

Einfluß des Süßstoffs Aspartame auf den Appetit

H. Förster, Universitätsklinikum, Frankfurt am Main

Zusammenfassung

Kann der Süßstoff Aspartame über eine Steigerung des Appetits die Nahrungszufuhr erhöhen? Und gibt es Anhaltspunkte dafür, daß dieser Süßstoff oder einer seiner Bestandteile - z. B. Phenylalanin biochemische oder pharmakologische Wirkungen hat? Diese Fragen sind in den letzten Jahren aufgrund einiger - methodisch zum Teil kritisierbarer - Untersuchungen verstärkt diskutiert worden. Dem aktuellen Kenntnisstand zufolge scheinen sowohl eine Beeinflussung des Appetits als auch biochemische oder pharmakologische Wirkungen durch die Verwendung des Süßstoffs Aspartame eher unwahrscheinlich zu sein.

Influence of the Sweetening Agent Aspartame on Appetite

Can the sweetener Aspartame increase the food intake via an increase in appetite? And are there any clues to indicate that this sweetening agent or one of its constituents - such as phenylalanine exercise a biochemical or pharmacological action? These questions have been prominently discussed in recent years on the basis of a few studies, some of which were partly open to criticism in respect of the applied methods. Update knowledge seems to indicate that it is likely to be improbable that this sweetening agent exercises any influence on the appetite or produces biochemical or pharmacological actions.

Hunger und Appetit

Die Begriffe Hunger und Appetit werden auch in der wissenschaftlichen Literatur - häufig gleichsinnig verwendet, obwohl beide voneinander abzugrenzen sind. Hunger ist ein elementares Bedürfnis, ein Schutzmechanismus für den Organismus bei fehlender oder völlig unzureichender Nahrungszufuhr. Dieses Bedürfnis - charakterisiert durch die typischen „Hungersensationen“ körperliche Unruhe und verstärkte Darmmotorik sowie durch allgemeine psychologische Veränderungen - wird jedoch nicht durch jedes kurzfristige Fasten bei übergewichtigen Erwachsenen hervorgerufen. Und beim totalen Fasten kann das initial vorhandene Hungergefühl infolge von Stoffwechsellumstellungen bei ausreichenden Depots nach 2-3 Tagen weitgehend oder sogar vollständig verschwinden. Es ist daher anzunehmen, daß das eigentliche Hungergefühl lediglich bei deutlichem Untergewicht - und damit bei fehlenden Depots - auftritt. In einer Wohlstandsgesellschaft hat also das elementare Hungergefühl beim Erwachsenen eine nur untergeordnete Bedeutung. Am ehesten ist dieses Gefühl wohl noch bei jungen Säuglingen festzustellen, die in regelmäßigen Abständen nach der Nahrung „schreien“ .

Von dem Hungergefühl abzugrenzen ist der sogenannte Appetit, die Eßlust, die auch oder gerade trotz bestehender Sättigung zu weiterer Nahrungsaufnahme anregt und nichts mit einer echten, lebensbedrohlichen Mangelsituation zu tun hat. Appetit kann auftreten bei Langeweile, beim Anblick und sogar schon bei der bloßen Vorstellung einer schmackhaften Speise. Im Gegensatz zum Hunger, an dessen Entstehen das Stammhirn sowie biochemische Regelungsprozesse beteiligt sind, entsteht der Appetit wohl eher im Großhirn.

Die typische Modellerkrankung des Erwachsenen mit charakteristischer Hungerreaktion ist das Inselzelladenom, eine Erkrankung, bei der Insulin auch ohne jegliche Nahrungsaufnahme sezerniert wird. Dies führt bei kurzfristiger Nahrungskarenz zu einem Absinken der Blutzuckerkonzentration unter einen Schwellenwert. Es entsteht ein „Heißhunger“-Gefühl, und aufgrund hormoneller Gegenreaktionen kann es zu Schweißausbrüchen, Angstzuständen, Konzentrationsmangel und lallender, verwaschener Sprache kommen. Werden keine Kohlenhydrate zugeführt, kann sogar Bewußtlosigkeit auftreten. Durch die parenterale Injektion von Insulin läßt sich dieser Symptomenkomplex ebenfalls auslösen.

Dieses Modell des "unterzuckerinduzierten" Hungers wird gern auch für die Fettsucht herangezogen, obwohl bislang Daten, die diese Zusammenhänge untermauern würden, fehlen und wohl auch nicht beizubringen sind. Dennoch wurden Bücher über dieses Syndrom der „reaktiven Unterzuckerung“ (reactive hypoglycemia) geschrieben. Den verschiedenen Autoren scheinen die biochemischen Zusammenhänge nicht ausreichend bekannt zu sein: Die Regulationsvorgänge im Anschluß an die Nahrungsaufnahme sind so fein aufeinander abgestimmt, daß bei intakten Mechanismen eine Hypoglykämie nicht auftreten kann. Zudem ist die Resorption der Nahrung erst nach mehreren Stunden abgeschlossen, das Hungergefühl soll jedoch schon eine Stunde nach Nahrungsaufnahme auftreten. Ein echtes Hungergefühl könnte jedoch erst bei leerem Magen-Darm-Trakt und nach Leerung der Speicher rund 20 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme eintreten.

