

Zusatzstoffe in Lebensmitteln – positiv oder negativ?

Zusatzstoffe werden bei der breiten Bevölkerung oft mit Argwohn betrachtet, sie werden als unnatürlich, unnötig und gesundheitsschädlich wahrgenommen. Diese Meinung wird häufig durch populäre Publikationen unterstützt, mit dem Ergebnis, dass trotz unzähliger Informationsangebote viel Unwissen über Zusatzstoffe sowie über ihre Sicherheit, ihren Einsatz und gesetzliche Vorschriften herrscht. Auf diese Aspekte wird in der Folge eingegangen.

Beatrice Baumer

Was sind Zusatzstoffe?

Zusatzstoffe werden in der Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung (LGV) als Stoffe definiert, «welche Lebensmitteln aus technologischen oder sensorischen Gründen absichtlich direkt oder indirekt zugesetzt werden, mit oder ohne Nährwert, und die als solche oder in Form von Folgeprodukten ganz oder teilweise in diesen Lebensmitteln verbleiben, oder einem Lebensmittel zugesetzt werden, um diesem einen besonderen Geruch oder Geschmack zu verleihen (Aromen)».

Zusatzstoffe (Definition siehe *Kasten*) werden aus technologischen (z.B. verlängerte Stabilität und Frische) oder sensorischen Gründen (d.h. mit den Sinnen wahrnehmbare Eigenschaften: Aussehen, Konsistenz, Geruch, Geschmack) eingesetzt. Diese Wirkungen werden von Konsumenten wahrgenommen und geschätzt, obwohl sie häufig nicht realisieren, dass sie durch Zusatzstoffe erzeugt werden.

Gesetzliche Aspekte

Da Zusatzstoffe im Lebensmittel verbleiben, dürfen sie, wie alle anderen Zutaten auch, die Gesundheit nicht gefährden. Aus diesem Grund werden alle Zusatzstoffe intensiv untersucht, um folgende Aspekte abzuklären:

- Physiologische/pharmakologische Aspekte: Wie werden die Stoffe resorbiert, im Körper verteilt, verstoffwechselt und ausgeschieden? Wie wirken sie auf andere Stoffwechselfvorgänge?
- Toxikologische Eigenschaften: Akute, mittelfristige und langfristige Toxizität, Karzinogenität, Genotoxizität, Mutagenität, Reproduktionstoxizität. Dazu werden Studien mit Tierversuchen und Zellkulturen durchgeführt.
- Beobachtungen bei Menschen: Klinische Studien, epidemiologische Studien.
- Einnahme: Dosierung in Lebensmitteln, Verzehrsmengen.

Die Resultate dieser Studien werden vom Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) und vom wissenschaftlichen Lebensmittelausschuss der EU-Kommission zusammengefasst, nach dem folgenden Vorgehen evaluiert und publiziert (z.B. JECFA, 2006):

1. No Effect Level (NOEL): Höchste Dosierung, bei der in (Tier-)Versuchen keine Toxizität nachgewiesen wurde. Wenn möglich, basieren diese Werte auf Langzeitstudien und werden als Dosis/Tag/kg Körpergewicht angegeben.

2. Dieser Wert wird durch einen Sicherheitsfaktor von 100 dividiert. Damit werden allfällig erhöhte Empfindlichkeiten bei Menschen gegenüber Tieren, individuelle Unterschiede sowie nichtlineare, dosisabhängige Reaktionen kompensiert.

3. Dies ergibt die empfohlenen «Acceptable Daily Intake»-Werte (ADI) für Menschen als mg/Tag/kg Körpergewicht: Dieser entspricht der Menge des jeweiligen Zusatzstoffs, die lebenslanglich ohne Gesundheitsgefährdung eingenommen werden kann.

- Für Stoffe, die in keiner Studie toxische Wirkungen aufweisen, werden



keine ADI-Werte angegeben («ADI not specified»); dies gilt für die Mehrzahl der Zusatzstoffe.

- Die ADI-Werte einzelner Stoffe können auf eine Klasse chemisch verwandter Stoffe ausgedehnt werden. Bei einer kombinierten Anwendung darf die Summe aller verwandten Stoffe die ADI-Werte nicht überschreiten.

- Bekannt ist auch die Bezeichnung «Generally Recognized As Safe» (GRAS), oft in den USA auch für gängige Zusatzstoffe gebraucht (Burdock & Carabin, 2004).

