

Süssstoffe – aktueller Konsum und potenzielle Auswirkungen auf die Gesundheit

PIERA NEBIKER-PEDROTTI, HERVÉ NORDMANN, ULRICH KELLER

Zu den süssenden Zutaten für Lebensmittel gehören einerseits die Zucker und andererseits die Süssstoffe sowie die Zuckeraustauschstoffe. Letztere zwei Gruppen unterscheiden sich von den Zuckern durch ihre Süsskraft (diejenige von Süssstoffen ist wesentlich grösser als diejenige der Zucker, während diejenige von Zuckeraustauschstoffen geringer ist) und durch ihren Nährwert (Süssstoffe sowie Zuckeraustauschstoffe haben keinen oder einen geringeren Nährwert als Zucker). Da die Süssstoffe und Zuckeralkohole zu den Lebensmittelzusatzstoffen gehören, wird deren Zulassung und Anwendung in der Schweiz vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) überprüft und geregelt. Das BAG stützt sich dabei auf Daten von tierexperimentellen und (falls vorhanden) Humanstudien sowie auf die Beschlüsse der Expertenkommission Vereinigtes FAO/WHO-Experten-Komitee für Lebensmittel-Zusatzstoffe (Joint WHO/FAO Expert Committee on Food Additives, JECFA) sowie der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (European Food Safety Authority, EFSA). Anhand des ADI (Acceptable Daily Intake, akzeptable tägliche Aufnahmemenge) eines Zusatzstoffes kann der Verbraucher die für ihn sichere Tagesdosis eines Zusatzstoffes ermitteln. Aufgrund der aktuellen Datenlage zeigen die zugelassenen Süssstoffe sowie die zugelassenen Zuckeralkohole bei einem Konsum unterhalb des ADI-Wertes keine gesundheitsschädliche Wirkung beim gesunden Menschen. Sie lassen sich auch beim Diabetiker einsetzen, da sie keinen oder nur einen geringen Einfluss auf den Blutzuckerspiegel und keinen auf die Insulinantwort zeigen. Ausserdem können sie im Rahmen einer gesundheitsbewussten Lebensweise mit ausgewogener Ernährung zu einer Energie-reduktion beitragen, falls eine Vermeidung beziehungsweise Verminderung von Übergewicht das Ziel ist.

Süssende Zutaten für Lebensmittel lassen sich grob in drei Gruppen unterteilen:

- Die Zucker; dazu gehören die Mono- und Disaccharide wie beispielsweise Haushaltszucker (Saccharose), Traubenzucker (Glukose, Dextrose) und so weiter.
- Die Süssstoffe, wie z.B. Saccharin, Aspartam und andere, die auch nicht kalorige Süssungsmittel genannt werden.
- Die Zuckeraustauschstoffe, die einerseits die Gruppe der Zuckeralkohole (Synonyme: Mono- und Disaccharidalkohole, Polyole, kalorige Süssungsmittel) wie Sorbit, Xylit und so weiter und andererseits die Fruktose umfassen.

In diesem Beitrag werden die Süssstoffe und die Zuckeralkohole besprochen.

Begriffsbestimmung und rechtliche Einordnung gemäss BAG (1)

Süssstoffe und Zuckeralkohole gehören zu den Lebensmittelzusatzstoffen. Die Anwendung von Zusatzstoffen wird vom BAG überprüft und geregelt. Alle verwendeten Zusatzstoffe müssen in der Zutatenliste des betreffenden Lebensmittels angegeben werden.

Die Unbedenklichkeit von Zusatzstoffen ist durch das Positivprinzip gegeben, das heisst, ein Stoff, der nicht ausdrücklich erlaubt ist und in der Zusatzstoffverordnung steht, darf nicht verwendet werden. Für Zusatzstoffe sind Höchstmengen zur Verwendung in Lebensmitteln festgelegt. Diese wurden aus tierexperimentellen Studien ermittelt, in denen eine überdurchschnittlich hohe Menge des betref-

fenden Stoffes mit dem Futter gegeben wurde. Daraus ergibt sich der NOAEL-Wert (No-Observed-Adverse-Effect-Level). Das ist die Dosis, bei der über einen bestimmten Zeitraum (meist mehrere Jahre) keine negativen Reaktionen festgestellt wurden. Ein anschliessender Sicherheitsfaktor von zumeist 100 minimiert zusätzlich die Unsicherheiten der Testergebnisse vom Tier auf den Menschen und relativiert die individuellen Unterschiede. Der so entstandene ADI-Wert (Acceptable Daily Intake, akzeptable tägliche Aufnahmemenge) beträgt somit ein Hundertstel des NOAEL und wird in mg/kg KG angegeben. Um die für ihn sichere Tagesdosis zu ermitteln, muss der Verbraucher den ADI-Wert mit seinem Körpergewicht multiplizieren. Zugelassene Zusatzstoffe sind

