	116.8 ± 77.3	252.6		122.0 ± 64.6	229.3		114.9	[60.3 – 162.3]	124.3	[80.7 – 158.7]
E 343	116.1 ± 77.8	252.8		121.4 ± 65.1	228.6		114.9	[57.6 – 162.3]	124.3	[80.7 – 158.7]
E 385	0.04 ± 0.12	0.36		0.05 ± 0.09	0.27		0.00	[0 – 0.02]	0.00	[0 – 0.06]
E 442	3.47 ± 5.02	15.6		3.75 ± 4.34	13.2		1.48	[0 – 5.01]	2.45	[0 – 6.01]
E 450 – E 452	111.2 ± 75.7	244.2		116.1 ± 63.0	218.9		106.7	[53.2 – 156.4]	117.7	[75.3 – 153.6]
E 473 – E 474	33.8 ± 30.4	94.5		36.0 ± 26.9	85.2		27.7	[9.1 – 50.9]	32.9	[15.0 – 53.0]
E 476	1.83 ± 2.58	8.24		1.97 ± 2.21	6.77		0.82	[0 – 2.59]	1.35	[0.01 – 3.15]

\*Zusatzstoffexpositionen unterschiedlicher Studiendauer unterscheiden sich (Wilcoxon-Test,  $p < 0.05$ ), Individuen der VELS mit vollständiger Protokollführung ( $n = 658$ )

### *Stärken und Unsicherheiten der Daten zur Lebensmittelzufuhr*

VELS und EsKiMo stellen Daten zur Lebensmittelzufuhr vulnerabler Bevölkerungsgruppen bereit, die über alle vier Jahreszeiten hinweg erhoben wurden, wobei Sommermonate leicht unterrepräsentiert sind (vgl. 2.4). Die Verteilung auf Wochen- und Wochenendtage ist gleichmäßig. Instruktionen an die Studienteilnehmer erfolgten in der EsKiMo telefonisch, was zu persönlichen Instruktionen, wie sie in der VELS durchgeführt wurden, eine kosteneffektive und verlässliche Alternative darstellt. Qualitätssteigernde Maßnahmen, wie schriftliche und mündliche Anleitungen, Mitarbeiter-schulungen und umfangreiche Rückfragen bei Unklarheiten in Ernährungstagebüchern, wurden bei beiden Studien durchgeführt (MERTEN ET AL. 2011). Informationen

zur Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln wurden erfasst und in die Expositionsschätzung einbezogen. Medikamente blieben unberücksichtigt. Auf Basis der individuellen Lebensmittelzufuhr erfolgten die Schätzungen von Individualexpositionen, die eine verteilungsbasierte deterministische Auswertung ermöglichen. Unaggregierte Primärdaten und die Nutzung der originalen Ernährungstagebücher sichern eine valide Zuordnung der verzehrten Lebensmittel zu den Kategorien des erweiterten Kategorisierungssystems.

Die Stichprobenziehung bei VELs erfolgte nicht randomisiert und nicht repräsentativ. Hieraus entstehende Unsicherheiten für die Expositionsschätzung sind in ihrer Ausprägung schwer einschätzbar. EsKiMo liefert Daten zur Lebensmittelzufuhr einer randomisierten Unterstichprobe der für Deutschland repräsentativen KiGGS-Stichprobe. Ein Vergleich der Körpergewichtsklassifizierung der KiGGS-Stichprobe mit der Datenbasis zeigt einen geringeren Anteil übergewichtiger Personen bei gleichzeitig höherem Anteil untergewichtiger Personen, was zu einer leichten Überschätzung der durchschnittlichen Expositionen der Altersgruppen ab 3 Jahren führen kann (Tab. 26) (vgl. 4.2).

Tab. 26: Gewichtsklassifizierung der Stichprobe verglichen mit KiGGS (%) (KURTH AND SCHAFFRATH ROSARIO 2007)

		Starkes Untergewicht	Untergewicht	Normalgewicht	Übergewicht	Adipositas
3 – 6 Jahre	KiGGS	1.4	3.8	85.6	6.2	2.9
	VELS/ EsKiMo	6.2	11.2	77.2	3.8	1.6
7 – 10 Jahre	KiGGS	1.9	5.9	76.9	9	6.4
	EsKiMo	5.3	8.1	79.1	6.0	1.6
11 – 13 Jahre	KiGGS	2.4	6.2	72.7	11.4	7.2
11 Jahre	EsKiMo	1.9	7.1	82.0	6.6	2.4

< P3 (starkes Untergewicht), < P10 (Untergewicht), < P90 (Normalgewicht), < P97 (Übergewicht) und  $\geq$  P97 (Adipositas)

Under-reporting kann in Verzehrsstudien über den Quotient der Energieaufnahme zu individueller BMR (Basal-Metabolische-Rate) mittels *Goldberg cut-offs* eingeschätzt werden, wobei für Kinder keine *Cut-off Points* vorliegen (EFSA 2009c, GOLDBERG ET AL. 1991). Da dieses Verfahren zu Missklassifikationen führen kann, sollte die individuelle körperliche Aktivität als Parameter für die Identifizierung von Under-reporting berücksichtigt werden (BLACK 2000). In VELs und EsKiMo wurden parallel zu den Ernährungstagebüchern keine Daten zur körperlichen Aktivität erhoben, die eine valide Bestimmung von Under-reporting zulassen. Ferner zeigen Kinder eine hohe Tag-

zu-Tag-Variabilität in ihrer Energieaufnahme, was das Risiko für Missklassifikationen erhöht (NIELSEN ET AL. 2008). Über den Ausschluss von nicht plausibel geführten Protokollen im Rahmen der Qualitätskontrolle konnte einem möglichen Under-reporting begegnet werden (MERTEN ET AL. 2011). Im Rahmen der Datenaufbereitung erfolgte eine zusätzliche, umfangreiche Qualitätskontrolle hinsichtlich Plausibilität, Codierung und Verzehrsmengen.

Tab. 27: Stärken und Unsicherheiten des Expositionsparameters Lebensmittelzufuhr

Unsicherheits-Typ	Stärken	Unsicherheiten
Messungen	gravimetrische Bestimmung der Verzehrsmenge (VELS), altersgerechtes Fotobuch zur Erfassung der Verzehrsmenge (EsKiMo), Erfassung des Körpergewichts (geschultes Personal) (VELS), Erfassung von Produktmarken	Körpergewicht nicht standardisiert erhoben (EsKiMo), keine gravimetrische Erfassung des Lebensmittelverzehrs (EsKiMo), Under-reporting, Under-eating, selten verzehrte Lebensmittel
Stichprobe	große Stichproben	Selektions-Bias, Drop-out bei 3/ 6 Tagen Protokollführung
Standardwerte		standardisierte Portionsgrößen bei Außer-Haus-Verzehr
Extrapolation	bundesweite Multicenterstudien, Stadt-/ Landverteilung, jahreszeitliche Verteilung, Wochen-/ Wochenendtag-Verteilung, vulnerable Altersgruppen	5-jährige Kinder nicht eingeschlossen, 3- bzw. 2 x 3-Tage-Ernährungstagebücher zur Bestimmung der üblichen Lebensmittelzufuhr
Korrelationen	Wiederholung der Verzehrserhebung (VELS)	keine Wiederholung der Erfassung der Lebensmittelzufuhr (EsKiMo)
Verteilung	unaggregierte Primärdaten auf individueller Ebene (inkl. Ernährungstagebücher)	
Mehrdeutigkeit/ Ungenauigkeit	persönliche/ telefonische und schriftliche Instruktionen, Ausschluss bei fehlendem Sprachverständnis, Rückrufe bei Unklarheiten in den Ernährungstagebüchern	

#### 4.1.2 Expositionsmodell und -szenario

Das Expositionsszenario bildet die exogene Exposition über die orale Zufuhr einer Substanz in ihrer Verwendung als Zusatzstoff in Lebensmitteln ab. Hiervon ausgeschlossen sind Expositionsquellen außerhalb von Zusatzstoffanwendungen, wie Medikamente, Lebensmittelkontaminanten (z. B. Nitrat) oder natürliche Lebensmittelbestandteile, was stoffabhängig zu deutlichen Unterschätzungen führen kann (Tab. 28). Mehrere Anpassungen der Expositionsmodelle reduzieren Unsicherheiten der Expositionsschätzung:

- Berücksichtigung der Informationen zur Zusatzstoffverwendung von Verpackungen verzehrter Lebensmittel mit Markenbezeichnung,

- Vollständige Ausdifferenzierung des Kategorisierungssystems der EU zur Konkretisierung des Zusatzstoffeinsatzes in verzehrten Lebensmitteln,
- Berücksichtigung aller über die Tagebücher erfassten Lebensmittel,
- Berücksichtigung der Migration von Zusatzstoffen aus Zutaten bei zusammengesetzten Lebensmitteln über eine Zutatenebene.

Tab. 28: Unsicherheiten der Expositionsschätzung

Unsicherheits-Quelle	Unsicherheits-Typ	Ursache der Unsicherheit	Richtung
Szenario	ausgeklammerte Faktoren	Exposition über weitere Expositionspfade (z. B. Medikamente, Lebensmittelkontaminanten, natürliche Lebensmittelbestandteile wie Carotinoide)	---
Modell	Modell-Struktur	Zusatzstoffgruppierung bei Gruppen-ADI	+
	Extrapolation	unspezifische Kategorien bei eingeschränkter Informationslage zu Lebensmitteln	+
	ausgeklammerte Faktoren	keine Berücksichtigung von Wursthüllen,-mänteln <i>quantum satis</i> -Zulassung auf Stufe-2/-2b	- --
Parameter	Messungen	maximale reale Einsatzmengen auf europäischer Ebene erhoben	+
	Stichprobe	bei wenigen Konsumenten geringe Stichprobengrößen zur Berechnung des 95. Perzentils	++
	Standardwerte	gesetzliche Höchstmengen (Stufe-2) Standardrezepturen des BLS	+++ +/-
	Korrelationen	Produktloyalitäten	+/-
	Verteilung	maximale reale Einsatzmengen ohne Verwendungsverteilung	+
	Mehrdeutigkeit/ Ungenauigkeit	Prozessstufen von Lebensmittelzutaten, Prozessstoffe	-

\* + führt zu Überschätzung, - führt zu Unterschätzung, +/- kann zu Über- oder Unterschätzung führen

Das Stufe-2b-Modell berücksichtigt das **tatsächliche** (Ernährungs- und Konsum-) Verhalten auch nicht-durchschnittlicher Individuen. Probabilistische Expositionsmo- delle, die keine Informationen zu Produktloyalitäten und Marktanteil von Produkten einschließen, können Expositionen nicht-durchschnittlicher Konsumenten (hohe Lebensmittelzufuhr, hohe Produktloyalität auch zu Produkten mit hoher Stoffkonzentra- tion) unterschätzen (ARCELLA ET AL. 2003). Die Datenbank zum Vorkommen von Zu- satzstoffen in Lebensmitteln bildet für Individuen der Stichprobe sowohl Produktloya- litäten als auch den Marktanteil von Produkten mit Markenbezeichnung für den Erhe- bungszeitraum (stichprobenbasiert) ab. Letztlich führt ein Stufe-2b-Modell nicht zu einer Unterschätzung der Exposition, wie es für Expositionsschätzungen, insbeson- dere höherer Stufen, gefordert wird (IPCS 2009). Ein Stufe-2b-Modell kann Unsi- cherheiten eines Stufe-2-Modells in Abhängigkeit vom Anteil der Lebensmittel mit Markenbezeichnung an den Verzehrpositionen quantifizieren. Dieser Anteil liegt in Abhängigkeit von der Hauptkategorie bei durchschnittlich 38 % (vgl. 3.4). Bei hoher Produktloyalität kombiniert mit seltener Verwendung eines Zusatzstoffes in Produk-

ten mit Markenbezeichnung (z. B. E 211, E 491, E 432 u. a.) wird die Exposition auf Stufe-2b zu 100 % reduziert. Liegen auf Stufe-2b keine Informationen zu einem Produkt mit Markenbezeichnung vor oder ist eine Verwendung angezeigt, wird die Exposition um 0 % reduziert. Die Reduzierung der Exposition von Stufe-2 auf Stufe-2b ist, neben der Verwendung von Zusatzstoffen in Produkten mit Markenbezeichnung, von weiteren Faktoren abhängig:

- Zufuhr von Lebensmitteln aus relevanten Kategorien,
- Zulassung des Zusatzstoffes mit numerischer Höchstmenge in vielen unterschiedlichen Kategorien (z. B. Phosphate),
- Zeitliche Differenz zwischen Zusatzstoffzulassung und Datenerhebung.

Der hohe Anteil von Produkten mit Markenbezeichnung an den Verzehrpositionen bei Säuglingen führt in dieser Altersgruppe zu einer höheren Reduzierung von Unsicherheit verglichen mit den anderen Alters-/ Geschlechtsgruppen. Das Stufe-2b-Modell reduziert die individuellen Expositionen gegenüber Farbstoffen der Gruppe III um durchschnittlich 73 % verglichen mit einem standardisierten Stufe-2-Modell. In relevanten Hauptkategorien des erweiterten Kategorisierungssystems (*‚Eis‘*; *‚Süßwaren‘*; *‚Alkoholfreie Getränke‘*) liegen für Individuen ab sechs Jahren zu ca. 70 % der verzehrten Lebensmittelmengen Angaben zur Produktmarke vor. Die Exposition gegenüber Sulfiten reduziert sich auf Stufe-2b im Mittel um 60 %. Die Exposition gegenüber Nitrit, einem Zusatzstoff mit üblicher Verwendung in Fleisch- und Wurstwaren, wird bei > 80 % der Konsumenten nicht reduziert. Die hohe Reduzierung der Exposition des Süßungsmittels E 960 auf Stufe-2b gegenüber der standardisierten Stufe-2-Erhebung ist einem jungen Zulassungsdatum und der fehlenden Verwendung in Produkten vor Zulassungsdatum geschuldet. Eine geringe Reduzierung der Expositionen des Süßungsmittels E 954 basiert auf häufiger Anwendung in Lebensmitteln (vgl. A7).

Die Verknüpfung von Lebensmitteln mit Konzentrationsdaten über das EU-Kategorisierungssystem ist eine Quelle von Unsicherheit von Expositionsschätzungen gegenüber Zusatzstoffen (EFSA 2006). Für die aktuelle Expositionsschätzung der EFSA gegenüber Stearoyl-Lactylaten (E 481 – 482) auf Basis der *‚EFSA Comprehensive Database‘* wird als Unsicherheit die fehlende Ausdifferenzierung der Kategorie „Hitzebehandelte verarbeitete Fleischprodukte“ genannt. Die *‚EFSA Comprehensive Database‘* differenziert nicht zwischen Frühstücksfleisch, konservierten

Fleischpasteten und weiteren Produkten in der Kategorie „Hitzebehandelte verarbeitete Fleischprodukte“, wobei die Verwendung der Emulgatoren nur in bestimmten Produkten dieser Lebensmittelgruppe zulässig ist (EFSA 2013b). Das vollständig ausdifferenzierte Kategorisierungssystem, das auch Kombinationen von Ausnahmen und Einschränkungen der Zusatzstoffverwendungen der VO (EG) Nr. 1333/2008 umsetzt, konnte diese Unsicherheiten minimieren. Eine valide Zuordnung zu den Kategorien erfordert ausreichende Informationen zu verzehrten Lebensmitteln, die, wie im Falle der Ernährungstagebücher der VELS und der EsKiMo, im Idealfall durch die Nennung von Produktnamen vorliegen und fehlerhafte Produktbeschreibungen der Protokollanten ausschließen.

Von der EFSA konservativ getroffene Annahmen zur Migration von Zusatzstoffen in zusammengesetzte Lebensmittel konnten durch eine Zutatenebene mit valider Quantifizierung ersetzt werden (EFSA 2012d). Für zusammengesetzte Lebensmittel wurden zusatzstoffrelevante Prozessstufen berücksichtigt: zum Beispiel wurde der Wafelanteil von Süßwaren berücksichtigt und nicht die Zutaten der Waffel, da die Migration von Backtriebmitteln in die Süßware ermöglicht werden sollte. Unsicherheiten bei Berücksichtigung einer Zutatenebene entstehen durch fehlende Informationen zu Prozessstufen der Lebensmittelzutaten, die jedoch bezogen auf die Gesamtexposition gegenüber einem Zusatzstoff als gering einzuschätzen sind. Ferner werden diese Unsicherheiten im Stufe-2b-Modell für migrierte Zusatzstoffe mit technologischer Funktion im Markenprodukt (gleichbedeutend mit einer Kennzeichnungspflicht) reduziert.

Die Zuordnung von Lebensmitteln zu den Kategorien erfolgte auf Basis einer Deskriptorenliste der Europäischen Kommission zum Kategorisierungssystem der VO (EG) Nr. 1333/2008 (nicht publiziert). Die Generierung von unspezifischen Kategorien auf jeder Ebene und in jedem Zweig des erweiterten Kategorisierungssystems hat für Lebensmittel mit eingeschränkten Informationen zu Herkunft/ Zustand eine maximale Nutzung von vorliegenden Informationen, gleichbedeutend mit einer Reduzierung von Unsicherheit, ermöglicht. Ferner können Unsicherheiten, resultierend aus eingeschränkter Informationslage zu verzehrten Lebensmitteln, über den Anteil unspezifischer Kategorien an der Exposition quantitativ abgeschätzt werden.

## 4.2 Intra- und inter-individuelle Variabilität

Die Lebensmittelzufuhr von Individuen zeigt eine multifaktoriell bedingte intra-individuelle Variabilität. VELS erhob Verzehrdaten an zwei nicht zusammenhängenden Zeitpunkten, wodurch die intra-individuelle Variabilität besser abgebildet und zur Schätzung der üblichen Zufuhr reduziert werden kann (WILLET 2013).

Ist die intra-individuelle Variabilität größer als die inter-individuelle Variabilität, wird für eine valide Klassifizierung der Individuen hinsichtlich ihrer Exposition eine größere Anzahl von Tagen benötigt. Das maximale Verhältnis der Variationskoeffizienten von intra-individueller Variabilität zu inter-individueller Variabilität der Zusatzstoffexpositionen zeigen Tartrate in der Altersgruppe 3 – < 5 Jahre, deren Verwendung in Gebäck für Kleinkinder und Säuglinge zulässig ist, wobei diese Lebensmittel nur noch selten und letztmalig von dieser Altersgruppe verzehrt werden. Die höheren Verhältnisse der Variationskoeffizienten der Zusatzstoffexposition, verglichen mit Verhältnissen der Variationskoeffizienten der Energie- und Makronährstoffzufuhr, können auf die inhärente Lebensmittelgruppierung zurückgeführt werden, die bereits bei geringer Anzahl an Kategorien die Verhältnisse ansteigen lässt (PALANIAPPAN ET AL. 2003). Ein geringes Verhältnis von intra-individueller Variabilität zu inter-individueller Variabilität reduziert das Risiko die oberen Perzentile zu unterschätzen (HOFFMANN ET AL. 2002).

## 4.3 Charakterisierung der *High Consumer* der Stichprobe

Eine Expositionsschätzung soll vulnerable Bevölkerungsgruppen einschließen (FAO/WHO 2005). Unter anderem aufgrund des höheren Energiebedarfs pro Kilogramm Körpergewicht gelten Kinder und Jugendliche bei lebensmittelzufuhrbedingten Expositionen als vulnerable Bevölkerungsgruppe (vgl. 1.1). Zusätzlich zum höheren wachstumsbedingten Energiebedarf kann auch das Körpergewicht, also die Ausprägung von Über- und Untergewicht, die körperrgewichtsbasierte Expositionshöhe beeinflussen. Individuen des fünften Expositions-Quintils zeigen im Mittel ein geringeres Körpergewichts-Perzentil, ein geringeres BMI-Perzentil sowie eine höhere Energiezufuhr (pro Kilogramm Körpergewicht) als Individuen der Quintile 1 – 3 bzw. 4 (Tab. 29). Das Expositions-Quintil verhält sich dabei umkehrt proportional zu dem mittleren Körpergewichts-Perzentil und dem BMI-Perzentil. Die mittlere tägliche Energiezufuhr pro Kilogramm Körpergewicht steigt über die fünf Expositions-Quintile

an, bei einer gleichzeitigen Reduzierung des mittleren BMI-Perzentils und Körpergewichts-Perzentils, was auf eine höhere körperliche Aktivität zurückgeführt werden könnte aber auch durch mögliches Under-reporting von Individuen mit höherem Körpergewicht beeinflusst ist.

Tab. 29: Parameter der Individuen unterschiedlicher Expositions-Quintile (Median [IQR])

	Expositions-Quartil				
	1 (n = 407)	2 (n = 407)	3 (n = 407)	4 (n = 407)	5 (n = 406)
Körpergewichts-Perzentil *	65.5 [41.7 – 86.7] <sup>a</sup>	61.8 [34.8 – 83.7] <sup>a,b</sup>	57.9 [30.9 – 81.3] <sup>b,c</sup>	55.6 [30.5 – 77] <sup>c,d</sup>	46.0 [24.5 – 71.6] <sup>d</sup>
BMI-Perzentil *	59.1 [28.4 – 82.9] <sup>a</sup>	51.6 [26.1 – 76.7] <sup>a,b</sup>	42.9 [22.4 – 75.8] <sup>b,c</sup>	41.3 [19.2 – 69.9] <sup>c,d</sup>	36.5 [14.5 – 62.6] <sup>d</sup>
Energiezufuhr (kcal·kg <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> ) *	51.9 [39.8 – 73.4] <sup>a</sup>	58.4 [46.2 – 72.7] <sup>b</sup>	63.7 [51.3 – 77.2] <sup>c</sup>	70.8 [59.8 – 80.5] <sup>d</sup>	81.3 [71.4 – 92.6] <sup>e</sup>
Verzehrpositionen/ d (n) *	20 [14 – 27] <sup>a</sup>	25 [19 – 32] <sup>b</sup>	25 [20 – 31] <sup>b</sup>	24 [19 – 31] <sup>b,c</sup>	23 [18 – 30] <sup>c</sup>

\* Variable ist nicht gleich verteilt (Kruskal-Wallis-Test,  $p < 0.05$ )

<sup>a,b,c,d,e</sup> Quintile mit unterschiedlichen Buchstaben sind nicht gleich verteilt (Mann-Whitney-U-Test,  $p < 0.0125$ )

### Körpergewicht

Körpergewichtsklassifizierte Individuen verteilen sich nicht gleichmäßig über die Expositions-Quintile ( $p < 0.05$ ). Die Anzahl untergewichtig klassifizierter Individuen steigt über die Quintile an, wohingegen als übergewichtig klassifizierte Probanden seltener einem oberen Expositions-Quartil zugeordnet sind (Abb. 11).

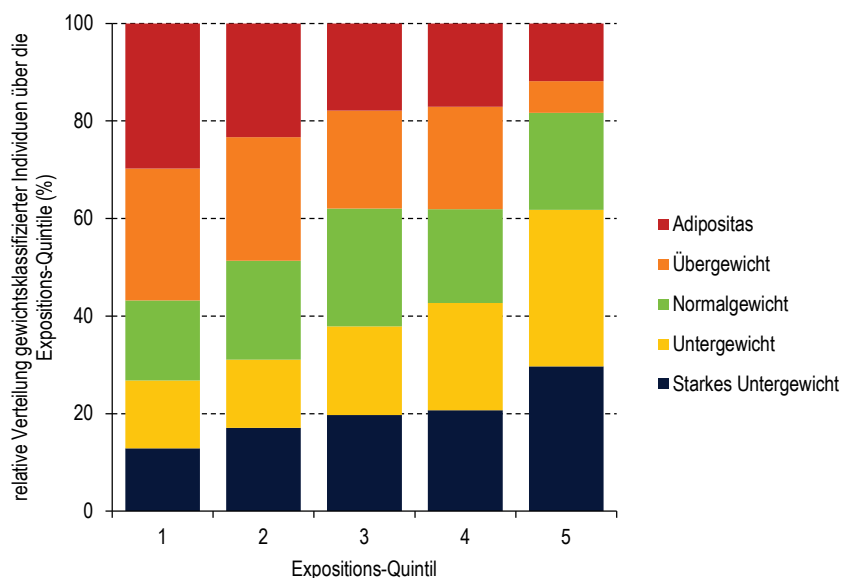


Abb. 11: Relative Verteilung körperlsgewichtsklassifizierter Individuen auf die Expositions-Quintile



61 % der Individuen des fünften Expositions-Quintils werden als untergewichtig oder stark untergewichtig eingestuft, wohingegen im ersten Expositions-Quintil 57 % der Individuen als übergewichtig oder adipös klassifiziert werden. Eine Ursache für den Zusammenhang zwischen Expositionshöhe und Körpergewicht ist die höhere Energieaufnahme pro Kilogramm Körpergewicht bei niedrigem Körpergewicht, da bei steigendem Körpergewicht der Energiebedarf pro Kilogramm Körpergewicht nicht proportional ansteigt. Übergewichtige Kinder zeigen einen höheren absoluten Energieverbrauch bedingt durch eine größere fettfreie Körpermasse sowie größere Fettmasse. Pro Kilogramm Körpergewicht ist der Energieverbrauch geringer als bei normal- und untergewichtigen Kindern (RAUSSIN ET AL. 1982, YU ET AL. 2002).

### Alter

Die Alters-/ Geschlechtsgruppen verteilen sich nicht gleichmäßig über die fünf Expositions-Quintile ( $p < 0.05$ ). Säuglinge verteilen sich zu ca. 79 % auf das erste Expositions-Quintil, woraus eine Überrepräsentation von 59 % gegenüber der theoretischen Gleichverteilung über alle Quintile resultiert. Nur 5 % der Säuglinge verteilen sich auf das vierte und fünfte Expositions-Quintil (Abb. 12).

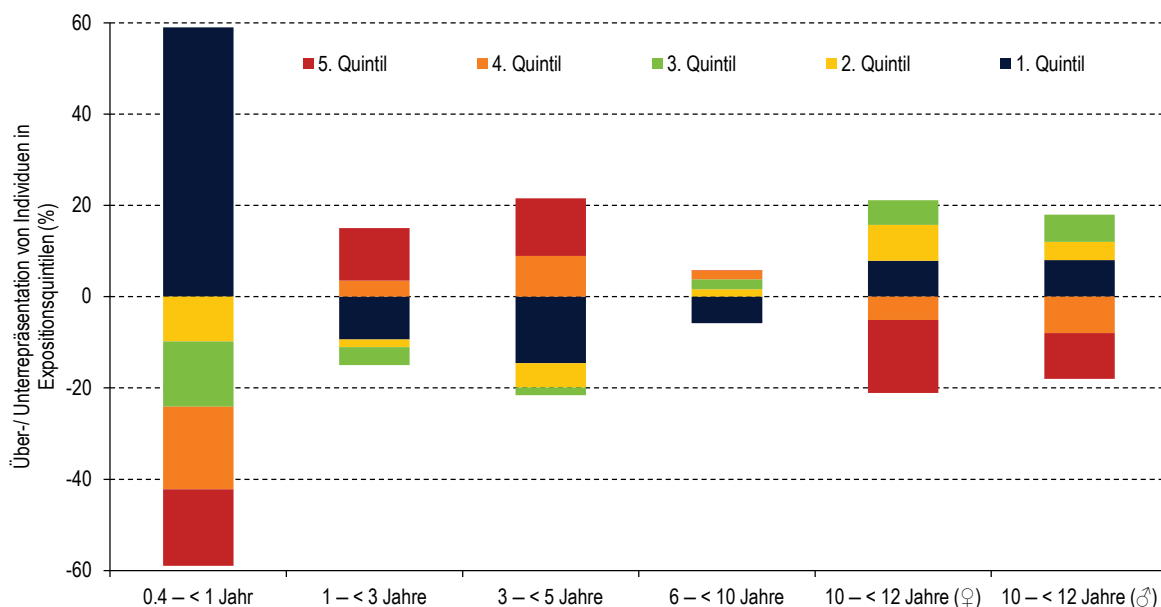


Abb. 12: Über-/ Unterrepräsentation altersklassifizierter Individuen in den Expositions-Quintilen

Jugendliche (10 – < 12 Jahre) sind im vierten und fünften Expositions-Quintil unterrepräsentiert. Kinder im Alter von 6 – < 10 Jahren verteilen sich annähernd gleichmäßig über alle Expositions-Quintile. Sowohl Kleinkinder (1 – < 3 Jahre) als auch

Kinder im Alter von 3 – < 5 Jahre sind im vierten und fünften Expositions-Quartil überrepräsentiert.

Werden die Individuen nach ihrem Lebensmittelkonsum in den Kategorien der Ebene zwei des erweiterten Kategorisierungssystems in *High Consumer* ( $\geq P95$ ) oder *Nie-High Consumer* ( $< P95$ ) klassifiziert, wird deutlich, wie häufig Individuen unterschiedlicher Alters-/ Geschlechtsgruppen *High Consumer* in keiner, einer oder mehreren Kategorien sind (Tab. 30).

Tab. 30: Kumulativer Anteil der Individuen als *High Consumer* der Stichprobe in einer maximalen Anzahl von Zusatzstoffhauptkategorien der Ebene zwei

	Nie-High Consumer	Maximale Anzahl an Zusatzstoff-Kategorien (% der Individuen)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Säuglinge 0.4 – < 1 Jahr <sup>a</sup>	5	13	24	41	62	77	90	96	99	100		
Kleinkinder 1 – < 3 Jahre <sup>a</sup>	3	15	34	53	69	82	89	94	96	99	99	100
Kinder 3 – < 5 Jahre <sup>b</sup>	7	27	48	68	79	89	94	97	99	100		
Kinder 6 – < 10 Jahre <sup>c</sup>	15	40	61	79	88	95	98	99	99	100		
Jugendliche < 12 Jahre (♀) <sup>d</sup>	32	63	85	93	97	100						
Jugendliche < 12 Jahre (♂) <sup>d</sup>	32	60	81	92	97	99	100					

Lebensmittelzufuhr ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ), P95 der gesamten Stichprobe, Kategorien der Ebene zwei des erweiterten Kategorisierungssystems ( $n = 67$ )

<sup>a,b,c,d</sup> Alters-/ Geschlechtsgruppen mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich (Mann-Whitney-Test,  $p < 0.01$ )

Säuglinge und Kleinkinder sind seltener *Nie-High Consumer* in den Lebensmittelgruppen der Ebene zwei verglichen mit Individuen ab drei Jahren (3 % vs. 21 %). 29 % der Säuglinge, Kleinkinder und Kinder < 5 Jahre sind *High Consumer* in fünf oder mehr Kategorien. Dem entgegen sind nur 32 % der Individuen ab sechs Jahren *High Consumer* in drei oder mehr Kategorien. Im Mittel sind Säuglinge und Kleinkinder in vier Kategorien *High Consumer*, Kinder in zwei Kategorien und jugendliche Individuen (< 12 Jahre) in einer Kategorie der Ebene zwei.

Insbesondere in den Kategorien ‚Lebensmittel, die für eine besondere Ernährung bestimmt sind‘ (13), ‚Obst und Gemüse‘ (04) und ‚Fette und Öle, Öl-Emulsionen‘ (02) sind Säuglinge am häufigsten *High Consumer* (Tab. 31). Hinsichtlich der Zusatzstoffexposition sind Säuglinge seltener *High Consumer* und entsprechend zu 5 % dem vierten und fünften Expositions-Quartil zugeordnet (s. o.). Dem entgegen sind 60 % der Individuen der Altersgruppen 1 – < 3 Jahre und 3 – < 5 Jahre dem vierten und fünften Expositions-Quartil zugeordnet. Das bestätigt die Wirksamkeit der regulatorischen Maßnahmen zum Schutz dieser Bevölkerungsgruppe, die in einer restrikti-

ven Zulassung von Zusatzstoffen in Lebensmitteln für die Säuglingsernährung (Kategorie 13) bestehen, was bereits 1956 von der WHO gefordert wurde (WHO 1957).

