

Süss: same, same but different

Ein Plädoyer für den verantwortungsvollen Umgang mit Zucker, vor allem dem richtigen.

Bettina Wölnerhanssen, bettina.woelnerhanssen@claraspital.ch, Oberärztin klinische Forschung, Claraspital Basel



Bettina Wölnerhanssen

Es gibt eine grosse Anzahl von süss schmeckenden Substanzen, d. h. Substanzen, welche die Süssrezeptoren stimulieren können. Süssrezeptoren befinden sich übrigens nicht nur auf der Zunge, sie lassen sich im gesamten gastrointestinalen Trakt nachweisen – wie alle anderen Geschmacksrezeptoren auch¹. Beispiele für süss schmeckende Substanzen sind gewöhnliche Zucker (Bsp. Glukose, Fruktose, Saccharose), künstliche Süsstoffe (Aspartam, Sucralose, Acesulfam-K), Zuckeralkohole (Bsp. Sorbitol, Maltitol, Xylitol, Erythritol) und einige weitere Substanzen (Bsp. Steviaglykoside). Zwar schmecken sie alle süss, weisen in der chemischen Struktur und der metabolischen Wirkung allerdings ganz unterschiedliche Eigenschaften auf.

Der typische Haushaltszucker besteht aus Saccharose (ein Disaccharid, welches 1:1 aus Fruktose und Glukose aufgebaut ist) und wird aus Zuckerrohr oder aus der Zuckerrübe gewonnen. Die Glukose («Traubenzucker») ist das Endprodukt der Photosynthese und ist ein essenzieller Brennstoff im menschlichen Organismus. Insbesondere das Gehirn und die Erythrozyten sind auf das Vorhandensein von Glukose angewiesen. Fruktose («Fruchtzucker») kommt natürlicherweise in Früchten und Honig vor und wird zunehmend in der Nahrungsmittelindustrie eingesetzt. Zuckeralkohole kommen in Beeren und Pilzen vor, während beispielsweise Aspartam vollständig synthetisch hergestellt wird.

Akute Wirkungen

Obwohl Fruktose und Glukose chemisch eine recht ähnliche Struktur aufweisen, ist die Wirkung einer akuten Einnahme sehr unterschiedlich. Nach Glukoseeinnahme kommt es rasch zu einem Anstieg der Blutglukose und einer Insulinausschüttung sowie zu einer Freisetzung von Sättigungshormonen. Es folgt die Appetitabnahme und die Stimulation der Belohnungszentren im zentralen Nervensystem. Fruktose hingegen führt kaum zu einem Anstieg von Blutglukose und Insulin, die Sättigungshormone werden nur wenig stimuliert und die Belohnung bleibt aus²⁻⁵. Im Tiermodell führt die Fruktoseeinnahme sogar zu einer Appetitstimulation⁶. Während die Glukose in zahlreichen Or-

ganen metabolisiert wird, kann die Fruktose ausschliesslich in der Leber weiterverarbeitet werden. In der Leber führt die Fruktose via Lipogenese zu einem akuten Anstieg von Blutfetten und des Entzündungseiwisses hsCRP⁷. Das Disaccharid Saccharose (Haushaltszucker) wird rasch in seine Bestandteile (Fruktose und Glukose) zerlegt und anschliessend separat metabolisiert. Künstliche Süsstoffe wie Aspartam stimulieren weder die Insulinfreisetzung noch werden die Sättigungshormone ausgeschüttet. Ganz im Gegensatz dazu konnten wir kürzlich zeigen, dass Zuckeralkohole (wie Xylitol und Erythritol) die Sättigungshormone stimulieren, während die Insulinfreisetzung nur marginal angeregt wird⁸.

Chronische Wirkungen

Die tägliche chronische Einnahme von Zucker hat weitreichende Folgen für den Organismus, in Abhängigkeit von der täglich konsumierten Menge und der Zuckerart. Während gewöhnliche Zucker kariogen sind, können künstliche Süsstoffe von Speichelbakterien nicht metabolisiert werden und sind somit zahnschonend. Zuckeralkohole (insbesondere Xylitol und Erythritol) zeigen sogar antikariogene Wirkungen durch eine Verbesserung der Mundflora, Anregung des Speichelflusses und Anhebung des Speichel-pHs⁹.