häufig ausgiebig untersucht, wobei auch Daten aus Humanstudien berücksichtigt wurden. Gelegentliches Überschreiten des ADI-Wertes ist in dieses Konzept mit einbezogen. Es gibt auch Zusatzstoffe, die den ADI-Wert «not specified» erhalten. Bei diesen Substanzen fanden sich in toxikologischen, biochemischen und klinischen Studien keine Hinweise auf eine gesundheitsschädliche Wirkung. Für Zusatzstoffe, für die keine Höchstmengen angegeben sind, gilt das Prinzip der guten Herstellerpraxis (GHP). Dies bedeutet: so wenig wie möglich, so viel wie nötig des betreffenden Stoffes einzusetzen und nur so viel, bis die gewünschte Wirkung erzielt ist. Die gesundheitliche Unbedenklichkeit ist durch diese Prüfungen gewährleistet.

In der Schweiz stützen sich die Zulassungen auf die Expertenkommission Vereinigtes FAO/WHO-Experten-Komitee für Lebensmittel-Zusatzstoffe (Joint WHO/FAO Expert Committee on Food Additives, JECFA) und der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit EFSA (bis 2003 war der wissenschaftliche Lebensmittelausschuss der EU das Scientific Committee on Food, SCF. Dieses wurde dann von der European Food Safety Authority, EFSA, abgelöst).

Süsstoffe (nicht kalorige Süssungsmittel)

Definition

Süsstoffe sind chemische Verbindungen ausserhalb der Gruppe der Kohlenhydrate, die eine wesentlich grössere Süsskraft als Saccharose (Haushaltszucker) aufweisen, jedoch im Verhältnis zu ihrer Süsskraft keinen oder nur einen sehr geringen Nährwert besitzen.

Zwei Süsstoffe der *Tabelle 1* weisen einen Brennwert von > 0 kcal/g auf und gehören dennoch zu den nicht kalorigen Süssungsmitteln:

1) Sukralose hat theoretisch den gleichen Brennwert wie Saccharose, da Sukralose aus Saccharose hergestellt wird (nach Ersetzen von drei OH-Gruppen durch drei Chloridatome entsteht aus Saccharose Sukralose). Allerdings wird nur ein kleiner Anteil der zugeführten Sukralose intestinal aufgenommen,

Tabelle 1: In der Schweiz zugelassene Süsstoffe (2)

Markennamen siehe Tabelle 2

	Süsstoff	ADI* mg/kg KG	Süsskraft**	Brennwert kcal/g
E 950	Acesulfam K	0–9	100–200	0
E 951	Aspartam	0–40	100–200	4
E 952	Zyklamat	0–7 (SCF), 0–11 (JECFA)	25–30	0
E 954	Saccharin	0–11	300–400	0
E 955	Sukralose	0–5	600	4
E 957	Thaumatococin	0–15	2500	0
E 959	Neohesperidin DC	not specified	600	0
E 962	Aspartam-Acesulfamsalz	0–40 und 0–15	350	0

Abkürzungen:

ADI: Acceptable Daily Intake, akzeptable tägliche Aufnahmemenge

mg/kg KG: Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht

*ADI-Werte der SCF und JECFA sind deckungsgleich, ausser bei Zyklammat

** Süsskraft verglichen mit Saccharose, welche eine Süsskraft von 1 besitzt.

Tabelle 2: Beispiele von Markennamen (ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

Süsstoff	Markenname
Saccharin	Hermesetas Original®, M-Saccharin®
Mischung Saccharin und Zyklammat	Assugrin Classic®, Assugrin Cuisine® Pulver und flüssig, Sucramid®, Zucrino®
Aspartam	Assugrin Gold®, Canderel®, Zucritam®
Zyklamat	Zucrinet®
Sukralose	Splenda®
Aspartam-Acesulfamsalz	Twinsweet®

um dann unverändert im Urin ausgeschieden zu werden.

2) Aspartam wird durch intestinale Esterasen zu Methanol, Asparaginsäure und Phenylalanin verstoffwechselt. Die letzteren zwei Stoffwechselprodukte liefern 4 kcal/g. Da aber Aspartam eine sehr hohe Süsskraft besitzt, sind nur kleine Mengen nötig, um den gewünschten Süsseffekt zu erzielen. Die durch diese kleinen Aspartammengen zugeführten Kalorien sind in der Energiebilanz vernachlässigbar.

