

Lebensmittelzusatzstoffe – Einführung

Rechtliche, technologische, toxikologische Aspekte

STEFFEN THEOBALD



Lebensmittelzusatzstoffe sind ausgesprochen heterogene Verbindungen, die eingesetzt werden, um verarbeiteten Lebensmitteln zusätzliche Eigenschaften wie beispielsweise Stabilität, Geschmack, Farbe oder längere Haltbarkeit zu verleihen. Mit einer Serie von Beiträgen soll in dieser und den nächsten fünf Ausgaben der «Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin» (SZE) ein systematischer Überblick über diese in der Schweiz zugelassenen Zusatzstoffe gegeben werden. Dabei sollen rechtliche und lebensmitteltechnologische ebenso wie toxikologische und Verbraucherschutzaspekte beleuchtet werden. Ziel ist es, Transparenz in die Vielfalt der Zusatzstoffe zu bringen und eine differenzierte Betrachtung bezüglich Nutzen, Notwendigkeit und Unbedenklichkeit der unterschiedlichen Substanzen zu ermöglichen, um Patienten/Klienten sachlich und fachlich professionell beraten zu können. Der vorliegende Einführungsbeitrag gibt einen Einblick in die Systematik, die Zulassung und die rechtlichen Vorschriften zum Inverkehrbringen von Zusatzstoffen. In den folgenden Ausgaben der SZE sollen dann einzelne Zusatzstoffgattungen besprochen und die Studienlage zu in der Kritik stehenden Substanzen näher beleuchtet werden.

Obwohl Zusatzstoffe vor ihrer Zulassung einem intensiven toxikologischen Prüfungsverfahren unterliegen, wird ihre Verwendung in Lebensmitteln kontrovers diskutiert. Befürworter betrachten sie als unentbehrlich zur Vermeidung von Gesundheitsrisiken, vor allem mikrobieller Herkunft, sowie als notwendige Hilfsmittel zur Verbesserung der Haltbarkeit, Textur, des Geschmacks und Aussehens von Lebensmitteln (1). Gegner sehen in ihnen keine Notwendigkeit und mitunter pauschal ein potenzielles Gesundheitsrisiko. Zu dieser Haltung trägt sicherlich auch bei, dass Zusatzstoffe für Konsumenten nicht immer nachvollziehbar beziehungsweise transparent deklariert sind. Die Zutatenliste eines Produkts liest sich bisweilen wie ein Chemielexikon, für das Fachkenntnisse notwendig sind. Darüber hinaus dürfen Zusatzstoffe neben ihrem chemischen Namen auch verschlüsselt als «E-Nummern» zusammen mit der Gat-

tungsbezeichnung auf der Lebensmittelpackung deklariert werden. Bei nicht vorverpackter Ware, etwa an Käse- oder Wursttheken, auf Marktständen oder in der Gastronomie, ist eine Deklaration auf dem Produkt nur bedingt möglich, und die Regelungen der Offenlegung sind Verbrauchern nicht unbedingt bekannt.

Was ist ein Zusatzstoff?

Das Bundesgesetz über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände (kurz Lebensmittelgesetz, LMG) differenziert zunächst grundsätzlich zwischen Lebensmitteln und Zusatzstoffen. Lebensmittel werden wiederum unterschieden in Nahrungsmittel und Genussmittel. Zusatzstoffe sind dagegen Stoffe, «die bei der Herstellung von Lebensmitteln zur Erzielung bestimmter Eigenschaften oder Wirkungen verwendet werden» (2). Im Gegensatz zu Stoffen, die in einem Lebensmittel also natürlicherweise vorkommen (z.B. Zucker, Ka-

kao und Haselnüsse in Schokolade), werden Zusatzstoffe absichtlich zugesetzt, um bestimmte technologische Eigenschaften im Endprodukt zu erzielen (z.B. Sojalezithin als Emulgator in Schokolade, Nitrit zur Wachstumshemmung von pathogenen Keimen).

