



Sachstand

**Gesundheitliche Auswirkungen von Saccharose und High Fructose
Corn Sirup (HFCS)**

Gesundheitliche Auswirkungen von Saccharose und High Fructose Corn Sirup (HFCS)

Aktenzeichen: WD 9 – 3000-084/15
Abschluss der Arbeit: 9. November 2015
Fachbereich: WD 9: Gesundheit, Familie, Senioren, Frauen und Jugend

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines zu Saccharose und High Fructose Corn Sirup (HFCS)	4
2.	Absorption von Saccharose und HFCS	4
3.	Studien zu den gesundheitlichen Auswirkungen von Saccharose und HFCS	5
4.	Literaturverzeichnis	8

1. Allgemeines zu Saccharose und High Fructose Corn Sirup (HFCS)

Saccharose gehört zu den Kohlenhydraten und wird als Kristall-, Haushalts-, Rohr- oder Rübenzucker bezeichnet. Dieser Zweifachzucker (Disaccharid¹) wird aus Zuckerrohr, Zuckerrüben oder Ahornsafte gewonnen und kommt darüber hinaus in Früchten und Honig vor. Saccharose besteht zu jeweils fünfzig Prozent aus Glukose und Fruktose (Monosaccharide), wobei jeweils ein Molekül Glukose mit einem Molekül Fruktose über eine α,β -1,2-glykosidische Bindung miteinander verbunden ist.²

High Fructose Corn Sirup (HFCS) – auch bezeichnet als Isoglukose – ist ein Zuckerkonzentrat, das ebenfalls aus Glukose und Fruktose besteht. HFCS wird aus Maisstärke oder anderen Stärkequellen gewonnen, die zunächst enzymatisch in den Einfachzucker Glukose gespalten werden. Anschließend wird ein variabler Anteil der entstandenen Glukose durch Isomeration unter Vermittlung von Enzymen in den Einfachzucker Fruktose umgewandelt; das Verhältnis der beiden Monosaccharide kann demnach variieren. Bei den am häufigsten verwendeten HFCS-42 sowie HFCS-55 mit einem Fruktosegehalt von 42 bzw. 55 Prozent liegt ein ähnliches Verhältnis von Glukose und Fruktose wie in Saccharose vor. Je höher der Fruktoseanteil von HFCS ist, umso höher ist dessen Süßkraft, da Fruktose eine höhere Süße aufweist als Glukose. Anders als bei der Saccharose liegen im HFCS Glukose und Fruktose überwiegend als freie, ungebundene Monosaccharide vor.

2. Absorption von Saccharose und HFCS

Sowohl Saccharose als auch HFCS bestehen aus Glukose und Fruktose. Während diese beiden Monosaccharide im HFCS überwiegend in freier und ungebundener Form vorliegen, sind sie in der Saccharose miteinander verbunden. Die Aufnahme von Kohlenhydraten erfolgt in der Dünndarmschleimhaut über Enterozyten. Diese können jedoch ausschließlich Monosaccharide absorbieren, so dass vor der Absorption von Saccharose zunächst die bestehende Bindung zwischen den Glukose- und Fruktosemolekülen aufgespalten werden muss. Dies erfolgt durch Disaccharidasen³, die durch Hydrolyse die in der Saccharose enthaltenen Monosaccharide Glukose und Fruktose voneinander trennen.⁴ Da die im HFCS enthaltenen Monosaccharide Glukose und Fruktose nicht miteinander verbunden sind, können diese direkt vom menschlichen Körper aufgenommen werden. Im Gegensatz zur Absorption von Saccharose ist somit bei der Absorption von HFCS keine vorherige Hydrolyse erforderlich.

Glukose wird von den Zellen des menschlichen Körpers zur Energiegewinnung benötigt. Der hierfür erforderliche Prozess der Oxidation (Verbrennung unter Zufuhr von Sauerstoff) wird als Zellatmung bezeichnet. Übersteigt die dem Körper zugeführte Glukosemenge die zu diesem Zeitpunkt verwertbare Menge, wandelt die Leber die aufgenommene Glukose teilweise in Glykogen

1 Bei den verschiedenen Zuckerarten wird zwischen Monosacchariden (einfacher Zucker), Disacchariden (zwei Monosaccharide), Oligosacchariden (drei bis neun Monosaccharide) und Polysacchariden unterschieden.