Sättigung

Auch das Gefühl der Sättigung scheint zentralvenös - im Hypothalamus - gesteuert zu werden. Es wird unter anderem ausgelöst durch die Magenfüllung, durch resorptive Vorgänge mit Einstrom von Nährstoffen in den Organismus und die dadurch bedingten Veränderungen in biologischen Regelkreisen. Gut verdauliche Nahrungsbestandteile wie Kohlenhydrate besitzen einen geringeren Sättigungswert. Durch die Kombination mit Ballaststoffen (Fibers) werden Verdauung und Magenentleerung verzögert und wird der Sättigungswert erhöht. Fette und Proteine sind a priori schlechter verdaulich, sie verweilen länger im Magen und haben daher einen erhöhten Sättigungswert.

Außerdem wird das Gefühl der Sättigung ebenso wie der Appetit - seit langem als konditionierter Reflex diskutiert (Booth 1977, Stunkard 1975). Es wäre somit zumindest theoretisch vorstellbar, daß allein die Geschmacksqualität „süß“ zu einer zusätzlichen Nahrungsaufnahme trotz Sättigungsgefühl anregt.

Beeinflussung des Appetits durch Süßstoffe

Die zugelassenen Süßstoffe Saccharin, Cyclamat und Acesulfam werden nicht metabolisiert und sind daher auch nach einer Resorption aus dem Magen-Darm-Trakt aller Wahrscheinlichkeit nach biochemisch und biologisch unwirksam. Aspartame dagegen wird im Darm in die zwei Aminosäuren Asparaginsäure und Phenylalanin sowie in kleine Mengen Methanol gespalten (siehe Abb. 1). Alle drei Bestandteile werden metabolisiert und könnten daher zumindest theoretisch biochemische Wirkungen entfalten. Dies gilt am ehesten für Phenylalanin, welches über Tyrosin die Vorstufe von mehreren hochwirksamen Hormonen und zentralnervösen Überträgerstoffen ist.

Auch ganz allgemein sollen Aminosäuren über mehr oder minder spezifische Mechanismen die Nahrungsaufnahme beeinflussen können (Li u. Anderson 1983, Anderson et al. 1984).

Diskutiert wird auch eine Beeinflussung des Appetits durch den süßen Geschmack. Denn das Attribut „süß“ erhöht grundsätzlich die Attraktivität von Nahrungsmitteln und könnte damit durch Steigerung des Appetits zu deren vermehrter Aufnahme führen (siehe auch Booth 1977).

Bei einer vergleichenden Untersuchung mit nur wenig geändertem Ablauf (Canty u. Chan 1991) konnten die Ergebnisse von Blundell u. Hill (1986) nicht bestätigt werden. Nach Zufuhr von Aspartame und Saccharin wurde vermindertes „Hungergefühl“ (d. h., verminderter Wunsch nach Nahrungsaufnahme) gegenüber Wasser angegeben. Die nachfolgende Nahrungsaufnahme war nach der Süßstoffzufuhr eher eingeschränkt (siehe auch Rogers et al. 1988).

Relativ vergleichbar sind auch Untersuchungen, in denen kein Einfluß eines „Aperitifs“ - mit Aspartame oder mit Zucker gesüßtes Wasser oder ungesüßtes Mineralwasser - auf die nachfolgende Nahrungsauswahl an einem Lunchbuffet nachgewiesen werden konnte (Rolls et al. 1990). Auch in weiteren Untersuchungen der gleichen Arbeitsgruppe (Rolls et al. 1988, Rolls et al. 1989) hatte der Zusatz von Aspartame keinen Einfluß auf die Nahrungsaufnahme von Versuchspersonen. Die Autoren konnten jedoch feststellen, daß das Volumen der aufgenommenen Nahrung einen größeren Einfluß auf die Nahrungsaufnahme aufwies als die energetische Dichte (Rolls et al. 1988).

Bei einer Untersuchung, in der die Wirkung der Süßung eines Müslis mit Zucker oder Aspartame auf das Appetitverhalten und die Energieaufnahme geprüft wurde (Mattes 1990), konnte kein Einfluß des Süßstoffs beobachtet werden.

Von Monneuse et al. (1991) wurde die sensorische Qualität der Geschmacksempfindung „süß“ durch Aspartame geprüft. Ein Anteil von 0,028 % Aspartame im Joghurt wurde von den Probanden als am angenehmsten empfunden. Eine Erhöhung der Aspartamekonzentration - auf 0,094 %, 0,235 % und 0,627 % - bewirkte eine konsekutive Abnahme des Joghurtkonsums, offenbar aufgrund der überhöht süßen Geschmacksempfindung. Parallel zum sinkenden Joghurtverzehr verringerte sich die gesamte Energieaufnahme, wobei die Verringerung nicht allein auf den verminderten Joghurtverzehr zurückzuführen war.

Die Untersuchung von Black et al. (1991) kommt den Bedingungen der normalen Ernährung am nächsten. Geprüft wurde der Einfluß eines Aperitifs (Mineralwasser oder Aspartamedrink) auf Nahrungsauswahl (Buffet), subjektives Hungergefühl und reale Energiezufuhr. Bei keinem Parameter wurde ein Effekt gefunden, was eine Widerlegung der Spekulationen von Blundell u. Hill (1986) bedeutet.