Fruktose wurde früher Diabetikern empfohlen, weil Fruktose insulinunabhängig verstoffwechselt wird. Inzwischen kann Fruktose nicht mehr empfohlen werden, denn chronischer Fruktosekonsum führt zu Lebersteatose, Dyslipidämie, Hyperurikämie und spielt offensichtlich auch bei der Regeneration von kardialen Schäden eine negative Rolle¹⁰⁻¹². Glukose wird in Reinform kaum konsumiert, allenfalls als Traubenzucker in Sportdrinks. Der chronische Konsum von Saccharose (die ja zu 50 % aus Fruktose besteht) bietet gegenüber der Fruktose nur wenige Vorteile. Die Leberverfettung scheint allerdings bei chronischem reinem Fruktosekonsum akzentuiert zu sein. Aber auch Saccharosekonsum führt langfristig genauso zu Störungen des Fettstoffwechsels und scheint auch die Entwicklung gewisser Krebsarten zu fördern^{13, 14}.

Eine weitere Folge eines chronischen Zuckerkonsums ist die endogene Glykation. Als endogene Glykation wird die Ablagerung von Zuckerbestandteilen in Organen und Zellen bezeichnet. Diese Ablagerungen können die Funktion beeinträchtigen. Fruktose, Saccharose aber auch Galaktose und in geringerem Ausmass Glukose führen zu einer endogenen Glykation und zur Bildung sogenannter AGEs (advanced glycation endproducts). AGEs sind Abfallprodukte, die vorwiegend durch die Kombination von Proteinen und Zucker entstehen, aber auch Fette können glykosiert werden. Das bekannteste Beispiel ist das HbA1c, das bei der Glykation von Hämoglobin entsteht, wenn über einen längeren Zeitraum eine Hyperglykämie vorhanden ist. Während Erythrozyten nach 120 Tagen erneuert werden und bei einer Verbesserung des Blutglukosespiegels weniger glykosiert werden, reichern sich AGEs in Geweben und Zellen mit einem geringeren Turn-over über die Lebenszeit an und können dort Schaden anrichten. Zahlreiche Krankheitsbilder (Bsp. Katarakt, Alzheimer, Arteriosklerose, Diabetes, Krebs) werden mit AGEs in Zusammenhang gebracht^{15, 16}. Die Auswirkungen eines chronischen Konsums von künstlichen Süsstoffen werden nach wie vor kontrovers diskutiert. In Tiermodellen wurde ein mutagener Effekt festgestellt und im Human- sowie auch Tiermodell wurde eine Beeinträchtigung der Glukosetoleranz beschrieben^{17, 18}.

Zuckerkonsum in der Schweiz

Der Zuckerkonsum in der Schweiz liegt bei schwindelerregenden durchschnittlichen 120 g pro Person pro Tag. Damit besetzen wir weltweit einen Platz unter den «süssesten Nationen». Von diesem 120 g werden allerdings bis zu 80 % in Form sogenannter «versteckter» Zucker eingenommen und eben nicht als offensichtliche Zuckerwürfel, die man gezielt in den Kaffee gibt. Die wenigsten Menschen sind sich bewusst, wie viel Zucker sie pro Tag zu sich nehmen. Ob nun der Zuckerkonsum generell zunimmt oder stabil bleibt, ist schwierig festzuhalten. Die Verkaufszahlen von reinem Haushaltszucker in Form von Streuzucker oder Würfelzucker sind tatsächlich seit Jahren mehr oder weniger stabil, was von den Zuckerproduzenten stets betont wird. Gleichzeitig werden aber versteckte Zucker zunehmend eingenommen, so dass die Bilanz auf Verbraucherseite nicht mit den Verkaufszahlen des reinen Zuckers korreliert. Versteckte Zucker sind in vielen vorgefertigten Produkten vorhanden, die primär keine Zuckerquelle erwarten lassen: beispielsweise Fertigpizzas, Fertigsuppen, Salatsaucen, Ketchup und Eingemachtes. Oft sind die vorhandenen Zucker mit zahlreichen Alternativnamen angegeben, die primär natürlich und gesund klingen: Agavensirup (praktisch reine Fruktose), Birnendicksaft (vor allem Fruktose, etwas Glukose) oder Kokosblütenzucker (praktisch reine Saccharose). Fruchtsäfte und Smoothies werden als ungesüßte, gesunde Getränke angepriesen. Tatsächlich sind diese Produkte frei von zugesetztem Zucker, weisen aber dennoch einen hohen Zuckergehalt auf. Während viele Menschen Schwierigkeiten haben dürften, 3 – 4 Orangen zu schälen und dann innert Minuten als ganze Frucht zu konsumieren, können 3 dl Fruchtsaft problemlos in kurzer Zeit eingenommen werden. Das Prozessieren von Früchten führt aber zu einer Zerstörung von Nahrungsfasern und die darin enthaltene Fruktose wird leichter zugänglich. Die metabolischen Folgen einer Fruktoseaufnahme sind unabhängig von der Quelle: ob Süssigkeit, Süssgetränk oder vermeintlich gesunder Fruchtsaft spielt hier keine Rolle.