Süsstoffe werden häufig miteinander kombiniert, da durch gleichzeitige Einnahme von zwei verschiedenen Süsstoffen eine höhere Süsskraft erreicht werden kann. Da einige Süsstoffe sehr schnell, andere dagegen erst verzögert süssen und bei einigen ein Nachgeschmack (süss, sauer oder sogar lakritz- oder mentholartig) im Mund verbleibt, werden Süsstoffe untereinander oder mit Zu-

ckeraustauschstoffen kombiniert, um einen Süssgeschmack wie bei Saccharose zu erzielen.

Durchschnittliche und maximal empfohlene Mengen des Konsums

Renwick (3) hat in einer Übersichtsarbeit Daten über den durchschnittlichen Süsstoffkonsum, ausgedrückt in Prozent (%) des ADI, zusammengetragen (*Tabelle 3*). Anhand der oben genannten Daten liegt die eingenommene Menge von Süsstoffen bei gesunden Erwachsenen deutlich unter dem jeweiligen ADI. Weiter können drei Populationen identifiziert werden, die ein Risiko für einen den ADI überschreitenden Süsstoffkonsum aufweisen: Es sind dies Erwachsene mit Diabetes sowie Kinder mit oder ohne Diabetes. ADI-Überschreitungen wurden vor allem für Zyklammat festgestellt. Diese Erkenntnisse hatten zur Folge, dass die SCF den ADI-Wert von Zyklammat von 0 bis 11 auf

0 bis 7 mg/kg KG herabsetzte. Folgestudien werden zeigen, ob diese Reduktion des ADI den Zyklamatkonsum in der Bevölkerung (v.a. von Kindern) zu senken vermag.

Möglicher gesundheitlicher Nutzen bei der Einnahme von Süsstoffen

Kalorienaufnahme beim Einsatz von Süsstoffen

Wird in der Ernährung Zucker durch Süsstoffe ersetzt, kann die Energiedichte einer Mahlzeit herabgesetzt werden, da Süsstoffe keine Kalorien enthalten, wohingegen Zucker 4 kcal/g enthält. *Tabelle 4* zeigt, wie der Ersatz von Zucker durch Süsstoffe in Getränken zur grössten Energiereduktion führt, wohingegen in halbflüssigen oder gar festen Speisen nur geringe Energiereduktionen erzielt werden.

Dass die Energiereduktion durch Süsstoffeinsatz eine gewichtsmodulierende Wirkung erzielt, wird durch die Theorie der «Energie-Homöostase» (5, 6) angezweifelt. Diese Theorie besagt nämlich, dass ein Organismus so viel Energie zu sich nimmt, wie er benötigt, um seine Bedürfnisse zu decken. Daraus folgt, dass die Energie, die durch den Ersatz von Zucker durch Süsstoffe eingespart wurde, dem Organismus bei der nächsten Mahlzeit durch vermehrtes Essen zugeführt wird, das heisst, es erfolgt eine Energiekompensation bei der nächsten Mahlzeit. Anhand der Analyse einer kürzlich erschienenen Review (4) ist die Evidenz für das Bestehen einer Energiekompensation nach Einnahme von Süsstoffen (v.a. Aspartam) schwach: 22 Arbeiten wurden untersucht, die die Energieaufnahme nach einer mit Aspartam gesüssten Flüssigkeit mit derjenigen nach Einnahme einer ungesüssten oder einer mit Zucker gesüssten Flüssigkeit verglichen. Bei lediglich 2 Arbeiten wurde eine vermehrte Energieaufnahme bei der folgenden Mahlzeit gefunden.

Führt der Einsatz von Süsstoffen zu Übergewicht?

Süsstoffe werden vor allem in der Laienpresse zuweilen für die Adipositasepidemie mitverantwortlich gemacht. Wissen-

schaftliche Studien, bei denen die tägliche Kalorienmenge nicht eingeschränkt wurde, ergaben, dass die Evidenz, wonach Süsstoffe zu mehr Appetit, ver-

mehrter Nahrungsaufnahme und zu einer Gewichtszunahme führen, schwach ist. Es konnte gezeigt werden, dass der Einsatz von Süsstoffen entweder zu keiner Ver-

Tabelle 3: Süsstoffkonsum in verschiedenen Ländern weltweit (modifiziert nach [3])

