

Lebensmittelzusatzstoffe

Teil 3 – Süssungsmittel

STEFFEN THEOBALD



Zucker im weiteren Sinne ist die Sammelbezeichnung für süss schmeckende Saccharide, im Wesentlichen Mono- und Disaccharide. Im engeren Sinne ist es die Handels- und lebensmittelrechtliche Bezeichnung für das Disaccharid Saccharose (1). Sämtliche Mono- und Disaccharide, wie Saccharose, Mannose, Laktose, Fruktose oder Glukose sind Lebensmittel im Sinne des Lebensmittelgesetzes (LMG) (2). Sie dürfen deshalb theoretisch in unbegrenzten Mengen anderen Lebensmitteln zugesetzt werden. Davon abzugrenzen sind Süssungsmittel, die keine Lebensmittel, sondern Zusatzstoffe sind und einem Zulassungsverfahren unterliegen (3). Dieser Beitrag stellt technologische und sensorische Eigenschaften von Zuckeraustauschstoffen und Süsstoffen vor und unterzieht die immer wieder diskutierten Risiken einer kritischen Betrachtung.

Zuckeraustauschstoffe/ Zuckeralkohole

Zuckeraustauschstoffe sind chemisch gesehen Zuckeralkohole, da sie gegenüber einem Zucker eine zusätzliche Hydroxylgruppe besitzen. Die häufig verwendeten Zuckeralkohole Sorbit oder Xylit heissen deshalb chemisch korrekt auch Sorbitol beziehungsweise Xylitol. Als Zusatzstoffe mit einer E-Nummer sind gemäss Zusatzstoffverordnung die in *Tabelle 1* genannten 7 Substanzen zugelassen (3).

Zuckeraustauschstoffe schmecken süss wie Zucker, besitzen jedoch meist eine geringere Süsskraft. Der Energiegehalt ist im Vergleich zu Saccharose (4,1 kcal/g) ebenfalls niedriger, weshalb sie zum Süssen von brennwertverminderten Lebensmitteln verwendet werden können. Er wird in der Diätetik standardisiert mit 2,4 kcal/g angegeben, obwohl der physikalische Brennwert davon abweichen kann. Während die meisten Süsstoffe künstliche Substanzen sind, handelt es sich bei den Zuckeraustauschstoffen mit Ausnahme von Laktit um Substanzen, die auch in der Natur vorkommen.

Durch ihre wasserbindende Eigenschaft können sie darüber hinaus die Textur von Lebensmitteln verändern. Für alle Zuckeralkohole gilt, dass sie Lebensmitteln ge-

mäss guter Herstellungspraxis (GHP) in unbegrenzter Menge zugesetzt werden dürfen. Das bedeutet, dass so viel verwendet werden darf, wie zur Erzielung der gewünschten Wirkung notwendig ist. Ausnahmen sind Sorbit und Isomalt, die nicht in Getränken und als Süssungsmittel verwendet werden dürfen (3, 4).

Zuckeraustauschstoffe in der Diabetesdiät

Allen Zuckeraustauschstoffen (Zuckeralkohole und Fruktose) ist gemeinsam, dass sie insulinunabhängig verstoffwechselt werden. Deshalb wurden sie häufig in Diabetiker- oder Diätsüsstoffen wie Schokolade, Schokoriegel, Backwaren und Bonbons verarbeitet. Wegen des unabhängig von der Insulinwirkung hohen Energiegehalts haben jedoch erst kürzlich die Diabetesfachgesellschaften entschieden, derartige Stoffe nicht mehr im Rahmen einer Diabetesdiät zu empfehlen, da sie dem Patienten suggerierten, ein gesundes Lebensmittel zu verzehren (5).

Zuckeraustauschstoffe und gastrointestinale Beschwerden

Zuckeralkohole werden im Dünndarm aktiv und konkurrierend mit Fruktose via GLUT-Transporter aufgenommen. Dessen

Kapazität ist physiologisch begrenzt, sodass beim Verzehr von grösseren Mengen innerhalb einer Mahlzeit ein Teil in den Dickdarm gelangt. Dort werden sie von Bakterien unter Gasbildung degradiert und können zu Blähungen und abdominalen Schmerzen führen. Durch die osmotische Wirkung kann es zu Diarrhöen kommen. Deshalb müssen Produkte, die mehr als 10 Prozent eines Zuckeralkohols enthalten, gemäss Lebensmittelkennzeichnungsverordnung den Hinweis «kann bei übermässigem Verzehr abführend wirken» tragen (6).

Rund 20 Prozent der Bevölkerung leidet an einer Zuckeralkoholintoleranz. Bei diesen Personen ist die Transportkapazität für Zuckeralkohole infolge von Defekten an der Dünndarmschleimhaut durch Infekte oder Entzündungen gegenüber Gesunden vermindert. Sie reagieren bereits beim Verzehr von wenigen Gramm mit den oben genannten Beschwerden. Die Diagnose wird mittels H₂-Atemtests gestellt. Die Therapie besteht in einer Reduktion der Zuckeralkoholzufuhr unter den individuellen Schwellenwert, ab dem Symptome auftreten.

Im Folgenden werden die in der Schweiz zugelassenen Zuckeralkohole im Kurzporträt vorgestellt.