Sowohl Lebensmittel als auch Zusatzstoffe gelten laut LMG als Zutaten des Endprodukts und müssen gemäss Lebensmittelkennzeichnungsverordnung (LKV) bei vorverpackten Waren in der Zutatenliste mengenmässig in absteigender Reihenfolge aufgelistet werden (3). Bei offen angebotenen Lebensmitteln muss in den meisten Fällen keine schriftliche Information ersichtlich, aber es muss gewährleistet sein, dass der Verbraucher sich mündlich beim Personal oder durch Aushänge von deklarationspflichtigen Zusatzstoffen in Restaurants, Kantinen oder Ähnlichem informieren kann.

Zusatzstoffe müssen nicht unbedingt mit

ihrem chemischen Namen in der Zutatenliste deklariert sein. Sie können auch mit ihrer Gattungsbezeichnung und einer sogenannten «E-Nummer» ausgewiesen werden. Das «E» steht dabei für EG oder EU und ist zusammen mit einer Nummer der Code, der in der Europäischen Union unabhängig von der Landessprache einen Zusatzstoff eindeutig identifiziert und ihn aus gesundheitlicher Sicht als sicher für die Verwendung in Lebensmitteln einstuft (4).

Das Schweizer Lebensmittelrecht hat das E-Nummern-System der EU sowie einen Grossteil der Gattungsbezeichnungen für Zusatzstoffe (im EU-Recht «Klassen» genannt) übernommen. Es sind jedoch nicht alle in der EU zugelassenen Zusatzstoffe auch in der Schweiz genehmigt – und umgekehrt. Derzeit dürfen in der Schweiz 328 Zusatzstoffe in Verkehr gebracht werden (Stand: Oktober 2011). Sie werden im Anhang 1 der Zusatzstoffverordnung (ZuV) in 24 Zusatzstoffgattungen eingeteilt (Tabelle) (5). Dabei können bestimmte Zusatzstoffe aufgrund ihrer technologischen Eigenschaften gleichzeitig meh-

renen Gattungen angehören (z.B. Ascorbinsäure als Antioxidans und als Säuerungsmittel).

Wozu werden Zusatzstoffe benötigt?

Der Einsatz von Zusatzstoffen in Lebensmitteln erfolgt nicht erst seit der Industrialisierung der Lebensmittelproduktion. Viele Zusatzstoffe sind Zutaten, wie sie auch im handwerklichen und hauswirtschaftlichen Bereich schon seit Jahrhunderten verwendet werden. Dazu gehören zum Beispiel Backtriebmittel (Natriumhydrogencarbonat in Backpulver, Ammoniumhydrogencarbonat in Hirschhornsalz), Emulgatoren (Lezithin in Eigelb), Säuerungs- und Konservierungsmittel (Zitronensäure in Zitronensaft, Essigsäure in Essig), Verdickungsmittel (Agar-Agar, Gelatine), Stabilisatoren und Geliermittel (Pektin) oder Antioxidanzien (Ascorbinsäure in Zitronen). Viele natürlich vorkommende Zusatzstoffe werden aufgrund der hohen Nachfrage heute grosstechnologisch synthetisiert (z.B. Ascorbinsäure aus Glukose mithilfe von Mikroorganismen). Daneben gibt es auch Zusatzstoffe, die in der Natur nicht vorkommen wie zum Beispiel einige Süsstoffe (z.B. Saccharin, Cyclamat) oder solche, die aus Naturprodukten gewonnen werden (z.B. modifizierte Stärke, Stevia). Neben den oben genannten Substanzen können die Lebensmittelindustrie und das Handwerk noch mehrere hundert weitere Stoffe einsetzen, um in Lebensmitteln bestimmte technologische Eigenschaften zu erzielen. Das kann zum Beispiel eine längere Haltbarkeit (Konservierungsstoff), eine bessere Struktur (Backtriebmittel und Stabilisator in Backwaren, modifizierte Stärke zur Verbesserung der Streichfähigkeit eines Brotaufstrichs), besserer Geschmack (Aromastoffe, Geschmacksverstärker) oder intensivere Farbe (Farbstoffe) sein. Ob das vom Hersteller gewünschte Ergebnis auch den Verbrauchererwartungen entspricht, zeigt letztlich die Akzeptanz des jeweiligen Produkts am Markt. Es gilt jedoch als sicher, dass die Nahrungsmittelversorgung in der heute vorhandenen Vielfalt in einer hoch technisierten Gesellschaft wie der Schweiz ohne die Verwendung von Zusatzstoffen kaum vorstellbar wäre.