Bei einer Wertung der „akuten“ Wirkung von Aspartame auf Appetit und Eßverhalten muß man somit der Feststellung von Black et al. (1991) zustimmen: „Thus ingestion of soft drinks containing aspartame did not increase short term subjective hunger or food intake.“

Wirkung des längerfristigen Konsums von Süßstoffen auf das Eßverhalten

Der Einsatz der Süßstoffe als Hilfsmittel zur Verringerung der Energiezufuhr ist deren wichtigstes Anwendungsgebiet. Studien über den „Erfolg“ bei dieser Anwendung von Süßstoffen sind stets problematisch. Es ist davon auszugehen, daß die Ergebnisse solcher Studien widersprüchlich sein müssen, nicht zuletzt beeinflusst sind dadurch, welche Aussage von den Untersuchern erwartet wird.

Auch die Ergebnisse aus Tierversuchen sind problematisch, denn sie sind im Zusammenhang mit dem Einsatz von Süßstoffen beim Menschen nur begrenzt zu verwerten. Der Mensch unterscheidet sich vom Versuchstier gerade durch die Fähigkeit des Erkennens von Fehlverhalten sowie in der Fähigkeit zur nachfolgenden Korrektur desselben, Und die Anwendung von Süßstoffen als Ersatz von Zucker ist der Versuch der Korrektur des Fehlverhaltens bei der in der Wohlstandsgesellschaft überhöhten Energieaufnahme.

Frühere Tierversuche ergaben zudem widersprüchliche Ergebnisse. Neuere, umfangreiche Untersuchungen von Tordoff u. Friedman (1989 a-d) haben zu dem Ergebnis geführt, daß unter bestimmten Bedingungen die Verwendung des Süßstoffs Saccharin Ratten dazu bewegen kann, die Nahrungsaufnahme und damit die Energiezufuhr zu steigern. Mit diesem Ergebnis wurden auch weitreichende Implikationen für den Menschen verknüpft (Tordoff u. Friedman 1989 d). Es wird spekuliert, daß das Tiermodell auf den Menschen übertragen werden kann. Die Autoren gehen davon aus, daß der süße Geschmack von Saccharin über zerebrale Effekte zu einer Veränderung der Stoffwechsellage führen und damit über metabolische Veränderungen eine erhöhte Nahrungsaufnahme ermöglichen könnte.

Die Autoren fanden auch einen geringfügigen Anstieg der Seruminulinkonzentration und der Blutzuckerkonzentration unmittelbar im Anschluß an eine Saccharinapplikation im Sinne einer zephalischen Stimulierung der Insulinsekretion (siehe z. B. Powly u. Berthoud 1985), wie sie bereits früher für Saccharin mitgeteilt worden war (Kulkosky et al. 1975). Dieser Effekt war jedoch bereits abgeklungen, wenn den Ratten Zugang zum Futter ermöglicht wurde. Am widersprüchlichsten erscheint mir dabei der Anstieg der Blutzuckerkonzentration parallel zum Insulin, da eher das Gegenteil - eine Abnahme der Blutzuckerkonzentration als Folge der Insulinsekretion zu erwarten gewesen wäre.

Ergebnisse von Tierversuchen konnten auch von Tordoff u. Alleva (1990) beim Menschen nicht bestätigt werden. Bei Untersuchungen an Probanden, die Erfrischungsgetränke (entweder mit Fruktose oder Aspartame gesüßt) tranken, hatten Erfrischungsgetränke mit Aspartame keinen Effekt auf Körpergewicht und Energiezufuhr. Fruktose dagegen führte offenbar aufgrund der Energiezufuhr zur Gewichtszunahme.

In einer ähnlichen Versuchsanordnung - Fruktose- und Aspartame- „Preloads“ - wurden die Ergebnisse hinsichtlich des fehlenden Einflusses von Aspartame auf die Energieaufnahme bestätigt (Rodin 1990). Der Fruktose-„Preload“ führte jedoch in dieser Untersuchung zu einer verminderten Energieaufnahme!

Auch bei den Untersuchungen von Porikos et al. (1984) wurde festgestellt, daß der Ersatz von Zucker durch Aspartame zu einer Gewichtsabnahme beziehungsweise zu einer verminderten Energiezufuhr führte.

Von Porikos et al. wurden weitere Untersuchungen, die wohl als die am besten kontrollierten Studien zum Austausch von Zucker und Süßstoff (Aspartame) bezeichnet werden können (Porikos et al. 1982, Porikos u. Van Italie 1984), in einer Stoffwechselabteilung mit hospitalisierten übergewichtigen Probanden durchgeführt. Nach einer Vorperiode (mit Saccharose) wurde für 6-12 Tage unbemerkt Saccharose durch Aspartame ersetzt, anschließend wurde wieder Saccharose verwendet. Während der Testperiode mit Aspartame stabilisierte sich die Energieaufnahme auf einem um etwa 15 % niedrigeren Niveau sowohl bei schlanken als auch bei übergewichtigen Testpersonen. Ein Teil der „eingesparten“ Zuckerenergie wurde bei dieser Anordnung unbewußt durch die zusätzliche Aufnahme von Fett und Eiweiß kompensiert. Man könnte diese teilweise Kompensation im Sinne einer „Regulation“ des Körpergewichts deuten. Der „set point“ für das Körpergewicht wird nicht kurzfristig verändert!

Foltin et al. (1988) stellten dagegen während einer 2wöchigen Untersuchung in einer Stoffwechselabteilung bei einer gleichzeitigen Fettreduktion und dem Austausch von Saccharose durch Aspartame eine nur relativ kurzfristige Einsparung bei der Energieaufnahme fest.