Sorbit(ol) (E420)

Sorbitol ist der bekannteste und am weitesten verbreitete Zuckeraustauschstoff. Er wurde benannt nach dem botanischen Namen der Eberesche oder Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*), deren Beeren bis zu 12 Prozent Sorbitol enthalten. Der menschliche Körper bildet Sorbitol als Zwischenprodukt bei der Synthese von Fruktose aus Glukose. Sorbitol wird primär zum Süssen zahnschonender Kaugummis, Bonbons und anderer Süswaren verwendet. Auch in Medikamenten und Nahrungsergänzungsmitteln wird Sorbitol eingesetzt. Wegen seiner hygroskopischen Eigenschaften verzögert der Stoff das Austrocknen beispielsweise von Senf, Mayonnaisen, Hefefeingebäck und Toastbroten oder Pralinenfüllungen (1).

Xylit(ol) (E967)

Ursprünglich wurde Xylitol aus Xylose (= Holzzucker) gewonnen, der in der Rinde bestimmter Baumarten wie zum Beispiel der Birke vorkommt. Heute dienen von den Körnern befreite Maiskolbenreste als Ausgangsprodukt für die Herstellung. Xylitol kommt in verschiedenen Gemüsearten (u.a. Blumenkohl) und Früchten (z.B. Pflaumen, Erdbeeren, Himbeeren) vor. Der menschliche Körper bildet Xylitol (ca. 5–15 g pro Tag) im Kohlenhydratstoffwechsel und verwertet es als Energieträger (4). Wie alle anderen Zuckeralkohole wird es insulinunabhängig verstoffwechselt und findet sich deshalb unter anderem in Infusionslösungen für die parenterale Ernährung. Im Gegensatz zu Sorbitol lässt sich die Resorptionsrate des Dünndarmes durch regelmässige Xylitolgabe auf bis zu 200 g pro Tag stei-

gern, ohne dass es zu Diarrhöen und Blähungen kommt. Bei bestehender Sorbitintoleranz können deshalb mit Xylitol gesüsste Lebensmittel eine verträgliche Alternative sein (1).

Xylit und Karies

Die antikariogene Wirkung von Xylitol ist bereits seit den Siebzigerjahren belegt. Neben der Nichtverwertbarkeit der Zuckeralkohole durch Säurebildner in der Mundhöhle (v.a. *Streptococcus mutans*) scheint Xylitol auch antibakterizid zu wirken und das Anhaften von Plaque am Zahn zu hemmen. Eine Arbeitsgruppe um Scheinin und Mäkinen konnte in mehreren klinischen Studien an Erwachsenen und Schulkindern mit xylitolhaltigen versus zuckerhaltigen Kaugummis respektive ohne Kaugummikonsum eine Reduktion von neuen Zahnläsionen um bis zu 73 Prozent beobachten (7–10). Anscheinend überträgt sich die karieshemmende Wirkung sogar von Schwangeren auf Feten mit Langzeitwirkungen bis ins Kleinkindalter. Eine kontrollierte Studie konnte eine um 74 Prozent geringere Kariesinzidenz bei 5-jährigen Kindern feststellen, wenn deren Mütter in der Schwangerschaft täglich vier xylitolhaltige Kaugummis (entsprechend 6–7 g Xylitol/Tag) gekaut hatten (11). Neuere vergleichende Studien mit sorbitol- versus xylitolhaltigen Kaugummis zeigen, dass auch Sorbitol antikariogene Eigenschaften hat. Ob dabei Xylitol effektiver ist als Sorbitol, ist nicht abschliessend geklärt (12).

Mit Zuckeraustauschstoffen gesüsste Lebensmittel können demnach einen wichtigen Beitrag zur Zahngesundheit leisten, sofern sie gastrointestinal vertragen werden. Da gesüsste Speisen und Getränke jedoch auch Mischungen aus vergärbaren Zuckern und Zuckeralkoholen enthalten können, ist ein zahnschonendes Produkt für Konsumenten nicht ohne Weiteres erkennbar. Hilfreich kann dabei das «Zahnmännchen» sein, ein Qualitätssignet,

das die Non-Profit-Organisation «Zahnfreundlich» seit 1982 in der Schweiz für nichtkariogene und nichterosive Lebensmittel vergibt und das erst kürzlich von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) als Health Claim anerkannt wurde (13).

Mannit(ol) (E421)

Der Name des Mannitols leitet sich von Manna, dem Saft der Manna-Esche (*Fraxinus ornus*) ab, der etwa 13 Prozent Mannitol enthält. Mannitol kommt ausserdem in Braunalgen, Pilzen, Flechten, Feigen- und Olivenbäumen vor. Die technische Gewinnung von Mannitol erfolgt aus Fruktose. Als Lebensmittelzusatzstoff findet es – wie Xylitol und Sorbitol – als Süssungsmittel Verwendung (siehe dort). In der Medizin wird Mannitol als Osmo- diuretikum in der Intensivmedizin verwendet (1, 4).

Isomalt (E953)

Isomalt ist im Gegensatz zu den oben genannten Substanzen ein Zweifachzuckeralkohol, bestehend aus Glukose und Mannitol. Er wird technisch aus Saccharose gewonnen. Isomalt wird im Verhältnis 1:1 mit Saccharose gemischt, um bestimmten Produkten nicht nur Süsse, sondern auch eine gewünschte Textur zu verleihen. Wegen des im Vergleich zu Zucker niedrigeren Kaloriengehalts wird Isomalt neben zuckerfreien Süswaren auch in kalorienreduzierten Lebensmitteln wie Desserts und Speiseeis eingesetzt (1, 4).