Tab. 31: Anteil der Individuen der Alters-/ Geschlechtsgruppen als *High Consumer* der Lebensmittelzufuhr in den Hauptkategorien des Kategorisierungssystems (%)

Hauptkategorie	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
Säuglinge 0,4 – < 1 Jahr	4	27	0	30	0	10	2	3	0	0	32	4	55	17	1	3	0
Kleinkinder 1 – < 3 Jahre	19	6	4	11	3	8	10	8	6	7	7	6	4	15	4	10	7
Kinder 3 – < 5 Jahre	5	3	9	2	5	6	7	5	5	7	4	6	0	4	6	9	5
Kinder 6 – < 10 Jahre	2	3	7	1	8	4	5	6	7	6	1	5	0	1	5	4	5
Jugendliche < 12 Jahre (♀)	0	0	2	1	4	0	0	1	1	2	0	2	0	0	4	1	4
Jugendliche < 12 Jahre (♂)	0	3	2	0	3	2	2	2	4	2	1	6	0	0	8	1	4

Lebensmittelzufuhr (g·kg<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>), P95 der Kategorie auf Basis der gesamten Stichprobe

Kleinkinder sind in sechs der 17 Hauptkategorien des Kategorisierungssystems am häufigsten *High Consumer*. Dies gilt insbesondere für die Kategorien ‚Milch und Milchprodukte‘ (01), ‚Desserts‘ (16) und ‚Backwaren‘ (07). Ein hoher Anteil der Altersgruppe 3 – < 5 Jahre ist *High Consumer* in der Kategorie ‚Eis‘ (03). Die Altersgruppe 3 – < 5 Jahre zeigt häufig zusammen mit Kleinkindern den höchsten Anteil *High Consumer* (vgl. Kategorie 01, 06, 07, 10, 16). Jugendliche sind selten *High Consumer* in den Hauptkategorien – am häufigsten in der Kategorie ‚Herzhaftes Fertiggebäck, Snacks‘ (15). Das Scientific Committee der EFSA merkte an, dass die alimentär bedingte Exposition von Kindern zwischen der von Kleinkindern und Erwachsenen liegt (EFSA 2012f). Die Expositionen gegenüber Zusatzstoffen auf Stufe-2 widerlegen diese Annahme u. a. für Expositionen gegenüber Farbstoffen, Süßungsmitteln und Adipaten. Die höchste durchschnittliche Exposition und die höchste Exposition der *High Consumer* zeigen gegenüber diesen Zusatzstoffgruppen Individuen ab drei Jahren. In den Hauptkategorien ‚Eis‘, ‚Getreideprodukte‘, ‚Fisch‘ und ‚Snacks‘ ist der Anteil der *High Consumer* in der Altersgruppe der Kinder am höchsten.

### Sozioökonomischer Status

Individuen des fünften SES-Quintils zeigen höhere durchschnittliche Gesamt-Zusatzstoffexpositionen verglichen mit den Individuen der SES-Quintile 1 – 4 (Tab. 32). Eine separate Betrachtung der Farbstoff- und Süßungsmittel-Exposition zeigt

eine vergleichbare Verteilung der Gesamtexpositionen über die SES-Quintile. Individuen mit hohem SES verteilen sich mehr als doppelt so häufig auf das fünfte wie auf das erste Expositions-Quintil (Tab. 33). Das dritte SES-Quintil zeigt die geringste Gesamtexposition.

Tab. 32: Zusatzstoffexposition in Abhängigkeit vom SES (Median [IQR])

SES-Quintil*	Gesamt-Zusatzstoffexposition (Rangsummen skaliert)	Süßungsmittel-Exposition (Rangsummen skaliert)	Farbstoff-Exposition (Rangsummen skaliert)
1 <sup>a</sup>	53.7 [38.6 – 69.4]	50.7 [26.0 – 69.3]	50.9 [27.8 – 75.5]
2 <sup>a</sup>	50.3 [38.3 – 67.4]	44.4 [28.0 – 70.5]	54.3 [29.6 – 77.7]
3 <sup>b</sup>	47.7 [36.4 – 61.1]	40.1 [24.7 – 62.1]	51.7 [27.8 – 76.0]
4 <sup>a</sup>	52.9 [40.0 – 65.2]	52.4 [31.8 – 70.4]	54.5 [31.9 – 77.3]
5 <sup>c</sup>	60.4 [46.4 – 71.5]	63.5 [42.9 – 78.8]	62.6 [41.4 – 81.7]

\*Quintile mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich in der Gesamtexposition (Mann-Whitney-Test,  $p < 0.0125$ )

Tab. 33: Verteilung der Individuen auf Expositionsquintile in Abhängigkeit von SES (n)

n = 1224	Sozioökonomischer Status (Quintile)					
	1	2	3	4	5	
1	55	53	59	53	27	
2	37	58	66	40	44	
skalierte Gesamtex- position (Quintile)	3	59	37	51	60	38
4	38	45	38	55	66	
5	55	52	31	37	70	

Die skalierte Gesamt-Zusatzstoffexposition steht in keinem Zusammenhang mit dem skalierten SES (Spearman Rangkorrelationskoeffizient  $r = -0.09$ ;  $p < 0.01$ ). Zu diskutieren ist, ob die zur Verfügung stehenden Parameter zur vertikalen Differenzierung der Stichprobe nach dem Schichtmodell mögliche Zusammenhänge abbilden können oder eine horizontale Differenzierung unter Berücksichtigung sozio-kultureller Faktoren geeigneter ist, einen Einfluss des Ernährungsverhaltens auf die individuelle Zusatzstoffexposition zu untersuchen (STIEß AND HAYN 2005).

#### 4.4 Vergleich von Expositionen mit FAIM

Mit dem FAIM-Template wurde von der EFSA eine Microsoft Excel-Anwendung zur Verfügung gestellt, die Daten zu Zusatzstoffexpositionen mittels Verbrauchsdaten der ‚EFSA Comprehensive Database‘ berechnet (vgl. 2.2). Bei einem Vergleich mit den

Expositionen des FAIM-Template ist zu berücksichtigen, dass die Daten zur Lebensmittelzufuhr mit unterschiedlichen Instrumenten erhoben wurden. Die in der ‚EFSA Comprehensive Database‘ integrierten Daten zur Lebensmittelzufuhr deutscher Jugendlicher entstammen der NVS II und sind über zwei zufällige 24-Hour-Recalls erhoben. Die integrierten Daten zur Lebensmittelzufuhr der Kleinkinder und Kinder wurden mittels 3-Tage-Wiege-/ Schätzprotokollen erhoben. Die VELS nutzte 2 x 3-Tage-Wiege-/ Schätzprotokolle, wobei die längere Studiendauer die mittlere Exposition gegenüber Chinolingelb um  $0.003 \text{ mg} \cdot \text{kg KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  reduziert, gegenüber Aspartam aber keine Auswirkungen auf die durchschnittliche Exposition zeigt (vgl. Tab. 25).

Tab. 34: Vergleich der Expositionen gegenüber Chinolingelb und Aspartam mit Schätzungen des FAIM ( $\text{mg} \cdot \text{kg KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ )

		Kleinkinder (1 – < 3 Jahre)		Kinder (3 – < 10 Jahre)		(15 – < 18 Jahre)	(10 – < 12 Jahre)
		FAIM (MPL)	Stufe-2	FAIM (MPL)	Stufe-2	FAIM (MPL)	Stufe-2
Chinolingelb	MW	0.16	0.09	0.22	0.13	0.29	0.12
	P95*	0.34	0.26	0.79	0.35	3.75	0.3
Aspartam	MW	9.4	1.14	10.8	1.71	6.3	1.54
	P95*	21.6	5.78	17.7	8.11	17.9	6.74

Stufe-2 (MPL), \* P95 = ausschließlich Konsumenten

Aufgrund mehrerer konservativer Annahmen sind Schätzungen des FAIM-Template höher als die Expositionen der Stufe-2 (Tab. 34). Dies gilt sowohl für die durchschnittlichen Expositionen (169 – 825 % der Stufe-2) als auch für Expositionen der *High Consumer* (131 – 1250 %). Die deutlichen Unterschiede der Expositionen jugendlicher *High Consumer* gegenüber Chinolingelb sind neben den unterschiedlichen Erhebungsinstrumenten auch auf den unterschiedlichen Altersdurchschnitt der beiden Stichproben zurückzuführen (FAIM-Template: 15 – < 18 Jahre; EsKiMo: 10 – 12 Jahre). Zusätzlich differenziert das Kategorisierungssystem des FAIM-Template nicht zwischen alkoholischen Getränken unterschiedlicher Art, was, konservativ geschätzt, zur Verwendung der höchsten zulässigen Menge Chinolingelb („Alcopops“: 180 mg/l) in der Kategorie ‚*alkoholische Getränke*‘ führt und in einer deutlichen Überschätzung der Exposition resultiert. Über „Alcopops“ nehmen deutsche Jugendliche ca. 5 % der wöchentlichen Alkoholmenge zu sich. Dreiviertel der wöchentlichen Alkoholmenge werden von Jugendlichen über Getränke zugeführt, in denen Chinolingelb nicht zugelassen ist (BZgA 2007).

Die geringe Ausdifferenzierung des Kategorisierungssystems des FAIM-Template (zumeist bis Ebene zwei des Kategorisierungssystems der VO (EG) Nr. 1333/2008) kann in Expositionsschätzungen zu großen Unsicherheiten führen, die ihrer Art nach konservativ sind, d. h. die tatsächliche Exposition überschätzen. Die Annahme des FAIM, dass Individuen in nur einer der 66 Kategorien *High Consumer* sind, kann nicht unterstützt werden, da nur 37 % der Individuen der Stichprobe *High Consumer* (der jeweiligen Alters-/ Geschlechtsgruppe) in maximal einer von 17 Kategorien sind. 63 % der Stichprobe sind in mehr als einer Kategorie *High Consumer*. Dies kann zur Unterschätzung der Exposition der *High Consumer* führen.

FAIM schätzt die Exposition aufgrund grober Lebensmittelkategorien konservativ mit hohen Unsicherheiten, zumindest gegenüber Chinolingelb und Aspartam. Konservative Schätzungen mittels FAIM können bei Berücksichtigung bei Zulassungsänderung eine Exposition unterhalb des gesundheitsbasierten Grenzwertes fördern.

#### **4.5 Vergleich von Expositionen mit FACET**

FACET kann Expositionen gegenüber Zusatzstoffen auf Basis der integrierten Verzehrstudien u. a. auf Stufe-2 (MPL) und Stufe-2b (inkl. *occurrence data*) schätzen. Für verschiedene Altersgruppen liegen Verzehrdaten aus unterschiedlichen Mitgliedstaaten der EU vor, die über unterschiedliche Instrumente erhoben wurden (vgl. 2.2), was bei einem Vergleich der Expositionen der Individuen unterschiedlicher Nationalitäten zu berücksichtigen ist.

Das Kategorisierungssystem des FACET ist ähnlich ausdifferenziert wie das erweiterte Kategorisierungssystem, da Einschränkungen und Ausnahmen der VO (EG) Nr. 1333/2008 umgesetzt werden. FACET stellt hierbei keine unspezifischen Kategorien für Lebensmittel mit eingeschränkten Informationen bereit. Einschränkungen und Ausnahmen der VO (EG) Nr. 1333/2008 werden in FACET nicht logisch kombiniert, so dass beispielsweise eine valide Zuordnung von abgepacktem und geschnittenem (Ausnahme 1) Malzbrot (Ausnahme 2) nicht möglich ist. Unterschiede im Expositionsmodell bestehen zusätzlich in der Berücksichtigung von Zutaten bei zusammengesetzten Lebensmitteln, die im vorgestellten Expositionsmodell über eine quantifizierte Zutatenebene valide integriert werden. FACET stellt für zusammengesetzte

Lebensmittel eine weitere Kategorie (Nr. 18) ohne Verknüpfung zu Zusatzstoffkonzentrationen bereit, was zur Unterschätzung der Exposition führt.

Tab. 35: Vergleich der Expositionen gegenüber Chinolingelb auf Stufe-2 mit Schätzungen des FACET ( $\text{mg}\cdot\text{kg}\cdot\text{KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ )

Altersgruppen (Jahre)	Land	n	MW	<i>High Consumer</i>
1 – < 3	UK	1211	0.21	0.69
	Polen	118	0.08	0.64
	<b>D - Stufe-2</b>	<b>349</b>	<b>0.09</b>	<b>0.26</b>
3 – < 5	Frankreich	163	0.08	0.33
	Polen	137	0.11	0.76
	<b>D - Stufe-2</b>	<b>294</b>	<b>0.11</b>	<b>0.28</b>
6 – < 10	UK	631	0.16	0.46
	Frankreich	411	0.06	0.24
	Polen	357	0.08	0.57
	Irland	375	0.17	0.64
	Italien	127	0.07	0.31
	<b>D - Stufe-2</b>	<b>833</b>	<b>0.14</b>	<b>0.36</b>
10 – < 12	UK	378	0.13	0.36
	Frankreich	298	0.05	0.18
	Polen	249	0.08	0.59
	Irland	222	0.14	0.53
	Italien	61	0.05	0.21
	<b>D - Stufe-2</b>	<b>401</b>	<b>0.12</b>	<b>0.30</b>

MW = Mittelwert (gesamte Stichprobe), *High Consumer* (ausschließlich Konsumenten)

Die durchschnittliche Exposition gegenüber Chinolingelb der deutschen Stichprobe liegt in allen Altersgruppen zwischen dem Minimum und Maximum der Expositionsschätzungen des FACET. In allen Altersgruppen zeigen *High Consumer* unterschiedlicher nationaler Stichproben die höchste Exposition. Die *High Consumer* der deutschen Stichprobe zeigen eine Exposition, die 37 – 56 % der jeweils höchsten Exposition der *High Consumer* entspricht. In jeder Altersgruppe überschreitet die Exposition der *High Consumer* mindestens einer nationalen Stichprobe den ADI von Chinolingelb ( $0.5 \text{ mg}\cdot\text{kg}\cdot\text{KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ). Werden die Expositionen national über die Altersgruppen hinweg verglichen, zeigt die Altersgruppe 3 – < 5 Jahre in der polnischen und französischen Stichprobe die höchste Exposition. Die deutsche Stichprobe zeigt auf Stufe-2 in der Altersgruppe 6 – < 10 Jahre die höchste Exposition (Tab. 35).

Unter Berücksichtigung der Verwendung von Zusatzstoffen in Lebensmitteln sinken die geschätzten Expositionen gegenüber Chinolingelb beider Modelle deutlich ab. FACET reduziert die durchschnittlichen Expositionen der Stufe-2 hierbei um 99 %,

das Stufe-2b-Modell zeigt eine Reduzierung der Exposition gegenüber Chinolingelb um durchschnittlich 82 % (Tab. 36).

Tab. 36: Vergleich der Expositionen gegenüber Chinolingelb auf Stufe-2b mit Schätzungen des FACET (inkl. *occurrence data*) ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ )

Altersgruppen (Jahre)	Land	n	MW	High Consumer
1 – < 3	UK	1211	0.0048	0.0286
	Polen	118	0.0008	
	<b>D - Stufe-2b</b>	<b>349</b>	<b>0.0195</b>	<b>0.0638</b>
3 – < 5	Frankreich	163	0.0005	0.0027
	Polen	137	0.0016	
	<b>D - Stufe-2b</b>	<b>294</b>	<b>0.0286</b>	<b>0.1098</b>
6 – < 10	UK	631	0.0040	0.0182
	Frankreich	411	0.0005	0.0019
	Polen	357	0.0010	
	Irland	375	0.0032	0.0166
	Italien	127	0.0005	
	<b>D - Stufe-2b</b>	<b>833</b>	<b>0.0181</b>	<b>0.0797</b>
10 – < 12	UK	378	0.0032	0.0147
	Frankreich	298	0.0003	0.0015
	Polen	249	0.0012	
	Irland	222	0.0028	0.0150
	Italien	61	0.0006	
	<b>D - Stufe-2b</b>	<b>401</b>	<b>0.0123</b>	<b>0.0569</b>

Mittelwert (gesamte Stichprobe), High Consumer (ausschließlich Konsumenten)

Die Option ‚*Produktloyalität*‘ des FACET wurde nicht in das Expositionsmodell einbezogen, da eine Loyalität von 100 % nicht für alle Lebensmittelgruppen vorauszusetzen ist (vgl. 3.2) (MEIXNER 2005). Unterschiede in der Expositionshöhe sind unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Erhebungsinstrumente u. a. darauf zurückzuführen, dass FACET Verwendungsdaten auf sämtliche Lebensmittel abbildet. Das Stufe-2b-Modell berücksichtigt Verwendungsdaten nur, wenn Informationen zur Produktmarke eines verzehrten Lebensmittels im Ernährungstagebuch vorliegen und folgt sonst dem Stufe-2-Modell.

Die Verwendungsdaten von Zusatzstoffen in Lebensmittelgruppen aus FACET wurden in acht Mitgliedstaaten der Europäischen Union (nicht in Deutschland) erhoben. Neben dem Erhebungsort von Verwendungsdaten kann auch die Ebene des Kategorisierungssystems, auf der diese Daten in das Expositionsmodell eingehen, weitere Unsicherheiten generieren, wenn Ebenen mit geringer Differenzierung gewählt wer-



den und sich die Lebensmittelzufuhr quantitativ nicht homogen auf die untergeordneten Kategorien verteilt. Finden Zusatzstoffe in nur wenigen oder einem einzelnen Produkt einer Lebensmittelgruppe Verwendung, wobei dieses Markenprodukt Marktführer mit hohem Marktanteil ist, kann diese Konstellation zur Unterschätzung der Exposition in FACET führen (vgl. 3.6: Tartrate in der Kategorie ‚Kekse und Zwieback für Säuglinge und Kleinkinder‘).

#### 4.6 Daten zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln

Das Expositionstool FACET bezieht u. a. Daten zur Verwendung von Zusatzstoffen in Produkten ein. Die Stufe-2b nutzt entsprechende Daten, die für verzehrte Produkte mit Markenbezeichnung aus den Ernährungstagebüchern recherchiert wurden und verknüpft diese deterministisch mit den entsprechenden Verzehrspositionen. FACET integriert für 3778 Produkte mit Markenbezeichnung den Zusatzstoffeinsatz (384 – 523 Produkte/ Staat). Die *Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln* enthält ca. 9200 Lebensmittel mit Markenbezeichnung.

Der BüP integrierte 2012 die Überprüfung der Einhaltung der Kennzeichnungsvorschriften für Lebensmittelzusatzstoffe gemäß Artikel 24 der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 (vgl. 2.1). Die Proben des BüP 2012 schlossen lose oder verpackte Ware des Einzelhandels ein (Stichprobe n = 863), die von Behörden aus 13 Bundesländern und der Bundeswehr gezogen wurden.

Bei größerer Stichprobe zeigt die *Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln* eine seltenere Verwendung der Farbstoffe in den vier Lebensmittelgruppen an. Eine Ausnahme bilden die Farbstoffe E 124 und E 104, die in Süßwaren häufiger deklariert wurden (Tab. 37). Als Ursachen für diese Unterschiede können sowohl die zeitliche Differenz der Probenziehung (bis zu zehn Jahre) als auch die später eingeführte Kennzeichnungspflicht (Anpassung von Rezepturen) angeführt werden. Eine mögliche Fokussierung auf relevante Produkte im Rahmen der Probenziehung des BüP kann zusätzlich zu einer Überschätzung der Verwendung von Zusatzstoffen in Lebensmitteln führen. Ferner wurden die Proben des BüP analysiert, wohingegen die Verwendung von Zusatzstoffen in der Datenbank die Deklaration von Zusatzstoffen nutzt, die eine Verwendung nicht zwangsläufig anzeigt bzw. ausschließt (vgl. 2.1).

Tab. 37: Vorkommen von Farbstoffen in Lebensmitteln – Vergleich BüP 2012 und Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln

Parameter	Tartrazin (E 102)		Chinolingelb (E 104)		Gelborange S (E 110)		Azorubin (E 122)		Cochenillerot A (E 124)		Allurarot AC (E 129)		
	BüP 2012	BfR DB	BüP 2012	BfR DB	BüP 2012	BfR DB	BüP 2012	BfR DB	BüP 2012	BfR DB	BüP 2012	BfR DB	
	Süßwaren	Proben ges./ Proben pos. (n)	152/16	347/3	142/8	347/50	145/17	347/12	147/15	347/6	139/10	347/35	146/13
	%	11	1	6	14	12	3	10	2	7	10	9	7
Alkoholfreie Getränke	Proben ges./ Proben pos. (n)	215/16	739/4	212/17	739/11	212/8	739/5	219/37	739/3	210/8	739/7	212/10	739/8
	%	7	0.5	8	2	4	1	17	0.4	4	1	5	1
Feine Back- waren	Proben ges./ Proben pos. (n)	194/10	414/1	194/12	414/0	194/14	414/1	192/17	414/2	194/23	414/0	193/3	414/1
	%	5	0.2	6	0	7	0.2	9	0.5	12	0	2	0.2
Eis	Proben ges./ Proben pos. (n)	k.A./0	263/0	k.A./0	263/2	k.A./0	263/0	k.A./0	263/1	k.A./0	263/0	k.A./0	263/0
	%	0	0	0	0.8	0	0	0	0.4	0	0	0	0

\*Süßwaren (Kat. 05.2), Eis (Kat. 03), Feine Backwaren (Kat. 07.2), Alkoholfreie Getränke (Kat. 14.1.4)

## 4.7 Produktloyalität

Im Sinne des Marketings ist Produktloyalität bzw. Markentreue die Tendenz eines Konsumenten ein Produkt wiederholt zu konsumieren (KOTLER ET AL. 2011). Für eine adäquate Abbildung von Produktloyalitäten werden Longitudinalstudien benötigt (LECLERCQ ET AL. 2003), u. a. um möglichen Bias bedingt durch große Gebinde oder seltene Zufuhr zu vermeiden. Die Bestimmung von Produktloyalitäten kann auch auf Basis der Verzehrmenge der Markenprodukte erfolgen, mit dem Vorteil, dass die zugeführte Menge des Lebensmittels als expositionsrelevanter Parameter berücksichtigt ist.

Verglichen mit Daten zur Produktloyalität italienischer Jugendlicher, zeigen mehr Individuen der VELS und EsKiMo eine vollkommene Produktloyalität gegenüber energiereduzierten Erfrischungsgetränken (78 vs. 50 %), wobei mehrere unterschiedliche Studienparameter (Alter der Stichprobe, Studiendauer) bei einem Vergleich Berücksichtigung finden müssen (ARCELLA ET AL. 2003).

## 4.8 Vergleich der Expositionen mit gesundheitsbasierten Grenzwerten

Der ADI ist als gesundheitsbezogener Grenzwert ein Instrument der Risikoregulierung, das Risiken reduzieren soll. Er gibt keine Garantie, dass keine Gefahr von einem Zusatzstoff ausgeht (CARRINGTON AND BOLGER 2010). Wird der ADI gelegentlich oder nur geringfügig überschritten, stellt das noch nicht zwangsläufig eine Gefahr für die Gesundheit eines Individuums dar, wenn eine adäquate *Margin of Safety* vorliegt (SCF 1980). Ein Minimum an *Margin of Safety* wird nicht zwingend durch einen Sicherheitsfaktor im ADI-Konzept geschaffen. Das ADI-Konzept nutzt Extrapolations- und Unsicherheitsfaktoren, um die Intra- und Inter-Spezies-Variation abzubilden und einer unsicheren Datenlage Rechnung zu tragen. Die Extrapolationsfaktoren wurden aus Studien abgeleitet, die ausschließlich gesunde junge Erwachsene einschließen. Eine mögliche größere Variation bei empfindlichen Bevölkerungsgruppen wird hierbei nicht zwangsläufig abgebildet (GUNDERT-REMY 2014). Das *Scientific Committee on Food* sah diesbezüglich die Anwendbarkeit des ADI-Konzeptes für Säuglinge jünger als 12 Wochen als nicht gegeben (SCF 1980).

### 4.8.1 Expositionen der Stufe-2/-2b

Die Exposition folgender 17 Zusatzstoffe/ Zusatzstoffgruppen überschreitet auf Stufe-2b in mindestens einer Alters-/ Geschlechtsgruppe den gesundheitsbezogenen Grenzwert (Tab. 39):

- Farbstoffe
  - Norbixin (E 160b)
  - Beta-apo-8'-carotenal (E 160e)
  - Lutein (E 161b)
- Sulfite (E 220 – E 228)
- Nitrite (E 249 – E 250)
- Fumarsäure (E 297)
- Phosphate (E 338 – E 343, E 450 – E 452)
- Adipate (E 355 – E 357)
- Karaya (E 416)
- Polysorbate (E 432 – E 436)

- Beta-Cyclodextrin (E 459)
- Zuckerester von Speisefettsäuren (E 473 – E 474)
- Polyglycerinester von Speisefettsäuren (E 475)
- Stearoyl-Lactylate (E 481 – E 482)
- Stearoyltartrat (E 483)
- Sorbitanester (E 491 – E 495)
- Aluminium aus saurem Aluminiumphosphat und Aluminiumsilikaten (E 541, E 555, E 559)

Die Berücksichtigung von Daten zur Verwendung von Zusatzstoffen in Produkten mit Markenbezeichnung (Stufe-2b-Modell) reduziert bei folgenden acht Zusatzstoffen/ Zusatzstoffgruppen die Exposition der *High Consumer* unter den gesundheitsbasierten Grenzwert, wobei *quantum satis*-Verwendungen unberücksichtigt bleiben:

- Farbstoffe
  - Kurkumin (E 100)
  - Braun HT (E 155)
  - Lycopin (E 160d)
- Ascorbylpalmitat (E 304)
- Gallate (E 310 – E 312)
- Propylenglycole (E 405, E 477)
- Polyglycerin-Polyricinoleat (E 476)
- Quillajaextrakt (E 999)

Die Exposition gegenüber den Farbstoffen E 110, E 123, E 127, E 180 auf Stufe-2 zeigt eine ADI-Auslastung von < 10 %. Chinolingelb (E 104) und Cochenillerot A (Ponceau 4R) (E 124) zeigen nach einer regulatorischen Höchstmengenanpassung ADI-Auslastungen von 22 % bzw. 13 % auf Stufe-2b (vgl. 4.9). Von der EFSA liegen keine Daten zur Exposition vor, die die aktuellen Höchstmengen der drei synthetischen Farbstoffe berücksichtigen. Für Farbstoffe der Gruppe III (Farbstoffe mit kombinierter Höchstmengenbeschränkung) beträgt die Exposition auf Stufe-2 durchschnittlich 54 % (41 – 61 %) der Höhe der Exposition geschätzt durch die EFSA. Auf Stufe-2b reduziert sich die Exposition auf durchschnittlich 19 % der Expositionsschätzung der EFSA. Farbstoffe der Gruppe III sind für essbare Käserinde und essbare Wursthüllen *quantum satis* zugelassen, wobei FOODEX diese Kategorien nicht berücksichtigt und die EFSA sowie die vorliegende Expositionsschätzung unter

Kenntnisnahme der möglichen Unterschätzung der Exposition diese Anwendungen ausklammert (EFSA 2014c). Der Farbstoff Amarant (E 123) ist neben Kaviar nur in alkoholischen Getränken zugelassen, wobei die Exposition der Stichprobe ausschließlich auf Likören als Expositionsquelle beruht. Die Exposition der *High Consumer* gegenüber Amarant lastet den ADI bei  $8.4 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$  zu 6 % aus. Die EFSA schätzt die Exposition der *High Consumer* äquivalenter Altersgruppen auf  $12.7 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$  (EFSA 2013a).

Lutein (E 161b) und Beta-apo-8'-carotenal (E 160e) überschreiten mit einer ADI-Auslastung von 513 % bzw. 143 % auf Stufe-2b den jeweiligen gesundheitsbasierten Grenzwert und wurden in Stufe-3b übernommen (vgl. 4.8.2).

Die Verwendung von Sorbaten (E 200 – E 203) ist für Kaffeeweißer und zur Oberflächenbehandlung von verarbeiteten Fleischprodukten *quantum satis* zugelassen, wobei für verarbeitete Fleischprodukte (z. B. Salami) in Dänemark eine tatsächliche Verwendungsmenge von 19 mg/kg analytisch bestimmt wurde, die im Vergleich zu anderen Lebensmittelgruppen mit höherer Zufuhr und höheren Gehalten (Erfri-schungsgetränke: 107 mg/kg) als gering expositionsrelevant einzuschätzen ist (LETH ET AL. 2010). *High Consumer* auf Stufe-2b zeigen eine Exposition gegenüber Sorbaten von  $19.1 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ , was einer ADI-Auslastung von 77 % entspricht. Die Altersgruppe 3 – < 5 Jahre zeigt, wie die Expositionsschätzung auf Basis einer dänischen Stichprobe (4 – 6 Jahre), die höchste Exposition. Unter Berücksichtigung durchschnittlicher realer Einsatzmengen (Stufe-3) zeigen *High Consumer* der dänischen Stichprobe eine Exposition von ca.  $18 - 20 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$  (LETH ET AL. 2010).

Die Exposition der *High Consumer* gegenüber Sulfiten (E 220 – E 228) überschreitet den ADI auf Stufe-2b mit einer Auslastung von 107 % ( $0.75 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ). Die geschätzte Exposition liegt im unteren Bereich der Schätzungen der Europäischen Kommission, wobei diese große Unsicherheiten in der Expositionsschätzung anmerkte, die zur Überschätzungen führen (EC 2001). Trockenobst (42 %), verarbeitete Kartoffelprodukte (19 %) und Frucht- und Gemüsesäfte (8 %) sind die Hauptquellen der Exposition auf Stufe-2b. In der Datenbank zeigt in der Kategorie ‚*Trockenobst und Trockengemüse*‘ von insgesamt 43 Produkten nur ein Produkt mit Markenbezeichnung im Zutatenverzeichnis eine Verwendung von Sulfiten an. Eine Expositionsschätzung gegenüber Sulfiten auf Basis der französischen Stichprobe der INCA 2 zeigt eine Exposition der *High Consumer* unter Berücksichtigung realer Einsatzmen-

gen von  $0.14 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  bei einer ADI-Auslastung von 21 %. Der Kategorie Trockenobst wurde in diesem Modell eine Konzentration von  $64 \text{ mg/kg}$  zugeordnet, die deutlich unter den Höchstmengen dieser Kategorie liegt ( $50 - 2000 \text{ mg/kg}$ ). Gleiches gilt für die Kategorie ‚*Verarbeitete Kartoffelprodukte*‘ ( $2.14$  vs.  $50 - 100 \text{ mg/kg}$ ) (BEMRAH ET AL. 2012). Entsprechend kann von einer weiteren Reduzierung der Exposition gegenüber Sulfiten auf Stufe-3b ausgegangen werden. Ein Expositionsszenario, das Daten zur Lebensmittelzufuhr von österreichischen Vorschulkindern und reale Konzentrationen von Sulfiten in Lebensmitteln einschließt, schätzt die Exposition der *High Consumer* auf  $0.61 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  (MISCHEK AND KRAPPENBAUER-CERMAK 2012).

Die Exposition der *High Consumer* gegenüber Natamycin (E 235) auf Stufe-2b von  $0.04 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  überschreitet nicht den ADI von  $0.3 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  und entspricht 50 % der Exposition, geschätzt durch die EFSA, die Daten zur Lebensmittelzufuhr der NVS I (7-Tage-Wiege-/ Schätzprotokolle) und des UK NDNS von 1992/93 nutzt (EFSA 2009a).

Hexamethylentetramin (HMT, E 239) ist mit einer Höchstmenge von  $25 \text{ mg/kg}$  (Rückstand, berechnet als Formaldehyd) ausschließlich in Provolone zugelassen. Provolone wird im erweiterten Kategorisierungssystem in einer eigenen Kategorie erfasst. Neben dieser spezifischen Kategorie ist HMT zusätzlich unspezifischen Kategorien zugeordnet, für Käse ohne ausreichende Information für eine exakte Zuordnung. In der Stichprobe sind drei Provolone-Konsumenten identifizierbar, deren Exposition auf Stufe-2 auf  $1.5 - 7.7 \mu\text{g} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  geschätzt wird. Die Exposition der *High Consumer* (inkl. Käse aus unspezifischen Kategorien) auf Stufe-2 wird auf  $27 \mu\text{g} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  geschätzt und liegt erwartungsgemäß unter der Schätzung der EFSA, die die Exposition gegenüber HMT über die gesamte Kategorie ‚*Gereifte Käse*‘ schätzt. Die EFSA, die aufgrund eingeschränkter Verfügbarkeit toxikologischer Daten keinen ADI vergibt, schätzt die Formaldehyd-Exposition aus der Verwendung von HMT in Provolone als frei von Sicherheitsbedenken ein (EFSA 2014a).

Die Exposition der *High Consumer* gegenüber Nitrit (E 249 – E 250) ( $0.11 - 0.34 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) übersteigt in jeder Altersgruppe den ADI von  $0.07 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Die maximale ADI-Auslastung der *High Consumer* auf Stufe-2b wird auf 286 % bzw. 486 % geschätzt. Mit einer maximalen durchschnittlichen Exposition von  $0.12 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  liegt die Exposition unter der Exposition von  $0.36 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , die

im Rahmen der ersten europäischen Expositionsschätzung gegenüber Zusatzstoffen geschätzt wurde (EC 2001). Die Exposition auf Stufe-2b reduziert sich aufgrund üblicher Verwendung von Nitrit als Konservierungsstoff in Fleisch- und Wurstwaren nur geringfügig (vgl. 3.1). Unberücksichtigt bleibt in diesem Expositionsszenario der Expositionspfad der endogenen Reduktion von alimentärem Nitrat zu Nitrit (vgl. 2.1). Eine Expositionsschätzung auf Basis einer schwedischen Stichprobe (n = 2259; 4 – 12 Jahre), die eine endogene Transformierung von Nitrat zu Nitrit berücksichtigt, zeigt mit Daten realer Nitrit-Konzentrationen eine ADI-Überschreitung bei 12 % der Stichprobe an. Auf Stufe-3 wird die Exposition der *High Consumer* auf 0.034 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> geschätzt (LARSSON ET AL. 2011). Eine Expositionsschätzung auf Basis der französischen INCA 2 gibt die Exposition der *High Consumer* gegenüber Nitrit auf Stufe-3 (reale Konzentrationsdaten aus einer TDS) mit 0.012 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> an (ADI-Auslastung von 19.6 %), wobei auch Rückstände von Nitrit in Gemüse berücksichtigt werden (BEMRAH ET AL. 2012). Eine Nitrit-Expositionsschätzung sollte ferner die Reduktion von Nitrat zu Nitrit in gelagerten Gemüsesäften berücksichtigen (TAMME ET AL. 2010).

