

# Wissensforum Zucker

Ausgabe 2022



Zusammenfassungen von wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu den Themen:

- Zucker und Gesundheitsrisiken
- Zucker und Körpergewicht
- Zucker und Zahngesundheit
- Zucker, Lebensstil und Diabetes

# Zucker und Gesundheitsrisiken



---

# Zucker und Gesundheitsrisiken – mehr als nur ein Verdacht?

## Ein kritischer Blick auf die Studienlage

---

Zivilisationskrankheiten sind auf dem Vormarsch. Durch veränderte Arbeits- und Lebensbedingungen gerät häufig das Gleichgewicht von Energieaufnahme und Energieverbrauch, von Ernährung und Bewegung aus dem Lot.

In den Industriegesellschaften sind daher immer mehr Menschen von Adipositas, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Diabetes betroffen. Auch die Schwellenländer schließen mit hohem Tempo auf. In öffentlicher Meinung und gesundheitspolitischer Debatte hat das Thema eine hohe Priorität. Wie dramatisch diese Entwicklung für Gesellschaft und Sozialsysteme wirklich ist, bleibt allerdings umstritten. Dementsprechend groß ist auch die Zahl an Forschungsprojekten, die nach Ursachen, Wirkungsmechanismen und Stellhebeln der Zivilisationskrankheiten suchen.

Wunsch mancher Wissenschaftler ist es dabei, einen einzigen Faktor als Schlüssel für eine gesündere Gesellschaft zu identifizieren. In der Vergangenheit stand dabei lange das Fett in der Kritik, heute scheint Zucker einer der Hauptverdächtigen zu sein. Ein Blick auf Methoden und Ergebnisse der Forschung soll klären, wie tragfähig dieser Verdacht wirklich ist.

### In Kürze

---

- Viele Ernährungsempfehlungen existieren ohne guten Grund – das sagen auch Ernährungswissenschaftler.
- Epidemiologische Studien liefern nur Vermutungen über mögliche kausale Zusammenhänge. Tierversuche sind nur bedingt auf den Menschen übertragbar.
- Für den Menschen aussagekräftige Antworten liefern klinische Studien am Menschen. Besonders belastbar sind Auswertungen mehrerer solcher Studien, sogenannte Metaanalysen.
- Klinische Studien am Menschen machen deutlich: Die Ursache vieler Zivilisationskrankheiten ist eine unausgeglichene Energiebilanz – nicht der Verzehr von Zucker.
- Das hilft: Jeder Schritt, eine individuell ausgeglichene Energiebilanz zu erhalten oder wieder herzustellen.

### Blick in die Gesellschaft – Epidemiologische Studien

Bei der Untersuchung eines gesellschaftlichen Problems ist es naheliegend, die Bevölkerung selbst unter die Lupe zu nehmen. Übliches Werkzeug hierfür sind epidemiologische Studien, bei denen Daten für die Gesamtgesellschaft oder für sogenannte Kohorten, also Teilgruppen etwa ähnlichen Alters, sozialer oder ethnischer Herkunft erhoben werden. In diesen Daten wird nach Faktoren gesucht, welche die Erkrankten gemeinsam haben, um so eine mögliche Ursache für deren Erkrankung zu identifizieren.

Epidemiologische Studien haben eine lange Tradition. Ihren Durchbruch erreichten sie, nachdem der Arzt John Snow 1854 mit ihrer Hilfe erfolgreich eine Choleraepidemie in London beendete. Snow zeichnete alle Cholerafälle in einen Stadtplan ein und identifizierte so eine öffentliche Wasserpumpe in Soho als Auslöser. Er montierte dann persönlich den Schwengel der Pumpe ab, worauf es schlagartig keine Neuerkrankungen mehr gab.

Heute gibt es eine Vielzahl epidemiologischer Studien zu den Themen Ernährung und Gesundheit. So hat zum Beispiel das Forscherteam um Quanhe Yang von der US-Gesundheitsbehörde Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Daten der amerikanischen Gesundheitsumfragen von 1988 und 2010 ausgewertet und leitet aus den Ergebnissen einen direkten Zusammenhang zwischen Zuckerkonsum und Herztod ab.<sup>1</sup> Allerdings kommen zwei andere, ähnlich breit angelegte epidemiologische Studien zu dem entgegengesetzten Ergebnis: Sowohl die Studie von Sieri et al.<sup>2</sup> für Italien, als auch die Studie<sup>3</sup> von Burger et al. für die Niederlande sehen keinerlei Zusammenhang zwischen Zuckerkonsum und Herz-Kreislauf-Erkrankungen.

**Epidemiologische Studien erlauben nur Vermutungen, die durch systematische experimentelle Methoden überprüft werden müssen.**

Die Liste solch widersprüchlicher Untersuchungen ließe sich nahezu beliebig fortsetzen. Der Grund hierfür ist einfach: Die Entstehung von Zivilisationskrankheiten ist erheblich komplexer als der Zusammenhang von verseuchtem Wasser und Cholera. Betrachtet man allein den Einflussfaktor Ernährung findet sich eine kaum überschaubare Vielzahl von Nahrungsmitteln und Inhaltsstoffen. Das Ernährungsverhalten und dessen Wirkung auf die Gesundheit werden zudem etwa durch die individuellen Lebensgewohnheiten, das soziale Umfeld und genetische Faktoren bestimmt.

Die Wissenschaft hat kaum eine Möglichkeit, diese Komplexität zu reduzieren, da epidemiologische Studien nur Korrelationen, also Vermutungen über mögliche kausale Zusammenhänge, liefern können.

---

1 Yang Q., Zhang Z., Gregg E.W., Flanders D., Merritt R., Hu F. B.: Added Sugar Intake and Cardiovascular Diseases Mortality Among US Adults. JAMA Intern Med. 2014; 174(4), S. 516-524.  
2 Sieri S., Krogh V., Berrino F., et al.: Dietary glycaemic load and index and risk of coronary heart disease in a large Italian cohort: the EPICOR study. Archives of Internal Medicine 2010; 170, S. 640-647.  
3 Burger K. N., Beulens J. W., Boer J.M., Spijkerman A. M., van der A D.: Dietary glycaemic load and glycaemic index and risk of coronary heart disease and stroke in Dutch men and women: the EPIC-MORGEN study. PLoS ONE 2011; 6, e25955.

So zeigt sich anhand der Datenlage eine verblüffend deutliche Korrelation von regionaler Storchenhäufigkeit und Geburtenrate (vgl. Höfer et al)<sup>4</sup>. Entgegen aller Statistik bringt aber weiter hin nicht der Klapperstorch die Kinder; kausal, das heißt Ursache ist vielmehr eine ländliche Umgebung, die Kinderzahl und Attraktivität für Störche unabhängig voneinander fördert.

Epidemiologische Studien erlauben also nur Vermutungen, die durch systematische experimentelle Methoden überprüft werden müssen. Der Wissenschaft sind diese Grenzen der epidemiologischen Forschung im Ernährungsbereich durchaus bewusst. So zeigt etwa eine Untersuchung des Epidemiologen Kevin Maki und seinem Team auf, dass derartige Studien grundsätzlich nur begrenzt aussagefähig sind und nicht für die Entwicklung von Ernährungsempfehlungen genutzt werden sollten.<sup>5</sup> Aktuell warnte beispielsweise die Ökotrophologin Prof. Dr. Ursel Wahrburg von der Fachhochschule Münster auf dem 18. aid-Forum im Mai 2015 davor, Ernährungsempfehlungen auf die schwache Datenbasis für einzelne Nährstoffe zu stützen<sup>6</sup>.

### Auf der Suche nach den Wirkungsmechanismen – Tierversuche

Den Schritt von der Korrelation zur Kausalität, von statistischen Wahrscheinlichkeiten zu konkreten Wirkungsmechanismen versucht die Forschung mit Tierversuchen zu gehen. Ein Team um den Biomediziner Peter J. Turnbaugh beispielsweise hat am Mausmodell die Rolle der Microbiota im Darm bei der Entwicklung von Adipositas untersucht<sup>7</sup>. In einem ersten Schritt wurde dabei keimfreien Mäusen die Darmflora von Menschen transplantiert. Die Tiere wurden anschließend zunächst mit einer fettarmen, an pflanzlichen Polysacchariden reichen Diät ernährt. In einem zweiten Schritt wurde die Diät dann auf einen „westlichen“, fett- und zuckerreichen Ernährungsstil umgestellt. Binnen kürzester Zeit veränderte sich dabei die Zusammensetzung der Bakterienstämme im Darm.

Der Biopharmakologe Remy Burcelin knüpfte an diese Ergebnisse an und untersuchte, wie die veränderte Zusammensetzung der Bakterienstämme im Darm die Entstehung von Diabetes begünstigt.<sup>8</sup> Er geht davon aus, dass die artenärmere und anders zusammengesetzte Darmflora gemeinsam mit einer höheren Durchlässigkeit der Darmwand zu einer niederschweligen Entzündung führt, die über komplizierte Mechanismen letztlich auch in Diabetes münden kann. Allerdings: Anders als bei Turnbaugh wurden die Mäuse in seinen Versuchen fettreich und kohlenhydratfrei ernährt. Burcelins Forschung entlastet also letztlich den Zucker von dem Verdacht, der Auslöser von Diabetes zu sein. Tatsächlich deuten seine

---

4 Höfer T, Przyrembel H, Verleger S: New evidence for the Theory of the Stork. *Paediatric and Perinatal Epidemiology* 2004; 18, S. 88-92.

5 Maki K. C., Slavin J. L., Rains T. M., Kris-Etherton P. M.: Limitations of Observational Evidence: Implications for Evidence-Based Dietary Recommendations. *Adv. Nutr.* 2014; 5, S. 7-15.

6 Wahrburg U.: Ernährungsempfehlungen. Fette Ratschläge, magere Relevanz? 18. aid-Forum, 28. Mai 2015.

7 Turnbaugh P. J., Ridaura V. K., Faith J. J., Rey F. E., Knight R., Gordon J. I.: The Effect of Diet on the Human Gut Microbiome: A Metagenomic Analysis in Humanized Gnotobiotic Mice. *Sci Transl Med.* 2009; 1(6): 16ra14.

8 Serino M., Luche E., Gres S., Baylac A., Bergé M., Cenac C., Waget A., Klopp P., Iacovoni J., Klopp C., Mariette J., Bouchez O., Lluch J., Ouarné F., Monsan P., Valet P., Roques C., Amar J., Bouloumié A., Théodorou V., Burcelin R.: Metabolic adaptation to a high-fat diet is associated with a change in the gut microbiota. *Gut* 2012; 61(4), S. 543-53.



Ergebnisse darauf hin, dass die Entwicklung von Fettleibigkeit und Stoffwechselstörungen im Darm unabhängig vom Zuckerkonsum erfolgen. Dessen ungeachtet trat Burcelin mit diesen Ergebnissen auf der „Hot Topic Conference – Dietary Sugars, Obesity & Metabolic Disease Risk“, die im Juni 2015 in Berlin stattfand, als vermeintlicher Zuckerkritiker auf.

**Aus experimentellen Tierstudien lassen sich nur bedingt Erkenntnisse für den Menschen ableiten.**

Ganz generell lassen sich allerdings aus experimentellen Tierstudien nur bedingt Erkenntnisse für den Menschen ableiten. Das Beruhigungs- und Schlafmittel Contergan beispielsweise hat umfangreiche Tierversuche problemlos durchlaufen und seine fatalen Nebenwirkungen dann erst im Praxiseinsatz gezeigt. Nicht immer sind die Ergebnisse aus Tierstudien auf den Menschen übertragbar. Entsprechend vorsichtig muss man sie interpretieren, wenn man aus ihnen Empfehlungen für die Ernährungs- und Lebensweise des Menschen ableiten will.

### **Wissenschaftlicher Goldstandard – Klinische Forschung am Menschen**

Epidemiologische Studien können nur Vermutungen über mögliche kausale Zusammenhänge liefern, Tierversuche haben stets das Problem der Übertragbarkeit auf den Menschen. Bei der Gewinnung belastbarer Erkenntnisse über den Zusammenhang von Ernährung und Erkrankungen führt also kein Weg an klinischen Studien mit Menschen vorbei. Sie bieten die Möglichkeit, die Komplexität der Einflussgrößen zu reduzieren und lassen sich etwas leichter verallgemeinern.

Heute stellen sogenannte randomisierte und kontrollierte klinische Interventionsstudien den wissenschaftlichen Goldstandard dar. Bei diesen werden die Teilnehmer per Zufallsauswahl in zwei Gruppen geteilt: die Testgruppe und die Kontrollgruppe. Bei der Testgruppe wird das, was die Forscher untersuchen wollen, bewusst variiert. Alle anderen möglichen Einflussfaktoren werden zwar erfasst, aber möglichst unverändert gehalten. Bei der Kontrollgruppe hingegen wird durch die Forscher nichts verändert. Auch hier werden jedoch die relevanten möglichen Einflussfaktoren erfasst. Belastbare Erkenntnisse lassen sich dann aus dem Vergleich beider Gruppen ableiten: Wenn ein Effekt bei der Testgruppe auftritt, bei der Kontrollgruppe jedoch nicht, ist er relativ sicher auf das zurückzuführen, was verändert wurde. Um Erkenntnisse zum Zusammenhang von Ernährungsweise und Erkrankungen abzuleiten, wird häufig mit Interventionsstudien gearbeitet: Es wird in die Diät einer Probandengruppe eingegriffen und dabei ein Vorher-Nachher-Vergleich der Messwerte vorgenommen.

**Belastbare Aussagen zu Ursache-Wirkungs-Beziehungen liefern nur klinische Studien am Menschen.**

Eine auf der bereits erwähnten „Hot Topic Conference“ vorgestellte Studie des Teams um Kimber Stanhope zeigt beispielsweise, dass bei Diäten mit höherem Anteil an Fruktose oder

High Fructose Corn Syrup (HFCS) das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen steigt.<sup>9</sup> Die Studie wollte den möglichen Zusammenhang ausdrücklich losgelöst von dem Faktor Übergewicht untersuchen. Das Problem: Die Testgruppe hat zuckerreiche Getränke zusätzlich zu ihrer normalen Ernährung eingenommen, womit letztlich eher die Wirkung einer Ernährung mit zu vielen Kalorien, statt der Wirkung zuckerhaltiger Getränke untersucht wurde. Hätte man den Effekt von HFCS genau untersuchen wollen, müsste man einen anderen Nährstoff durch HFCS ersetzen, ohne die aufgenommene Energiemenge der Probanden zu verändern. Nur so lässt sich der Effekt auf den Einsatz von HFCS unabhängig von der Energiemenge zurückführen. Dies hat das Team um Kimber Stanhope nicht getan.

Eine ebenfalls auf der Konferenz vorgestellte Studie von Schwarz et al. versucht zu zeigen, dass die isokalorische Reduktion von Zucker in der Diät übergewichtiger Jugendlicher Blutglukosewerte und Insulinwirksamkeit verbessert.<sup>10</sup> Allerdings verzichtete man in dieser Untersuchung aus organisatorischen Gründen auf eine Kontrollgruppe, was die Ergebnisse der Studie grundsätzlich fragwürdig erscheinen lässt.

Insgesamt konnten tragfähige Beweise, dass der Konsum von Zucker unabhängig vom Faktor Übergewicht zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Diabetes führt, trotz intensiver Forschung also nicht erbracht werden. Hingegen belegt eine Reihe klinischer Studien, dass eine Reduktion der Gesamtenergieaufnahme unabhängig von der Zusammensetzung der Diät zu einer Verringerung von Risikofaktoren für Zivilisationskrankheiten führt. Untersuchungen mit diesem Ergebnis sind beispielsweise die CARMEN-Studie<sup>11</sup> von Saris et al. oder die Studie des Teams um Frank M. Sacks.<sup>12</sup>

### Von Studien verwirrt – Klarheit durch Metaanalysen klinischer Studien

Selbst klinische Studien können methodische Schwächen haben oder aus unerklärlichen Gründen zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen. Beides kommt vor. Im Zuge der evidenzbasierten Medizin und Ernährungsforschung spielen daher sogenannte Metaanalysen klinischer Studien eine immer wichtigere Rolle: Sie wählen aus der Vielzahl der klinischen Studien zu einem Thema die methodisch besten aus und betrachten die Ergebnisse im Gesamtzusammenhang. Damit erhält man eine Aussage, die weit aussagekräftiger ist als eine Einzelstudie.

---

9 Stanhope K., Davis U. C.: Effects of sugars on CV risk. Hot Topic Conference: Dietary Sugars, Obesity & Metabolic Disease Risk, Berlin 2015.  
10 Schwarz J.-M.: Isocaloric Fructose Restriction for 10 Days Improves Glucose Metabolism and Insulin Sensitivity in Obese Latino and African American Children. Hot Topic Conference: Dietary Sugars, Obesity & Metabolic Disease Risk, Berlin 2015.  
11 Saris W. H., Astrup A., Prentice A. M., Zunft H. J., Formiguera X., Verboeket-van de Venne W. P., Raben A., Poppitt S. D., Seppelt B., Johnston S., Vasilaras T. H., Keogh G. F.: Randomized controlled trial of changes in dietary carbohydrate/fat ratio and simple vs complex carbohydrates on body weight and blood lipids: the CARMEN study. The Carbohydrate Ratio Management in European National diets. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000; 24(10): S. 1310–1318.  
12 Sacks F. M., Bray G. A., Carey V. J., Smith S. R., Ryan D. H., Anton S. D., McManus K., Champagne C. M., Bishop L. M., Laranjo N., Leboff M. S., Rood J. C., de Jonge L., Greenway F. L., Loria C. M., Obarzanek E., Williamson D. A.: Comparison of weight loss diets with different compositions of fat, protein, and carbohydrates. *N Engl J Med* 2009; 360, S. 859–873.

Ärzte greifen in ihren Therapieentscheidungen oft auf solche Metaanalysen zurück. Der gleiche Qualitätsstandard sollte auch für Ernährungsempfehlungen gelten.

In ihrer Metaanalyse zum Zusammenhang von Zucker und Übergewicht etwa verglich die Ernährungsforscherin Lisa Te Morenga 30 klinische Studien. Ihr Fazit: Zucker hat auf das Gewicht genauso viel oder wenig Einfluss wie andere Kohlenhydrate auch. Mit anderen Worten: Zucker macht nicht dick.<sup>13</sup>

**Zucker hat auf das Gewicht genauso viel oder wenig Einfluss wie andere Kohlenhydrate auch.**

Auch eine aktuelle Metastudie des britischen Scientific Advisory Committee on Nutrition (SACN), bei der neben mehr als 200 epidemiologischen Studien auch mehr als 400 klinische Studien unter die Lupe genommen wurden, argumentiert in diese Richtung und nimmt Zucker zudem als Risikofaktor für Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Diabetes aus der Schusslinie.<sup>14</sup>

### **Der richtige Stellhebel – Energiebilanz statt Einzelnährstoff**

Einzelnährstoffe wie Fett oder Zucker als Auslöser von Zivilisationskrankheiten herauszustellen, greift also zu kurz. Unter dem Strich belegt die Forschung, dass bei der Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Diabetes in aller Regel Übergewicht mit im Spiel ist. Wird weniger Energie aufgenommen als verbraucht, sinken Körpergewicht und Risikofaktoren. Ist die Energiezufuhr zu hoch, werden die Weichen für Fettleibigkeit und Stoffwechselerkrankungen gestellt. Die Zusammensetzung der Ernährung hat auf diesen altbekannten Mechanismus wohl kaum einen Einfluss. Die Reduktion eines Einzelnährstoffs bleibt praktisch wirkungslos, solange die Gesamtbilanz von Energieaufnahme und -verbrauch nicht stimmt. Und der Energieverbrauch ist für jeden Menschen individuell verschieden.

### **Statt Aktionismus – Das eigentliche Problem anpacken**

Trotz allem fordern einige Personen, wie etwa Dietrich Garlichs, ehemaliger Geschäftsführer der Deutschen Diabetes Gesellschaft und Sprecher der Deutschen Allianz Nichtübertragbarer Krankheiten, dennoch sofortige regulatorische Maßnahmen mit Blick auf Übergewicht – etwa Sondersteuern und Werberestriktionen für zuckerhaltige Lebensmittel. Sie tun dies ohne ausreichende wissenschaftliche Grundlage und geben das auch offen zu.

Das bekannteste Beispiel für eine solche aktionistische Haltung ist die Fünf-Prozent-Forderung der WHO, nach der weniger als 5% der täglichen Energieaufnahme über freie Zucker-

---

<sup>13</sup> Te Morenga L., Mallard S., Mann J.: Dietary Sugars and Body weight. *BMJ* 2012; 345: e749.

<sup>14</sup> Public Health England: SACN Carbohydrates and Health Report 17 July 2015.



arten erfolgen soll. Gleichzeitig gesteht die WHO ein, dass es für diese Empfehlung außer schwachen zahnmedizinischen Korrelationen keinerlei fundierte Basis gibt.<sup>15</sup>

Im Bericht des Scientific Advisory Committee on Nutrition lässt sich zu diesem Wert wenigstens das folgende Gedankenexperiment nachlesen (s. S. 183): Um dem Problem des Übergewichts in Großbritannien zu begegnen, würde es nach der Schätzung einer Expertengruppe genügen, wenn die Einwohner – im Mittel – mit der Nahrung täglich etwa 100 kcal weniger Energie zu sich nähmen. Würde man diese Energieeinsparung – rein rechnerisch – nur aus

**Übergewicht ist  
ein Problem der  
Energiebilanz.**

dem Konsum freier Zuckerarten in der Ernährung nehmen, müsste man deren Anteil auf etwa die Hälfte des bisher typischen mittleren Nahrungsanteils verringern, dürfte also nur noch etwa 5% seiner täglich aufgenommenen Energie aus freien Zuckerarten decken. Allerdings distanzieren sich die

Forscher in ihrem Bericht sogleich von diesem Gedankenexperiment: Es sei nicht nur unrealistisch, die gesamte Energieeinsparung nur aus einer solchen Zuckerreduktion zu ziehen, es sei unsinnig und zudem wünschenswert, dass die verringerte Energieaufnahme auch durch weniger Fett und Eiweiß erreicht werde.

Entsprechend gab es selbst auf der bereits genannten „Hot Topic Conference“, bei der immerhin die Elite eher zuckerkritischer Forscher vertreten war, wenig Zuspruch für staatliche Regulierung und rigide Grenzwerte. Mehrheitlich wurde stattdessen eine breit angelegte Forschung gefordert, die das Problem der Zivilisationskrankheiten in seiner gesamten Komplexität unter die Lupe nimmt.

Insgesamt wird deutlich: Nur wenn wir an den wirklichen Ursachen der Zivilisationskrankheiten ansetzen, können wir das Problem auch lösen.

---

<sup>15</sup> Guideline: Sugars intake for adults and children WHO 2015.

## Studien: Zucker und Gesundheitsrisiken

---

### Diätetische glykämische Last und glykämischer Index in Verbindung mit dem Risiko für Hirngefäßerkrankungen in der EPICOR Kohorte

Eine kohlenhydratreiche Ernährung könnte neben einer Hyperglykämie auch Störungen des Fettstoffwechsels nach sich ziehen und auf diese Weise das Risiko für Schlaganfälle steigern. Der glykämische Index ist eine gängige Messgröße für den Blutglukoseanstieg, der durch ein Lebensmittel verursacht wird, und die glykämische Last bezieht zusätzlich die Kohlenhydratdichte mit ein. Einige zuvor durchgeführte Studien deuteten bereits Zusammenhänge zwischen diesen beiden Parametern und dem Auftreten von zerebrovaskulären Krankheiten an.

EPICOR ist eine italienische prospektive Kohortenstudie, die in den Jahren 1993-1998 insgesamt 47.021 Probanden im Alter von 35-75 Jahren aus fünf Städten (Varese, Turin, Florenz, Ragusa, Neapel) rekrutierte. Die Probanden stellten semiquantitative Angaben zu ihrer Ernährung und ihrem Lebensstil zur Verfügung, zudem wurden Körpergröße und -gewicht gemessen. In der Folgezeit wurden durchschnittlich 10,9 Jahre lang aus Krankenakten Diagnosen für zerebrovaskuläre Erkrankungen entnommen (ICD-10 I60-69, E10-14, I10-15, I46, I70, ICD-9-CM 342, 430-434, 436-438) und mit multivariaten Cox-Modellen auf bestehende Zusammenhänge mit dem Verzehr von Kohlenhydraten aus Nahrungsmitteln mit hohem oder niedrigem glykämischen Index, Stärke, Zucker, Ballaststoffgehalt, glykämischem Index und glykämischer Last hin analysiert. Dabei erfolgte eine Adjustierung für Geschlecht, Alter, Raucherstatus, Bildungsgrad, Alkoholkonsum, körperliche Aktivität, Energie-, Fett- und Ballaststoffaufnahme.

Bei 355 Personen kam es zu Hirngefäßerkrankungen, darunter 195 ischämische und 85 hämorrhagische Infarkte, 42 Carotisrevaskularisationen, 31 Todesfälle und 4 nichtklassifizierte Infarkte. Es waren 207 Frauen und 148 Männer betroffen.

Eine steigende Zufuhr von Kohlenhydraten war mit einem höheren Infarktrisiko assoziiert: Der Vergleich des Quintils mit höchster Aufnahme an Kohlenhydraten mit dem niedrigsten Quintil ergab ein 2,01-fach höheres Risiko (95% CI = 1,04-3,86). Die Erhöhung der Kohlenhydrataufnahme um eine Standardabweichung steigerte das Risiko um den Faktor 1,49 (95% CI = 1,18-1,90). Dies zeigte sich auch beim Verzehr von Kohlenhydraten aus Nahrungsmitteln mit hohem glykämischen Index (Zunahme der HR um Faktor 1,20 pro Standardabweichung, 95% CI = 1,03-1,41). Der glykämische Index insgesamt sowie die Aufnahme von Stärke und Zucker zeigten keine Assoziationen mit dem Auftreten von Hirngefäßerkrankungen. Bei den beiden

oberen Quintilen der glykämischen Last war das Infarktisiko etwa doppelt so hoch wie beim niedrigsten Quintil (HR 1,95, 95% CI = 1,14-3,33 bzw. HR 2,21, 95% CI = 1,16-4,20).

Die Hauptquelle für eine hohe glykämische Last bei den Probanden dieser Studie waren Weißbrot (36%) und Nudeln (13%), wobei Weißbrot zu den Lebensmitteln mit einem hohen glykämischen Index zählt, während Nudeln einen niedrigen glykämischen Index besitzen. Die hier beobachteten Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften aufgenommener Kohlenhydrate und dem Auftreten von Hirngefäßerkrankungen lassen vermuten, dass sich ein hoher postprandialer Blutglukosespiegel auf das Risiko für einen Hirninfarkt auswirken kann.

*Sieri S, Brighenti F, Agnoli C, Grioni S, Masala G, Bendinelli B, Sacerdote C, Ricceri F, Tumino R, Giurdanella MC, Pala V, Berrino F, Mattiello A, Chiodini P, Panico S, Krogh V: Dietary Glycemic Load and Glycemic Index and Risk of Cerebrovascular Disease in the EPICOR Cohort PLoS One. 2013 May 23;8(5):e62625. doi: 10.1371/journal.pone.0062625.*

### **Glykämische Last und glykämischer Index im Zusammenhang mit dem Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei niederländischen Männern und Frauen: Die EPIC-MORGEN Studie**

Kardiovaskuläre Erkrankungen stellen weltweit die häufigste Todesursache dar. Sie werden durch Stoffwechselerkrankungen begünstigt, weshalb angenommen wird, dass die Art der Ernährung eine wichtige Rolle für ihre Entstehung spielen könnte. In dieser prospektiven Studie wurde vor allem der Einfluss von Kohlenhydraten aus der Ernährung untersucht. Hierfür wurden der glykämische Index, der Informationen über den Blutglukoseanstieg nach dem Verzehr eines Lebensmittels bietet, als Hinweis auf die Qualität der verzehrten Kohlenhydrate verwendet sowie die glykämische Last, die zusätzlich die Menge der aufgenommenen Kohlenhydrate berücksichtigt.

Die EPIC-MORGEN Kohorte besteht aus einer Stichprobe von 22.654 Personen im Alter zwischen 20 und 65 Jahren aus drei niederländischen Städten (Amsterdam, Doetinchem, Maastricht). Von ihnen wurden von 1993 bis 1997 Daten aus einer medizinischen Untersuchung und Befragungen zu allgemeinen Merkmalen, der Ernährungsweise, der körperlichen Aktivität und für kardiovaskuläre Erkrankungen relevante Kofaktoren wie Hypercholesterinämie, Rauchen, orale Kontrazeptiva, Hormonersatztherapie oder Bluthochdruck gewonnen. Nach Erfassung der Basisinformationen wurden über durchschnittlich 11,9 Jahre hinweg Daten zum Auftreten von Herz-Kreislauf-Erkrankungen (ICD-10-CM I20-I25 und I60-I66) aus einem nationalen Register entnommen, das Diagnosen aller Krankenhäuser der Niederlande seit 1990 umfasst.