Zulassungsverfahren für Zusatzstoffe

Neben den Bedürfnissen von Konsumenten und Herstellern gibt es eine Sorgfaltspflicht des Gesetzgebers, wenn es um Belange der Gesundheitsvorsorge beim Produzieren, Inverkehrbringen sowie Konsumieren von Lebensmitteln und Zusatzstoffen geht. Deshalb geht der Zulassung eines Zusatzstoffes durch die zuständigen staatlichen Behörden ein aufwendiges, mehrstufiges Verfahren voran, in dem die gesundheitliche Unbedenklichkeit überprüft wird. Verantwortlich hierfür sind meist internationale Institutionen wie das Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) oder die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA), die Institute mit der toxikologischen Prüfung beauftragen oder bereits durchgeführte und publizierte Studien bewerten. Das JECFA beispielsweise trifft sich halbjährlich und passt seine Empfehlungen und Grenzwerte jeweils dem neusten Wissensstand an. Dass hierbei umfangreiches Wissen zusammengetragen wird, zeigen die bisher veröffentlichten Reports auf der JECFA-Homepage (6).

Die Umsetzung dieser Empfehlungen beziehungsweise der erarbeiteten Grenzwerte für das Landesrecht obliegt den jeweils zuständigen staatlichen Behörden. Für die Schweiz ist das in der Regel das Eidgenössische Departement des Innern (EDI).

Die toxikologische Unbedenklichkeit eines Zusatzstoffes wird meist durch Tierexperimente ermittelt. Dazu werden der zu untersuchende Stoff oder bekannte Metaboliten auf toxische, kanzerogene, mutagene und teratogene Wirkungen getestet. Die Untersuchungen umfassen neben der Ermittlung der akuten letalen Dosis (LD50) auch Langzeitfütterungsversuche zur Abschätzung der chronischen Giftwirkung durch Akkumulation, Metabolisierung und Ausscheidung der Substanz. Mit diesem Verfahren wird der sogenannte «No observable effect level» (NOEL) ermittelt. Das ist die Dosis einer Substanz, bei der keine erkennbaren Gesundheitsschäden zu beobachten sind. Durch Reduktion des NOEL-Werts in der Regel um den Faktor 100 wird der Accep-

Tabelle: Gattungsbezeichnungen von Zusatzstoffen gemäss Anhang 1 der Zusatzstoffverordnung (ZuV) (5)

- Konservierungsmittel
- Konservierungsstoffe
- Antioxidationsmittel/Antioxidanzien
- Säuerungsmittel
- Säureregulatoren
- Trennmittel/Antiklumpmittel
- Schaumverhüter
- Füllstoffe
- Emulgatoren
- Schmelzsalze
- Festigungsmittel
- Geschmacksverstärker
- Geliermittel
- Überzugsmittel
- Feuchthaltemittel
- Modifizierte Stärken
- Packgase
- Treibgase
- Backtriebmittel
- Stabilisatoren
- Verdickungsmittel
- Mehlbehandlungsmittel
- Farbstoffe
- Süssungsmittel/Süsstoffe
- Aromen