Maltit(ol), Maltitsirup (E965)

Auch Maltitol ist ein Zweifachzuckeralkohol, der sich von Maltose, dem entsprechenden Zweifachzucker, ableitet. Er wird aus Mais- beziehungsweise Weizenstärke gewonnen und aufgrund seines niedrigeren Energiegehalts zum Süssen von kalorienreduzierten Lebensmitteln verwendet. Maltitol wird besser resorbiert als Sorbitol, sodass entsprechende zuckerfreie Produkte eine Alternative sein können. Maltitsirup ist ein Zuckergemisch aus 50 bis 77 Prozent Maltitol sowie Glukose und kurzkettigen Mehrfachzuckern. Dadurch wird er im Gegensatz zu den reinen Zuckeralkoholen nicht insulinunab-

Tabelle 1: Die in der Schweiz zugelassenen Zuckeralkohole und ihre relative Süsskraft

E-Nummer	Substanz	Relative Süsskraft ¹
420	Sorbit	0,5
421	Mannit	0,3–0,5
953	Isomalt	0,5–0,6
965	Maltit, Maltitsirup	0,6–0,9
966	Lactit	0,3–0,4
967	Xylit	0,9
968	Erythrit	0,6–0,8

¹Saccharose gleich 1

(mod. nach 1, 3)

hängig verstoffwechselt und ist kariogen. Maltisirup wird mit derselben E-Nummer wie Maltit deklariert (1, 3).

Erythrit (E968)

Chemisch gehört Erythrit zwar auch zu den Zuckeralkoholen. Der Stoff hat jedoch 4 statt 6 Kohlenstoffatome (bzw. 12 beim Zweifachzuckeralkohol). Dadurch wird er besser aufgenommen und führt erst in wesentlich höheren Konzentrationen zu den sonst üblichen Beschwerden wie Blähungen und Durchfällen. Natürlicherweise kommt Erythrit in geringen Mengen in Wassermelonen, Birnen, Trauben, Pilzen und fermentierten Lebensmitteln wie Sojasauce vor. Mithilfe bestimmter Pilze wird er auch technisch aus Glukose oder Saccharose gewonnen. Verwendung findet er wie alle anderen Zuckeralkohole in kalorienreduzierten Produkten, aber auch in Fisch- und

Meerestierzubereitungen sowie in Likören (1, 4).

Laktit (E966)

Laktit ist der einzige Zuckeralkohol, der nicht in der Natur vorkommt. Er wird synthetisch aus Milchzucker (Laktose) hergestellt. Da er stärker abführend wirkt als beispielsweise Sorbitol, wird er medizinisch als Laxans eingesetzt. Darüber hinaus hat er keine Nebenwirkungen. Die Lebensmittelindustrie nutzt Laktit zum Süßen und als Trocknungsmittel für Pulver oder Backwaren (1).

Süsstoffe

Süsstoffe sind, im Gegensatz zu den Zuckeralkoholen, Substanzen, die eine um ein Vielfaches höhere Süßkraft haben als die von Saccharose. Zum Teil handelt es sich um künstlich hergestellte Stoffe wie zum Beispiel Saccharin, zum Teil aber

auch um pflanzliche Naturstoffe wie das Thaumatin. Die Geschmacksempfindung «süß» kann durch völlig unterschiedliche chemische Strukturen ausgelöst werden, sodass eine Vorhersage, welche neu entdeckte chemische Verbindung süß schmecken könnte, fast unmöglich ist.

Ein Manko vieler Süsstoffe ist, dass sie neben dem süßen Geschmack häufig noch einen unerwünschten Beigeschmack haben können, wie metallisch, bitter oder nach Menthol, Lakritze oder anderen Lebensmitteln schmeckend. Durch Mischen verschiedener Süsstoffe wird versucht, diese unerwünschten sensorischen Eigenschaften zu minimieren. Manche Süsstoffe sind auch nicht beständig gegenüber Hitze- oder Säureeinwirkung, weshalb sie zum Kochen oder in Säften oder sauren Speisen nicht geeignet sind (1).

Süsstoffe kommen für den Endverbraucher als Tafelsüssen in flüssiger Form oder Süsstofftabletten in den Handel. Der weitaus grösste Teil wird jedoch von der Industrie zum Süssen einer breiten Palette von Produkten eingesetzt. Diese reicht von kalorienreduzierten Getränken, Konfitüren, Joghurts und Süssspeisen über Obst-, Fisch- und Sauerkonserven bis hin zu Würzmitteln wie Senf, Saucen und Dressings.

Süsstoffe unterliegen, wie die meisten anderen Zusatzstoffe, vor ihrer Zulassung einer toxikologischen Prüfung und turnusmässigen, gegebenenfalls auch ausserplanmässigen Reevaluierung, sobald neue Studienergebnisse dazu Anlass geben. Zuständig für diese Sicherheitsprüfung ist in der EU seit 2003 das Gremium für Lebensmittelzusatzstoffe, Aromen und Hilfsstoffe in der Lebensmittelzubereitung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA). Das Bundesamt für Gesundheit stützt sich in der Regel auf die Gutachten der EFSA, bevor es die Substanzen in der Schweiz zulässt. Im Folgenden sollen die 10 in der Schweiz zugelassenen Süsstoffe vorgestellt werden. Einige ihrer Eigenschaften sind in *Tabelle 2* zusammengefasst.