2 Biesalski (2010), S. 63.

3 Disaccharidasen sind Enzyme, die sich im Dünndarm befinden und durch Hydrolyse Disaccharide in resorbierbare Monosaccharide katalysieren, vergleiche hierzu z.B. <http://flexikon.doccheck.com/de/Disaccharidase>.

4 Biesalski (2010), S. 63ff.

um. Dieses wird in der Leber und den Muskelzellen gespeichert und kann bei Bedarf zu einem späteren Zeitpunkt verbraucht werden.⁵ Glukose stimuliert die Insulinausschüttung ins Blut (Insulinantwort), die wiederum die Aufnahme von Glukose in bestimmte Körperzellen verstärkt und darüber hinaus maßgeblich zur Erzeugung des Sättigungsgefühls beiträgt. Über metabolische Nebenwege geht Glukose darüber hinaus in die Fettsynthese (Lipogenese) ein.⁶ Glukose wird durch einen passiven Transport gegen ein Transportgefälle mit Hilfe eines Carrier-Moleküls (SGLT 1) in die Zellen transportiert.⁷

Fruktose wird vornehmlich in der Leber weiterverarbeitet und dient teilweise ebenfalls als Substrat im Energiestoffwechsel. Im Gegensatz zu Glukose bewirkt Fruktose jedoch eine deutlich geringere Insulinantwort und geht in höherem Maße in die Lipogenese ein. Darüber hinaus kann eine höhere Fruktosezufuhr die Synthese von Harnsäure sowie den Triglycerid-Blutspiegel erhöhen.⁸ Fruktose gelangt überwiegend mit Hilfe des sog. Glut5-Transporters in die Zellen⁹, wobei die Absorption erheblich langsamer erfolgt als bei Glukose.¹⁰

3. Studien zu den gesundheitlichen Auswirkungen von Saccharose und HFCS

Es gibt eine Vielzahl wissenschaftlicher Studien, die sich mit einem möglichen Zusammenhang zwischen der Aufnahme von Zucker und verschiedenen Krankheiten auseinandersetzen. Insgesamt unstrittig ist dabei, dass ein übermäßiger Konsum von Zucker das Entstehen bestimmter Krankheiten – wie z.B. Herz-Kreislaufkrankungen, Karies, Adipositas – befördert¹¹; aber auch ein Zusammenhang mit weiteren Erkrankungen wie z.B. der nichtalkoholischen Fettlebererkrankung (NAFLD) wird diskutiert.¹² Dies schlägt sich unter anderem in einer Richtlinie der Weltgesundheitsorganisation (WHO¹³) zum Zuckerverzehr nieder, wonach eine Beschränkung der Zufuhr „freier Zucker“¹⁴ auf unter 10 Prozent der Gesamtenergiezufuhr empfohlen wird.¹⁵

In den letzten Jahren traten zunehmend bestimmte Zuckerarten in den Mittelpunkt des wissenschaftlichen Diskurses; untersucht wurden u.a. die möglichen negativen Auswirkungen von HFCS und reiner Fruktose. So wurde z.B. im Jahr 2004 eine Studie veröffentlicht, der zufolge die

5 Der menschliche Körper, S. 18, 148.

7 Ausführlicher hierzu auch Biesalski (2010), S. 67.

9 Ausführlicher hierzu Douard (u.a.) (2008).

10 Adam (u.a.) (2006), S. 10. Ausführlicher hierzu auch Biesalski (2010), S. 67ff.

11 Vergleiche hierzu z.B. Lustig (2012). Aufgrund der gesundheitlichen Auswirkungen eines (übermäßigen) Zuckerkonsums wird teilweise gefordert, den Einsatz von Zucker ebenso wie den Konsum von Tabak gesetzlich zu regulieren und hierfür eine spezielle Steuer einzuführen; Lustig (2012).

12 Vergleiche hierzu z.B. Lichert (u.a.) (2014).

13 WHO (2015). Eine kurze Zusammenfassung findet sich bei Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (2015).

14 Die WHO zählt hierzu u.a. Mono- als auch Disaccharide, die Lebensmitteln zugesetzt werden, und damit sowohl HFCS als auch Saccharose.