table-daily-intake-Wert (ADI-Wert), das heisst die duldbare tägliche Aufnahmemenge festgelegt. Durch die Sicherheitsspanne soll gewährleistet werden, dass auch empfindliche Personen wie Kinder, Schwangere, Stillende oder ältere Menschen keinem Gesundheitsrisiko ausgesetzt sind respektive Langzeitwirkungen berücksichtigt werden (7, 8). Der ADI-Wert entspricht der gesetzlich festgelegten Höchstmenge eines Zusatzstoffs, den ein Lebensmittel enthalten darf. In der JECFA-Zusatzstoffdatenbank sind ADI-Werte für jeden Zusatzstoff hinterlegt, sofern er nicht als nicht toxisch eingestuft wurde (9). Der ADI-Wert wird bei Bedarf angepasst, sofern neuere Studien Hinweise dafür geben.

Regulierung des Einsatzes von Zusatzstoffen

In welchen Mengen ein bestimmter Zusatzstoff einem Lebensmittel letztlich zugegeben werden darf, ist wiederum Sache des Gesetzgebers. In der Schweiz reguliert dies die Verordnung des EDI über die in Lebensmitteln zulässigen Zusatzstoffe, kurz Zusatzstoffverordnung (ZuV).

Dabei wird grundsätzlich unterschieden zwischen Zusatzstoffen, die

1. in allen Lebensmitteln ohne Einschränkung
2. gemäss guter Herstellungspraxis (GHP)
3. mit Mengenbeschränkung zulässig sind (5).

In der ersten Kategorie befinden sich ausschliesslich Gase (u.a. Kohlendioxid, Helium, Stickstoff), die vorwiegend als Schutzgase in Verpackungen eingesetzt werden.

Was eine gute Herstellungspraxis (zweite Kategorie) ist, wird in der ZuV dahingehend erläutert, dass Art und Menge des Zusatzstoffes gemäss Rezeptur branchenüblich, seine Menge begrenzt sein muss auf die Erzielung der gewünschten Wirkung und die Verwendung des Zusatzstoffes für Verbraucher nicht irreführend sein darf (5).

Zu den nach GHP zugelassenen Zusatzstoffen gehören zum Beispiel organische Säuren natürlichen Ursprungs und ihre Salze (Essigsäure, Milchsäure, Zitronensäure), anorganische Basen, Säuren und

ihre Salze (Schwefelsäure, Kalziumsulfat, Kaliumhydroxid) Verdickungsmittel (Guarkernmehl, Carrageen, Agar-Agar), Zuckeralkohole (Mannitol, Sorbitol) oder modifizierte Stärken (Monostärkephosphat, acetylierte Stärke).

Für den weitaus grössten Teil der Zusatzstoffe gelten Mengenbeschränkungen (dritte Kategorie), die vom jeweiligen Lebensmittel abhängen und die in der sogenannten Anwendungsliste der ZuV (Anhang 7) geregelt sind (5). So darf beispielsweise der Konservierungsstoff Sorbinsäure bis zu 1 g/kg in Margarine, bis zu 2 g/kg in Mayonnaise, aber nur bis zu 0,6 g/kg in Teigen zugesetzt werden.

Kennzeichnung von Zusatzstoffen

Die Zutatenliste ermöglicht einen Einblick in alle Zutaten (Lebensmittel und Zusatzstoffe) eines verpackten Lebensmittels. Intransparent ist dies jedoch bei sogenannten zusammengesetzten Zutaten. Das sind Zutaten, die wiederum selbst Bestandteile eines zusammengesetzten Lebensmittels sind. Als Beispiel sei ein Kartoffelsalat genannt, der unter anderem mit Saccharin gesüsste Gewürz Gurken enthält.

Gemäss Art. 7 der LKV müssen zwar alle Lebensmittel der zusammengesetzten Zutat (hier Trinkwasser, Gurken, Weinessig, Senfsaat, Salz) deklariert werden. Von den Zusatzstoffen (hier Saccharin) müssen jedoch nur die angegeben werden, die im Endprodukt Kartoffelsalat noch technologisch wirksam sind. Sind im Endprodukt weniger als 5 Prozent der zusammengesetzten Zutat (Gewürzgurken) enthalten, gilt dieselbe Regelung (3).