Die zusatzstoffbedingte Exposition gegenüber Nitrat (E 251 – E 252) lastet den ADI von 3.7 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> (bezogen auf NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) zu 9 % aus. Ca. 70 – 90 % der durchschnittlichen Nitratexposition entstammen der Zufuhr über Gemüse als Lebensmittelkontaminante, wobei diese Expositionsquelle in der vorliegenden Expositionsschätzung unberücksichtigt bleibt (SCF 1997).

Borsäure (E 284) ist als Konservierungsstoff mit 4000 mg/kg ausschließlich in Kaviar zugelassen. Die Stichprobe zeigt keine Zufuhr von Kaviar. Stichproben aus Schweden und Dänemark zeigen Expositionen der *High Consumer* von 0.56 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> Boron-Äquivalent und damit eine ADI-Auslastung von > 300 % (EFSA 2013f).

Auf Stufe-2 und Stufe-2b sind ‚Desserts‘ und ‚Aromatisierte fermentierte Milchprodukte‘ mit 87 % bzw. 92 % die Hauptquellen der Exposition gegenüber Fumarsäure (E 297). Von 236 Produkten mit Markenbezeichnung in der Kategorie ‚Desserts‘ ist Fumarsäure im Zutatenverzeichnis von vier Produkten deklariert. In der Kategorie ‚Aromatisierte fermentierte Milchprodukte‘ ist bei keinem der 307 Produkte mit Markenbezeichnung Fumarsäure deklariert. Entsprechend deutlich sinkt die ADI-Auslastung von Stufe-2 zu Stufe-2b von 632 % auf 296 %.

Tocopherole (E 306 – E 309) sind als Zusatzstoff mit numerischer Höchstmenge ausschließlich für ‚Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder‘ zugelassen. Entsprechend zeigen Säuglinge (Altersgruppe 0.4 – < 1 Jahr) durchschnittlich die höchste Exposition. Von 524 Produkten der Kategorie ‚Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder‘ zeigen nur sieben Produkte mit Markenbezeichnung eine Verwendung von Tocopherolen als Antioxidans an. Folglich reduziert sich die ADI-Auslastung der *High Consumer* von Stufe-2 auf Stufe-2b von 82 % auf 9 %. Auch auf Stufe-2 überschreitet kein Individuum den ADI von  $2 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ .

Im Rahmen der Neubewertung von Propylgallat wurde von der EFSA ein ADI von  $0.5 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  vergeben. Das SCF vergab 1987 einen Gruppen-ADI von  $0.5 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  für Propyl-, Octyl- und Dodecylgallate (E 310 – E 312). Die Expositionen auf Stufe-2b lasten den ADI zu 56 % aus. Die maximale Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2 in Höhe von  $0.57 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  entspricht den aktuellen Schätzungen der EFSA für diese Altersgruppen ( $0.59 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) (EFSA 2014b).

Die Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2b gegenüber Isoascorbinsäure und Natriumascorbat (E 315 – E 316) zeigt eine ADI-Auslastung von 21 %. Kein Individuum überschreitet auf Stufe-2b den ADI von  $6 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Auf Stufe-2b ist die Exposition der *High Consumer* höher als auf Stufe-2, da sich die Anzahl Konsumenten auf Stufe-2b deutlich reduziert. In der Kategorie ‚Würste und Wurstwaren‘ sind die Antioxidantien im Zutatenverzeichnis von 28 der 503 Produkte mit Markenbezeichnung deklariert.

Die Verwendung der Antioxidantien Tertiär-Butylhydrochinon (TBHQ) und Butylhydroxyanisol (BHA) ist einzeln oder in Kombination mit anderen Antioxidantien mit einer gemeinsamen Höchstmenge zulässig, wodurch die geschätzten Expositionen auf Stufe-2 identisch sind. Die Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2b gegenüber TBHQ und BHA (E 319, E 320) zeigt eine ADI-Auslastung von 40 % bzw. 28 %. Der ADI von  $0.7 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  von TBHQ wird von vier Individuen auf Stufe-2b mit einer durchschnittlichen Exposition von  $0.82 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  überschritten. Keine individuelle Exposition gegenüber BHA übersteigt den ADI von  $1 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Die Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2 liegt mit  $0.57 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  unter der Schätzung der EFSA von  $0.7 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , wobei eine aktuelle Schätzung sich mit  $0.6 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  der vorliegenden Schätzung der Stufe-2 annähert (EFSA 2011f, EFSA 2012a). Die Höchstmenge der Antioxidantien bezieht sich in mehreren Katego-



rien auf den Fettgehalt des Lebensmittels. Die Annahmen zu Fettgehalten wurden an das Expositionsmodell der EFSA angelehnt. Für die Kategorie ‚verarbeitete Nüsse‘ wurde ein höherer Fettgehalt angenommen, der dem durchschnittlichen Fettgehalt von drei unterschiedlichen gerösteten und gesalzenen Nüssen entspricht (63 %) und das Risiko für Unterschätzungen der Exposition verringern soll. Lebensmittel (z. B. feine Backwaren), in die über Fettzusatz diese Antioxidantien migrieren können, werden von der EFSA konservativ mit 25 % Fettgehalt in das Expositionsmodell einbezogen. Diese konservativen Annahmen werden im verwendeten Modell valide über eine Zutatenebene berücksichtigt, die eine Migration ermöglicht. Eine Berücksichtigung der Migration von BHT aus Verpackungen in Lebensmittel erhöht die Exposition von Kleinkindern und Kindern in einem Szenario der EFSA über den gesundheitsbasierten Grenzwert (EFSA 2012a).

Die Exposition der *High Consumer* gegenüber Butylhydroxytoluol (BHT, E 321) lastet den ADI von  $0.25 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  zu 53 % auf Stufe-2 und Stufe-2b aus. Die Expositionsschätzung der EFSA zeigt eine ADI-Auslastung der *High Consumer* auf Stufe-2 von 118 % (EFSA 2012d).

Für Tartrate (E 334 – E 336, E 354) vergab das SCF einen ADI von  $30 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  (SCF 1991). Die Höchstmengen für Tartrate des Anhangs II der VO (EG) Nr. 1333/2008 sind nicht in Kombination vergeben, wodurch die Expositionen der verschiedenen Tartrate aufsummiert werden. Auf Stufe-2b zeigt die Exposition der *High Consumer* mit  $7.1 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  eine ADI-Auslastung von 24 %, wobei die *quantum satis*-Zulassung von Calciumtartrat (E 354) über die Zulassung in der Gruppe I unberücksichtigt bleibt.

Für Phosphate vergab sowohl das SCF (1990) als auch das JECFA (1982) einen MTDI von  $70 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , der sich auf Phosphor bezieht und Phosphor aus allen Quellen berücksichtigt (SCF 1991, WHO 1982). Phosphate (E 338 – E 341, E 343, E 450 – E 452) sind in Kaugummi und Nahrungsergänzungsmitteln *quantum satis* zugelassen. Die numerischen Höchstmengen berechnen sich als  $\text{P}_2\text{O}_5$ , wobei die dargestellten Expositionen auf den Phosphoranteil der jeweiligen Substanz umgerechnet wurden. Ohne Berücksichtigung der *quantum satis*-Zulassungen, der zusätzlichen Exposition durch Natriumaluminiumphosphat (E 541) oder natürlicher Phosphatgehalte von Lebensmitteln lastet auf Stufe-2 die maximale mittlere Exposition der Stichprobe den ADI zu 88 % aus. Die Exposition gegenüber saurem Natriumalumi-

umphosphat trägt zu einer zusätzlichen ADI-Auslastung von 1 % bei. Die *High Consumer* auf Stufe-2b zeigen eine ADI-Auslastung gegenüber Phosphor von ca. 123 % und liegen im Bereich der ersten Schätzung der Exposition gegenüber Zusatzstoffen der Europäischen Kommission. Als mögliche toxikologisch relevante Folge einer hohen Phosphorzufuhr wird eine Imbalance im Stoffwechsel der Nährstoffe Calcium, Magnesium und Phosphor genannt (SCF 1991). Auch kardiovaskuläre Erkrankungen bei Patienten mit Nierenerkrankungen werden mit hohen Phosphat-Plasmaspiegeln assoziiert. Ein möglicher Zusammenhang zwischen der Phosphat-Exposition und kardiovaskulären Erkrankungen bei gesunden Menschen wird auf der Basis von Beobachtungsstudien diskutiert, mit entsprechenden Einschränkungen hinsichtlich der Kausalität des Zusammenhangs (EFSA 2013g, RITZ ET AL. 2012).

Die Verwendung von Adipaten (E 355 – E 357) ist mit numerischer Höchstmenge in den Kategorien ‚Desserts‘ und ‚Aromatisierte fermentierte Milchprodukte‘ sowie in ‚Pulverförmigen Instant-Drinks‘ zulässig, wobei sich die Verwendung in Desserts auf Frucht-desserts, gelartige Desserts und pulverförmige Dessertmischungen beschränkt. Auf Stufe-2 zeigen *High Consumer* eine Exposition von  $105 \text{ mg} \cdot \text{kg} \cdot \text{KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , was einer ADI-Auslastung von  $> 2000 \%$  entspricht. Die seltene Verwendung von Adipaten in Produkten mit Markenbezeichnung (kein Produkt mit Markenbezeichnung in den drei genannten Lebensmittelgruppen zeigt eine Verwendung an) führt zu einer deutlichen Reduzierung der Exposition auf Stufe-2b und einer ADI-Auslastung von 533 %, die deutlich über der Schätzung der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2001 liegt (1 – 7 %). ‚Pulverförmige Instant-Drinks‘ und ‚Desserts‘ sind mit 48 % bzw. 43 % die Hauptquellen der Exposition gegenüber Adipaten, wobei ca. 20 % der Gesamtexposition auf unspezifische Desserts zurückzuführen ist.

Calcium-Dinatrium-EDTA (E 385) wird als Stabilisator und Antioxidans mit numerischer Höchstmenge u. a. in streichbaren Fetten und verarbeiteten Weich- und Krustentieren verwendet. Die Exposition der *High Consumer* von  $0.46 \text{ mg} \cdot \text{kg} \cdot \text{KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  zeigt eine ADI-Auslastung von 18 %. Hauptquellen der Exposition auf Stufe-2b sind mit 50 % Obst- und Gemüsekonserven. Unspezifische hitzebehandelte Fleisch- und Wurstwaren tragen zu 34 % zur Exposition bei. Der Kategorie ‚Unspezifische hitzebehandelte Fleisch- und Wurstwaren‘ werden Lebensmittelpositionen aus den Ernährungstagebüchern zugeordnet, für die nur eingeschränkt Informationen für eine exakte Zuordnung zu einer der spezifischen Kategorien dieser Ebene vorliegen. Da eine Verwendung von Calcium-Dinatrium-EDTA in Hauptkategorie 08 nur in verarbeiteter

ungarischer Gänseleber (Libamáj) zulässig ist, kann von einer deutlichen Überschätzung der Exposition ausgegangen werden.

Propylenglycolalginat (E 405) und Propylenglycolester von Speisefettsäuren (E 477) enthalten als toxikologisch relevanten Bestandteil Propylenglycol, für das das SCF einen ADI von  $25 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  vergeben hat (SCF 1978). Die Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2b zeigt bei  $13.7 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  eine ADI-Auslastung von 55 %. Mit einer mittleren Exposition von  $35.1 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  überschreitet die Exposition von vier Individuen auf Stufe-2b (0.2 % der Stichprobe) den ADI von Propylenglycol.

Eine Verwendung von Karaya (E 416) als Verdickungsmittel und Geliermittel ist mit numerischer Höchstmenge, in Nahrungsergänzungsmitteln *quantum satis*, zugelassen. Die Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2b von  $39 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  lastet den ADI von  $12 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  zu 312 % aus. Die Europäische Kommission schätzt die ADI-Auslastung bei Kindern auf 17 – 48 % (EC 2001). Die Kategorien ‚Desserts‘ und ‚Aromatisierte fermentierte Milchprodukte‘ sind mit 48 % bzw. 42 % die Hauptquellen der Exposition gegenüber Karaya auf Stufe-2, wobei kein Produkt mit Markenbezeichnung aus diesen beiden Kategorien eine Verwendung des Zusatzstoffes anzeigt.

Polysorbate (E 432 – E 436) können einzeln oder in Kombination mit numerischer Höchstmenge verwendet werden. Die Verwendung in Nahrungsergänzungsmitteln ist *quantum satis* zugelassen und bleibt in der Exposition auf Stufe-2/2b unberücksichtigt. Auf Stufe-2b lastet die Exposition der *High Consumer* von  $16.2 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  den ADI um 162 % aus. Hauptquellen der Exposition sind die Kategorien ‚Feine Backwaren‘ (39 %) und ‚Desserts‘ (30 %). In der Kategorie ‚Desserts‘ zeigt kein Produkt mit Markenbezeichnung eine Verwendung von Polysorbaten an, in der Kategorie ‚Feine Backwaren‘ sind Polysorbate im Zutatenverzeichnis zweier Produkte deklariert.

Ammoniumphosphat (E 442) kann als Emulgator und Stabilisator in Schokoladenprodukten und kakaobasierten Süßigkeiten Verwendung finden. Mit einer maximalen durchschnittlichen Exposition von  $19.4 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  lastet die Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2 den ADI mit 65 % aus. Eine Berücksichtigung der tatsächlichen Verwendung von Ammoniumphosphat in Süßwaren auf Stufe-2b reduziert die ADI-Auslastung auf 25 %, was sich im Bereich der EFSA-Schätzung aus dem Jahr

2001 bewegt (EC 2001). Vier Produkte mit Markenbezeichnung zeigen eine Verwendung von E 442 an.

Glycerinester aus Wurzelharz (E 445) sind als Stabilisatoren und Emulgatoren neben alkoholischen Getränken in aromatisierten Getränken und zur Oberflächenbehandlung von Zitrusfrüchten zugelassen. Die vorliegende Expositionsschätzung folgt dem Modell der EFSA und bezieht sämtliche aromatisierte Getränke ein, obwohl E 445 ausschließlich für trübe Getränke zugelassen ist. Im Rahmen dieser konservativen Annahme überschreitet die Exposition der *High Consumer* nicht den ADI von 12.5 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>. Die mittlere Exposition auf Stufe-2 ist geringer als die Schätzung der EFSA gegenüber Glycerinestern aus Tallöl auf Basis der UK NDNS von 1992/93 (1.0 vs. 1.7 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>), obwohl das eigene Modell die zugelassene Oberflächenbehandlung von Zitrusfrüchten als Expositionsquelle berücksichtigt und die Exposition entsprechend überschätzt (EFSA 2011a).

Beta-Cyclodextrin (E 459) ist mit numerischer Höchstmenge als Stabilisator in pulverförmigen, aromatisierten Getränken zugelassen. Die Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2b mit 5.9 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> übersteigt den ADI von 5 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>. Das Expositionsmodell berücksichtigt hierbei nicht die zusätzliche *quantum satis*-Zulassung in tablettenförmigen Lebensmitteln. Kein Lebensmittel der Datenbank zeigt eine Verwendung von Beta-Cyclodextrin an.

Die Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2 gegenüber Zuckerestern von Speisefettsäuren und Zuckerglyceriden (E 473 – E 474) wird auf 91.7 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> geschätzt und entspricht 78 % der Exposition geschätzt durch die EFSA (EFSA 2012e). Auf Stufe-2b reduziert sich die Exposition auf 52.4 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>. Die Fettgehalte von Wurstwaren, auf die sich die Höchstmengen von E 473 und E 474 beziehen, werden konservativ auf 40 % geschätzt. Aufgrund von ADI-Überschreitungen der *High Consumer* auf Stufe-2b werden Zuckerester von Speisefettsäuren und Zuckerglyceride in die Stufe-3b übernommen (vgl. 4.8.2).

Polyglycerinester (E 475) sind als Emulgatoren mit numerischer Höchstmenge zugelassen. Die Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2b zeigt mit 39.1 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> eine ADI-Auslastung von 157 %, die der ADI-Auslastung entspricht, die die Europäische Kommission auf Stufe-2 geschätzt hat (114 – 160 %) (EC 2001). Das verwendete Expositionsmodell berücksichtigt nicht die *quantum satis*-Zulassung für Nahrungsergänzungsmittel.

Polyglycerin-Polyricinoleat (E 476) ist als Emulgator in wenigen Kategorien (*„Soßen“*, *„Streichfette“*, *„Schokolade und Kakaoprodukte“*, *„Andere Süßwaren als Schokolade“*) ausschließlich mit numerischer Höchstmenge zugelassen. Die Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2b zeigt mit  $3.8 \text{ mg} \cdot \text{kg KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  eine ADI-Auslastung von 51 %, die der ADI-Auslastung entspricht, die die Europäische Kommission auf Stufe-2 geschätzt hat (53 %) (EC 2001). Hauptquellen der Exposition auf Stufe-2 sind mit einem Anteil von insgesamt 90 % die Kategorien *„Kakao- und Schokoladenprodukte“* und *„Andere Süßwaren als Schokolade“*.

Stearyltartrat (E 483) ist als Mehlbehandlungsmittel ausschließlich mit numerischer Höchstmenge zugelassen. Die Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2b zeigt mit  $41 \text{ mg} \cdot \text{kg KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  eine ADI-Auslastung von 206 %. Hauptquelle der Exposition ist die Kategorie *„Brot und Brötchen“* mit 46 %, wobei kein Produkt mit Markenbezeichnung in dieser Kategorie eine Verwendung von Stearyltartrat anzeigt.

Sorbitanester (E 491 – E 495) sind einzeln oder in Kombination mit gemeinsamer numerischer Höchstmenge zugelassen, wobei für Sorbitanmonolaurat (E 493) und Sorbitanmonooleat (E 494) mit  $5 \text{ mg} \cdot \text{kg KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  ein geringerer ADI als für andere Sorbitanester ( $25 \text{ mg} \cdot \text{kg KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) vergeben wurde (SCF 1978). Die Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2b lastet den ADI zu 843 % aus (E 493 und E 494). Die Europäische Kommission schätzte die ADI-Auslastung von E 493 und E 494 auf Stufe-2 auf 802 % (EC 2001). Die Kategorien mit dem höchsten Eintrag in die Exposition sind *„Feine Backwaren“* (46 %), *„Aromatisierte fermentierte Milchprodukte“* (21 %) und *„Desserts“* (18 %). In den zuletzt genannten Kategorien zeigt kein Produkt mit Markenbezeichnung die Verwendung von Sorbitanestern an. Die Kategorie *„Feine Backwaren“* enthält sieben Produkte mit einer Deklaration von E 492 im Zutatenverzeichnis.

Mehrere Zusatzstoffe mit numerischer Höchstmenge in den Kategorien *„Desserts“* und *„Aromatisierte fermentierte Milchprodukte“* überschreiten den ADI auf Stufe-2 teils sehr deutlich. Die Lebensmittelzufuhr der *High Consumer* in den Kategorien *„Desserts“* und *„Aromatisierte fermentierte Milchprodukte“* entspricht  $7.5$  bzw.  $5.7 \text{ g} \cdot \text{kg KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  einzeln und  $9.93 \text{ g} \cdot \text{kg KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  bei Kombination beider Kategorien. Unter Berücksichtigung des durchschnittlichen Körpergewichts der Altersgruppen 1 – < 3 Jahre und 3 – < 5 Jahre von 15 kg entspricht dies einer Menge von 150 g pro Tag, was mit Portionsgrößen abgepackter Desserts vergleichbar ist. Damit der ADI

einer Substanz durch *High Consumer* in diesen beiden Kategorien nicht überschritten wird, dürfte folglich das Verhältnis der zugelassenen Höchstmenge zu dem ADI einer Substanz, unabhängig weiterer Zulassungen, den Wert von 100 nicht überschreiten. Mehrere der in diesen Kategorien zugelassenen Zusatzstoffe weisen ein deutlich größeres Verhältnis auf, bei entsprechenden ADI-Auslastungen der *High Consumer* auf Stufe-2 (Tab. 38).

Tab. 38: Verhältnis von Höchstmenge zu ADI bei Zusatzstoffen mit Zulassung in den Kategorien ‚Desserts‘ und ‚Aromatisierte fermentierte Milchprodukte‘

E-Nummer	Zusatzstoff/-gruppe	Min MPL* (mg/kg)	ADI (mg·kg KG <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	MPL ADI	ADI-Auslastung** (%)
E 493 – E 494	Sorbitanester	5000	5	1000	1546
E 416	Karaya	6000	12.5	480	572
E 481 – E 482	Stearoyl-Lactylate	5000	20	250	412
E 432 – E 436	Polysorbate	1000	10	100	361
E 473 – E 474	Zuckerester von Speisefettsäuren	5000	40	125	229

\* geringste Zulassung in beiden Kategorien, \*\* Stufe-2

Zinn-II-Chlorid (E 512) ist als Antioxidans mit einer Höchstmenge von 25 mg/kg (berechnet als Zinn) in weißem Spargel zugelassen. 93 Konsumenten zeigen eine Zufuhr von durchschnittlich 1.4 g Spargel/ kg Körpergewicht. Die Exposition der *High Consumer* liegt mit 0.049 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> unter 2 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>, die aus dem PTWI für Zinn von 14 mg·kg KG<sup>-1</sup> pro Woche abzuleiten sind.

Zur zusatzstoffbedingten Aluminium-Exposition tragen Aluminiumsulfate (E 520 – E 523), saures Natriumaluminiumphosphat (E 541) sowie die beiden Aluminiumsilikate E 554 und E 555 bei, wobei letztere ausschließlich für Salz zur Käsureifung oder als Trägerstoff für Zusatzstoffe zugelassen sind. Ferner können Lebensmittelfarblacke Aluminium enthalten, wobei die VO EG Nr. 380/2012 Höchstmengen für diese Farblacke definiert, die in dieser Expositionsschätzung unberücksichtigt bleiben. Die Exposition gegenüber Aluminium aus Zusatzstoffen auf Stufe-2b zeigt eine ADI-Auslastung von mehr als 500 %, wobei Aluminiumsulfate den geringsten Anteil an der Exposition zeigen. Das *Codex Committee on Food Additives* veröffentlichte 2013 neue Empfehlungen zum Einsatz von aluminiumhaltigen Zusatzstoffen mit Empfehlungen für Höchstmengen, die bereits in einem Expositionsmodell der EFSA integriert wurden, wobei der TWI von 1 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> deutlich überschritten wird (CCFA 2013, EFSA 2013d). Vorschläge für Änderungen der bestehenden Regulierung von aluminiumhaltigen Silikaten wurden mit der VO 380/2012 teilweise umgesetzt (CCFA

2013). Zum Beispiel bezieht sich die Höchstmenge von E 554 auf den Aluminiumgehalt im salzbehandelten Käse. Der Zusatz von aluminiumhaltigen Silikaten in Lebensmitteln in Pulverform sowie weiterführend die Verwendung von E 556, E 558 und E 559 wurde mit der VO (EG) Nr. 380/2012 verboten. Für saures Natriumaluminiumphosphat (E 541) wurde mit der VO (EG) Nr. 380/2012 ab 1. Februar 2014 die Verwendungsmenge von 1000 mg/kg auf 400 mg/kg reduziert und auf ein spezifisches Biskuitgebäck eingeschränkt. Da in die Expositionsschätzung gegenüber E 541 sämtliche Biskuitgebäcke mit  $A_w > 0.65$  einbezogen werden, sich die Zulassung aber nur auf spezifisches Biskuitgebäck beschränkt, wird die Exposition gegenüber saurem Natriumaluminiumphosphat überschätzt. Auf Stufe-2b wurden aus der gesamten Stichprobe 45 Konsumenten von Biskuitgebäck identifiziert, wodurch die Exposition der *High Consumer* entsprechende Unsicherheiten aufweist.

Die Verwendung von Eisen-II-gluconat (E 579) und Eisen-II-lactat (E 585) als Farbstoff ist mit numerischer Höchstmenge für Oliven zulässig. Die *High Consumer* der Stichprobe zeigen eine auf den Eisenanteil bezogene ADI-Auslastung von 1 % bzw. 4 %. Auf Stufe-2b reduziert sich in der Altersgruppe 1 – < 3 Jahre die Anzahl Konsumenten von 23 auf 17, wodurch die Exposition der *High Consumer* im Vergleich zur Stufe-2 größer ist.

Dimethylpolysiloxan (E 900) ist ein Silikon, das als Schaumverhüter bei der Herstellung von Konfitüren und für aromatisierte Getränke verwendet wird. Der ADI von  $1.5 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  wird auf Stufe-2b mit einer Exposition von  $0.1 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  durch *High Consumer* zu 7 % ausgelastet. Zwei Erfrischungsgetränke zum Ausschank im Gastgewerbe zeigen alleinig eine Verwendung von Dimethylpolysiloxan an.

Die Verwendung von hydriertem Poly-1-decen (E 907) ist als Überzugsmittel für Süßwaren außer Schokolade, Trockenfrüchte und Kaugummi zugelassen. Der ADI von  $6 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  wird auf Stufe-2b durch *High Consumer* zu 32 % ausgelastet. Hauptquelle der Exposition sind Süßwaren (72 %) und Trockenfrüchte (17 %). Kein Produkt mit Markenbezeichnung in der Datenbank zeigt eine Verwendung dieses Zusatzstoffes an.

Der ADI von Aspartam (E 951) von  $40 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  wurde von der EFSA im Jahr 2013 im Rahmen der Neubewertung bestätigt (EFSA 2013h). Die *High Consumer* auf Stufe-2 zeigen mit einer Exposition von  $8.5 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  eine ADI-Auslastung von

21 %, die deutlich unter der Expositionsschätzung der EFSA liegt (92 % ADI-Auslastung). Eine Berücksichtigung realer Einsatzmengen (auch in Tafelsüßen) und analytischer Daten reduziert die maximale ADI-Auslastung der Schätzung der EFSA auf Stufe-3 nur gering auf 90 % ADI-Auslastung. Eine Berücksichtigung der Expositionsquelle Tafelsüßen mit 500000 mg/kg führt bei 46 identifizierten Konsumenten auf Stufe-2 zu keiner Änderung der Exposition der *High Consumer*. Die maximale durchschnittliche Exposition auf Stufe-2 erhöht sich durch die Berücksichtigung von Tafelsüßen von 1.83 auf 1.98 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>. Hauptquellen der Exposition gegenüber Aspartam bei Individuen der ‚EFSA Comprehensive Database‘ sind ‚Nektare‘ und ‚Aromatisierte fermentierte Milchprodukte‘. Beide Lebensmittelgruppen zeigen in der vorliegenden Expositionsschätzung einen Anteil von 14 % an der Gesamtexposition. Hauptquellen der Aspartam-Exposition sind neben der Kategorie ‚energiereduzierte Nektare‘ (13 %) die Kategorien ‚Energiereduzierte aromatisierte Getränke‘ (55 %) und ‚Soßen‘ (9 %). Die Differenzierung zwischen zuckerreduzierten und nicht zuckerreduzierten Produkten konnte im Modell der EFSA nur für die Kategorien ‚Erfri-schungsgetränke‘, ‚Süßwaren‘ und ‚Kaugummi‘ vorgenommen werden und das nicht für alle Studien der ‚EFSA Comprehensive Database‘. Die anderen Kategorien wurden von der EFSA vollständig in die Expositionsschätzung einbezogen, was größere Unsicherheiten der Schätzung der EFSA mit sich bringt. Die primären Informationen aus den Ernährungstagebüchern der VELs und EsKiMo lassen Lebensmittel, auch bei falscher Beschreibung der Protokollanten, letztlich über die genannte Markenbezeichnung valide zum Kategorisierungssystem zuordnen, das exakt zwischen energiereduzierten und nicht-energiereduzierten Produkten unterscheidet und Lebensmittel mit ungenügend Informationen über unspezifische Kategorien konservativ einbezieht. Unspezifische Kategorien tragen so zu 12 % zur Exposition gegenüber Aspartam bei.

Für Steviolglycoside (E 960) wurde von der EFSA im Jahr 2010 ein ADI von 4 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> vergeben (EFSA 2010c). Mit den zu diesem Zeitpunkt vorgeschlagenen Verwendungsmengen überschritt die geschätzte Exposition den ADI (EFSA 2011d). Daraufhin wurde mit der VO (EU) Nr. 1131/2011 die Höchstmenge für ‚Aromatisierte alkoholfreie Getränke‘ von den vorgeschlagenen 198 mg Steviol-Äquivalent/l auf 80 mg/l gesenkt, was zu einer Exposition der *High Consumer* von 4.3 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> auf Stufe-2 führt (EFSA 2014d). Die *High Consumer* der vorliegenden Expositionsschätzung zeigen mit einer Exposition von 1.26 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>



(berechnet als Steviol-Äquivalent) auf Stufe-2 eine ADI-Auslastung von 32 %. Wird die Zufuhr von Tafelsüßen mit numerischer Höchstmenge von 12000 mg/kg auf Stufe-2 berücksichtigt, führt dies zu keiner Änderung der Exposition der *High Consumer*. Die maximale durchschnittliche Exposition auf Stufe-2 erhöht sich geringfügig durch die Berücksichtigung von Tafelsüßen von 0.28 auf 0.29 mg·kg<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>. Hauptquellen der Exposition auf Stufe-2 sind ‚Aromatisierte alkoholfreie Getränke‘ (59 %) und ‚Soßen‘ (19 %). Die hohe Reduzierung der Exposition auf Stufe-2 kann u. a. der Zulassung von E 960 nach Studienende geschuldet sein, was eine Verwendung in Produkten mit Markenbezeichnung in den Studienzeiträumen ausschließt.

Neotam (E 961) ist ein Süßungsmittel mit einer 30 – 60fachen Süßkraft von Aspartam, das wie andere Süßungsmittel (E 950 – E 962) in Tafelsüßen *quantum satis* zugelassen ist. Die Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2 und auf Stufe-2b überschreitet den ADI von 2 mg·kg<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> nicht und ist auf Stufe-2b mit 0.06 mg·kg<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> mit der Exposition einer britischen Stichprobe vergleichbar (0.09 mg·kg<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>) (EFSA 2007).

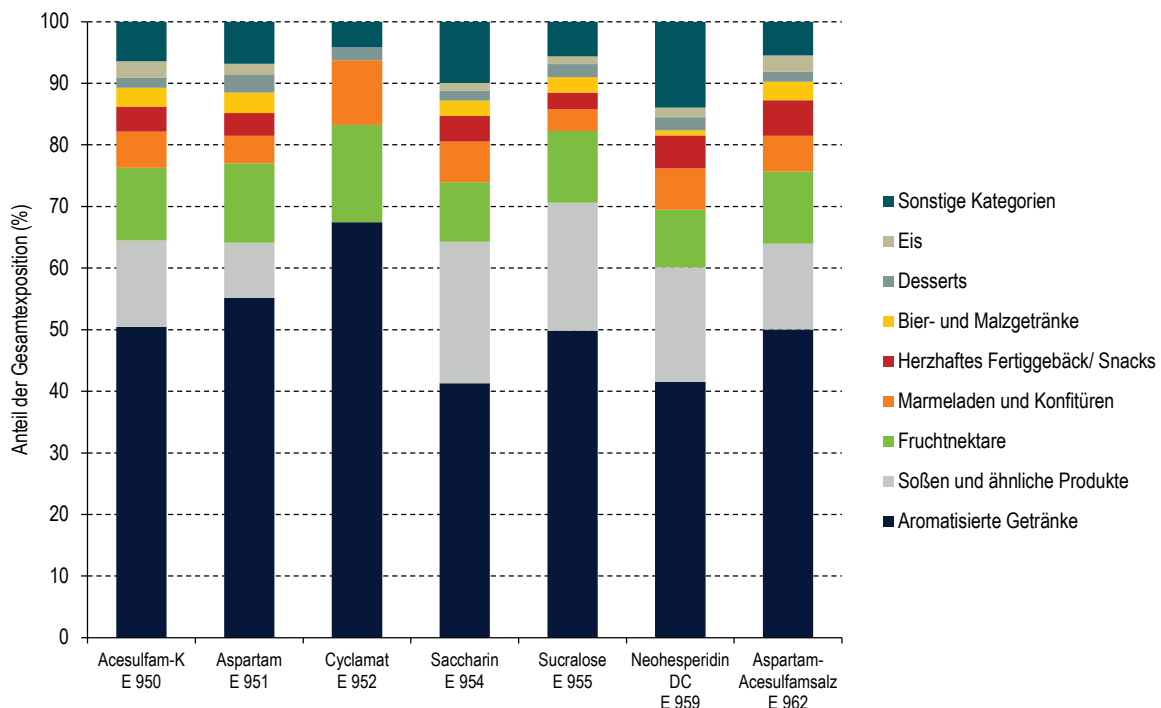


Abb. 13: Lebensmittelgruppen als Expositionsquellen für Süßungsmittel (%)

Die Expositionen gegenüber Acesulfam-K (E 950), Saccharin (E 954), Sucralose (E 955), Neohesperidin DC (E 959) und Aspartam-Acesulfamsalz (E 962) zeigen auf Stufe-2 ADI-Auslastungen von 9 – 34 %, die sich auf Stufe-2b auf 3 – 30 % reduzie-

ren. Kein Individuum der Stichprobe überschreitet den jeweiligen ADI der genannten Süßungsmittel. Mit durchschnittlich 51 % ist die Kategorie ‚*Aromatisierte alkoholfreie Getränke*‘ die Hauptquelle der Exposition gegenüber Süßungsmitteln, wobei Tafelsüßen unberücksichtigt bleiben (Abb. 13).