15 Ausführlicher hierzu z.B. DGE (2015).

steigende Aufnahme von HFCS zu einem erhöhten Risiko für Fettleibigkeit, Diabetes, Stoffwechselerkrankungen und Herz-Kreislaufkrankungen führe.¹⁶ In anderen Studien wurden darüber hinaus auch die gesundheitlichen Auswirkungen von HFCS in Abgrenzung zu denen von Saccharose untersucht. Einer Studie aus im Jahr 2013 zufolge habe sich im Tierversuch an Mäusen die Zufuhr von HFCS negativ auf die Fruchtbarkeit und Lebenserwartung der weiblichen Versuchstiere ausgewirkt.¹⁷ Anderen Untersuchungen zufolge verursachte eine erhöhte Zufuhr von Fruktose eine Gewichtszunahme¹⁸. Dies wird zurückgeführt auf die damit einhergehende höhere Energieaufnahme und die geringere Insulinantwort. Auch wirke sich Fruktose im Gegensatz zu Glukose nicht positiv auf die Produktion von Leptin aus, das neben Insulin einen weiteren wesentlichen Einflussfaktor im Hinblick auf die Menge der aufgenommenen Nahrung und das Körpergewicht darstellt.¹⁹ Auch das Auftreten von Kohlenhydratmalabsorption wird eher mit der Zufuhr von Fruktose in Verbindung gebracht; ursächlich hierfür sei die deutlich langsamere Resorption von Fruktose im Vergleich zur Glukose.²⁰

Aufgrund der Vielzahl an verschiedenen Veröffentlichungen zu diesem Thema werden nachfolgend lediglich zwei zusammenfassende bzw. vergleichende Studien, die sich mit dem aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisstand auseinandersetzen, in Kürze beschrieben.

So hat die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) im Jahr 2011 eine evidenzbasierte Leitlinie zur „Kohlenhydratzufuhr und Prävention ernährungsmitbedingter Krankheiten“²¹ veröffentlicht, in der der Zusammenhang zwischen der Zufuhr von Kohlenhydraten bzw. von einzelnen Kohlenhydratkomponenten und der Prävention verschiedener ernährungsmitbedingter Krankheiten untersucht wurde. Berücksichtigt wurden dabei schwerpunktmäßig randomisierte, kontrollierte Interventionsstudien und prospektive Kohortenstudien. Die Untersuchung der DGE berücksichtigt ausschließlich Studien, die sich auf die ernährungsmitbedingten Krankheiten Adipositas, Diabetes mellitus Typ 2, Dyslipoproteinämien, Hypertonie, Metabolisches Syndrom, koronare Herzkrankheiten und Krebs beziehen. Weitere Erkrankungen, bei denen möglicherweise ein Zusammenhang mit der Kohlenhydratzufuhr besteht, wurden nicht in die Auswertung einbezogen; so fanden insbesondere gastrointestinale Erkrankungen sowie Karies keinen Eingang in die DGE-Leitlinie. Im Fokus der Untersuchung standen dabei zum einen die gesundheitlichen Auswirkungen von Gesamtkohlenhydraten, zum anderen wurden einzelne Kohlenhydratkomponenten gesondert betrachtet. So wurden unter anderem die vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse zu den Auswirkungen von Mono- und Disacchariden betrachtet. Aufgrund des öffentlichen Interesses wurden darüber hinaus auch verschiedene Studien zu zuckergesüßten Getränken ausgewertet. Im Rahmen der Literaturlauswertung wurde jedoch nicht differenziert, ob die entsprechenden Getränke mit Saccharose oder HFCS gesüßt wurden.

16 Bray (u.a.) (2004).

17 University of Utah (2015). Eine zusammenfassende Darstellung der Studie und deren Ergebnisse findet sich darüber hinaus z.B. unter <http://www.welt.de/gesundheit/article136214245/Maissirup-senkt-Fruchtbarkeit-und-Lebenserwartung.html>.