Die Festlegung eines ADI-Wertes allein reicht jedoch nicht, um neue Zusatzstoffe zu kommerzialisieren und in Lebensmitteln einzusetzen. Dazu kommen ausschliesslich zugelassene Zusatzstoffe, die in «Positiv-Listen» aufgeführt werden, in Frage. In der Schweiz sind dies momentan etwa 320 Substanzen, Aromastoffe ausgenommen, die in der Zusatzstoffverordnung (ZuV) separat aufgelistet sind. Im europäischen Raum zugelassene Zusatzstoffe werden alle mit E-Nummern versehen, einzige Ausnahme sind Aromastoffe. Die Zulassung neuer Zusatzstoffe wird sehr restriktiv vorgenommen. Die Notwendigkeit muss belegt werden, es darf keine Alternativen geben (andere Zusatzstoffe, Zutaten, technologische

Tabelle 1: Zusatzstoffgattungen mit Wirkung auf das Aussehen (nach LKV)

Farbstoffe	<p>Farbstoffe sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ natürliche Bestandteile von Lebensmitteln ■ natürliche Bestandteile von Ausgangsstoffen, die normalerweise nicht in Lebensmitteln vorkommen ■ synthetisch erzeugt (z.B. Azofarbstoffe) <p>Nicht als Farbstoffe gelten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Lebensmittel mit färbender Nebenwirkung, wie z.B. Gewürze (Safran, Curcuma) ■ Farbstoffe zum Färben von nicht zum Verzehr bestimmten Oberflächen von Lebensmitteln, wie Käseüberzüge und Wursthüllen
Überzugmittel	(einschliesslich Gleitmittel) Stoffe, die der Aussenoberfläche eines Lebensmittels ein glänzendes Aussehen oder einen Schutzüberzug verleihen.
Trennmittel/ Antiklumpmittel	Verhindern das Aneinanderhaften einzelner Partikel eines Lebensmittels

Tabelle 2: Definition von Aromastoffen (nach LKV)

Bei den Aromastoffen sind Herkunft/Herstellmethoden für die Definition wichtig; es werden unterschieden:

- a. *Natürliche Aromastoffe*: Chemisch definierte Stoffe, die durch geeignete Verfahren aus Stoffen pflanzlichen oder tierischen Ursprungs gewonnen werden, die für den menschlichen Verzehr geeignet sind.
- b. *Naturidentische Aromastoffe*: Chemisch definierte Stoffe, die durch Synthese oder durch Isolierung mit chemischen Verfahren gewonnen werden. Sie sind chemisch mit Substanzen identisch, die in einem Stoff pflanzlichen oder tierischen Ursprungs natürlich vorkommen (nach a).
- c. *Künstliche Aromastoffe*: Chemisch definierte Stoffe, die durch chemische Synthese gewonnen werden. Solche Stoffe kommen in dieser Form nicht in herkömmlichen Lebensmitteln oder ihren Rohstoffen vor.
- d. *Aromaextrakte*: Erzeugnisse mit Aromaigenschaften, die gemäss a) gewonnen werden, jedoch nicht unter diesen Begriff fallen.
- e. *Reaktionsaromen* werden aus einer Mischung von Ausgangserzeugnissen durch Erhitzen gewonnen («Maillard-Reaktion»).
- f. *Raucharomen*: Zubereitungen aus Rauch, die bei den herkömmlichen Verfahren zum Räuchern von Lebensmitteln verwendet werden.

Verfahren), die vorgeschlagene Dosis muss gesundheitlich unbedenklich sein, es darf nicht zur Konsumenttäuschung führen. Noch restriktiver ist der Einsatz von Zusatzstoffen bei biologisch erzeugten Produkten (Bioverordnung EVD).

Beurteilt wird ausserdem ihre Anwendung nach Lebensmittelgruppe und zwar nach technologischer Notwendigkeit, nach Austauschbarkeit mit anderen Zusatzstoffen sowie nach Konsummengen der einzelnen Lebensmittelgruppen.

Aus solchen Überlegungen entstehen Anwendungsmöglichkeiten als Dosierung/kg Lebensmittelgruppe. Diese Regelungen sind international (Codex Alimentarius), kontinental (z.B. EU-Gesetzgebung) oder national:

Die schweizerischen Regelungen (LGV, ZuV, Bioverordnung) werden allerdings fortlaufend mit dem europäischen Recht harmonisiert.