Saccharin (E954)

Der älteste synthetische Süsstoff wurde 1878 per Zufall bei einem Laborexperiment von den Chemikern Constantin Fahlberg und Ira Remsen entdeckt (1). Die Substanz hat eine Süskraft, die 550-mal höher ist als die von Saccharose. Obwohl die Süskraft des Natriumsalzes nur 450-fach ist, wird es wegen seiner besseren Wasserlöslichkeit bevorzugt verwendet. Saccharin ist stabil bei verarbeitungsüblichen pH-Werten und Temperaturen und über Jahre lagerfähig. Durch Kombination mit anderen Süsstoffen, meist mit Cyclamat im Verhältnis 1 zu 10, kann sowohl das metallisch-bittere Fehl aroma als auch die sensorisch lang anhaltende Süsse abgeschwächt werden. Saccharin wird in einer Vielzahl von Lebensmitteln verarbeitet, die von Desserts, Marmeladen und Süssspeisen bis zu Sauer-, Obst-, Fischkonserven, Senf und Saucen reicht (1).

Cyclamat (E952)

Cyclamat ist ein synthetischer Süsstoff mit etwa der 35- bis 40-fachen Süskraft von Saccharose und wurde 1937 entdeckt. Wie Saccharin ist es sehr beständig gegenüber Hitze und auch gut zu lagern. Cyclamat kommt fast ausschliesslich in Mischungen mit anderen Süsstoffen, meist Saccharin, zum Einsatz (1, 14).

Aspartam (E950)

Das Aspartam lässt sich zusammen mit dem Acesulfam als Süsstoff der zweiten Generation bezeichnen. Es hat nach seiner Zulassung in den Neunzigerjahren zusammen mit Acesulfam weltweit wegen seiner besseren geschmacklichen Eigenschaften sukzessive die Saccharin-Cyclamat-Mischung aus kalorienreduzierten Erfrischungsgetränken wie Limonaden verdrängt. Chemisch ist der seit 1965 bekannte Süsstoff ein Dipeptidester aus Asparaginsäure und Phenylalanin. Aspartam ist 200-mal süsser als Saccharose und nicht hitzebeständig, weshalb es nur begrenzt einsetzbar ist (1). Durch längere Lagerung und in Abhängigkeit vom Säuregrad des Lebensmittels zerfällt es und verliert dabei seinen süssen Geschmack (14). Eine Kombination mit Acesulfam ist zur Verbesserung der sensorischen Eigenschaften ist üblich. Im menschlichen Körper wird Aspartam in die einzelnen Aminosäuren und Methanol gespalten. Patienten, die an der angeborenen Stoffwechselstörung Phenylketonurie leiden, dürfen nur begrenzte

Mengen an Phenylalanin aufnehmen. Deshalb sind gemäss Art. 39 der Lebensmittelkennzeichnungsverordnung (LKV) mit Aspartam beziehungsweise Aspartam-Acesulfam-Salz (E962) gesüsst Lebensmittel und Tafelsüssen immer mit dem Warnhinweis «enthält eine Phenylalaninquelle» zu versehen (6).

Acesulfam K (E950)

Acesulfam K wurde 1967 entdeckt und ist ebenfalls seit den Neunzigerjahren zugelassen. Der im Vergleich zur Saccharose 200-mal süssere Stoff kommt häufig in Tafelsüssen (flüssig oder Tabletten) vor. Die Industrie verwendet Acesulfam unter anderem in brennwertverminderten Limonaden sowie in zuckerfreien Bonbons und Kaugummis, um die Süsse der darin enthaltenen Zuckeraustauschstoffe (Sorbitol, Xylitol) zu verstärken. In vielen Anwendungen wird Acesulfam zur Geschmacksverbesserung mit Aspartam und zum Teil Cyclamat kombiniert (1, 14).

Aspartam-Acesulfamsalz (E962)

Hierbei handelt es sich, wie der Name bereits sagt, um ein Salz, das bei der Synthese von Aspartam und Acesulfam entsteht. Es hat etwa die 350-fache Süskraft von Saccharose. Im menschlichen Körper zerfällt die Verbindung in ihre Einzelsubstanzen. Deshalb gelten gemäss Sicherheitsbewertung der EFSA die ADI-Werte, die auch für die Einzelsubstanzen Aspartam und Acesulfam etabliert wurden. Der Stoff ist seit 2003 in der EU zugelassen

Tabelle 2: Eigenschaften und Grenzwerte für die akzeptable tägliche Aufnahmemenge (ADI-Wert) der in der Schweiz zugelassenen Süsstoffe

E-Nr. Süsstoff	ADI-Wert (mg/kg Körpergewicht)	Energiegehalt (kcal/g)	Süskraft (als Vielfaches von Saccharose)
E950 Acesulfam K	0–9	0	ca. 200
E951 Aspartam	0–40	4	ca. 200
E952 Cyclamat	0–7	0	ca. 35–40
E954 Saccharin	0–5	0	ca. 450–550
E955 Sucralose	0–15	0	ca. 600
E957 Thaumatin	kein ADI-Wert	4	2500–3000
E959 Neohesperidin DC	0–5	~0	ca. 600–1500
E960 Steviolglykoside	0–4	0	bis 300
E961 Neotam	0–2	0	ca. 7000–13000
E962 Aspartam-Acesulfamsalz	15–40	~0	ca. 350

(mod. nach 1, 14, 35)

und besitzt auch in der Schweiz eine allgemeine Zulassung (3, 15).