Multivariate Ereigniszeitanalysen wurden nach Geschlechtern getrennt durchgeführt. Zunächst erfolgte nur eine Anpassung des Alters (Modell 1), dann wurden Risikofaktoren mit einbezogen (Rauchen, BMI, Bildungsgrad, Bluthochdruck, orale Kontrazeptiva, körperliche Aktivität; Modell 2), anschließend die Ernährungsweise (Modell 3) und der Cholesterinstatus (Modell 4).

Die durchschnittliche tägliche glykämische Last war bei Männern geringer als bei Frauen ( $121,8 \pm 21,0$  g/d versus  $125,2 \pm 19,8$  g/d) und wurde vor allem durch Brot (35%), Kartoffeln (14%) und Süßigkeiten (13%) verursacht. Der glykämische Index war bei beiden Geschlechtern vergleichbar, den Hauptbeitrag leisteten Brot (18%), Milchprodukte (18%), Getränke (16%) Kartoffeln (16%) und Früchte (13%).

Während der insgesamt 233.697 Personenjahre im Studienverlauf traten bei Männern 581 Fälle von ischämischen Herzkrankheiten und 120 Schlaganfälle auf, bei Frauen 300 ischämische Herzkrankheiten und 109 Schlaganfälle.

Die glykämische Last war bei Männern mit dem Risiko für ischämische Herzkrankheiten assoziiert, die Hazardrate betrug 1,12 pro steigender Standardabweichung (95 % CI 1,02-1,35; Modell 2). Bei Frauen war dieser Zusammenhang nicht zu beobachten.

Der glykämische Index zeigte ebenfalls nur bei Männern einen Zusammenhang mit dem Auftreten von Schlaganfällen (HR 1,27, 95 % CI 1,02–1,58), das Risiko für ischämische Herzkrankheiten wurde bei beiden Geschlechtern nicht vom glykämischen Index beeinflusst. Während der Verzehr von Zucker kein signifikant steigendes Risiko verursachte, war die Aufnahme von Kohlenhydraten und Stärke bei Männern positiv mit dem Auftreten von ischämischen Herzkrankheiten assoziiert (HR pro Anstieg um eine Standardabweichung 1,23 (95 % CI 1,04–1,46) für Kohlenhydrate und 1,24 (95 % CI 1,07–1,45) für Stärke).

*Burger KN, Beulens JW, Boer JM, Spijkerman AM, van der A DL:  
Dietary Glycemic Load and Glycemic Index and Risk of Coronary Heart Disease and Stroke  
in Dutch Men and Women: The EPIC-MORGEN Study  
PLoS One. 2011;6(10):e25955. doi: 10.1371/journal.pone.0025955.*

### **Grenzen von Beobachtungsstudien: Auswirkungen auf evidenzbasierte Ernährungsempfehlungen**

Offizielle Ernährungsempfehlungen beruhen auf der Auswertung wissenschaftlicher Belege, die strengen Kriterien unterliegt. Nach den Prinzipien der evidenzbasierten Medizin stellen Metaanalysen, systematische Reviews und randomisierte klinische Studien die am besten geeigneten Grundlagen dar. Da auf dem Gebiet der Ernährung randomisierte klinische

Studien häufig fehlen, wird oft auf prospektive Kohortenstudien und andere beobachtende Untersuchungen zurückgegriffen. Die Aussagekraft solcher Studiendesigns ist jedoch begrenzt und sollte als Grundlage für die Erarbeitung allgemeiner Empfehlungen sehr sorgfältig geprüft werden.

Die Erarbeitung von gesundheitsfördernden Ernährungsrichtlinien aufgrund von wissenschaftlichen Ergebnissen ist schwierig. Dies zeigt sich unter anderem daran, dass in vielen Ländern unterschiedliche Richtlinien für die Aufnahme von Nährstoffen existieren. Zum Beispiel wird in den USA empfohlen, die Aufnahme von Cholesterin zu begrenzen, während viele andere Nationen diesbezüglich keine Empfehlung mehr aussprechen. Für viele Beziehungen zwischen der Ernährungsweise und dem Auftreten bestimmter Krankheiten gibt es kaum Belege aus randomisierten klinischen Studien, da geeignete Kontrollgruppen fehlen oder sich aus ethischen Gründen verbieten. Auch entwickeln sich viele ernährungsbedingte Krankheiten über sehr lange Zeitspannen. Aus diesen Gründen werden häufig beobachtende Studien als Grundlage verwendet, deren Aussagekraft jedoch limitiert ist: Zufall, fehlende Erwartungstreue und Störfaktoren müssen immer als Erklärung für einen beobachteten Zusammenhang in Betracht gezogen werden.

Messfehler spielen bei Datenerhebungen für Ernährungsstudien eine große Rolle, da es schwierig ist, die Nahrungsaufnahme genau zu ermitteln. So ist der systematische Fehler durch zu geringe Angaben von Studienteilnehmern bei bestimmten Lebensmitteln vor allem bei hohem BMI ein bekanntes Phänomen. Weitere Probleme stellen beispielsweise Änderungen des Essverhaltens im Lauf der Zeit oder die Veränderungen der Zusammensetzung von Produkten durch die Industrie aus Kosten- oder Werbegründen dar. Des Weiteren treten Nährstoffe in bestimmten Produkten häufig vergesellschaftet auf, wie zum Beispiel Magnesium und B-Vitamine in ballaststoffreichen Nahrungsmitteln. Diese (Multi-)Kollinearität erschwert die Aussage, welcher der Nährstoffe zu einem bestimmten Effekt führte. Auch der Konsum bestimmter Nahrungsmittel zu Studienzwecken muss mit Vorsicht betrachtet werden, da eine höhere Energieaufnahme oder Substitutionseffekte eintreten können. Bei der Auswahl und Gruppierung der Studienteilnehmer können Verzerrungen auftreten, da der Konsum bestimmter Lebensmittel wie beispielsweise Fleisch mit einer allgemein anderen Lebensweise einhergehen kann im Vergleich zu Personen, die diese Nahrungsmittel meiden.

Störvariablen für die Messung des Zusammenhangs zwischen der Nahrungswahl und ernährungsbedingten Krankheiten sind häufig nicht oder nur unzureichend messbar. Darüber hinaus spielen individuelle Unterschiede eine große Rolle, so können genetische Unterschiede zu unterschiedlichen Suszeptibilitäten führen. Die meisten beobachteten Zusammenhänge zwischen der Ernährung und dem Auftreten bestimmter Krankheiten sind nur mäßig stark ausgeprägt, je geringer der Effekt ausfällt, umso mehr wächst jedoch die Wahrscheinlichkeit, dass alternative Faktoren oder Verzerrungen zu dem Resultat geführt haben könnten.

Um Rückschlüsse auf eine Kausalität ziehen zu können, müssen klinische Studien neben starken und konsistenten Zusammenhängen Dosisabhängigkeit, biologische Plausibilität und Übereinstimmung mit Ergebnissen anderer Untersuchungen zeigen. Um ernährungsbedingte Auswirkungen zu belegen, sind diese Kriterien häufig schwer zu erfüllen, da die Ergebnisse durch individuelle Unterschiede der Probanden, geringe Effekte und kurze Zeitspannen häufig negativ ausfallen, selbst wenn die zugrundeliegende Hypothese zutrifft. Deshalb sollten Ergebnisse aus beobachtenden und klinischen Studien bei der Durchführung von Metaanalysen getrennt betrachtet werden.

Im Zuge der Formulierung von Ernährungsempfehlungen müssen negative Begleiterscheinungen stärker als zuvor mit bedacht werden. Auch sollten verstärkt klinische Studien durchgeführt werden, um die durch die Empfehlungen erzielten Änderungen des Ernährungsverhaltens zu überprüfen.

*Maki KC, Slavin JL, Rains TM, Kris-Etherton PM: Limitations of observational evidence: implications for evidence-based dietary recommendations. Adv Nutr. 2014 Jan 1;5(1):7-15. doi: 10.3945/an.113.004929.*

### **Vergleich von kalorienreduzierten Diäten mit unterschiedlichen Zusammensetzungen an Fett, Kohlenhydraten und Protein**

Diäten zur Gewichtsreduktion sind gewissen Trends unterlegen: Die Neuheit, mediale Aufmerksamkeit oder die überzeugende Präsentation von Erfolgen können die Bereitschaft und das Durchhaltevermögen von abnehmwilligen Personen stark beeinflussen. Viel Augenmerk wurde auf die Zusammensetzung der Ernährung gerichtet, beispielsweise auf Diäten mit einer Kohlenhydratminimierung („low carb“). Diese breit angelegte klinische Studie ergab, dass der prozentuale Gehalt der Makronährstoffe bei einer kalorienreduzierten Diät keinen Einfluss auf den Gewichtsverlust hat.

Die randomisierte kontrollierte Studie wurde von Oktober 2004 bis Dezember 2007 in Boston und Baton Rouge, USA, durchgeführt. Es nahmen 811 übergewichtige oder adipöse Personen im Alter zwischen 30 und 70 Jahren, darunter circa 40 % Männer, teil. Sie wurden nach dem Zufallsprinzip vier Diättypen zugeordnet: Typ A „fettreduziert, normaler Proteingehalt“ (20 % Fett, 15 % Protein, 65 % Kohlenhydrate), Typ B „fettreduziert, hoher Proteingehalt“ (20 % Fett, 25 % Protein, 55 % Kohlenhydrate), Typ C „hoher Fettgehalt, normaler Proteingehalt“ (40 % Fett, 15 % Protein, 45 % Kohlenhydrate) und Typ D „hoher Fett- und Proteingehalt“ (40 % Fett, 25 % Protein, 35 % Kohlenhydrate). Für jeden Probanden wurde individuell der tägliche Kalorienbedarf berechnet und ein Defizit von 750 kcal/Tag für die Diät zugrunde gelegt. Kostpläne wurden jeweils zwei Wochen im Voraus zur Verfügung gestellt, und die Probanden wurden angehalten, ihre täglich verzehrten Nahrungsmittel zu protokollieren. Über die gesamte



Studiendauer von zwei Jahren fanden in regelmäßigen Abständen Gruppen- und Einzelschulungen statt.

Körpergewicht und Bauchumfang der Teilnehmer wurden als Ergebnisvariablen zu Beginn und anschließend im Halbjahresabstand ermittelt. Außerdem erfolgten Befragungen zur Einschätzung der Diät. Weitere Parameter wie Blutdruck, Urinproben sowie Laborwerte für Serumlipide, Glukose, Insulin und glykosyliertes Hämoglobin wurden zu Beginn, nach sechs Monaten und zum Studienende hin bestimmt.

Von den 811 Probanden beendeten 645 die Studie. Nach zwei Jahren war der Gewichtsverlust bei Personen mit einer Diät, die einen hohen bzw. niedrigen Proteingehalt aufwies, vergleichbar (4,5 bzw. 3,6 kg,  $p = 0,11$ ). Auch eine Fettzufuhr von 40 bzw. 20% des täglichen Kalorienbedarfs wirkte sich nicht auf den Gewichtsverlust aus, er betrug in den beiden Gruppen 3,9 bzw. 4,1 kg ( $p = 0,76$ ). Eine unterschiedliche Kohlenhydratzufuhr zwischen 35 und 65% bewirkte ebenfalls keine Änderung der Gewichtsabnahme ( $p = 0,37$ ). Der Bauchumfang der Probanden zeigte keine Unterschiede in Abhängigkeit von der durchgeführten Diät.

Der stärkste Gewichtsverlust war nach sechs Monaten zu verzeichnen. Nach zwölf Monaten kam es unabhängig vom Diättyp bei allen Gruppen zu einer Zunahme des Körpergewichts. 185 Teilnehmer nahmen kontinuierlich im Durchschnitt  $9,3 \pm 8,2$  kg über die zwei Jahre hinweg ab. Nach zwei Jahren hatten 31-37% der Probanden mehr als 5% des ursprünglichen Körpergewichts abgenommen, 14-15% mehr als 10% und 2-4% 20 kg oder mehr, jeweils unabhängig von der Ernährungsweise.

Alle Diättypen wirkten sich positiv auf Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen aus. Dabei senkte eine fettreduzierte oder kohlenhydratarme Ernährungsweise die Konzentration an LDL-Cholesterol stärker als bei einer hohen Fett- oder Kohlenhydratzufuhr. Die Abnahme der Triglyzeridkonzentrationen im Serum um 12-17% war bei allen vier Ernährungsweisen vergleichbar. Bis auf die kohlenhydratreiche Ernährung reduzierten alle anderen Diättypen die Nüchterninsulinkonzentration um 6-12%. 32% der Probanden zeigten zu Beginn der Studie ein metabolisches Syndrom, am Schluss waren es noch 19-22%.

Das Auftreten von Hungergefühl oder Heißhungerattacken sowie die Zufriedenheit mit der Diät waren bei allen vier Typen vergleichbar.

*Sacks FM, Bray GA, Carey VJ, Smith SR, Ryan DH, Anton SD, McManus K, Champagne CM, Bishop LM, Laranjo N, Leboff MS, Rood JC, de Jonge L, Greenway FL, Loria CM, Obarzanek E, Williamson DA: Comparison of Weight-Loss Diets with Different Compositions of Fat, Protein, and Carbohydrates. N Engl J Med. 2009 Feb 26;360(9):859-73. doi: 10.1056/NEJMoa0804748.*

### Das Eurodiet Projekt – Ernährung für einen gesunden Lebensstil in Europa

Vor dem Hintergrund der steigenden Zahlen chronischer Erkrankungen, die mit einer un- ausgewogenen Ernährung und körperlicher Inaktivität einhergehen, wurde im Oktober 1998 das Eurodiet Projekt initiiert, mit dem Ziel in der Europäischen Union (EU) einen Beitrag zur Gesundheitsförderung im Bereich Ernährung und gesundem Lebensstil zu leisten.

Die Ernährung wird als ein bedeutender Einflussfaktor auf unsere Gesundheit angesehen. Eine unausgewogene Ernährung und ein sitzender Lebensstil gelten als Mitverursacher verschiedener nichtübertragbarer Erkrankungen in Europa, so dass es unabdingbar ist, sich dieser Thematik anzunehmen. Aufgrund der unterschiedlichen Esskulturen und Traditionen innerhalb Europas, muss die wissenschaftliche Evidenz die Ausgangsbasis für eine solche Debatte sein.

Vor diesem Hintergrund startete im Oktober 1998 das von der EU-Kommission finanzierte „Eurodiet Projekt“, welches zum Ziel hatte, einen Beitrag zu einer EU-übergreifenden Gesundheitsförderung im Bereich Ernährung und gesundem Lebensstil zu leisten, ein Netzwerk in diesem Bereich aufzubauen und einen Aktionsplan für die Entwicklung europäischer Ernährungsempfehlungen zu entwickeln. Das Projekt umfasste vier Aufgabenstellungen:

Analyse und Evaluation der wissenschaftlichen Evidenzlage:

1. des Zusammenhangs zwischen Gesundheit und bestimmten Nährstoffen
2. der Übertragung von Nährstoffen in lebensmittelbasierte Empfehlungen
3. der Strategien zur effektiven Förderung des Verzehrs bestimmter Lebensmittel und einer gesunden Lebensweise
4. der bestehenden Möglichkeiten und vorhandenen Barrieren in den politischen Rahmenbedingungen

Als Ergebnis des ersten Arbeitsbereiches, werden für die europäische Bevölkerung Ziele in Hinblick auf bestimmte Nährstoffe, Lebensmittel oder Verhaltensweisen angegeben, die von verschiedenen nationalen oder internationalen Fachgruppen erarbeitet wurden. Die Experten kommen unter anderem zu dem Resultat, dass das Maß für die körperliche Aktivität (PAL = physical activity level), welches sich aus dem Quotienten des durchschnittlichen täglichen Energieumsatzes und dem Grundumsatz ergibt, bei mehr als 1,75 liegen sollte. Ausreichende Bewegung trägt nicht nur dazu bei, einer Gewichtszunahme entgegenzusteuern, sondern auch zum allgemeinen Wohlbefinden und der Prävention von nichtübertragbaren Erkrankungen wie Diabetes, Herz-Kreislaufkrankungen, hoher Blutdruck, Schlaganfall oder einigen Krebsarten.

Für Fett wird vor dem Hintergrund der Primärprävention von Übergewicht ein Wert von weniger als 30 Energieprozent pro Tag vorgeschlagen. In Bezug auf die Kohlenhydrataufnahme

wird ein Wert von mindestens 55 Energieprozent empfohlen, wobei die Aufnahme reich an Nicht-Stärkepolysacchariden sein sollte, wie beispielsweise Ballaststoffen. Mit Bezug auf die Prävention von Karies wird die Empfehlung, die Verzehrshäufigkeit für Zucker und zuckerreiche Lebensmittel auf viermal pro Tag zu beschränken, ausgesprochen.

Von Obst und Gemüse sollten mehr als 400 g pro Tag verzehrt werden, was somit auch eine adäquate Aufnahme von Folsäure und Ballaststoffen, für die mindestens 25 g/Tag empfohlen werden, unterstützt. Zudem werden für den BMI, die verschiedenen Fettsäurearten, Salz, Iod und die Länge der Stillzeit Empfehlungen ausgesprochen.

Bei der zweiten Aufgabenstellung, der Entwicklung eines Konzeptes für lebensmittelbasierte Ernährungsempfehlungen (Food-Based Dietary Guidelines: FBDG) in der EU, kommt die Arbeitsgruppe zu dem Ergebnis, dass FBDG auf Basis eines spezifischen Gesundheitsproblems und nicht aufgrund einer inadäquaten Aufnahme eines bestimmten Nährstoffs entwickelt werden sollten. Des Weiteren soll die Formulierung von FBDG die üblichen Verzehrsgewohnheiten genauso wie die soziale Lage und die kulturellen Gegebenheiten der Bevölkerung mit einbeziehen. Somit können sich Empfehlungen zwischen den europäischen Ländern unterscheiden. Die Autoren kommen außerdem zu dem Ergebnis, dass eine für alle EU Länder zutreffende FBDG die Steigerung des Obst- und Gemüsekonsums, eine Zunahme der körperlichen Aktivität und eine Prävalenzsteigerung des Stillens sein könnte.

Im dritten Arbeitspaket wurden praktische Vorschläge für Strategien der Gesundheitsförderung erarbeitet. Aufgrund der Datenanalyse kommen die Experten zu dem Ergebnis, dass populationsweite, integrierte und multidisziplinäre Ansätze, die verschiedene Aktivitäten beinhalten und Individuen, Gemeinden, das Umfeld sowie die Gesellschaft in der Menschen leben, einbeziehen, am effektivsten sind. Abschließend schlussfolgern die Experten in der vierten Arbeitsgruppe, dass die EU-Ernährungspolitik sicherstellen sollte, dass das Ziel, eine ausgewogene Ernährung und körperliche Aktivität zu fördern, in allen staatlichen Politikmaßnahmen integriert sein sollte, besonders in der gemeinsamen Agrarpolitik.

*Core Report EURODIET – Nutrition & Diet for Healthy Lifestyles in Europe, Science & Policy Implications, Juni 2000.*

### **Beeinflusst die Vermeidung von Süßgetränken den Alkoholkonsum? Eine Analyse von Ernährungsdaten des Australian Health Survey 2011-12**

Die Auswertung von Ernährungsdaten australischer Erwachsener zeigt, dass Personen, die gewohnheitsmäßig keine mit Zucker gesüßte Getränke zu sich nehmen, einen höheren Alkoholkonsum haben. Gesundheitspolitische Maßnahmen, die eine Verringerung des Kon-

sums von gesüßten Getränken bewirken sollen, könnten demnach unbeabsichtigt zu einem vermehrten Verzehr alkoholischer Getränke führen.

Richtlinien der WHO und verschiedener Nationen empfehlen, den Konsum von mit Zucker gesüßten Getränken einzuschränken. Manche Länder haben zu diesem Zweck bereits eine spezielle Steuer eingeführt, um Lenkungseffekte zur Vermeidung von Übergewicht und Adipositas zu erzeugen. Untersuchungen weisen jedoch darauf hin, dass es zwischen dem Verzehr von gesüßten und alkoholischen Getränken eine inverse Beziehung gibt. Die Steuerung und Reduzierung des Konsums von mit Zucker gesüßten Getränken könnte damit zu einer unbeabsichtigten Erhöhung des Alkoholkonsums führen. Alkohol hat jedoch negative Auswirkungen auf die Gesundheit, beispielsweise auf die Entwicklung von Lebererkrankungen und Krebs, und kann dazu führen, dass mehr Energie aufgenommen wird.

In der vorliegenden Studie wurde anhand von Ernährungsdaten aus dem Australian Health Survey 2011-12 der Zusammenhang zwischen der aus süßen und alkoholischen Getränken gewonnenen Energie bei Personen ab 19 Jahren untersucht. In Modellen wurde simuliert, wie sich ein Ersatz von süßen durch alkoholische Getränke auf den Taillenumfang auswirken könnte. Als süße Getränke wurden unter anderem Fruchtsäfte, Sirup, Energie- und Softdrinks einbezogen, zu den alkoholischen Getränken zählten beispielsweise Bier, Wein, Cocktails und Likör. Personen ohne jeglichen Konsum von Alkohol und mit Zucker gesüßten Getränken wurden von der Analyse ausgeschlossen. Alle anderen Personen wurden ihrem Verzehr von süßen Getränken entsprechend in drei Gruppen ohne ( $n = 942$ ), mit geringem ( $n = 940$ ) oder hohem ( $n = 939$ ) Konsum eingeteilt.

Personen aus der Gruppe ohne einen Konsum von Süßgetränken waren durchschnittlich älter und nahmen weniger Kalorien zu sich als diejenigen aus den Gruppen mit geringem und hohem Konsum. Unter den 19- bis 30-Jährigen nahmen die Teilnehmer bei geringem Konsum etwa 5% ihrer Energie aus Süßgetränken auf, bei hohem Konsum waren es 9%. Dieser Anteil nahm mit steigendem Alter ab. Die Energieaufnahme aus alkoholischen Getränken nahm mit dem Alter zu und zeigte zwischen 51 und 70 Jahren ein Maximum. In allen Altersgruppen hatten Personen, die keine süßen Getränke tranken, eine signifikant höhere Energieaufnahme aus alkoholischen Getränken, unter den 19- bis 30-Jährigen war sie etwa doppelt so hoch ( $978 \pm 107$  kJ) wie bei denjenigen, die einen geringen ( $389 \pm 69$  kJ) oder hohen Konsum ( $436 \pm 66$  kJ) aufwiesen. In den Gruppen mit niedrigem und hohem Konsum an gesüßten Getränken unterschied sich die Energieaufnahme aus Alkohol nicht signifikant.

Wenn in der Simulation 1% der Energieaufnahme aus süßen Getränken durch alkoholische ersetzt wurde, so zeigte sich bis auf die Gruppe der 51 bis 70-Jährigen (Rückgang um 0,237 cm) kein Zusammenhang mit dem Taillenumfang. Wurde in dem Modell die Energieaufnahme aus Süßgetränken durch andere Nahrungsmittel ersetzt, so ergab sich über alle Altersgruppen hinweg ein geringerer Taillenumfang.

Die inverse Beziehung zwischen dem Alkoholkonsum und dem Verzehr von gesüßten Getränken ist nicht unbekannt und wurde schon zuvor beobachtet. Die Autoren der Studie ziehen andere Publikationen für mögliche Erklärungen heran, warum ein hoher Verzehr von Süßgetränken mit weniger Alkoholkonsum einhergeht: Der Insulinanstieg durch enthaltene Kohlenhydrate führt zu einer erhöhten Aktivität des Serotoninsystems im menschlichen Gehirn, wodurch die Präferenz für Alkohol unterdrückt werden könnte. Als weitere mögliche Erklärung nennen sie eine verminderte hedonische Reaktion auf Alkohol durch den Konsum von Süßgetränken, weil beide im Opioidsystem des Gehirns um dieselben Rezeptoren konkurrieren.

Die Situation in Australien, wo vorwiegend Bier und Wein getrunken werden, ist den Autoren zufolge auf die USA und viele europäische Länder übertragbar. Sie halten es aufgrund der Ergebnisse für unwahrscheinlich, dass gleichzeitig durch gesundheitspolitische Lenkungsmaßnahmen der Konsum von Alkohol und Süßgetränken vermieden werden kann.

*Wong THT, Buyken AE, Brand-Miller JC, Louie JCY. Is there a soft drink vs. alcohol seesaw? A cross-sectional analysis of dietary data in the Australian Health Survey 2011-12. Eur J Nutr. 2019 Sep 5. doi: 10.1007/s00394-019-02084-4.*

### **Zugesetzter Zucker in Erfrischungsgetränken hat im Vergleich zu Zucker aus Obst keine andere Wirkung auf kardiometabolische Risikofaktoren: Ergebnisse einer 4-wöchigen, randomisierten, kontrollierten Studie**

Eine über vier Wochen durchgeführte randomisierte kontrollierte Studie lieferte keine Hinweise darauf, dass die kurzfristige regelmäßige Aufnahme von zugesetztem Zucker aus Erfrischungsgetränken mit höheren kardiometabolischen Risiken verbunden ist als Zucker aus Obst. Interventionen zur Vorbeugung von Adipositas und verwandten Krankheiten sollten sich demnach auf die Qualität der gesamten Ernährung konzentrieren und nicht allein auf die Reduzierung der Aufnahme von zuckerhaltigen Getränken oder zugesetztem Zucker.

In der Lebensmittelproduktion wird zum Süßen von Erfrischungsgetränken, Desserts, Backwaren, Süßwaren und anderen Lebensmitteln meist Saccharose eingesetzt, aber auch Sirupe, die neben Glukose meist einen hohen Gehalt an Fruktose haben. Eine hohe Aufnahme von zugesetztem Zucker aus Erfrischungsgetränken wird mit negativen gesundheitlichen Folgen wie einem erhöhten Risiko für Gewichtszunahme, Gicht, Typ-2-Diabetes und Herz-Kreislauf-Erkrankungen in Verbindung gebracht. Früchte sind von Natur aus reich an Zucker, aber ihre Wirkung auf das kardiometabolische Risiko ist kaum untersucht. Obst enthält außer Glukose und Saccharose insbesondere Fruktose. Chemisch gesehen gibt es zwischen Zucker aus Früchten und zugesetztem Zucker keinen Unterschied, und auch das Verhältnis von Glukose zu Fruktose ist

ähnlich. Dies hat teilweise zu Empfehlungen geführt, dass auch Obst nur in begrenzten Mengen konsumiert werden solle, obwohl Früchte Ballaststoffe und viele wertvolle Mikronährstoffe enthalten und vergleichsweise kalorienarm sind.

Um zu klären, ob sich Zucker aus Früchten anders auf die Gesundheit auswirkt als zugesetzter Zucker, verglichen die Autoren die Auswirkungen auf kardiometabolische Risikofaktoren von Zuckern aus ganzen Früchten mit denen von zuckerhaltigen Erfrischungsgetränken. Dafür nahmen 37 übergewichtige Probanden ( $\text{BMI} \geq 28 \text{ kg/m}^2$ ) über vier Wochen hinweg zusätzlich zu ihrer gewohnten und nach Belieben zusammengestellten Ernährung täglich entweder etwa 100 Gramm durch Zucker aus Früchten (sechs Portionen Bananen, Äpfel und Rosinen;  $n = 19$ ) oder durch zugesetzten Zucker in Erfrischungsgetränken (955 ml Coca-Cola oder Sprite;  $n = 18$ ) zu sich. Die Anteile an Glukose und Fruktose in Früchten und Erfrischungsgetränken (Gesamtzucker 97 versus 101 g/d) sowie deren Energiegehalt (1800 versus 1767 kJ/d) waren vergleichbar. Zu Beginn und am Ende der Studie wurden anthropometrische Parameter (BMI, Taillenumfang, Körperfettgehalt) sowie Blutdruck und verschiedene Laborwerte (Lipidprofil, Insulin, Glukose, Harnsäure, CRP) ermittelt.

In beiden Gruppen hatten sich die Teilnehmer weitgehend an die Vorgaben gehalten und mehr als 90 Prozent der geforderten Mengen an Obst und Getränken zu sich genommen. Trotz der Zuckeraufnahme, die mit etwa 440 Kilokalorien pro Tag zur gesamten Energieaufnahme beitrug, hatten die Probanden in keiner der Gruppen signifikant zu- oder abgenommen. Es waren auch keine Veränderungen des Blutdrucks oder anderer kardiometabolischer Risikofaktoren zu beobachten. Eine Ausnahme stellte Harnsäure dar: Unter Männern in der Erfrischungsgetränk-Gruppe kam es zu einer klinisch bedeutsamen Zunahme von 57 Mikromol pro Liter ( $p = 0,008$ ). Multivariate Analysen deuteten an, dass dies wahrscheinlich auf einen erhöhten Alkoholkonsum zurückzuführen war. Dass solch ein Anstieg bei Frauen nicht zu beobachten war, führen die Autoren unter anderem darauf zurück, dass erhöhte Harnsäurespiegel und Gicht bei Männern generell häufiger vorkommen.