Mit einer ADI-Auslastung von 73 % auf Stufe-2 zeigt Cyclamat (E 952) von allen Süßungsmitteln die höchste ADI-Auslastung. Auf Stufe-2b reduziert sich die ADI-Auslastung um 3 %, was für eine häufige Verwendung von Cyclamat in Produkten mit Markenbezeichnung spricht. Eine Verwendung in 81 % der energiereduzierten aromatisierten alkoholfreien Getränke der Datenbank bestätigt dies. Fünf Individuen der Stichprobe überschreiten den ADI mit einer durchschnittlichen ADI-Auslastung von 116 %.

Das Schaummittel Quillajaextrakt (E 999) ist mit numerischer Höchstmenge in ‚*Apfel- und Birnenwein*‘ und ‚*Aromatisierten alkoholfreien Getränken*‘ zugelassen. Die ADI-Auslastung der *High Consumer* von 131 % auf Stufe-2 reduziert sich auf Stufe-2b auf 61 %, da kein Produkt mit Markenbezeichnung in der Datenbank eine Verwendung von E 999 anzeigt.

Polyvinylalkohol (E 1203) ist als Überzugsmittel mit numerischer Höchstmenge ausschließlich in Nahrungsergänzungsmitteln in Tabletten- oder Kapselform zugelassen. Der ADI von  $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  wird auf Stufe-2b durch *High Consumer* zu 12 % ausgelastet.

Tab. 39: ADI-Auslastung (%) und Exposition auf Stufe-2/-2b (mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>) gegenüber Zusatzstoffen mit numerischem ADI im Vergleich mit Daten zur Exposition der Europäischen Kommission und der EFSA

Zusatzstoff/ Zusatzstoff- gruppe	ADI/ MTDI (mg·kg KG <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	Stufe-2		Stufe-2b		EFSA (Stufe-2)		ADI-Auslastung Stufe-2 (%)	ADI-Auslastung Stufe-2b (%)	ADI-Auslastung EC/ EFSA (%)
		MW	High Consumer	MW	High Consumer	MW	High Consumer			
E 100	3	0.35 – 1.94	1.96 – 4.35	0.11 – 0.68	0.74 – 1.54	0.5 – 3.8	1.2 – 7.2	<b>145</b>	51	
E 102	7.5	0.35 – 1.94	1.96 – 4.34	0.11 – 0.66	0.74 – 1.55	0.8 – 3.4	0.8 – 9.4	58	21	52
<b>E 104</b>	0.5	0.014 – 0.139	0.173 – 0.363	0.003 – 0.029	0.044 – 0.11			73	22	
<b>E 110</b>	4	0.008 – 0.044	0.045 – 0.157	0.002 – 0.028	0.071 – 0.165			4	4	
E 120	5	0.37 – 2.01	1.96 – 4.44	0.13 – 0.76	0.8 – 1.65			89	33	80
E 122	4	0.26 – 1.14	1.79 – 2.78	0.07 – 0.39	0.43 – 1.03	0.3 – 2.5	0.7 – 6.7	70	26	50
<b>E 123</b>	0.15	0 – 0.0001	0.0005 – 0.0084	0 – 0.0001	0.0005 – 0.0084	0 – 0.004	0 – 0.0127	6	6	
<b>E 124</b>	0.7	0.01 – 0.123	0.116 – 0.339	0.003 – 0.021	0.04 – 0.093			48	13	
<b>E 127</b>	0.1	0 – 0.00009	0 – 0.0075	0 – 0.00009	0 – 0.0075	0.0031	0.01	8	8	
E 129	7	0.35 – 1.94	1.96 – 4.34	0.12 – 0.67	0.75 – 1.56	0.8 – 3.4	1.8 – 9.4	62	22	55
E 131	5	0.35 – 1.94	1.96 – 4.34	0.12 – 0.67	0.74 – 1.56	0.5 – 4.5	1.3 – 7.5	87	31	13 <sup>s</sup>
E 132	5	0.35 – 1.93	1.96 – 4.34	0.11 – 0.66	0.73 – 1.54			87	31	40
E 133	6	0.35 – 1.94	1.96 – 4.34	0.12 – 0.68	0.79 – 1.57	0.5 – 3.4	1.2 – 7.2	72	26	38 <sup>s</sup>
E 142	5	0.35 – 1.94	1.96 – 4.36	0.11 – 0.66	0.74 – 1.54	0.5 – 3.5	1.2 – 7.2	87	31	76
E 151	5	0.35 – 1.93	1.96 – 4.34	0.11 – 0.65	0.73 – 1.54	0.4 – 3.5	1.5 – 7.6	87	31	76
E 155	1.5	0.25 – 1.12	1.79 – 2.78	0.07 – 0.37	0.43 – 0.99	0.3 – 2.2	0.8 – 5.9	<b>185</b>	66	67 <sup>s</sup>
E 160b	0.06	0.02 – 0.08	0.08 – 0.17	0.01 – 0.04	0.04 – 0.09			<b>283</b>	<b>150</b>	108 – 170
E 160d	0.5	0.05 – 0.28	0.3 – 0.61	0.02 – 0.1	0.11 – 0.25	0.08 – 0.35	0.19 – 1.19	<b>122</b>	50	
E 160e	0.3	0.35 – 1.93	1.96 – 4.34	0.11 – 0.66	0.74 – 1.54	0.5 – 3.4	1.2 – 7.2	<b>1447</b>	<b>513</b>	
E 161b	1	0.35 – 1.93	1.96 – 4.34	0.11 – 0.66	0.73 – 1.54	0.5 – 3.4	1.2 – 7.2	<b>434</b>	<b>154</b>	
<b>E 180</b>	1.5	0 – 0	0.01 – 0.02	0 – 0	0 – 0.02	0.01 – 0.02	0.02 – 0.06	1	1	
E 200	25	4.91 – 14.22	17.33 – 24.65	3.47 – 10.39	11.38 – 19.14			99	77	76
E 202	25	4.91 – 14.22	17.33 – 24.65	3.49 – 10.51	11.79 – 19.14			99	77	76
E 203	25	4.91 – 14.22	17.33 – 24.65	3.44 – 10.37	11.3 – 19.14			99	77	76

Zusatzstoff/ Zusatzstoff- gruppe	ADI/ MTDI (mg·kg <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	Stufe-2		Stufe-2b		EFSA (Stufe-2)		ADI-Auslastung Stufe-2 (%)	ADI-Auslastung Stufe-2b (%)	ADI-Auslastung EC/ EFSA (%)
		MW	High Consumer	MW	High Consumer	MW	High Consumer			
E 210 – 213	5	0.23 – 1.21	2.25 – 3.91	0.07 – 0.44	0.87 – 2.64			78	53	17 – 96
E 214 – 219	10	0.05 – 0.2	0.38 – 1.07	0.01 – 0.14	0.2 – 1.63			11	16	
<b>E 220 – 228</b>	0.7	0.11 – 0.34	0.56 – 1.28	0.05 – 0.17	0.27 – 0.75			<b>183</b>	<b>107</b>	83 – 1227
E 223	0.7	0.11 – 0.34	0.56 – 1.28	0.07 – 0.19	0.4 – 0.92			<b>183</b>	<b>131</b>	83 – 1227
E 234	0.13	0 – 0.01	0.02 – 0.03	0 – 0.01	0.01 – 0.02			23	15	
<b>E 235</b>	0.3	0.002 – 0.011	0.026 – 0.043	0.002 – 0.009	0.023 – 0.038		0.06 – 0.08	14	13	
<b>E 239</b>	15	0 – 0	0.02 – 0.03	0 – 0	0.02 – 0.03			< 1	< 1	
<b>E 249</b>	0.07	0.02 – 0.08	0.14 – 0.24	0.01 – 0.06	0.11 – 0.2	0.05 – 0.36		<b>336</b>	<b>284</b>	50 – 360
<b>E 250</b>	0.07	0.02 – 0.12	0.22 – 0.36	0.02 – 0.11	0.21 – 0.34	0.05 – 0.36		<b>517</b>	<b>479</b>	50 – 360
<b>E 251</b>	3.7	0.017 – 0.106	0.162 – 0.339	0.015 – 0.089	0.171 – 0.319			9	9	
<b>E 252</b>	3.7	0.014 – 0.089	0.136 – 0.284	0.012 – 0.074	0.144 – 0.254			8	7	
<b>E 252</b>	3.7	0.02 – 0.14	0.22 – 0.46	0.02 – 0.12	0.23 – 0.41			12	11	
<b>E 284 – E 285</b>	0.16	0	0	0	0	0 – 0.21	1.47 – 3.17	0	0	
<b>E 297</b>	6	2.53 – 9.77	14.36 – 37.94	0.34 – 2.14	6.88 – 17.78			<b>632</b>	<b>296</b>	6 – 66
E 304	1.25	0 – 0.47	0.68 – 1.9	0 – 0	0.01 – 0.18			<b>152</b>	14	
E 306	2	0 – 0.4	0.61 – 1.72	0 – 0	0.01 – 0.18			86	9	
E 307	2	0.02 – 0.42	0.07 – 1.72	0.01 – 0.02	0.06 – 0.14			86	7	
E 308	2	0 – 0.4	0.61 – 1.72	0 – 0	0.01 – 0.18			86	9	
E 309	2	0 – 0.4	0.61 – 1.72	0 – 0	0.01 – 0.18			86	9	
<b>E 310 – E 312</b>	0.5	0.02 – 0.12	0.18 – 0.57	0.009 – 0.063	0.073 – 0.282	0.04 – 0.36	0.11 – 0.59	<b>114</b>	56	17 – 70
<b>E 315 – E 316</b>	6	0.049 – 0.22	0.66 – 1.17	0.045 – 0.17	0.72 – 1.25			20	21	1 – 80
<b>E 319</b>	0.7	0.025 – 0.126	0.18 – 0.57	0.01 – 0.064	0.07 – 0.28	0.1 – 0.3	0.2 – 0.7	81	40	
<b>E 320</b>	1	0.025 – 0.126	0.18 – 0.57	0.01 – 0.064	0.07 – 0.28	0.04 – 0.36	0.14 – 0.6	57	28	17 – 62
<b>E 321</b>	0.25	0.001 – 0.023	0.074 – 0.133	0.001 – 0.015	0.025 – 0.133	0.005 – 0.087	0.029 – 0.296	53	53	4 – 101
E 334 – E 336 + E 354	30	1.26 – 1.91	4.68 – 19.8	0.14 – 0.42	1.97 – 7.1			66	24	
E 338	70	33.87 – 64.63	67.75 – 110.87	16.78 – 47.89	47.3 – 86.12			<b>158</b>	<b>123</b>	53 – 172
E 339	70	29.43 – 62.32	65.79 – 106.99	16.36 – 46.82	45.94 – 83.49			<b>153</b>	<b>119</b>	53 – 172
E 340	70	29.03 – 61.46	64.89 – 105.52	15.91 – 45.88	45.3 – 81.91			<b>151</b>	<b>117</b>	53 – 172

Zusatzstoff/ Zusatzstoff- gruppe	ADI/ MTDI (mg·kg <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	Stufe-2		Stufe-2b		EFSA (Stufe-2)		ADI-Auslastung Stufe-2 (%)	ADI-Auslastung Stufe-2b (%)	ADI-Auslastung EC/ EFSA (%)
		MW	High Consumer	MW	High Consumer	MW	High Consumer			
E 341	70	22.25 – 60.42	64.89 – 105.52	15.87 – 45.95	45.3 – 81.91			151	117	53 – 172
E 343	70	21.57 – 60.25	64.74 – 105.28	15.79 – 45.71	45.2 – 81.72			150	117	53 – 172
<b>E 355 – E 357</b>	5	1.43 – 23.23	26.67 – 105.57	0.25 – 2.03	4.89 – 26.67			2111	533	3 – 7
<b>E 385</b>	2.5	0.01 – 0.08	0.12 – 0.46	0.01 – 0.07	0.12 – 0.46			18	18	
<b>E 405 + E 477</b>	25	4.64 – 13.3	16.5 – 28.7	1.22 – 6.1	6.5 – 13.7			115	55	
E 416	12.5	5.12 – 20.4	29.2 – 71.52	0.77 – 4.1	10.31 – 39.02			572	312	17 – 48
E 432 – E 436	10	3.16 – 12.01	16.6 – 30.1	1.39 – 5.83	7.03 – 16.2			301	162	47 – 107
<b>E 442</b>	30	0.38 – 6.58	5.95 – 19.43	0.05 – 0.98	2.76 – 7.64			65	25	8 – 33
<b>E 445</b>	12.5	0.05 – 1.01	0.63 – 3.22	0.01 – 0.2	0.58 – 1.11	1.7	5.8	26	9	
E 450	70	20.92 – 57.57	62.58 – 101.6	15.42 – 44.24	44.55 – 80.24			145	115	53 – 172
E 451	70	21.62 – 60.39	64.89 – 105.5	15.85 – 45.85	45.3 – 81.91			151	117	53 – 172
E 452	70	21.62 – 60.39	64.89 – 105.5	15.95 – 46.03	45.3 – 81.91			151	117	53 – 172
E 459	5	0.03 – 1.03	2.72 – 7.76	0 – 0.05	0.59 – 5.95			155	119	
E 473 – E 474	40	11.2 – 42.9	48.5 – 91.7	4.91 – 22.6	24.9 – 52.4	51.6	117.3	229	131	226 – 375
E 475	25	7.51 – 24.97	32.26 – 56.55	3.31 – 14.42	21.84 – 39.13			226	157	114 – 160
<b>E 476</b>	7.5	0.23 – 3.53	3.79 – 9.93	0.07 – 0.69	2.67 – 3.79			132	51	49 – 53
<b>E 481 – E 482</b>	22	16.09 – 41.64	44.37 – 82.44	7.66 – 20.93	19.86 – 43.91	6 – 55	21 – 109	375	200	545
<b>E 483</b>	20	12.31 – 36.57	36.93 – 76.95	7.3 – 20.45	22.33 – 41.1			385	206	49 – 112
E 491 – E 495	5/ 25	9.25 – 38.73	41.09 – 83.29	3.9 – 17.21	23 – 42.31			1546	843	150 – 802
<b>E 512</b>	2	0 – 0.0009	0.0071 – 0.046	0 – 0.0009	0.0071 – 0.049			2	2	
<b>E 520 – E 523</b>	0.143	0 – 0	0 – 0.05	0 – 0	0 – 0.05			35	35	40 – 750
<b>E 541 (P)</b>	70	0.001 – 0.011	0.12 – 0.57	0 – 0.011	0.31 – 0.95			1	1	
<b>E 541 (AI)</b>	0.143	0.001 – 0.015	0.16 – 0.76	0 – 0.008	0.23 – 0.72			532	503	40 – 750
E 579, <b>E 585</b>	0.8	0 – 0.0003	0.0027 – 0.0098	0 – 0.0002	0.0027 – 0.028			1	4	
<b>E 900</b>	1.5	0.01 – 0.12	0.06 – 0.34	0 – 0.03	0.04 – 0.1			23	7	
<b>E 907</b>	6	0.07 – 0.88	2.45 – 3.38	0.02 – 0.18	1.21 – 1.94			56	32	
E 950	15	0.2 – 1.15	1.71 – 5.03	0.14 – 0.56	1.56 – 4.47			34	30	3 – 107
E 951	40	0.3 – 1.83	3.63 – 8.59	0.18 – 0.88	2.57 – 7.22	0.8 – 16.3	2.3 – 36.9	21	18	1 – 40

Zusatzstoff/ Zusatzstoff- gruppe	ADI/ MTDI (mg·kg KG <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	Stufe-2		Stufe-2b		EFSA (Stufe-2)		ADI-Auslastung Stufe-2 (%)	ADI-Auslastung Stufe-2b (%)	ADI-Auslastung EC/ EFSA (%)
		MW	<i>High Consumer</i>	MW	<i>High Consumer</i>	MW	<i>High Consumer</i>			
E 952	7	0.13 – 0.64	1.83 – 4.89	0.08 – 0.52	2.65 – 5.02			70	72	1 – 74
E 954	5	0.05 – 0.31	0.46 – 1.23	0.04 – 0.19	0.45 – 1.21			25	24	2 – 51
E 955	15	0.15 – 1	1.72 – 4.34	0.06 – 0.29	0.43 – 0.97			29	6	
E 959	5	0.02 – 0.12	0.17 – 0.46	0.01 – 0.04	0.05 – 0.13			9	3	1 – 18
E 960	4	0.04 – 0.28	0.56 – 1.26	0.02 – 0.1	0.16 – 0.36	0.2 – 2.4	0.6 – 4.3	32	9	
E 961	2	0.01 – 0.06	0.09 – 0.3	0 – 0.02	0.02 – 0.06	0.029	0.09	15	3	
E 962	20	0.2 – 1.16	1.84 – 5.04	0.07 – 0.34	0.59 – 1.15			25	6	
<b>E 999</b>	5	0.08 – 1.98	4.28 – 6.53	0.02 – 0.31	1.17 – 3.03			<b>131</b>	61	1 – 71
<b>E 1203</b>	50	0 – 0.35	3.45 – 7.46	0 – 0.13	0.87 – 5.98			15	12	

**Zusatzstoffe** (Fett) mit ausschließlich numerischer Höchstmenge, § ADI-Anpassung bei Neubewertung durch die EFSA, MW = Min und Max der Mittelwerte der Alters-/ Geschlechtsgruppen, *High Consumer* = Min und Max des 95. Perzentils der Alters-/ Geschlechtsgruppen, ADI-Auslastung = Maximale P95/(ADI/100), E 541(P): berechnet für Phosphor, E 541(AI): berechnet für Aluminium

Für Zusatzstoffe, deren Exposition auf Stufe-2b den ADI überschreitet und die aufgrund fehlender Daten zu realen Einsatzmengen nicht auf Stufe-3b übernommen werden, ist die ADI-Überschreitung auf Stufe-2b in Abb. 14 charakterisiert. Die Exposition gegenüber Sorbitanestern und Nitriten überschreitet auf Stufe-2b bei mehr als 50 % der Stichprobe den ADI. 75 % der Individuen, deren Exposition den ADI von Sorbitanestern überschreitet, zeigen eine ADI-Auslastung von über 184 %. Eine vergleichbare ADI-Auslastung zeigen Individuen, die den ADI von Adipaten (E 355 – E 357) überschreiten. Ca. 25 % der Stichprobe überschreitet den ADI von Stearylтарraten (E 483). Die Höhe der ADI-Überschreitung bleibt, wie bei Phosphaten, Polysorbaten und Polyglycerinestern von Speisefettsäuren, bei einem Großteil der Individuen unter 200 % ADI-Auslastung. Bei sieben der zehn Zusatzstoffe überschreiten weniger als 10 % der Stichprobe den ADI.

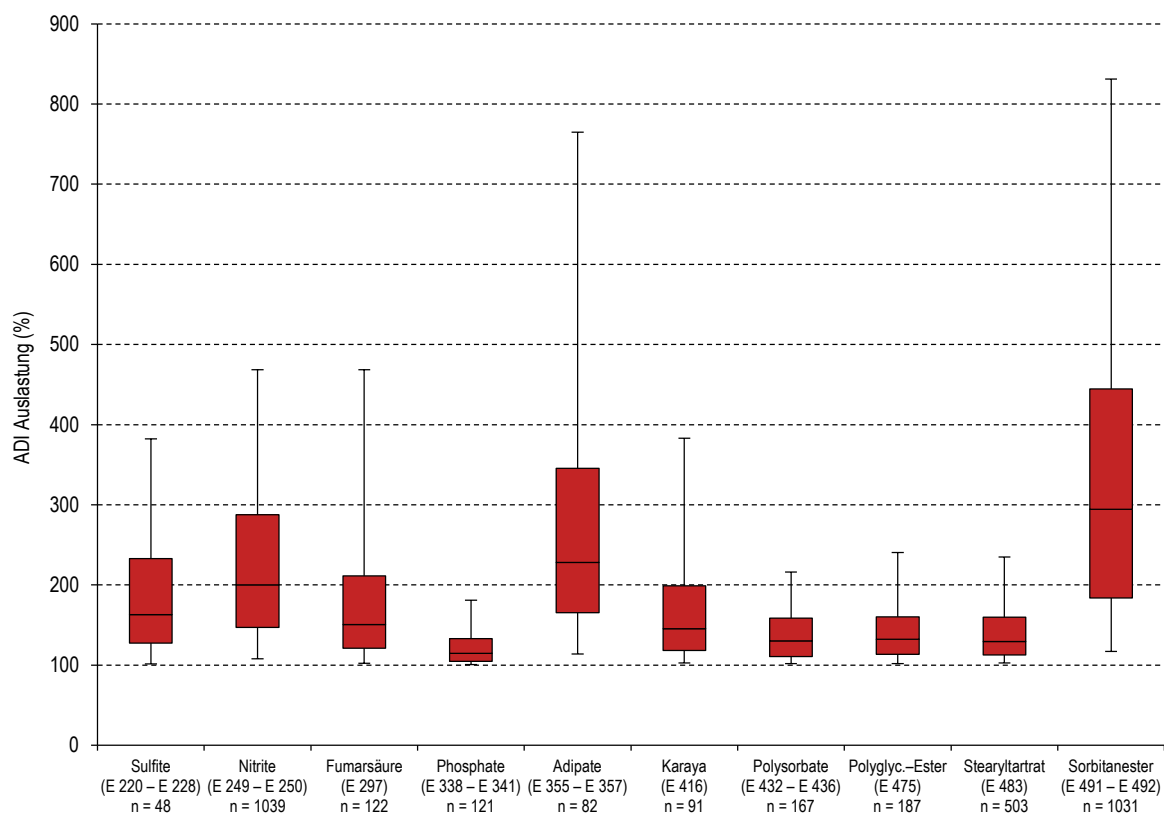


Abb. 14: Charakterisierung der ADI-Überschreitung bei Zusatzstoffen auf Stufe-2b (%; Median [IQR], Whisker: P5, P95)

#### 4.8.2 Expositionen der Stufe-3b

##### *Stearoyl-2-Lactylate (E 481 – E 482)*

Die Exposition gegenüber Stearoyl-2-Lactylaten (E 481 – E 482) auf Stufe-3b entspricht der Exposition auf Stufe-2b, da die maximalen realen Einsatzmengen in Lebensmitteln den gesetzlichen Höchstmengen entsprechen (EFSA 2013b). Auf Stufe-2b überschreiten 392 Individuen (ca. 20 % der Stichprobe) den ADI von  $22 \text{ mg} \cdot \text{kg KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  mit einer durchschnittlichen Exposition von  $27 \text{ mg} \cdot \text{kg KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  (Abb. 16). Die geschätzte Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2b entspricht 40 % der von der EFSA geschätzten Exposition, die auf der Annahme beruht, dass Individuen in nur einer Kategorie *High Consumer* sind (vgl. 2.2) (EFSA 2013b). Eine Berücksichtigung maximaler typischer Verwendungsmengen, als Ersatz für maximale reale Einsatzmengen, würde zu einer Reduzierung der Exposition führen, insbesondere durch die Kategorie ‚*Feine Backwaren*‘ (26 % Anteil an der Gesamtexposition), in der die maximale typische Verwendungsmenge 60 % der maximalen realen Einsatzmenge entspricht. Die Kategorie ‚*Brot und Brötchen*‘ stellt mit 55 % den höchsten Anteil der Exposition gegenüber Stearoyl-2-Lactylaten (Abb. 15). Die maximale typische Verwendungsmenge in dieser Kategorie entspricht 87 % der gesetzlichen Höchstmenge. ‚*Feine Backwaren*‘ und ‚*Brot und Brötchen*‘ sind, gleich der Expositionsschätzung der EFSA, die Kategorien mit dem höchsten Anteil an der Exposition. 21 Produkte der Kategorie ‚*Backwaren*‘ (davon sieben ‚*Feine Backwaren*‘) der Datenbank zeigen eine Verwendung von Stearoyl-2-Lactylaten an.

##### *Annatto/ Norbixin (E 160b)*

Die Exposition der *High Consumer* der Altersgruppe 3 – < 5 Jahre überschreitet den ADI von Norbixin unter Berücksichtigung typischer Verwendungsmengen, die für Norbixin aufgrund fehlender Daten zu maximalen realen Einsatzmengen genutzt wurden. Die Individuen, die den ADI überschreiten (50 Individuen, 3 % der Stichprobe) verteilen sich gleichmäßig auf die Altersgruppen der Kleinkinder 1 – < 3 Jahre, Kinder 3 – < 5 Jahre und Kinder 6 – < 10 Jahre. Im Mittel liegt die Exposition der Individuen mit ADI-Überschreitung bei  $0.076 \text{ mg} \cdot \text{kg KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  (127 % ADI-Auslastung) (Abb. 16). Die geschätzte maximale durchschnittliche Exposition der Stichprobe gegenüber Norbixin auf Stufe-3b entspricht 38 % ( $0.015 \text{ mg} \cdot \text{kg KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) der durchschnittlichen Schätzung der EFSA, basierend auf der Stichprobe des UK NDNS von 1992/93 (TENNANT AND O’CALLAGHAN 2005). Auf Basis von Daten zur Lebensmittelzu-



fuhr der französischen INCA 2 (7-Tage-Schätzprotokoll) wird die Exposition der *High Consumer* auf Stufe-3 auf  $0.012 \text{ mg}\cdot\text{kg KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$  geschätzt, wobei die Konzentrationsdaten von Annatto einer TDS entstammen und mit maximal 9 mg/kg deutlich unter den verwendeten realen maximalen Einsatzmengen liegen (BEMRAH ET AL. 2012). Insgesamt 43 Produkte mit Markenbezeichnung zeigen eine Verwendung von Annatto im Zutatenverzeichnis an, wovon 63 % auf Käse und 12 % auf Frühstückscerealien entfallen. Nur zwei Produkte der Kategorie mit dem höchsten Anteil an der Exposition (*Feine Backwaren*) zeigen eine Deklaration von E 160b. 4.7 % der Exposition entstammen unspezifischen Kategorien, davon ca. 98 % nicht-spezifiziertem Käse.

Tab. 40: ADI-Auslastung (%) und Exposition ( $\text{mg}\cdot\text{kg KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ) gegenüber Zusatzstoffen mit numerischem ADI auf Stufe-3b im Vergleich mit Expositionsschätzungen der EFSA

Zusatzstoff/-gruppe	ADI ( $\text{mg}\cdot\text{kg KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ )	Stufe-3b*		EFSA**		ADI-Auslastung (%)
		MW	<i>High Consumer</i>	MW	<i>High Consumer</i>	
E 160b <sup>§</sup>	0.06	0.006 – 0.027	0.031 – 0.067	0.040	0.071 – 0.106	<b>112</b>
E 160e	0.3	0.005 – 0.044	0.049 – 0.135	0.02 – 0.22	0.09 – 0.71	45
E 161b	1	0.06 – 0.44	0.45 – 1.13	0.2 – 2.2	0.7 – 5.7	<b>113</b>
E 473 – E 474	40	2.76 – 12.5	12.96 – 29.2	19.6	42.8	73
E 481 – E 482	22	7.66 – 20.9	19.9 – 43.9	6 – 55	21 – 109	<b>200</b>

\*MW = Min und Max der Mittelwerte der Alters-/ Geschlechtsgruppen, *High Consumer* = Min und Max des 95. Perzentils der Alters-/ Geschlechtsgruppen  
 \*\* Stufe-3, ADI-Auslastung = Maximale P95 Stufe-3b/(ADI/100), <sup>§</sup> Norbixin

### *Lutein (E 161b)*

Die Exposition der *High Consumer* der Altersgruppe 3 – < 5 Jahre zeigt auf Stufe-3b eine ADI-Auslastung von 113 % gegenüber Lutein (Tab. 40). Für die 54 Individuen der Stichprobe (3 %), die den ADI von  $1 \text{ mg}\cdot\text{kg KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$  überschreiten, wird die Exposition auf durchschnittlich  $1.6 \text{ mg}\cdot\text{kg KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$  (160 % ADI-Auslastung) geschätzt. Sowohl die maximale durchschnittliche Exposition als auch die maximale Exposition der *High Consumer* der Stufe-3b entsprechen 20 % der Schätzungen der EFSA, die auf Basis des UK NDNS von 1992/93 und des EXPOCHI-Projektes erstellt wurden (EFSA 2010b). Im Gegensatz zur Expositionsschätzung der EFSA (bis 66 %), trägt die Kategorie *„Aromatisierte alkoholfreie Getränke“* nur zu 18 % zur Lutein-Exposition bei. *„Feine Backwaren“* und *„Soßen“* sind gleich der Expositionsschätzung der EFSA relevante zusatzstoffbedingte Expositionsquellen (Abb. 15). Zwei *„Desserts“* und eine *„Süßware“* zeigen eine Verwendung von E 161b an.

*Beta-apo-8'-carotenol (E 160e)*

Der ADI von Beta-apo-8'-carotenol wurde 2014 von der EFSA von 0.5 auf 0.3 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> gesenkt. Die Exposition der *High Consumer* gegenüber Beta-apo-8'-carotenol auf Stufe-3b zeigt in keiner Altersgruppe eine Überschreitung des ADI. Verglichen mit der Exposition auf Stufe-2b reduziert sich die ADI-Auslastung von 284 % auf 45 %. Drei Individuen der Stichprobe überschreiten den ADI von 0.3 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> mit 102 %, 163 % und 211 % ADI-Auslastung. Sowohl die maximale durchschnittliche Exposition als auch die maximale Exposition der *High Consumer* entsprechen 20 % der Schätzungen der EFSA, die auf Basis des UK NDNS von 1992/93 und des EXPOCHI-Projektes erstellt wurden (EFSA 2014c). Insgesamt zwölf Produkte mit Markenbezeichnung der *Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln* zeigen eine Verwendung von E 160e an: fünf ‚Süßwaren‘, fünf ‚Aromatisierte alkoholfreie Getränke‘ sowie zwei Produkte der Kategorie ‚Eis‘.