Neohesperidin Dihydrochalkon (DC) (E959)

Das Neohesperidin DC kann zusammen mit den folgenden Genannten als Süsstoff der dritten Generation gelten. Es wurde erstmals 1963 von R.M. Horowitz und B. Gentili aus einem Flavonoid aus den Schalen der Bitterorange hergestellt. Durch seine hohe Süsskraft (600- bis 1500-mal süsser als Saccharose) kann der Stoff selbst in kleinen Mengen mit anderen Süsstoffen gemischt werden. Seine Süsse setzt erst verzögert ein. In grösseren Konzentrationen weist er ein mentholartiges Fehl aroma auf, weshalb er nicht in beliebigen hohen Mengen verwendet werden kann (16).

Thaumatococcus (E957)

Thaumatococcus ist neben den Steviolglykosiden (s.u.) der einzige Naturstoff, der als Süsstoff zugelassen ist. Es handelt sich um ein Protein, das aus der westafrikanischen Katemfe-Pflanze, die in zwei Formen vorkommt, gewonnen wird. Seine enorme Süsskraft, die etwa dem 2500- bis 3000-Fachen von Saccharose entspricht, wird zwar verzögert, aber anhaltend wahrgenommen. Durch Zusatz zu anderen Süsstoffen dient Thaumatococcus nicht nur der Maskierung von unerwünschten Begleit aromen, sondern hat auch, ähnlich wie Glutamat, eine geschmacksverstärkende Wirkung. Durch längeres Erhitzen wird das Protein denaturiert und verliert den süssigen Geschmack. Der geschmacksverstärkende Effekt bleibt dagegen erhalten (1, 14).

Sucralose (E955)

Auch die Sucralose ist ein Zufallsprodukt aus dem Labor und wurde 1975 entdeckt. Sie süsst 600-mal stärker als Saccharose und wird vor allem als Tafelsüsse vermarktet. Wie beim Thaumatococcus kommt es zu einem verzögerten, aber lange anhaltenden Süssgeschmack. Die Substanz ist sehr hitzestabil und kann deshalb auch gut zum Kochen und Backen eingesetzt werden (14).

Neotam (E961)

Bei Neotam handelt es sich um einen synthetischen Süsstoff, der durch die Reaktion von Aspartam mit 3,3-Dimethylbutylaldehyd hergestellt wird. Die Süsskraft ist etwa 7000- bis 13 000-mal grösser als die von Saccharose und etwa 30- bis 60-mal grösser als die von Aspartam. Verwendet wird Neotam in einer breiten Palette von Lebensmitteln, vorwiegend in kalorienverminderten Getränken. In kohlenhydratehaltigen Getränken kommt es zu einem langsamen Abbau der Substanz, wodurch die Süsskraft abnimmt (14). Neotam wurde 2007 von der EFSA bewertet und ein ADI-Wert von 0 bis 2 mg/kg Körpergewicht festgelegt (17). Die EU hat Neotam im Dezember 2009 zugelassen. In der Schweiz ist Neotam kein zugelassener Zusatzstoff im Sinne des Anhangs 1 der Zusatzstoffverordnung, in dem alle zugelassenen Zusatzstoffe und ihre Anwendungsbereiche geregelt sind. Aufgrund der positiven Sicherheitsprüfung durch die EFSA und der Zulassung in der EU darf der Stoff jedoch dennoch nach Anzeige beim Bundesamt für Gesundheit eingesetzt werden. Derzeit ist das jedoch nur bei drei schweizerischen Produkten der Fall (3).

Steviolglykoside (E960)

Der jüngste zugelassene Süsstoff ist ein Extrakt aus der Steviapflanze (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Aus der Steviapflanze konnten bisher zehn verschiedene süss schmeckende Steviolglykoside isoliert werden, wobei das Steviosid und das Rebaudiosid A mengenmässig überwiegen. Die Süsskraft verschiedener Steviolglykoside reicht bis zum 300-Fachen von Saccharose. Die EFSA hatte zunächst nur die gesundheitliche Unbedenklichkeit der Steviolglykoside überprüft und einen ADI-Wert von 4 mg/kg Körpergewicht, ausgedrückt in Stevioläquivalenten, festgelegt (18). Die EU liess daraufhin die Steviolglykoside unter der E-Nummer 960 im November 2011 als mengenbegrenzten Zusatzstoff für eine Vielzahl von Lebensmitteln zu, unter anderem aromatisierte Joghurts, Obstkonserven, Speiseeis, Süsswaren, feine Backwaren und Kaugummi (19).