Studienpopulation	Durchschnittlicher Süsstoffkonsum in % ADI ¹	Süsstoffkonsum von Personen mit hohem Konsum ² in % ADI
212 Teenager (13–19 J.) in Italien	0,1% (Ace), 0,1% (Asp), 2,2% (Zyk) und 4,2% (Sac)	1,5% (Ace), 1,0% (Asp), 5,6% (Zyk) und 10,6% (Sac)
188 Personen (3–74 J.) in Grossbritannien	9% (Ace) und 14% (Sac)	keine Angaben
227 insulinbehandelte Diabetiker (2–20 J.) in Frankreich	7% (Ace), 6% (Asp), 8% (Sac)	27% (Ace), 20% (Asp), 26% (Sac)
1110 Kinder (1½–4½ J.) in Grossbritannien	6% (Ace), 8% (Asp), 41% (Zyk) und 23% (Sac)	25% (Ace), 30% (Asp), 128% (Zyk) und 77% (Sac)
243 Kinder und 547 Erwachsene mit Diabetes in Schweden	Für Ace, Asp, Zyk und Sac war Konsum unterhalb ADI	Erwachsene ³ : 45% (Asp), 46% (Sac), 114% (Zyk) Kinder ³ : 115% (Asp), 126% (Sac), 317% (Zyk)
784 Männer (30–50 J.) in Spanien	6% (Zyk)	keine Angaben
223 Teenager und 139 junge Frauen mit hohem Konsum von zuckerfreien Softdrinks in Italien	0,3% (Ace), 0,2% (Asp), 4,5% (Zyk), 0,7% (Sac) bei den jungen Frauen mit hohem Konsum	0,7% (Ace), 0,4% (Asp), 4,5% (Zyk), 0,7% (Sac) bei jungen Frauen mit hohem Konsum
56 Kinder mit Diabetes (2–6 J.) in Kanada	4% (Ace), 10% (Asp), 0% (Zyk) und 1% (Suk)	13% (Ace), 20% (Asp), 0% (Zyk) und 6% (Suk)
298 Diabetiker und 299 Nichtdiabetiker mit hohem Konsum von zuckerfreien Produkten (12–60+ J.) in Australien/Neuseeland	3% (Ace), 6% (Asp), 27% (Zyk), 9% (Sac) und 3% (Suk)	9% (Ace), 19% (Asp), 85% (Zyk), 47% (Sac) und 15% (Suk)
6250 Personen (1–97 J.) in den Niederlanden	< 0,5% (Ace), < 0,3% (Asp), 0,9% (Zyk) und 0,4% (Sac)	0,7% (Ace), 1,3% (Asp), 3,6% (Zyk) and 0,4% (Sac)

Abkürzungen: Ace – Acesulfame-K; Ali – Alitame; Asp – Aspartame; Zyk – Zyklamate; Sac – Saccharin; Suk – Sukralose.

¹ % ADI wurden berechnet anhand der ADI, die vom JECFA festgelegt wurden: 0–15 (Ace), 0–1 (Ali), 0–40 (Asp), 0–11 (Zyk), 0–5 (Sac) und 0–15 (Suk) mg/kg KG.

² Personen mit hohem Konsum sind diejenigen auf den Perzentilen 90 bis 97,5.

³ anhand der Daten der 10 Kinder und der 10 Erwachsenen mit dem höchsten Konsum.

Tabelle 4: Kalorienreduktion durch den Einsatz von Süsstoffen, adaptiert von (4)

Lebensmittel	Standard		Reduzierter Zuckergehalt oder zuckerfrei	
	KH pro 100 g	kcal/100 g	KH pro 100 g	kcal/100 g
Colagetränk	10,2	40	0	2
Trinkjoghurt	12,8	72	4,0	42
Pudding	21,2	131	8,6	64
Schokolade	59	513	49	510
Kaugummi	120	500	60	300

änderung oder gegebenenfalls einer Verminderung der täglichen Kalorienaufnahme beziehungsweise des Gewichtes führte. Allerdings beruhen diese Resultate auf einer Beobachtungszeit von maximal 3 Wochen (7).

In einer Studie mit Kindern (8) über einen Beobachtungszeitraum von 19 Monaten konnte nachgewiesen werden, dass der Konsum von Softdrinks, die mit Süsstoffen gesüsst waren, nicht mit Adipositas assoziiert war – wohingegen der Konsum von Getränken, die mit Zucker gesüsst wurden, eine Assoziation zu Adipositas zeigte. Die gleiche Studie wies nach, dass der Ersatz zuckerhaltiger Softdrinks durch solche, die künstliche Süsstoffe enthielten, im Verlauf die Inzidenz von Adipositas bei Kindern verminderte.

Hilfe bei nachhaltiger Gewichtsreduktion

Es gibt kaum Langzeitstudien, die die Rolle von Süsstoffen mit derjenigen von Zucker bei der Energieaufnahme vergleichen. Aufgrund der Datenlage (basierend auf Studien mit einer Beobachtungszeit von 9 Wochen bis zu 1 Jahr) scheint es Hinweise zu geben, dass der Einsatz von Aspartam, neben einer Änderung des Lifestyles (mehr Bewegung, ausgewogene Ernährung), für eine nachhaltige Gewichtsabnahme beziehungsweise zur Beibehaltung des Gewichtes von Nutzen ist (4).