Norbixin (E 160b)		Lutein (E 161b)	
Feine Backwaren	49	Feine Backwaren	30
Käse und Käseprodukte	18	Aromatisierte Getränke	18
Desserts	13	Soßen und ähnliche Produkte (Dressings, Ketchup)	18
Eis	7	Teigmassen und Teigmäntel	6
Aromatisierte fermentierte Milchprodukte	5	Fertigsuppen und Brühen	5
Frühstückscerealien	4	Käse und Käseprodukte	5

Zuckerester von Speisefettsäuren (E 473 – E 474)		Stearoyl-Lactylate (E 481 – E 482)	
Feine Backwaren	49	Brot und Brötchen	55
Soßen und ähnliche Produkte (Dressings, Ketchup)	19	Feine Backwaren	26
Fertigsuppen und Brühen	7	Desserts	7
Sahne und gleichartige Produkte	5	Margarinen, Halbfettmargarinen, fettreduzierte Butter	3
Koch und Brühwurst	3	Frühstückscerealien	3
Frisches Obst und Gemüse	3	Aromatisierte fermentierte Milchprodukte	2

Abb. 15: Anteil der Lebensmittelgruppen an der Gesamtexposition gegenüber Norbixin, Lutein, Zuckerestern von Speisefettsäuren und Stearoyl-Lactylaten (%)

### Zuckerester von Speisefettsäuren (E 473 – E 474)

Die Exposition der *High Consumer* gegenüber Zuckerestern von Speisefettsäuren auf Stufe-3b zeigt keine Überschreitung des ADI von  $40 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  (Tab. 40). Verglichen mit der Exposition der *High Consumer* auf Stufe-2b reduziert sich die ADI-Auslastung von 134 % auf 73 %. Der ADI von Zuckerestern von Speisefettsäuren wird bei Berücksichtigung von maximalen realen Einsatzmengen von acht Individuen (0.4 % der Stichprobe) überschritten. Sowohl die maximale durchschnittliche Exposition als auch die maximale Exposition der *High Consumer* gegenüber E 473 – E 474 liegt bei 62 % bzw. 68 % der Expositionshöhe, geschätzt durch das ANS-Panel der EFSA auf Basis von 7-Tage-Wiegeprotokollen irischer Kinder und Jugendlicher (5 – 12 Jahre) (vgl. 2.2) (EFSA 2012e). Die Kategorie ‚*Feine Backwaren*‘ ist, gleich der Expositionsschätzung der EFSA, die Lebensmittelgruppe mit dem größten Anteil an der Exposition. Die Lebensmittelgruppe ‚*alkoholfreie Getränke*‘ zeigt, entgegen der Expositionsschätzung der EFSA, keinen relevanten Anteil an der Exposition. Dies kann, neben unterschiedlichen Daten zur Lebensmittelfuhr, auch auf die Ausdifferenzierung des erweiterten Kategorisierungssystem zurückgeführt werden, das u. a. ‚*Anis-, Kokosnuss- und Mandelgetränken*‘ eine eigene Kategorie zuordnet und die realen Einsatzmengen sonstiger aromatisierter Getränke ( $30 \text{ mg/kg}$ ) im Vergleich zu Kategorien wie ‚*Desserts*‘ ( $5000 \text{ mg/kg}$ ) deutlich geringer sind. ‚*Soßen*‘ zeigen in beiden Expositionsschätzungen einen Anteil von unter 20 % an der Gesamtexposition. Die Kategorie hitzebehandelte Wurstwaren (‚*Koch- und Brühwurst*‘) ist mit 3 % mit dem Anteil in der Expositionsschätzung der EFSA (3.6 %) vergleichbar. Die Höchstmenge bezieht sich in dieser Kategorie auf den Fettanteil der Wurstwaren (40 %), der über den maximalen Fettgehalt der BLS-codierten Wurstwaren dieser Kategorie bestimmt wurde. Daraus resultierende Unsicherheiten sind als konservativ und gering einzuschätzen, u. a. da die Datenbank in der Kategorie ‚*Koch- und Brühwurst*‘ kein Produkt mit Markenbezeichnung enthält, das eine Verwendung von Zuckerestern von Speisefettsäuren anzeigt. Insgesamt fünf Produkte der Datenbank zeigen eine Verwendung von E 473 an: zwei Nahrungsergänzungsmittel, zwei ‚*Süßwaren*‘ und ein Produkt der Kategorie ‚*Eis*‘.

Weniger als 3 % der Stichprobe überschreiten unter der konservativen Annahme von maximalen realen Einsatzmengen auf Stufe-3b den ADI von E 160b, E 161b und E 473 – E 474. Die Individuen, die den ADI überschreiten, zeigen eine durchschnittliche ADI-Auslastung von 129 % (Abb. 16).

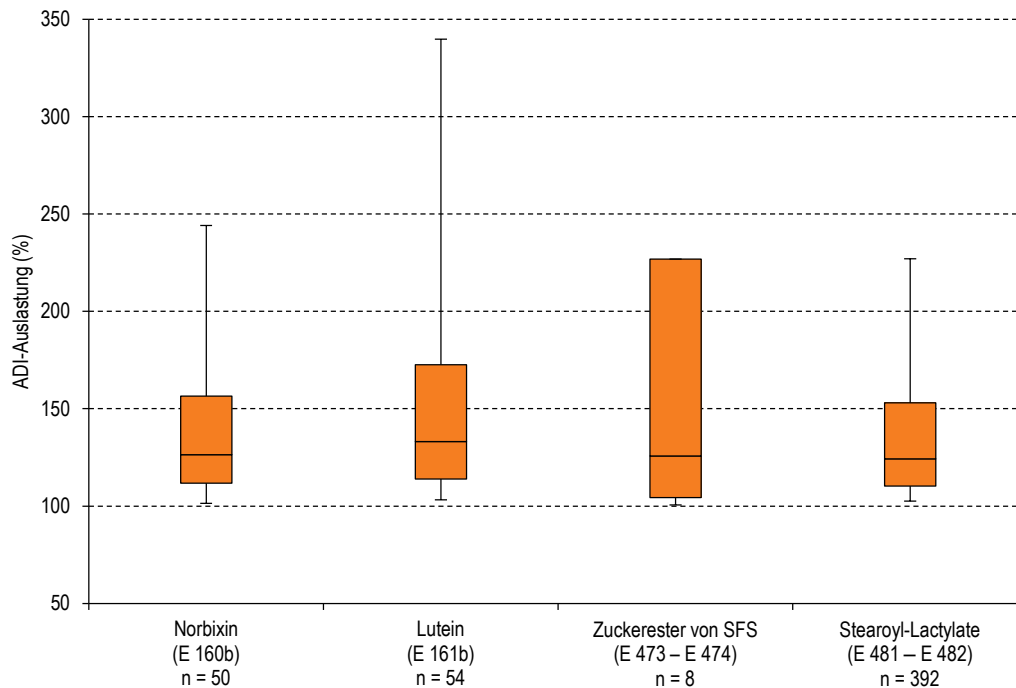


Abb. 16: Charakterisierung der ADI-Überschreitung bei Norbixin, Lutein, Zuckerestern von Speisefettsäuren und Stearoyl-Lactylaten auf Stufe-3b (% ADI-Auslastung; Median [IQR], Whisker: P5, P95)

#### 4.9 Auswirkungen aktueller Risikoregulierung

Mit der VO (EG) Nr. 232/2012 wurden die Verwendungsbedingungen von Chinolingelb (E 104), Gelborange S (E 110) und Cochenillerot A (Ponceau 4R) (E 124) zum 1. Juni 2013 geändert. Hierbei wurden diese Farbstoffe aus der Gruppe III (Farbstoffe mit Höchstmengenbeschränkung) gestrichen und deren Höchstmengen weiter eingeschränkt. Diesen regulatorischen Anpassungen gingen risikobezogene Neubewertungen der EFSA im Jahr 2009 voraus, die zu einer Senkung der duldbaren täglichen Aufnahmemenge bei allen drei Farbstoffen führten. Die EFSA merkte an, dass zu diesem Zeitpunkt die generelle Bevölkerung (gegenüber E 104, E 124) oder explizit Kinder (gegenüber E 110) in Expositionsschätzungen höherer Stufen ADI-Überschreitungen zeigen.

##### *Chinolingelb (E 104)*

Der ADI von Chinolingelb wurde von  $10 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  auf  $0.5 \text{ mg} \cdot \text{kg} \text{ KG}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  gesenkt. Eine Expositionsschätzung auf Stufe-2b mit den alten Höchstmengen (bis

06/2013) zeigt für 29 % der Stichprobe eine ADI-Überschreitung mit einer mittleren ADI-Auslastung von 158 %. Eine Berücksichtigung maximaler realer Einsatzmengen (Stufe-3b, Höchstmengen bis 06/2013) führt zur Reduzierung des Anteils der Stichprobe mit ADI-Überschreitung auf 15 % bei einer mittleren ADI-Auslastung von 134 % (Daten nicht dargestellt). Aufgrund neuer Verwendungsbedingungen reduziert sich die mittlere Exposition (Stufe-2b) von  $0.57 \text{ mg}\cdot\text{kg KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$  (Höchstmengen bis 06/2013) auf  $0.02 \text{ mg}\cdot\text{kg KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$  (aktuelle Höchstmengen). In der aktuellen Schätzung zeigen *High Consumer* in keiner Altersgruppe eine ADI-Überschreitung. Die *High Consumer* der Altersgruppe 3 – < 5 Jahre zeigen mit 22 % die höchste ADI-Auslastung auf Stufe-2b (Abb. 17).

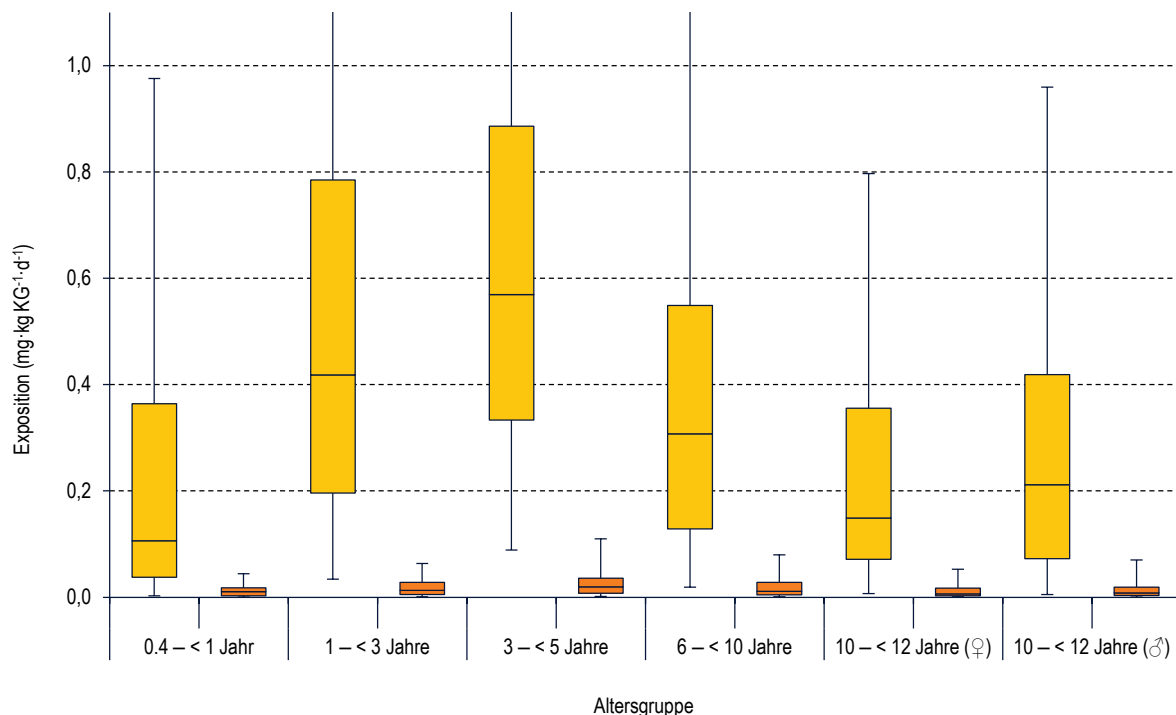


Abb. 17: Exposition gegenüber Chinolingelb auf Stufe-2b (alte (■) vs. neue (■) MPLs) ( $\text{mg}\cdot\text{kg KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ )

### Gelborange S (E 110)

Der ADI von Gelborange S wurde von  $1 \text{ mg}\cdot\text{kg KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$  (temporärer ADI von 2009) auf  $4 \text{ mg}\cdot\text{kg KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$  angehoben. Eine Expositionsschätzung auf Stufe-2b mit den alten Höchstmengen (bis 06/2013) zeigt für 2 % der Stichprobe eine ADI-Überschreitung mit einer mittleren ADI-Auslastung von 124 %. Aufgrund neuer Verwendungsbedingungen reduziert sich die mittlere Exposition der Altersgruppe 3 – < 5 Jahre (Stufe-2b) von  $0.28 \text{ mg}\cdot\text{kg KG}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$  (Höchstmengen bis 06/2013) auf  $0.01$

mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> (aktuelle Höchstmengen). In der aktuellen Schätzung zeigen *High Consumer* (P95) in keiner Altersgruppe eine ADI-Überschreitung. Die *High Consumer* der Altersgruppe 3 – < 5 Jahre zeigen mit 4 % die höchste ADI-Auslastung auf Stufe-2b (Abb. 18).

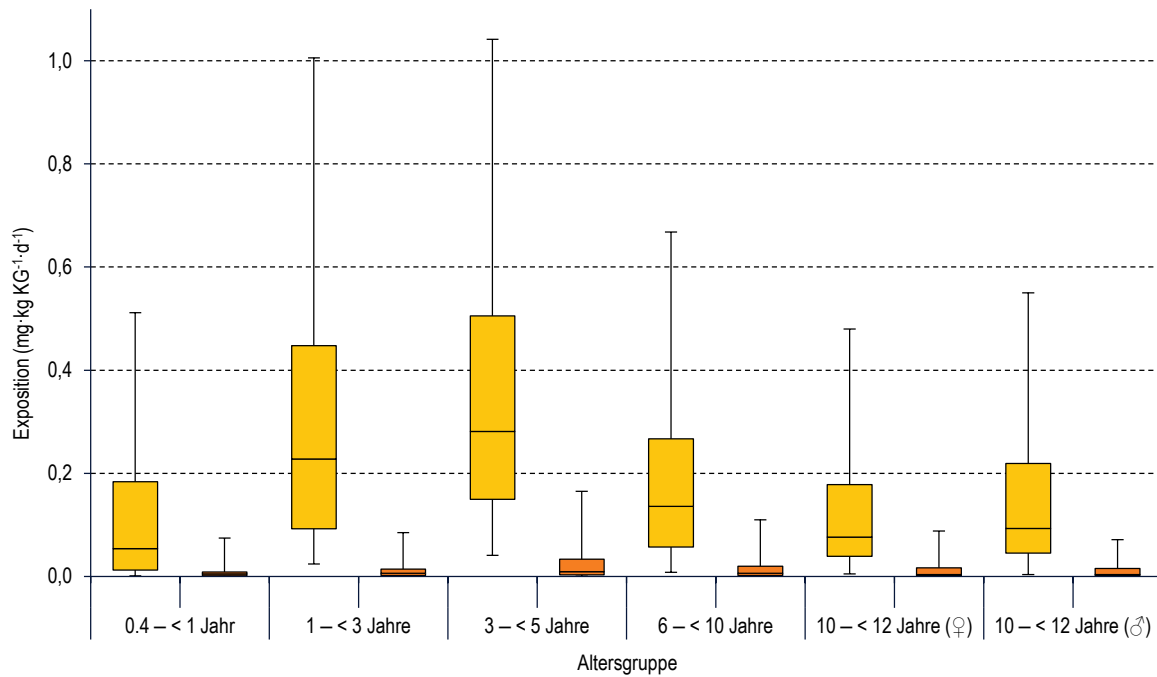


Abb. 18: Exposition gegenüber Gelborange S auf Stufe-2b (alte (■) vs. neue (■) MPLs) (mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>)

#### *Cochenillerot A (Ponceau 4R) (E 124)*

Der ADI von Cochenillerot A wurde von 4 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> auf 0.7 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> gesenkt. Eine Expositionsschätzung auf Stufe-2b mit den alten Höchstmengen (bis 06/2013) zeigt für 7 % der Stichprobe eine ADI-Überschreitung mit einer mittleren ADI-Auslastung von 135 %. Eine Berücksichtigung maximaler realer Einsatzmengen (Stufe-3b, Höchstmengen bis 06/2013) führt zur Reduzierung des Anteils der Stichprobe mit ADI-Überschreitung auf 4 % bei einer mittleren ADI-Auslastung von 132 %. Aufgrund neuer Verwendungsbedingungen reduziert sich die mittlere Exposition der Altersgruppe 3 – < 5 Jahre (Stufe-2b) von 0.28 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> (Höchstmengen bis 06/2013) auf 0.01 mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> (aktuelle Höchstmengen). In der aktuellen Schätzung zeigen *High Consumer* in keiner Altersgruppe eine ADI-Überschreitung. Die *High Consumer* der Altersgruppe 3 – < 5 Jahre zeigen mit 13 % die höchste ADI-Auslastung auf Stufe-2b (Abb. 19).

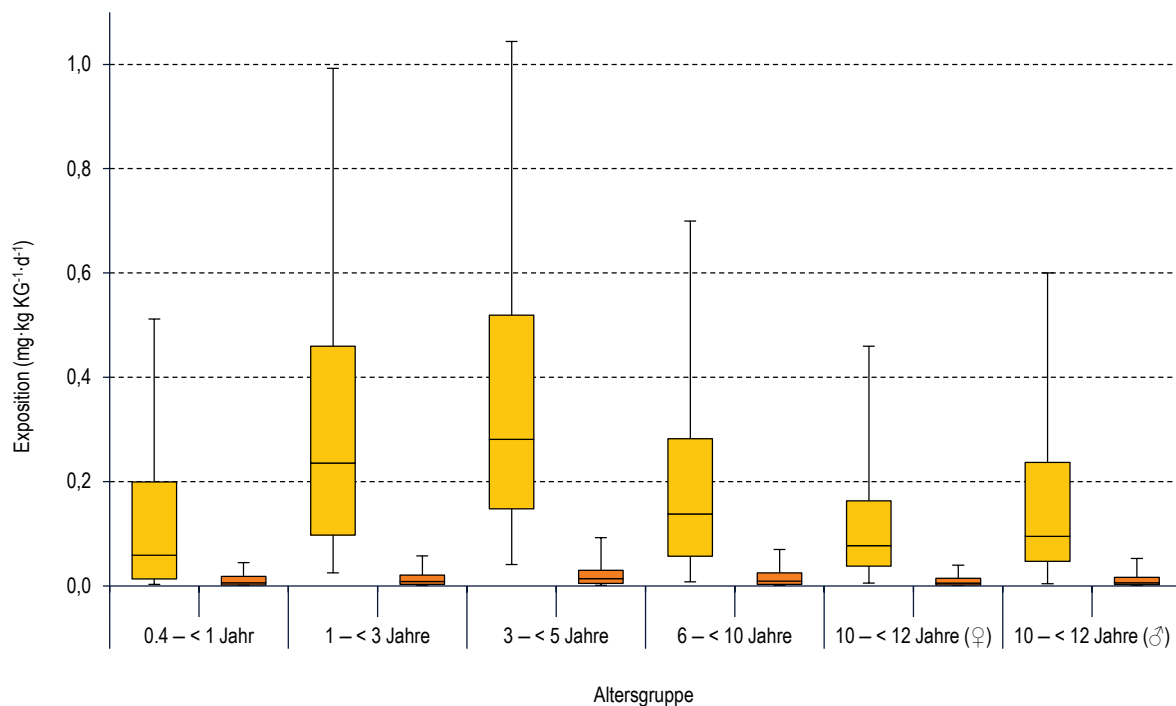


Abb. 19: Exposition gegenüber Cochenillerot A auf Stufe-2b (alte (■) vs. neue (■) MPLs) (mg·kg KG<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>)

Die aktuellen Verwendungsbedingungen und Höchstmengen von Chinolingelb (E 104), Gelborange S (E 110) und Cochenillerot A (Ponceau 4R) (E 124) reduzieren erfolgreich die geschätzten Expositionen unter den ADI, auch bei Individuen mit hoher Exposition.

## 5 Fazit und Empfehlung

Die vorliegende Arbeit stellt erstmals detaillierte Daten zur Exposition deutscher Bevölkerungsgruppen gegenüber Lebensmittelzusatzstoffen bereit. Die beiden Verzehrsstudien VELS und EsKiMo bilden hierfür eine valide Datenbasis. Das erweiterte Kategorisierungssystem ermöglicht eine exakte Verknüpfung der Daten zur Lebensmittelzufuhr mit Konzentrationsdaten von Zusatzstoffen, wobei unspezifische Kategorien verfügbare Informationen maximal ausnutzen und eine Quantifizierung von Unsicherheit ermöglichen.

Das Stufe-2b-Modell, das Informationen zum Zusatzstoffeinsatz in Markenprodukten integriert, nähert sich der tatsächlichen individuellen Exposition weiter an, die dabei nicht unterschätzt, aber in Abhängigkeit der tatsächlichen Verwendung von Zusatzstoffen in Lebensmitteln gegenüber einem Stufe-2-Modell deutlich reduziert werden kann.

Die Exposition der *High Consumer* überschreitet auf Stufe-2b den gesundheitsbasierten Grenzwert bei 17 Zusatzstoffen/ Zusatzstoffgruppen. Die Exposition gegenüber Annatto/ Norbixin (E 160b), Lutein (E 161b) und Stearoyl-2-Lactylaten (E 481 – E 482) auf Stufe-3b wird für *High Consumer* höher als der ADI geschätzt, wobei im Modell inhärente konservative Annahmen die Exposition überschätzen. Als *High Consumer* werden häufiger Individuen identifiziert, die als untergewichtig und stark untergewichtig klassifiziert werden. Die Altersgruppe der Kleinkinder (1 – < 3 Jahre) zeigt vorrangig, aber nicht gegenüber allen Zusatzstoffen, die höchste durchschnittliche Exposition.

Das erweiterte Kategorisierungssystem besitzt als streng hierarchisches System den Nachteil, dass Zulassungsänderungen umfangreiche Anpassungen des Kategorisierungssystems notwendig machen können. Über ein Kategorisierungssystem mit Facetten, die sämtliche Ausnahmen und Einschränkungen der VO (EG) Nr. 1333/2008 abbilden, können Zulassungsänderungen schnell umgesetzt sowie detaillierte Informationen aus Ernährungstagebüchern weiterhin exakt genutzt werden. Zusätzliche unspezifische Facetten können verfügbare Informationen maximal ausnutzen und eine Quantifizierung von Unsicherheit ermöglichen.

Die Erhebungszeiträume der genutzten Studien liegen im Falle von VELS mehr als ein Jahrzehnt zurück. Die EFSA sieht eine Neuerhebung von Verzehrdaten alle



zehn Jahre als notwendig an, um aktuelles Ernährungsverhalten in Expositionsschätzungen abbilden zu können. Unter Leitung des BfR soll 2014 die VELS-Nachfolgeerhebung KiESEL durchgeführt werden, die auf eine KiGGS-Unterstichprobe zugreifen wird. Auch für EsKiMo ist eine Nachfolgeerhebung geplant. Als Erhebungsinstrument werden identische 4-Tage-Wiege-/ Schätzprotokolle (drei zusammenhängende plus ein separater Erhebungstag) eingesetzt, die auf dem Niveau der Daten aus VELS Informationen bereitstellen werden. Diese aktuellen Daten sollten auch für Expositionsschätzungen gegenüber Zusatzstoffen genutzt werden, um so der Informationspflicht gegenüber der Europäischen Kommission nachzukommen.

Für Expositionsschätzungen der Stufe-3/-3b und für Expositionsschätzungen gegenüber *quantum satis* zugelassenen Zusatzstoffen werden Daten zu tatsächlichen Verwendungsmengen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln benötigt, die von der Industrie oder aus dem Lebensmittelmonitoring bereitgestellt werden können, die der Risikobewertung allerdings häufig nicht vorliegen (EFSA 2014e). Ergebnisse dieses Projektes können hierfür Informationen für eine ressourcenschonende Stichprobenziehung liefern.

## 6 Zusammenfassung

Mit den allgemeinen Grundsätzen und Anforderungen des europäischen Lebensmittelrechts (Verordnung (EG) Nr. 178/2002) soll ein hohes Schutzniveau für die Gesundheit der in der Gemeinschaft lebenden Menschen gegenüber Lebensmitteln sichergestellt werden. Die Risikoanalyse dient als zentraler Punkt der Lebensmittelsicherheit zur Erreichung dieses Schutzzieles. Als integraler Bestandteil der Risikoanalyse ist die Expositionsschätzung unverzichtbar für eine Risikocharakterisierung.

Die Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 fordert die Mitgliedstaaten auf, die Aufnahme von Zusatzstoffen systematisch zu überwachen. Zur Exposition der deutschen Bevölkerung gegenüber Zusatzstoffen stehen bisher keine umfassenden Daten zur Verfügung. Dieses Projekt schätzt deterministisch die Exposition gegenüber Lebensmittelzusatzstoffen bei Säuglingen, Kleinkindern, Kindern und Jugendlichen, da diese für die Risikobewertung, aufgrund erhöhter Exposition und ausgeprägter Suszeptibilität, eine vulnerable Bevölkerungsgruppe darstellen.

Das Expositionsmodell integriert Daten zur Lebensmittelzufuhr der Studien VELs und EsKiMo, die eine valide Basis für eine Expositionsschätzung gegenüber Zusatzstoffen bilden. VELs erhob Daten zur Lebensmittelzufuhr von Säuglingen, Kleinkindern und Kindern im Alter von 0,4 – < 5 Jahren mittels 2 x 3-Tage-Wiege/ Schätzprotokollen. EsKiMo stellt Daten zur Ernährungssituation von 6 – 11-jährigen Kindern und Jugendlichen über ein 3-Tage-Schätzprotokoll zur Verfügung. Auf Basis der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 wurde ein erweitertes Kategorisierungssystem erstellt, das sämtliche Einschränkungen und Ausnahmen in der Verwendung von Zusatzstoffen umsetzt. Dieses System ermöglicht eine exakte Verknüpfung der Daten zur Lebensmittelzufuhr mit Konzentrationsdaten von Zusatzstoffen, wobei zusätzliche unspezifische Kategorien verfügbare Informationen verzehrter Lebensmittel maximal ausnutzen und eine Quantifizierung von Unsicherheit ermöglichen. Das Expositionsmodell auf Stufe-2 schätzt die Exposition durch eine Verknüpfung von Daten zur Lebensmittelzufuhr mit gesetzlichen Höchstmengen von Zusatzstoffen. Der tatsächliche Einsatz von Zusatzstoffen in Markenprodukten bildet die Grundlage für ein Stufe-2b-Modell, das die Exposition auf die im Zutatenverzeichnis deklarierten Zusatzstoffe eines verzehrten Lebensmittels beschränkt. Eine Zutatenebene im Bereich der Modellvariable Lebensmittelzufuhr ermöglicht die Migration von Zusatzstoffen in zusammengesetzte

Lebensmittel. Zusammengesetzte Lebensmittel ohne primäre Kategorie im erweiterten Kategorisierungssystem werden so in die Expositionsschätzung einbezogen.

In den Ernährungstagebüchern genannte Produkte mit Markenbezeichnung wurden in die *Datenbank zum Vorkommen von Zusatzstoffen in Lebensmitteln* integriert und mit den Daten zur Lebensmittelzufuhr verknüpft. In sechs Kategorien (u. a. ‚Desserts‘, ‚Süßwaren‘ und ‚Getränke‘) liegen so für mehr als 50 % der zugeführten Lebensmittelmengen Daten zur Produktmarke vor. Die Berücksichtigung verzehrter Produkte mit Markenbezeichnung im Expositionsmodell der Stufe-2b führt bei acht Zusatzstoffen/ Zusatzstoffgruppen zur Reduzierung der Exposition der *High Consumer* unter den gesundheitsbasierten Grenzwert. Für Farbstoffe mit Höchstmengenbeschränkung wird eine mittlere Reduzierung der Expositionshöhe um 80 % gegenüber dem standardisierten Stufe-2-Modell festgestellt. Das Expositionsmodell der Stufe-2b ermöglicht so Zusatzstoffspezifisch eine quantitative Schätzung von Unsicherheit des standardisierten Stufe-2-Modells.

Die Exposition der *High Consumer* überschreitet auf Stufe-2b den gesundheitsbasierten Grenzwert von 17 Zusatzstoffen. Insbesondere Zusatzstoffe mit einer Zulassung in den Kategorien ‚Desserts‘ oder ‚Aromatisierte fermentierte Milchprodukte‘ und zusätzlich großem Verhältnis von gesetzlicher Höchstmenge zum ADI überschreiten den gesundheitsbasierten Grenzwert deutlich. Für fünf Zusatzstoffe/ Zusatzstoffgruppen kann aufgrund vorliegender Daten zu maximalen realen bzw. typischen Verwendungsmengen die Exposition mittels Stufe-3b-Modell geschätzt werden. Die ADI-Auslastung der *High Consumer* wird für Annatto/ Norbixin (E 160b), Lutein (E 161b) und Stearoyl-2-Lactylate (E 481 – E 482) auf 112 %, 113 % bzw. 200 % geschätzt. Die genutzten maximalen realen Einsatzmengen, die auf europäischer Ebene erhoben werden, können weiterführend durch typische oder produktspezifische Einsatzmengen ersetzt werden, um sich der tatsächlichen Exposition weiter anzunähern.

Die weiterführende Differenzierung der Altersgruppe der Kinder (3 – < 10 Jahre) in zwei Altersgruppen (3 – < 5 und 6 – < 10 Jahre) zeigt Unterschiede in den durchschnittlichen Expositionen beider Gruppen (z. B. Sulfite und Adipate) und reduziert so das Risiko für eine Unterschätzung der Exposition der *High Consumer* durch inhomogenes Aggregieren.

Entgegen der Annahme der EFSA, dass die Exposition von Kindern zwischen der von Kleinkindern und Erwachsenen liegt, zeigen Kinder dieser Stichprobe gegenüber

ausgewählten Zusatzstoffen höhere Expositionen als Kleinkinder, was darauf zurückgeführt werden kann, dass Individuen altersabhängig *High Consumer* bestimmter Lebensmittelgruppen sind.

## Kurzfassung

Kinder sind für die Risikobewertung aufgrund erhöhter Exposition und ausgeprägter Suszeptibilität eine vulnerable Bevölkerungsgruppe. Dieses Projekt schätzt deterministisch die Exposition von Säuglingen, Kleinkindern, Kindern und Jugendlichen gegenüber Lebensmittelzusatzstoffen.

Eine Datenbank verknüpft Daten zur Lebensmittelzufuhr mit Konzentrationsdaten von Zusatzstoffen, die einem Kategorisierungssystem, basierend auf der VO (EG) Nr. 1333/2008, zugeordnet sind. Die deutschen Studien VELs und EsKiMo erhoben mittels 2 x 3- bzw. 3-Tage-Wiege-/ Schätzprotokoll Verzehrdaten von 2034 Individuen (0,4 – < 12 Jahre). Der tatsächliche Einsatz von Zusatzstoffen in Markenprodukten bildet die Grundlage für ein Stufe-2b-Modell, das eine Exposition auf die im Zutatenverzeichnis deklarierten Zusatzstoffe des Lebensmittels beschränkt.

Die Exposition der *High Consumer* überschreitet auf Stufe-2b den gesundheitsbasierten Grenzwert von 17 Zusatzstoffen. Ein Expositionsmodell unter Berücksichtigung maximaler realer oder typischer Verwendungsmengen (Stufe-3b) zeigt für Annatto, Lutein und Stearoyl-2-Lactylate eine Überschreitung des ADI.

VELs und EsKiMo bilden eine valide Basis für die Expositionsschätzung gegenüber Zusatzstoffen. Ein Stufe-2b-Modell reduziert die Expositionen gegenüber einer standardisierten Stufe-2 deutlich. Die Altersgruppe der Kleinkinder (1 – < 3 Jahre) zeigt vorrangig, aber nicht gegenüber allen Zusatzstoffen, die höchste durchschnittliche Exposition.

**Abstract**

With respect to food additive exposure, the EFSA emphasized that children are the most vulnerable group in the population. Due to a lack of information on food additive intake among German population, the study estimates dietary exposure to food additives in German infants, toddlers, children and adolescents.

A database was created, including two recent dietary surveys (VELS and EsKiMo), which linked concentration data of food additives to a categorization system based on Council Regulation (EC) No. 1333/2008. Dietary surveys were conducted in 2001/02 and 2006 and use one or two 3-day food records to provide consumption data for 2,034 infants, toddlers, children and adolescents aged 0.4 to 11 years. By using occurrence data of food additives in foods, a tier-2b approach was enabled to reduce uncertainties in regular tier-2 estimates.

Exposure of high consumers with tier-2b estimates exceeded the ADIs of 17 food additives/additives groups. Considering occurrence data in exposure assessment clearly reduces exposure to food additives. Tier-3b estimates for Norbixin, Lutein and Stearoyl-2-lactylates showed that high consumers exceeded the ADI.

VELS and EsKiMo are a valid basis for estimating food additive exposure and are in line with EFSA recommendations for dietary exposure assessment. A tier-2b approach reflects a more realistic estimation of food additive intake and led to a reduction of exposure to some food additives under health-based threshold values. Toddlers are in generally the age group with the highest exposure – but not to food colors and sweeteners.

*Keywords: exposure; food additive; intake estimation; tiered approach; exposure assessment; children; toddlers; infants; Germany*

## Literaturverzeichnis

ARCELLA D.; SOGGIU M. E.; LECLERCQ C.: *Probabilistic modelling of human exposure to intense sweeteners in Italian teenagers: validation and sensitivity analysis of a probabilistic model including indicators of market share and brand loyalty*. Food Addit Contam 20 Suppl 1(1): S73-86, 2003.

ATSDR (AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY): *Glossary of Terms*. URL <http://www.atsdr.cdc.gov/glossary.html> - Aktualisierungsdatum: 01/01/2009.

BARANOWSKI T.: *24-Hour Recall and Diet Record Methods*. In: Willet W.: *Nutritional Epidemiology*. Third Edition. New York: Oxford University Press, 2013.

BARTSCH H.; OHSHIMA H.; PIGNATELLI B.; CALMELS S.: *Human exposure to endogenous N-nitroso compounds: quantitative estimates in subjects at high risk for cancer of the oral cavity, oesophagus, stomach and urinary bladder*. Cancer Surv 8(2): 335-362, 1989.