Als Kuriosum zu erwähnen ist, dass in der Schweiz der Zuckerrübenanbau subventioniert wird, Haushaltszucker auf der offiziellen Liste von empfohlenen Lebensmitteln für den Notvorrat steht und die vom Bund beauftragte Organisation Réserve Suisse 75'000 Tonnen Zucker für Krisenzeiten einlagert. Zucker wird also nach wie vor wie ein Grundnahrungsmittel behandelt, obschon Zucker für den menschlichen Körper nicht nur komplett überflüssig, sondern auch schädlich ist.

Lobbying

Die gesundheitlichen Folgen des Zuckerkonsums sind zwar schon seit Jahrzehnten bekannt. Bereits in den 1960-ern und 1970-ern konnten zahlreiche Studien zeigen, dass Zuckerkonsum sich negativ auf den menschlichen Körper auswirkt. Allerdings stand damals schon eine starke Kraft im Weg: die Zuckerlobby, denn Süsswaren waren und sind ein gutes Geschäft. Damals wurde eine wissenschaftliche Kontroverse geführt, ob nun eine fettreduzierte oder aber eine zuckerreduzierte Ernährung gesünder sei. Die Zuckerlobby unterstützte gezielt die «Fett-ist-böse»-Botschaft und zahlreiche fettreduzierte Produkte kamen auf den Markt. Leider schmecken fettreduzierte Produkte nicht besonders gut. Diesem Manko kam man mit einem einfachen Trick bei: fettreduzierte Produkte wurden mit Zucker verfeinert. Inzwischen sind versteckte Zucker überall zu finden, und wenn man sich einmal im Supermarkt geistig alles wegdenkt, was Zucker enthält, wird man überrascht feststellen, dass die Regale plötzlich ziemlich leer wären. Inzwischen wird die «Zucker

oder Fett»-Frage ganz anders beantwortet: ungesättigte und mehrfach ungesättigte Fettsäuren (wie in Pflanzenölen, Nüssen und Fisch) sind sogar besonders gesund. Gesättigte Fettsäuren (Butter, Fleisch, Eier) dürfen ebenfalls wieder ohne schlechtes Gewissen konsumiert werden, wenn auch in Massen.

Die seit Jahren bei der Tabakfrage erprobte Taktik wird hier beim Zuckerlobbying eins zu eins wieder angewandt: Forscher, die in Studien die negativen Folgen von Zucker belegen, haben Schwierigkeiten bei der Publikation ihrer Daten und werden als unglaubwürdig dargestellt. Gesponserte Studien «beweisen» das Gegenteil und somit wird die ganze Sachlage als «unklar» klassifiziert. Als Hauptursache des weltweiten Anstiegs an Übergewichtigen wird von der Zuckerindustrie gezielt immer wieder die mangelnde körperliche Betätigung in den Fokus gerückt. Grosse Limonadenhersteller propagieren Sport als Mittel zur Gewichtsreduktion und sponsern Kinderferien camps und Sportevents. Selbstverständlich ist Sport wichtig, allerdings ist Sport als Mittel zur Gewichtsreduktion ohne eine entsprechende gesunde Ernährung meist komplett wirkungslos. Allerdings lenkt dieses Sport-Mantra von der Verantwortung der Zuckerhersteller ab, die uns Zucker in allen möglichen Lebensmitteln ungefragt «unterjubeln». Die Verantwortung wird an den Einzelnen abgegeben. Wer übergewichtig ist – so ihr Credo – ist selber schuld. Weiter typisch ist die Namenskosmetik: «Süssgetränke» werden plötzlich zu «Erfrischungsgetränken». Denn «süss» hat doch schon einen kleinen Imageschaden erlitten.