Die Hypothese, dass sich Zucker in Früchten aufgrund seiner ernährungsphysiologischen Eigenschaften günstiger auf kardiometabolische Risikofaktoren auswirken würde als Zucker aus Erfrischungsgetränken, bestätigte sich nicht: Die Ergebnisse lieferten keine Beweise dafür, dass eine vierwöchige regelmäßige Aufnahme von zugesetztem Zucker größere kardiometabolische Risiken mit sich bringt als Zucker aus Früchten. Einzige Ausnahme bildete die Erhöhung des Harnsäurespiegels bei übergewichtigen Männern, die Erfrischungsgetränke zu sich genommen hatten. Maßnahmen zur Vorbeugung von Adipositas und anderen Lebensstilerkrankungen sollten sich demnach eher auf die allgemeine Ernährungsqualität konzentrieren als auf die Reduzierung zuckerhaltiger Getränke oder des Zuckerkonsums.

Te Morenga L, Mallard SR, Ormerod FB:

No Effect of Added Sugars in Soft Drink Compared With Sugars in Fruit on Cardiometabolic Risk Factors: Results From a 4-Week, Randomized Controlled Trial. *Front Nutr.* 2021 Jun 30;8:636275. doi: 10.3389/fnut.2021.636275.





# Zucker und Körpergewicht



---

## Dick durch Zucker?

---

**Übergewicht, vor allem krankhaftes Übergewicht, Adipositas, sieht jeder. Was weniger offensichtlich ist, sind die Ursachen. Zu ihnen wird weltweit geforscht, manchmal auch spekuliert: Führt Zuckerkonsum zu Übergewicht? Die klare Antwort ist: Nein.**

Tatsache ist: Immer mehr Menschen sind zu dick. Auch in Deutschland. Die „Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland“ (DEGS)<sup>1</sup> stellt fest: Mehr als die Hälfte der Deutschen sind übergewichtig. Als übergewichtig gelten Menschen, deren Body-Mass-Index (BMI) 25 überschreitet. Und: Bei immer mehr Deutschen wird Adipositas diagnostiziert.<sup>2</sup> Von Adipositas, sprich Fettleibigkeit, ist ab einem BMI von 30 die Rede.<sup>3</sup> Diese Klassifikation ist allgemein anerkannt. Der BMI berechnet sich, indem man das Körpergewicht in Kilogramm durch die Größe – in Meter zum Quadrat – teilt.<sup>4,5</sup>

### Vielfältige Ursachen

Wenn jemand übergewichtig ist, kann das sehr viele Ursachen haben. Faktoren mit negativer Auswirkung beeinflussen sich teilweise untereinander und verstärken sich. Darüber ist sich die Forschung einig.<sup>6</sup> Als Ursachen kommen Veranlagung, vererbte und erworbene Krankheiten ebenso in Frage wie beispielsweise psychische Faktoren, der persönliche Lebensstil, Stress oder Schlafmangel. Die Liste ist bereits jetzt lang. Und: Sie wird länger. Immer wieder treten neue Faktoren in den Blickwinkel. So zeichnet sich beispielsweise in den letzten Jahren ab, dass die Zusammensetzung der Darmflora das Gewicht beeinflusst.<sup>7</sup> Die Deutsche Gesellschaft für Gastroenterologie, Verdauungs- und Stoffwechselerkrankungen (DGVS) regt deshalb an, dass die Funktionen von Darmbakterien im Kampf gegen das Übergewicht detaillierter untersucht werden.<sup>8</sup>

---

1 Mensink G.B.M., Schienkiewitz A., Haftenberger M., Lampert T., Ziese T., Scheidt-Nave C.: Übergewicht und Adipositas in Deutschland – Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). Bundesgesundheitsblatt 2013; 56(5/6), S. 786-794.

2 Ebd.

3 DGE, Ernährungsbericht 1992.

4 Bei einer Größe von 1,65 Meter und einem Körpergewicht von 65 kg ergibt sich beispielsweise folgende Berechnung:  $65 : 1,65^2 = 23,875$  BMI.

5 Laut der BMI-Klassifikation der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) gelten Männer bei einem BMI zwischen 20 und 25 als normalgewichtig. Für Frauen liegt der Wert zwischen einem BMI von 19 und 24.

6 Vgl. Hummel E, Wittig F, Schneider K, Gebhardt N, Hoffmann I. The complex interaction of causing and resulting factors of overweight/obesity. Increasing the understanding of the problem and deducing requirements for prevention strategies. Ernährungs-Umschau international 2013; 60 (1): 2-7.

7 Le Chatelier, Emmanuelle, et al. Richness of human gut microbiome correlates with metabolic markers. Nature 2013; 500 (1): 541-546.

8 Pressemitteilung der Deutschen Gesellschaft für Gastroenterologie, Verdauungs- und Stoffwechselerkrankungen (DGVS) vom 12.05.2015.

### Energiebilanz: am besten im Lot

Letztlich entscheidet die Energiebilanz über das Gewicht. Darüber herrscht Einigkeit in der Wissenschaft. Die Energiebilanz ergibt sich aus dem Vergleich der Energiemenge, die man über die Nahrung aufnimmt, mit der Energiemenge, die man verbraucht. Und sowohl der Speiseplan als auch der Energieverbrauch sehen bei jedem Menschen anders aus.

Der Energieverbrauch setzt sich aus dem Grundumsatz und dem Leistungsumsatz zusammen. Der Grundumsatz ist die Energie, die der Körper im Ruhezustand braucht, um seine lebensnotwendigen Funktionen, wie Atmung, Stoffwechsel und Kreislauf, aufrecht zu halten. Die dafür nötige Energiemenge ist für jeden Menschen ganz individuell. Sie hängt von vielen Einflüssen ab – von den Genen, über die Muskelmasse bis hin zum Lebensalter. Zusätzlich verbrauchen alle Tätigkeiten – vom Denken bis zum Sport – Energie. Das nennt man den Leistungsumsatz. Wer dem Körper mehr Energie zuführt, als dieser verbraucht, lagert Fett im Körper ein. Ganz gleich in welcher Form die Energie aufgenommen wird.

### Essen und Bewegung ohne Balance

Klar ist: Wer auf Dauer mehr isst und trinkt, als er braucht, nimmt zu. Klar ist zudem: Durch Bewegung, anstrengende Arbeit oder Sport werden Kalorien verbrannt. Doch viele Menschen bewegen sich heute weniger, sei es beruflich oder in der Freizeit. Deshalb geht die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) seit einigen Jahren davon aus, dass der Energiebedarf der Deutschen gesunken ist.<sup>9</sup> In der Ernährung spiegelt sich das nicht immer wider. Einige essen noch immer so, als müssten sie enorme körperliche Leistungen vollbringen. Auch wenn das nicht der Fall ist.

---

<sup>9</sup> Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung (SGE), Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE) (Hrsg.): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau Buchverlag, 1. Auflage, 5., korrigierter Nachdruck 2013.

### Abnehmen: auch mit Zucker

So lange die Energiebilanz stimmt, kann Zucker ohne Vorbehalt genossen werden. Die europaweite CARMEN-Studie<sup>10</sup> zeigte beispielsweise, dass es ohne weiteres möglich ist, abzunehmen, ohne auf Zucker zu verzichten. In der Studie nahmen die Teilnehmer mit einer kohlenhydratreichen Diät, zu der auch Zucker gehörte, effizient ab. Wissenschaftliche Untersuchungen<sup>11,12,13,14</sup> sprechen für den langanhaltenden Erfolg von Diäten, in denen Zucker in Maßen „erlaubt“ ist und Fett reduziert wird. Dieser Fakt ist auch auf die Energiedichte zurückzuführen. Die unterschiedlichen Nährstoffe in einem Lebensmittel entscheiden über diese. Fett hat die höchste Energiedichte mit neun Kalorien pro Gramm, Alkohol hat sieben Kalorien pro Gramm, Protein (Eiweiß) und Kohlenhydrate (Stärke, Zucker) haben jeweils eine Energiedichte von vier Kalorien pro Gramm. Kohlenhydrate tragen also im Vergleich zu Fetten wenig zur Energiedichte bei.

Fazit: Nach derzeitigem Wissensstand spricht nichts dafür, dass Zuckerkonsum zu Übergewicht führt. Vorsorglich auf Zucker zu verzichten, macht keinen Sinn. Für die Entstehung von Übergewicht kommt es auf die Energiebilanz an. Dabei stellt auch die Energiedichte der Nahrung einen von vielen Einflussfaktoren dar. Und: Diese Energiedichte ändert sich oft auch nicht dadurch, dass der Zucker in Rezepten verringert wird. Aber das ist ein anderes Thema.

- 
- 10 Saris W.H., Astrup A., Prentice A.M., Zunft H.J., Formiguera X., Verboeket-van de Venne W.P., Raben A., Poppitt S.D., Seppelt B., Johnston S., Vasilaras T.H., Keogh G.F.: Randomized controlled trial of changes in dietary carbohydrate/fat ratio and simple vs complex carbohydrates on body weight and blood lipids: the CARMEN study. The Carbohydrate Ratio Management in European National diets. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000; 24(10), S. 1310-1318.
  - 11 Borchardt A., Ellrott T., Wolf K., Pudel V.: Genussbetonte „Diät“, Befindlichkeit und Gewichtsreduktion. *Aktuelle Ernährungsmedizin* 2002; 27, S. 325-326.
  - 12 Ellrott T., Borchardt A., Wolf K., Pudel V.: Eine genussbetonte Diät führt innerhalb 8 Wochen zur Verbesserung der Lebensqualität. *Proceedings of the German Nutrition Society* 2004; 6, S. 61.
  - 13 Ellrott T., Borchardt A., Wolf K., Pudel V.: Gewichtsstabilisierung nach 8-wöchiger genussbetonter Diät zur Selbstdurchführung – Charakterisierung der erfolgreichen Teilnehmer. *Aktuelle Ernährungsmedizin* 2003; 28, S. 317-318.
  - 14 Austel A., Ranke C., Wagner N., Görge J., Ellrott T.: Weight loss with a modified Mediterranean-type diet using fat modification: a randomized controlled trial. *European Journal of Clinical Nutrition.* 2015 S. 1-7.

---

## Studien: Zucker und Körpergewicht

---

### Übergewicht und Adipositas in Deutschland – Ergebnisse der Studie des Robert Koch-Instituts zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1)

Zwischen 2008 und 2011 wurde im Rahmen einer nationalen Gesundheitsstudie (DEGS1) eine repräsentative Stichprobe von deutschen Erwachsenen im Alter von 18 bis 79 Jahren hinsichtlich des Auftretens von Übergewicht und Adipositas analysiert. Dabei ergab sich, dass 67,1% der teilnehmenden Männer und 53,0% der Frauen übergewichtig waren. Diese Werte waren mit denen vergleichbar, die sich 1998 aus einer vorangegangenen nationalen Studie ergaben. Die Adipositasprävalenz war seitdem jedoch besonders bei jungen Erwachsenen deutlich angestiegen und betraf 23,3% der Männern und 23,9% der Frauen (1998 18,9% der Männer und 22,5% der Frauen).

In den letzten Dekaden ist in vielen Staaten die Prävalenz von Übergewicht und Adipositas stark angestiegen. Aufgrund der immensen Bedeutung für die Lebensqualität der Betroffenen sowie der Entstehung von Folgeerkrankungen besteht seitens des öffentlichen Gesundheitswesens ein Interesse, die Entwicklung des Auftretens von Adipositas zu analysieren.

Die erste Erhebung der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1) fand in den Jahren 2008 bis 2011 als gemischte Studie statt, die sowohl Quer- als auch Längsschnittanalysen ermöglicht. Sie umfasste 8152 Personen im Alter von 18 bis 79 Jahren, von denen 3959 schon an dem Bundesgesundheitsurvey 1998 (BGS98) teilgenommen hatten, so dass Querschnittsanalysen und Trendaussagen im Vergleich zu dem BGS98 und für Probanden im Alter von 25 bis 69 Jahren auch mit der nationalen Gesundheitsstudie von 1990/92 möglich waren.

Die Studienteilnehmer nahmen an einer Befragung teil, die neben der Erhebung demografischer Merkmale der Ermittlung des sozioökonomischen Status diente. Dieser wurde aus Angaben zu schulischer und beruflicher Ausbildung, beruflicher Stellung und dem Haushaltsnettoeinkommen bestimmt. Weiterhin wurden an 7.238 Personen anthropometrische Messungen zur Erfassung von Körpergewicht und Körpergröße durchgeführt. Daraus wurde der Körpermassenindex (BMI) berechnet und die Zuordnung zu Übergewicht ( $\text{BMI} \geq 25 \text{ kg/m}^2$ ), Präadipositas ( $\text{BMI} \geq 25$  bis  $< 30 \text{ kg/m}^2$ ) oder Adipositas ( $\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) nach Kriterien der WHO vorgenommen.

Da sich die Altersstruktur der Bevölkerung seit 1998 stark verändert hat und die Gewichtsentwicklung einen Zusammenhang mit dem Alter aufweist, wurden für die Darstellung der zeitlichen Entwicklung die Daten der BGS98 auf die Altersstruktur 2010 standardisiert.



Die Ergebnisse zeigen eine Beziehung zwischen der Körpergröße und dem Alter: Frauen im Alter von 70–79 Jahren sind etwa 7 cm kleiner als die im Alter von 18–29 Jahren, bei Männern beträgt dieser Unterschied knapp 8 cm. Dies ist auf eine Akzeleration des Wachstums zwischen den Geburtskohorten zurückzuführen, teilweise aber auch auf einen Verlust von Knochenmasse im Alter.

Bei Frauen nimmt das Körpergewicht mit steigendem Alter bis 69 Jahre stetig zu. Bei Männern ist das Körpergewicht der 30 bis 39-Jährigen deutlich höher als bei den 18 bis 29-Jährigen, in den höheren Altersgruppen ist die Differenz geringer, und bei den 70 bis 79-Jährigen ist das Gewicht im Durchschnitt niedriger als bei den 60 bis 69-Jährigen. Auch der mittlere BMI steigt bei beiden Geschlechtern mit dem Alter, wobei eine leicht rechtsschiefe Normalverteilung vorliegt.

Zwischen den Studien BGS98 und DEGS1 haben sich die mittlere Körpergröße und das mittlere Körpergewicht bei Frauen kaum verändert, nur in der Altersgruppe der 70 bis 79-Jährigen hat das Körpergewicht signifikant zugenommen. Männer sind der neueren Studie nach im Vergleich etwas schwerer und größer, der mittlere BMI hat sich bei beiden Geschlechtern jedoch nicht signifikant verändert.

Mehr als 60% der jungen Erwachsenen weisen Normalgewicht auf. Dieser Anteil nimmt mit zunehmender Altersgruppe bei Frauen gleichmäßig ab, während bei Männern ein starker Anstieg des Übergewichts im jungen Erwachsenenalter zu beobachten ist.

Von den 70- bis 79-Jährigen haben lediglich noch etwa ein Sechstel (17,8% der Frauen, 17,4% der Männer) Normalgewicht. Entsprechend nehmen die Prävalenzen von Übergewicht und Adipositas mit zunehmendem Alter zu. Insgesamt sind derzeit unter den 18- bis 79-Jährigen 67,1% der Männer und 53,0% der Frauen übergewichtig. Die Adipositasprävalenz liegt in DEGS1 insgesamt für Männer bei 23,3% und für Frauen bei 23,9%.

Gegenüber älteren Erhebungen zeigt sich eine Annäherung der Prävalenzen für Übergewicht und Adipositas in den alten und neuen Bundesländern. Des Weiteren sind sowohl Frauen als auch Männer mit niedrigem sozioökonomischem Status häufiger von Adipositas betroffen.

Im Verlauf der drei nationalen Untersuchungen zeigt sich bei Frauen keine Veränderung der Übergewichtsprävalenz, bei Männern ergab sich ein signifikant steigender Trend.

Für die Prävalenz von Adipositas ergibt sich bei beiden Geschlechtern eine signifikante Zunahme besonders in den jüngsten Altersgruppen.

*Mensink G.B.M., Schienkiewitz A., Haftenberger M., Lampert T., Ziese T., Scheidt-Nave C.:  
Übergewicht und Adipositas in Deutschland – Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in  
Deutschland (DEGS1). Bundesgesundheitsblatt 2013; 56(5/6), S. 786–794.*

### **Kohlenhydratzufuhr in Deutschland auf der Basis der Einkommens- und Verbrauchsstichproben von 1988, 1993 und 1998**

Kohlenhydrate sind bedeutende Energielieferanten in der Humanernährung, finden in der Ernährungswissenschaft und Ernährungsmedizin außer im Zusammenhang mit Diabetes mellitus, dem metabolischen Syndrom oder koronaren Herz-Kreislauf-erkrankungen aber relativ wenig Beachtung. Als Grundlage für eine Diskussion der potenziellen gesundheitlichen Risiken einer Ernährungsweise mit hohem glykämischen Index liefert diese Untersuchung detaillierte Daten zur Kohlenhydratzufuhr in Deutschland.

Bei der Auswertung wurde geklärt, welchen Anteil einzelne Untergruppen von Kohlenhydraten an der Ernährung haben und durch welche Lebensmittelgruppen sie aufgenommen werden. Auch Veränderungen zwischen 1988 und 1998, Korrelationen in der Zufuhr mit anderen Nährstoffen sowie sozioökonomische Merkmale der Kohlenhydrataufnahme wurden näher untersucht.

Datengrundlage sind die Einkommens- und Verbrauchsstichproben des statistischen Bundesamtes von 1988, 1993 und 1998 mit Stichprobenumfängen von jeweils circa 15.000 Haushalten, die über einen Zeitraum von einem Monat detaillierte Angaben zu ihrer Lebensmittelbeschaffung machten. Daraus wurde der Lebensmittelverzehr der Haushalte und der einzelnen Haushaltsmitglieder mit Hilfe eines ökonometrischen Schätzverfahren statistisch bestimmt und die individuelle Nährstoffzufuhr mit Hilfe des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS, Version II.3) ermittelt. Für die Berechnungen wurden der Verzehr zu Hause und außer Haus unterschiedlich behandelt: Beim Inner-Haus-Verzehr wurden Korrekturfaktoren eingesetzt, um Verluste wie Schwund, Verderb, Abfälle oder Verfütterung an Tiere zu berücksichtigen.

Zwischen 1988 und 1998 ist die Kohlenhydratzufuhr signifikant gestiegen. Dies gilt für beide Geschlechter in allen Bundesländern für alle Kohlenhydratfraktionen außer Laktose. Besonders stark ist die Zunahme des Konsums von Stärke.

Gleichzeitig ist die gesamte Energiezufuhr gestiegen, so dass der relative Beitrag der Kohlenhydrate zur Energiezufuhr nur in den alten Bundesländern nennenswert gestiegen ist. Der Anteil der Kohlenhydrate an der Energiezufuhr ist bei weiblichen Personen höher als bei männlichen und bei jüngeren Personen höher als bei älteren.

Die bedeutendsten Quellen für Kohlenhydrate sind Brot und vergleichbare Backwaren sowie Nahrungsmittel (Teigwaren, Reis, Frühstückscerealien), weiterhin alkoholfreie Getränke und bei weiblichen Personen Schokolade und Süßwaren. Bei der Betrachtung der Untergruppen liefern alkoholfreie Getränke und Obst den Hauptbeitrag zum Verzehr von Fruktose und Monosacchariden. Saccharose wird vor allem durch Schokolade, Süßwaren, süße Backwaren, alkoholfreie Getränke und Haushaltszucker aufgenommen. Für Oligosaccharide bestehen Geschlechtsunterschiede, da Dextrine aus dem Gerstenabbau bei der Bierherstellung ver-

mehrt von Männern konsumiert werden. Weitere Quellen sind Gemüse, Brot und Nahrungsmittel. Polysaccharide werden vor allem aus Nahrungsmitteln, Brot und vergleichbaren Backwaren aufgenommen. Kartoffeln spielen mit 15% in dieser Untergruppe im Gegensatz zu früher nur noch eine untergeordnete Rolle. Weibliche Personen konsumieren verhältnismäßig mehr Fruktose, Mono- und Polysaccharide.

Die Kohlenhydratzufuhr nach Energieadjustierung ist mit der Zufuhr anderer Nährstoffe nur schwach korreliert. Ausnahmen zeigen sich für Laktose und Kalzium ( $r = 0,702$ ) bzw. Riboflavin ( $r = 0,617$ ) durch Konsum von Milchprodukten, für Oligosaccharide und Alkohol ( $r = 0,711$ ), für Polysaccharide und Ballaststoffe ( $r = 0,536$ ) sowie für Gesamtkohlenhydrate und Fett ( $r = -0,712$ ). Für Saccharose ergeben sich ausschließlich negative Korrelationskoeffizienten (außer mit Vitamin C). Im Jahresverlauf spiegeln sich traditionelle Ernährungsmuster wider: Im Spätsommer und Herbst werden vermehrt Obst und Gemüse und damit Monosaccharide konsumiert. Auch kulturelle Einflüsse finden sich zum Beispiel mit verstärkter Energiezufuhr zu bestimmten Festtagszeiten wie Karneval, Ostern oder Weihnachten. Insgesamt zeigt sich, dass die Kohlenhydratzufuhr während der letzten Jahre gestiegen ist, aber noch immer unter den Empfehlungen von einschlägigen wissenschaftlichen Institutionen liegt. In der Regel korreliert der Konsum von Kohlenhydraten negativ mit der Zufuhr an Protein, Fett und Alkohol.

*Gedrich K., Wagner K., Karg G.: Kohlenhydratzufuhr in Deutschland auf der Basis der Einkommens- und Verbrauchsstichproben von 1988, 1993 und 1998. Aktuelle Ernährungsmedizin 2006; 31(1), S. 4–12.*

### **Ernährungsmuster deutscher Jugendlicher – Assoziationen mit der Zufuhr von Nährstoffen und dem Lebensstil**

Durch die Analyse von Ernährungsgewohnheiten deutscher Jugendlicher konnten je nach Geschlecht verschiedene Ernährungsmuster identifiziert werden. Diese unterschieden sich in ihrer Nährstoffzufuhr und Energiedichte. Ein Zusammenhang zwischen dem Ernährungstyp und Übergewicht konnte hingegen nicht festgestellt werden. Ältere Jungen mit einem geringen sozioökonomischen Status zeigten vermehrt ungünstige Ernährungsmuster.

Während der Adoleszenz werden häufig Ernährungsgewohnheiten ausgebildet, die auch im Erwachsenenalter fortbestehen. Sie beeinflussen somit nicht nur die physikalische Entwicklung während des Körperwachstums, sondern haben auch Auswirkungen auf die spätere Gesundheit. Die hohe Prävalenz von Adipositas und anderen Erkrankungen, die mit der Ernährung im Zusammenhang stehen, lässt es notwendig erscheinen, bereits während der Kindheit und im Jugendalter durch Aufklärungsarbeit auf eine ausgewogene Ernährung hinzuarbeiten. Anstatt Empfehlungen zur Zufuhr bestimmter Nährstoffe zu geben, könnte es für die Verbraucher leichter verständlich und umsetzbar sein, wenn ihnen die Vorteile

bestimmter gängiger Ernährungsmuster nahe gebracht werden. Vor diesem Hintergrund sollten übliche Ernährungsmuster von Jugendlichen identifiziert und Zusammenhänge mit der Zufuhr von Energie und Nährstoffen sowie mit sozioökonomischen Faktoren, dem Lebensstil und Übergewicht analysiert werden.

Die vom Robert Koch-Institut initiierte Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS) ist eine populationsbasierte, national repräsentative Querschnittsstudie. In einem zweistufigen Verfahren wurden zwischen Mai 2003 und Mai 2006 insgesamt 17.641 Kinder und Jugendliche im Alter von 0 bis 17 Jahren rekrutiert. Für die Ernährungsanalyse wurde eine Untergruppe von 1.272 Kindern zwischen 12 und 17 Jahren (622 Jungen und 650 Mädchen) ausgewählt. Im Rahmen einer persönlichen Befragung durch geschulte Ernährungswissenschaftler wurden die innerhalb von vier Wochen aufgenommenen Nahrungsmittel und Getränke mit Hilfe eines Computerprogramms zur Untersuchung von Essgewohnheiten analysiert. Dabei wurden typische Mahlzeiten und Nahrungsmittelgruppen herausgefiltert. Außerdem wurden weitere Elemente der Lebensführung wie die Einnahme von Vitaminen oder Mineralstoffe, die Anzahl der zu Hause mit der Familie eingenommenen Mahlzeiten, die Fähigkeit, Mahlzeiten zuzubereiten, Aktivitäten während der Freizeit, Angaben zum sozioökonomischen Status und der BMI erfragt.

Aus 2.280 verschiedenen Nahrungsmitteln und Getränken wurden 48 Nahrungsmittelgruppen gebildet. Daraus wurden nach Geschlechtern getrennt gängige Ernährungsmuster mit Hilfe der Hauptkomponentenanalyse identifiziert. Bei den Jungen gab es drei Ernährungsmuster, die zu 18,1% der Varianz beitrugen, bei den Mädchen waren es zwei mit 13,2% Anteil an der Varianz.

Die Jungen zeigten häufig eine „westliche“ Ernährungsweise, bei der vermehrt Fertiggerichte zum Mitnehmen (Pizza, Döner Kebab, Burger, Pommes frites), Ketchup, Huhn oder anderes Fleisch, Nudeln, alkoholische Getränke und Limonaden, Salzgebäck und Süßwaren konsumiert wurden. Die Energiedichte, der Gehalt an ungesättigten Fettsäuren und Alkohol waren bei dieser Ernährung erhöht, während der Gehalt einiger Mikronährstoffe verringert war, unter ihnen vor allem Beta-Karotin, Vitamin D, Biotin, Calcium und Ballaststoffe. Jungen mit diesen Essgewohnheiten waren älter, weniger körperlich aktiv, hatten eine geringere Schulbildung und ihre Familie hatte einen geringeren sozioökonomischen Status.

Des Weiteren gab es eine „gesunde“ Ernährungsweise mit vielen Früchten, Gemüse, Hülsenfrüchten, Pilzen, Huhn, Reis, pflanzlichen Ölen, Suppe und Getreideprodukten. Sie war mit einer geringeren Energiedichte und weniger Alkoholkonsum assoziiert, außerdem war der Gehalt an Proteinen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren und Mikronährstoffen (außer Vitamin B2, B12 und Calcium) erhöht. Jungen mit entsprechenden Essgewohnheiten lebten häufiger in größeren Städten, waren körperlich aktiver, hatten eine höhere Schulbildung, lebten in Familien mit höherem sozioökonomischen Status und nahmen regelmäßiger Mahlzeiten zusammen mit der Familie ein.

Das dritte häufig angetroffene Ernährungsmuster wurde als „traditionell“ bezeichnet und enthielt vermehrt Fleisch, Kartoffeln, Weißbrot, Margarine, Eier, Käse und Fisch. Es ging mit einer hohen Energiedichte, einem höheren Verzehr von Fett, Alkohol, Vitamin B12 und Vitamin D sowie einer verminderten Aufnahme von Kohlenhydraten, Ballaststoffen, Magnesium und Eisen einher.

Bei den Mädchen ähnelte das „gesunde“ Ernährungsmuster dem der Jungen. Es war außerdem mit dem Verzehr von vegetarischen Gerichten, Eiern, Fisch, Saucen und Wasser korreliert. Das zweite Ernährungsmuster der Mädchen wurde als „westlich und traditionell“ bezeichnet. Hier wurden vermehrt Kartoffeln, Saucen, Fleisch, Weißbrot, Pizza, Pommes frites, Würstchen, Süßwaren, Kuchen und Limonaden verzehrt, der Konsum von Wasser war verringert. Mädchen mit diesen Ernährungsgewohnheiten waren jünger, hatten häufig eine geringere Schulbildung, lebten in Familien mit geringerem sozioökonomischem Status und verbrachten mehr Zeit vor dem Fernseher.

Keine der Ernährungsweisen war mit Übergewicht korreliert. Während die meisten Mädchen dem „gesunden“ Ernährungsmuster folgten, wurde das „westliche“ Ernährungsverhalten bei den Jungen besonders häufig angetroffen. Hier war ein Zusammenhang mit einem niedrigen sozioökonomischen Status zu beobachten.

*Richter A., Heidemann C., Schulze M.B., Roosen J., Thiele S., Mensink G.B.M.:  
Dietary patterns of adolescents in Germany – Associations with nutrient intake and  
other health related lifestyle characteristics. BMC Pediatrics 2012; 12(35).*

## Beziehungen zwischen der Nahrungszusammensetzung und Adipositas

Die Untersuchung der Zusammenhänge zwischen der Nahrungszusammensetzung und dem Körpermassenindex zeigt, dass es sinnvoll ist, für eine Diät zur Gewichtsreduktion fettarme Lebensmittel zu wählen. Eine Empfehlung, den Zuckerkonsum zu reduzieren, erscheint hingegen nicht angebracht.

Die steigende Prävalenz von Adipositas wird häufig mit einer gestörten Energiebilanz begründet: In den letzten Jahrzehnten haben körperliche Aktivitäten und der damit verbundene Energieaufwand abgenommen, während die Aufnahme über die Nahrung konstant geblieben ist. Neuere Untersuchungen deuten jedoch an, dass metabolische Prozesse durch die Nahrungszusammensetzung beeinflusst werden. Einige Studien weisen darauf hin, dass sich Kalorien aus Fetten unabhängig vom Energiegehalt stärker auf die Entwicklung

einer Adipositas auswirken als die aus Kohlenhydraten. Daten aus zwei schottischen Querschnittsstudien wurden hinsichtlich der Effekte von Fetten und Kohlenhydraten unter Betrachtung verschiedener Zuckertypen auf den BMI und das Auftreten von Adipositas analysiert.