18 So z.B. Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke (DIfE) (2005).

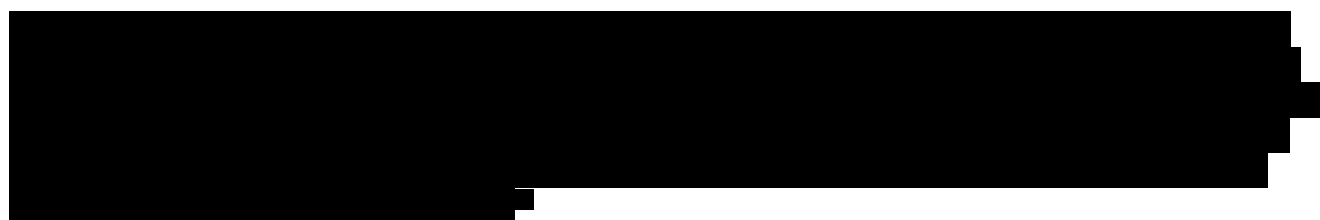
19 Vergleiche hierzu z.B. Bray (2004)

20 So z.B. Adam (u.a.) (2006), S. 10. Ausführlicher hierzu auch Biesalski (2010), S. 67ff.

21 DGE (2011a). Eine kurze Zusammenfassung findet sich bei DGE (2011b).

Die DGE kam bei ihrer Auswertung zu dem Ergebnis, dass die Evidenz für einen Zusammenhang zwischen der Mono- und Disaccharidzufuhr und den genannten Krankheiten entweder unzureichend sei oder es keine Evidenz für einen Zusammenhang gebe. Lediglich im Hinblick auf Dyslipoproteinämien kommt die DGE zu dem Schluss, dass eine Fruktosezufuhr von bis zu 350 g/Tag mit überzeugender Evidenz zu einem Anstieg der Nüchterntriglyceridkonzentration im Plasma führe; bei einer Zufuhr von weniger als 100 g Fruktose/Tag bestehe hingegen eine wahrscheinliche Evidenz für einen fehlenden Zusammenhang. Auch ein hoher Konsum von zuckergesüßten Getränken erhöhe das Adipositasrisiko bei Erwachsenen und das Risiko für Diabetes mellitus Typ 2 mit wahrscheinlicher Evidenz. Aufgrund dieses Zusammenhangs empfiehlt die DGE die Zufuhr von zuckergesüßten Getränken einzuschränken. Da keine Differenzierung zwischen Getränken, die mit Saccharose oder HFCS gesüßt wurden, vorgenommen wurde, lassen sich hieraus jedoch keine evidenzbasierten Rückschlüsse über mögliche unterschiedliche Auswirkungen dieser beiden Zuckerarten ziehen. Die DGE weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass der Einsatz von HFCS oftmals mit einer im Vergleich zu Saccharose vielfach erhöhten Zufuhr von Fruktose in Zusammenhang gebracht werde, was jedoch aufgrund des ähnlichen Mengenverhältnisses von Fruktose und Glukose in Saccharose und HFCS kritisch zu betrachten sei.

Eine andere Auswertung wissenschaftlicher Studien zu den Auswirkungen verschiedener Zuckerarten auf die menschliche Gesundheit aus dem Jahr 2013²² kam zu dem Ergebnis, dass kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Zufuhr von HFCS und Fettleibigkeit nachgewiesen sei. Auch bestehe ein breiter wissenschaftlicher Konsens dahingehend, dass es keine signifikanten Unterschiede in den Auswirkungen auf metabolische Parameter aufgrund der Zufuhr von HFCS und Saccharose gebe.²³ Außerdem unterschieden sich die metabolischen und gesundheitlichen Auswirkungen sowohl von HFCS als auch von Saccharose von denen, die in Rahmen von Studien bei der Aufnahme von reiner Fruktose mit reiner Glukose beobachtet worden seien. Da weder reine Fruktose noch reine Glukose ein bedeutender Bestandteil der menschlichen Ernährung seien, sollten Studien, die die Auswirkungen dieser beiden Monosaccharide in Reinform miteinander verglichen, nach Ansicht der Autoren mit Vorsicht betrachtet werden. Insgesamt konstatieren die Autoren dieser Vergleichsstudie weiteren Forschungsbedarf, um mögliche Zusammenhänge zwischen bestimmten Krankheiten und der Zufuhr von bestimmten Kohlenhydraten nachweisen zu können.²⁴



22 Rippe (2013).

23 So z.B. auch Lustig (2012).

24 Weitere aktuelle Studien deuten ebenfalls darauf hin, dass im Hinblick auf die Zufuhr von Zucker in Form von Saccharose bzw. HFCS keine Unterschiede feststellbar seien, so z.B. Lowndes (u.a.) (2014).