Eine weitere Strategie ist die Fokussierung auf den Kaloriengehalt der Nahrung, denn 1 g Zucker enthält im Vergleich zu 1 g Fett halb so viele Kalorien. Die Kalorienzählerei wurde ebenfalls von der Lobby unterstützt: Hier gewinnt ihr Produkt. Der menschliche Körper ist aber um einiges komplizierter als ein Verbrennungsmotor. In unserem Körper haben 400 kcal aus Pflanzenöl einen völlig anderen Effekt als 400 kcal Zucker. Weiter entsprechen die Kalorienangaben auf den Lebensmittelverpackungen der freigesetzten Energie, wenn das entsprechende Produkt im Labor verbrannt wird; dies entspricht also gar nicht der biologischen Verbrennung. Kalorien zählen macht also keinen Sinn, weil wir gar nicht wissen, ob die Angaben für uns stimmen, und weil es viel wichtiger ist, was wir essen.

Verzichten?

Der Mensch ist auf eine exogene Zufuhr von Zucker über die Nahrung nicht angewiesen. Die für unseren Stoffwechsel so wichtige Glukose stellen wir über die Glukoneogenese selber her. Die Ausgangsprodukte stammen beispielsweise vom Aminosäure- und Fettabbau. Auf Zucker gänzlich zu verzichten, ist schwierig, aber nicht unmöglich. Kompliziert ist in unserer Kultur die Verknüpfung von süssen Lebensmitteln mit emotionalen Botschaften und zahlreichen Traditionen. Will man jemandem eine Freude machen, so werden süsse Pralinen verschenkt. Zur Weihnachtsfeier gehören die obligaten Weihnachtsguetzli und Schoggikläuse, an der Fasnacht regnet es Süssigkeiten, keine Ostern ohne Osterhasen. Am Geburtstag darf die Geburtstagstorte nicht fehlen. Zusätzlich werden fremde Bräuche importiert: an Halloween werden nun auch noch «treats» verteilt und am Kindergeburtstag wird neuerdings eine Piñada angeboten. Erschwerend wirkt auch die Omnipräsenz von zuckerhaltigen Lebensmitteln und Getränken in der Werbung, die als sogenannte «Food cues» ständig unser Gehirn daran erinnern, wiederum zuckerhaltiges zu konsumieren. Besonders empfänglich sind hier Kinder, die auch häufig das Zielpublikum

darstellen: Haribo macht Kinder froh, Kinderschokolade und viele, viele bunte Smarties. Gerade Kinder sind aber besonders vulnerabel. Das Suchtpotenzial ist bei Kindern ausgeprägter, sie sind empfänglicher für Werbung und der eingenommene Zucker kann durch das geringe Körpervolumen schlechter verarbeitet werden. Die gleiche Menge an Gummibärchen führt bei einem Kind zu einem höheren Blutglukosespiegel als bei einem Erwachsenen. Bei Kindern wird eine überhöhte Zuckereinnahme zudem mit einer Hyperaktivität in Verbindung gebracht («Zucker»-high); das Phänomen scheint individuell unterschiedlich zu sein.

In Dänemark und Grossbritannien wurde bereits eine Zuckersteuer auf Süssgetränke eingeführt und die Schweiz überlegt sich so ein Konzept, aber politisch kommt hier viel Gegenwind auf. Man will sich ja nicht bevormunden lassen, auf jeden Fall nicht von offizieller Seite. Somit ist aktuell die Situation etwas in Schiefelage: der Zuckeranbau wird in der Schweiz subventioniert, der schulärztliche Dienst auch, und die Krankheitsfolgen übernehmen dann die Krankenkassen.

Eine Reduktion des Zuckerkonsums wird inzwischen offiziell von der WHO vorgeschlagen. Sie empfiehlt eine tägliche Dosis von 10 g bis zu einer Maximaldosis von 25 g reiner Saccharose. Dies würde für den Durchschnittskonsumenten in der Schweiz eine Reduktion um 80% bedeuten. Um dieses Ziel zu erreichen, sollte man auf Fertigprodukte, Süssgetränke und Fruchtsäfte/Smoothies möglichst verzichten und Desserts sowie Süssigkeiten sollten die Ausnahme bleiben. Etwas schwierig ist hier der Suchtaspekt. Tatsächlich konnte sowohl in Tier- als auch Humanstudien gezeigt werden, dass bei Zuckereinnahme die gleichen zentralnervösen Regionen aktiviert werden wie bei Rauschmittelkonsum und ebenso sind Toleranz und Entzugserscheinungen bekannt (5, 6). Eine akute Reduktion eines etablierten hohen Zuckerkonsums ist daher nicht selten mit einer Dysphorie und einem Craving verbunden. Immerhin: bei einer Zuckerkarenz erholen sich die Geschmacksrezeptoren der Zunge, die auf Süßes nun empfindlicher reagieren und den weiteren Verzicht auf Zucker erleichtern. Süßes schmeckt plötzlich viel süßter und man bekommt früher genug.