Süsstoffe bei Diabetes mellitus

Da Süsstoffe keinen Einfluss auf den Blutzuckerspiegel haben und bei Einnahme von Mengen unterhalb des ADI keine gesundheitsschädigende Wirkung aufweisen, können sie gut als Süßungsmittel bei Diabetikern eingesetzt werden (2).

Kariesprophylaxe

Im Gegensatz zu Saccharose wirken Süsstoffe nicht kariogen (siehe Artikel auf Seite 28ff.).

Mögliche Gesundheitsrisiken von Süsstoffen

Süsstoffe und Krebsrisiko

Entsprechend einer Übersichtsarbeit in den «Annals of Oncology» (9) und einer

Stellungnahme der EFSA (10) ergeben sich folgende Schlussfolgerungen bezüglich eines möglichen Krebsrisikos beim Konsum von Süsstoffen:

Eine mögliche Assoziation von Aspartamkonsum mit Hirntumoren (11) oder mit Brustkrebs (12) wurde mehrfach widerlegt (13–15). Soffritti et al. (16, 17) beschrieben 2005 und 2006 bei Ratten eine Häufung von Lymphomen, Leukämien, Urothelneoplasien im Nierenbecken und Ureter sowie von malignen Hirntumoren (Schwannomen) nach einem Aspartamkonsum, der unter dem ADI-Wert von 40 mg/kg KG lag. Die EFSA überprüfte daraufhin die Datenlage bezüglich einer möglichen Assoziation von Aspartamkonsum und erhöhter Inzidenz von malignen Erkrankungen und kam zum Schluss, dass aufgrund der aktuellen Datenlage keine Evidenz dafür besteht.

Hohe Saccharindosen (Saccharinkonzentration 7,5% in Nahrung) führen bei Ratten zu Blasenkrebs. Allerdings lösen die meisten Na-Salze (darunter auch Vitamin C) in hohen Dosierungen bei Ratten Veränderungen der Blaseschleimhaut aus. Der Konsum hoher Süsstoffdosen beim Menschen (> 1680 mg/Tag; diese Menge ist in zirka 6 l eines Getränkes, das mit Zyklamid oder Sukralose gesüsst wurde oder in 60 Tabletten Aspartam in Form von Assugrin Gold® enthalten) war in einer Fall-Kontroll-Studie (31 Blasenkrebspatienten, 78 Kontrollen) mit einem signifikant erhöhten relativen Risiko für die Entwicklung eines Blasenkrebses (RR 1,3) assoziiert (18). Da die meisten Süsstoffe als Kombination eingenommen werden, ist eine genaue Zuordnung des erhöhten Blasenkrebsrisikos zu einem Süsstoff nicht möglich.

Bezüglich der neueren Süsstoffe (Acesulfam-K, Sukralose, Neohesperidin) gibt es in Tierversuchen keine Hinweise auf ein erhöhtes Krebsrisiko. Die Zeit seit der Zulassung ist noch zu kurz, um eine epidemiologische Evidenz für ein allfälliges Risiko zu erfassen.

Süsstoffe und Kopfschmerzen

In der Literatur gibt es Kasuistiken über Kopfschmerzepisoden nach Einnahme

von Süsstoffen (Aspartam, Sukralose). In randomisierten plazebokontrollierten Studien konnte diese Assoziation aber nicht bestätigt werden (19).

Süsstoffe und Epilepsie

Es wird kontrovers diskutiert, ob hohe Aspartamdosen zu EEG-Veränderungen und epileptischen Anfällen führen. Aufgrund der aktuellen Literatur scheint es keine Assoziation von Aspartameinnahme und dem Auftreten epileptischer Anfälle zu geben (19).

Süsstoffe und Verhalten, kognitive Leistung und Stimmung

Studien bei gesunden Erwachsenen sowie bei gesunden Kindern und Kindern mit Hyperaktivitätssyndromen zeigen konsistent keine Veränderungen des Verhaltens, der kognitiven Leistungen oder der Stimmung nach Aspartameinnahme (19).

Süsstoffe und Allergie

Weder in Tierversuchen noch in Studien am Menschen konnte eine Assoziation von Aspartam und allergischen Reaktionen beobachtet werden (19).

Auswirkungen der Süsstoffe auf Insulinantwort und Appetit (Sweetener Paradox)

Insulinantwort

Wenn ein Individuum Essen in den Mund nimmt, es kaut und dann schluckt, erfolgt – noch bevor es zu einem Blutzuckeranstieg kommt – eine Insulinsekretion, die kephalische Insulinsekretion genannt wird (20). Hinter der Aussage «Süsstoffe machen dick» steht die Theorie, dass Süsstoffe über die Geschmacksqualität «süß» eine kephalische Insulinsekretion anregen, die einen Blutglukoseabfall bewirkt, der dann zu gesteigertem Appetit und einer unbeabsichtigten hyperkalorischen Ernährung führt. Diese Hypothese ist in entsprechenden Experimenten aber nicht bestätigt worden. Studienergebnisse zeigen vielmehr, dass Insulinsekretion und Blutglukosekonzentration durch Süsstoffe nicht beeinflusst werden, da der Süßgeschmack allein kein adäquater Stimulus für eine kephalische Insulinsekretion darstellt (21, 22).