Bei ambulanter Betreuung ohne psychologische Unterstützung sind die Ergebnisse erwartungsgemäß noch dürftiger, zumal auch keine genaue Kontrolle der tatsächlich aufgenommenen Nahrungsmenge möglich ist. So konnte aus einer entsprechenden Untersuchung bei Verwendung von aspartamegesüßten Getränken nur gefolgert werden, daß die Verwendung dieses Süßstoffs die Compliance für eine energieverminderte Diät erhöhen könnte (Kanders et al. 1988).

Mehr zufällig wurde in einer retrospektiven Übersicht der American Cancer Society (bei insgesamt 78 000 Frauen im Alter von 50 - 70 Jahren) festgestellt, daß die Gewichtszunahme bei Verwendung von Süßstoffen eher höher war, und zwar weitgehend unabhängig vom anfänglichen Körpergewicht (Stellman u. Garfinkel 1986, 1988). Solche „epidemiologischen“ Studien mit einer statistischen Auswertung von komplexem Datenmaterial haben eine beschränkte Aussagekraft, da keine kausalen Zusammenhänge geprüft werden. So könnte ein erhöhter Süßstoffkonsum bei übergewichtigen Personen z. B. darauf zurückgeführt werden, daß von dieser Personengruppe versucht wird, die Energiezufuhr einzuschränken.

Abschließend ist noch eine mehr orientierende ambulante Studie mit Studentinnen zu erwähnen, die über einen Zeitraum von einem Monat im Blindversuch täglich einen zusätzlichen Drink nehmen sollten, welcher entweder mit Saccharose oder mit Aspartame gesüßt war (Addington u. Grundewald 1988). Die Gewichtsveränderungen waren vergleichbar, doch gaben die Studentinnen, deren Drinks mit Aspartame anstatt mit Saccharose gesüßt waren, einen gesteigerten Appetit auf Süßigkeiten an - vielleicht wegen eines Defizits der normalen Ernährung an Kohlenhydraten. Dies führte jedoch nicht zu einer Kompensation, d. h., es kam nicht zu einer vermehrten Gewichtszunahme, aber auch nicht zu Gewichtsabnahme. Auch hier ist davon auszugehen, daß der „set point“ für das Körpergewicht nicht kurzfristig verändert wird, insbesondere nicht bei relativ normalgewichtigen Personen.

In einer allgemeinen Wertung der Langzeitverwendung von Süßstoffen zur Gewichtsreduktion wurde bereits früher von Booth (1987) zur Vorsicht gemahnt. Die Verminderung der Fettzufuhr bei Diätprogrammen ist seiner Meinung nach in der Regel wirksamer als die Einschränkung der Kohlenhydratzufuhr. Nach seinen sehr kritischen Ausführungen sind die Süßstoffeffekte bei den Untersuchungen von Porikos et al. insbesondere auf eine extrem hohe Zuckermenge bzw. auf deren Ersatz zurückzuführen. Vielleicht ist dies auch die Erklärung dafür, daß sich bei den Untersuchungen von Foltin et al. (1988) der Austausch von Saccharose durch Aspartame als weniger wirksam erwies.

Kritisch muß außerdem angemerkt werden, daß bei den meisten Studien zu hohe Ansprüche an die Wirkung von Süßstoffen gestellt werden. Süßstoffe sind keine Pharmaka, und deren bloße Einnahme kann kein Ernährungsverhalten ändern. Süßstoffe sind Hilfsmittel, die den süßen Geschmack von zuckerarmen Getränken und Speisen gewährleisten, gleichzeitig deren Energiegehalt reduzieren und dadurch wirksam werden können.

Der wichtige Gesichtspunkt, also die Veränderung in der Ernährung von Personen durch den Ersatz von energiereichen Getränken durch süßstoffhaltige Lightgetränke, wurde bislang noch nicht geprüft. Doch scheint dies eine mögliche relevante Versuchsanordnung zu sein. Die bislang nur in einer Kurzfassung vorliegenden Untersuchungen von Smith u. Heybach (1988) könnten auf einem entsprechenden Ansatz aufgebaut sein.

Grundsätzlich werden gesüßte Getränke bei der oberflächlichen Kalkulation der Energiezufuhr nur wenig beachtet. Eine geschmacklich hochwertige Limonade enthält etwa 10 % Zucker und liefert rund 400 kcal pro Liter (siehe Tab. 1). Gleiches gilt für gesüßten Kaffee oder Tee etc. Allein die Substitution der Energieträger in den süßen Getränken sollte damit bei Aufrechterhaltung der Lebensgewohnheiten eine deutliche Wirkung haben, sofern nicht unbewußt ein Ersatz durch zusätzliche Nahrungsaufnahme erfolgt. Doch solche psychologischen, unbewußt eintretenden Effekte sind bei der Ernährungssituation in den Wohlstandsländern grundsätzlich nicht auszuschließen. Gleiches gilt für den Ersatz von Zucker durch Süßstoffe in Süßspeisen.

Tab.1 Kalorien und Kohlenhydrate in mit NutraSweet gesüßten und mit Zucker gesüßten Produkten - ein Vergleich.