BATEMAN B.; WARNER J. O.; HUTCHINSON E.; DEAN T.; ROWLANDSON P.; GANT C.; GRUNDY J.; FITZGERALD C.; STEVENSON J.: *The effects of a double blind, placebo controlled, artificial food colourings and benzoate preservative challenge on hyperactivity in a general population sample of preschool children*. Arch Dis Child 89(6): 506-511, 2004.

BAUCH A.; MENSINK G. B. M.; VOHMANN C.; STAHL A.; FISCHER J.; KOHLER S.; SIX J.; HESEKER H.: *EsKiMo - Die Ernährungsstudie bei Kindern und Jugendlichen*. Ernährungsumschau 53(10): 380-385, 2006.

BEMRAH N.; VIN K.; SIROT V.; AGUILAR F.; LADRAT A. C.; DUCASSE C.; GEY J. L.; RÉTHO C.; NOUGADERE A.; LEBLANC J.-C.: *Assessment of dietary exposure to annatto (E160b), nitrites (E249-250), sulphites (E220-228) and tartaric acid (E334) in the French population: the second French total diet study*. Food Addit Contam Part A 29(6): 875-885, 2012.

BERNARD D. T.; BHAT R.; FORAN J.; HATHAWAY S. C.; HAYASHI Y.; MARASAS W. F.; MCKONE T. E.; MILLER S. A.; G. REYES F.; SCHEUPLEIN R. ET AL.: *Application of Risk Analysis to Food Standard Issues*. WHO: Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation (WHO/FNU/FOS/95.3). Geneva, 1995.

BERNTSEN R.: *Dynamik in der Einkommensverteilung privater Haushalte: Eine empirische Längsschnittanalyse für die Bundesrepublik Deutschland (Forschungsberichte aus dem SFB 3)*. 1. Aufl. Frankfurt: Campus-Verlag, 1992.

BFR (BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG): *Hinweise auf eine mögliche Bildung von Benzol aus Benzoesäure in Lebensmitteln*. Bundesinstitut für Risikobewertung: Stellungnahme Nr. 013/2006. Berlin, 2005.

BLACK A. E.: *The sensitivity and specificity of the Goldberg cut-off for EI:BMR for identifying diet reports of poor validity*. Eur J Clin Nutr 54(5): 395-404, 2000.

- BLAND M.: *How should I calculate a within-subject coefficient of variation?* URL <http://www-users.york.ac.uk/~mb55/meas/cv.htm> - Aktualisierungsdatum: 16/10/2006.
- BRINKMANN B.: *Azofarbstoffe in ausgewählten Lebensmitteln*. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL): Berichte zur Lebensmittelsicherheit - Bundesweiter Überwachungsplan 2012. Basel: Fachverlagsgruppe Springer Science+BusinessMedia, 2013.
- BUZZARD M.: *24-Hour Dietary Recall and Food Record Methods*. In: Willet W.: *Nutritional Epidemiology*. 2. Aufl. 30. Aktualisierung. New York: Oxford University Press, 1998.
- BZGA (BUNDESZENTRALE FÜR GESUNDHEITLICHE AUFKLÄRUNG): *Alkoholkonsum der Jugendlichen in Deutschland 2004 bis 2007 - Ergebnisse der Repräsentativbefragungen der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung*. Köln, 2007.
- CAO X. L.; CASEY V.: *Improved method for the determination of benzene in soft drinks at sub-ppb levels*. Food Addit Contam Part A 25(4): 401-405, 2008.
- CARRINGTON C. D.; BOLGER P. M.: *The limits of regulatory toxicology*. Toxicol Appl Pharmacol 243(2): 191-197, 2010.
- CCFA (CODEX COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES): *Recommendations for provisions for aluminium containing food additives of the GSFA*. FAO/WHO: Joint FAO/WHO Food Standards Programme (CX/FA 13/45/8). Beijing, 2013.
- COLE T. J.: *The LMS method for constructing normalized growth standards*. Eur J Clin Nutr 44(1): 45-60, 1990.
- CONOVER W. J.: *Practical Nonparametric Statistics*. 2. Aufl. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1980.
- COUNIL E.; VERGER P.; VOLATIER J. L.: *Fitness-for-purpose of dietary survey duration: a case-study with the assessment of exposure to ochratoxin A*. Food Chem Toxicol 44(4): 499-509, 2006.
- DAY N. E.; WONG M. Y.; BINGHAM S.; KHAW K. T.; LUBEN R.; MICHELS K. B.; WELCH A.; WAREHAM N. J.: *Correlated measurement error—implications for nutritional epidemiology*. Int J Epidemiol 33(6): 1373-1381, 2004.
- DIFE (DEPARTMENT OF EPIDEMIOLOGY OF THE GERMAN INSTITUTE OF HUMAN NUTRITION POTSDAM-REHBRÜCKE): *The Multiple Source Method (MSM)*. URL <https://msm.dife.de> - Aktualisierungsdatum: 20/02/2012.



DIRECTORATE-GENERAL HEALTH AND CONSUMER PROTECTION: *Assessment of the dietary exposure to arsenic, cadmium, lead and mercury of the population of the EU Member States*. European Commission: Reports on tasks for scientific cooperation (SCOOP Task 3.2.11). Brussel, 2004.

DUSEMUND B.; GILBERT J.; GOTT D.; KENIGSWALD H.; KÖNIG J.; LAMBRÉ C.; LEBLANC J.-C.; MORTENSEN A.; TOBBACK P.: *Food additives and nutrient sources added to food: developments since the creation of EFSA*. EFSA Journal 10(10): s1006, 2012.

EC (EUROPEAN COMMISSION): *White Paper on Food Safety*. European Commission: White Papers (COM(1999) 719 final). Brussel: Publications Office of the European Union, 2000.

EC (EUROPEAN COMMISSION): *Dietary Food Additive Intake in the European Union*. European Commission: Report from the Commission (COM(2001) 542 final). Brussel, 2001.

EFCOSUM GROUP: *European Food Consumption Survey Method*. TNO Nutrition and Food Research: Final report (TNO report V3766). AJ Zeist, 2001.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Guidance of the Scientific Committee on a request from EFSA related to Uncertainties in Dietary Exposure Assessment*. EFSA Journal 438: 1-54, 2006.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Neotame as a sweetener and flavour enhancer*. EFSA Journal 5(11): 581, 2007.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Guidance Document for the use of the Concise European Food Consumption Database in Exposure Assessment*. EFSA: Guidance Documents (EFSA/DATEX/2008/01). Parma, 2008.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Scientific Opinion on the use of natamycin (E 235) as a food additive*. EFSA Journal 7(12): 1412, 2009a.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Use of the benchmark dose approach in risk assessment - Guidance of the Scientific Committee*. EFSA Journal 7(6): 1150, 2009b.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *General principles for the collection of national food consumption data in the view of a pan-European dietary survey*. EFSA Journal 27(12): 1435-1486, 2009c.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Statement on nitrites in meat products*. EFSA Journal 8(5): 1538, 2010a.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Scientific Opinion on the re-evaluation of lutein (E 161b) as a food additive*. EFSA Journal 8(7): 1678, 2010b.

- EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive*. EFSA Journal 8(4): 1537, 2010c.
- EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Scientific Opinion on the safety of Glycerol Esters of Tall Oil Rosin for the proposed uses as a food additive*. EFSA Journal 9(5): 2141, 2011a.
- EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Overview of the procedures currently used at EFSA for the assessment of dietary exposure to different chemical substances*. EFSA Journal 9(12): 2490, 2011b.
- EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Use of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database in Exposure Assessment*. EFSA Journal 9(3): 2097, 2011c.
- EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Revised exposure assessment for steviol glycosides for the proposed uses as a food additive*. EFSA Journal 9(1): 1972, 2011d.
- EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Evaluation of the FoodEx, the food classification system applied to the development of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database*. EFSA Journal 9(3): 1970, 2011e.
- EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Scientific Opinion on the re-evaluation of butylated hydroxyanisole – BHA (E 320) as a food additive*. EFSA Journal 9(10): 2392, 2011f.
- EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Statement on the safety assessment of the exposure to butylated hydroxyanisole E 320 (BHA) by applying a new exposure assessment methodology*. EFSA Journal 10(7): 2759, 2012a.
- EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Neubewertung von Aspartam bis Mai 2013 verlängert*. URL <http://www.efsa.europa.eu/de/press/news/120807a.htm> - Aktualisierungsdatum: 07/08/2012.
- EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Guidance for submission for food additive evaluations*. EFSA Journal 10(7): 2760, 2012c.
- EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Scientific Opinion on the re-evaluation of butylated hydroxytoluene BHT (E 321) as a food additive*. EFSA Journal 10(3): 2588, 2012d.
- EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Scientific Opinion on the exposure assessment of sucrose esters of fatty acids (E 473) from its use as food additive*. EFSA Journal 10(5): 2658, 2012e.
- EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Guidance on selected default values to be used by the EFSA Scientific Committee, Scientific Panels and Units in the absence of actual measured data*. EFSA Journal 10(3): 2579, 2012f.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Refined exposure assessment for amaranth (E 123)*. EFSA Journal 11(10): 3442, 2013a.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Statement on the exposure assessment of sodium stearoyl-2-lactylate and calcium stearoyl-2-lactylate including exposure resulting from extension of the authorisation of sodium stearoyl-2-lactylates*. EFSA Journal 11(3): 3125, 2013b.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Statement on Allura Red AC and other sulphonated mono azo dyes authorised as food and feed additives*. EFSA Journal 11(6): 3234, 2013c.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Dietary exposure to aluminium-containing food additives*. EFSA: Supporting Publications 2013 (EN-411). Parma, 2013d.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Specific food consumption data for applicants*. URL <http://www.efsa.europa.eu/de/datexfooddb/datexfooddbspecificdata.htm> - Aktualisierungsdatum: 25/07/2013.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Scientific Opinion on the re-evaluation of boric acid (E 284) and sodium tetraborate (borax) (E 285) as food additives*. EFSA Journal 11(10): 3407, 2013f.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Assessment of one published review on health risks associated with phosphate additives in food*. EFSA Journal 11(11): 3444, 2013g.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Scientific Opinion on the re-evaluation of aspartame (E 951) as a food additive*. EFSA Journal 11(12): 3496, 2013h.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Scientific Opinion on the re-evaluation of hexamethylene tetramine (E 239) as a food additive*. EFSA Journal 12(6): 3696, 2014a.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Scientific Opinion on the re-evaluation of propyl gallate (E 310) as a food additive*. EFSA Journal 12(4): 3642, 2014b.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Scientific Opinion on the reconsideration of the ADI and a refined exposure assessment of  $\beta$ -apo-8'-carotenal (E 160e)*. EFSA Journal 12(1): 3492, 2014c.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Scientific Opinion on the revised exposure assessment of steviol glycosides (E 960) for the proposed uses as a food additive*. EFSA Journal 12(5): 3639, 2014d.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): *Statement on a conceptual framework for the risk assessment of certain food additives re-evaluated under Commission Regulation (EU) No 257/2010*. EFSA Journal 12(6): 3697, 2014e.

EIGENMANN P. A.; HAENGGELI C. A.: *Food colourings and preservatives—allergy and hyperactivity*. Lancet 364(9437): 823-824, 2004.

FAO/WHO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/WORLD HEALTH ORGANIZATION): *Dietary exposure assessment of chemicals in food*. FAO/WHO: Report of a Joint FAO/WHO Consultation (WA 701). Annapolis, 2005.

FEINGOLD B. F.: *Hyperkinesia and learning disabilities linked to artificial food flavors and colors*. Am J Nurs 75(5): 797-803, 1975.

GOLDBERG G. R.; BLACK A. E.; JEBB S. A.; COLE T. J.; MURGATROYD P. R.; COWARD W. A.; PRENTICE A. M.: *Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording*. Eur J Clin Nutr 45(12): 569-581, 1991.

GUNDERT-REMY U.: *Beachtung empfindlicher Personengruppen*. In: Reichl F.-X.; Schwenk M.: *Regulatorische Toxikologie - Gesundheitsschutz Umweltschutz Verbraucherschutz*. 1. Aufl. Heidelberg: Springer-Verlag, 2004.

GUNDERT-REMY U.: *Health-Based Threshold ADI Versus MOS in Toxicology*. In: Reichl F.-X.; Schwenk M.: *Regulatory Toxicology*. Volume 1. Berlin: Springer Verlag, 2014.

GÜRTLER R.: *Risk Assessment of Food Additives*. In: Reichl F.-X.; Schwenk M.: *Regulatory Toxicology*. Volume 2. Berlin: Springer Verlag, 2014.

HARTMAN A. M.; BROWN C. C.; PALMGREN J.; PIETINEN P.; VERKASALO M.; MYER D.; VIRTAMO J.: *Variability in nutrient and food intakes among older middle-aged men. Implications for design of epidemiologic and validation studies using food recording*. Am J Epidemiol 132(5): 999-1012, 1990.

HEINEMEYER G.: *Exposure Scenarios in Toxicology*. In: Reichl F.-X.; Schwenk M.: *Regulatory Toxicology*. Volume 1. Berlin: Springer Verlag, 2014.

HESEKER H.; MENSINK G. B. M.; RICHTER A.; STAHL A.; VOHMANN C.: *Lebensmittelverzehr und Nährstoffzufuhr im Kindes- und Jugendalter - Ergebnisse aus den beiden bundesweit durchgeführten Ernährungsstudien VELS und EsKiMo*. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.: Ernährungsbericht (2008). Meckenheim: DGE-MedienService, 2008.

HOFFMANN K.; BOEING H.; DUFOUR A.; VOLATIER J. L.; TELMAN J.; VIRTANEN M.; BECKER W.; DE HENAUW S.: *Estimating the distribution of usual dietary intake by short-term measurements*. Eur J Clin Nutr 56 Suppl 2(2): S53-62, 2002.

HUYBRECHTS I.; SIOEN I.; BOON P. E.; DE NEVE M.; AMIANO P.; ARGANINI C.; BOWER E.; BUSK L.; CHRISTENSEN T.; HILBIG A. ET AL.: *Long-term dietary exposure to different food colours in young children living in different European countries*. EXPOCHI-Consortium: Scientific Report (EFSA-Q-2010-00787). European Food Safety Authority, 2010.

IARC (INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER): *A Review of Human Carcinogens - Chemical Agents and Related Occupations*. WHO: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (100 F). Lyon, 2012.

IHCP (INSTITUTE FOR HEALTH AND CONSUMER PROTECTION): *Technical Guidance Document on Risk Assessment - in Support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for New Notified Substances and Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for Existing Substances, Part 1*. European Commission Joint Research Centre: Technical Guidance Document (Part I). Ispra (I), 2003.

IPCS (INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY): *Food consumption and exposure assessment of chemicals*. FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization): Report of a Joint FAO/WHO Consultation (WHO/FSF/FOS/97.5). Geneva, 1997.

IPCS (INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY): *IPCS/OECD Key Generic Terms used in Chemical Hazard/Risk Assessment*. In: *IPCS Risk Assessment Terminology*. WHO (World Health Organization): Harmonization Project Document (No. 1). Geneva, 2004a.

IPCS (INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY): *IPCS Glossary of Key Exposure Assessment Terminology*. In: *IPCS Risk Assessment Terminology*. WHO (World Health Organization): Harmonization Project Document (No. 1). Geneva, 2004b.

IPCS (INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY): *Principles for evaluating health risks in children associated with exposure to chemicals*. FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization): Environmental Health Criteria (237). Geneva, 2006.

IPCS (INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY): *Guidance Document on Characterizing and Communicating Uncertainty in Exposure Assessment*. WHO: IPCS Harmonization Project (No. 6). Geneva, 2008.

IPCS (INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY): *Principles and Methods for the Risk Assessment of Chemicals in Food - 6. Dietary Exposure Assessment of Chemicals in Food*. FAO/WHO: Environmental Health Criteria (240). Stuttgart, 2009.

IPCS (INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY) *Principles for the Safety Assessment of Food Additives and Contaminants in Foods*. FAO/WHO: Environmental Health Criteria (70). Geneva, 1987.

IRELAND J. D.; MØLLER A.: *Review of International Food Classification and Description*. J Food Compos Anal 13(4): 529-538, 2000.

- JAKSZYN P.; BINGHAM S.; PERA G.; AGUDO A.; LUBEN R.; WELCH A.; BOEING H.; DEL GIUDICE G.; PALLI D.; SAEVA C. ET AL.: *Endogenous versus exogenous exposure to N-nitroso compounds and gastric cancer risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC-EURGAST) study*. *Carcinogenesis* 27(7): 1497-1501, 2006.
- JAKSZYN P.; GONZALEZ C. A.: *Nitrosamine and related food intake and gastric and oesophageal cancer risk: a systematic review of the epidemiological evidence*. *World J Gastroenterol* 12(27): 4296-4303, 2006.
- JÖCKEL K.-H.; BABITSCH B.; BELLACH B.-M.; BLOOMFIELD K.; HOFFMEYER-ZLOTNIK J.; WINKLER J.; WOLF C.: *Messung und Quantifizierung soziographischer Merkmale in epidemiologischen Studien*. Ahrens W.; Bellach B.-M.; Jöckel K.-H.: RKI-Schrift (1/98). München: Verlag MMV Medizin, 1998.
- KESZEI A. P.; GOLDBOHN R. A.; SCHOUTEN L. J.; JAKSZYN P.; VAN DEN BRANDT P. A.: *Dietary N-nitroso compounds, endogenous nitrosation, and the risk of esophageal and gastric cancer subtypes in the Netherlands Cohort Study*. *Am J Clin Nutr* 97(1): 135-146, 2013.
- KONIEZKA R.; SCHNEIDER K.: *Extrapolations- und Sicherheitsfaktoren*. In: Reichl F.-X.; Schwenk M.: *Regulatorische Toxikologie - Gesundheitsschutz Umweltschutz Verbraucherschutz*. 1. Aufl. Heidelberg: Springer-Verlag, 2004.
- KOTLER P.; ARMSTRONG G.; WONG V.; SAUNDERS J.: *Grundlagen des Marketing*. München: Pearson Education Deutschland GmbH, 2011.
- KROES R.; MÜLLER D.; LAMBE J.; LÖWIK M. R.; VAN KLAVEREN J. D.; KLEINER J.; MASSEY R.; MAYER S.; URIETA I.; VERGER P. ET AL.: *Assessment of intake from the diet*. *Food Chem Toxicol* 40(2-3): 327-385, 2002.
- KROMEYER-HAUSCHILD K.; WABITSCH M.; KUNZE D.; GELLER F.; GEIß H. C.; HESSE V.; VON HIPPEL A.; JAEGER U.; JOHNSEN D.; KORTE W. ET AL.: *Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben*. *Monatsschr Kinderheilkd* 149(8): 807-818, 2001.
- KUHNERT P.: *Stoffbeschreibungen*. In: Kuhnert P.; Muermann B.: *Handbuch Lebensmittelzusatzstoffe*. 72. Aktualisierung. Hamburg: Behr's Verlag GmbH & Co. KG, 2011.
- KURTH B.-M.; SCHAFFRATH ROSARIO A.: *Die Verbreitung von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland*. *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz* 50(5/6): 736-743, 2007.
- KUSHI L. H.: *Gaps in epidemiologic research methods: design considerations for studies that use food-frequency questionnaires*. *Am J Clin Nutr* 59(1 Suppl): 180S-184S, 1994.

- LAMBE J.; KEARNEY J.: *The influence of survey duration on estimates of food intakes--relevance for food-based dietary guidelines*. Br J Nutr 81 Suppl 2(2): S139-142, 1999.
- LARSSON K.; DARNERUD P. O.; ILBÄCK N. G.; MERINO L.: *Estimated dietary intake of nitrite and nitrate in Swedish children*. Food Addit Contam Part A 28(5): 659-666, 2011.
- LECLERCQ C.; ARCELLA D.; LE DONNE C.; PICCINELLI R.; SETTE S.; SOGGIU M. E.: *Stochastic modelling of human exposure to food chemicals and nutrients within the "Montecarlo" project: an exploration of the influence of brand loyalty and market share on intake estimates of intense sweeteners from sugar-free soft drinks*. Toxicol Lett 140-141: 443-457, 2003.
- LETH T.; CHRISTENSEN T.; LARSEN I. K.: *Estimated intake of benzoic and sorbic acids in Denmark*. Food Addit Contam Part A 27(6): 783-792, 2010.
- LÖWIK M. R.; HULSHOF K. F.; BRUSSAARD J. H.; KISTEMAKER C.: *Dependence of dietary intake estimates on the time frame of assessment*. Regul Toxicol Pharmacol 30(2): S48-56, 1999.
- MCCANN D.; BARRETT A.; COOPER A.; CRUMPLER D.; DALEN L.; GRIMSHAW K.; KITCHIN E.; LOK K.; PORTEOUS L.; PRINCE E. ET AL.: *Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo-controlled trial*. Lancet 370(9598): 1560-1567, 2007.
- MEIXNER O.: *Variety Seeking Behaviour - ein kausales Erklärungsmodell zum Markenwechselerhalten der Konsumenten im Lebensmittelbereich*. In: Darnhofer I.; Penker M.; Wyrzens K. H.: *Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie*. Band 10 Aufl. Wien: Facultas Verlags- und Buchhandel AG, 2005.
- MENSINK G. B. M.; HESEKER H.; RICHTER A.; STAHL A.; VOHMANN C.: *Ernährungsstudie als KiGGS-Modul (EsKiMo)*. Forschungsbericht. Berlin: Institut Robert Koch, 2007.
- MERTEN C.; FERRARI P.; BAKKER M.; BOSS A.; HEARTY A.; LECLERCQ C.; LINDTNER O.; TLUSTOS C.; VERGER P.; VOLATIER J. L. ET AL.: *Methodological characteristics of the national dietary surveys carried out in the European Union as included in the European Food Safety Authority (EFSA) Comprehensive European Food Consumption Database*. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess 28(8): 975-995, 2011.
- MISCHEK D.; KRAPPENBAUER-CERMAK C.: *Exposure assessment of food preservatives (sulphites, benzoic and sorbic acid) in Austria*. Food Addit Contam Part A 29(3): 371-382, 2012.
- NEUHAUSER H.; SCHIENKIEWITZ A.; SCHAFFRATH ROSARIO A.; DORTSCHY R.; KURTH B.-M.: *Referenzperzentile für anthropometrische Maßzahlen und Blutdruck aus der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS)*. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes (2. erweiterte Auflage). Berlin, 2013.

- DE NEVE M.; SIOEN I.; BOON P. E.; ARGANINI C.; MOSCHANDREAS J.; RUPRICH J.; LAFAY L.; AMIANO P.; ARCELLA D.; AZPIRI M. ET AL.: *Harmonisation of food categorisation systems for dietary exposure assessments among European children*. Food Addit Contam Part A 27(12): 1639-1651, 2010.
- NIELSEN S. B.; MONTGOMERY C.; KELLY L. A.; JACKSON D. M.; REILLY J. J.: *Energy intake variability in free-living young children*. Arch Dis Child 93(11): 971-973, 2008.
- PALANIAPPAN U.; CUE R. I.; PAYETTE H.; GRAY-DONALD K.: *Implications of day-to-day variability on measurements of usual food and nutrient intakes*. J Nutr 133(1): 232-235, 2003.
- RAVUSSIN E.; BURNAND B.; SCHUTZ Y.; JEQUIER E.: *Twenty-four-hour energy expenditure and resting metabolic rate in obese, moderately obese, and control subjects*. Am J Clin Nutr 35(3): 566-573, 1982.
- RISIKOKOMMISSION: *ad hoc-Kommission "Neuordnung der Verfahren und Strukturen zur Risikobewertung und Standardsetzung im gesundheitlichen Umweltschutz der Bundesrepublik Deutschland"*. Bundesamt für Strahlenschutz: Abschlussbericht der Risikokommission. Limbach: Druck- und Verlag GmbH, 2003.
- RITZ E.; HAHN K.; KETTELER M.; KUHLMANN M. K.; MANN J.: *Phosphate additives in food—a health risk*. Dtsch Arztebl Int 109(4): 49-55, 2012.
- SCF (SCIENTIFIC COMMITTEE FOR FOOD): *Report of the Scientific Committee for Food on Emulsifiers, Stabilizers, Thickeners and Gelling Agents*. Scientific Committee for Food: Reports of the Scientific Committee for Food (7th series). Luxembourg: European Commission, 1978.
- SCF (SCIENTIFIC COMMITTEE FOR FOOD): *Guidelines for the Safety Assessment of Food Additives*. Scientific Committee for Food: Reports of the Scientific Committee for Food (10th Series). Luxembourg: European Commission, 1980.
- SCF (SCIENTIFIC COMMITTEE FOR FOOD): *Sweeteners*. Scientific Committee for Food: Reports of the Scientific Committee for Food (21st Series). Luxembourg: European Commission, 1989.
- SCF (SCIENTIFIC COMMITTEE FOR FOOD): *First series of food additives of various technological functions*. Scientific Committee for Food: Reports of the Scientific Committee for Food (25th series). Brussel: European Commission, 1991.
- SCF (SCIENTIFIC COMMITTEE FOR FOOD): *Opinions of the Scientific Committee for Food on: Nitrates and Nitrite*. Food Scientific Committee for: Reports of the Scientific Committee for Food (38th series). Brussel: European Commission, 1997.



- SCF (SCIENTIFIC COMMITTEE ON FOOD): *Opinion of the Scientific Committee on Food on the applicability of the ADI (Acceptable Daily Intake) for food additives to infants (expressed on 17/09/1998)*. URL [http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out13\\_en.html](http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out13_en.html) - Aktualisierungsdatum: 07/04/2014.
- SCF (SCIENTIFIC COMMITTEE ON FOOD): *Guidance on Submissions for Food Additive Evaluations*. Scientific Committee on Food: Guidance (SCF/CS/ADD/GEN/26 Final). Brüssel: European Commission, 2001.
- SCHAFFRATH ROSARIO A.; KURTH B. M.; STOLZENBERG H.; ELLERT U.; NEUHAUSER H.: *Body mass index percentiles for children and adolescents in Germany based on a nationally representative sample (KiGGS 2003-2006)*. Eur J Clin Nutr 64(4): 341-349, 2010.
- SCHÜMANN M.; HALUK Ö.; ZENIÉ A.: *Uncertainty analysis in Exposure Assessment. Relevance for Regulatory Toxicology*. In: Reichl F.-X.; Schwenk M.: *Regulatory Toxicology*. Volume 2. Berlin: Springer Verlag, 2014.
- SHIMADA C.; KANO K.; SASAKI Y. F.; SATO I.; TSUDUA S.: *Differential colon DNA damage induced by azo food additives between rats and mice*. J Toxicol Sci 35(4): 547-554, 2010.
- SPEIJERS G. J. A. ; VAN DEN BRANDT P. A. : *Nitrite (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds)*. WHO: Food Additives Series (50). Geneva, 2003.
- STALLONES R. A.; CORN M. ; CRUMP K. S.; DAVIES J. C.; DOLE V. P.; GREENWOOD T. R. I.; MERRILL R. A. ; MIRER F. E.; NORTH D. W. ; OMENN G. S. ET AL.: *Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process*. Report Review Committee (Members of the National Academy of Sciences, the National Academy of Engineering and the Institute of Medicine). Washington, D.C.: National Academy Press, 1983.
- STEINBRENNER N.; LÖBELL-BEHREND S.; REUSCH H.; KUBALLA T.; LACHENMEIER D.: *Benzol in Lebensmitteln – ein Überblick*. J Verbr Lebensm 5(3-4): 443-452, 2010.
- STIEB I.; HAYN D.: *Ernährungsstile im Alltag - Ergebnisse einer repräsentativen Untersuchung*. Ökoforum Forschungverbund: Ernährungswende-Diskussionspapiere (Nr. 5). Frankfurt/M., 2005.
- TAMME T.; REINIK M.; PÜSSA T.; ROASTO M.; MEREMÄE K.; KIIS A.: *Dynamics of nitrate and nitrite content during storage of home-made and small-scale industrially produced raw vegetable juices and their dietary intake*. Food Addit Contam Part A 27(4): 487-495, 2010.
- TARASUK V.; BEATON G. H.: *Statistical estimation of dietary parameters: implications of patterns in within-subject variation—a case study of sampling strategies*. Am J Clin Nutr 55(1): 22-27, 1992.
- TENNANT D. R.; O'CALLAGHAN M.: *Survey of usage and estimated intakes of annatto extracts*. Food Res Int 38(8-9): 911-917, 2005.

- TRICKER A. R.: *N-nitroso compounds and man: sources of exposure, endogenous formation and occurrence in body fluids*. Eur J Cancer Prev 6(3): 226-268, 1997.
- TROLLE E.; AMIANO P.; EGE M.; BOWER E.; LIORET S.; BRANTS H.; KAIC-RAK A.; DE BOER E. J.; ANDERSEN L. F.: *Feasibility of repeated 24-h dietary recalls combined with a food-recording booklet, using EPIC-Soft, among preschoolers*. Eur J Clin Nutr 65 Suppl 1(1): S84-86, 2011.
- WALTHALL K.; CAPPON G. D.; HURTT M. E.; ZOETIS T.: *Postnatal development of the gastrointestinal system: a species comparison*. Birth Defects Res B Dev Reprod Toxicol 74(2): 132-156, 2005.
- WANG M.; CHENG G.; KHARIWALA S. S.; BANDYOPADHYAY D.; VILLALTA P. W.; BALBO S.; HECHT S. S.: *Evidence for endogenous formation of the hepatocarcinogen N-nitrosodihydrouracil in rats treated with dihydrouracil and sodium nitrite: a potential source of human hepatic DNA carboxyethylation*. Chem Biol Interact 206(1): 83-89, 2013.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION): *General principles governing the use of food additives - First Report of the Joint WHO/FAO Expert Committee on Food Additives*. WHO: Technical Report Series (129). Geneva, 1957.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION): *Evaluation of certain food additives - 26th report of the JECFA*. WHO: Technical Report Series (683). Geneva, 1982.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION): *Toxicological Evaluation of certain Food Additives and Contaminants - 44th report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*. WHO: Technical Report Series (859). Geneva, 1995.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION): *Guidelines for the preparation of working papers on intake of food additives for the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: JECFA guidelines for the preparation of toxicological working papers (1st Edition). Geneva, 2001.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION): *Evaluation of certain food additives - 59th report of the JECFA*. WHO: Technical Report Series (913). Geneva, 2002.
- WILLET W.: *Nature of Variation in Diet*. In: Willet W.: *Nutritional Epidemiology*. Third Edition. New York: Oxford University Press, 2013.
- WOLF C.: *Sozio-ökonomischer Status und berufliches Prestige: Ein kleines Kompendium sozialwissenschaftlicher Skalen auf Basis der beruflichen Stellung und Tätigkeit*. ZUMA (Zentrum für Umfragen Methoden und Analysen): ZUMA Nachrichten (37). Neustadt/Weinstraße, 1995.
- YOUNES M.: *Toxikologische Risikoanalyse*. In: Reichl F.-X.; Schwenk M.: *Regulatorische Toxikologie - Gesundheitsschutz Umweltschutz Verbraucherschutz*. 1. Aufl. Heidelberg: Springer-Verlag, 2004.

YU C. W.; SUNG R. Y.; SO R.; LAM K.; NELSON E. A.; LI A. M.; YUAN Y.; LAM P. K.: *Energy expenditure and physical activity of obese children: cross-sectional study*. Hong Kong Med J 8(5): 313-317, 2002.

ZÖFEL P.: *Statistik verstehen - Ein Begleitbuch zur computergestützten Anwendung*. München: Addison Wesley Imprint in der Pearson Education Deutschland, 2000.