- Für Zusatzstoffe mit nicht spezifiziertem ADI wird meistens der Hinweis «GHP» (Gute Herstellungspraxis) statt einer Dosierung angegeben: Die Dosierung wird hauptsächlich durch die technologischen Anforderungen definiert. Diese sollte möglichst tief sein, keine Konsumenttäuschung hervorrufen und die Nährstoffzusammensetzung nicht nachteilig verändern.

- Für Zusatzstoffe mit definierten (oder provisorischen) ADI-Werten wird eine maximale Dosierung (für einzelne Zusatzstoffe oder für eine Stoffgruppe) angegeben.

- Teils international widersprüchliche Dosierungsempfehlungen sind auf unterschiedliche Essgewohnheiten, technologische und klimatische Gegebenheiten zurückzuführen.

Beim Einsatz von Zusatzstoffen in Lebensmitteln müssen diese im Sinne des Täuschungsverbotes deklariert werden. Dabei gibt es zwei Möglichkeiten (siehe Verordnung zur Kennzeichnung und Anpreisung von Lebensmitteln, LKV):

1. Gattung und Einzelbezeichnung mit Nennung des Stoffes, zum Beispiel «Verdickungsmittel (Guarkernmehl)» oder

2. Gattung und E-Nummern-Bezeichnung, zum Beispiel «Verdickungsmittel (E 412)».

Funktionen der Zusatzstoffe

Je nach Einsatzgebiet und Dosierung kann die Funktion variieren. Von der gesetzgeberischen Seite wird jedoch die Funktion einzelner Zusatzstoffe nicht a priori definiert. Typische Funktionen («Gattungsbezeichnungen») werden in der Schweizer Gesetzgebung allgemein beschrieben (LKV).

Einfluss auf Aussehen

Lebensmittel werden oft bereits anhand des Aussehens beurteilt; dies wirkt sich auf Appetit und Verdauungsprozesse aus: Appetitliche Lebensmittel regen die Ausschüttung von Verdauungsenzymen und anderen verdauungsfördernden Stoffen an. Wichtig beim Aussehen sind hauptsächlich Oberflächenbeschaffenheiten wie Farbe, Glanz und Form (Tabelle 1). Durch die Verarbeitung können Rohstoffe sich so verändern, dass sich auch diese Eigenschaften grundlegend ändern, was zum Beispiel durch den Einsatz von Farbstoffen kompensiert wird (z.B. werden bei der Glacéproduktion die Milch-Frucht-Mischungen heller). Andere Lebensmittel sind durch eine charakteristische Farbe identifizierbar, die nicht von den Ausgangsrohstoffen gegeben sind. Hier werden Farbstoffe als Markenzeichen eingesetzt (Süssgetränke, Süssigkeiten).

Einfluss auf Geruch

Wie das Aussehen hat auch der Geruch von Lebensmitteln eine appetitanregende Funktion. Aromastoffe haben eine ähnliche Funktion wie Farbstoffe. Aromastoffe werden Lebensmitteln in sehr geringen Mengen zugesetzt, entweder um die typische

Tabelle 3: Zusatzstoffgattungen mit Wirkung auf die Konsistenz (nach LKV)

Gattung	Funktion	Typische Beispiele/ Anwendungsgebiete
Füllstoffe	Bilden einen Teil des Volumens eines Lebensmittels, ohne Einfluss auf dessen Energiewert zu haben.	Polydextrose (statt Zucker)
Emulgatoren	Ermöglichen die einheitliche, dauerhafte Dispersion zweier oder mehrerer nicht mischbarer Phasen (z.B. Öl, Wasser).	Lezithin, Mono- und Diglyzeride (Margarine, Salat-saucen)
Schmelzsalze	Überführen die in Käse enthaltenen Proteine in eine dispergierte Form und ermöglichen eine homogene Verteilung von Fett und anderen Bestandteilen.	Phosphate und Zitratre
Festigungsmittel	Verleihen dem Zellgewebe von Obst und Gemüse Festigkeit und Frische; festigen Gele zusammen mit Geliermittel.	Pektin, Kalzium
Geliermittel	Geben Lebensmitteln durch Gelbildung eine festere Konsistenz.	Pektin, Agar-Agar, Modifizierte Stärken
Backtriebmittel	Stoffe oder Stoffkombinationen, die Gas freisetzen und so das Volumen eines Teigs vergrößern.	
Verdickungsmittel	Stoffe, die die Viskosität eines Lebensmittels erhöhen.	Guarkernmehl
Mehlbehandlungsmittel	Werden dem Mehl zugefügt, um die Backfähigkeit des Teigs zu verbessern.	
Schaumverhüter	Verhindern oder verringern die Schaumbildung.	