Für bestimmte Personengruppen wie solche mit seltenen Stoffwechselstörungen oder Allergiker kann diese Regelung ein potenzielles Risiko darstellen. In der Vergangenheit wurde immer wieder von allergischen Reaktionen berichtet, die durch Lebensmittel mit versteckten Allergenen aus zusammengesetzten Zutaten ausgelöst wurden. Besonders nach Verzehr von Erdnüssen wurden mehrere tödlich verlaufende anaphylaktische Reaktionen beschrieben, die meisten jedoch beim Ausser-Haus-Verzehr von nicht verpackten Lebensmitteln, für die ohne-

hin keine Kennzeichnung am Lebensmittel vorgeschrieben ist (10–12). Zum Schutz vor Reaktionen bei Allergikern wurde deshalb 2003 in der Schweiz eine obligatorische Kennzeichnung von häufigen beziehungsweise klinisch relevanten Nahrungsmittelallergenen und Substanzen, die andere unerwünschte Reaktionen auslösen können, im Artikel 8 der LKV festgelegt. Dabei müssen nicht nur zusammengesetzte Zutaten gekennzeichnet werden, sondern es muss auch ein Hinweis erfolgen, falls eine unbeabsichtigte Kontamination stattfinden könnte. Die Regelung wurde auch in der EU mit einer Übergangsfrist bis November 2005 eingeführt, sodass auch entsprechende importierte Lebensmittel gekennzeichnet sein müssen. In der Liste der «allergenen» Lebensmittel befinden sich neben Lebensmitteln wie glutenhaltige Getreide, Krebstiere, Nüsse, Milch und Sellerie auch die Zusatzstoffe Schwefeldioxid und Sulfite, die bei empfindlichen Personen pseudoallergische Reaktionen auslösen können und deshalb in Konzentrationen von mehr als 10 mg SO₂ pro Kilogramm oder Liter genussfertiges Lebensmittel deklarationspflichtig sind.

Ein Punkt, der aus allergologischer Sicht bis anhin noch als unbefriedigend gilt, ist die Deklaration von Zusatzstoffen, die als Trägersubstanzen oder Lösungsmittel potenziell pseudoallergieauslösende Lebensmittel enthalten können, wie zum Beispiel die von bestimmten Farbstoffen. Meist unterliegen diese Trägerstoffe laut Anhang 5 der ZuV keiner expliziten Mengenbegrenzung, sondern dürfen gemäss GHP verwendet werden. Gleiches gilt für die in Aromen verwendeten Antioxidations- und Konservierungsmittel. Unter den Trägerstoffen sind auch Naturstoffe wie Bienenwachs, Johannisbrotkernmehl oder Guarkernmehl, von denen ein Risiko für Allergiker ausgehen kann (13–15). Eine ausführliche Besprechung dieser Problematik soll jedoch in den Beiträgen zu Farb- und Aromastoffen dieser Artikelserie erfolgen.

Sind Zusatzstoffe sicher?

Grundsätzlich gelten Zusatzstoffe aufgrund ihrer umfangreichen toxikologi-

schen Prüfung als sicher. Wie bereits erwähnt, passen die zuständigen wissenschaftlichen (JECFA, EFSA u.a.) und staatlichen Behörden (EDI) ihre Empfehlungen und gesetzlichen Regelungen regelmässig der sich ändernden Datenlage an. Dennoch gibt es einige Punkte, die von Kritikerseite her genannt werden und zu diskutieren sind. Dies betrifft unter anderem die folgenden Aspekte:

- Ausreichende Sicherheit für Personengruppen in bestimmten Alters-/Lebensphasen
 - Übertragbarkeit von experimentellen Studien (Tier, Zellkulturen) auf den Menschen
 - Übertragbarkeit von Grenzwerten für Gesunde auf (stoffwechsel)kranke Personen
 - Kumulative und interaktive Effekte bei Aufnahme von mehreren Zusatzstoffen
- Grundsätzlich gilt das Modell der Acceptable Daily Intake (ADI-Wert) als sicher, da es sich infolge jahrzehntelanger Toxizitätsforschung etabliert hat. Durch das Festlegen des ADI-Wertes, der meist ein Hundertstel des NOEL-Wertes eines Zusatzstoffes beträgt, soll gewährleistet werden, dass auch empfindliche Personen wie beispielsweise Kinder, Schwangere und Stillende keinen gesundheitlichen Gefährdungen ausgesetzt sind (16). Ob diese Personengruppen jedoch mit einem Sicherheitsfaktor von 100 ausreichend abgesichert sind, lässt sich nicht überprüfen, da entsprechende Toxizitätsprüfungen aus ethischen Gründen nicht durchführbar sind (17). Auch die Übertragbarkeit von experimentellen Studien auf den Menschen stösst durch einen teilweise unterschiedlichen Metabolismus beim Tier und bedingt durch den längeren Lebenszyklus des Menschen und der damit bedingten grösseren Gefahr von kumulativen Wirkungen an ihre Grenzen. Sie träten erst dann zutage, wenn nach jahrelangem Konsum pathologische Symptome beobachtet werden, die sich anderweitig nicht schlüssig erklären liessen. Ein Beispiel ist der seit Jahren diskutierte und noch nicht abschliessend zu beurteilende Zusammenhang zwischen Zusatzstoffkonsum und dem Hyperaktivitätssyndrom bei Kindern (18).

Bis heute existieren erst wenige Daten zu Interaktionen bei der gleichzeitigen Aufnahme mehrerer Zusatzstoffe, wie dies bei einer typischen westlichen Ernährungsweise üblich ist. So konnte zum Beispiel in Fütterungsversuchen mit gleichzeitiger Gabe der Farbstoffe Braun HT (E155) und Indigokarmin (E132) beobachtet werden, dass Körpergewicht, Gesamt- und HDL-Cholesterin erniedrigt und verschiedene Leberenzyme erhöht waren. Bei den Tieren, die nur jeweils einen der beiden Farbstoffe appliziert bekamen, waren derartige Effekte nicht zu beobachten (19).

Diese Beispiele sollen zeigen, dass es eine hundertprozentige Sicherheit für alle Bevölkerungsgruppen und Lebenssituationen nicht geben kann. Letztlich räumt dies auch die JECFA ein und empfiehlt in Einzelfällen bei begründetem Verdacht zum Beispiel einen höheren Sicherheitsfaktor festzulegen und Zusatzstoffe neuer Prüfungen zu unterwerfen (8).

Fazit

Zusatzstoffe sind in einer hoch technisierten und globalisierten Lebensmittelproduktion kaum mehr wegzudenken. Eine Vielzahl von Zusatzstoffen gilt als harmlos und wird schon seit Jahrhunderten verwendet. Für einige Zusatzstoffe gibt es aus mikrobiologischen Gründen bis anhin keine brauchbaren Alternativen. Ob und wie viel Zusatzstoffe der Einzelne konsumieren möchte, bleibt eine individuelle Entscheidung. Dabei sollten Verbraucher jedoch angesichts der Verunsicherung durch zahlreiche Laienpublikationen zum Thema und der zum Teil schwer verständlichen Zusatzstoffdeklaration Hilfe von Fachpersonen bekommen. Dazu soll diese Artikelserie beitragen.