Für die „Scottish Heart Health Study“ SHHS wurde zwischen 1984 und 1986 eine geschlechts- und altersstratifizierte Stichprobe von Personen im Alter von 40 bis 59 Jahren aus 22 schottischen Bezirken gewonnen. In der ersten schottischen MONICA-Studie wurden in zwei Bezirken nach identischen Protokollen und durch dieselben Mitarbeiter Menschen im Alter von 25 bis 69 Jahren untersucht. Insgesamt nahmen 5.768 Männer und 5.858 Frauen teil. Sie beantworteten Fragebögen zu soziodemografischen Merkmalen, Lebensgewohnheiten und konsumierten Nahrungsmitteln. Für die statistische Auswertung wurden aus den Fragebögen zur Verzehrhäufigkeit von Lebensmitteln mit Hilfe eines Analyseprogramms Schätzungen für den Konsum von Stärke, Milchzucker (Laktose), intrinsischem (in Lebensmitteln natürlicherweise intrazellulär enthaltener Zucker) und extrinsischem Zucker (extrazellulär oder zugesetzt) sowie Fetten vorgenommen. Deren prozentualer Anteil am Energiegehalt der Nahrung wurde berechnet, Fett/Kohlenhydrat-Quotienten gebildet und diese Quintilen zugeordnet.

Klinische Mitarbeiter maßen Körpergewicht und -größe, woraus der Körpermassenindex (BMI) bestimmt wurde. Frauen mit einem BMI von 25 bis 28,6 wurden als übergewichtig und darüber als adipös klassifiziert, bei Männern galt ein Bereich von 25 bis 30 als übergewichtig und von mehr als 30 als adipös. 8,5% der Probanden wurden aufgrund der Durchführung einer Diät zur Gewichtsreduktion von der Analyse ausgeschlossen.

Die absolute Aufnahme von extrinsischem Zucker und Laktose war bei Männern höher als bei Frauen, die Aufnahme von intrinsischem Zucker dagegen geringer. Der prozentuale Anteil aller Zuckerarten am Energiegehalt der Nahrung lag zwischen 2 und 53% (extrinsischer Zucker 1 bis 50%, intrinsischer Zucker 0,2 bis 17% und Laktose 0 bis 13%). Bei beiden Geschlechtern korrelierte die Aufnahme des gesamten Zuckers und von extrinsischem Zucker mit der Energieaufnahme, intrinsischer Zucker und Laktose zeigten negative Korrelationen. Der Gesamtzuckergehalt und die konsumierte Menge extrinsischen Zuckers waren negativ mit dem BMI korreliert, der Konsum von Laktose und intrinsischem Zucker dagegen positiv, ebenso die Quotienten aus Fett und Zucker sowie Fett und extrinsischem Zucker. Kovarianzanalysen führten zu ähnlichen Ergebnissen. Für Laktose und intrinsischen Zucker ergaben sich bei den verschiedenen Geschlechtern inkonsistente Ergebnisse.

Die Energieaufnahme zeigte keinen Zusammenhang zum Quotienten aus Fett und Stärke, aber signifikante Beziehungen zu einem niedrigen Quotienten aus Fett und extrinsischem Zucker, bei Männern auch zu einer geringen Aufnahme von extrinsischem Zucker.

Die Prävalenzen von Übergewicht und Adipositas sinken bei steigendem Konsum von Kohlenhydraten, höherem Zuckergehalt und größerem Verzehr von extrinsischen Zuckern. Für Stärke, intrinsischen Zucker und Laktose wurde dies nicht beobachtet.

*Bolton-Smith C., Woodward M.: Dietary composition and fat to sugar ratios in relation to obesity. Int J Obes Relat Metab Disord. 1994; 18(12), S. 820–828.*

### **Energiedichte der Nahrung: Welche Rolle spielen Kohlenhydrate?**

Kohlenhydrate und Eiweiße spielen für den Energiegehalt von Lebensmitteln im Gegensatz zum Fettgehalt eher eine untergeordnete Rolle. Da immer wieder festgestellt wurde, dass der Verzehr energiedichterer Lebensmittel zu einer steigenden Energieaufnahme führt, könnte ein höherer Kohlenhydratanteil in der Ernährung der Entstehung von Übergewicht entgegen wirken.

Fett- und Wassergehalt sind wesentliche Faktoren für die Energiedichte der Nahrung. Ein höherer Fettgehalt führt häufig zu größerer Schmackhaftigkeit der Nahrung, gleichzeitig wird eine hohe Energiedichte vom Körper jedoch nur unzureichend durch verringerte Verzehrsmengen kompensiert, so dass Nahrungsmittel mit hohem Energiegehalt zu einer positiven Energiebilanz und der Entstehung von Übergewicht beitragen können. Kohlenhydrate, die in Lebensmitteln oft an einen höheren Wassergehalt gekoppelt sind, tragen im Allgemeinen wenig zur Energiedichte bei. Sie werden nur begrenzt gespeichert und bei vollen Kohlenhydratspeichern bevorzugt verbrannt.

Aufgrund hoher Prävalenzen für Übergewicht und Adipositas werden offizielle Ernährungsziele formuliert, die jedoch immer wieder verfehlt werden. So ist der Fettanteil der Ernährung von 1964 bis 2004 von 36 auf 41 % gestiegen und liegt damit deutlich höher als die empfohlenen 15 bis 30%. Im selben Zeitraum hat der Verzehr von Kohlenhydraten von 50 auf 42 % abgenommen.

Offiziellen Empfehlungen entsprechend soll die Aufnahme von Kohlenhydraten zu mindestens 50 % der Energieaufnahme beitragen und vorzugsweise aus dem Verzehr stärke- und ballaststoffhaltiger Lebensmittel stammen, da diese in der Regel gleichzeitig essentielle Nährstoffe und sekundäre Pflanzenstoffe enthalten. Bei einem Kohlenhydratverzehr, der 38 bis 45 % der Energiezufuhr ausmacht, werden 45 bis 50 % davon von Mono- und Disacchariden geliefert.

Aus epidemiologischen Untersuchungen ist bekannt, dass zwischen Bodymass-Index und Kohlenhydratverzehr eine inverse Beziehung besteht. Kohlenhydrate und Eiweiß werden



proportional zu ihrer Aufnahme oxidiert. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass die Füllung der begrenzten Speicher für Kohlenhydrate einen negativen Einfluss auf die Energieaufnahme hat, so dass für Kohlenhydrate in der Ernährung ein protektiver Effekt auf die Gewichtszunahme postuliert wurde.

Die Energiedichte der festen Nahrung betrug 2004 in der deutschen Bevölkerung 175 kcal/100g für Männer zwischen 25 und 51 Jahren und 143 kcal/100g für Frauen zwischen 51 und 65 Jahren. Die geringere Energiedichte der Nahrung von Frauen wird einem höheren Anteil von Obst, Gemüse und Kartoffeln zugeschrieben.

Die Energiedichte von Lebensmitteln wird vor allem vom Fett- und Wassergehalt beeinflusst und hat einen direkten Einfluss auf die Verzehrmenge. Im Säuglingsalter erfolgt eine Regulation der Nahrungsaufnahme in Anpassung an die Energiedichte der Nahrung, das heißt die Säuglinge passen ihr Trinkvolumen an den Energiegehalt an.

Bei Erwachsenen kamen klinischen Studien zu unterschiedlichen Ergebnissen. Es wurde beobachtet, dass die Energieaufnahme aus fettreichen Zwischenmahlzeiten anschließend nicht durch einen verminderten Verzehr bei weiteren Mahlzeiten ausgeglichen wird, bei kohlenhydratreichen Zwischenmahlzeiten war dies zu 20 bis 30% der Fall. In zwei weiteren Studien wurden Zwischenmahlzeiten unterschiedlicher Zusammensetzung nahezu komplett kompensiert, das heißt die Energieaufnahme stieg dadurch nicht an. Eine weitere Studie untersuchte die Effekte einer unterschiedlichen Nahrungszusammensetzung und verschiedener Energiedichten. In einer ersten Testphase wurde nur das Verhältnis von Fett zu Kohlenhydraten verändert bei gleichbleibender Energiedichte. Dies hatte keinen Einfluss auf die Energiezufuhr. In der nächsten Phase wurde die Energiedichte der Nahrung geändert, was trotz verringerter Verzehrsmengen bei steigender Energiedichte zu einer signifikant steigenden Energiezufuhr führte. In einer dritten Phase wurde neben der Energiedichte auch der Fett- und Kohlenhydratanteil variiert, auch hier kam es mit steigender Energiedichte zu einer signifikant gestiegenen Energiezufuhr.

Insgesamt deutet sich an, dass die Energiedichte der Nahrung einen geringen oder fehlenden Einfluss auf die Verzehrmenge hat und sich somit stark auf die Energieaufnahme auswirkt. Fett hat die Eigenschaft, den Geschmack von Lebensmitteln zu verbessern und die Energiedichte ohne merkliche Volumenzunahme zu erhöhen, so dass bei freier Wahl von Lebensmitteln aus einem großen Angebot der Verzehr von fettreichen und energiedichten Produkten wahrscheinlicher ist. Steht der Ernährung mit hoher Energiedichte keine ausreichende körperliche Aktivität gegenüber, so kann daraus eine positive Energiebilanz mit Zunahme der Körperfettmasse resultieren.

*H. Przyrembel: Energiedichte der Nahrung:  
Welche Rolle spielen Kohlenhydrate? Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin  
Aktuel Ernähr Med 2006; 31, Supplement 1: S28-S36.*

## Reduzierung des Körpergewichts: kein Unterschied zwischen kohlenhydrat- oder fettarmer Diät

In dieser zwölf Monate andauernden Studie zur Gewichtsreduzierung durch Diät wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen einer fettarmen Diät und einer kohlenhydratarmen Diät gefunden. Weder der Genotyp noch die Insulinsekretion standen mit der diätetischen Wirkung auf den Gewichtsverlust im Zusammenhang. Es wurden keine Faktoren gefunden, die für den ein oder anderen Ernährungstypen prädisponieren. Den Ergebnissen nach wirkte sich lediglich die in beiden Gruppen gleichermaßen reduzierte Energieaufnahme, also eine negative Energiebilanz, auf das Körpergewicht aus.

Eine Ernährungsumstellung ist für einen erfolgreichen Gewichtsverlust wichtig, wobei der Zusammensetzung hinsichtlich der Makronährstoffe in vielen Diätvorschriften oft eine besonders hohe Bedeutung beigemessen wird. Frühere Forschungsergebnisse legen nahe, dass genetische Variationen oder eine Insulinresistenz Auswirkungen auf den Erfolg von Diäten haben können. Demnach würden manche Menschen von bestimmten Ernährungsweisen besonders profitieren.

An der randomisierten klinischen Studie nahmen 609 Erwachsene im Alter von 18 bis 50 Jahren mit einem BMI zwischen 28 und 40 teil. Sie wurden ohne Vorgaben zur Kalorienreduktion zwei Gruppen zugeordnet, die entweder fetthaltige (Low-Fat, n = 305) oder kohlenhydratreiche Lebensmittel (Low-Carb, n = 304) reduzierten. Die Teilnehmer erhielten regelmäßige Ernährungs- und Lebensstilberatungen, um die Diätziele (Reduzierung von Fett oder Kohlenhydraten auf gesunde Weise ohne Kalorienrestriktion) zu erreichen.

Die Probanden wurden auf genomische Variationen (die drei Einzelnukleotidpolymorphismen SNP PPARG, ADRB2, FABP2) sowie ihre Insulinsekretion 30 Minuten nach Glukoseadministration (INS-30) hin getestet. Diese Merkmale wurden nach zwölf Monaten mit der Gewichtsreduktion und dem Diättypen korreliert.

481 Teilnehmer (79%) beendeten die Studie. Ernährungsprotokollen zufolge zeigten die Probanden beider Gruppen nach zwölf Monaten gleichermaßen eine Reduktion der täglichen Kalorienaufnahme um circa 500–600 kcal, so dass sich die Energiebilanz in beiden Gruppen nicht signifikant unterschied. Die Gewichtsreduktion betrug 5,3 kg (95% CI 5,9 kg bis 4,7 kg) für die fettarme Diät im Vergleich zu 6,0 kg (95% CI 6,6 kg bis 5,4 kg) für die kohlenhydratarme Diät, es bestanden keine statistisch signifikanten Unterschiede. Mit der fettarmen Diät wurden durchschnittlich 48% Kohlenhydrate, 29% Fett und 21% Protein aufgenommen, bei der kohlenhydratarmen Ernährungsweise waren es durchschnittlich 30% Kohlenhydrate, 45% Fett und 23% Protein.

In beiden Gruppen reduzierten sich in derselben Weise Körpergewicht, Körperfettanteil, Blutdruck, Insulin, Blutzucker, LDL sowie die Prävalenz des metabolischen Syndroms. Die

Low-Fat Diät war effektiver bei der LDL-Reduktion, während die Low-Carb Diät eher eine HDL-Steigerung und Senkung der Triglyzeride bewirkte. Es waren keine signifikanten Interaktionen zwischen dem Gewichtsverlust nach zwölf Monaten und dem Genotypen ( $P = 0,20$ ) oder der Insulinsekretion ( $P = 0,47$ ) zu verzeichnen.

Beide Diäten bewirkten demnach gleichermaßen eine Gewichtsreduktion. Es konnte keine Vorhersage getroffen werden, ob eine spezielle Diät besser für eine bestimmte Personengruppe geeignet wäre. Die Gewichtsreduktion und Verbesserung der Blutfettwerte nach zwölf Monaten kam demzufolge durch die Reduktion der Energieaufnahme zustande.

*Gardner CD, Trepanowski JF, Del Gobbo LC, Hauser ME, Rigdon J, Ioannidis JPA, Desai M, King AC. Effect of Low-Fat vs Low-Carbohydrate Diet on 12-Month Weight Loss in Overweight Adults and the Association with Genotype Pattern or Insulin Secretion: The DIETFITS Randomized Clinical Trial. JAMA. 2018 Feb 20; 319(7):667-679. doi: 10.1001/jama.2018.0245.*

### Die Energiedichte der Ernährung erlaubt 6-Jahres-Prognosen für Veränderungen des Körpergewichts von Frauen

Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass ein Ansteigen des Körpergewichtes bei erwachsenen Frauen durch eine Ernährungsweise mit Lebensmitteln von niedriger Energiedichte gebremst werden kann. Diese Ernährungsweise kann durch den vermehrten Konsum von Obst und Gemüse erreicht werden.

Die Prävalenz von Übergewicht ist sehr hoch: In den USA sind etwa 60% der Erwachsenen davon betroffen. Im Erwachsenenalter steigt das Körpergewicht durchschnittlich um ein halbes bis ein Kilogramm pro Jahr an, was zu ernsthaften Folgeerkrankungen führen kann. Für die Vermeidung einer Gewichtszunahme und die Reduzierung der Energieaufnahme wird der Verzehr von Lebensmitteln mit geringer Energiedichte empfohlen. Verschiedene klinische Studien zeigten, dass insgesamt mehr Kalorien aufgenommen wurden, wenn die Nahrung eine höhere Energiedichte aufwies. Durch eine moderate Reduzierung der Energiedichte der Ernährung wurde langfristig ein Gewichtsverlust erzielt, und eine geringere Energiedichte der Ernährung war mit einem niedrigeren Körpergewicht assoziiert.

In dieser longitudinalen Studie sollte untersucht werden, ob die Energiedichte der Ernährung ein Prognosefaktor für Veränderungen des Körpergewichtes darstellt, ob sie mit der Gesamtenergieaufnahme korreliert und ob eine Ernährung mit niedrigerer Energiedichte qualitativ hochwertiger in Bezug auf den Verzehr von Obst, Gemüse und Vollkornprodukten ist.

An der Langzeitstudie nahmen 192 Frauen aus Pennsylvania (USA) teil. Über sechs Jahre hinweg wurden viermal im Abstand von zwei Jahren Daten erhoben. Diese umfassten familiäre

Charakteristika und jeweils drei semiquantitative 24-Stunden-Ernährungsprotokolle sowie Größe und Gewicht der Probandinnen. Aus den Ernährungsprotokollen wurden die verzehrten

Nahrungsmittel Gruppen und Untergruppen zugeordnet und die Energiedichte für jede Teilnehmerin zu den vier Untersuchungszeitpunkten bestimmt. Durch statistische Analysen wurde der Effekt der Energiedichte der Nahrung auf BMI und Körpergewicht untersucht. Die Energieaufnahme durch Getränke unterschied sich zwischen den Gruppen nicht und wurde bei der Analyse nicht berücksichtigt. Querschnittsanalysen dienten der Erfassung von Unterschieden der Ernährungsweisen bei unterschiedlicher Energiedichte.

88% der Frauen verblieben bis zum Ende in der Studie. Sie waren durchschnittlich  $35,7 \pm 4,7$  Jahre alt. Ihr Ausbildungsgrad war zumeist hoch und die Familieneinkommen gleichmäßig verteilt. Die Stichprobe war zu Studienbeginn moderat übergewichtig (durchschnittlicher BMI  $27 \pm 6,2$ ): 105 (57%) der 183 Teilnehmerinnen hatten einen BMI von 25 oder größer.

Innerhalb der sechs Untersuchungsjahre nahm das Körpergewicht der Probandinnen im Mittel um  $3,73 \pm 7,8$  kg signifikant zu, während die Energiedichte der Ernährung unverändert blieb. Vorhersagemodelle zeigten sowohl signifikante Zeiteffekte ( $p < 0,001$ ) als auch Wirkungen unterschiedlicher Energiedichten der Ernährung: Das Körpergewicht von Frauen, die Nahrung mit höherer Energiedichte zu sich nahmen, war zu allen Studienpunkten höher. Auch war die Veränderung des Körpergewichtes mit der Energiedichte der Nahrung assoziiert ( $p < 0,01$ ). Frauen, die energiereichere Lebensmittel ( $> 1,85$  kcal/g) zu sich nahmen, nahmen über die sechs Jahre durchschnittlich  $6,4 \pm 6,5$  kg zu, während diejenigen mit einer Ernährung von niedriger Energiedichte ( $\leq 1,5$  kcal/g) nur  $2,5 \pm 6,8$  kg zunahm. Bei mittlerer Energiedichte betrug der Gewichtszuwachs  $4,8 \pm 9,2$  kg/6 Jahre. Ähnliche Ergebnisse spiegelten sich bei der Betrachtung des BMI statt des Körpergewichtes wider. Der BMI war mit der Zeit ( $p < 0,001$ ) und der Energiedichte der Nahrung ( $p < 0,05$ ) positiv assoziiert. Bei einer Diät mit hoher Energiedichte stieg der BMI um 2,5 Einheiten pro sechs Jahre im Gegensatz zu 0,9 Einheiten pro sechs Jahre bei einer Ernährung mit niedriger Energiedichte ( $p < 0,01$ ).

Querschnittsanalysen mit einer Kategorisierung der Probandinnen nach der Energiedichte ihrer Ernährung zeigten, dass bei einer Diät mit niedriger Energie größere Nahrungsmittelmengen bei weniger Energieeintrag (etwa 225 kcal/Tag weniger) aufgenommen wurden ( $p < 0,01$ ). Die Energiedichte der Nahrung war mit aus Fetten aufgenommener Energie positiv assoziiert und zeigte negative Zusammenhänge mit der aufgenommenen Energie aus Kohlenhydraten und dem Ballaststoffgehalt der Nahrung. Für Proteine wurden keine Unterschiede beobachtet. Eine Ernährungsweise mit geringer Energiedichte bestand zu einem größeren Anteil aus Obst und Gemüse. Bei einer Diät mit hoher Energiedichte wurden vermehrt (Weißmehl-) Getreideprodukte, Fleisch und Fette verzehrt. Frauen aus dieser Gruppe nahmen auch mehr Mahlzeiten vor dem Fernseher und weniger Abendessen am Familientisch ein.

Savage J.S., Marini M., Birch L.L.:  
*Dietary energy density predicts women's weight change over 6 y.*  
*Am J Clin Nutr.* 2008; 88(3), S. 677–684.

### **Die CARMEN-Studie: Eine randomisierte kontrollierte Studie zu den Auswirkungen eines veränderten Kohlenhydrat/Fett-Verhältnisses mit einfachen oder komplexen Kohlenhydraten auf das Körpergewicht und die Blutfettwerte**

Durch eine fettreduzierte Ernährungsweise mit einem hohen Gehalt an Kohlenhydraten wurde in dieser Untersuchung an moderat übergewichtigen Erwachsenen ein Gewichtsverlust erreicht. Nach sechs Monaten war das Körpergewicht von Studienteilnehmern mit einer fettreduzierten Diät bei hoher Zufuhr an komplexen Kohlenhydraten um durchschnittlich 2,6 kg reduziert, bei einer Ernährungsweise mit wenig Fett und einem hohen Anteil an einfachen Kohlenhydraten um 1,7 kg im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Ein wesentlicher Teil der erwachsenen Bevölkerung ist von Übergewicht betroffen, was erhöhte Morbiditätsraten und erhebliche Kosten für das öffentliche Gesundheitssystem mit sich bringt, die in vielen Staaten etwa 4 bis 7% der Gesamtausgaben betragen.

Verschiedene klinische Studien geben Hinweise darauf, dass sich Ernährungsweisen mit geringer Fettzufuhr günstig auf das Lipidprofil auswirken. In der multizentrischen, randomisierten, europäischen CARMEN-Studie (Carbohydrate Ratio Management in European National Diets) wurden die Effekte einer fettreduzierten Ernährung, die reich an einfachen oder komplexen Kohlenhydraten war, auf Körpergewicht und Blutfettwerte untersucht.

Die Studie umfasste fünf europäische Zentren mit jeweils 80 Probanden (40 w / 40 m) ohne relevante Vorerkrankungen im Alter von 20 bis 55 Jahren mit einem BMI zwischen 26 und 35. Die Teilnehmer wurden vier Gruppen zugeteilt: einer Gruppe ohne Intervention mit gewohnter Ernährungsweise (n = 99) und drei Interventionsgruppen (n = 299). Die Interventionsgruppen umfassten eine Kontrollgruppe, deren Ernährung unverändert war, sowie zwei Gruppen mit fettreduzierter Ernährung, von denen eine bevorzugt komplexe (Polysaccharide) und die andere einfache Kohlenhydrate (Mono- und Disaccharide) zu sich nahm. Um die Ernährung zu steuern, wurde in jedem Studienzentrum ein kleiner Laden eröffnet, in dem die Probanden entsprechende Lebensmittel zur freien Auswahl hatten. Über den Barcode wurde sicher gestellt, dass Lebensmittel für die jeweilige Ernährungsweise (unverändert / fettreduziert mit einfachen Kohlenhydraten / fettreduziert mit komplexen Kohlenhydraten) ausgewählt wurden. Darüber wurde auch kontrolliert, dass die eingekaufte Menge den täglichen Energiebedarf zu 75 bis 125% deckte. Da frische Produkte wie Brot, Fleisch oder Obst und Gemüse hier nicht angeboten wurden, konnten die Studienteilnehmer den zusätzlichen Bedarf in einem Super-

markt decken. Bei Abwesenheit von mehr als zwei Wochen wurden die Probanden von der Studie ausgeschlossen.

Nach einer fünfwöchigen Eingewöhnungsphase erfolgte die Gruppeneinteilung, und die Studienphase von sechs Monaten begann. Die Gesamtnahrungsaufnahme wurde zu Anfang, nach der Eingewöhnungsphase und nach ein, zwei, vier und sechs Monaten der Intervention durch 3- oder 7-Tages-Ernährungsprotokolle bestimmt. Daraus wurde der Gehalt an Makro-nährstoffen berechnet. Nach null, zwei, vier und sechs Monaten Intervention wurden Körpergewicht und Zusammensetzung sowie Blutfettwerte (Cholesterin, HDL-Cholesterin und Triglyzeride), Insulin- und Leptinkonzentrationen bestimmt.

Für die Varianzanalysen wurden die Daten teilweise transformiert, um Normalverteilungen sicherzustellen. Insgesamt 316 Personen verblieben bis zum Ende in der Studie.

Beide Interventionsgruppen mit fettreduzierter Ernährung senkten die Energieaufnahme aus Fetten signifikant: um 10,2% in der Gruppe mit einfachen Kohlenhydraten und um 7,9% in der Gruppe mit komplexen Kohlenhydraten. Die aus Proteinen und Kohlenhydraten aufgenommene Energie stieg in beiden Gruppen mit fettreduzierter Ernährung an, und die Energiedichte der Nahrung sank signifikant. Die gesamte Energiezufuhr war bei der fettreduzierten Diät mit komplexen Kohlenhydraten gegenüber den beiden anderen Interventionsgruppen reduziert.

Zu Studienbeginn wurden keine Unterschiede des Körpergewichts und der Körperzusammensetzung zwischen den Studiengruppen beobachtet. Im Verlauf der Studie blieben Körpergewicht und Körperfettmasse bei den Teilnehmern der Kontrollgruppen unverändert, während sie bei den Probanden mit fettreduzierter Nahrung sanken. Nach etwa vier Monaten Intervention veränderte sich das Körpergewicht nur noch wenig. Das Körpergewicht war nach sechs Monaten bei fettreduzierter Ernährung mit komplexen Kohlenhydraten um durchschnittlich 2,6 kg (Körperfettmasse -2,4 kg) und bei fettreduzierter Ernährung mit einfachen Kohlenhydraten um 1,7 kg (Körperfettmasse -1,9 kg) niedriger als zu Beginn. Veränderungen der Blutfettwerte sowie Insulin- und Leptinspiegel wurden nicht beobachtet.

*Saris W.H., Astrup A., Prentice A.M., Zunft H.J., Formiguera X., Verboeket-van de Venne W.P., Raben A., Poppitt S.D., Seppelt B., Johnston S., Vasilaras T.H., Keogh G.F.: Randomized controlled trial of changes in dietary carbohydrate/fat ratio and simple vs complex carbohydrates on body weight and blood lipids: the CARMEN study. The Carbohydrate Ratio Management in European National diets. Int J Obes Relat Metab Disord. 2000; 24(10), S. 1310–1318.*

### Untersuchung der Wirksamkeit einer „genussbetonten“ Diät zur Gewichtsreduktion

Ein Diätkonzept mit einem vielseitigen Ernährungsplan und dem Einbezug von genussreichen Lebensmitteln und einer convenienten Zubereitung mit anschließender Gewichtsstabilisierungsphase führte bei Probanden der Interventionsgruppe zu einer signifikanten Gewichtsabnahme und einer Verbesserung der Lebensqualität. Auf welche einzelnen Faktoren diese positiven Veränderungen maßgeblich zurückzuführen sind, ist unklar.

In einer monozentrischen, randomisierten, kontrollierten Studie wurde ein genussbetontes 2-Phasen-Diätkonzept über acht Wochen untersucht, bei der jede Phase vier Wochen andauerte. Die erste Phase umfasste einen abwechslungsreichen Ernährungsplan, der Wert auf den Einbezug genussreicher Lebensmittel und eine schnelle und einfache Zubereitung legte. Die Teilnehmer erhielten in dieser Phase Informationen mit Essenslisten und Einkaufsplänen. Der Ernährungsplan sah pro Tag 1.246 kcal vor, davon stammten 24 Energieprozent aus Fett, 57 Energieprozent aus Kohlenhydraten, davon 16 Energieprozent aus Disacchariden, und 19 Energieprozent aus Proteinen. Die zweite Phase diente der Gewichtserhaltung. Die Probanden erhielten hierfür Anleitungen zum Beispiel zu sportlicher Betätigung, wie sie Fett einsparen können oder flexiblem Kontrollverhalten.

In der Interventionsgruppe (n= 69; 51 weibliche Teilnehmer) wurde zu Beginn (T0), dann jede Woche und am Ende der Untersuchung (T2) die Gewichtsentwicklung gemessen. Zudem wurde die momentane Befindlichkeit mit Hilfe eines spezifischen Fragebogens zu T0 und Ende von Phase 1 (T1) erfasst. In der Kontrollgruppe (n = 92; 68 weibliche Teilnehmer) wurde die Gewichtsentwicklung sowie die momentane Befindlichkeit zu T0 und zu T2 gemessen. Beide Gruppen unterschieden sich im Baseline hinsichtlich BMI und Befindlichkeit nicht. In der Interventionsgruppe beendeten 81% (n = 56) Phase 1. Die Probanden wiesen eine Gewichtsreduktion von 4,4 kg ( $\pm 1,9$  kg) auf. Die Teilnehmer, die darüber hinaus Phase 2 beendeten (72%, n = 50), senkten ihr Gewicht um weitere 0,8 kg ( $\pm 1,3$  kg). In der Kontrollgruppe beendeten 70% (n = 64) die Studie. Sie nahmen im Durchschnitt 0,1 kg ( $\pm 1,8$  kg) ab. Zu T2 zeigte sich in der Interventionsgruppe in einigen Befindlichkeitsaspekten eine signifikant positivere Entwicklung im Vergleich zur Kontrollgruppe.