4. Literaturverzeichnis

Adam, Olaf (u.a.) (2006), Leitfaden Ernährungsmedizin, Urban & Fischer Verlag, München, 1. Auflage 2006.

Biesalski, Hans Konrad (u.a.)(Hrsg.) (2010), Ernährungsmedizin – nach dem neuen Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer, Thieme, 4. Auflage 2010.

Bray, George A. (u.a.) (2004), Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity, in: The American Journal of Clinical Nutrition, Volume 79, Nummer 4, S. 537-543, Abstract im Internet abrufbar unter <http://ajcn.nutrition.org/content/79/4/537.short>.

Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (2011a), Evidenzbasierte Leitlinie Kohlenhydratzufuhr und Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Krankheiten, im Internet abrufbar unter <https://www.dge.de/wissenschaft/leitlinien/leitlinie-kohlenhydrate/>.

DGE (2011b), Kommentar zu den Diskussionsbeiträgen zur „Evidenzbasierten Leitlinie zur Kohlenhydratzufuhr und Prävention ernährungsmitbedingter Krankheiten“, im Internet abrufbar unter <https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/ws/ll-kh/Kommentar-zu-den-Diskussionsbeitraegen.pdf>.

DGE (2015), Position der Deutschen Gesellschaft für Ernährung WHO-Guideline (2015): Sugars intake for adults and children, 7. April 2015, im Internet abrufbar unter <https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/ws/position/DGE-Position-WHO-Richtlinie-Zucker.pdf>.

Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke (DIfE) (2005), Neuer Zusammenhang zwischen Fructose-Konsum und Gewichtszunahme entdeckt, Pressemitteilung vom 30.07.2005, im Internet abrufbar unter <http://www.dife.de/presse/pressemitteilungen/?id=1035>.

Douard, Veronique (u.a.) (2008), Regulation of the fructose transporter GLUT5 in health and disease, in: American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism 295; E227-E237, 2008, im Internet abrufbar unter <http://ajpendo.physiology.org/content/295/2/E227.long>.

Lustig, Robert (u.a.) (2012), The toxic truth about sugar, in: Nature Volume 482, Februar 2012, S. 27-29, im Internet abrufbar unter <http://www.nature.com/nature/journal/v482/n7383/full/482027a.html>.

Lichert, Frank (u.a.) (2014), Effekte auf TAG-Level: Hoher Fruktose- vs. Glukosekonsum, in: Aktuelle Ernährungsmedizin 2014, 39, S. 80.

Lowndes, Joshua (u.a.) (2014), The Effect of Normally Consumed Amounts of Sucrose or High Fructose Corn Syrup on Lipid Profiles, Body Composition and Related Parameters in Overweight/Obese Subjects, in: Nutrients März 2014, 6 (3), S. 1128-1144, im Internet abrufbar unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3967182/>.

Rippe, James M. (u.a.) (2013), Sucrose, High-Fructose Corn Syrup, and Fructose, Their Metabolism and Potential Health Effects: What Do We Really Know?, in: Advances in Nutrition, 2013, Volume 4, S. 236-245, im Internet abrufbar unter <http://advances.nutrition.org/content/4/2/236.full>.

University of Utah (2015), Fructose More Toxic than Table Sugar in Mice - Sensitive Toxicity Test Used Sugars in Doses Like What We Eat, in: The Journal of Nutrition, März 2015, im Internet abrufbar unter <http://www.newswise.com/articles/fructose-more-toxic-than-table-sugar-in-mice?ret=/articles/list&category=science&page=1&search>

WHO (2015), Guideline: sugar intake for adults and children, 2015, im Internet abrufbar unter http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugars_intake/en/.

Ende der Bearbeitung