Aromenote des Lebensmittels zu betonen oder um das Aroma des Lebensmittels zu verändern. Da Aromastoffe sehr wirksam sind, ist die Dosierung äusserst gering und selbstlimitierend (Tabelle 2).

Einfluss auf Konsistenz oder Textur und deren Stabilität

Konsistenz und Mundgefühl von Lebensmitteln gehören zu den Genussfaktoren bei deren Verzehr. Diese lassen sich auf verschiedenen Arten modifizieren, daher die Vielfalt verschiedener Gattungen, die in Tabelle 3 erläutert werden.

Einfluss auf Geschmack

Die Geschmacksbeeinflussung bezieht sich auf die Steuerung der fünf Grundgeschmacksrichtungen, die auf der Zunge wahrgenommen werden:

Süss, sauer, salzig, bitter und «umami» (ein Begriff aus dem Japanischen, bedeutet «Wohlgeschmack, «Geschmacksabrundung» und wird von Glutamat und [Streu-]Würze hervorgerufen).

Einfluss auf Haltbarkeit

Die Haltbarkeit von Lebensmitteln wird durch folgende unterschiedliche Faktoren beeinflusst:

- Mikroorganismen, die zu Gesundheitsschädigungen (pathogene Keime oder Toxinbildung) und/oder Verderb führen.
- Chemische Veränderungen: Insbesondere Oxidation von Fetten, die zu Ranzigkeit führt.
- Biochemische Veränderungen: Zum Beispiel Verfärbung von Früchten.
- Physikalische Veränderungen: Austrocknung oder Hartwerden (z.B. Toastbrot)

Herstellung und/oder

Herkunft von Zusatzstoffen

Zusatzstoffe sind chemisch gesehen eine sehr uneinheitliche Gruppe, ebenso wie ihre Herkunft beziehungsweise ihre Herstellung. So sind beispielsweise viele Gelier- und Verdickungsmittel (z.B. Pektin, Guarkernmehl) ebenso wie viele Aromen (z.B. Vanille) pflanzlichen Ursprungs. Sie werden aus den geeigneten Rohstoffen extrahiert, gereinigt und getrocknet. Andere Zusatzstoffe werden aus pflanzlichen Rohstoffen gewonnen, vor ihrer Verwendung aber chemisch verändert (z.B. Emulgatoren, die vorwiegend aus pflanzlichen Fetten gewonnen und danach weiterverarbeitet werden). Darüber hinaus werden vermehrt biotechnologische Prozesse (Mikroorganismenkulturen) eingesetzt, um bestimmte Rohstoffe zu gewinnen, wie beispielsweise organische Säuren oder Xanthan. Einige Stoffe müssen chemisch synthetisiert werden, da sie in natürlichen Rohstoffen in zu geringen Mengen vorkommen (z.B. Aromastoffe) oder in der Natur gar nicht existieren (z.B. einige Farbstoffe).

Zusatzstoffe und Hypersensitivität

Zusatzstoffe werden oft pauschal als «allergieauslösend» wahrgenommen. Einige Stoffe können bei empfindlichen Personen tatsächlich zu Hypersensitivitätsreaktionen führen. Bekannt sind die deklarationspflichtigen SO₂/Sulfite sowie Phenylalanin-haltige Süsstoffe (für Phenylketonurie-Patienten). Bei den Hypersensitivitäten wird zwischen Allergien, Unverträglichkeiten und psychosomatischen Symptomen unterschieden. Wüthrich (2005) hat einige Angaben zur Prävalenz von Intoleranzen gegenüber Zusatzstoffen zusammengefasst. Diese ist um einiges geringer als bei anderen Lebensmittelintoleranzen (mit einer Bandbreite von 0,026–2% der erwachsenen Bevölkerung; bei normalen Lebensmitteln liegt die Bandbreite für Erwachsene bei 1–2% und für Kinder bei 7–8%). Bei Allergien findet eine immunologische Reaktion im Körper statt, die durch IgE-Antikörper ausgelöst wird. In diesem Zusammenhang werden kritischere Zusatzstoffe, wie Benzoat, Cochenille, Carrageenane und Tartrazin (Wüthrich, 2005, Bourrier, 2006) immer wieder einer genaueren Prüfung unterzogen. Aller-