«Sweetener Paradox»

1986 beschrieben Blundell und Hill (23), dass nach Einnahme einer Aspartamlösung zwar das Verlangen nach Süßem vermindert wurde, das Bedürfnis nach Nahrungsaufnahme war jedoch unverändert vorhanden. Dieses Phänomen wurde als «Sweetener Paradox» bezeichnet. Einige wenige Arbeiten wiesen eine appetitsteigernde Wirkung künstlicher Süßstoffe nach: Saccharinkonsum führte in Tierversuchen und in einer Humanstudie (24) zu erhöhter Nahrungszufuhr. Die Mehrheit der Studien zum Thema «Sweetener Paradox» konnten jedoch keine appetitsteigernde Wirkung von künstlichen Süßstoffen nachweisen (4, 7, 25).

Vorsicht mit Aspartam bei Phenylketonurie

Da Aspartam zu Phenylalanin verstoffwechselt wird, dürfen Personen, die an Phenylketonurie leiden, diesen Süßstoff nicht einnehmen. Produkte, die Aspartam enthalten, müssen mit dem Hinweis «enthält eine Phenylalaninquelle» oder «mit Phenylalanin» gekennzeichnet sein (1).

Zuckeralkohole (z.B. Polyole; kalorige Süßungsmittel)

Definition

Zuckeraustauschstoffe sind süß schmeckende Kohlenhydrate, die einen geringeren Einfluss auf den Blutzuckerspiegel haben als Haushaltszucker (Saccharose), da sie nur teilweise vom Dünndarm auf-

genommen werden. Sie geben einem Lebensmittel Struktur, Textur, Volumen und Geschmack (ein Bonbon z.B. besteht aus ca. 98% Zucker oder Zuckeraustauschstoff). Ihre Süßkraft ist ähnlich dem Haushaltszucker und damit niedriger als diejenige von Süßstoffen.

Zu den Zuckeraustauschstoffen gehören einerseits die Zuckeralkohole, andererseits die Fruktose. Im folgenden Beitrag werden nur die Zuckeralkohole besprochen, die Fruktose wird separat in der SZE 4/2009 behandelt.

Mögliche gesundheitliche Vorteile von Zuckeralkoholen

- a) «Zahnfreundlich» (siehe dazu speziellen Beitrag)
- b) Einsatz bei Diabetes mellitus
Zuckeralkohole führen nach Einnahme zu einem geringeren Blutzuckeranstieg, verglichen mit Saccharose oder Glukose. Ausserdem haben sie einen geringeren Brennwert als Saccharose oder Glukose, daher ermöglicht die Kombination von Zuckeralkoholen (als Füllstoffe) mit Süßstoffen eine Reduktion der Energiedichte. Aufgrund dieser Eigenschaften dürfen Zuckeralkohole in der Ernährung von Diabetikern eingesetzt werden (9).
- c) Substrateffekt von Laktitol
Laktitol kann wie Laktulose die Fixierung von Stickstoff durch Darmbakterien fördern; somit kann der Einsatz von Laktitol zur Behandlung/Präven-

tion der hepatischen Enzephalopathie diskutiert werden (26).

Mögliche gesundheitliche Nachteile von Zuckeralkoholen

- a) Abführende Wirkung
Zuckeralkohole werden vom Dünndarm nicht vollständig aufgenommen und gelangen somit teilweise unverändert in den Dickdarm; dort können sie Wasser binden und zu Blähungen und Durchfall führen. Ab 20 bis 30 g täglich führen Zuckeralkohole zu osmotisch bedingten Durchfällen. Daher schreibt das BAG vor, dass auf eine mögliche laxative Wirkung eines Nahrungsmittels hingewiesen werden muss, falls bei vorschriftsgemässer Zubereitung mehr als 20 g mehrwertige Alkohole pro Tag zugeführt werden (1).
- b) Sorbitunverträglichkeit/Fruktoseintoleranz
Von einer Sorbitunverträglichkeit spricht man, wenn die Verwertung von Sorbit im menschlichen Dünndarm ganz oder teilweise unmöglich ist. Menschen mit dieser Stoffwechselstörung sollten Sorbit meiden. Ebenfalls sollten Menschen mit Fruktoseintoleranz kein Sorbit verwenden, da es zu Fruktose verstoffwechselt werden kann (27).