In der Schweiz sind Steviolglykoside weiterhin nicht als Zusatzstoff im Sinne der Zusatzstoffverordnung zugelassen (3). Dennoch gibt es zwei Möglichkeiten, sie anwenden zu dürfen. Wenn Sie die Bedingungen der EU-Zulassung erfüllen (unter anderem eine 95%ige Reinheit bezüglich des Steviolglykosidgehaltes), ist die Anwendung in Lebensmitteln nur meldepflichtig. Erfüllen Sie nicht die EU-Zulassungsbedingungen, kann das Bundesamt für Gesundheit eine provisorische Einzelbewilligung ausstellen. Weder in der Schweiz noch in der EU ist das Inverkehrbringen von Steviakraut oder Steviablättern bis anhin gestattet. Begründet wird dies mit der bis heute unzureichenden toxikologischen Prüfung des Gesamtextrakts der Pflanze (20).

Kanzerogene Bewertung von Süsstoffen

Das exemplarisch für die Steviolglykoside geschilderte Vorgehen der Behörden bei der Zulassung eines Süsstoffes (siehe dazu auch Beitrag Einführung [SZE 5/2011, S. 27]) zeigt die Sicherheitsbarrieren, die dem Inverkehrbringen eines Zusatzstoffes vorgeschaltet sind. Dennoch finden sich in der Laienpresse immer wieder Darstellungen, die besonders den Süsstoffen der ersten Generation, Saccharin und Cyclamat, eine Kanzerogenität unterstellen. Ausgangspunkt waren mehrere um 1970 durchgeführte Studien an Ratten. In einer dieser Untersuchungen wurden den Tieren mit 2600 mg/kg Körpergewicht sehr hohe Mengen eines Saccharin-Cyclamat-Gemischs (1:10) über 105 Wochen verabreicht. Dabei erkrankte jedes achte Tier an einem Blasenkarzinom (21). Die U.S. Food and Drug Administration verbot daraufhin die Verwendung von Cyclamat als Zusatzstoff. Später wurde durch eine vergleichende Studie mit verschiedenen Rattenstämmen bekannt, dass es sich bei den Versuchstieren – wie aus früheren Untersuchungen bekannt – um einen Stamm handelte, der besonders empfindlich auf diese Süsstoffe reagiert, während alle anderen keinen Blasenkrebs entwickelten (22). Bezüglich Humanstudien liegen ausschliesslich Daten aus Fallkontroll- und

grossen prospektiven Kohortenstudien vor. In keiner Kohortenstudie konnte ein erhöhtes Blasenkrebsrisiko durch den Konsum versus Nichtkonsum von Saccharin oder Cyclamat gefunden werden.

Bezüglich der Süsstoffe der zweiten Generation (Aspartam, Acesulfam K) kommen Weihrauch und Diehl in einem Übersichtsartikel von 2004 zu dem Schluss, dass es aufgrund der zu kurzen Anwendungsdauer zu früh sei, eine epidemiologische Bewertung dieser Süsstoffe anhand von Kohortenstudien vornehmen zu können (23). Seitdem erschienen immer wieder tierexperimentelle Studien zur Karzinogenität von Aspartam und Acesulfam K, die die EFSA, zuletzt im Februar 2011 bezüglich Aspartam, begutachtete. Demnach sieht die Behörde keinen Anlass, an der Sicherheit dieser Süsstoffe im Hinblick auf ein erhöhtes Krebsrisiko zu zweifeln (24).

Süsstoffe und Beeinflussung des Körpergewichts

Seit rund 25 Jahren ist ein stetiger Anstieg der Prävalenzraten von Übergewicht und Adipositas zu verzeichnen. Parallel dazu nahm der Konsum von zuckerhaltigen Getränken bei Erwachsenen, Jugendlichen und Kindern zu (25, 26). Ihr Beitrag zur Gewichtszunahme in den westlichen Industrienationen gilt als gesichert (27). In einer Vielzahl von Studien wird parallel dazu seit den Achtzigerjahren darüber diskutiert, ob Süsstoffe einen unabhängigen Einfluss auf die zu beobachtende Gewichtszunahme ausüben (28). Ausgangspunkt war eine prospektive Kohortenstudie zur Untersuchung des Mortalitätsrisikos mit 78 694 Frauen im Alter von 50 bis 69 Jahren. Jene Frauen, die künstliche Süsstoffe anstelle von Zucker verwendeten, hatten innerhalb eines Jahres ein höheres Risiko, an Gewicht zuzunehmen. Der Unterschied zwischen den Gruppen war zwar signifikant, betrug jedoch nur 0,9 kg. Die Autoren folgerten deshalb, dass daraus Langzeitwirkungen einer Süsstoffeinnahme gegenüber der Verwendung von Zucker nicht abzuleiten seien (29).