Tabelle 4:
Zusatzstoffgattungen mit Wirkung auf den Geschmack
(nach LKV)

Gattung	Funktion	Typische Beispiele/ Anwendungsgebiete
Süssungsmittel/ Süssstoffe	Nicht kalorigene Süssungsmittel weisen eine wesentlich grössere Süsskraft als Saccharose auf, besitzen jedoch keinen oder nur einen sehr geringen Nährwert. Nicht kalorigene Süssungsmittel können Zucker ersetzen durch ihre dem Zucker vergleichbare Süsskraft und Masse.	Nicht kalorigen: Aspartam Kalorigen: Sorbit, Xylit
Säuerungsmittel	Erhöhen den Säuregrad eines Lebensmittels oder verleihen diesem einen sauren Geschmack.	Zitronensäure
Säure- regulatoren	Verändern oder steuern den Säuregrad oder die Alkalität eines Lebensmittels.	
Geschmack- verstärker	Stoffe, die den Geschmack oder Geruch eines Lebensmittels verstärken.	Na-Glutamat

Tabelle 5:
Zusatzstoffgattungen mit Wirkung auf die Haltbarkeit (nach LKV)

Gattung	Funktion	Typische Beispiele/ Anwendungsgebiete
Konservierungs- mittel/Konser- vierungsstoffe	Schützen Lebensmittel vor dem Befall mit Mikroorganismen.	Sulfite Benzoessäure
Antioxidations- mittel/Antioxi- danzen	Verlängern die Haltbarkeit von Lebensmitteln, indem sie sie vor den schädlichen Auswirkungen der Oxidation schützen.	In Kartoffelflocken
Packgase	Werden mit dem Lebensmittel in das entsprechende Behältnis abgefüllt und dienen dem Oxidationsschutz.	Meistens N ₂ , CO ₂
Treibgase	Gase, die ein Lebensmittel aus seinem Behältnis herauspressen.	
Feuchthaltemittel	Stoffe, die das Austrocknen von Lebensmitteln verhindern.	Sorbit (in Getreide- riegeln)
Stabilisatoren	Pauschalbegriff für verschiedene Wirkungen. Sie gewährleisten u.a. den physikalisch-chemischen Zustand eines Lebensmittels, z.B. durch: <ul style="list-style-type: none"> • Emulgieren oder Verdicken (Salatsaucen) • Verlangsamung des Hartwerdens (von Brot) • Verhinderung des Austretens vom Wasser bei aufgetauten TK-Produkten oder des Schrumpfens von Speiseeis. 	Xanthan in Salatsaucen

gien, die eindeutig auf Zusatzstoffe zurückzuführen sind, sind jedoch äusserst selten. Ein Grund dafür könnte sein, dass viele Allergien eher durch Proteine oder Peptid-Sequenzen ausgelöst werden; dies trifft für die meisten Zusatzstoffe nicht zu, allerdings könnten sie sich als Haptene an Proteine binden. Intoleranzen auf Zusatzstoffe ergeben sich dagegen, wenn sie im Körper nicht korrekt verstoffwechselt werden, wobei hierfür zum Beispiel ein Enzymmangel (z.B. bei Sulfiten) oder eine übermässige Anregung anderer Stoffwechselvorgänge (z.B. Histaminausschüttung) verantwortlich sein kann. Die Symptome klingen in der Regel ab, wenn die verdächtigen Stoffe aus der Nahrung eliminiert werden. Oft werden allergieähnliche Symptome von Patienten und ihren Beratern auf Zusatzstoffe zurückgeführt, obwohl klinische Abklärungen keine IgE-vermittelte Allergie bestätigen können. Wahrscheinlich ist die Ursache der Störung multifaktoriell, wobei auch psychosomatische Komponenten nicht ausgeschlossen werden können, weshalb bereits das Vermeiden inkriminierter Substanzen oft zur Linderung der Symptome führen kann. Ein klassisches Beispiel ist das «Chinesische Restaurant Syndrome».