	Kalorien		Kohlenhydrate (in Gramm)	
	mit Zucker	mit NutraSweet	mit Zucker	mit NutraSweet
CO ₂ -haltige Limonaden 330 ml	156	1	40	—
Fruchtjoghurt 125 g	118	53	22	7
Heißes Schokoladengetränk, Tasse	105	40	20	6
Gelee 140 g	70	12	16	1
Instantpudding 90 g	123	104	15	11
Tafelsüßstoff (1 Teelöffel Zucker zur vergleichbaren Menge Tafelsüße)	16	0,3	4	0,1

Biochemische Effekte von Aspartame

Im Gegensatz zu allen anderen Süßstoffen könnten die Bestandteile von Aspartame auch biochemische Wirkungen ausüben. Dabei können allerdings die extrem geringen Mengen Methanol auch bei extrem überhöhten Aspartamedosen (z. B. Applikation von 10 g, Ryan-Harshman et al. 1987) vernachlässigt werden. Aminosäuren hingegen wirken auf den Stoffwechsel, und es ist anzunehmen, daß dabei die essentielle Aminosäure Phenylalanin von größerer Bedeutung ist als die Asparaginsäure. In einer neueren Untersuchung wurde festgestellt, daß Phenylalanin die Prolaktinsekretion stimuliert (Carlson et al. 1992). Ob diesem Effekt allerdings irgendeine Bedeutung zukommt, ist schwer zu beurteilen. Bekannt war bereits, daß durch Phenylalanin die Cholezystokininsekretion angeregt werden kann (Meyer et al. 1972, Ryan-Harshman et al. 1987). Cholezystokinin wiederum bewirkt u. a. ein Sättigungsgefühl (Smith u. Gibbs 1985, Cantor 1989). In einer neueren Arbeit wird auch diskutiert, ob nicht das in Aspartame enthaltene Dipeptid die Cholezystokininsekretion anregen können, da für die beiden Aminosäuren Phenylalanin und Aspartat an sich keine „anorektogene“ Wirkung festgestellt werden konnte (Rogers et al. 1991). Die Insulinsekretion jedoch wird durch Aspartame voraussichtlich nicht beeinflusst (Rodin 1990, Wolf-Novak et al. 1990).

Zusammenfassend ist auch bei der Beurteilung der Bedeutung der vorwiegend vermuteten Wirkung des Phenylalanins größte Vorsicht geboten. Nach den vorliegenden Daten ist eher anzunehmen, daß weder eine biochemische noch eine pharmakologische Wirkung vorhanden ist. Es ist schwer vorstellbar, daß 0,4 g Aspartame in der einen Untersuchung (Rogers et al. 1991) eine ausgeprägte Wirkung auf das Eßverhalten haben sollen, während in einer anderen Studie 10,08 g praktisch ohne Wirkung sind (Ryan-Harshman et al. 1987).

Anhand der bekannten Daten ist es unverständlich, daß über mögliche biochemische Effekte von Süßstoffen ernsthaft diskutiert wird (siehe jedoch Tordoff 1988). Bislang fehlen Studien zu reproduzierbaren biochemischen Effekten von Aspartame und von anderen Süßstoffen, über die zu diskutieren es sich lohnen würde.

Pharmakologische Wirkungenvon Aspartame

In der grundlegenden Untersuchung von Ryan-Harshman (1987) wurden bis zu 10,08 g Aspartame in Kapseln freiwilligen Versuchspersonen gegeben. Dabei handelt es sich um eine extrem hohe Dosierung. Selbst wenn der gesamte Saccharoseverbrauch durch Aspartame ersetzt würde, würde dies eine Zufuhr von nur 0,5 g Aspartame pro Tag und Person bedeuten. Gleichzeitig wurde auch die Wirkung des wichtigsten Inhaltsstoffs des Aspartams: Phenylalanin, in der gleichen Dosierung (10,08 g als Einzeldosis) untersucht. Als Plazebo wurde Alanin in der gleichen Dosis (bis zu 10,08 g) verwendet. Besonders bei den Maximaldosen von Aspartame und Phenylalanin wurden erhebliche Veränderungen der Aminosäurenkonzentration im Plasma gemessen. Es handelt sich bei dieser Anordnung um extreme Überdosierungen einzelner Aminosäuren. Dies führt auch zu völlig „unphysiologischen“ Veränderungen der Aminosäurenkonzentration im Serum der Probanden! So wurde ein Anstieg der Phenylalaninkonzentration um mehr als das 10fache der Norm nach Phenylalanin und um das etwa 3fache der Norm nach Aspartame (10,08 g) festgestellt. Auch die Konzentration anderer Aminosäuren war verändert, z. B. nahm auch die Tyrosinkonzentration auf bis das Doppelte des Ausgangswerts zu. Doch selbst bei diesen extremen Veränderungen wurden Befinden, Stimmung und Appetitverhalten der Probanden nicht signifikant beeinflusst.

Gemessen an den extremen Bedingungen dieser Untersuchungen von Ryan-Harshman et al. (1987) sind alle weiteren bekannten Untersuchungen nur mit Vorbehalt zu interpretieren, sofern abweichende Ergebnisse erzielt wurden. Dies gilt z. B. für die Ergebnisse der Untersuchungen von Rogers et al. (1990). Die verwendete Dosis von 234 Milligramm Aspartame kann kaum die beanspruchten deutlichen Effekte hervorgerufen haben. Auch bei den Untersuchungen von Monneuse et al. (1991) wurden ebenfalls bis zu 3 g Aspartame in der Testmahlzeit zugeführt - hier hätten eher als bei Rogers et al. (1990) pharmakologische Effekte festgestellt werden müssen.