Stevia

Stevia wird in den Medien als «natürlicher Süßstoff» beschrieben. Stevia rebaudiana Bertoni ist eine aus Südamerika stammende Staudenpflanze, deren Blätter dank der darin enthaltenen Stevioside süß schmecken. Deshalb werden diese Blätter oder ihre Extrakte vielerorts als kalorienfreies Süßungsmittel (Zuckerersatz) eingesetzt. Der Wissenschaftliche Lebensmittelausschuss der Europäischen Kommission (SCF) kam zum Schluss, dass die vorliegenden Daten für eine Beurteilung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit nicht ausreichen. Aufgrund der vorliegenden Daten ist nicht auszuschliessen, dass die Gesundheit der Konsumenten durch Inhaltsstoffe der Pflanze gefährdet werden kann. Daher kann Stevia rebaudiana einzig als Zutat in Kräutertee als zulässig er-

Tabelle 5: In der Schweiz zugelassene Zuckeralkohole (2)

Zuckeralkohole	chemische Summenformel	ADI* mg/kg KG	Süßkraft**	Brennwert kcal/g
E 420 Sorbit, Sorbitsirup	C ₆ H ₁₄ O ₆	not specified	0,5	2,6
E 421 Mannit	C ₆ H ₁₄ O ₆	not specified	0,5	1,6
E 953 Isomalt	C ₁₂ H ₂₄ O ₁₁	not specified	0,5	2
E 965 Maltit, Maltitsirup	C ₁₂ H ₂₄ O ₁₁	not specified	0,9	2,1
E 966 Laktit	C ₁₂ H ₂₄ O ₁₁	not specified	0,4	2
E 967 Xylit	C ₅ H ₁₂ O ₅	not specified	1	2,4
E 968 Erythrit	C ₄ H ₁₀ O ₄	not specified	0,6–0,8	0,2

Abkürzungen:

ADI: Acceptable Daily Intake, akzeptable tägliche Aufnahmemenge
 mg/kg KG: Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht
 *ADI gemäss SCF und JECFA
 **Süßkraft verglichen mit Saccharose, die eine Süßkraft von 1 besitzt.

achtet werden. Ein solcher Kräutertee müsste als Mischung mit maximal 1 bis 2 Prozent Steviablättern verkauft werden. Ausserdem werden Extrakte von *Stevia rebaudiana* verwendet. Diese Steviol-Glykoside, die als Konzentrat etwa 300-mal süsser als Saccharose sind, fallen aufgrund ihrer technologischen Verwendung unter die Zusatzstoffe. Die JECFA hat im Juni 2008 für einen Extrakt, der auf einen Gehalt von 95 Prozent Steviol-Glykosiden standardisiert war, einen ADI von 0–4 mg/kg KG festgelegt. Die Spezifikation dieses Extraktes wurde ebenfalls publiziert. Das BAG kann nun anhand der JECFA-Spezifikation und des ADI Einzelbewilligungen für den Einsatz dieses Extraktes als Süssungsmittel ausstellen (28).

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

- Aufgrund der aktuellen Datenlage zeigen die zugelassenen Süsstoffe sowie die zugelassenen Zuckeralkohole bei einem Konsum unterhalb des ADI-Wertes keine gesundheitsschädliche Wirkung beim gesunden Menschen.
- Menschen mit Phenylketonurie sollten Aspartam und Menschen mit Fruktoseintoleranz sollten Sorbit meiden, da deren Abbauprodukte von den Betroffenen nicht weiter verstoffwechselt werden können.
- Süsstoffe und Zuckeralkohole sind sinnvoll bei Diabetikern, da sie keinen oder nur einen geringen Einfluss auf den Blutzuckerspiegel und keinen auf die Insulinantwort zeigen.
- Im Rahmen einer gesundheitsbewussten Lebensweise mit ausgewogener Ernährung können Süsstoffe als Zuckerersatz beziehungsweise mit Süsstoff hergestellte Lebensmittel im Rahmen der ADI-Werte konsumiert werden, wenn eine Energiereduktion zur Vermeidung oder Verminderung von Übergewicht erzielt werden soll. Insbesondere lassen sich erhebliche Mengen Zucker und damit Kalorien durch den Konsum von Getränken mit kalorienfreien Süsstoffen einsparen.