Korrespondenzadresse:

Prof. Steffen Theobald, Dipl. oec. troph.
 Berner Fachhochschule Gesundheit
 Studiengang Ernährung und Diätetik
 Murtenstr. 10, 3008 Bern
 E-Mail: steffen.theobald@bfh.ch

Literatur:

1. Shibamoto T, Bjeldanes LF. Introduction to food toxicology. 2 ed. In: Shibamoto T, Bjeldanes LF, eds. Food Chemistry. Burlington, MA: Academic Press Elsevier 2009.
2. Eidgenössisches Departement des Innern (EDI). Bundesgesetz über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände (Lebensmittelgesetz, LMG) vom 09. Oktober 1992 (Stand am 01. April 2008). 2011. www.admin.ch/ch/d/sr/817_0/index.html, Zugriff am 29.07.2011
3. Eidgenössisches Departement des Innern (EDI). Verordnung des EDI über die Kennzeichnung und Anpreisung von Lebensmitteln (LKV) vom 23. November 2005 (Stand am 01. November 2010). 2010. www.admin.ch/ch/d/sr/817_022_21/index.html#id-2-4, Zugriff am 28.07.2011
4. Bundesministerium für Ernährung LuV. Lebensmittelzusatzstoffe. 2011. www.bmelv.de/DE/Ernaehrung/SichereLebensmittel/SpezielleLebensmittelUndZusaetze/Zusatzstoffe/zusatzstoffe_node.html, Zugriff am 06.10.11
5. Eidgenössisches Departement des Innern (EDI). Verordnung des EDI über die in Lebensmitteln zulässigen Zusatzstoffe (Zusatzstoffverordnung ZuV) vom 22. Juni 2007 (Stand am 25. Mai 2009). 2011. www.admin.ch/ch/d/sr/817_022_31/index.html, Zugriff am 10.10.2011
6. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) publications. 2011. www.who.int/foodsafety/chem/jecfa/publications/en/index.html, Zugriff am 16.10.2011
7. Krämer J. Lebensmittelmikrobiologie. Stuttgart: Eugen Ulmer, 2007.
8. Herrman JL, Younes M. Background to the ADI/TDI/PTWI. Regul Toxicol Pharmacol 1999; 30: S109–S113.
9. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Combined Compendium of Food Additive Specifications. 2011. www.fao.org/ag/agn/agns/jecfa_archive_en.asp, Zugriff am 15.10.2011
10. Yunginger JW, Sweeney KG, Sturmer WQ et al. Fatal food-induced anaphylaxis. JAMA 1988; 260: 1450–1452.
11. Shah E, Pongracic J. Food-induced anaphylaxis: who, what, why, and where? Pediatr Ann 2008; 37: 536–541.
12. Skripak JM, Wood RA. Peanut and tree nut allergy in childhood. Pediatr Allergy Immunol 2008; 19: 368–373.
13. Papanikolaou I, Stenger R, Bessot JC, de BF, Pauli G. Anaphylactic shock to guar gum (food additive E412) contained in a meal substitute. Allergy 2007; 62: 822.
14. Savino F, Muratore MC, Silvestro L, Oggero R, Mostert M. Allergy to carob gum in an infant. J Pediatr Gastroenterol Nutr 1999; 29: 475–476.
15. Alarcon E, del Pozo MD, Bartolome B et al. Urticaria and angioedema due to ingestion of carob gum: a case report. J Investig Allergol Clin Immunol 2011; 21: 77–78.
16. Walker R. Toxicity testing and derivation of the ADI. Food Addit Contam 1998; 15 Suppl: 11–16.
17. Ostergaard G, Knudsen I. The applicability of the ADI (Acceptable Daily Intake) for food additives to infants and children. Food Addit Contam 1998; 15 Suppl: 63–74.
18. Kanarek RB. Artificial food dyes and attention deficit hyperactivity disorder. Nutr Rev 2011; 69: 385–391.
19. Aboel-Zahab H, el-Khyat Z, Sidhom G, Awadallah R, Abdel-al W, Mahdy K. Physiological effects of some synthetic food colouring additives on rats. Boll Chim Farm 1997; 136: 615–627.