## Anhang

### A1 Zusatzstoffe

#### A1.1 ADI-Glossar

Not specified	ADI ist nicht notwendig, da Substanz laut Datenlage sehr geringe Toxizität besitzt; die Aufnahme der Substanz ist so gering, dass nach aktueller Datenlage keine Gesundheitsgefährdung angenommen wird
Not allocated (JECFA)	ADI aufgrund verschiedener Ursachen nicht vergeben (z. B. unzureichende Datenlage)
Not established (EFSA)	ADI aufgrund verschiedener Ursachen nicht vergeben (z. B. unzureichende Datenlage)
Acceptable	wenn die Anwendung selbstlimitierend ist oder die Anwendung (-smenge) toxikologisch irrelevant ist
Temporary ADI	Datenlage ist ausreichend, um die Substanz als sicher für eine kurze Periode anzusehen, aber nicht über die gesamte Lebenszeit
Not limited	frühere JECFA-Bezeichnung für "not specified"

#### A1.2 Abkürzungsverzeichnis von Zusatzstofffunktionen

Abk.	Funktion	Abk.	Funktion
A	Antioxidans	S	Säuerungsmittel
B	Backtriebmittel	Sm	Schaummittel
E	Emulgator	SR	Säureregulator
F	Farbstoff	SS	Schmelzsatz
Fe	Feuchthaltemittel	St	Stabilisator
Fst	Festigungsmittel	Sü	Süßungsmittel
Fü	Füllstoff	Sv	Schaumverhüter
G	Gelierungsmittel	TG	Treibgas
GAS	Packgas	Tr	Trennmittel
K	Konservierungsmittel	TS	Trägerstoff
L	Lösungsmittel	Ü	Überzugsmittel
M	Mehlbehandlungsmittel	V	Verdickungsmittel

#### A1.3 Zusatzstoffe ohne Anwendung

E-Nummer	Bezeichnung	Verwendung
E 161g	Canthaxanthin	no application
E 431	Polyoxyethylen-stearat (40)	no application
E 558	Bentonit	no application
E 1452	Stärkealuminiumoctenylsuccinat	no application
E 1519	Benzylalkohol	no application
E 1520	Propylenglycol (1,2-Propandiol)	no application

## A1.4 Zusatzstoffe ohne numerische Höchstmenge

	Bezeichnung	Funktion	Verwendungsbeschränkung
E 141	Kupferkomplexe der Chlorophylle und Chlorophylline	F	q.s.
E 172	Eisenoxide	F	q.s.
E 173	Aluminium	F	q.s.
E 174	Silber	F	q.s.
E 175	Gold	F	q.s.
E 337	Natrium-Kaliumtartrat	SR	q.s.
E 472e	Mono- und Diacetylweinsäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren	E	q.s.
E 472f	Gemischte Essig- und Weinsäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren	E	q.s.
E 570	Fettsäuren	Tr, Ü, TS	q.s.
E 905	Mikrokristalline Wachse	Ü	q.s.
E 939	Helium	Gas	q.s.

## A1.5 Zusatzstoffe ohne numerischen ADI

	Bezeichnung	Funktion	Status	Vergabe	Jahr
E 101	Riboflavine	F	not allocated	EFSA	2013
E 140	Chlorophylle und Chlorophylline	F	not established		1975
E 153	Pflanzkohle	F	not established	EFSA	2012
E 160a	Carotine	F	not established	EFSA	2012
E 160c	Paprikaextrakt/Capsanthin/Capsorubin	F	not allocated	JECFA	2008
E 162	Betanin (Betenrot)	F	not specified	JECFA	1987
E 163	Anthocyane	F	not established	EFSA	2013
E 170	Calciumcarbonat	F, SR	not specified	EFSA	2011
E 171	Titandioxid	F	not established	SCF	1977
E 180	Litholrubin BK	F	not established	EFSA	2010
E 242	Dimethyldicarbonat	K	acceptable	JECFA	1990
E 260	Essigsäure	S	not specified	SCF	1990
E 261	Kaliumacetat	SR	not specified	SCF	1990
E 262	Natriumacetat	SR, K	not specified	SCF	1990
E 263	Calciumacetat	SR	not specified	SCF	1990
E 270	Milchsäure	S, K	not specified	SCF	1990
E 280	Propionsäure	K	not limited	JECFA	1973
E 281	Natriumpropionat	K	not limited	JECFA	1973
E 282	Calciumpropionat	K	not limited	JECFA	1973
E 283	Kaliumpropionat	K	not limited	JECFA	1973
E 290	Kohlendioxid	Gas	acceptable as packaging gas	SCF	1990
E 296	Äpfelsäure	S	not specified	SCF	1990
E 300	Ascorbinsäure	A, S, M	not specified	JECFA	1981
E 301	Natriumascorbat	A, M	not specified	JECFA	1981
E 302	Calciumascorbat	A, M	not specified	JECFA	1981
E 322	Lecithin	E, A, St, M, Sv	not limited	JECFA	1973

	Bezeichnung	Funktion	Status	Vergabe	Jahr
E 325	Natriumlactat	SR, Fe	not specified	SCF	1990
E 326	Kaliumlactat	SR, Fe	not specified	SCF	1990
E 327	Calciumlactat	SR, Fe	not specified	SCF	1990
E 330	Zitronensäure	S, K	not specified	SCF	1990
E 331	Natriumcitrat	S, SR, SS, St	not specified	SCF	1990
E 332	Kaliumcitrat	S, SR, SS, St	not specified	SCF	1990
E 333	Calciumcitrat	S, SR, SS, St	not specified	SCF	1990
E 350	Natriummalat	SR	not specified	SCF	1990
E 351	Kaliummalat	SR	not specified	SCF	1990
E 352	Calciummalat	SR	not specified	SCF	1990
E 353	Meta-Weinsäure	S, St	acceptable for wine	SCF	1990
E 363	Bemsteinsäure	S	not specified	SCF	1990
E 380	Triammoniumcitrat	S, SR, SS, St	not specified	SCF	1990
E 392	Rosmarinextrakt	A	not allocated	EFSA	2008
E 400	Alginsäure	V, G, Ü	not specified	JECFA	1992
E 401	Natriumalginat	V, G, Ü	not specified	JECFA	1992
E 402	Kaliumalginat	V, G	not specified	JECFA	1992
E 403	Ammoniumalginat	V, G	not specified	JECFA	1992
E 404	Calciumalginat	V, G, Ü	not specified	JECFA	1992
E 406	Agar	V, G	not specified	SCF	1988
E 407	Carrageen	V, G	not specified	SCF	2001
E 407a	behandelte Eucheuma-Algen	V, G	not specified	SCF	2001
E 410	Johannisbrotkernmehl	V, G	not specified	JECFA	1981
E 412	Guarkernmehl	V, G	not specified	SCF	1978
E 413	Traganth	V, G	not specified	SCF	1988
E 414	Gummi arabicum	V, G, Ü	not specified	JECFA	1989
E 415	Xanthan	V, G	not specified	SCF	1990
E 417	Tara-Gummi	V, G	not specified	SCF	1990
E 418	Gellan	V, G, Ü	not specified	SCF	1990
E 420	Sorbit	Sü, Fü, Fe	acceptable	SCF	1984
E 421	Mannit	Sü, Fü, Tr	acceptable	SCF	1984
E 422	Glycerol	Sü, Fe	not specified	SCF	1981
E 425	Konjak	V, G, Fü	not specified	JECFA	1996
E 426	Sojabohnen-Polyose	St, Tr	acceptable	SCF	2003
E 427	Kassia gummi	V	not specified	JECFA	2009
E 440	Pektin	G, V, Ü	not specified	SCF	1978
E 460	Mikrokristalline Cellulose	St, Fü	not specified	SCF	1997
E 461	Methylcellulose	V, St, Fü	not specified	SCF	1992
E 462	Ethylcellulose	V, St, Fü	not specified	JECFA	1989
E 463	Hydroxypropylcellulose	V, St, Fü	not specified	SCF	1992
E 464	Hydroxypropylmethylcellulose	V, St, Fü	not specified	SCF	1992
E 465	Ethylmethylcellulose	V, St, Fü	not specified	SCF	1992
E 466	Carboxymethylcellulose	V, St, Fü	not specified	SCF	1992
E 468	quervernetzte Natriumcarboxymethylcellulose	Tr, Ü, Fü	not specified	JECFA	1989
E 469	Natriumcarboxymethylcellulose , enzymatisch hydrolysiert	Fü, Ü	not specified	JECFA	1989

	Bezeichnung	Funktion	Status	Vergabe	Jahr
E 470a	Natrium-, Kalium-, und Calciumsalze von Fettsäuren	E	not specified	JECFA	1988
E 470b	Magnesiumsalze von Fettsäuren	Tr, Ü	not specified	JECFA	1988
E 471	Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren	E	not limited	JECFA	1973
E 472a	Essigsäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren	E	not limited	JECFA	1973
E 472b	Milchsäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren	E	not limited	JECFA	1973
E 472c	Citronensäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren	E	not limited	JECFA	1973
E 472d	Weinsäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren	E	not specified	SCF	1978
E 500	Natriumcarbonate	SR, B	not specified	SCF	1990
E 501	Kaliumcarbonate	SR, B	not specified	SCF	1990
E 503	Ammoniumcarbonate	SR, B	not specified	SCF	1990
E 504	Magnesiumcarbonate	SR, B	not specified	SCF	1990
E 507	Salzsäure	S	not specified	SCF	1990
E 508	Kaliumchlorid	Gv, Fst	not limited	JECFA	1979
E 509	Calciumchlorid	Fst, Fe	not limited	SCF	1990
E 511	Magnesiumchlorid	Fe, St	not limited	JECFA	1979
E 513	Schwefelsäure	S	not specified	SCF	1990
E 514	Natriumsulfate	SR	not specified	SCF	1990
E 515	Kaliumsulfate	SR	not specified	SCF	1990
E 516	Calciumsulfat	SR	not specified	SCF	1990
E 517	Ammoniumsulfat	SR	not specified	SCF	1990
E 524	Natriumhydroxid	SR	not specified	SCF	1990
E 525	Kaliumhydroxid	SR	not specified	SCF	1990
E 526	Calciumhydroxid	SR	not specified	SCF	1990
E 527	Ammoniumhydroxid	SR	not specified	SCF	1990
E 528	Magnesiumhydroxid	SR	not specified	SCF	1990
E 529	Calciumoxid	SR	not specified	SCF	1990
E 530	Magnesiumoxid	SR	not limited	JECFA	1965
E 551	Siliciumdioxid	Tr, FÜ, V	not specified	SCF	1990
E 552	Calciumsilicat	Tr, FÜ	not specified	SCF	1990
E 553a	Magnesiumsilicat	Tr, FÜ	not specified	SCF	1990
E 553b	Talkum	Tr, FÜ	not specified	SCF	1990
E 574	Gluconsäure	S	not specified	JECFA	1998
E 575	Glucono-delta-Lacton	S	not specified	JECFA	1998
E 576	Natriumgluconat	SR, St	not specified	JECFA	1998
E 577	Kaliumgluconat	SR, St	not specified	JECFA	1998
E 578	Calciumgluconat	SR, St	not specified	JECFA	1998
E 586	4-Hexylresorcin	A	not established	EFSA	2014
E 620	Glutaminsäure	Gv	not specified	SCF	1990
E 621	Mononatriumglutamat	Gv	not specified	SCF	1990
E 622	Monokaliumglutamat	Gv	not specified	SCF	1990
E 623	Calciumdiglutamat	Gv	not specified	SCF	1990
E 624	Monoammoniumglutamat	Gv	not specified	SCF	1990
E 625	Magnesiumdiglutamat	Gv	not specified	SCF	1990
E 626	Guanylsäure	Gv	not specified	SCF	1990
E 627	Dinatriumguanylat	Gv	not specified	SCF	1990

	Bezeichnung	Funktion	Status	Vergabe	Jahr
E 628	Dikaliumguanylat	Gv	not specified	SCF	1990
E 629	Calciumguanylat	Gv	not specified	SCF	1990
E 630	Inosinsäure	Gv	not specified	SCF	1990
E 631	Dinatriuminosinat	Gv	not specified	SCF	1990
E 632	Dikaliuminosinat	Gv	not specified	SCF	1990
E 633	Calciuminosinat	Gv	not specified	SCF	1990
E 634	Calcium-5'-ribonucleotid	Gv	not specified	JECFA	1974
E 635	Dinatrium-5'-ribonucleotid	Gv	not specified	JECFA	1974
E 640	Glycin	Gv	acceptable	SCF	1990
E 901	Bienenwachs	Ü	no toxicological concern	JECFA	2005
E 902	Candelillawachs	Ü	no toxicological concern	JECFA	2005
E 903	Carnaubawachs	Ü	not established	EFSA	2012
E 904	Schellack	Ü	no toxicological concern	JECFA	1992
E 905	Mikrokristallines Wachs	Ü	not established	EFSA	2013
E 912	Montanwachse	Ü	not established	EFSA	2013
E 914	Polyethylenwachsoxidate	Ü	temporary acceptable	SCF	1990
E 920	L-Cystein	M	acceptable	SCF	1990
E 927b	Carbamid	Gv, Fe	acceptable to 45 mg/kg	JECFA	1965
E 938	Argon	Gas	acceptable as packaging gas	SCF	1990
E 941	Stickstoff	Gas	acceptable as packaging gas	SCF	1990
E 942	Distickstoffmonoxid	Gas	acceptable as packaging gas	SCF	1990
E 943a	Butan	TG	no toxicological concern	SCF	1999
E 943b	Isobutan	TG	no toxicological concern	SCF	1999
E 944	Propan	TG	no toxicological concern	SCF	1999
E 948	Sauerstoff	Gas	acceptable as packaging gas	SCF	1990
E 949	Wasserstoff	Gas	acceptable as packaging gas	SCF	1990
E 953	Isomalt	Sü, Fü	not specified	JECFA	1985
E 957	Thaumatococcus	Sü	not allocated	SCF	1989
E 964	Polyglycol-Sirup	Sü	not established	EFSA	2009
E 965	Maltit	Sü, Fe	acceptable	SCF	1984
E 966	Lactit	Sü	acceptable	SCF	1984
E 967	Xylit	Sü	acceptable	SCF	1984
E 968	Erythrit	Sü, Fü	not established	SCF	2003
E 1103	Invertase	Fe	acceptable	JECFA	2001
E 1105	Lysozym	K	acceptable	JECFA	1992
E 1200	Polydextrose	Fü, Fe	acceptable	SCF	1990
E 1201	Polyvinylpyrrolidon	St, Fü	acceptable	SCF	1990
E 1202	Polyvinylpolypyrrolidon	St, Ü	acceptable	SCF	1990
E 1204	Pullulan	G, V, Ü	not specified	JECFA	2011
E 1205	Basisches Methacrylat-Copolymer	Ü	not established	EFSA	2010
E 1206	Neutrales Methacrylat-Copolymer	Ü	not established	EFSA	2010
E 1207	Anionisches Methacrylat-Copolymer	Ü	not established	EFSA	2010
E 1208	Polyvinylpyrrolidon-Vinylacetat-Copolymer	Ü	established	EFSA	2010
E 1404	Oxidierter Stärke	V	not specified	JECFA	1982
E 1410	Monostärkephosphat	V, Ü	not specified	JECFA	1982



Bezeichnung	Funktion	Status	Vergabe	Jahr
E 1412 Distärkephosphat	V, Ü	not specified	JECFA	1982
E 1413 Phosphatiertes Distärkephosphat	V, Ü	not specified	JECFA	1982
E 1414 Acetyliertes Distärkephosphat	V, Ü	not specified	JECFA	2001
E 1420 Acetylierte Stärke	V, Ü	not specified	JECFA	2001
E 1422 Acetyliertes Distärkeadipat	V, Ü	not specified	JECFA	2001
E 1440 Hydroxypropylstärke	V, Ü	not specified	JECFA	1982
E 1442 Hydroxypropyl-distärkephosphat	V, Ü	not specified	JECFA	1982
E 1450 Stärkenatriumoctenylsuccinat	V, Ü	not specified	JECFA	1982
E 1451 Acetylierte oxidierte Stärke	V, Ü	not specified	JECFA	2001
E 1517 Glycerindiacetat (Diacetin)	TS	not specified	JECFA	1976
E 1518 Glycerintriacetat (Triacetin)	TS	not specified	JECFA	1975
E 1521 Polyethylenglykol	Tr, FÜ, Ü	acceptable	SCF	1994

## A1.6 Zusatzstoffe mit numerischem gesundheitsbasierten Grenzwert

Bezeichnung	Funktion	ADI / MTDI (mg·kg <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	Vergabe	Jahr	Zulassung
E 100 § Kurkumin	F	3	EFSA	2010	num. + q.s.
E 102 § Tartrazin	F	7.5	EFSA	2009	num. + q.s.
E 104 Chinolingelb	F	0.5	EFSA	2009	num.
E 110 Sunsetgelb FCF, Gelborange S	F	4	EFSA	2014	num.
E 120 § Cochenille, Karminsäure, Karmin	F	5	SCF	1981	num. + q.s.
E 122 § Azorubin, Carmoisin	F	4	EFSA	2009	num. + q.s.
E 123 Amaranth	F	0.15	EFSA	2010	num.
E 124 Ponceau 4R, Cochenillerot A	F	0.7	EFSA	2009	num.
E 127 Erythrosin	F	0.1	EFSA	2011	num.
E 129 § Allurarot AC	F	7	EFSA	2009	num. + q.s.
E 131 § Patentblau V	F	5	EFSA	2013	num. + q.s.
E 132 § Indigotin, Indigokarmin	F	5	SCF	1983	num. + q.s.
E 133 § Brilliantblau FCF	F	6	EFSA	2010	num. + q.s.
E 142 § Grün S	F	5	EFSA	2010	num. + q.s.
E 150a-d Zuckerkulöre	F	300	EFSA	2011	q.s.
E 151 § Brillantschwarz BN, Schwarz PN	F	5	EFSA	2010	num. + q.s.
E 155 § Braun HT	F	1.5	EFSA	2010	num. + q.s.
E 160b Annatto	F	0.06	SCF	1979	num.
E 160d Lycopin	F	0.5	EFSA	2008	num. + q.s.
E 160e § Beta-apo-8'-carotenal	F	0.3	EFSA	2014	num. + q.s.
E 161b § Lutein	F	1	EFSA	2010	num. + q.s.
E 161g Canthaxanthin	F	0.03	EFSA	2010	-
E 180 Litholrubin BK	F	1.5	EFSA	2010	num.
E 200 Sorbinsäure	K	25	SCF	1978	num. + q.s.
E 202 Kaliumsorbat	K	25	SCF	1978	num. + q.s.
E 203 Calciumsorbat	K	25	SCF	1978	num. + q.s.
E 210 Benzoesäure	K	5	SCF	1994	num. + q.s.

	Bezeichnung	Funktion	ADI / MTDI (mg·kg <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	Vergabe	Jahr	Zulassung
E 211	Natriumbenzoat	K	5	SCF	1994	num. + q.s.
E 212	Kaliumbenzoat	K	5	SCF	1994	num. + q.s.
E 213	Calciumbenzoat	K	5	SCF	1994	num. + q.s.
E 214	Ethyl-p-Hydroxybenzoesäure	K	10	JECFA	1973	num. + q.s.
E 215	Natrium-Ethyl-p-Hydroxybenzoat	K	10	JECFA	1973	num. + q.s.
E 218	Methyl-p-Hydroxybenzoat	K	10	JECFA	1973	num. + q.s.
E 219	Natrium-Methyl-p-Hydroxybenzoat	K	10	JECFA	1973	num. + q.s.
E 220	Schwefeldioxid	K, A	0.7	JECFA	1998	num.
E 221	Natriumsulfit	K, A	0.7	JECFA	1998	num.
E 222	Natriumhydrogensulfit	K, A	0.7	JECFA	1998	num.
E 223	Natriummetabisulfit	K, A	0.7	JECFA	1998	num.
E 224	Kaliummetabisulfit	K, A	0.7	JECFA	1998	num.
E 226	Calciumsulfit	K, A	0.7	JECFA	1998	num.
E 227	Calciumhydrogensulfit	K, A	0.7	JECFA	1998	num.
E 228	Kaliumhydrogensulfit	K, A	0.7	JECFA	1998	num.
E 234	Nisin	K	0.13	EFSA	2006	num. + q.s.
E 235	Natamycin	K	0.3	JECFA	1976	num.
E 239	Hexamethylentetramin	K	0.15/ n. d.	JECFA/EFSA	1973/2014	num.
E 249	Kaliumnitrit	K	0.07	JECFA	2002	num.
E 250	Natriumnitrit	K	0.07	JECFA	2002	num.
E 251	Natriumnitrat	K	3.7	SCF	1995	num.
E 252	Kaliumnitrat	K	3.7	SCF	1995	num.
E 284	Borsäure	K	0.16	EFSA	2013	num.
E 297	Fumarsäure	S	6	SCF	1990	num.
E 304	L-Ascorbylpalmitat	A	1.25	JECFA	1973	num. + q.s.
E 306	Stark tocopherolhaltige Extrakte	A	2	JECFA	1986	num. + q.s.
E 307	Alpha-Tocopherol	A	2	JECFA	1986	num. + q.s.
E 308	Gamma-Tocopherol	A	2	JECFA	1986	num. + q.s.
E 309	Delta-Tocopherol	A	2	JECFA	1986	num. + q.s.
E 310	Propylgallat	A	0.5	EFSA	2014	num.
E 311	Octylgallat	A	0.5	SCF	1987	num.
E 312	Dodecylgallat	A	0.5	SCF	1987	num.
E 315	Isoascorbinsäure	A	6	SCF	1990	num.
E 316	Natriumisoascorbat	A	6	SCF	1990	num.
E 319	Tertiär-Butylhydrochinon (TBHQ)	A	0.7	EFSA	2004	num.
E 320	Butylhydroxyanisol (BHA)	A	1	EFSA	2011	num.
E 321	Butylhydroxytoluol (BHT)	A	0.25	EFSA	2012	num.
E 334	Weinsäure	S, SR	30	SCF	1990	num. + q.s.
E 335	Natriumtartrat	SR	30	SCF	1990	num. + q.s.
E 336	Kaliumtartrate	SR	30	SCF	1990	num. + q.s.
E 338	Phosphorsäure	S	70	SCF	1990	num. + q.s.
E 339	Natriumphosphate	SR, Ku	70	SCF	1990	num. + q.s.
E 340	Kaliumphosphate	SR	70	SCF	1990	num. + q.s.
E 341	Calciumphosphat	Tr, SR, B	70	SCF	1990	num. + q.s.
E 343	Magnesiumphosphat	Tr, SR	70	SCF	1990	num. + q.s.

	Bezeichnung	Funktion	ADI / MTDI (mg·kg <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	Vergabe	Jahr	Zulassung
E 354	Calciumtartrat	St, Fe	30	SCF	1990	num. + q.s.
E 355	Adipinsäure	S	5	SCF	1990	num.
E 356	Natriumadipat	SR	5	SCF	1990	num.
E 357	Kaliumadipat	SR	5	SCF	1990	num.
E 385	Calcium-Dinatrium-EDTA	ST, A	2.5	SCF	1990	num.
E 405	Propylenglycolalginat	V, G	25	SCF	1978	num.
E 416	Karaya	V, G	12.5	SCF	1984	num. + q.s.
E 432	Polyoxyethylen-sorbitanmonolaurat (Polysorbat 20)	E, Ü	10	SCF	1984	num. + q.s.
E 433	Polyoxyethylen-sorbitanmonooleat (Polysorbat 80)	E, Ü	10	SCF	1984	num. + q.s.
E 434	Polyoxyethylen-sorbitanmonopalmitat (Polysorbat 40)	E, Ü	10	SCF	1984	num. + q.s.
E 435	Polyoxyethylen-sorbitanmonostearat (Polysorbat 60)	E, Ü	10	SCF	1984	num. + q.s.
E 436	Polyoxyethylen-sorbitantristearat (Polysorbat 65)	E, Ü	10	SCF	1984	num. + q.s.
E 442	Ammoniumphosphat	E, St	30	JECFA	1974	num.
E 444	Saccharoseacetatisobutytrat	St	20	JECFA	1996	num.
E 445	Glycerinester aus Wurzelharz	St	12.5	JECFA	2011	num.
E 450	Diphosphate	SR, SS, St	70	SCF	1990	num. + q.s.
E 451	Triphosphate	SR, SS, St	70	SCF	1990	num. + q.s.
E 452	Polyphosphate	SR, SS, St	70	SCF	1990	num. + q.s.
E 459	Beta-Cyclodextrin	St	5	JECFA	1995	num. + q.s.
E 473	Zuckerester der Speisefettsäuren	E	40	EFSA	2010	num. + q.s.
E 474	Zuckerglyceride	E	40	EFSA	2010	num. + q.s.
E 475	Polyglycerinester von Speisefettsäuren	E	25	JECFA	1989	num. + q.s.
E 476	Polyglycerin-Polyricinoleat	E	7.5	SCF	1978	num.
E 477	Propylenglycolester von Speisefettsäuren	E	25	SCF	1978	num.
E 479b	TOSOM	E, Tr	30	JECFA	1992	num.
E 481	Natriumstearoyl-2-lactylat	E, B, M	22	EFSA	2013	num.
E 482	Calciumstearoyl-2-lactylat	E, B, M	22	EFSA	2013	num.
E 483	Stearyltartrat	E, M	20	SCF	1978	num.
E 491	Sorbitanmonostearat	E	25	SCF	1978	num. + q.s.
E 492	Sorbitantristearat	E	25	SCF	1978	num. + q.s.
E 493	Sorbitanmonolaurat	E	5	SCF	1978	num. + q.s.
E 494	Sorbitanmonooleat	E	5	SCF	1978	num. + q.s.
E 495	Sorbitanmonopalmitat	E	25	SCF	1978	num. + q.s.
E 512	Zinn-II-Chlorid	A	2**	JECFA	1988	num.
E 520	Aluminiumsulfat	Fst, SR	7	SCF	1990	num.
E 521	Aluminiumnatriumsulfat	Fst, SR	7	SCF	1990	num.
E 522	Aluminiumkaliumsulfat	Fst, SR	7	SCF	1990	num.
E 523	Aluminiumammoniumsulfat	Fst, SR	7	SCF	1990	num.
E 535	Natriumferrocyanid	Tr	0.025	SCF	1990	num.
E 536	Kaliumferrocyanid	Tr	0.025	SCF	1990	num.
E 538	Calciumferrocyanid	Tr	0.025	JECFA	1974	num.
E 541	Natriumaluminiumphosphat	B, SR	Al:7 / P: 70	SCF/JECFA	1990/1982	num.
E 554	Natriumaluminiumsilicat	Tr	0.143	EFSA	2008	num. + q.s.
E 555	Kaliumaluminiumsilicat	Tr	0.143	EFSA	2008	num. + q.s.
E 556	Calciumaluminiumsilicat	Tr	0.143	EFSA	2008	num. + q.s.

	Bezeichnung	Funktion	ADI / MTDI (mg·kg <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	Vergabe	Jahr	Zulassung
E 559	Aluminiumsilicat (Kaolin)	Tr	0.143	EFSA	2008	num. + q.s.
E 579	Eisen-II-gluconat	F	0.8	JECFA	1983	num. + q.s.
E 585	Eisen-II-lactat	F	0.8	JECFA	1983	num.
E 900	Dimethylpolysiloxan	Sv	1.5	SCF	1990	num.
E 907	Hydriertes Poly-1-decen	Ü, Tr	6	JECFA	2001	num.
E 950	Acesulfam-K	Sü	15	SCF	2000	num. + q.s.
E 951	Aspartam	Sü	40	EFSA	2013	num. + q.s.
E 952	Cyclamat	Sü	7	SCF	2000	num. + q.s.
E 954	Saccharin	Sü	5	SCF	1995	num. + q.s.
E 955	Sucralose	Sü	15	SCF	2000	num. + q.s.
E 959	Neohesperidin DC	Sü	5	SCF	1988	num. + q.s.
E 960	Steviolglycoside	Sü	4	EFSA	2010	num. + q.s.
E 961	Neotam	Sü	2	EFSA	2007	num. + q.s.
E 962	Aspartam-Acesulfamsalz	Sü	20	JECFA	2003	num. + q.s.
E 999	Quillajaextrakt	Sm	5	JECFA	2005	num.
E 1203	Polyvinylalkohol	Ü	50	JECFA	2003	num.

\*num. = numerische Zulassung, \*\* PTWI = 14 mg/kg KG; num. + q.s. = Zulassung numerisch und *quantum satis*, - keine Anwendung in Lebensmitteln, § Farbstoffe der Gruppe III (Farbstoffe mit kombinierter numerischer Höchstmenge)

## A2 Variablen des sozioökonomischen Status

### A2.1 Äquivalenzeinkommen – Gewichtung unterschiedlicher Haushaltsmitglieder

	BSHG*
Haushaltsvorstand	1.0
alle weiteren Haushaltsmitglieder im Alter von ...	
0 – 6 Jahren	0.5
7 – 10 Jahren	0.7
11 – 14 Jahren	0.8
15 – 21 Jahren	0.9
> 21 Jahren	0.8

\*BSHG: Bedarfsgewichte nach Bundessozialhilfegesetz (BERNTSEN 1992)

### A2.2 Skalenniveau unterschiedlicher Bildungs- und Schulabschlüsse

Bildungs-/Ausbildungsabschluss	Ohne Abschluss	8./9. Klasse	10. Klasse	bedingt Abitur	12./13. Klasse	anderer Abschluss
kein Abschluss	1	2	3	5	6	1
beruflich-betrieblich	3	3	4	5	6	3
beruflich-schulisch	3	3	4	5	6	3
Fachschule	-*	4	5	6	6	4
Fachhochschule	-*	-*	7	7	7	7
Universität	-*	-*	8	8	8	8
anderer Abschluss	-*	3	4	5	7	3

\*nicht möglich, nach (JÖCKEL ET AL. 1998)

## A2.3 Berufliche Stellung – ISEI Skala

Berufliche Stellung	ISEI-Niveau*
Landwirte**	<b>26.5</b>
bis 9 ha	27.3
10 – 19 ha	26.2
20 – 49 ha	26.2
50 ha u. m.	26.2
freie Berufe**	<b>74.6</b>
bis 1 Mitarbeiter	67.3
2 – 9 Mitarbeiter	76.5
10 u. m. Mitarbeiter	79.9
Selbständige**	<b>52.5</b>
bis 1 Mitarbeiter	49.4
2 – 9 Mitarbeiter	47.3
10 – 49 Mitarbeiter	54.4
50 u. m. Mitarbeiter	58.9
Angehörige	
Mithelfende	38
Beamte**	<b>58.2</b>
einfacher Dienst	45.9
mittlerer Dienst	53
gehobener Dienst	63.2
höherer Dienst	70.6
Angestellte**	<b>51.2</b>
Werkmeister	41.8
einfache Tätigkeit	44.9
schwere Aufgaben	51.5
selbstständige Leistungen	57.5
Führungsaufgaben	60.3
Arbeiter**	<b>34.3</b>
Ungelernte	29.7
Angelernte	33.9
Facharbeiter	35.1
Vorarbeiter	35.9
Meister, Polier	36.7
Vorarbeiter + Meister	36.3

\*nach (WOLF 1995), \*\* Skalenniveau für Berufsgruppen = MW der Niveaus der unterschiedlichen Stellungen in dieser Berufsgruppe

## A3 Korrekturfaktoren für Lebensmittel zur Rekonstituierung (Herstellerangaben)

Lebensmittelbezeichnung/BLS-Bezeichnung	Marke	Korrekturfaktor
<b>Getränke/ -pulver</b>		
Pfefferminztee trocken		88.9
Kräutertee trocken		88.9
Kaffee Instantpulver trocken		76.0
Caro Landkaffee Choco	Caro	55.6
Caro Landkaffee	Caro	55.6
Original Malzkaffee	ImNu	31.0
Kakaohaltiges Getränkepulver	TIP	11.0
Getränkepulver	Ovomaltine	11.0
Fruchtquick Erdbeer	Tropengold	11.0
Tiger Kakao Getränkepulver	Rapunzel	11.0
Banane Getränkepulver	Kaba	11.0
Kakao Drink Pulver	Ja!	11.0
Erdbeer Getränkepulver	Kaba	11.0
Kakao Getränkepulver	Suchard Express	11.0
Vanille Getränkepulver	Kaba	11.0
Nesquik Getränkepulver zuckerreduziert	Nestlé	11.0
Kakao Getränkepulver	Kaba	11.0
Nesquik Getränkepulver	Nestlé	11.0
Trinkfix Kakao	Krüger	11.0
Kakaohaltiges Getränkepulver	Schovit	11.0
Kakaohaltiges Getränkepulver	Tropengold	11.0
Kakao Getränkepulver	goody cao	11.0
Trinkfix Vanille	Krüger	11.0
Quick Kakao Getränkepulver	Schosana	11.0
Kakaohaltiges Getränkepulver	Schmidt Happy Quick	11.0
Kakaohaltiges Getränkepulver	Hansewappen	11.0
Schoko-Drink Kakao-Getränkepulver	K-Classic	11.0
Oscho Express Kakaogetränkepulver	Oscho	11.0
Waldbeere Getränkepulver	Kaba	11.0
Trinkfix Banane Getränkepulver	Krüger	11.0
<b>Brühen, Suppen, Soßen</b>		
Gekörnte Brühe	Maggi	64.0
Vegetal Gemüsebouillon	Oswald	58.8
Klare Fleischbrühe	Carat	58.3
Klare Suppe	Rapunzel	56.0
Gartengemüse Bouillon	Maggi	53.8
Feine Klare Brühe	Maggi	53.8
Bio Klare Gemüsebrühe	Tahedl	51.0
Klare Delikatessbrühe	Knorr	51.0
Gemüsebrühe	Alnatura	50.0
Gemüsebouillon	Knorr	50.0
Suppe	Wöhrle	50.0
Klare Gemüsebrühe glutenfrei	Cenovis	50.0
Klare Gemüsebrühe	Wela	50.0
Bio klare Gemüsebrühe	Bio Wertkost	50.0