Referenzen:

1. BAG. Bundesamt für Gesundheit, Zusatzstoffe. 2007 [cited 2008 June 16]; Available from: <http://www.bag.admin.ch/themen/ernaehrung/00171/0461/04397/index.html?lang=de>
2. Nutrition Recommendations and Interventions for Diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2007; 30 Suppl 1: S48–65.
3. Renwick AG. The intake of intense sweeteners – an update review. *Food Addit Contam* 2006; 23 (4): 327–38.
4. Bellisle F, Drewnowski A. Intense sweeteners, energy intake and the control of body weight. *Eur J Clin Nutr* 2007; 61 (6): 691–700.
5. Bernard C. Introduction à l'étude de la médecine expérimentale; 1856.
6. Cannon W. *The Wisdom of the Body*; 1932.
7. Raben A, Vasilaras TH, Moller AC, Astrup A. Sucrose compared with artificial sweeteners: different effects on ad libitum food intake and body weight after 10 wk of supplementation in overweight subjects. *Am J Clin Nutr* 2002; 76 (4): 721–9.
8. Ludwig DS, Peterson KE, Gortmaker SL. Relation between consumption of sugar-sweetened drinks and childhood obesity: a prospective, observational analysis. *Lancet* 2001; 357 (9255): 505–8.
9. Weihrauch MR, Diehl V. Artificial sweeteners – do they bear a carcinogenic risk? *Ann Oncol* 2004; 15 (10): 1460–5.
10. EFSA. European Food Safety Authority, Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in contact with Food (AFC) on a request from the Commission related to a new long-term carcinogenicity study on aspartame. 2006 [cited 2008 June 16]; Available from: http://www.efsa.europa.eu/EFSA/Scientific_Opinion/afc_op_ej356_aspartame_en1,2.pdf
11. Olney JW, Farber NB, Spitznagel E, Robins LN. Increasing brain tumor rates: is there a link to aspartame? *J Neuropathol Exp Neurol* 1996; 55 (11): 1115–23.
12. Schwartz GR. Aspartame and breast and other cancers. *West J Med* 1999; 171 (5–6): 300–1.
13. Ross JA. Brain tumors and artificial sweeteners? A lesson on not getting soured on epidemiology. *Med Pediatr Oncol* 1998; 30 (1): 7–8.
14. Aspartame. Review of safety issues. Council on Scientific Affairs. *Jama* 1985; 254 (3): 400–2.
15. Gurney JG, Pogoda JM, Holly EA, Hecht SS, Preston-Martin S. Aspartame consumption in relation to childhood brain tumor risk: results from a case-control study. *J Natl Cancer Inst* 1997; 89 (14): 1072–4.
16. Soffritti M, Belpoggi F, Esposti D and Lambertini L. Aspartame induces lymphomas and leukaemias in rats. *Eur. J. Oncol.* 2005; 10: 107–116.
17. Soffritti M, Belpoggi F, Esposti D, Lambertini L, Tibaldi E and Rigano A. First Experimental Demonstration of the Multipotential Carcinogenic Effects of Aspartame Ad-ministered in the Feed to Sprague-Dawley Rats. *Env. Health Perspect.* 2006; 114: 379–385.
18. Sturgeon SR, Hartge P, Silverman DT, Kantor AF, Linehan WM, Lynch C et al. Associations between bladder cancer risk factors and tumor stage and grade at diagnosis. *Epidemiology* 1994; 5 (2): 218–25.
19. Butchko HH, Stargel WW, Comer CP, Mayhew DA, Benninger C, Blackburn GL et al. Aspartame: review of safety. *Regul Toxicol Pharmacol* 2002; 35 (2 Pt 2): S1–93.
20. Power ML, Schulkin J. Anticipatory physiological regulation in feeding biology: cephalic phase responses. *Appetite* 2008; 50 (2–3): 194–206.
21. Teff K. Nutritional implications of the cephalic-phase reflexes: endocrine responses. *Appetite* 2000; 34 (2): 206–13.
22. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Süsstoffe

in der Ernährung. 2007 [cited 2008 June 16]; Available from: <http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=720>

23. Blundell JE, Hill AJ. Paradoxical effects of an intense sweetener (aspartame) on appetite. *Lancet* 1986; 1 (8489): 1092–3.
24. Rolls BJ. Effects of intense sweeteners on hunger, food intake, and body weight: a re-view. *Am J Clin Nutr* 1991; 53 (4): 872–8.
25. Schiffman SS, Gatlin CA. Sweeteners: state of knowledge review. *Neurosci Biobehav Rev* 1993; 17 (3): 313–45.
26. Scheppach W. Schwer verdauliche Saccharide. *Aktuel Ernaehr Med* 2006; 31 (Supplement 1): S61–S67.
27. Cox TM. Aldolase B and fructose intolerance. *Faseb J* 1994; 8 (1): 62–71.
28. BAG. Bundesamt für Gesundheit, *Stevia Rebaudiana – Süsskraut*. 2008 [cited 2009 January 20]; Available from: http://www.bag.admin.ch/themen/lebensmittel/04861/04972/index.html?lang_de