Somit ist die pharmakologische Wirkung einzelner Aminosäuren zwar denkbar (siehe insbesondere bei Li u. Anderson 1983), was besonders bei Phenylalanin möglich wäre. Die Untersuchungen von Ryan-Harshman (1987) mit extremen Dosen lassen aber solche Wirkungen als eher unwahrscheinlich erscheinen.

Gewichtskontrolle durch Nahrungszusammensetzung

Zahlreiche Reduktionsdiäten sind durch eine sehr einseitige Zusammensetzung charakterisiert. Als besonders wirksam zur Gewichtsreduktion erwiesen sich in der Regel sehr einseitige Diäten, bei denen der Kohlenhydratanteil reduziert oder sogar vollständig eliminiert wurde. Eine solche, im Extremfall nahezu kohlenhydrat freie Diät (z. B. Atkinsdiät) führt zur Kohlenhydratmangelketose, welche ihrerseits psychische Veränderungen hervorruft. Gleichartige Veränderungen - d. h. Ketose - werden auch durch vollständige Nahrungskarenz ausgelöst. Die psychischen Veränderungen bei der Kohlenhydratmangelketose führen über eine Verminderung des Appetits zu einer Einschränkung der Nahrungsaufnahme bzw. ermöglichen die Einhaltung einer Nulldiät. Damit kann durch eine solche „Extremdiät“ über eine unbewußte Einschränkung der Nahrungsaufnahme eine Gewichtsreduktion erreicht werden. Bei einer „gemischten“ Diät ist hingegen die bewußte Einschränkung der Energiezufuhr erforderlich, d.h., das „Kalorienzählen“.

Ballaststoffe als Zusatz zur Diät oder durch ballaststoffreiche Lebensmittel aufgenommen, scheinen von untergeordneter Bedeutung zu sein. Das Völlegefühl, das sie auslösen, hat in der Regel keinen langfristigen Einfluß auf den Appetit und auf die Eßlust (siehe z.B. Macdonald 1983).

In mehreren Untersuchungen wurde auch festgestellt, daß übergewichtige Personen eher weniger Zucker verzehren als normalgewichtige. So ist z. B. auch bei mehreren Untersuchungen festgestellt worden, daß der Zuckerverbrauch um so geringer ist, je höher das Körpergewicht ist (Förster 1990). Hingegen besteht die Möglichkeit, daß allein die Beschränkung der Fettzufuhr zur Gewichtsabnahme führen könnte (Kendall et al. 1991). Ganz allgemein gesehen, führt wohl nichts an der Feststellung vorbei, daß Entstehen von Übergewicht ebenso wie Gewichtsreduktion Probleme der Energiebilanz darstellen. Das „appetitgesteuerte“ Verhalten wird bei eingeschränkter körperlicher Aktivität wohl eher das Entstehen von Übergewicht begünstigen.

In Kenntnis dieser Zusammenhänge erscheint es fraglich, ob Substanzen wie Süßstoffe irgendeine Wirkung auf das nichtkontrollierte Eßverhalten des Menschen haben können. Die Süßstoffe müssen bewußt in die Ernährung eingebaut werden, es sollte vermieden werden, daß die durch deren Verwendung eingesparte Energieaufnahme durch erhöhte Zufuhr anderer Energieträger kompensiert wird.

Durch Aspartame wird der Zuckergehalt der Nahrung teilweise oder im Extremfall sogar vollständig ersetzt. In einer normalen Ernährung sind jedoch immer noch ausreichend Kohlenhydrate vorhanden, um die extreme Stoffwechsellumstellung auf Ketose als unwahrscheinlich erscheinen zu lassen. Die mögliche und wahrscheinliche Wirkung der Süßstoffe - auch von Aspartame - ist daher die von reinen Hilfsstoffen ohne Medikamentencharakter, die die Energiezufuhr bei weitgehend unveränderter Akzeptanz der Ernährung und ohne extreme Umstellung der Kost verringern helfen.

Eine unbewußte Kompensation der eingesparten Energie durch zusätzliche Nahrungsaufnahme muß unter Umständen durch Aufklärung und durch psychologische Begleitung der Diät verhindert werden. Gerade in diesem Zusammenhang ist der Hinweis auf den Unterschied von Hunger und Appetit besonders wichtig.

Schlußfolgerungen

Eine „vorläufige“ Publikation von Blundell u. Hill (1986) mit dürftigen Daten über eine angeblich appetitanregende Wirkung von Aspartame löste eine intensive Diskussion über dieses Thema aus. Die Ergebnisse mußten später revidiert werden oder konnten nicht reproduziert werden. Auch die langfristige Verwendung von Aspartame führte zu widersprüchlichen Ergebnissen. Ursache hierfür ist unter anderem, daß ohne ausreichende medizinische und biochemische Vorkenntnis mangelhafte Versuchsanordnungen entworfen wurden.

Es ist grundsätzlich nicht verwunderlich, daß der Einsatz von Süßstoffen zur Reduktion der Zufuhr von Nahrungsenergie zu widersprüchlichen Studienergebnissen geführt hat. Der Gesamtvorgang ist so komplex, daß die Berücksichtigung aller Faktoren im Rahmen einer Versuchsanordnung ausgeschlossen ist. Daher müssen auch theoretische Erwägungen herangezogen werden, um die wahrscheinliche Wirkung von Süßstoffen auf die Entwicklung des Körpergewichts zu diskutieren.