In der Interventionsgruppe wurde sechs Monate nach Ende der Diät (T3) bei 46 Teilnehmern eine Nachuntersuchung durchgeführt. Bei den Probanden, die auch zu T3 noch weniger wogen als zu Beginn der Studie (T0) (n = 42; Gewichtsabnahme 5,2 kg ( $\pm 3,2$  kg)), zeigten deutlich bessere Werte in ihrer kognitiven und flexiblen Kontrolle sowie der Störbarkeit und den spontanen Hungergefühlen im Vergleich zu Teilnehmern, die gegenüber dem Baseline an Gewicht zunahmen (n = 4; Zunahme um 5,9 kg ( $\pm 6,2$  kg) gegenüber dem Ausgangsgewicht). Des Weiteren zeigte sich in der Interventionsgruppe durch das Diätkonzept eine Verbesserung der Lebensqualität. Nicht abzuleiten ist, welche einzelnen Faktoren („Einbezug von Genuss-



lebensmitteln“, „einfache und zeitsparende Zubereitung“, „hoher Kohlenhydratanteil“ oder „separate Gewichtserhaltungsphase“) diese Verbesserung maßgeblich bedingten.

*Borchardt A., Ellrott T., Wolf K., Pudel V.: Genussbetonte „Diät“, Befindlichkeit und Gewichtsreduktion. Aktuelle Ernährungsmedizin 2002; 27, S. 325–326.*

*Ellrott T., Borchardt A., Wolf K., Pudel V.: Eine genussbetonte Diät führt innerhalb 8 Wochen zur Verbesserung der Lebensqualität. Proceedings of the German Nutrition Society 2004; 6, S. 61.*

*Ellrott T., Borchardt A., Wolf K., Pudel V.: Gewichtsstabilisierung nach 8-wöchiger genussbetonter Diät zur Selbstdurchführung – Charakterisierung der erfolgreichen Teilnehmer. Aktuelle Ernährungsmedizin 2003; 28, S. 317–318.*

## Flüssige Kalorien, Zucker und Körpergewicht

Der Konsum von zuckerhaltigen Getränken wird in der Fachliteratur häufig mit einer Zunahme des Körpergewichts assoziiert. Die genaue Betrachtung der Studienergebnisse in dieser Übersichtsarbeit zeigt jedoch, dass die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen oft inkonsistent sind und dass ihr Design für die Benennung der Süßgetränke als Ursache für Übergewicht oder Adipositas zum Teil ungeeignet ist. Ebenso weist die Studie darauf hin, dass die Annahme, Kalorien aus Flüssigkeiten würden vom Körper schlechter wahrgenommen, nicht generell zutreffend ist.

Zuckerhaltigen Getränken wird nachgesagt, dass sie ein geringeres Sättigungsgefühl verursachen und gleichzeitig durch ihren hohen Zucker- und Kaloriengehalt zur Entwicklung von Adipositas beitragen. Studien, die einen etwaigen Zusammenhang zwischen dem Verzehr zuckerhaltiger Getränke und der Prävalenz von Adipositas untersuchten, haben zum Teil positive Korrelationen gezeigt. Dabei muss aber beachtet werden, dass Querschnittstudien nicht in der Lage sind, Ursachen aufzuzeigen. Zudem können gleichzeitig stattfindende Prozesse durch eine Vielzahl von Kofaktoren beeinflusst werden.

Analysen aus den USA ergaben, dass zuckerhaltige Getränke bei Erwachsenen die Hauptquelle für Zucker sind. Adipöse Kinder und Jugendliche nahmen neben mehr zuckerhaltigen Getränken größere Mengen anderer Lebensmittelgruppen zu sich als normalgewichtige. Auch bei Erwachsenen wurde festgestellt, dass Übergewicht mit einem höheren Verzehr zuckerhaltiger Getränke einherging. Übergewicht ist allerdings auch mit einem häufigeren Verzehr von großen Portionen, Essen vor dem Fernseher und geringer körperlicher Aktivität assoziiert. Weitere Zusammenhänge bestehen mit einem geringen soziökonomischen Status. Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass es schwierig ist, eine bestimmte Lebensmittelgruppe für die Entstehung von Übergewicht verantwortlich zu machen. Prospektive Longitudinal-

studien liegen lediglich in begrenztem Umfang vor und zeigen nur zum Teil Zusammenhänge zwischen dem Körpergewicht und dem Konsum zuckerhaltiger Getränken.

Experimentelle Studien mit normalgewichtigen Erwachsenen, die zusätzlich zu ihrer normalen Ernährung bestimmte Mengen an zuckerhaltigen oder kalorienfreien Getränken zu sich nahmen, zeigten, dass die Energie, die mit zuckerhaltigen Getränken aufgenommen wurde, nur zum Teil bei der übrigen Ernährung kompensiert wurde, so dass diese Personen durch das unveränderte Ernährungsverhalten an Gewicht zunahmten. Dies führte zu der Annahme, dass Kalorien aus Flüssigkeiten zu einem geringeren Sättigungsgefühl führen. Dieser Effekt wurde sowohl für kalorienhaltige Getränke wie auch für energiedichte Nahrungsmittel beschrieben.

Der Theorie einer geringeren Sättigung durch Kalorien aus Flüssigkeiten widerspricht jedoch der erfolgreiche Einsatz von flüssigen Ersatzmahlzeiten für Diäten (zum Beispiel Slim fast), die in ihrem Zuckergehalt mit üblichen zuckerhaltigen Getränken vergleichbar sind. Diese Formuladiätmahlzeiten waren konventionellen Diäten mit gleichem Energiegehalt zum Teil überlegen, und die Probanden berichteten eher über ein besseres Sättigungsgefühl als bei Diäten mit einem hohen Anteil an Gemüse und Obst. Die Einhaltung der Diätvorschriften war mit Formula-Diäten besser, und ihre Bequemlichkeit wurde von den Probanden positiv beurteilt. Der Hauptunterschied zwischen zuckerhaltigen Getränken und den flüssigen Diätmahlzeiten besteht darin, dass letztere als Mahlzeitenersatz eingenommen werden.

Der Verzehr von zuckerhaltigen Getränken scheint demnach nicht per se zu einer Gewichtszunahme zu führen. Durch mangelnde Kompensation der zusätzlich aufgenommenen Energie durch eine Reduktion der festen Nahrung oder durch Bewegung, kann es zu einer positiven Energiebilanz und Gewichtszunahme kommen. Ersetzen zuckerhaltige Getränke (zum Beispiel Formuladiätprodukte) eine Mahlzeit, wird Energie eingespart, was wiederum zur Gewichtsreduktion führt. Insgesamt gesehen ist die epidemiologische Evidenz für einen Zusammenhang zwischen Adipositas und dem Konsum bestimmter Getränke gering.

*Drewnowski A., Bellisle F.: Liquid calories, sugar, and body weight.  
Am J Clin Nutr 2007;85:651–661.*

### **Langfristige Beziehungen zwischen dem Getränkekonsum und dem Körpergewicht bei deutschen Jugendlichen – Ergebnisse der DONALD-Studie**

Mit Hilfe der DONALD-Studie sollte die Frage geklärt werden, ob energiehaltige Getränke zur Entstehung von Übergewicht und Adipositas beitragen. Die Studienergebnisse zeigen keinen Zusammenhang zwischen dem Gewichtsstatus von Jugendlichen im Alter zwischen

neun und 18 Jahren und dem Konsum von zuckergesüßten Erfrischungsgetränken. Eine signifikant positive Korrelation zwischen dem Anstieg des Körpergewichts (BMI-SDS) und dem Anstieg des Getränkekonsums konnte bei Mädchen festgestellt werden, allerdings nur, wenn der Konsum energiereicher Getränke insgesamt zugrunde gelegt wurde. Den Ergebnissen nach wirkte sich eher der Genuss von Fruchtsäften auf das Körpergewicht aus. Die Autoren der Studie kommen zu dem Schluss, dass die durch Getränke aufgenommene Energie möglicherweise nicht vollständig durch eine geringere Zufuhr fester Nahrung kompensiert wird.

In Deutschland sind etwa 15 % der Kinder zwischen drei und 17 Jahren übergewichtig und 6 % adipös. Da die Behandlung von Adipositas schwierig und ineffizient ist, wird der Schwerpunkt eher auf die Prävention dieser Erkrankung gelegt. Aus den USA wurde mehrfach berichtet, dass der Genuss zuckerhaltiger Getränke zu einem steigenden Körpergewicht beitragen kann. Die Voraussetzungen in Deutschland sind andere als in den USA, zum Beispiel sind Softgetränke hierzulande in der Regel mit Saccharose gesüßt, während in den USA fruktosehaltiger Maissirup verwendet wird. Aus diesem Grund wurden im Rahmen der DONALD-Studie (Dortmund Nutritional and Longitudinally Designed Study) Beziehungen zwischen dem Getränkeverhalten und dem Körpergewicht bei deutschen Jugendlichen untersucht.

Seit 1985 werden für die beobachtende DONALD-Studie des Dortmunder Forschungsinstituts für Kinderernährung (FKE) Informationen zu Ernährung, Entwicklung, Metabolismus und Gesundheitsstatus von Kindern und Jugendlichen gesammelt. Jedes Jahr werden 40 bis 50 Kinder neu in die Studie aufgenommen. Von den Probanden wurde ein Drei-Tages-Ernährungsprotokoll (gewogene oder semiquantitative Angaben) geführt, es wurden Körpergewicht und -größe für die Berechnung des BMI ermittelt sowie Körperfaltenmessungen zur Bestimmung des Körperfettgehaltes durchgeführt. Aus den Ernährungsprotokollen wurden Nährstoff- und Energieeinträge berechnet. Für die Analyse wurden vier Getränkegruppen definiert: Softgetränke (mit Zucker gesüßte Getränke wie Limonaden, Eistee, Fruchtsaftgetränke, Sport- oder Energy-Getränke), Diätgetränke (mit niedrigem Kaloriengehalt), Fruchtsäfte (100 % Fruchtsaftgehalt) und energiereiche Getränke (Softgetränke und Fruchtsäfte zusammen betrachtet). Da der Konsum von Softgetränken ab dem Alter von neun Jahren deutlich ansteigt, wurden von 1.170 Personen, die seit 1985 teilgenommen hatten, 309 näher betrachtet, die bei der letzten Auswertung 14 bis 18 Jahre alt waren. Bei 277 Teilnehmern lagen zumindest vier von sechs möglichen Ernährungsprotokollen der letzten fünf Jahre vor, so dass die Auswertung Kinder im Alter von 9 bis 18 Jahren umfasste.

Für die statistische Analyse wurde der Energiegehalt, der von einer bestimmten Getränkegruppe stammte, zum BMI oder dem alters- und geschlechtsspezifischen „Standard Deviation Score“, BMI-SDS, in Beziehung gesetzt. Der BMI-SDS verdeutlicht, inwiefern der individuelle BMI vom durchschnittlichen alters- und geschlechtsabhängigen BMI abweicht.

Zwischen BMI oder BMI-SDS wurden keine geschlechtsspezifischen Unterschiede beobachtet. Mit dem Alter nahm der BMI bei Jungen und Mädchen zu, der BMI-SDS stieg nur bei Mädchen mit dem Alter an. Innerhalb der fünf Beobachtungsjahre hatten Softgetränke einen Anteil von 23,8% des gesamten Getränkekonsums bei Jungen und 20,6% bei Mädchen. Der Anteil von Fruchtsäften lag bei 14,9% (Jungen) bzw. 16,4% (Mädchen). Diätgetränke wurden nur in geringem Umfang konsumiert und bei der Analyse deshalb nicht weiter berücksichtigt. Insgesamt konsumierten Jungen mehr energiehaltige Getränke als Mädchen, allerdings war der relative Anteil dieser Getränke an der gesamten Energieaufnahme vergleichbar. Während der Studiendauer nahm bei Jungen der Konsum von energiehaltigen Getränken insgesamt zu, während Mädchen vermehrt Fruchtsäfte zu sich nahmen.

Bei Jungen waren weder zu Beginn noch im Verlauf der Studie Zusammenhänge zwischen dem Konsum von energiehaltigen Getränken und dem BMI-SDS oder dem Körperfettgehalt zu beobachten. Auch eine Veränderung des Trinkverhaltens wirkte sich nicht auf den BMI-SDS oder den Körperfettgehalt aus. Lediglich bei einem höheren Konsum von Fruchtsäften zu Beginn der Studie lag ein höherer BMI-SDS vor.

Auch bei den Mädchen zeigten sich keine Beziehungen zwischen dem Konsum von energiehaltigen Getränken zum Erhebungsbeginn und dem BMI-SDS oder dem Körperfettgehalt zu Beginn oder während der Studie. Die Veränderung der Trinkgewohnheiten zog bei vermehrtem Genuss energiehaltiger Getränke einen Anstieg des BMI-SDS von 0,07 SDS/MJ ( $p = 0,01$ ) nach sich, jedoch nicht des Körperfettgehaltes. Dieser Anstieg war vor allem Fruchtsäften zuzuschreiben (BMI-SDS + 0,096 SDS/MJ,  $p = 0,01$ ; für Softgetränke BMI-SDS + 0,055 SDS/MJ,  $p = 0,08$ ). Fehlende negative Korrelationen zwischen der aufgenommenen Energie aus Getränken und fester Nahrung deuten an, dass die Energieaufnahme durch Getränke nicht vollständig durch eine geringere Kalorienzufuhr mit der festen Nahrung kompensiert wurde.

*Libuda L., Alexy U., Sichert-Hellert W., Stehle P., Karaolis-Danckert N., Buyken A.E., Kersting M.:  
Pattern of beverage consumption and longterm association with  
body-weight status in German adolescents – results from the DONALD study.  
Br J Nutr. 2008; 99(6), S. 1370–1379.*

### **Die Vielfalt des humanen Darm-Mikrobioms korreliert mit metabolischen Parametern**

Der moderne Lebensstil mit Bewegungsmangel und energiedichten Mahlzeiten, zusammen mit ungünstigen genetischen Faktoren oder Umweltparametern stellen die Gesundheitssysteme zunehmend vor das Problem eines Anstiegs von Adipositas in epidemischen Ausmaßen. Manche Menschen scheinen jedoch empfänglicher für Gewichtszunahmen zu sein als andere. Untersuchungen der Darmflora lieferten Hinweise darauf, dass sich schlanke

**und übergewichtige Menschen in ihrer Besiedlung des Darms durch bestimmte Bakterien-spezies unterscheiden.**

Aus Stuhlproben von 292 nicht-diabetischen Freiwilligen wurde mikrobielle DNA extrahiert und sequenziert. Blutproben wurden für die Quantifizierung metabolischer Parameter zum Zucker-, Fett- und allgemeinen Stoffwechsel sowie einzelner Marker für Entzündungen entnommen. Körpergröße, -gewicht und -fettanteil der Probanden wurden gemessen, woraus sich eine Verteilung von 33% normal-, 9% übergewichtigen und 58% adipösen Studienteilnehmern ergab.

Der Vergleich der Anzahl der gefundenen mikrobiellen Gene ergab eine deutlich zweigipfelige Verteilung. Personen mit weniger als 480.000 detektierten mikrobiellen Genen wurden der LGC-Gruppe (low gen count) und Personen mit mehr als 480.000 der HGC-Gruppe (high gen count) zugeordnet.

46 Bakteriengattungen wurden mit unterschiedlicher Häufigkeit in diesen Gruppen gefunden, wobei die Vielfalt in der HGC-Gruppe deutlich größer war. Personen der LGC-Gruppe zeigten vermehrt eine Besiedelung mit Spezies der Gattungen *Bacteroides*, *Parabacteroides*, *Ruminococcus*, *Campylobacter*, *Dialister*, *Porphyromonas*, *Staphylococcus* und *Anaerostipes*, während in der HGC-Gruppe 36 Arten, darunter *Faecalibacterium*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Butyrivibrio*, *Alistipes*, *Akkermansia*, *Coprococcus* und *Methanobrevibacter* häufiger auftraten. Die große Mehrzahl der DNA-Sequenzen, die bekannten Arten zugeordnet werden konnten, gehörte zu neun Arten, von denen fünf in der LGC- und vier in der HGC-Gruppe gehäuft vorkamen. Grenzwertoptimierungsanalysen ergaben, dass beide Gruppen durch nur vier Spezies voneinander unterschieden werden konnten (Area under the curve (AUC): 0,98).

In der LGC-Gruppe befanden sich 23% der Studienteilnehmer. In dieser Gruppe fanden sich signifikant mehr Personen mit einem höheren Gewicht und Körperfettanteil als in der HGC-Gruppe. Erhöhte Serumspiegel für Leptin (wirkt entzündungsfördernd), geringer Titer von Adiponektin (wirkt entzündungshemmend), Hyperinsulinämie, Insulinresistenz, vermehrte Triglyzeride und freie Fettsäuren, geringeres HDL-Cholesterin sowie das Auftreten von Entzündungsparametern deuten auf einen gestörten Stoffwechsel bei Individuen aus der LGC-Gruppe hin, was ein höheres Risiko für Prädiabetes, Typ-2-Diabetes und kardiovaskuläre Erkrankungen mit sich bringt. Die in der Darmflora der LGC-Gruppe gehäuft auftretenden Bakterien (vor allem *Bacteroides* und *Ruminococcus gnavus*) besitzen eine größere Fähigkeit zur Produktion proinflammatorischer Metabolite, die sich möglicherweise systemisch auf den Stoffwechsel auswirken und zu diesen Veränderungen beitragen.

Probanden aus der LGC-Gruppe hatten in den vergangenen neun Jahren durchschnittlich stärker an Gewicht zugenommen als die der HGC-Gruppe. Acht Bakterien-spezies waren mit dem BMI der Teilnehmer assoziiert, sie fanden sich alle vermehrt bei den Personen der

HGC-Gruppe. Die Unterscheidung von schlanken und korpulenten Probanden war durch die Betrachtung von neun Arten möglich (AUC 0,78).

*Le Chatelier E., Nielsen T., Qin J., Prifti E., Hildebrand F., Falony G., Almeida M., Arumugam M., Batto J.M., Kennedy S., Leonard P., Li J., Burgdorf K., Grarup N., Jørgensen T., Brandslund I., Nielsen H.B., Juncker A.S., Bertalan M., Levenez F., Pons N., Rasmussen S., Sunagawa S, Tap J, Tims S, Zoetendal EG, Brunak S, Clément K, Doré J, Kleerebezem M, Kristiansen K., Renault P., Sicheritz-Ponten T., de Vos W.M., Zucker J.D., Raes J., Hansen T. MetaHIT consortium, Bork P., Wang J., Ehrlich S.D., Pedersen O.: Richness of human gut microbiome correlates with metabolic markers. Nature 2013 Aug 29; 500(7464):541-6. doi: 10.1038/nature12506.*

### **Komplexe Interaktionen der Ursachen und Wirkungen von Übergewicht und Adipositas**

Wirksame Präventionsmaßnahmen für Übergewicht und Adipositas müssen die Komplexität der Ursachen und Wirkungen sowie deren Interaktionen berücksichtigen. Die Entwicklung eines Modells mit visueller Darstellung der Wirkungsketten zeigt anschaulich, wie neben den beiden direkt wirkenden Ursachen „Energiebilanz“ und „biologische Faktoren“ zahlreiche weitere Faktoren an der Entstehung der Erkrankung beteiligt sind.

Zwischen März 2006 und Februar 2009 wurden anhand geeigneter Suchbegriffe Ergebnisse aus mehr als 460 wissenschaftlichen Literaturquellen extrahiert und in ein qualitatives Ursache-Wirkungsmodell überführt. Zum selben Themenkreis gehörende Faktoren wurden dabei ihrer Relevanz entsprechend teilweise gruppiert.

Es zeigte sich, dass eine Vielzahl von Faktoren an der Entstehung von Übergewicht und Adipositas beteiligt sind, auf direktem Weg bewirken dies jedoch nur die Energiebilanz und biologische Voraussetzungen (unter anderem Gene, Alter, Geschlecht, Hormone). Alle anderen Ursachen wirken fast ausschließlich auf die Energiebilanz und somit indirekt auf die Prävalenz von Übergewicht und Adipositas ein, zum Beispiel können soziale Veränderungen ein neues Ernährungsverhalten oder die Umstellung der körperlichen Aktivität nach sich ziehen und so die Energiebilanz modifizieren.

Auch die Folgen von Übergewicht und Adipositas sind direkter und indirekter Natur. So entstehen beispielsweise direkte Kosten durch notwendige Anpassungen an die veränderten Körpermaße im Transportwesen und indirekte Kosten durch die Behandlung von Folgeerkrankungen.

Darüber hinaus wurden Wirkungsketten identifiziert, die in sich geschlossen sind und dadurch die Gefahr von Teufelskreisen in sich tragen. Beispielsweise können Übergewicht und Adipositas mentale Faktoren verändern (das Risiko für Depressionen erhöhen, ein schlechtes Körpergefühl oder geringes Selbstbewusstsein erzeugen), die sich negativ auf das Ernährungsverhalten und die physische Aktivität auswirken, so dass die Energiebilanz noch stärker gestört wird. Weiter zeigten sich multikausale Zusammenhänge, mentale Faktoren werden zum Beispiel durch zahlreiche weitere Parameter beeinflusst.

Die überwiegende Mehrzahl von Präventionsmaßnahmen hat die Veränderung der Energiebilanz durch Bewegungs- oder Ernährungsprogramme zum Ziel. Um durchgreifende Erfolge erzielen zu können, sollten jedoch auch die indirekten Ursachen, Wirkungsketten und -kreise mit berücksichtigt werden. Das qualitative Modell berücksichtigt die Komplexität der Entstehung von Übergewicht/Adipositas und bietet somit eine gute Basis für die Entwicklung von geeigneten Präventionsmaßnahmen.

*Hummel E., Wittig F., Schneider K., Gebhardt N., Hoffmann I.:  
The complex interaction of causing and resulting factors of overweight/obesity.  
ErnaehrungsUmschau international 60 (1): 2–7 DOI 10.4455/eu.2013.002.*

### **Gewichtsverlust mit Hilfe einer modifizierten mediterranen Diät: eine randomisierte kontrollierte Studie**

Hohe Prävalenzen von Übergewicht und Adipositas stellen die öffentlichen Gesundheitssysteme vor enorme Herausforderungen, so dass der Vermeidung dieser Krankheiten eine große Bedeutung zukommt. Langfristige Behandlungs- und Präventionsprogramme für Übergewicht und Adipositas sind jedoch nur dann wirksam, wenn sie Verhaltensweisen einfordern, die von den ursprünglichen Lebens- und Ernährungsgewohnheiten der Teilnehmer nicht zu sehr abweichen. Es gibt Hinweise darauf, dass sich ein mediterraner Ernährungsstil positiv auf das Gewichtsmanagement und das Herz-Kreislaufsystem auswirkt. In der Studie wurde eine modifizierte fett- und kalorienreduzierte Diät mit fünf Mahlzeiten täglich eingesetzt, die leicht mit herkömmlichen Zutaten zuzubereiten war und zwei süße Zwischenmahlzeiten umfasste.

212 übergewichtige und adipöse Personen mit einem BMI zwischen 25 und 35 kg/m<sup>2</sup> im Alter von 25 bis 70 Jahren wurden in zwei Gruppen eingeteilt, die sich hinsichtlich Alter, BMI und Geschlecht glichen. Die Interventionsgruppe begann sofort mit einer zwölfwöchigen Ernährungsumstellung, deren Diätplan Rezepte für Frühstück, Mittag- und Abendessen mit einem hohen Anteil an Obst und Gemüse sowie zwei süße Zwischenmahlzeiten beinhaltete. Letztere waren in den Ernährungsplan aufgenommen worden, um die Kost schmackhafter zu gestalten und Heißhungerattacken zu vermeiden. Täglich wurden ca. 1.300 kcal aufgenommen. Der Zuckeranteil (natürlich vorkommender sowie zugesetzter Zucker) betrug etwa 12% der täg-



lichen Energie. Wichtige Bestandteile der Diät waren Walnuss- und Rapsöle, die den Teilnehmern kostenlos zur Verfügung gestellt wurden.

Zu Beginn und nach zwölf Wochen wurden bei den Teilnehmern beider Gruppen Körpergröße und -gewicht, Blutdruck, Blutfettwerte, Nüchternblutglukose- und Harnstoffkonzentrationen bestimmt. Aktuelle Ernährungsgewohnheiten wurden durch einen Fragebogen festgestellt. Die zweite Gruppe diente zunächst als Kontrollgruppe, bei der in den ersten zwölf Wochen nur Daten erhoben wurden, jedoch keine Ernährungsumstellung erfolgte. Erst nach Ablauf dieser Frist begannen die Probanden dieser Gruppe mit der zwölfwöchigen modifizierten Diät. Jeweils 40 Wochen nach deren Ende wurden bei allen Probanden erneut Körpergröße und -gewicht sowie Laborparameter bestimmt.

Nach der zwölfwöchigen Ernährungsumstellung waren Körpergewicht und BMI in der Interventionsgruppe um durchschnittlich 5,15 kg bzw. 1,82 kg/m<sup>2</sup> gesunken, in der Kontrollgruppe dagegen nur um durchschnittlich 0,37 kg bzw. 0,14 kg/m<sup>2</sup>. Zudem waren die Konzentrationen an Triglyzeriden, Gesamtcholesterin und LDL-Cholesterin in der Interventionsgruppe signifikant geringer als in der Kontrollgruppe, während sich die Gruppen zu Beginn der Studie nicht unterschieden hatten. Die beiden süßen Zwischenmahlzeiten täglich behinderten weder die Gewichtsabnahme, noch waren negative metabolische Effekte erkennbar.

Die Probanden der Interventionsgruppe beschrieben ihr Essverhalten als gezügelt, berichteten jedoch trotz fett- und kalorienreduzierter Ernährung seltener über enthemmtes Essen und Hungergefühl. Ihr Körpergewicht war auch noch ein Jahr später um durchschnittlich 4,17 kg geringer als vor der Intervention, und die Konzentrationen für LDL-Cholesterin und Triglyzeride waren signifikant niedriger, während die Menge an HDL-Cholesterin im Vergleich erhöht war. Die Studie zeigt, dass Zucker in Form von süßen Zwischenmahlzeiten in definierten Portionsgrößen Bestandteil einer ausgewogenen Diät mit dem Ziel der Gewichtsabnahme sein kann. Mit 72% während der Intervention und 51% nach einem Jahr ohne professionelle Begleitung war die Therapietreue sehr hoch, was andeutet, dass eine Ernährungsumstellung dieser Art leicht akzeptiert und dauerhaft fortgeführt wird und sich somit für erfolgreiche Präventionsmaßnahmen eignen könnte.

*Austel A., Ranke C., Wagner N., Görges J., Ellrott T.: Weight loss with a modified Mediterranean-type diet using fat modification: a randomized controlled trial. Eur J Clin Nutr. 2015 Feb 18. doi: 10.1038/ejcn.2015.*

## Zucker und Körpergewicht: systematischer Review und Metaanalysen von randomisierten kontrollierten Studien und Kohortenstudien

Zucker ist seit dem Altertum Bestandteil der menschlichen Ernährung. Erste Berichte über den Konsum stammen aus Indien und China, seit dem 11. Jahrhundert auch aus Europa. Seit einigen Jahrzehnten wird immer wieder vermutet, dass sich der Verzehr von Zucker nachteilig auf die Gesundheit auswirkt. Diese systematische Durchsicht und Analyse der zu dieser Fragestellung existierenden Fachliteratur ergab, dass Zucker ein höheres Körpergewicht zur Folge hat, wenn er zusätzlich konsumiert wird und daraus eine positive Energiebilanz resultiert. Unter isokalorischen Bedingungen konnte keine Änderung des Körpergewichtes beobachtet werden.

Die systematische Übersicht und die Metaanalysen wurden nach den Qualitätskriterien der Cochrane Collaboration durchgeführt. Es erfolgte eine elektronische Suche sowie per Hand nach klinischen Studien und Kohortenstudien, die Zusammenhänge zwischen dem Verzehr von Zucker und Merkmalen für Adipositas betrachteten. Untersuchungen, die eine Gewichtsreduktion zum Ziel hatten, wurden ausgeschlossen, es wurden lediglich Studien einbezogen, bei denen gesunde Personen ihre Nahrung frei wählen konnten. Bis Dezember 2011 wurden randomisierte kontrollierte Studien berücksichtigt, die eine Dauer von mindestens zwei Wochen aufwiesen, und Kohortenstudien, die über mindestens ein Jahr hinweg durchgeführt wurden.

Daten für Kinder und Erwachsene wurden getrennt analysiert. Der Schwerpunkt lag jeweils auf der Fragestellung, wie sich eine Reduzierung oder Erhöhung des Zuckerkonsums bei Erwachsenen bzw. Kindern auswirkt.