Referenzen:

1. Depoortere I. Taste receptors of the gut: emerging roles in health and disease. *Gut*. 2014;63(1):179-90
2. Teff KL, Elliott SS, Tschöp M, Kieffer TJ, Rader D, Heiman M, et al. Dietary fructose reduces circulating insulin and leptin, attenuates postprandial suppression of ghrelin, and increases triglycerides in women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89(6):2963-72
3. Steinert RE, Frey F, Topfer A, Drewe J, Beglinger C. Effects of carbohydrate sugars and artificial sweeteners on appetite and the secretion of gastrointestinal satiety peptides. *The British journal of nutrition*. 2011;105(9):1320-8
4. Rolls BJ, Kim S, Fedoroff IC. Effects of drinks sweetened with sucrose or aspartame on hunger, thirst and food intake in men. *Physiology & behavior*. 1990;48(1):19-26.
5. Lustig RH. Fructose: it's «alcohol without the buzz». *Advances in nutrition*. 2013;4(2):226-35
6. Spangler R, Wittkowski KM, Goddard NL, Avena NM, Hoebel BG, Leibowitz SF. Opiate-like effects of sugar on gene expression in reward areas of the rat brain. *Brain research Molecular brain research*. 2004;124(2):134-42
7. Jameel F, Phang M, Wood LG, Garg ML. Acute effects of feeding fructose, glucose and sucrose on blood lipid levels and systemic inflammation. *Lipids Health Dis*. 2014;13:195
8. Wölnerhanssen BK, Cajacob L, Keller N, Doody A, Rehfeld JF, Peterli R, Beglinger C, Meyer-Gerspach AC. Gut hormone secretion, gastric emptying and glycemic responses to erythritol and xylitol in lean and obese subjects. 2016, submitted in March to *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism*
9. Makinen KK. Sugar alcohol sweeteners as alternatives to sugar with special consideration of xylitol. *Med Princ Pract*. 2011;20(4):303-20
10. Havel PJ. Dietary fructose: implications for dysregulation of energy homeostasis and lipid/carbohydrate metabolism. *Nutrition reviews*. 2005;63(5):133-57.
11. Malik VS, Popkin BM, Bray GA, Despres JP, Willett WC, Hu FB. Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes Care*. 2010;33(11):2477-83.
12. Mirtschink P, Krishnan J, Grimm F, Sarre A, Horl M, Kayikci M, et al. HIF-driven SF3B1 induces KHK-C to enforce fructolysis and heart disease. *Nature*. 2015;522(7557):444-9.
13. Larsson SC, Giovannucci EL, Wolk A. Sweetened Beverage Consumption and Risk of Biliary Tract and Gallbladder Cancer in a Prospective Study. *J Natl Cancer Inst*. 2016;108(10).
14. Hu J, La Vecchia C, Augustin LS, Negri E, de Groh M, Morrison H, et al. Glycemic index, glycemic load and cancer risk. *Ann Oncol*. 2013;24(1):245-51.
15. Vlassara H, Uribarri J. Advanced glycation end products (AGE) and diabetes: cause, effect, or both? *Curr Diab Rep*. 2014;14(1):453.
16. Uribarri J, Woodruff S, Goodman S, Cai W, Chen X, Pyzik R, et al. Advanced glycation end products in foods and a practical guide to their reduction in the diet. *Journal of the American Dietetic Association*. 2010;110(6):911-16 e12.
17. Suez J, Korem T, Zeevi D, Zilberman-Schapira G, Thaiss CA, Maza O, et al. Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature*. 2014;514(7521):181-6.
18. Bandyopadhyay A, Ghoshal S, Mukherjee A. Genotoxicity testing of low-calorie sweeteners: aspartame, acesulfame-K, and saccharin. *Drug Chem Toxicol*. 2008;31(4):447-57.