Lebensmittelbezeichnung/BLS-Bezeichnung	Marke	Korrekturfaktor
Klare Gemüsebrühe	Küchenmeister	50.0
Fette Brühe	Maggi	50.0
Brühe gekörnt		50.0
Fleischbrühe (Würfel)		50.0
Klare Rinds-Boullion	Maggi	50.0
Würzl Gemüsebrühe	bruno fischer	50.0
Bio Klare Brühe	Gefro	50.0
Gemüse-Hefebühe	Vitam	50.0
Feine Klare Suppe	Euroquell	50.0
Rindfleischsuppe Würfel	Maggi	50.0
Fette Brühe	Knorr	50.0
Klare Gemüsebrühe	Rewe Bio	50.0
Gemüsebrühe	Egle	50.0
Feine Klare Suppe	Erbacher	50.0
Klare Delikate Brühe	Die Lachende Köchin	46.7
Klare Bio-Gemüsebrühe	Gut & Gerne	46.5
Gemüsebrühe instant	Erntesege	45.5
Fleischsuppe klar	Knorr	45.5
Hühnersuppe klar	Hado Vegetas	45.3
Klare Gemüsebrühe	Maggi	44.4
Heiße Brühe	Pharma Brutscher	44.4
Delikate Suppe instant	Refo	43.5
Klare Fleischsuppe mit Suppengrün	Knorr	42.6
Brühe instant	Corbell	37.8
Brühe instant	Kania	37.8
Klare Gemüse-Brühe	K-Classic	36.8
Gemüsebrühe Instant	Goutina	36.8
Fette Brühe	Fleischer	35.7
Klare Hühner-Bouillon	Maggi	30.8
Spargelcreme Suppe	Carat	21.0
Schnelle Suppe Tomaten Creme	Carat	21.0
Herzhafte Kartoffelsuppe	Gefro	17.7
Tomatensoße und -suppe	Gefro	9.3
Suppe Trockenprodukt	Gefro	9.3
<b>Dessertpulver</b>		
Cremespeisenpulver		35.7
Pudding Bourbon Vanille	Mondamin	18.9
Puddingpulver Vanille	Albona	18.9
Puddingpulver Vanille	Remiga	18.9
Puddingpulver Vanille	K-Classic	18.9
Schlemmercreme Vanille	Ruf	18.9
Soßenpulver Vanille	Osna	17.4
Kochpuddingpulver mit Vanillegeschmack		16.3
Kochpuddingpulver		14.1
Kochpuddingpulver mit Schokoladengeschmack		13.0
Schaumdessert instant mit Schokoladengeschmack		8.5
<b>"Fix"-Produkte*</b>		
Fix & frisch für Wurst-Pfanne Bauern Art	Maggi	12.9

Lebensmittelbezeichnung/BLS-Bezeichnung	Marke	Korrekturfaktor
Fix für Roulade	Knorr	12.0
Rindfleischsuppe Guten Appetit	Maggi	11.8
Bratensaft	Maggi	11.5
Fix Hack-Reis-Topf	Knorr	10.4
Fix für Nudel-Hackfleisch-Gratin	Knorr	10.3
Fix Asia Curry Pfanne Madras	Knorr	10.3
Fix & frisch Schwedische Hackbällchen "Köttbullar"	Maggi	10.2
Salat-fein Gartenkräuter	Timbu	10.0
Salatkrönung würzige Gartenkräuter	Knorr	10.0
Salat Dressing Italia Kräuter	Opal	10.0
Salatkrönung Paprika-Kräuter	Knorr	10.0
Fix für Salatsoße	Le Gusto	10.0
Fix für Salat-Sauce würzige Gartenkräuter	Die Lachende Köchin	10.0
Salat Dressing Küchenkräuter	Opal	10.0
Salatkrönung Joghurt Dressing Gartenkräuter	Knorr	10.0
Salatkrönung Bärlauch-Schalotten-Kräuter	Knorr	10.0
Salat-Mix	Oswald	10.0
Fix für Salat	Pottkieker	10.0
Salatkrönung Balsamico Dressing	Knorr	10.0
SalatFix Gartenkräuter	Kania	10.0
Fix Salatsauce würzige Küchenkräuter	Carat	10.0
Salatkrönung Balsamico-Kräuter	Knorr	10.0
Salat-Fein Paprika-Kräuter	Timbu	10.0
Salatkrönung italienische Art	Knorr	10.0
Salatkrönung Dill-Kräuter	Knorr	10.0
Salat-Quick	Wöhrle	10.0
Salatkrönung Zwiebel Kräuter	Knorr	10.0
Fix für Salatsauce Gartenkräuter	TIP	10.0
Gartenkräuter Salatdressing	Born	10.0
Salatkrönung Küchenkräuter	Knorr	10.0
Salatkrönung Frühlingskräuter	Knorr	10.0
Fix für Lachs-Sahne-Gratin	Knorr	9.9
Fix & frisch Lasagne	Maggi	9.9
Fix für Nudel-Schinken-Gratin	Knorr	9.8
Fix für Nudel Schinken Gratin	Maggi	9.8
Fix & frisch Lachs-Sahne-Gratin	Maggi	9.6
Fix für Lachs-Sahne Soße	Maggi	9.6
Fix für Jägertopf Hubertus	Maggi	9.3
Fix & frisch Sauerbraten	Maggi	9.2
Fix für Ungarisches Gulasch	Maggi	9.2
Fix für Hackbraten	Knorr	9.1
Fix für Lasagne al forno	Knorr	9.1
Fix für Schlemmer-Geschnetzeltes	Knorr	8.0
Fix & frisch Hackbraten	Maggi	7.9
Fix für Chili con Carne	Maggi	7.6
Fix für Paprika-Rahm-Schnitzel	Knorr	7.5
Fix für Kräuter Rahm Schnitzel	Maggi	7.4
Fix & frisch für Jäger-Sahne-Schnitzel	Maggi	7.4



Lebensmittelbezeichnung/BLS-Bezeichnung	Marke	Korrekturfaktor
Fix & frisch für Paprika-Rahm-Schnitzel	Maggi	7.4
Fix & frisch für Zwiebel-Rahm-Schnitzel	Maggi	7.4
Feine helle Soße	Maggi	7.3
Fix für Spaghetti Bolognese	Pottkieker	7.0
Fix für Spaghetti Bolognese	Knorr	7.0
Fix & frisch Geschnetzeltes mit Sommergemüse	Maggi	7.0
Fix & frisch für Schlemmer-Geschnetzeltes	Maggi	7.0
Fix & frisch für Geschnetzeltes "Züricher Art"	Maggi	7.0
Fix & frisch Bauertopf mit Hackfleisch	Maggi	6.8
Fix & frisch Spaghetti Bolognese	Maggi	6.8
Fix Seelachs in Kräuter-Dill-Rahm	Knorr	6.6
Fix & frisch Zucchini-Schiffchen	Maggi	6.6
Fix für Putengeschnetzeltes	Knorr	6.1
Fix für Geschnetzeltes Züricher Art	Knorr	6.1
Fix für Schinken-Hack-Röllchen	Knorr	5.8
Fix für Schinken-Hack-Röllchen	Maggi	5.8
Fix & frisch für Zwiebel-Sahne Hähnchen	Maggi	5.8
Fix für Paprika Sahne Hähnchen	Maggi	5.8
Fix Kräuter-Sahne-Hähnchen	Knorr	5.8
Fix & frisch Pfannen Gyros	Maggi	4.3
Fix Lachs-Sahne Pasta	Knorr	3.9
Fix & frisch Tomaten-Zucchini Gratin	Maggi	3.7
Fix & frisch Bologneser Gratin	Maggi	3.5
Fix & frisch Schinken-Sahne-Nudeln	Maggi	3.2
Fix für Puten-Pilz Topf	Knorr	3.0

\*Faktoren von „Fix“-Produkten wurden auf den Soßenanteil bezogen.

## A4 Umrechnungsfaktoren für Zusatzstoffe, u. a. (KUHNER 2011)

### A4.1 Borsäure (E 284)

E-Nummer	Bestandteil	Anteil	Faktor
E 284	Boron-Äq	17.45 %	0.174

### A4.2 Phosphate (E 338 – E 343, E 450 – E 452: berechnet als P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

E-Nummer	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/g)	P (mg/g)	Faktor
E 338	724	326	0.450
E 339	591	258	0.437
E 340	529	228	0.431
E 341	615	265	0.431
E 342	617	269	0.436
E 343	660	284	0.430
E 450	649	279	0.430
E 451	587	253	0.431
E 452	706	304	0.431

### A4.3 Natriumaluminiumphosphat (E 541: berechnet als Aluminium)

E-Nummer	Al (mg/g)	P (mg/g)	Faktor
E 541	0.261	0.196	0.751

### A4.4 Aluminiumsilicate (E 555, E 559)

E-Nummer	Bestandteil	Anteil	Faktor
E 555	Aluminium	8.3 %	0.083
E 559	Aluminium	10.2 %	0.102

### A4.5 Propylenglycol (E 405, E 477)

E-Nummer	Bestandteil	Anteil	Faktor
E 405	Propylenglycol	45 %	0.45
E 477	Propylenglycol	31 %	0.31

## A4.6 Eisen (E 579, E 585)

E-Nummer	Bestandteil	Anteil	Faktor
E 579	Eisen	13.5 %	0.135
E 585	Eisen	16.0 %	0.160

## A4.7 Nitrit (E 249 – E 250)

E-Nummer	Bestandteil	Anteil	Faktor
E 249	Nitrit	43.3 %	0.433
E 250	Nitrit	66.7 %	0.667

## A4.8 Nitrat (E 251 – E 252)

E-Nummer	Bestandteil	Anteil	Faktor
E 251*	Nitrat	74.0 %	0.74
E 252	Nitrat	62.1 %	0.621

\*(WHO 1995)

## A4.9 Fettgehalte in Lebensmittelgruppen für die Schätzung der Exposition gegenüber Antioxidantien (E 310 – E 312, E 319, E 320) auf Stufe-2 und Stufe-2b

Kategorie	Fettanteil (%)
12.6*	30
12.2*	30
12.5	0.2
06.3.2.1*	20
06.3.1*	20
04.2.5.4	54
08.2.3.1	27
15.2	63

\*angelehnt an die Expositionsschätzung der EFSA (EFSA 2014b)

## A5 Maximale reale Einsatzmengen der Expositionsschätzungen auf Stufe-3b

## A5.1 Norbixin (E 160b) (TENNANT AND O'CALLAGHAN 2005)

Kategorie	Bezeichnung	tRUL (mg/kg)
01.4	Aromatisierte fermentierte Milchprodukte	10
01.7.2.1.2.4	Cheddar, Mimolette und andere orange oder gelbe Käse	9.6
01.7.2.1.2.4.1	Mimolette	35
01.7.2.1.2.5	Red Leicester und andere rote Käse	40
01.7.2.1.2.8	Gereifter halbfester Käse, Schnittkäse und Hartkäse nicht spezifiziert	40
01.7.2.1.3	Gereifter Käse mit nicht essbarer Rinde nicht spezifiziert	40
01.7.2.2	Gereifter Käse mit essbarer Käserinde	1
01.7.2.3	Gereifter Käse nicht spezifiziert	9.6
01.7.5	Schmelzkäse	9.6
01.7.6	Käse und Käseprodukte nicht spezifiziert	40
02.1.2.2	Fette	0
02.1.2.4	Fette und Verarbeitete Öle nicht spezifiziert	0
02.2.2.2	Streichfette (< 41 % Fett)	0
02.2.2.3	Halbfettmargarine (41 – 60 % Fett)	0
02.2.2.4	Margarine und Dreiviertelfettmargarine (> 60 % Fett)	0
02.2.2.5	Backfette	0
02.2.2.6	Fettbasierte Cremes und Aufstriche, Brennwertvermindert (Sandwichcremes)	0
02.2.2.7	Margarinen und Streichfette nicht spezifiziert	0
03	Eis	11.1
05.3.3.2	Überzüge, Dekore und Glasuren für feine Backwaren	20
05.3.5.1	Dekore, Glasuren und Überzüge von Schokoladenprodukten	20
05.3.6	Dekore, Dekoration, Überzüge und Glasuren nicht spezifiziert	20
06.3.1	Extrudierte Frühstückscerealien	25
06.3.2.1.2	Nicht-extrudiert, gekochte Frühstückscerealien mit Fruchtgeschmack	25
06.3.2.1.4	Gekochte Frühstückscerealien nicht spezifiziert	25
06.3.2.2.2	Nicht-extrudiert, nicht-gekochte Frühstückscerealien mit Fruchtgeschmack	25
06.3.2.2.5	Nicht-gekochte Frühstückscerealien nicht spezifiziert	25
06.3.2.3	Nicht-extrudierte Frühstückscerealien nicht spezifiziert	25
06.3.3	Frühstückscerealien nicht spezifiziert	25
07.2	Feine Backwaren	10
08.3.3	Wursthüllen und -mäntel, Fleischglasuren	20
09.2.1.2	Geräucherter Fisch	10
09.2.1.3	Geräucherter, getrockneter, gesalzener Fisch nicht spezifiziert	10
14.2.6.2	Liköre	0
14.2.8	Getränke aus einer Mischung aus nichtalkoholischem Getränk und Bier, Most, Spirituosen oder Wein	0
15.1	Kartoffel-, getreide-, mehl- oder stärkebasierte Snacks	5
15.1.1	extrudierte oder aufgeschäumte Snacks (Flips, Brotchips, Pom-Bären)	16.8
15.2.1	Nüsse mit Überzug	5
15.2.5	nicht spezifiziert	16.8
16	Desserts (außer Produkte der Kategorien 1, 3, 4)	10

tRUL = typische reale Verwendungsmengen

## A5.2 Lutein (E 161b) (EFSA 2010b)

Kategorie	Bezeichnung	mRUL (mg/kg)
01.4	Aromatisierte fermentierte Milchprodukte	0
01.6.3.1	Aromatisierte UHT Sahneprodukte	0
01.6.3.4	UHT Sahneprodukte nicht spezifiziert	0
01.6.5	Sahneprodukte nicht spezifiziert	0
01.7.1.3.2.1	Aromatisierter Frischkäse oder Quark (außer Desserts)	0.4
01.7.1.4	Ungereifter Käse nicht spezifiziert	0.4
01.7.2.2	Gereifter Käse mit essbarer Käserinde	0
01.7.2.3	Gereifter Käse nicht spezifiziert	0
01.7.5.1	Aromatisierter Schmelzkäse	0
01.7.6	Käse und Käseprodukte nicht spezifiziert	0.4
03	Eis	0
04.2.3.3	Obst und Gemüse in Gläsern bzw. Dosen nicht spezifiziert	0
04.2.4.1.2.1.1	Seegrasbasierte Fischrogenanaloge	0
04.2.4.2.1.1	Mustarda die frutta, energiereduziert	0
04.2.4.2.2.1	Mustarda die frutta	0
04.2.4.2.3	Obstzubereitung oder Kompott nicht spezifiziert	0
05.2.1	Zuckerkonfekt und Süßwaren	104
05.2.2	Stärkebasierte Süßwaren	104
05.2.3	Süßwaren auf Kakaobasis	104
05.2.4	Süßwaren auf Trockenobstbasis	104
05.2.5	Glasierte und kandierte Früchte	104
05.2.6	Brennwertverminderte Süßwaren in Tablettenform	104
05.2.7	Süßwaren ausser Schokolade nicht spezifiziert	104
05.3.1	Füllungen für Süßwaren	0
05.3.3.1	Füllungen für feine Backwaren	0
05.3.3.2	Überzüge, Dekore und Glasuren für feine Backwaren	0
05.3.5.1	Dekore, Glasuren und Überzüge von Schokoladenprodukten	0
05.3.5.2	Überzüge und Glasuren von Süßwaren außer Schokolade	0
05.3.6	Dekore, Dekoration, Überzüge und Glasuren nicht spezifiziert	0
05.4	Atemerfrischende Pastillen und Streifen	104
05.5	Kaugummi	25
06.6	Teigmassen (Waffeln, Eierkuchen, Panaden) und Teigmäntel	0
07.2	Feine Backwaren	3.5
08.3.3.1.1	Essbare Hüllen	0
08.3.3.1.3	Wursthüllen nicht spezifiziert	0
08.3.3.3	Wursthüllen, -mäntel, Fleischglasuren nicht spezifiziert	0
09.2.1.2	Geräucherter Fisch	15
09.2.1.3	Geräucherter, getrockneter, gesalzener Fisch nicht spezifiziert	15
09.2.4	Surimi und andere Fischeiweiß-Produkte	15
09.2.5.2	Fischpaste und Pasten von Krustentieren	15
09.2.5.3.3	Gegarte Gamelen	15
09.2.5.3.4	Sonstige gegarte Krustentiere	15
09.2.5.3.5	Gegarte Fische, gegarte Weich- und Krustentiere nicht spezifiziert	15
09.2.5.5	Verarbeitete Fischprodukte nicht spezifiziert	15
09.3.1.2	Sonstige Semi-/Präserven von Fischrogen	0
09.3.2.2	Sonstiger gesalzener nicht-erhitzter Fischrogen	0

Kategorie	Bezeichnung	mRUL (mg/kg)
09.3.3	Fischrogen nicht spezifiziert	0
12.2.2	Würzmittel (Mischungen)	50
12.4	Senf	0
12.5	Fertigsuppen und Brühen	14
12.6.1.1.1	Emulgierte Dressings < 60%	50
12.6.1.1.3	Sonstige Emulgierte Soßen < 60% Fett	50
12.6.1.1.4	nicht spezifiziert	50
12.6.1.2.1	Emulgierte Dressings > 60% Fett	50
12.6.1.2.3	Sonstige Emulgierte Soßen > 60% Fett	50
12.6.1.2.4	nicht spezifiziert	50
12.6.2.1	Chutney, Picalilli (nicht auf Tomatenbasis)	50
12.6.2.2	Nicht-emulgierte Dressings	50
12.6.2.4	Sonstige nicht-emulgierte Soßen	50
12.6.2.5	nicht spezifiziert	50
12.6.3	nicht spezifiziert	50
12.9.1.1	Fleisch- und Fischanaloge aus Pflanzenprotein	0
12.9.1.3	nicht spezifiziert	0
12.9.5	nicht spezifiziert	0
13.2	dietätische Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke	0
13.3	dietätische Formula zur Gewichtskontrolle um Mahlzeiten oder Tageszufuhren zu ersetzen	0
13.5	nicht spezifiziert	0
14.1.4.1	Aromatisierte Getränke (ohne Milchanteil)	9.6
14.1.4.2.1.2	Sonstige Milchmischgetränke energiereduziert	9.6
14.1.4.2.2.2	Sonstige Milchmischgetränke mit Zuckerzusatz	9.6
14.1.4.3.1.1	Pulver zur Zubereitung von Heißgetränken (außer Kaffeegetränke und Tee)	9.6
14.1.4.3.1.2	Instant-Pulver für Getränke auf Fruchtbasis	9.6
14.1.4.3.1.3.2	Sonstige Getränkepulver	9.6
14.1.4.4	Getränkessirupe	9.6
14.1.4.5	Sportgetränke	9.6
14.1.4.5.3	Sportgetränke nicht spezifiziert	9.6
14.2.3.2	Sonstiger Apfel- und Birnenmost (Cider und Perry)	0
14.2.3.3	Cidre und Birnenwein nicht spezifiziert	0
14.2.4	Fruchtwein und "made wine" (alles außer aus Trauben fermentiert, auch alkoholfrei/-reduziert)	0
14.2.6.2	Liköre	0
14.2.7.1.3	Aperitifweine	0
14.2.7.1.4	Sonstige aromatisierte Weine	0
14.2.7.2.3	Sonstige aromatisierte weinhaltige Getränke	0
14.2.7.2.4	Aromatisierte weinhaltige Getränke nicht spezifiziert	0
14.2.7.3	Aromatisierte weinhaltige Cocktails (<7%)	0
14.2.7.4	nicht spezifiziert	0
14.2.8	Getränke aus einer Mischung aus nichtalkoholischem Getränk und Bier, Most, Spirituosen oder Wein	0
15.1	Kartoffel-, getreide-, mehl- oder stärkebasierte Snacks	0
15.1.1	extrudierte oder aufgeschäumte Snacks (Flips, Brotchips, Pom-Bären)	0
15.1.3	nicht spezifiziert	0
15.2.1	Nüsse mit Überzug	0
15.2.5	nicht spezifiziert	0
16	Desserts (außer Produkte der Kategorien 1, 3, 4)	10.8
17.1	Supplemente in fester Form inkl. Kapseln, Tabletten u.ä.	260

Kategorie	Bezeichnung	mRUL (mg/kg)
17.2	Supplemente in flüssiger Form	100
17.3	Vitamin- und/oder Mineralstoffpräparate als Sirup oder zum Kauen	260

mRUL = maximale reale Verwendungsmengen, inklusive Colagetränke, Kategorie 17.2: MPL =100 und somit nicht 260 mg/kg angewandt

### A5.3 Beta-apo-8'-carotenal (E 160e) (EFSA 2014c)

Kategorie	Bezeichnung	mRUL (mg/kg)
01.4	Aromatisierte fermentierte Milchprodukte	0
01.6.3.1	Aromatisierte UHT Sahneprodukte	0
01.7.1.3.2.1	Aromatisierter Frischkäse oder Quark (außer Desserts)	0
01.7.2.2	Gereifter Käse mit essbarer Käserinde	0
01.7.5.1	Aromatisierter Schmelzkäse	0
03	Eis	0
04.2.4.2.1.1	Mustarda die frutta, energiereduziert	0
04.2.4.2.2.1	Mustarda die frutta	0
05.2.1	Zuckerkonfekt und Süßwaren	8.26
05.2.2	Stärkebasierte Süßwaren	8.26
05.2.3	Süßwaren auf Kakaobasis	8.26
05.2.4	Süßwaren auf Trockenobstbasis	8.26
05.2.5	Glasierte und kandierte Früchte	0
05.2.6	Brennwertverminderte Süßwaren in Tablettenform	8.26
05.3.1	Füllungen für Süßwaren	0
05.3.3.1	Füllungen für feine Backwaren	0
05.3.3.2	Überzüge, Dekore und Glasuren für feine Backwaren	0
05.3.5.1	Dekore, Glasuren und Überzüge von Schokoladenprodukten	0
05.3.5.2	Überzüge und Glasuren von Süßwaren außer Schokolade	0
05.4	Atemerfrischende Pastillen und Streifen	8.26
05.5	Kaugummi	8.26
06.6	Teigmassen (Waffeln, Eierkuchen, Panaden) und Teigmäntel	0
07.2	Feine Backwaren	7.5
08.3.3.1.1	Essbare Hüllen	0
09.2.1.2	Geräucherter Fisch	0
09.2.4	Surimi und andere Fischeiweiß-Produkte	0
09.2.5.2	Fischpaste und Pasten von Krustentieren	0
09.2.5.3.3	Gegarte Gamelen	0
09.2.5.3.4	Sonstige gegarte Krustentiere	0
09.3.1.2	Sonstige Semi-/Präserven von Fischrogen	0
09.3.2.2	Sonstiger gesalzener nicht-erhitzter Fischrogen	0
12.2.2	Würzmittel (Mischungen)	0
12.4	Senf	0
12.5	Fertigsuppen und Brühen	0
12.6.1.1.1	Emulgierte Dressings < 60%	0
12.6.1.1.3	Sonstige Emulgierte Soßen < 60% Fett	0
12.6.1.2.1	Emulgierte Dressings > 60% Fett	0
12.6.1.2.3	Sonstige Emulgierte Soßen > 60% Fett	0
12.6.2.1	Chutney, Picalilli (nicht auf Tomatenbasis)	0
12.6.2.2	Nicht-emulgierte Dressings	0

Kategorie	Bezeichnung	mRUL (mg/kg)
12.6.2.4	Sonstige nicht-emulgierte Soßen	0
12.9.1.1	Fleisch- und Fischanalogue aus Pflanzenprotein	0
13.2	dietätische Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke, wie in Directive 1999/21/EC definiert (außer Produkte aus der Kategorie 13.1.5)	0
13.3	dietätische Formula zur Gewichtskontrolle um Mahlzeiten oder Tageszufuhren zu ersetzen	0
14.1.4.1	Aromatisierte Getränke (ohne Milchanteil)	11.8
14.1.4.2.1.2	Sonstige Milchmischgetränke energiereduziert	11.8
14.1.4.2.2.2	Sonstige Milchmischgetränke mit Zuckerzusatz	11.8
14.1.4.3.1.1	Pulver zur Zubereitung von Heißgetränken (außer Kaffeegetränke und Tee)	11.8
14.1.4.3.1.2	Instant-Pulver für Getränke auf Fruchtbasis	11.8
14.1.4.3.1.3.2	Sonstige Getränkepulver	11.8
14.1.4.4	Getränkesirupe	11.8
14.1.4.5	Sportgetränke	11.8
14.2.3.2	Sonstiger Apfel- und Birnenmost (Cider und Perry)	0
14.2.4	Fruchtwein und "made wine" (alles außer aus Trauben fermentiert, auch alkoholfrei/-reduziert)	0
14.2.6.2	Liköre	0
14.2.7.1.3	Aperitifweine	0
14.2.7.1.4	Sonstige aromatisierte Weine	0
14.2.7.2.3	Sonstige aromatisierte weinhaltige Getränke	0
14.2.7.3	Aromatisierte weinhaltige Cocktails (<7%)	0
14.2.8	Getränke aus einer Mischung aus nichtalkoholischem Getränk und Bier, Most, Spirituosen oder Wein	0
15.1	Kartoffel-, getreide-, mehl- oder stärkebasierte Snacks	0
15.1.1	extrudierte oder aufgeschäumte Snacks (Flips, Brotchips, Pom-Bären)	0
15.2.1	Nüsse mit Überzug	0
16	Desserts (außer Produkte der Kategorien 1, 3, 4)	0
17.1	Supplemente in fester Form inkl. Kapseln, Tabletten u. ä.	0
17.2	Supplemente in flüssiger Form	0

mRUL = maximale reale Verwendungsmengen

#### A5.4 Zuckerester von Speisefettsäuren (E 473 – E 474) (EFSA 2012e)

Kategorie	Bezeichnung	mRUL (mg/kg)
01.4	Aromatisierte fermentierte Milchprodukte	430
01.6.3	UHT Sahneprodukte	5000
01.8.1	Kaffeeweisser	20000
01.8.3	Sahneersatzprodukte	20000
02.2.2.5	Backfette	10000
03	Eis	900
04.1.1	Ganzes Obst und Gemüse	23
05.2.1	Zuckerkonfekt und Süßwaren	5000
05.3	Dekore, Dekorationen, Füllungen und Überzüge	5000
05.5	Kaugummi	10000
07.2	Feine Backwaren	5000
08.3.2.2*	Brühwürstchen, Fleischpasteten und Terrinen	2000
08.3.2.3*	Konserven von Fleischerzeugnissen	2000
08.3.2.5*	Sonstige Koch- und Brühwurst	2000
12.5	Fertigsuppen und Brühen	2000
12.6	Soßen und ähnliche Produkte (Dressings, Ketchup, Mayon.)	10000



Kategorie	Bezeichnung	mRUL (mg/kg)
13.1.1.1	Anfangsnahrung, Produkte mit hydrolysierten Proteinen, Peptiden oder Aminosäuren	120
13.1.2.1	Folgenahrung, Produkte mit hydrolysierten Proteinen, Peptiden oder Aminosäuren	120
13.1.4.1	andere Lebensmittel (Milchbasis) mit hydrolysierten Proteinen, Peptiden oder Aminosäuren	120
13.2	dietätische Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke	5000
13.3	dietätische Formula zur Gewichtskontrolle um Mahlzeiten oder Tageszufuhren zu ersetzen	5000
14.1.4.1.1.1	Anis, Kokosnuss und Mandelgetränke, energiereduziert	5000
14.1.4.1.2.1	Anis, Kokosnuss und Mandelgetränke	5000
14.1.4.3.1.1	Pulver zur Zubereitung von Heißgetränken (außer Kaffeegetränke und Tee)	10000
14.1.4.3.1.4	nicht spezifiziert	10000
14.1.4.3.2.1	Pulver zur Zubereitung von Heißgetränken (außer Kaffeegetränke und Tee)	10000
14.1.5.2.2	kaffeebasierte Getränke für Automaten	10000
14.1.5.2.5	Kaffee aus der Dose	1000
14.1.5.3	nicht spezifiziert	10000
14.2.3.2	Sonstiger Apfel- und Birnenmost (Cider und Perry)	5000
14.2.4	Fruchtwein und "made wine"	5000
14.2.5	Honigwein (Met)	5000
14.2.6.2	Liköre	5000
14.2.6.3	Sonstige Spirituosen	5000
14.2.7.1	Aromatisierte Weine (14,5-22%)	5000
14.2.7.2	Aromatisierte weinhaltige Getränke (7-<14,5%)	5000
14.2.7.3	Aromatisierte weinhaltige Cocktails (<7%)	5000
16	Desserts	430
17.1	Supplemente in fester Form inkl. Kapseln, Tabletten u.ä.	10000
17.2	Supplemente in flüssiger Form	10000
17.3	Vitamin- und/oder Mineralstoffpräparate als Sirup oder zum Kauen	10000

mRUL = maximale reale Verwendungsmengen, \* maximaler Fettgehalt verzehrter Produkte 40 %

## A6 Zusatzstoffgruppierungen zur Rangsummenbildung

Zusatzstoffgruppe (abgebildeter Zusatzstoff)
E 200 – E 203 (E 200)
E 210 – E 213 (E 210)
E 214 – E 219 (E 214)
E 220 – E 228 (E 220)
E 249 – E 250 (E 249)
E 251 – E 252 (E 251)
E 280 – E 283 (E 280)
E 300 – E 302 (E 300)
E 310 – E 312 (E 310)
E 319 – E 320 (E 319)
E 335 – E 336 (E 335)
E 338 – E 343 (E 338)
E 355 – E 357 (E 355)
E 400 – E 404 (E 400)
E 432 – E 436 (E 432)
E 450 – E 452 (E 450)
E 472a – E 472b (E 472a)
E 473 – E 474 (E 473)
E 481 – E 482 (E 481)
E 491 – E 495 (E 491)
E 500 – E 504 (E 500)
E 520 – E 523 (E 520)
E 524 – E 530 (E 524)
E 535 – E 538 (E 535)
E 552 – E 559 (E 552)
E 579 – E 585 (E 579)
E 620 – E 635 (E 620)
E 1404 – E 1451 (E 1404)
E 1505 – E 1521 (E 1505)

## A7 Reduzierung der individuellen Expositionen durch Berücksichtigung von Produkten mit Markenbezeichnung (%)

Zusatzstoff/-Gruppe	E-Nummer	n*	MW	Median	IQR
Farbstoffe Gruppe III	E 100	1988	73	79	[59 – 92]
	E 102	1989	73	80	[60 – 94]
	E 120	1988	70	76	[55 – 90]
	E 122	1988	74	83	[62 – 95]
	E 129	1988	73	80	[60 – 93]
	E 131	1988	73	80	[60 – 93]
	E 132	1988	73	80	[60 – 93]
	E 133	1989	73	80	[60 – 93]
	E 142	1988	74	80	[60 – 94]
	E 151	1988	74	80	[60 – 94]
	E 155	1988	75	84	[63 – 95]
E 160e	1989	73	80	[60 – 94]	
E 161b	2006	74	80	[60 – 94]	
Sorbate	E 200 – E 203	2006	38	35	[17 – 57]
Benzoate	E 210 – E 213	1638	65	91	[12 – 100]
Hydroxybenzoate	E 214 – E 219	1009	59	100	[0 – 100]
Sulfite	E 220 – E 228	1971	55	60	[20 – 90]
Nitrit	E 250	1753	37	33	[33 – 33]
Nitrate	E 251 – E 252	1663	35	13	[0 – 85]
Fumarsäure	E 297	1594	77	100	[60 – 100]
Gallate	E 310 – E 312	1905	62	77	[24 – 100]
TBHQ, BHA	E 319, E 320	1905	62	78	[23 – 100]
Phosphate	E 338 – E 343	2034	72	70	[64 – 78]
Adipate	E 355 – E 357	1470	81	100	[87 – 100]
Polysorbate	E 432 – E 436	1965	61	65	[34 – 92]
Zuckerester v. SFS	E 473 – E 474	2002	59	63	[37 – 86]
Stearoyl-Lactylate	E 481 – E 482	2015	52	54	[34 – 72]
Sorbitanester	E 491 – E 492	1981	67	73	[47 – 94]
Glutamate	E 620 – E 625	2025	59	62	[43 – 78]
Süßungsmittel	E 950	1781	52	55	[3 – 100]
	E 951	1778	52	57	[2 – 100]
	E 952	948	29	0	[0 – 78]
	E 954	1778	48	44	[2 – 99]
	E 955	1777	66	91	[24 – 100]
	E 957	1378	78	100	[66 – 100]
	E 959	1932	62	77	[23 – 97]
	E 960	1737	67	95	[22 – 100]
	E 961	1762	66	92	[20 – 100]
E 962	1774	66	91	[24 – 100]	

\*ausschließlich Konsumenten (Stufe-2)