In die Auswertung gingen randomisierte kontrollierte Studien sowie Kohortenstudien ein. Die Ergebnisse der Metaanalysen stützen sich hauptsächlich auf Daten aus randomisierten kontrollierten Studien. Die Resultate aus Kohortenstudien lieferten weitere Bestätigung. Daten aus fünf randomisierten kontrollierten Studien mit ad libitum-Diät zeigten, dass eine Verringerung des Zuckerkonsums bei Erwachsenen zu einem geringeren Körpergewicht im Vergleich zu gleichbleibendem oder erhöhtem Zuckerkonsum führte ( $-0,8$  kg, 95 % CI =  $-1,21$  bis  $-0,39$ ,  $p < 0,001$ ).

Aus zehn randomisierten kontrollierten Studien ergaben sich Hinweise darauf, dass eine höhere Zuckierzufuhr mit einem höheren Körpergewicht einherging ( $0,75$  kg, 95 % CI =  $0,30$  bis  $1,19$ ,  $p = 0,001$ ). Bei der Mehrzahl dieser Untersuchungen entstammte der konsumierte Zucker gesüßten Getränken. Bei zwölf randomisierten kontrollierten Studien erfolgte ein Austausch von Zucker mit anderen Makronährstoffen, so dass die Kalorienzufuhr unverändert blieb. Diese Interventionen mit einem isokalorischen Austausch von Zucker durch

andere Kohlenhydrate umfassten Zeitspannen von zwei Wochen bis zu sechs Monaten und ergaben keinen Hinweis auf Gewichtsveränderungen (0,04 kg, 95 % CI = - 0,04 bis 0,13).

Die einbezogenen 16 Kohortenstudien mit Erwachsenen untersuchten den Zusammenhang zwischen dem Verzehr von Zucker und Körpergewichtsparametern. In elf von ihnen wurde ein positiver Zusammenhang zwischen dem Zuckerkonsum und körpergewichtsrelevanten Merkmalen beschrieben, eine zeigte eine negative Assoziation. Dosisabhängige Effekte waren nicht zu beobachten.

Bei Kindern wurden aufgrund schlechter Einhaltung der Studienvorgaben, dem Fehlen geeigneter randomisierter Kontrollstudien oder signifikanter Heterogenität der Untersuchungen keine entsprechenden Assoziationen beobachtet. Ergebnisse aus Kohortenstudien zeigten jedoch bei Kindern mit einem hohen Zuckerkonsum häufig ein höheres Risiko für Übergewicht als bei Kindern, die weniger Zucker verzehrten (15 ergaben positive, vier negative Assoziationen).

*Te Morenga L, Mallard S, Mann J: Dietary sugars and body weight: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials and cohort studies. BMJ. 2012 Jan 15;346:e7492. doi: 10.1136/bmj.e7492.*

### **Energiebilanz bei Adipositas: Regulierung des Körpergewichts und Auswirkungen der Ernährungszusammensetzung**

Ein Ungleichgewicht zwischen Kalorienzufuhr und -verbrauch führt zu Gewichtsveränderungen. Das führt im Allgemeinen zu der Folgerung, dass Adipositas durch übermäßiges Essen und zu geringe körperliche Aktivität verursacht wird und behandelt werden kann, indem man den Betroffenen einfach dazu rät, weniger zu essen und sich mehr zu bewegen. Physiologische Prozesse konterkarieren solche Diätversuche jedoch häufig. Um diese zu umgehen, werden kohlenhydratarme Diäten empfohlen, die einen höheren Energieverbrauch und stärkeren Fettabbau bewirken sollen. Eine Metaanalyse von 32 kontrollierten Ernährungsstudien mit isokalorischer Substitution von Kohlenhydraten und Fett ergab jedoch, dass Energieverbrauch und Fettabbau bei Diäten mit einem niedrigen Fettgehalt größer waren. Die Unterschiede waren insgesamt jedoch so gering, dass sie sich auf den Diäterfolg kaum auswirken.

Bei der Betrachtung der Entstehung von Übergewicht und Adipositas wird oft nur die Kalorienbilanz betrachtet: Eine negative Energiebilanz von 7.000 kcal führt theoretisch dazu, dass ein Kilogramm Körpergewicht verloren wird. Denjenigen, die es nicht schaffen abzunehmen, wird häufig fehlende Willenskraft unterstellt. Diese Vorstellung ist aber zu einfach, denn Energieaufnahme und -ausgabe beeinflussen sich gegenseitig, und physiologische Anpas-

sungen wirken einem Gewichtsverlust entgegen. Berechnungen zufolge beträgt die „Energie-lücke“ 200 bis 250 kcal pro Tag. Die zugrundeliegenden Mechanismen sind unklar.

Drei Faktoren beeinflussen die Energieausgabe:

1. Thermischer Effekt: Nach einer Mahlzeit erhöht sich die Stoffwechselrate. Energiekosten für die Absorption, Verdauung, Speicherung der Nährstoffe fallen an und können je nach Zusammensetzung der Mahlzeit unterschiedlich hoch sein (Protein > Kohlenhydrate > Fett).
2. Ruheumsatz: Er steigt mit dem Körpergewicht an und wird sowohl von der Körperfett-masse als auch von der fettfreien Masse beeinflusst. Er ist individuell unterschiedlich und wird ebenfalls von der Zusammensetzung der Nahrung beeinflusst.
3. Körperliche Aktivität

Durch eine gezielte Zusammensetzung der Ernährung während der Gewichtsreduktion sollen Stoffwechseleffekte ausgenutzt werden. Während früher beim alten „Kalorienzählmodell“ vorwiegend auf Fett verzichtet wurde, weil es viel Energie enthält, wird heutzutage oft eine kohlenhydratarme Ernährung empfohlen. Kohlenhydrate stehen besonders im Verdacht, Übergewicht zu fördern, weil sie die Insulinsekretion erhöhen. Insulin begünstigt die Einlagerung von Fett und senkt die Fettverbrennung, was als Ursache für eine niedrigere Stoffwechselrate gesehen wird. Da Fett sich nicht auf die Insulinsekretion auswirkt, wird die Lipolyse im Fettgewebe nicht unterdrückt, so dass mehr Fettsäuren zur Verfügung stehen. Diese erhöhte Verfügbarkeit führt im Vergleich zu einer isokalorischen fettarmen/kohlenhydratreichen Diät theoretisch zu einer erhöhten Stoffwechselrate mit einem Nettostoffwechsellvorteil in Höhe von 400 bis 600 kcal pro Tag.

Um zu klären, wie groß der Unterschied zwischen den Diätformen ist, wurde der Einfluss unterschiedlich zusammengesetzter Diäten auf die Gewichtsreduktion in einer Metaanalyse von 32 kontrollierten Ernährungsstudien mit insgesamt 523 Personen erfasst. Dabei wurde der Effekt von isokalorischen fett- sowie kohlenhydratarmen Ernährungsweisen verglichen (bei jeweils unverändertem Proteingehalt).

Den Ergebnissen zufolge war der Energieverbrauch bei fettarmer Ernährung um 26 kcal pro Tag höher ( $P < 0,0001$ ) und der Verlust an Körpergewicht um 16 g pro Tag größer ( $P < 0,0001$ ). Die Unterschiede waren so gering, dass sie physiologisch bedeutungslos sind und sich in der Praxis nicht auf das Körpergewicht auswirken.

Langzeitstudien zur Gewichtsreduktion, die auf verschiedene Makronährstoffe abzielen, zeigten ähnliche Körpergewichtsverläufe mit einem exponentiellen Abfall, der dadurch verursacht wird, dass im Laufe der Zeit immer weniger Personen an den Diätvorschriften festhalten.

Hall KD, Guo J. Obesity Energetics: Body Weight Regulation and the Effects of Diet Composition. *Gastroenterology*. 2017 May;152(7):1718-1727.e3. doi: 10.1053/j.gastro.2017.01.052.

### **Erzielen kohlenhydratarme und ausgewogene Diäten zur Gewichtsreduktion unterschiedliche Ergebnisse? – Eine systematische Überprüfung und Metaanalyse**

Übergewichtige und fettleibige Erwachsene mit oder ohne Typ-2-Diabetes, die randomisiert isoenergetische kohlenhydratarme oder ausgewogene Diäten zur Gewichtsreduktion durchführten, verloren laut dieser Metaanalyse mit insgesamt über 3.000 Teilnehmern gleichermaßen an Körpergewicht. Weiter zeigten beide Ernährungsweisen bei bis zu zwei Jahren Beobachtungsdauer keinen Unterschied hinsichtlich kardiovaskulärer Risikofaktoren oder der glykämischen Kontrolle.

Personen, die zwecks Gewichtsreduktion und Vorbeugung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen Diät halten sollen, stoßen fast zwangsläufig in den Medien auf Empfehlungen zu kohlenhydratarmen Ernährungsweisen, die im Vergleich zu ausgewogenen Diäten effektiver sein sollen und denen zusätzliche gesundheitliche Vorteile zugesprochen werden.

Eine ausgewogene Ernährung deckt den Energiebedarf zu 45 bis 65 % aus Kohlenhydraten, zu 10 bis 35 % aus Proteinen und zu 20 bis 35 % aus Fetten. Bei einer ausgewogenen Diät zur Gewichtsabnahme wird die Energiezufuhr aus allen Makronährstoffen reduziert. Im Gegensatz dazu werden bei kohlenhydratarmen Diäten im Verhältnis vermehrt Fette und Proteine aufgenommen. Ein Extrembeispiel ist die Atkins-Diät, bei der Kohlenhydrate so weit eingeschränkt werden, dass nur sehr geringe Mengen und bestimmte Sorten an Obst, Gemüse und Getreideprodukten aufgenommen werden dürfen. Aufgrund der Einseitigkeit solcher Diätformen bestehen Bedenken, dass sie langfristig angewendet gesundheitsschädlich sein könnten.

Um zu klären, ob eine Kohlenhydratrestriktion den Gewichtsverlust erleichtert, wurden die Ergebnisse aus 19 Studien mit isoenergetischen ausgewogenen und kohlenhydratarmen Diäten zur Gewichtsabnahme bei insgesamt 3.209 übergewichtigen und adipösen Erwachsenen ( $\text{BMI} \geq 26 \text{ kg/m}^2$ ) in einer Metaanalyse miteinander verglichen. Dabei wurden die Auswirkungen auf das Körpergewicht sowie das Herz-Kreislauf- und Diabetes-Risiko untersucht.

In der Metaanalyse unterschied sich der durchschnittliche Gewichtsverlust von nicht-diabetischen Personen zwischen den beiden Diätgruppen nicht oder nur geringfügig: Der Gewichtsverlust betrug nach drei bis sechs Monaten bei einer low-carb-Ernährung 2,65 bis 10,2 kg und bei isoenergetisch ausgewogener Ernährung zwischen 2,65 und 9,4 kg. Nach ein bis zwei Jahren betrug er bei der kohlenhydratarmen Ernährung 2,9 bis 12,3 kg und bei einer isoenergetischen ausgewogenen Ernährung 3,5 bis 10,9 kg. Der durchschnittliche Unter-

schied betrug nach drei bis sechs Monaten  $-0,74$  kg (95 % CI  $-1,49$  bis  $0,01$  kg; 14 Studien) und nach ein bis zwei Jahren  $-0,48$  kg (95 % CI  $-1,44$  kg bis  $0,49$  kg; 7 Studien). Vier Studien, die den BMI betrachteten, fanden keine Unterschiede zwischen beiden Ernährungsweisen.

Der Blutdruck sank bei low-carb-Diät um  $-10$  bis  $-1$  mmHg, bei ausgewogener Diät um  $-14$  bis  $1$  mmHg. Die durchschnittliche Senkung in beiden Gruppen unterschied sich nicht signifikant voneinander. Für LDL, HDL und Gesamtcholesterin, Triglyceride und Nüchternblutzucker war die Situation ähnlich, auch hier wurden keine oder nur geringfügige Unterschiede gefunden.

Bei Diabetikern zeigten die Befunde ein entsprechendes Muster: Der durchschnittliche Gewichtsverlust nach drei bis sechs Monaten betrug bei einer kohlenhydratarmen Diät  $2,79$  bis  $5,5$  kg und bei einer ausgewogenen isoenergetischen Ernährung  $3,08$  bis  $5,4$  kg. Nach ein bis zwei Jahren waren  $2$  bis  $3,9$  bzw.  $2,1$  bis  $6$  kg. Der mittlere Gewichtsverlust der beiden Gruppen unterschied sich nach drei bis sechs Monaten mit  $0,82$  kg (95 % CI  $-1,25$  bis  $2,90$ ; 5 Studien) bzw. nach ein bis zwei Jahren mit  $0,91$  kg (95 % CI  $-2,08$  bis  $3,89$ ; 4 Studien) nicht. Auch die Effekte auf HbA1c, Blutdruck und Blutfette waren unabhängig von der Diätform.

Die Autoren geben zu bedenken, dass möglicherweise Bias, geringe Stichprobengrößen und Abbruchquoten der eingeschlossenen Studien bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen.

Die Metaanalyse wurde in einem Kommentar in Frage gestellt, in dem den Autoren zahlreiche vorwiegend methodische Fehler vorgeworfen wurden, die in der Mehrzahl die ausgewogene Ernährung begünstigten: Es seien Studien eingeschlossen worden, die die Einschlusskriterien nicht erfüllten, subjektiv vorgenommene Untergruppierungen seien verwendet worden und die Datenextraktion wiederholt ungenau.

Die Herausgeber von PLOS ONE ließen daraufhin eine vollständige Neubewertung des Artikels durchführen und veröffentlichten eine Korrektur des Artikels. Mit diesen Änderungen erfüllt die Publikation die Veröffentlichungskriterien von PLOS ONE. In der korrigierten Version wurde der oben genannte durchschnittliche Gewichtsverlust nach drei bis sechs Monaten von  $-0,74$  kg (95 % CI  $-1,49$  bis  $0,01$ ; 14 Studien) auf  $0,78$  kg (95 % CI  $-1,57$  bis  $0,00$ ; 13 Studien), also um  $40$  g, korrigiert. Die Herausgeber von PLOS ONE weisen darauf hin, dass  $780$  g sich im Rahmen täglicher Schwankungen des Körpergewichts bewegen und damit nicht als klinisch relevant zu betrachten sind. Die Aussage der Analyse hat sich somit nicht verändert: Eine kohlenhydratarme Ernährung hat den Ergebnissen der Metaanalyse zufolge gegenüber anderen isokalorischen Diätformen keine Vorteile hinsichtlich des Körpergewichtsverlustes, der glykämischen Kontrolle und kardiovaskulärer Risikofaktoren.

### Originalstudie:

Naude CE, Schoonees A, Senekal M, Young T, Garner P, Volmink J.  
*Low carbohydrate versus isoenergetic balanced diets for reducing weight  
and cardiovascular risk: a systematic review and meta-analysis.*  
*PLoS One.* 2014 Jul 9;9(7):e100652. doi: 10.1371/journal.pone.0100652.

### Kritischer Kommentar:

Harcombe Z, Noakes TD. *The universities of Stellenbosch/Cape Town low-carbohydrate diet review:  
Mistake or mischief?*  
*S Afr Med J.* 2016 Dec 1;106(12):1179-1182. doi: 10.7196/SAMJ.2016.v106.i12.12072.

### Korrekturen:

PLOS ONE Editors. *Correction: Low Carbohydrate versus Isoenergetic Balanced Diets for Reducing  
Weight and Cardiovascular Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis.* *PLoS One.*  
2018 Jul 2;13(7):e0200284. doi: 10.1371/journal.pone.0200284.

## Alters- und Zeittrends beim Zuckerkonsum bei Kindern und Jugendlichen: Ergebnisse der DONALD-Studie

Wiederholte Untersuchungen des Zuckerkonsums von 1.312 Kindern und Jugendlichen aus Deutschland ergaben, dass – entgegen verbreiteter Annahmen – der Zuckerkonsum bei Jugendlichen nicht zunahm und auch nicht generell höher war als bei jüngeren Kindern. In allen Altersgruppen ist die Aufnahme von Gesamtzucker sowie zugesetztem und freiem Zucker in den letzten zehn Jahren zurückgegangen.

Um Zucker und seinen möglichen Beitrag zur Entstehung von Karies, Übergewicht, Adipositas, kardiovaskulären Erkrankungen und dem metabolischen Syndrom finden rege wissenschaftliche Diskussionen statt. Je nach Art der betrachteten Zucker und Lebensmittel sowie der gemessenen Auswirkungen auf die Gesundheit hat dies zu einer Vielzahl von Ernährungsempfehlungen geführt, die von Land zu Land unterschiedlich sind. Am weitesten verbreitet ist die Empfehlung der WHO, wonach maximal 10% der täglich aufgenommenen Energie aus sogenanntem freiem Zucker stammen sollen.

Bei Kindern und Jugendlichen hält man einen hohen Zuckerkonsum für bedenklich, weil einmal angenommene Ernährungsgewohnheiten häufig im Erwachsenenalter fortgeführt werden. Die Präferenz für Süßes ist bei Kindern und Jugendlichen jedoch stärker ausgeprägt. Wie hoch der Zuckerkonsum in diesen Altersgruppen ist und wie er sich über die Jahre entwickelt hat, wurde jedoch kaum umfassend untersucht.



Um diese Lücke zu schließen, wurden insgesamt 10.761 Ernährungsaufzeichnungen ausgewertet, die zwischen 1985 und 2016 von 660 Jungen und 652 Mädchen (bzw. bei jungen Kindern von den Eltern) im Alter von 3 bis 18 Jahren im Rahmen der DONALD-Studie jeweils über drei Tage hinweg angefertigt wurden.

Dabei wurden folgende Zuckerarten im zeitlichen Verlauf und in den Altersgruppen näher betrachtet:

- Gesamtzucker: Summe aller Mono- und Disaccharide in Lebensmitteln
- Zuckerzusatz: Alle Zucker, die Lebensmitteln während der Verarbeitung/Zubereitung zu Hause oder industriell zugesetzt werden, einschließlich Zucker aus Honig, Sirup und Fruchtsaftkonzentraten
- Freier Zucker: Alle Monosaccharide und Disaccharide, die Lebensmitteln vom Hersteller, Koch oder Verbraucher zugesetzt werden, sowie Zucker, der natürlicherweise in Honig, Sirup und Fruchtsäften enthalten ist.

Pro Person waren 1 bis 16 Ernährungsaufzeichnungen verfügbar, bei denen drei Tage lang alle verzehrten Lebensmittel gewogen oder, wenn dies nicht möglich war, semiquantitativ als Volumen (Tasse, Löffel) angegeben wurden.

In allen Altersgruppen wurde mehr als die Hälfte der Energie aus Kohlenhydraten aufgenommen (50,1 bis 51,8 %E) und davon etwa die Hälfte aus Gesamtzucker (23,5 bis 28,1%E). Die Aufnahme von Gesamtzucker nahm mit zunehmendem Alter ab (Jungen  $p < 0,0098$ ; Mädchen  $p < 0,0001$ ). Während die ältesten Kinder am wenigsten freien Zucker aufnahmen, enthielt die Ernährung der jüngsten Kinder am wenigsten Zuckerzusatz. Insgesamt spiegeln die Ergebnisse den Autoren zufolge die kindliche Präferenz für süße Nahrungsmittel wider, die abnimmt, wenn die Kinder älter werden.

Im zeitlichen Verlauf nahm der Konsum an Gesamtzucker und freiem Zucker zwischen 1985 und 2005 zu und fiel danach ab, ab 2010 war der Verzehr besonders stark rückläufig. Die Aufnahme von zugesetztem Zucker ging zwischen 1985 und 1995 zurück, stieg bis 2005 leicht an und ging danach, wiederum seit 2010 besonders deutlich, zurück. Entgegen den Erwartungen ist die Aufnahme sowohl von Gesamtzucker als auch von freiem und zugesetztem Zucker im letzten Jahrzehnt demzufolge deutlich zurückgegangen. Die Alterstrends für Gesamtzucker und Zuckerzusatz deuten an, dass mit zunehmendem Alter eine Verlagerung von natürlichen Zuckerquellen hin zu Lebensmitteln mit Zuckerzusatz stattfindet, was unter anderem den Verzehr von Säften, Milch und Früchten widerspiegeln könnte, der bei jüngeren Kindern häufiger höher ist.

Die Autoren sehen den zeitlichen Trend der Zuckeraufnahme als eine positive Entwicklung. Sie weisen jedoch darauf hin, dass die von der WHO empfohlene Menge für die Aufnahme von freien Zuckern in den allen Altersgruppen überschritten wird.

*Perrari I, Schmitting S, Della Corte KW, Buyken AE, Alexy U.  
Age and time trends in sugar intake among children and adolescents: results from the DONALD study.  
Eur J Nutr. 2019 Apr 11. doi: 10.1007/s00394-019-01965-y.*

### **Zeit- und Alterstrends der Aufnahme von freiem Zucker aus Lebensmittelgruppen bei Kindern und Jugendlichen zwischen 1985 und 2016**

Anhand von Daten aus dreitägigen Ernährungsaufzeichnungen wurden Zeit- und Alterstrends der Zufuhr von freiem Zucker aus verschiedenen Lebensmittelgruppen über drei Jahrzehnte bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 3 bis 18 Jahren analysiert. Insbesondere in den letzten Jahren ist die Zuckeraufnahme aus Säften, gesüßten Getränken, Süßigkeiten und Milchprodukten zurückgegangen.

Eine hohe Aufnahme von Zucker, vor allem aus Getränken, wird mit der Entstehung verschiedener Krankheiten wie Karies, Übergewicht und Adipositas, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und dem metabolischen Syndrom in Verbindung gebracht. Deshalb wurde seitens der Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfohlen, die Aufnahme an freien Zuckern auf maximal zehn Prozent der täglichen Energiezufuhr zu beschränken. Der Begriff „freier Zucker“ umfasst alle Monosaccharide und Disaccharide, die Lebensmittel vom Hersteller, beim Kochen oder durch den Verbraucher zugesetzt werden, sowie Zucker, die von Natur aus in Honig, Sirupen und Fruchtsäften enthalten sind.

Um passende und erfolgversprechende Maßnahmen zur Reduktion der Zuckeraufnahme bei Heranwachsenden entwickeln zu können, ist es von entscheidender Bedeutung, die bevorzugten Nahrungsquellen, die zur Zuckeraufnahme beitragen, zu kennen. Ziel der Langzeitstudie war, Zeit- und Alterstrends der Zuckeraufnahme aus Lebensmittelgruppen bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 3 bis 18 Jahren zu analysieren.

Dafür wurden Ernährungsaufzeichnungen der DONALD-Studie Teilnehmern verwendet, einer fortlaufenden offene Kohortenstudie in Dortmund, die seit 1985 Informationen über Ernährung, Wachstum, Entwicklung und Stoffwechsel gesunder Kinder und Jugendlicher sammelt und jedes Jahr 35 bis 40 Säuglinge neu rekrutiert. Es wurden Daten aus 10.761 dreitägigen Ernährungsprotokollen von 660 Jungen und 652 Mädchen ausgewertet, für die alle verzehrten Lebensmittel gewogen wurden. Dabei wurden folgende sieben Lebensmittelgruppen betrachtet: Zucker und Süßigkeiten, Milchprodukte, Säfte, zuckergesüßte Getränke, süßes Brot und Kuchen, verzehrfertige Frühstückscerealien sowie andere. Die Aufnahme von freiem Zucker aus Obst und Gemüse war sehr gering (< 2 %), sodass dafür keine Trendanalysen erstellt wurden. Bei der Analyse wurden diverse Einflussfaktoren wie

Geschlecht, Übergewicht, Anzahl der Wochentage pro Ernährungsprotokoll, mütterliches Übergewicht, Bildungsstand der Mutter sowie Beschäftigung der Mutter berücksichtigt.

Für die gesamte Studienstichprobe betrug der Anteil der mittleren Aufnahme von freien Zuckern am Gesamtenergiegehalt  $17,1 \pm 6,6$  Prozent. Zucker und Süßigkeiten hatten in allen Zeiträumen den größten Anteil an der Aufnahme (zwischen 33 und 38 Prozent), gefolgt von Säften (20 bis 23 Prozent). Während in den Jahren 1985–1995 und 1996–2005 gesüßte Getränke die drittgrößte Quelle darstellten (jeweils 15 Prozent), waren in den Jahren 2006–2016 Milchprodukte die drittgrößte Quelle (12 Prozent).

Trendanalysen deuten darauf hin, dass die Aufnahme von freiem Zucker seit 2005 zurückgegangen ist. Bei Mädchen nahm die Zufuhr aus der Gruppe Zucker und Süßigkeiten von 1985 bis 2016 linear ab ( $p_{\text{Trend}} < 0,0001$ ), nicht jedoch bei Jungen ( $p > 0,05$ ). In der Gesamtstichprobe nahm die Aufnahme von freiem Zucker aus Säften bis 2000 zu und seit 2005 ab ( $p_{\text{Trend}} < 0,0001$ ). Die Aufnahme aus gesüßten Getränken nahm von 1985 bis 2016 nichtlinear ab (Mädchen  $p_{\text{Trend}} < 0,0001$ ; Jungen  $p_{\text{Trend}} < 0,02$ ). Jüngere Kinder konsumierten mehr Zucker aus Säften als ältere, die eine höhere Aufnahme aus Erfrischungsgetränken hatten. Die Zufuhr aus Zucker und Süßigkeiten nahm bis in die frühe Adoleszenz zu und danach ab.

Insbesondere in den letzten Jahren ist die Zuckeraufnahme aus Säften, gesüßten Getränken, Süßigkeiten und Milchprodukten also zurückgegangen. Die Autoren folgern aus den Ergebnissen, dass sich Maßnahmen zur Gesundheitsförderung nicht nur auf gesüßte Getränke, sondern auch auf andere Lebensmittelgruppen beziehen sollten, die Hauptquellen für die Aufnahme von freiem Zucker sind und deren Aufnahme in den vergangenen Jahren kaum oder gar nicht zurückgegangen ist. Dabei sollten auch Alterstrends berücksichtigt werden, da sich die Zuckierzufuhr aus verschiedenen Lebensmittelgruppen mit der Zeit verändert.

Perrar I, Schadow AM, Schmitting S, Buyken AE, Alexy U:  
Time and Age Trends in Free Sugar Intake from Food Groups among Children and Adolescents between 1985 and 2016.  
Nutrients. 2019 Dec 20;12(1):20. doi: 10.3390/nu12010020.

### **Zusammenhänge zwischen der Zuckeraufnahme und Körpermaßen bei Kindern im Alter von 2 bis 8 Jahren im EU Childhood Obesity Project**

In dieser europäischen multizentrischen Studie wurde der Zusammenhang zwischen der Gesamtzuckeraufnahme, dem Körpergewicht und der Körperfettmasse bei Kindern im Alter von zwei bis acht Jahren bestimmt. Sie liefert keinen Hinweis darauf, dass eine erhöhte

**Gesamtzuckeraufnahme auf energieäquivalenter Basis positiv mit dem Körper- oder Fettmassenindex assoziiert ist.**

Adipositas bei Kindern unter fünf Jahren hat weltweit zwischen 2000 und 2018 von 4,9 auf 5,9 Prozent zugenommen und könnte bis 2025 auf 11 Prozent anwachsen. Da Kinder häufig mehr Zucker konsumieren als Erwachsene, wird er als mögliche Ursache diskutiert. Es wird spekuliert, dass Zucker neben seinem Energiegehalt eine Gewichtszunahme durch physiologische Mechanismen begünstigen könnte, beispielsweise durch den postprandialen Anstieg der Glukose- und Insulinkonzentration im Blut.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfiehlt – hauptsächlich aufgrund der Auswirkungen auf Zahnkaries – die Aufnahme von freiem Zucker bei Kindern auf unter zehn Prozent der Energieaufnahme zu begrenzen. Unter freiem Zucker versteht man neben zugesetztem Zucker auch jenen, der natürlicherweise in Fruchtsäften, Honig und Sirupen enthalten ist.

Da Studien bezüglich der Auswirkungen von Zucker bisher zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen gekommen sind, war das Ziel dieser Untersuchung, den Zusammenhang zwischen der Gesamtzuckeraufnahme und anthropometrischen Maßen über einen Zeitraum von sechs Jahren in der frühen Kindheit zu bestimmen. Gesamtzucker umfasst jeglichen Zucker in Lebensmitteln, also alle Einfachzucker (Glukose, Fruktose, Galaktose) und Zweifachzucker (Saccharose, Laktose, Maltose).

Das Childhood Obesity Project (CHOP) ist eine fortlaufende doppelblinde randomisierte Interventionsstudie in fünf europäischen Ländern (Belgien, Deutschland, Italien, Polen und Spanien). Für diese Analyse wurden Daten aus dem Jahr 2002 verwendet. Die Zuckeraufnahme wurde durch über drei Tage geführte Ernährungsprotokolle im Alter von 2, 3, 4, 5, 6 und 8 Jahren gemessen. Körpermassenindex (BMI) und Fettmassenindex (FMI) wurden bestimmt und auf Zusammenhänge mit der Gesamtzuckeraufnahme hin untersucht. Dabei wurden Z-Scores verwendet, die angeben, um wieviel Standardabweichungen ein gemessener Wert von dem für gleichaltrige Kinder gleichen Geschlechts erwarteten Wert abweicht. Statistische Modelle wurden an die Gesamtenergieaufnahme angepasst.