Die vorliegenden Befunde sind am ehesten dahingehend zu interpretieren, daß alle Süßstoffe hinsichtlich ihrer Wirkung auf Appetit oder Nahrungsaufnahme als weitgehend indifferent anzusehen sind. Weder wird durch ihre Verwendung die Nahrungsaufnahme unmittelbar gefördert, noch wird sie unmittelbar eingeschränkt. Deshalb sind die Süßstoffe nach dem derzeitigen Kenntnisstand als gesundheitlich unbedenkliche und weitgehend inerte Hilfsmittel bei der Gewichtsreduktion anzusehen.

Die Suche nach - unwahrscheinlichen pharmakologischen Wirkungen von Süßstoffen hat meines Erachtens bei den bislang vorliegenden widersprüchlichen und wenig aussagefähigen Daten keine große Aussicht auf Erfolg. Die bekannten Süßstoffe sind Hilfsstoffe, keine Medikamente und insbesondere auch keine Anorektika. Zwar wäre aufgrund der Zusammensetzung von Aspartame aus zwei Aminosäuren eine biochemische oder pharmakologische Wirkung noch am ehesten vorstellbar. Speziell die Verwendung von Aspartame scheint insgesamt gesehen jedoch eher gering zu sein (Butschko u. Kotsonis 1991). Nach den derzeit vorliegenden Daten ist jedoch selbst bei überhöhter Dosierung nicht mit solchen Wirkungen zu rechnen.

Die American Dietetic Association hält die sinnvolle Verwendung von Süßstoffen für wertvoll (ADA-Report 1987). Sie betrachtet die Süßstoffe bei vernunftgemäßer Anwendung als Möglichkeit zur Verbesserung der Lebensqualität bei einer notwendigen Reduktion der Energiezufuhr.

Literatur

ADA-Reports: Position of the American dietetic association. Appropriate use of nutritive and non-nutritive sweeteners. J. Am. diet. Ass. 87 (1987) 1689-1694

Addington. E. E., K K. Grunewald. Aspartame or sugar-sweetened beverages: Effects on weight gain, appetite and food intake in young women. FASEB J. 2 (1988) 1179

Anderson, G. H., L. A. Leiter: Effects of aspartame and phenylalamine on meal-time food intake of humans. Appetite 11 (1988)48

Anderson, G. H., E. T. Li, N. T. Glanville: Brain mechanism and the quantitative and qualitative aspects of food intake. Brain Res. Bull. 12 (1984) 167

Anderson, H. G., S. Saravis, R; Schacher S. Zlotkin, L. A. Leiter: Aspartame: Effect on lunch-time food intake, appetite and hedonic response in children. Appetite 13 (1989) 93

Black, R. M., F. Tanaka, L. A. Leiter, G. H. Anderson: Soft drinks with aspartame: effect on subjective hunger, food selection, and food intake of young adult males. Physiol. Behav, 49 (1991) 803-810

- Blundell, J. E., A. Hill.- Paradoxical effects of an intense sweetener (aspartame) on appetite. *Lancet* 1 (1986) 1092
- Blundell, J. E., P. J. Rogers, A. J. Hill. Uncoupling sweetness and calories: methodological aspects of laboratory studies on appetite control. *Appetite* 11 (1988) 54-61
- Booth, D. A.: Evaluation of the usefulness of low-calorie sweeteners in weight control. In *Developments of sweeteners*, ed.: Grenby, T. H.: Elsevier Applied Science, London Vol. 3 (1987) 275
- Booth, D. A.: Satiety and appetite are conditioned reactions. *Psychosomat. Med.* 39 (1977) 76
- Butchko, H. H., F. N. Kotsonis: Acceptable daily intake vs actual intake. The aspartame example. *J. Amer. Coll. Nutr.* 10 (1991) 258-266
- Cantor, P.: Cholecystokinin in Plasma. *Digestion* 42 (1989) 181
- Canty, D. J., M. M. Chan: Effects of consumption of caloric vs noncaloric sweet drinks on indices of hunger and food consumption in normal adults. *Am. J. clin. Nutr.* 53 (1991) 1159-1164
- Carlson, H. E., D. B. Hyman, C. Bauman, R. Koch. Prolactin responses to phenylalanine and tyrosine in phenylketonuria. *Metabolism* 41 (1992) 518-521
- Förster H.- Spielt Zucker bei der Entwicklung von Übergewicht eine Rolle? *Z. Ernährungswiss.* 29, Suppl. 1 (1990) 45
- Foltin, R. W., M. W. Fischman, C. S. Emurian, J. J. Bachlinski: Compensation for caloric dilution in humans given unrestricted access to food in residential laboratory. *Appetite* 10 (1988) 13
- Kanders, B. S., F. T. Lavin, M. B. Kowalchuk, L. Greenberg, G. L. Blackburn: An evaluation of the effect of aspartame on weight loss. *Appetite* 11 (1988) 73
- Kendall, A., D. A. Levitsky, B. J. Strupp, L. Lissner: Weight loss on low-fat diet: Consequence of the imprecision of the control food intake in humans. *Am. J. chn. Nutr.* 53 (1991) 1124
- Kulkosky P., S. Woods, W. Makous, M. Chen, D. Porte.- Afferent receptors, taste perception, and pancreatic endocrine function in man. *Diabetes* 24 (1975) 414
- Li, E. T., G. H. Anderson.- Amino acids in the regulation of food intake. *Nutr. Abstr. rev.* 53 (1983) 169
- Mattes, R.: Effects of aspartame and sucrose on hunger and energy intake in humans. *Physiol. Behav.* 47 (1990) 1037
- Monneuse, M. O., F. Bellisle, J. Louis-Sylvestre: Responses to an intense sweetener in humans: immediate preference and delayed effects on intake. *Physiol. Behav.* 49 (1991) 325330
- Porikos, K. R., M. F. Hesser T. B. Van Italie: Caloric regulation in normal weight men maintained on palatable diet of conventional foods. *Physiol. Behav.* 29 (1982) 293
- Porikos, K. R., F. X. Pi-Sunyer.- Regulation of food intake in human obesity: studies with caloric dilution and exercise. *Clin. Endocrinol. Metab.* 13 (1984) 547
- Porikos, K. R., T. B. Van Itallie. Efficacy of low caloric sweeteners in reducing food intake Studies with Aspartame. In *Aspartame: Physiology and Biochemistry*, ed.: Lewis, D., L. J. Stegink, J. Filer. Marcel Dekker, New York (1984) 273
- Powly T. L., H. R. Berthoud.- Diet and cephalic phase insulin responses. *Am. J. clin. Nutr.* 42 (1985) 991-1002