Mit verschiedenen experimentellen Ansätzen wird seitdem versucht, Argumente

und Gegenargumente unter anderem für die These zu finden, dass Süsstoffe via kephalischen Insulinreflex Hunger induzieren, eine Folgemahlzeit provozieren können und einen Einfluss auf die Gesamtenergiezufuhr haben (30). Die Problematik dabei ist, dass sämtliche experimentellen Forschungen in Tier- und Humanstudien unter meist kurzfristigen, kontrollierten Bedingungen stattfanden und damit nicht das multifaktorielle Geschehen der langfristigen Nahrungsaufnahme eines Individuums unter nicht kontrollierten Bedingungen widerspiegeln. Zum Beispiel konnte in einigen Studien beobachtet werden, dass Personen, im Wissen um die Einsparung von Kalorien durch brennwertverminderte Lebensmittel, mehr andere Lebensmittel verzehren und somit die Einsparung überkompensieren. Weiter werden kalorienreduzierte Lebensmittel nicht immer im direkten Austausch, sondern auch zusätzlich verzehrt. Viele Studien wurden mit süsstoffhaltigen Getränken durchgeführt, die keine oder nur wenig Energie lieferten. Hierbei konnte eine Hungerinduktion beobachtet werden, nicht jedoch, wenn Süsstoffe in energieliefernden Lebensmitteln enthalten waren. In einer Übersichtsarbeit kommen Mattes und Popkin zu dem Schluss, dass es – in Ermangelung randomisierter, kontrollierter Langzeitstudien mit Probanden unter Alltagsbedingungen – derzeit unklar ist, ob Süsstoffe einen langfristigen Einfluss auf Gewichtsveränderungen haben können. Die Verwendung von Süsstoff anstelle von Zucker bei gesüßten Speisen und Getränken kann zu einer um 5 bis 15 Prozent niedrigeren Gesamtenergieaufnahme führen. Ob sie abnehmwillige Personen im Alltag jedoch als Ersatz oder zusätzlich verzehren, lässt sich derzeit nicht abschliessend beantworten (31).

Süsstoffe und Karies

Unbestritten ist dagegen, dass Süsstoffe, da sie keine Zucker sind, von den Mundbakterien nicht zu Säuren abgebaut werden können und somit keine Karies begünstigen können. Einige tierexperimentelle Daten weisen darüber hinaus darauf hin, dass Aspartam, ähnlich wie

Xylitol und Sorbitol, gegenüber Kariesbildnern bakteriostatische Eigenschaften aufweist (32–34). Beachtet werden sollte jedoch, dass koffeinhaltige, mit Süsstoff gesüsste Limonaden (Cola) zwar nicht kariogen, wegen ihres Gehalts an Phosphorsäure aber erosiv auf den Zahnschmelz wirken und deshalb nicht regelmässig getrunken werden sollten.

Fazit

Süsstoffe und Zuckeraustauschstoffe sind nicht gesundheitsschädlich – das haben sie in umfangreichen Untersuchungen vor ihrer Zulassung bewiesen und wird durch regelmässige Reevaluationen durch die EFSA immer wieder bestätigt. Heute ist gesichert, dass zuckerhaltige Getränke einen wesentlichen Beitrag zur Entstehung von Übergewicht und Adipositas leisten. Für Übergewichtige, die nicht auf gesüsste Getränke verzichten wollen, können Süssungsmittel daher eine Hilfe bei der Gewichtsreduktion sein. Wegen der in grösseren Mengen abführenden und blähenden Wirkungen sollten allerdings mit Zuckeraustauschstoffen, insbesondere Sorbit, gesüsste Süsswaren nicht in grösseren Mengen verzehrt werden.

Die mit Zuckeraustauschstoffen gesüßten Produkte sind sensorisch kaum von den mit Zucker gesüßten zu unterscheiden. Ob man als normalgewichtige Person im Rahmen einer ausgewogenen Ernährung mit Süsstoff gesüsste Speisen und Getränke verzehrt oder nicht, ist nach dem heutigen Stand der Kenntnisse mehr eine Geschmacks- denn eine gesundheitsrelevante Frage. Denn empfindliche Zungen schmecken durchaus den Unterschied zwischen zuckersüssen und süsstoffsüssen Lebensmitteln.

Korrespondenzadresse:

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

Literatur:

1. Lexikon der Lebensmittel und der Lebensmittelchemie. Hamburg: Behrs, 2005.
2. Eidgenössisches Departement des Innern (EDI). Bundesgesetz über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände (Lebensmittelgesetz, LMG) vom 9.10.1992 (Stand am 1.4.2008). 2011. Internet: 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 in Lebensmitteln zulässigen Zusatzstoffe (Zusatzstoffverordnung ZuV) vom 22.6.2007 (Stand am 25.5.2009). 2011. Internet: www.admin.ch/ch/d/sr/817_022_31/index.html, Zugriff am 27.3.12.
4. Baltes W. Lebensmittelchemie. Berlin: Springer, 2007.
5. Toeller M, Müller-Wieland D. Keine speziellen diätetischen Lebensmittel mehr für Personen mit Diabetes mellitus. Änderung der nationalen Diätverordnung – Notwendige Aufklärung in der Diabetikerschulung. Diabetologie und Stoffwechsel 2011; 6: 29–31.
6. Eidgenössisches Departement des Innern (EDI). Verordnung des EDI über die Kennzeichnung und Anpreisung von Lebensmitteln (LKV) vom 23.11.2005 (Stand am 1.11.2010). 2010. Internet: www.admin.ch/ch/d/sr/817_022_21/index.html#id-2-4, Zugriff am 29.3.12.
7. Scheinin A, Makinen KK. The effect of various sugars on the formation and chemical composition of dental plaque. Int Dent J 1971; 21: 302–321.
8. Scheinin A, Makinen KK. Effect of sugars and sugar mixtures on dental plaque. Acta Odontol Scand 1972; 30: 235–257.
9. Scheinin A, Makinen KK, Tammisalo E, Rekola M. Turku sugar studies XVIII. Incidence of dental caries in relation to 1-year consumption of xylitol chewing gum. Acta Odontol Scand 1975; 33: 269–278.
10. Mäkinen KK, Bennett CA, Hujoel PP et al. Xylitol chewing gums and caries rates: a 40-month cohort study. J Dent Res 1995; 74: 1904–1913.
11. Isokangas P, Soderling E, Pienihakkinen K, Alanen P. Occurrence of dental decay in children after maternal consumption of xylitol chewing gum, a follow-up from 0 to 5 years of age. J Dent Res 2000; 79: 1885–1889.
12. Van LC. Sugar alcohols: what is the evidence for caries-preventive and caries-therapeutic effects? Caries Res 2004; 38: 286–293.
13. EFSA Panel on Dietetic Products NaAN. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to intense sweeteners and contribution to the maintenance or achievement of a normal body weight (ID 1136, 1444, 4299), reduction of post-prandial glycaemic responses (ID 4298), maintenance of normal blood glucose concentrations (ID 1221, 4298), and maintenance of tooth mineralisation by decreasing tooth demineralisation (ID 1134, 1167, 1283) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. EFSA Journal 2011; 9: 2229.
14. Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Berlin: Springer, 2008.
15. European Parliament. DIRECTIVE 2003/115/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 22 December 2003 amending Directive 94/35/EC on sweeteners for use in foodstuffs. 2003. Internet: www.jism.gov.jo/english/ORDERING%20PUBLICATIONS/forms/Directives/Amending%20Directive%2094-35-EC%20sweeteners.pdf, Zugriff am 28.03.12
16. Raschke K, Müller-Nothmann S-D. Der Süsstoff Neohesperidin Dihydrochalkon. Ernährung & Medizin 2005; 20: 27–31.
17. Scientific Panel on Food Additives FPAaMiCwFA. Neotame as a sweetener and flavour enhancer. EFSA Journal 2007; 581: 1–43. Internet: www.efsa.europa.eu/de/scdocs/doc/afc_op_ej581_neotame_op_en,0.pdf, Zugriff am 27.3.12.
18. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. EFSA Journal 2012; 8: 1537. Internet: www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/doc/1537.pdf, Zugriff am 27.3.12.
19. Europäische Union. VERORDNUNG (EU) Nr. 1131/2011 DER KOMMISSION vom 11. November 2011 zur Änderung von Anhang II der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich Steviolglycosiden. 2012. Internet: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:295:0205:0211:DE:PDF>, Zugriff am 27.03.12
20. Bundesamt für Gesundheit. Stevia Rebaudiana – Süsskraut. 2012. Internet: www.bag.admin.ch/themen/lebensmittel/04861/04972/index.html, Zugriff am 27.3.12.
21. Price JM, Biava CG, Oser BL, Vogin EE, Steinfeld J, Ley HL. Bladder tumors in rats fed cyclohexylamine or high doses of a mixture of cyclamate and saccharin. Science 1970; 167: 1131–1132.
22. Fukushima S, Arai M, Nakanowatari J, Hibino T, Okuda M, Ito N. Differences in susceptibility to sodium saccharin among various strains of rats and other animal species. Gann 1983; 74: 8–20.
23. Weihrauch MR, Diehl V. Artificial sweeteners – do they bear a carcinogenic risk? Ann Oncol 2004; 15: 1460–1465.
24. European Food Safety Authority. Aspartame. 2012. Internet: www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/aspartame.htm
25. Bleich SN, Wang YC, Wang Y, Gortmaker SL. Increasing consumption of sugar-sweetened beverages among US adults: 1988–1994 to 1999–2004. Am J Clin Nutr 2009; 89: 372–381.
26. Wang YC, Bleich SN, Gortmaker SL. Increasing caloric contribution from sugar-sweetened beverages and 100% fruit juices among US children and adolescents, 1988–2004. Pediatrics 2008; 121: e1604–e1614.
27. Malik VS, Schulze MB, Hu FB. Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review. Am J Clin Nutr 2006; 84: 274–288.
28. Bellisle F, Drewnowski A. Intense sweeteners, energy intake and the control of body weight. Eur J Clin Nutr 2007; 61: 691–700.
29. Stelman SD, Garfinkel L. Artificial sweetener use and one-year weight change among women. Prev Med 1986; 15: 195–202.
30. Yang Q. Gain weight by «going diet?» Artificial sweeteners and the neurobiology of sugar cravings: Neuroscience 2010. Yale J Biol Med 2010; 83: 101–108.
31. Mattes RD, Popkin BM. Nonnutritive sweetener consumption in humans: effects on appetite and food intake and their putative mechanisms. Am J Clin Nutr 2009; 89: 1–14.
32. Das S, Das AK, Murphy RA, Warty S. Cariostatic effect of aspartame in rats. Caries Res 1997; 31: 78–83.
33. Das S, Das AK, Murphy RA, Worawongvasu R. Aspartame and dental caries in the rat. Pediatr Dent 1991; 13: 217–220.
34. Hayes C. The effect of non-cariogenic sweeteners on the prevention of dental caries: a review of the evidence. J Dent Educ 2001; 65: 1106–1109.
35. Tombek A. Update Süsstoffe – Neues über Nutzen und Risiken. Ernähr Umschau 2010; 57: 196–200.