Daten von 809 Kindern mit insgesamt 2846 Beobachtungen gingen in die Auswertung ein. Messungen zu allen sechs Zeitpunkten waren von 143 Kindern verfügbar.

zBMI und zFMI waren im Alter von zwei bis sechs Jahren stabil, stiegen aber im Alter von acht Jahren an. Etwa 21 bzw. 15 Prozent der Kinder hatten zBMI und zFMI oberhalb einer Standardabweichung. Der höchste Prozentsatz an Kindern mit einem hohen zBMI war im Alter von acht Jahren zu beobachten (29 %) und der höchste Prozentsatz für einen hohen zFMI im Alter von 4 Jahren (18 %). Die Kalorienaufnahme der Kinder stieg über die Jahre von 1097 auf 1520 Kilokalorien. Sie war im Allgemeinen angemessen für den geschätzten Verbrauch. Die Aufnahme von Gesamtzucker stieg im Lauf der Zeit von 69 auf 80 Gramm pro

Tag. Der geschätzte prozentuale Energiegehalt von freiem Zucker betrug im Durchschnitt 13 Prozent mit geringen Schwankungen. Der prozentuale Energiegehalt von gesüßten Getränken lag in jüngeren Jahren bei etwa 2,5 Prozent und stieg mit acht Jahren auf 3,6 Prozent, während der prozentuale Energiegehalt von Fruchtsäften mehr oder weniger konstant bei 3 Prozent lag.

In einem isokalorischen Modell war eine Steigerung des Energieanteils durch Gesamtzucker um 100 Kilokalorien pro Tag signifikant mit einem niedrigeren zBMI (-0,036; 95 % CI -0,009 bis -0,064) und zFMI (-0,049; 95 % CI -0,011 bis -0,087) assoziiert. Darüber hinaus war eine um 100 Kilokalorien höhere Gesamtzuckeraufnahme mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit für einen hohen zBMI (OR 0,742; 95 % CI 0,604 bis 0,912) und zFMI (OR 0,825; 95 % CI 0,669 bis 1,018) verbunden. Gesamtzucker aus gesüßten Getränken war nicht mit dem BMI oder FMI assoziiert. In einem isokalorischen Modell werden Veränderungen der Gesamtzuckeraufnahme durch andere Makronährstoffe kompensiert. Von ihnen zeigte sich bei Proteinen ein positiver Effekt auf den BMI und FMI. Oligo- und Polysaccharide waren mit einem höheren FMI assoziiert.

Die Studie liefert somit keinen Hinweis darauf, dass eine erhöhte Gesamtzuckeraufnahme den BMI oder FMI bei isokalorischer Energieaufnahme positiv beeinflusst. Ob die negative Assoziation von Gesamtzucker auf physiologische Wirkungen zurückzuführen ist oder eher auf Makronährstoffpräferenzen von Kindern mit höherem zBMI und zFMI im Vergleich zu Kindern mit niedrigeren Indizes zurückzuführen ist bzw. auf einen Berichtsbias (geringere Zuckeraufnahme bei Kindern mit höherem BMI) hinweist, bleibt unklar.

Aumueller N, Gruszfeld D, Gradowska K, Escibano J, Ferré N, Rousseaux D, Hoyos J, Verduci E, ReDionigi A, Koletzko B, Grote V: Associations of sugar intake with anthropometrics in children from ages 2 until 8 years in the EU Childhood Obesity Project. Eur J Nutr. 2020 Sep;59(6):2593-2601. doi: 10.1007/s00394-019-02107-0. ClinicalTrials.gov Kennung: NCT00338689

### **Auswirkungen von intermittierendem Fasten auf Körpermaße und Stoffwechselfparameter bei Patienten mit Übergewicht und Adipositas: systematische Überprüfung und Metaanalyse**

Eine Metaanalyse randomisierter Kontrollstudien zeigt, dass sich intermittierendes Fasten mit reduzierter Kalorienaufnahme ebenso zur Gewichtsreduktion und Verbesserung von Stoffwechselfparametern eignet wie eine gewöhnliche Kalorienreduktion. Demnach ist es klinisch nicht relevant, auf welche Weise Kalorien eingespart werden.

Übergewicht und Adipositas beeinträchtigen weltweit die Gesundheit von fast zwei Milliarden Menschen. Übergewichtigen wird in der Regel geraten, ihre Kalorienzufuhr um 15 bis 30 Prozent zu reduzieren. Die Kalorienreduktion beeinflusst die Gesundheit in vielfacher Weise positiv und reduziert das Risiko für eine Reihe von chronischen Krankheiten. Die dauerhafte Einschränkung fällt vielen Menschen jedoch schwer, und sehr oft kehren sie zu alten, ungünstigen Ernährungsweisen zurück.

Vielen Menschen gelingt es aber dauerhaft, intermittierend zu fasten. Dabei wechseln sich Phasen normaler Energiezufuhr mit Phasen von geringer oder ohne Energiezufuhr ab, beispielsweise an zwei Fastentagen pro Woche („5:2-Diät“) oder alternierend an Tagen mit und ohne Nahrungszufuhr („4:3-Diät“).

Ziel der Studie war es, die langfristigen Auswirkungen des intermittierenden Fastens mit denen einer unveränderten und kalorienreduzierten Ernährung zu vergleichen. Methoden, die in dieser Übersichtsarbeit nicht berücksichtigt wurden, sind das periodische Fasten, bei dem mehr als zwei Tage lang keine Nahrung aufgenommen wird, sowie zeitlich begrenztes Essen, bei dem Fastenperioden innerhalb eines Tages eingehalten werden (z. B. Essen nur innerhalb von acht Stunden und in den restlichen 16 Stunden keine Nahrungsaufnahme).

In die Metaanalyse wurden randomisierte kontrollierte Studien von mindestens zwölf Wochen Dauer einbezogen, bei denen die Teilnehmer alternierend oder nach dem 5:2-Regimen fasteten. Als Kontrollgruppen dienten Teilnehmer, die sich unverändert oder kalorienreduziert ernährten. Für acht Endpunkte wurde eine Random-Effects-Metaanalyse durchgeführt. Die Evidenz wurde nach GRADE bewertet.

17 Studien aus Europa, Australien, Asien und den USA mit insgesamt 1328 Teilnehmern gingen in die Metaanalyse ein. 15 Studien umfassten Gesunde und zwei Diabetiker. Nur in den Studien mit Diabetikern kam es bei einigen Teilnehmern zu bedeutenden Nebenwirkungen in Form von Hypoglykämien.

Im Vergleich zur gewohnten Ernährung verloren die Teilnehmer, die intermittierend gefastet hatten, durchschnittlich 4,8 Kilogramm Körpergewicht (95 % CI: -5,46/-4,21) und 2,54 Kilogramm Fettmasse (95 % CI: -3,78/-1,31). Ihr Bauchumfang reduzierte sich um 1,73 Zentimeter (95 % CI: 3,69/0,24). Körpergewicht, Fettmasse und Bauchumfang reduzierten sich geringfügig stärker als bei einer kalorienarmen Diät (Gewicht: -0,55 kg, 95 % CI: -1,01/-0,09; Fettmasse 0,66 kg, 95 % CI: -1,14/-0,19; Bauchumfang -0,57 cm, 95 % CI: -1,56/0,41).

Triglyzeride und der systolische Blutdruck verbesserten sich durch intermittierendes Fasten (0,20 mmol/l, 95 % CI: -0,38/-0,03 bzw. -6,11 mmHg, 95 % CI: -9,59/-2,64). Im Vergleich zur üblichen Ernährung ergaben sich keine Effekte auf LDL-Cholesterin, Nüchternblutzucker und HbA1c.

Die Auswirkungen einer kalorienreduzierten Diät waren ähnlich wie die des intermittierenden Fastens. Subgruppenanalysen ergaben keine Hinweise auf Zusammenhänge mit dem Geschlecht, dem Gesundheitszustand oder der Studiendauer.

Die Teilnehmer hielten sich durchschnittlich zu 76 Prozent (44–98 %) an die Vorgaben des

intermittierenden Fastens und zu 62 Prozent (32–78 %) an die der kalorienreduzierten Diät. Das Ergebnis dieser Übersichtsarbeit deckt sich mit denen anderer Metaanalysen, die ergeben haben, dass intermittierendes Fasten zum Abnehmen geeignet ist. Mit einem Gewichtsverlust von durchschnittlich 5,8 Kilogramm (Wertebereich 2,8 bis 11,9 kg) haben die meisten Teilnehmer mehr als fünf Prozent ihres Körpergewichtes verloren.

Zusammenfassend folgern die Autoren, dass intermittierendes Fasten mit eingeschränkter Kalorienaufnahme Körpergewicht, Körperfettmasse und einige Parameter für chronische Erkrankungen in ähnlichem Ausmaß reduziert wie eine kalorienreduzierte Diät. Beide Diätformen verbessern diese im Vergleich zur üblichen Ernährungsweise.

Schwingshackl L, Zähringer J, Nitschke K, Torbahn G, Lohner S, Kühn T, Fontana L, Veronese N, Schmucker C, Meerpohl JJ: Impact of intermittent energy restriction on anthropometric outcomes and intermediate disease markers in patients with overweight and obesity: systematic review and meta-analyses. Crit Rev Food Sci Nutr. 2021;61(8):1293-1304. doi: 10.1080/10408398.2020.1757616.

### **Konsum von freiem Zucker und Adipositas bei europäischen Jugendlichen: Die HELENA-Studie**

Diese Querschnittsstudie liefert keine Hinweise darauf, dass eine erhöhte Aufnahme von freiem Zuckern mit Adipositas bei Jugendlichen assoziiert ist. Freier Zucker aus dem Verzehr der Lebensmittelgruppe „Kuchen, Torten und Kekse“ war bei Jungen mit einem geringeren Risiko für Adipositas verbunden und bei Mädchen der Verzehr von „Frühstückscerealien“. Freier Zucker aus „Obst- und Gemüsesäften“ war dagegen bei Mädchen mit einem höheren Risiko assoziiert. Um Langzeiteffekte zu untersuchen, sind weitere Studien erforderlich.

Adipositas bei Kindern ist weltweit eine Herausforderung für die Gesundheitssysteme. Laut Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) waren im Jahr 2016 über 340 Millionen Kinder und Jugendliche im Alter zwischen 5 und 19 Jahren übergewichtig oder adipös. Adipositas wird durch eine energiedichte Ernährung in Verbindung mit anderen Risikofaktoren wie einer sitzenden Lebensweise und unzureichender körperlicher Aktivität ausgelöst und kann kardiometabolische Komplikationen bereits in der Kindheit hervorrufen.

Die Aufnahme von freiem Zucker wurde als ein ernährungsbedingter Risikofaktor für die Entwicklung von Adipositas bei Kindern vorgeschlagen, insbesondere in Form von mit Zucker gesüßten Getränken. 2015 empfahl die WHO, die tägliche Aufnahme von freiem Zucker auf maximal zehn Prozent der Gesamtenergieaufnahme zu begrenzen. Verschiedene Studien deuten an, dass diese Empfehlung sehr häufig überschritten wird. Auch bei Kindern in



Europa ist der Anteil von freiem Zucker an der Gesamtenergieaufnahme höher als durch die WHO empfohlen: Europäische Jugendliche aus der HELENA-Studie nahmen durchschnittlich 110,1 Gramm freien Zucker pro Tag auf und damit 19 Prozent der Gesamtenergieaufnahme. Den Hauptbeitrag lieferten kohlenensäurehaltige, alkoholfreie und isotonische Getränke, gefolgt von Süßwaren, Honig, Marmelade und Sirup.

Nur wenige Studien haben den Zusammenhang zwischen der Aufnahme von freiem Zucker und Adipositas bei Jugendlichen untersucht. Ziel dieser Studie war deshalb, die Auswirkungen des Konsums von freiem Zucker und dessen wichtigste Nahrungsquellen auf die Körperzusammensetzung und Adipositas bei europäischen Heranwachsenden zu untersuchen.

Die Studie umfasste 843 Jugendliche (51,6 % männlich) im Alter von 12,5 bis 17,5 Jahren aus der Querschnittsstudie HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence Cross-Sectional Study). Von ihnen lagen jeweils zwei 24-Stunden-Ernährungsprotokolle und anthropometrische Daten (Körpergröße und -gewicht, Körperfettmassenindex) vor. Unschlüssige Ernährungsprotokolle wurden von der Auswertung ausgeschlossen. Der Gehalt an freien Zuckern wurde definiert als Gesamtzucker, von dem Laktose abgezogen wurde.

Die mittlere Aufnahme an Energie und freien Zuckern war bei Jungen höher als bei Mädchen (2813 versus 2156 kcal bzw. 103 versus 88 g;  $p < 0,001$ ). Jungen nahmen folgende Lebensmittelgruppen signifikant häufiger als Mädchen zu sich: „Kuchen, Torten und Kekse“ ( $p < 0,001$ ), „Frühstück, Cerealien“ ( $p < 0,001$ ), „kohlenensäurehaltige und alkoholfreie Getränke“ ( $p < 0,001$ ), „Schokolade“ ( $p < 0,001$ ), „Süßwaren ohne Schokolade“ ( $p < 0,001$ ), „Desserts, Puddings“ ( $p = 0,006$ ), „Obst- und Gemüsesäfte“ ( $p < 0,001$ ), „andere Quellen“ ( $p < 0,001$ ) und „Zucker, Honig, und Marmelade“ ( $p = 0,001$ ).

Die Aufnahme von freiem Zucker war bei Mädchen umgekehrt proportional mit dem Körperfettmassenindex assoziiert. Bei Jungen gab es keine signifikanten Zusammenhänge mit dem Körpermassenindex (BMI) oder dem Körperfettmassenindex.

Es wurde kein Effekt zwischen freiem Zucker aus den Hauptnahrungsmittelgruppen und dem BMI beobachtet. Jungen, die freien Zucker aus „Kuchen, Torten und Keksen“ aufnahmen, hatten eine geringere Wahrscheinlichkeit für Adipositas (Odds Ratio (OR) = 0,455; 95 % Konfidenzintervall (CI) 0,251 bis 0,824). Dies traf auch auf Mädchen zu, die mehr „Frühstückserealien“ aßen (OR = 0,423; 95 % CI 0,204 bis 0,878). Mädchen, die freien Zucker aus „Obst- und Gemüsesäften“ konsumierten, hatten dagegen häufiger Adipositas (OR = 2,733; 95 % CI 1,286 bis 5,810).

Die Studie fand auch unter Berücksichtigung bekannter Einflussfaktoren keinen Zusammenhang zwischen der Gesamtaufnahme von freiem Zucker und freiem Zucker aus verschiedenen Lebensmittelgruppen und dem BMI bzw. Körperfettmassenindex bei europäischen

Jugendlichen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Aufnahme von Zucker nicht zu Adipositas bei Jugendlichen führt, obwohl sie über den Empfehlungen der WHO liegt.

Flieh SM, Moreno LA, Miguel-Berges ML, Stehle P, Marcos A, Molnár D, Widhalm K, Béghin L, De Henauw S, Kafatos A, Leclercq C, Gonzalez-Gross M, Dallongeville J, Molina-Hidalgo C, González-Gil EM: Free Sugar Consumption and Obesity in European Adolescents: The HELENA Study. *Nutrients*. 2020 Dec 5;12(12):3747. doi: 10.3390/nu12123747.

# Zucker und Zahngesundheit



---

# Karies auf den Zahn fühlen!

## Warum sich Karies nur durch konsequente Vorsorge bekämpfen lässt

---

Regelmäßiges Zähneputzen – und zwar mit fluoridierter Zahnpasta – ist das A und O bei der Kariesprävention. Die Deutschen haben das verstanden, ihre Zähne waren nie gesünder als heute. Dank konsequenter Zahnpflege nehmen die Deutschen in Sachen Zahngesundheit im OECD-Vergleich\* einen Spitzenplatz ein.

### Deutschlands Kinder haben die gesündesten Zähne

Kinder und Jugendliche haben so gute Zähne wie nie zuvor – und auch bei den Erwachsenen ist erstmals ein Kariesrückgang zu verzeichnen. Zu diesem Ergebnis kommt die Deutsche Mundgesundheitsstudie IV des Instituts der Deutschen Zahnärzte (DMS IV).<sup>1</sup> Die 12-Jährigen hatten laut Studie einen durchschnittlichen DMFT-Wert\*\* von 0,7.

Der DMFT-Wert gibt die Zahl der kariösen, gefüllten oder fehlenden Zähne an. Die Vergleichszahlen machen deutlich, wie positiv dieses Ergebnis zu werten ist: Seit 1997 ist die Zahl kariöser, gefüllter oder fehlender Zähne in dieser Altersgruppe um 60% zurückgegangen, seit 1980 sogar um 89%. Im OECD-Vergleich belegt Deutschland damit in dieser Altersgruppe den ersten Platz.<sup>2</sup> Auch für die Erwachsenen zeigt ein Vergleich der DMS IV mit den Ergebnissen von 1997 einen deutlichen Kariesrückgang.

Die DMS IV hat zudem ergeben, dass 70% der Kinder und 46% der Jugendlichen ein Gebiss ganz ohne Karieserfahrung haben – Tendenz steigend. Eine aktuelle Untersuchung bei 6- bis 7-jährigen Schulanfängern in Rheinland-Pfalz zeigt ebenfalls einen rückläufigen Trend bei der Karieshäufigkeit sowie eine steigende Zahl von Kindern ohne Karieserfahrung.<sup>3</sup>

---

\* OECD: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

\*\* DMFT steht für zerstörte (decayed), fehlende (missing), gefüllte (filled) Zähne (teeth). Ein Wert von 1 bedeutet, dass von 28 bleibenden Zähnen – Weisheitszähne werden nicht berücksichtigt – ein Zahn entweder kariös, gefüllt oder fehlend ist.

1 Michaelis W., Schiffer U.: Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Hrsg.: Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ). IDZ-Materialienreihe Band 31. Deutscher Ärzteverlag, Köln 2006. Der Studie gingen Berichte aus den Jahren 1989, 1992 und 1997 voraus.

2 OECD Health Data 2009; [http://www.oecd-ilibrary.org/sites/health\\_glance-2009-en/01/10/g1-10-01.html?itemId=/content/chapter/health\\_glance-2009-12-en&\\_csp\\_=73419db2d8639c2c6d43934472010be1](http://www.oecd-ilibrary.org/sites/health_glance-2009-en/01/10/g1-10-01.html?itemId=/content/chapter/health_glance-2009-12-en&_csp_=73419db2d8639c2c6d43934472010be1); Stand: 15.09.2015.

3 Weusmann J., Mahmoodi B., Azaripour A., Kordsmeyer K., Walter C., Willershausen B.: Epidemiological investigation of caries prevalence in first grade school children in Rhineland-Palatinate, Germany 2015. In: Head and Face Medicine, DOI 10.1186/s13005-015-0091-8: <http://www.head-face-med.com/content/11/1/33>; Stand: 08.10.2015.

Die Gründe: Die Deutschen haben ihre Zahn- und Mundhygiene deutlich verbessert.<sup>4</sup> Dazu beigetragen haben die verstärkte Aufklärung über eine gute Mundhygiene und regelmäßige Kontrolluntersuchungen beim Zahnarzt. Auch die Versiegelung der Kauflächen von Backenzähnen (Fissurenversiegelung) bei Kindern und Jugendlichen spielt eine große Rolle.

### Wie entsteht Karies eigentlich?

Für die Entstehung von Karies müssen verschiedene Faktoren zusammenkommen. Neben der Zahnbeschaffenheit und der genetischen Veranlagung spielen Bakterien, die Mundhygiene, der Verzehr so genannter „fermentierbarer“ Kohlenhydrate, verbleibende Speisereste und der Faktor Zeit eine besondere Rolle. Als fermentierbar werden Kohlenhydrate bezeichnet, die von Bakterien im Mund verstoffwechselt werden können. Die Bakterien bauen diese Kohlenhydrate ab und produzieren Säuren. Diese Säuren greifen den Zahnschmelz an und entziehen ihm Mineralien, sodass er porös wird und Karies entstehen kann. Je länger die Säuren auf den Zahnschmelz einwirken können, desto größer ist die Kariesgefahr.

Die Liste der Lebensmittel, die fermentierbare Kohlenhydrate enthalten und damit Karies begünstigen können, ist lang. Sie umfasst auch Grundnahrungsmittel wie Brot, Reis, Nudeln oder Kartoffeln sowie Milchprodukte, Obst, Säfte, Zucker und vieles mehr. Die Herkunft der Kohlenhydrate ist dabei unerheblich. Bei Zucker ist eine Unterscheidung von „natürlich vorhandenen“ oder „zugesetzten“ Zuckerarten wissenschaftlich nicht begründbar.<sup>5,6,7,8,9</sup>

### Häufigkeit entscheidender als Menge

Wie viel wir essen, hat wenig Einfluss auf unsere Zahngesundheit. Das hat das EURODIET-Projekt<sup>10</sup> bestätigt, das von der Universität Kreta durchgeführt und von der Europäischen Kommission mitfinanziert wurde. Die Experten des EURODIET-Projektes haben zur Erarbeitung europäischer Ernährungsrichtlinien keine Verzehrsobergrenze für Zucker festgelegt, sondern betonen die Bedeutung der Verzehrshäufigkeit für die Kariesprävention.

---

4 Robert Koch-Institut: Mundgesundheit. Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2009; Heft 47, S. 14-16.

5 Van Loveren C.: Ernährung und Zahnkaries. Oralprophylaxe & Kinderzahnheilkunde 2006; 28(2), S. 76-81.

6 Wiedemann W.: Kohlenhydrate, Karies und die Erkrankungen des Zahnhalteapparates. In: Kluthe R., Kasper H. (Hrsg): Kohlenhydrate in der Ernährungsmedizin unter besonderer Berücksichtigung des Zuckers. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1996; S. 54-59.

7 König K.G., Navia J.M.: Nutritional role of sugars in oral health. Am J Clin Nutr. 1995; 62(1), S. 275-283.

8 Issa A.I., Toumba K.J., Preston A.J., Duggal M.S.: Comparison of the effects of whole and juiced fruits and vegetables on enamel demineralisation in situ. Caries Res. 2011; 45(5), S. 448-452.

9 Staufenbiel I., Adam K., Deac A., Geurtsen W., Günay H.: Influence of fruit consumption and fluoride application on the prevalence of caries and erosion in vegetarians – a controlled clinical trial. Eur J Clin Nutr. 2015; doi:10.1038/ejcn.2015.20.

10 Eurodiet Reports and Proceedings. Public Health Nutr. 2001; 4, 2(A) und 2(B).

Je häufiger Säuren den Zahnschmelz angreifen und je länger diese auf den Zahn einwirken, desto eher entsteht Karies. Entscheidend für die Kariesvorbeugung ist daher weniger wie viel und was, sondern vielmehr wie häufig man isst und ob danach die Zähne geputzt werden.<sup>11,12,13</sup>

### Richtige Mundhygiene – mit fluoridhaltiger Zahnpasta

Gründliches und regelmäßiges Zähneputzen entfernt sowohl die bakteriellen Zahnbeläge als auch die an und zwischen den Zähnen haftenden Nahrungsreste. So können Säuren, die den Zahnschmelz angreifen, erst gar nicht entstehen. Am wirkungsvollsten kann man Karies mit fluoridhaltiger Zahnpasta verhindern. Fluoride hemmen die Auflösung der Mineralien im Zahnschmelz. Sie unterstützen die Remineralisierung, indem sie helfen, Calcium und Phosphat aus dem Speichel schneller in den Zahnschmelz einzubauen, und tragen dadurch dazu bei, dass der Zahnschmelz wieder fest wird.

Zusätzlich sollte man täglich Zahnseide benutzen, um auch die Zahnzwischenräume von Speiseresten zu befreien. Regelmäßige zahnärztliche Untersuchungen und ggf. eine professionelle Zahnreinigung komplettieren die wirksame Kariesprävention. Und schließlich sollten Eltern ihren Kindern vorleben, dass Mundhygiene fester Bestandteil des Alltags ist, sodass diese das Putzritual von klein auf erlernen und verinnerlichen können.

### Karies die Zähne zeigen

Kerngesunde Zähne und Genuss ohne Verzicht – ja, das funktioniert. Die Daten zur Zahngesundheit belegen, dass Karies in Deutschland insbesondere unter Kindern und Jugendlichen stark rückläufig ist. Wer durch konsequente Vorsorge Karies „die Zähne zeigt“, regelmäßig Zähne putzt und dabei fluoridhaltige Zahnpasta verwendet, kann guten Gewissens alles essen, was Kohlenhydrate enthält: Vom Brot über Nudeln, Kartoffeln und Milch bis hin zu Zucker.

---

11 Wiedemann W., a. a. O., S. 54-59.

12 König K.G., Navia J.M., a. a. O., S. 275-283.

13 Anderson C.A., Curzon M.E.J., van Loveren C., Tatsi C., Duggal M.S.: Sucrose and dental caries: a review of the evidence. *Obes Rev.* 2009; 10(1), S. 41-45.

---

# Studien: Zucker und Zahngesundheit

---

## Die Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV)

In der Vierten Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS IV) wurden im Jahr 2005 4.631 Personen aller sozialen Schichten und Altersklassen befragt und zahnärztlich untersucht. Im Vergleich zur DMS III aus dem Jahr 1997 zeigt sich eine deutliche Verbesserung der Zahngesundheit der Deutschen.

Die Deutschen Mundgesundheitsstudien liefern umfangreiche Daten über die Mundgesundheit der Deutschen und ermöglichen somit eine Beschreibung und Trendaussage zu Karies, zu Parodontopathien und zu Zahnverlusten, zum Versorgungszustand und dem Behandlungsbedarf und erlauben internationale Vergleiche der oralen Kennwerte. Im Jahr 2005 wurde die Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV) mit 4.631 Teilnehmern vom Institut der Deutschen Zahnärzte, im Auftrag der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung und der Bundeszahnärztekammer, durchgeführt.

Die DMS IV ist eine repräsentative Querschnittsstudie, deren Teilnehmer mittels Zufallsstichproben in den vier ausgewählten Alterskohorten (12-Jährige, 15-Jährige, 35- bis 44-Jährige und 65- bis 74-Jährige) ausgewählt wurden. Die Altersgruppe der 15-Jährigen wurde neu aufgenommen, für die anderen Altersklassen stellt die DMS IV eine Wiederholungserhebung der im Jahr 1997 durchgeführten DMS III dar. Neben zahnmedizinischen Untersuchungsparametern (unter anderem DMFT (Decayed-Missing-Filled Teeth), Plaque, Parodontitis) werden zudem sowohl individuelle Parameter (zum Beispiel Körpergröße und Gewicht, Soziodemographika, orale Lebensqualität) als auch Verhaltensmuster (Zigarettenkonsum, Zahnputz- und Mundhygieneverhalten) erhoben.

Bei der Erfassung der Karieshäufigkeit stellen die Autoren fest, dass bei 12-jährigen Kindern ein deutlicher Rückgang der Zahnkaries um 58,8% im Vergleich zur DMS III im Jahr 1997 stattgefunden hat. Im Durchschnitt haben 12-Jährige nur noch 0,7 kariöse Zähne. Im Jahr 1997 waren es noch 1,7. 70,1% der Kinder und 46,1% der Jugendlichen haben ein völlig gesundes Gebiss. Den Grund für die deutliche Verbesserung der Mundgesundheit sehen die Autoren in regelmäßigen Zahnarztbesuchen und einer Ausweitung der Fissurenversiegelung im Rahmen der zahnärztlichen Individualprophylaxe. Diese Verbesserung der Mundgesundheit hat in allen sozialen Schichten stattgefunden. Dennoch fällt die Karieserfahrung je nach sozialer Schicht nach wie vor sehr unterschiedlich aus.



Auch bei den Erwachsenen und den Senioren ist ein zum Teil deutlicher Rückgang der Zahnkaries feststellbar. Dies ist dadurch zu erklären, dass heutzutage weniger kariöse Zähne extrahiert werden. Die Wurzelkaries ist sowohl bei den Erwachsenen als auch bei den Senioren hingegen angestiegen. Der Versorgungsgrad der an Karies erkrankten Zähne liegt mit rund 95% sehr hoch.

Zu Erkrankungen des Zahnhalteapparates zählen Zahnfleischentzündung (Gingivitis) und Parodontitis (Entzündungen des Zahnhalteapparates mit Bildung von Zahnfleischtaschen und Knochenabbau). Das Risiko für Parodontalerkrankungen steigt mit dem Lebensalter an. Dies ist auch der Grund, warum Jugendliche deutlich seltener an Parodontitis leiden als Erwachsene. Bei den Erwachsenen (35- bis 44-Jährige) haben 52,7 eine mittelschwere und 20,5% eine schwere Parodontitis. Bei den Senioren liegen die Werte bei 48,0 und 39,8%. Die Zunahme (+ 26,9 bzw. 23,7% im Vergleich zur DMS III im Jahr 1997) ist damit zu begründen, dass Erwachsene heute weniger Zähne durch Karies verlieren und somit bei den erhaltenen Zähnen das Risiko für parodontale Erkrankungen steigt. Nicht nur das Lebensalter sondern auch Faktoren wie Rauchen, (niedriger) Sozialstatus, (männliches) Geschlecht und Übergewicht tragen zum Parodontoserisiko bei.