- Rodin, J.: Comparative effects of fructose, aspartame, glucose and water preloads on calorie and macronutrient intake. *Am. J. clin. Nutr.* 51 (1990) 428
- Rogers, P. J., J. E. Blundell.- Effect of anorexic drugs on food intake and the micro-structure of eating in human subjects. *Psychopharmacology* 66 (1979) 159-165
- Rogers, P. J., J. A. Carlyle, A. J. Hill, J. E. Blundell.- Uncoupling sweet taste and calories: Comparison of the effects of glucose and three intense sweeteners on hunger and food intake. *Physiol. Behav.* 43 (1988) 547
- Rogers, R. J., P. Keedwell, J. E. Blundell: Further analysis of the short-term inhibition of food intake in humans by the dipeptide L-Aspartyl-L-Phenylalanine methyl ester (Aspartame). *Physiol. Behav.* 49 (1991) 739-743
- Rolls, B. J., M. Hetherington, L. J. Laster: Comparison of the effects of aspartame and sucrose on appetite and food intake. *Appetite* 11 (1988) 62
- Rolls, B. J., S. Kim, L. C. Fedoroff.- Effects of drinks sweetened with sucrose or aspartame on hunger, thirst and food intake in men. *Physiol. Behav.* 48 (1990) 19
- Rolls, B. J., L. J. Laster: Hunger and food intake following consumption of low-calorie foods. *Appetite* 13 (1989) 115
- Rolls, B. J.. Human studies of sweeteners and intake. *Appetite* 11 (1988)92
- Ryan-Harshman, M., L. A. Leiter, G. A. Anderson: Phenylalanine and aspartame fail to alter feeding behaviour, mood and arousal in man. *Physiol. BEHAV.* 39 (1987) 247
- Smith, G. P., J. Gibbs: The Satiety effect of cholecystokinin. *Annals New York Academy of Sciences.* 448 (1985) 417-423
- Smith, J. L., J. P. Heybach: Evidence for the lower, intake of calories and carbohydrate by 19 - 50 years old female aspartame users from the continuing survey of food intakes by individuals (CSF1185). *FASEB J.* 2 (1988) 1197
- Stellmann, S. D., L. Garfinkel: Patterns of artificial sweetener use and weight change in an American cancer society prospective study. *Appetite* 11 (1988) 85
- Stellmann, S. D., L. Garfinkel: Artificial sweetener use and one year weight change among women. *Preventive Med.* 15 (1986) 195
- Stunkard, A. J.: Satiety is a conditioned reflex. *Psychosomat. Med.* 37 (1975) 383
- Tordoff, M. G., A. M. Alleva: Effect of drinking soda sweetened with aspartame of high-fructose corn syrup on food intake and body weight. *Am J. clin. Nutr.* 51 (1990) 963-969
- Tordoff, M. G., M. I. Friedman: Drinking saccharin increases food intake and preference. I. Comparison with other drinks. *Appetite* 12 (1989) 1-10
- Tordoff, M. G., M. I. Friedman: Drinking saccharin increases food intake and preference. II Hydrational factors. *Appetite* 1,2 (1989) 11-21

Tordoff M. G. M. I. Friedman: Drinking saccharin increases food intake and preference. III. Sensory and associative factors. *Appetite* 12 (1989) 23-36

Tordoff, M. G., M. I. Friedman: Drinking saccharin increases food intake and preference. IV. Cephalic phase and metabolic factors. *Appetite* 12 (1989) 37-56

Tordoff, M. G.: How do non-nutritive sweeteners increase food intake? *Appetite* 11 (1988) 5

Wolf Novak, L. C., L. D. Stegink, M. C. Brummel: Aspartame ingestion with and without carbohydrate in phenylketonuric and normal subjects: effects on plasma concentration of aminoacids, glucose and insulin. *Metabolism*. 39 (1990) 391

Prof. Dr med. Harald Förster

Professor für angewandte Biochemie
Abteilung für Experimentelle Anästhesie
Universitätsklinikum
D-60596 Frankfurt