Ausblick

Die Sicherheit von Zusatzstoffen wird permanent überprüft. Wichtige Fragestellungen für zukünftige Forschungen sind:

- Kombinationseffekte, bei gleichzeitiger Anwendung verschiedener Zusatzstoffe (Schwarz, 2005).
- Neue Testmethoden, die gezieltere und aussagekräftigere Resultate liefern, die auch auf Menschen übertragbar sind (Roth, 2005).
- Die Entwicklung und Verfeinerung mathematischer Modelle, die alle Studien (auch pharmakologische, bei niedrigen Dosierungen) mitberücksichtigen (Roth, 2005).
- Gefahrenidentifikation bei Überschreitung der ADI-Werte zum Beispiel bei unausgewogener, einseitiger Ernährung: Mit welchen Auswirkungen muss insbesondere bei Risikogruppen wie Kindern oder Schwangeren gerechnet werden?
- Allgemein: Wie hoch ist der Konsum an Zusatzstoffhaltigen Lebensmitteln? Wie viele Zusatzstoffe werden tatsächlich konsumiert? Diese Aspekte sind anhand von Ernährungs-

erhebungen und unter Mitarbeit der Industrie zu untersuchen und über mehrere Jahre zu verfolgen.

Fazit

Zusatzstoffe gehören zu den am besten untersuchten Lebensmittelzutaten. Ihre Anwendung ist streng geregelt, wobei die Regel gilt, dass Zusatzstoffe so wenig wie möglich und nur so viel wie nötig eingesetzt werden. Nichtsdestotrotz bleibt ein Restrisiko für Hypersensitivitätsreaktionen, allerdings in deutlich geringerem Ausmass als bei herkömmlichen Lebensmitteln. Betroffene oder gefährdete Personen können anhand der Produktdeklaration kontrollieren, welche Zusatzstoffe im Produkt enthalten sind. Schliesslich gilt auch in diesem Zusammenhang

der Grundsatz, dass auf eine vielseitige, abwechslungsreiche Ernährung zu achten ist. ■

Korrespondenzadresse:

Beatrice Baumer, dipl. Lm.-Ing ETH
Dozentin, Abteilung Lebensmitteltechnologie
Hochschule Wädenswil, 8820 Wädenswil
E-Mail: b.baumer@hsw.ch

Literatur:

- Bourrier, T. Intolérances et allergies aux colorants et additifs, *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique* 2006; 46: 68–79.
- Burdock, G. A., Carabin, J.G, Generally recognized as safe (GRAS): history and description, *Toxicology Letters* 2004; 150: 3–18.
- EDI: Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung, (LGV), vom 23. November 2005 (Stand am 13. Dezember 2005), www.admin.ch/ch/d/sr/8/817.02.de.pdf
- EDI: Verordnung des EDI über die Kennzeichnung und Anpreisung von Lebensmitteln (LKV) vom 23. November 2005 (Stand am 21. Februar 2006)

- www.admin.ch/ch/d/sr/8/817.022.21.de.pdf
- EDI: Verordnung des EDI über die in Lebensmitteln zulässigen Zusatzstoffe (Zusatzstoffverordnung, ZuV), vom 23. November 2005 (Stand am 27. Dezember 2005), www.admin.ch/ch/d/sr/8/817.022.31.de.pdf
- Verordnung des EVD über die biologische Landwirtschaft, vom 22. September 1997 (Stand am 27. Juni 2006).
- JECFA (2006): safety evaluation of certain food additives, 63 meeting of the joint FAO/WHO expert committee on food additives (JECFA), WHO food additives series: 54, Genève.
- Roth, W.L., Use of anatomical and kinetic models in the evaluation of human food additive safety, *The AAPS Journal* 2005; 7 (2), Article 31 (www.aapsj.org).
- Schwarz, M., Lebensmittelzusatzstoffe: Wie sicher sind sie? *Ernährung & Medizin* 2005; 20: 66–72.
- Wüthrich, B., Nahrungsmittelallergien und -intoleranzen, in Eichholzer, M., Camenzind-Frey, E., Matzke, A., Amadó, R., Ballmer, P.E. et al (Hrsg): *Fünfter Schweizerischer Ernährungsbericht*, Bundesamt für Gesundheit, Bern, 2005.