Die Zahnverluste sind sowohl bei Erwachsenen als auch bei Senioren im Vergleich zu 1997 zurückgegangen. Zudem hat sich die Zahl noch vorhandener Zähne zum ersten Mal deutlich erhöht.

Des Weiteren kommt die Studie zu dem Ergebnis, dass sich das Zahn- und Mundhygieneverhalten im Vergleich zu 1997 deutlich verbesserte. Bei den 12-Jährigen geben 74,2 und bei den Jugendlichen 73,4% an zweimal täglich die Zähne zu putzen. Bei Erwachsenen beträgt der Wert 72,8 und bei Senioren 60,6%. Mehr als zwei Drittel sind zudem der Überzeugung, dass man selbst sehr viel bzw. viel tun kann, um seine Zähne gesund zu halten. Auch ein regelmäßiger Zahnarztbesuch findet in allen Altersgruppen statt (Je nach Altersklasse: 66,2 bis 76,1% gehen mindestens einmal pro Jahr zum Zahnarzt).

Es zeigt sich ein allgemeiner Trend zu einer besseren Mundgesundheit, der sich über alle sozialen Schichten erstreckt. Dennoch besteht nach wie vor ein enger Zusammenhang zwischen Erkrankungsrisiko und dem Sozialstatus (dem Bildungsstatus als Indikator der sozialen Schicht).

*Micheelis W., Schiffner U.: Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Hrsg.:  
Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ).  
IDZ-Materialienreihe Band 31. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 2006.*

### Die Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie, DMS V

Seit der DMS IV hat sich die Zahn- und Mundgesundheit der Bevölkerung über alle sozialen Schichten hinweg weiter verbessert. Die Prävalenz schwerer Parodontalerkrankungen hat sich zwischen 2005 (DMS IV) und 2014 (DMS V) praktisch halbiert, und auch Karieserkrankungen sind weiter zurückgegangen. Infolge der demografischen Entwicklung verlagern sich Zahnerkrankungen ins hohe Alter und dabei hauptsächlich auf Menschen mit Pflegebedarf.

1989 wurde die Erste Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS I) vom Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ) initiiert. Von Oktober 2013 bis Juli 2014 wurden im Rahmen der DMS V zum fünften Mal aktuelle oralepidemiologische Daten für vier Altersgruppen erhoben. Dafür hat IDZ in insgesamt 90 Gemeinden etwa 4.600 Menschen aus allen sozialen Schichten und Altersgruppen in einer repräsentativen Erhebung befragt und zahnmedizinisch untersucht.

Unter den 12-Jährigen waren 81 % der Kinder kariesfrei. Zwischen 1997 und 2014 hat sich ihr Anteil verdoppelt. Die durchschnittliche Karieserfahrung (DMFT-Index) betrug 0,5 (DMS IV: 0,7). Zahnfleischentzündungen wurden bei 22 % der untersuchten Kinder beobachtet. Damit setzt sich der Trend des robusten und kontinuierlichen Kariesrückgangs bei den Kindern dieser Altersgruppe seit den 1980er-Jahren fort.

Jüngere Erwachsene im Alter von 35 bis 44 stellen die erste Alterskohorte dar, der im Kindes- und Jugendalter eine zahnmedizinische Gruppen- und Individualprophylaxe zur Verfügung stand. Nahezu alle waren von Karies mit einer durchschnittlichen Karieserfahrung von 11,2 Zähnen betroffen. Dennoch war dies eine Verbesserung um circa 30 % im Vergleich zu 1997. Karieserkrankungen der Zahnwurzel sanken im selben Zeitraum um circa 50 %. Moderate und schwere Parodontitis lagen bei 52 % der jüngeren Erwachsenen vor, Zahnverlust wurde bei ihnen jedoch kaum beobachtet. Auch in dieser Gruppe gab es damit einen nachhaltigen Rückgang der Karieserfahrung und schwerer Parodontalerkrankungen.

Jüngere Senioren im Alter zwischen 65 und 74 Jahren zeigten fast alle eine Karieserfahrung, die im Durchschnitt 17,7 Zähne betraf. Parodontale Erkrankungen lagen bei 65 % von ihnen vor, totaler Zahnverlust bei 12 %. Der Rückgang der Karieserfahrung bei den jüngeren Senioren äußerte sich vor allem durch mehr erhaltene Zähne: Der Anteil zahnloser jüngerer Senioren hat sich seit 2005 halbiert, und sie hatten durchschnittlich fünf Zähne mehr als 1997. Trotz des besser erhaltenen Gebisses wurde zusätzlich ein Rückgang schwerer Parodontalerkrankungen beobachtet.

Auch nahezu alle älteren Senioren (75 bis 100 Jahre) waren von Karies betroffen. Ihre durchschnittliche Karieserfahrung betraf 21,6 Zähne. Parodontale Erkrankungen lagen bei 90 % der älteren Senioren vor, zu totalem Zahnverlust kam es bei 33 % von ihnen. Dennoch haben

Senioren dieser Altersgruppe im Jahr 2014 einen Mundgesundheitszustand wie die jüngeren Senioren (65- bis 74-Jährige) im Jahr 2005 und weisen somit deutliche Verbesserungen auf.

Unter den älteren Senioren mit Pflegebedarf betraf die durchschnittliche Karieserfahrung 24,6 Zähne. Parodontale Erkrankungen lagen bei 82% und totaler Zahnverlust bei 54% der älteren Senioren mit Pflegebedarf vor. Sie wiesen damit eine vergleichsweise schlechtere Mundgesundheit und einen schlechteren Versorgungszustand auf als ältere Senioren generell. Demnach besteht bei dieser Personengruppe ein deutlich erhöhter Assistenzbedarf bei der Mundhygiene und bei der Organisation der zahnmedizinischen Versorgung.

Soziale Ungleichheiten, die sich auf die Gesundheit auswirken, stellen nach wie vor eine Herausforderung dar. Sowohl bei der Karies- als auch der Parodontitiserfahrung zeigen sich in Deutschlands inverse soziale Gradienten: Studienteilnehmer mit höherer Schulbildung waren tendenziell weniger von oralen Erkrankungen betroffen. Gegenüber der letzten Erhebung von 2005 hat sich dieser Gradient aber leicht verringert.

Das Mundgesundheitsverhalten ist für die Oralprophylaxe von zentraler Bedeutung. Die Zahnputzfrequenz hat sich nach Häufigkeit, Zeitpunkt und Dauer erheblich verbessert. 45% der Kinder und 31% der Erwachsenen kannten die Empfehlungen zur Zahnpflege und gaben ein gutes Zahnputzverhalten an. Im Vergleich zum Jahr 1997 gaben dreimal mehr jüngere Senioren an, eine gute Mundhygiene zu haben.

Die aktuelle Mundgesundheitssituation in Deutschland lässt insgesamt einen positiven Trend sowohl im Hinblick auf die Karieserfahrung als auch auf die Parodontitiserfahrung und völlige Zahnlosigkeit erkennen. Deutschland nimmt den aktuellen Daten nach im internationalen Vergleich eine Spitzenposition ein.

Der positive Trend ist bei allen Altersgruppen und allen Sozialschichten der Gesellschaft zu beobachten. Präventive Erfolge führen dazu, dass orale Erkrankungen erst in späteren Altersphasen auftreten. Das orale Morbiditätsprofil der älteren Senioren in der DMS V zeigt fast identische Prävalenzen für Karies und Parodontitis, wie sie vor knapp zehn Jahren noch für die jüngeren Senioren dokumentiert wurden.

*A. Rainer Jordan, Wolfgang Micheelis: Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Hrsg.:  
Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ). IDZ-Materialienreihe Band 35.  
Deutscher Zahnärzte-Verlag DÄV, Köln 2016.*

### Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2009

Die Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ) dokumentiert seit Jahren die gruppenprophylaktischen Maßnahmen und führt zudem Erfolgskontrollen durch. Für die DAJ-Studie 2009 liegen Daten zur Kariesprävalenz von 6- bis 7-, 12- und 15-Jährigen aus allen 16 Bundesländern vor. In allen Altersklassen zeigt sich ein deutlicher Rückgang in der Kariesprävalenz. Ebenso zeigt sich, dass vom Kariesrückgang sowohl Kinder mit hoher als auch mit niedriger Kariesgefährdung profitieren.

Zur Verbesserung der präventiven Versorgung von Schulkindern wurde im Jahr 1989 eine Regelung zur Finanzierung der Gruppenprophylaxe durch die Krankenkassen getroffen und gleichzeitig eine Dokumentation und Erfolgskontrolle vorgeschrieben. Zugleich wurde auch die Durchführung einer Individualprophylaxe in Zahnarztpraxen festgelegt. Um den Erfolg der Maßnahmen zu messen, sind regelmäßige zahnmedizinische Untersuchungen der beteiligten Kinder von Nöten. Vor diesem Hintergrund hatte die DAJ im Jahr 1993 zunächst festgehalten, alle drei Jahre in allen Bundesländern repräsentative Erhebungen bei 6- bis 7-Jährigen sowie bei Kindern im Alter von 9 bis 12, durchzuführen.

In der dritten DAJ-Studie im Jahr 2000 zeigte sich eine deutliche Verbesserung sechs Jahre nach Einführung der neuen Maßnahmen, so dass die nächste Untersuchung erst 2004 angesetzt wurde. Nun wurden anstelle der 9-Jährigen 15-Jährige untersucht, um zu prüfen, wie sich die Mundhygiene nach dem Auslaufen der Gruppenprophylaxe entwickelt.

Die vorliegende DAJ-Studie wurde nach weiteren fünf Jahren durchgeführt. Im Fokus der Untersuchung standen vor allem durch Karies verursachte Zahnschäden sowie die Fissurenversiegelungen. In den beteiligten Landesarbeitsgemeinschaften wurden Schulungen durchgeführt, um eine Vergleichbarkeit der Erhebungen in den verschiedenen Bundesländern zu ermöglichen. Für jedes Bundesland wurde eine repräsentative Stichprobe gezogen, welche 10% der relevanten Schulen umfassen sollte. Als Parameter wurden der dmf-t- (decayed-filled-missed teeth) (Milchgebiss) und der DMF-T-Wert (permanentes Gebiss) erhoben. Des Weiteren wurde der SiC-Index (Significant Caries Index) bestimmt, indem für das Drittel der jeweiligen Population mit den höchsten DMF-T-Werten der Mittelwert berechnet wurde.

Für die DAJ-Studie 2009 liegen Daten zur Kariesprävalenz von 6- bis 7-, 12- und 15-Jährigen aus allen 16 Bundesländern vor. In der jüngsten Unterstichprobe lag der mittlere dmf-t-Wert zwischen 1,3 und 2,56 je nach Bundesland. Verglichen mit der DAJ-Studie aus dem Jahr 1994/1995 ist dies ein Rückgang um maximal 43,5%. Der Sanierungsgrad der Milchzähne variierte zwischen den Bundesländern stark (38,8 bis 57,7% der kariösen Milchzähne waren nicht versorgt). Die erreichten Werte werden dennoch als zu hoch angesehen. Es sollten noch weitere Anstrengungen unternommen werden, um das erklärte Ziel zu erreichen, dass 80% der 6- bis 7-Jährigen bis 2020 kariesfrei sein sollen.

Bei den 12-jährigen Kindern war die Kariesprävalenz sehr gering. Die DMF-T-Werte bewegten sich je nach Bundesland zwischen 0,56 bis 1,06. Der Kariesrückgang lag somit zwischen 60 und 76,7%. In der ältesten Probandengruppe (15-Jährige) wurden DMF-T-Werte zwischen 0,93 und 2,02 erfasst.

Bei den 6- bis 7-Jährigen betrug der mittlere dmft-Wert, berechnet als Mittelwert auf Bundesebene 1,87 im Jahr 2009. Somit zeigte sich ein deutlicher Rückgang im Vergleich zu den zurückliegenden Untersuchungen (1997: 2,39; 2000: 2,21; 2004: 2,16). Das Auftreten von Karies sank zwischen 1994/95 und 2009 um 36,8%.

Zwischen 1994/95 und 2009 zeigte sich bei den 12-Jährigen ein Rückgang im DMF-T-Wert von 2,44 auf 0,72, was einen Rückgang um 72,7% bedeutet. Bei den 15-jährigen Teilnehmern verringerte sich der DMF-T-Wert für Deutschland von 2,05 auf 1,41.

Wenn auch nach wie vor eine deutliche Polarisierung der Kariesprävalenz auftritt, so profitieren vom allgemeinen Kariesrückgang sowohl Kinder mit niedrigen als auch mit hohem Kariesrisiko. Dies zeigt sich an den SiC-Werten: bei den 12-Jährigen lag dieser 1994/95 noch zwischen 4,88 und 6,41 und im Jahr 2009 sank dieser auf 1,68 bis 3,05.

*Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2009 – Gutachten, Bonn 2010.*

## **Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2016**

Die Epidemiologischen Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ) wurden im Schuljahr 2015/2016 in allen 16 Bundesländern durchgeführt. Im Gegensatz zu vorherigen Untersuchungen wurden neben den 6- bis 7- und 12-Jährigen erstmalig auch 3-Jährige Kinder untersucht.

Alle beteiligten UntersucherInnen wurden vorab trainiert, und durch eine neu entwickelte Online-Kalibrierung von 482 UntersucherInnen wurden einheitliche Bedingungen geschaffen. Erstmals wurden auch Initialläsionen einbezogen, die schwierig zu kalibrieren sind. Dennoch wurden in der Regel gute Übereinstimmungen erzielt ( $\kappa = 0,85$ ).

Die 3-Jährigen aus zehn Bundesländern wiesen mittlere dmft-Werte von 0,38 bis 0,58 auf. Der gewichtete Durchschnittswert für Deutschland lag bei 0,48. Durchschnittlich 86,3% der Kinder waren kariesfrei, die verbleibenden 13,7% der 3-Jährigen hatten im Mittel 3,57 betroffene Milchzähne. Zusätzlich wurden durchschnittlich 0,19 Initialläsionen pro Kind beobachtet, die zumeist bei Kindern mit bestehender Karieserfahrung gefunden wurden.

Bei ihnen waren 73,9% der Zähne kariös und damit unversorgt. Da kleine Kinder mit Karies meist nur in einer sehr aufwendigen Narkosesanierung behandelt werden können, waren der Füllungs- und der Extraktionsanteil minimal. Internationale Vergleichsdaten zu 3-Jährigen stehen nur aus wenigen Ländern zur Verfügung. In England waren beispielsweise 12% der Kinder betroffen, und der dmft war mit 0,36 geringfügig niedriger.

Die 6 bis 7-Jährigen wiesen mittlere Karieswerte (dmft) im Milchgebiss zwischen 1,37 und 2,31 auf. Der deutsche Mittelwert lag bei 1,73 und 0,38 Initialläsionen pro Kind. 43 bis 62% der Kinder hatten keine Karieserfahrung (dmft=0). Bei den Kindern mit Karieserfahrung waren durchschnittlich 3,96 Milchzähne betroffen. Von den kariösen Läsionen waren in Deutschland 57,5% versorgt, je nach Bundesland/Region waren es zwischen 38 und 66%. Bei Erstklässlern zeigte sich im Vergleich zum Jahr 2000 eine geringfügige Kariesreduktion und somit insgesamt eine Verbesserung der Mundgesundheit.

Trotz generell sehr niedriger Prävalenzen konnte hingegen bei 12-Jährigen ein weiterer Kariesrückgang festgestellt werden. 79% der Kinder waren kariesfrei (DMFT = 0), unter Einbeziehung der Initialläsionen waren es 66%. Damit ergab sich ein internationaler Spitzenwert von 0,44 für Deutschland. In den einzelnen Bundesländern zeigte sich durchschnittlich ein DMFT von 0,24 bis 0,74, im Mittel wurden 0,52 kariöse Initialläsionen diagnostiziert. Der kontinuierliche Kariesrückgang im bleibenden Gebiss seit 1994/95 betrug für Deutschland 82%.

Wie auch das vorangegangene Gutachten aus dem Jahr 2010 zeigen die Epidemiologischen Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2016 gegenläufige Entwicklungen der Kariesprävalenzen im Milchzahn- und im permanenten Gebiss auf. Ein Aktionsplan „Prävention im Milchgebiss“ wäre in Deutschland nötig, um die deutlich niedrigeren Karieswerte im Milchgebiss anderer Länder wie Dänemark, England oder Frankreich zu erzielen.

Nach wie vor zeigt sich eine klare Staffelung der Karieswerte nach Schulform. In allen Altersgruppen trugen circa 20% der Kinder die überwiegende Karieslast: Bei den 12-Jährigen waren besonders Kinder an Förder-, Haupt-/Mittelschulen und ähnlichen Schulformen betroffen. Auch wenn die die Zahngesundheit der 12-Jährigen in Deutschland einen internationalen Spitzenwert erreicht, muss die Chancengleichheit bei der Mundgesundheit in Deutschland weiter verbessert werden. Dafür bietet eine aufsuchende Gruppenprophylaxe gute Ansatzpunkte. Insgesamt lässt sich feststellen, dass sich die Zahngesundheit der 12-Jährigen seit Beginn der Erhebungen stetig verbessert hat, so dass die Kinder heute bessere Zähne haben als je zuvor.

*R. Basner, Dr. R. M. Santamaría, Dr. J. Schmoeckel, Dr. E. Schüler, Prof. Dr. Ch. H. Spliethper K.  
Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2016. Gutachten, Bonn 2017.  
Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege e.V. (DAJ).*

## Ernährung und Zahnkaries

Die Kariogenität hängt möglicherweise mehr von der Mundhygiene mit Fluoriden als von der Ernährung oder der Art der Kohlenhydrate ab.

In der Ernährung des Menschen besteht zwischen der Zufuhr von Fett und Kohlenhydraten eine inverse Beziehung. Immer wieder wird die Empfehlung ausgesprochen, Fette vorzugsweise durch komplexe Kohlenhydrate zu ersetzen, wobei die Bevorzugung komplexer Kohlenhydrate aus gesundheitlichen Gründen nicht generell gerechtfertigt ist: Der Austausch von Fett durch Zucker oder Stärke hat dieselbe blutfettsenkende Wirkung. Jedoch könnte der Austausch von Fett durch gut schmeckende Zuckerarten möglicherweise leichter erreicht werden als durch komplexe Kohlenhydrate. Der Autor kommt in diesem Übersichtsartikel zu dem Ergebnis, dass die Eigenschaften eines kohlenhydrathaltigen Lebensmittels bezüglich der Azidogenität und Kariogenität eher von den Verbrauchergewohnheiten und den lokalen oralen Faktoren als vom Zuckergehalt oder der Art der Kohlenhydrate abhängt.

In der modernen Ernährung werden eine Reduzierung der Fettzufuhr und ein höherer Verzehr von stärkehaltigen Lebensmitteln sowie Obst und Gemüse befürwortet. Dies führt neben einer gesteigerten Aufnahme von Kohlenhydraten einschließlich Zuckern auch zu einer vermehrten Aufnahme von freien Säuren, insbesondere aus Obst. Durch die Säuren werden dentale Erosionen begünstigt, während die Kohlenhydrate das Risiko der Entstehung einer Zahnkaries mit sich bringen. Kohlenhydrate wirken per se nicht schädigend auf den Zahn. Erst nach ihrer Hydrolyse durch Speichel-Amylasen werden sie durch azidogene Bakterien im Zahnbelag fermentiert. Die gebildeten Säuren bewirken eine Demineralisierung des Zahnschmelzes und führen zu einer Vergrößerung der Poren in Schmelz und Dentin. Frühe Stadien der Demineralisierung können bei regelmäßiger Reduzierung des bakteriellen Zahnbelags, normalem Speichelfluss und Verfügbarkeit von Fluoridionen remineralisiert werden. Unter ungünstigen Bedingungen kommt es jedoch zunehmend zum Substanzverlust und zur Bildung einer kariösen Kavität.

Zucker wurde von einem britischen Expertengremium (Committee on Medical and Nutritional Aspects of Food Policy; COMA) von einer direkten Verursachung aller Krankheiten mit Ausnahme der Zahnkaries freigesprochen. Bezüglich der Wirkung auf die Entstehung von Karies wurde ein Konzept mit der Vorstellung entwickelt, dass freier oder „extrinsischer“ Zucker kariogen wirkt, während „intrinsischer“ Zucker, der innerhalb von Zellstrukturen wie in Obst oder Gemüse vorliegt, kein Kariesrisiko mit sich bringt. Laborstudien ergaben jedoch, dass dieses Konzept wissenschaftlich nicht haltbar ist und dass unter den üblichen Verzehrsbedingungen zwischen der Azidogenität von intrinsischem und extrinsischem Zucker kein Unterschied besteht. Auch fehlen experimentelle Belege dafür, dass faserige Nahrungsbestandteile Zahnbeläge in den Bereichen beseitigen, in denen Karies üblicherweise auftritt.



Unter den üblichen Verzehrbedingungen trägt Obst nicht zu einer nachweisbaren Kariesentwicklung bei, bei häufigem Verzehr kann es aber durchaus kariogen wirken. Experimentelle Studien ergaben, dass getrocknetem Obst eindeutig ein kariogenes Potential zuzuordnen ist. Auch nach dem Verzehr von Stärke, beispielsweise in Form von Weißbrot, gekochten Nudeln oder Reis, erfolgt eine rasche Hydrolyse und eine folgende Säureeinwirkung auf die Zähne, so dass das Konzept der geringeren Kariogenität komplexer Kohlenhydrate in Frage gestellt werden muss. Stärke besitzt zudem eine gewisse Klebrigkeit, die den Verbleib von Speiseresten an den Zähnen begünstigt.

Zusammenhänge zwischen dem Verzehr von Zucker und dem Auftreten von Karies, wie sie bis in die späten sechziger Jahre beobachtet wurden, sind in den meisten westlichen Ländern heute nicht mehr feststellbar. In zahlreichen epidemiologischen Studien haben die Nahrungsvariablen nie mehr als 6% zur Kariesvarianz beigesteuert, während Variablen wie sozioökonomischer Status, Ausbildungsgrad und Determinanten der Mundhygiene zu wesentlich größeren Teilen der Varianz beitragen. Auch zuckerhaltige Nahrungsmittel und Getränke waren nicht mit dem Auftreten von Karies bei Kindern assoziiert, wenn sie sich mehr als einmal täglich die Zähne putzten. Die plausibelste Erklärung für den Rückgang der Karieserkrankungen ist die ständige Verbesserung der Mundhygiene mit regelmäßiger Reduzierung des Zahnbelags und der täglichen Verabreichung von Fluoriden.

*Van Loveren C.: Ernährung und Zahnkaries.  
Oralprophylaxe & Kinderzahnheilkunde 2006; 28(2), S. 76–81.*

### **Kohlenhydrate, Karies und die Erkrankungen des Zahnhalteapparates**

**Zahlreiche Kohlenhydrate begünstigen die Bildung von Plaque und kariogenen Säuren. Eine zahnungesunde Ernährung kann jedoch durch eine gute Mundhygiene in Verbindung mit Fluoriden kompensiert werden, so dass Parodontopathien und Karies vorgebeugt wird.**

Karies und Zahnfleischentzündungen werden durch Bakterien in Plaques verursacht. Plaques bestehen aus einer Masse von Mikroorganismen in einer Mukopolysaccharidmatrix, die den Zähnen fest anhaftet. Darin werden niedermolekulare Kohlenhydrate zu Säuren abgebaut, die Zahnhartsubstanzen auflösen (Kariesbeginn). Andere Mikroorganismen geben Entzündungsfaktoren ab, die den Zahnhalteapparat angreifen (Gingivitisbeginn). Bei andauernder Einwirkung der Noxen kommt es zu einer manifesten Karies und Parodontitis. Die beteiligten Bakterien gehören der normalen Mundflora an, wobei einige jedoch eine besondere Rolle spielen, beispielsweise *Streptococcus mutans* in der Kariesentwicklung.

Bekannte Säulen der Prophylaxe für Karies und Zahnfleischentzündungen sind Ernährungslenkung, Mundhygiene und Fluoride.

Da besonders niedermolekulare Kohlenhydrate wie Saccharose von den Bakterien metabolisiert werden, sollte ihre Eliminierung aus der Nahrung zu einer drastischen Kariesreduktion führen. Tatsächlich hat sich das nach kriegsbedingten Zuckerrationierungen im zweiten Weltkrieg gezeigt. Zu dieser Zeit war die Zahl der kariesfreien Erstklässler in Basel von 2 bis 3% vor dem Krieg auf 15% angestiegen. Nach dem Krieg bewegten sich die Zahlen wieder auf Vorkriegsniveau. Gegenwärtig sind trotz eines hohen Zuckerverbrauchs mehr als zwei Drittel der 7- bis 15-Jährigen kariesfrei, so dass die Korrelation zwischen Zuckerkonsum und Kariesprävalenz heute nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Vielmehr spiegelt sich eine Beziehung zwischen der Häufigkeit des Konsums und dem Auftreten von Karies wider, so dass Empfehlungen ausgesprochen werden, möglichst wenige zuckerhaltige Zwischenmahlzeiten zu konsumieren. Auch wurde die Kariogenität anderer Kohlenhydrate, zum Beispiel von Stärke, lange Zeit stark unterschätzt.

Es ist heute anerkannt, dass eine optimale Mundhygiene mit einer Zahnbürste die Entstehung einer Gingivitis oder Parodontitis weitgehend verhindern kann, indem einem Überschusswachstum der Mundflora entgegengewirkt wird. Für Zahnkaries besteht hier keine allgemeine Zustimmung, da Plaques an den Prädilektionsstellen (Fissuren, Interdentalräume und Zahnhalsbereich) beim Zähneputzen zum Teil nur unzureichend reduziert werden. Hier genügt es im Unterschied zur Parodontalprophylaxe nicht, die Plaquedicke zu verringern. Die Mundhygiene ist des Weiteren jedoch eine unerlässliche Maßnahme, um die Fluoride in der Mundhöhle zu verteilen. Zur Plaquekontrolle können antibakteriell wirkende Substanzen wie beispielsweise Chlorhexidin eingesetzt werden. Sie sind aufgrund von Nebenwirkungen jedoch nicht für einen Langzeitgebrauch geeignet und können nicht als Ersatz der mechanischen Maßnahmen dienen.

Für eine umfassende Kariesprophylaxe ist der Wert der Fluoride heute unumstritten. Fluoride mindern die Plaquebildung, hemmen den mikrobiellen Zuckerabbau, führen durch chemische Umbildung zu einer Härtung und verminderten Säurelöslichkeit des Zahnschmelzes und fördern durch Remineralisation die Heilung von Säureeinwirkungen an der Zahnoberfläche. Sie sind für die Selbstmedikation als Basisprophylaxe (fluoridiertes Kochsalz, Fluoridtabletten) und zur lokalen Applikation geeignet. Fluoridhaltige Zahnpasten mit einem Gehalt von 1.000 bis 15.000 ppm können den Karieszuwachs um ca. 35% hemmen. Durch zusätzliche wöchentliche Applikation von Fluoridlösungen oder -gelees mit höherer Konzentration (12.500 ppm) lassen sich bis zu 90% der auftretenden Läsionen verhindern.

*Wiedemann W.: Kohlenhydrate, Karies und die Erkrankungen des Zahnhalteapparates. In: Kluthe R, Kasper H (Hrsg): Kohlenhydrate in der Ernährungsmedizin unter besonderer Berücksichtigung des Zuckers. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1996; S. 54-59.*

### Die Bedeutung von Zucker für die Mundgesundheit

Nach Sichtung aktueller wissenschaftlicher Literatur hinsichtlich der Fragestellung, ob Zucker in der Nahrung negative Auswirkungen auf die Mundgesundheit hat, kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass der Beitrag von Zucker zur Entstehung von oralen Erkrankungen heutzutage nur noch von marginaler Bedeutung ist. Gute Hygienemaßnahmen und eine ausreichende Fluoridzufuhr wirken sich wesentlich stärker auf die Mundgesundheit aus und sollten weiter propagiert werden.

Drei Gewebe stehen für die Mundgesundheit im Vordergrund: Die Zahnhartsubstanz, der Zahnhalteapparat (Parodontium) und die Mundschleimhaut. Ihre Gesundheit wird durch die Ernährung sowohl systemisch als auch lokal beeinflusst. Aufgenommene Nährstoffe haben Auswirkungen auf die Entwicklung und das Wachstum sowie auf den Erhalt und die Funktionen der Gewebe. Lokale Effekte werden durch in der Nahrung enthaltene Ionen, Säuren und physikalische Eigenschaften hervorgerufen. Da hauptsächlich Karies und Parodontitis für die Mundgesundheit eine Rolle spielen, wird der Einfluss von Zucker auf die Zahnhartsubstanz und das Parodontium in dieser Übersichtsarbeit näher beleuchtet.

Karies wird durch bakterielle Plaques verursacht, die zu einer progressiven intermittierenden Demineralisation des Schmelzes und schließlich des Dentins und Wurzelzements führt. Dieser Prozess folgt einem typischen Muster und kann zur kompletten Zerstörung der Zahnkrone mit Abszessen der Zahnpulpa führen. Die oralen Mikroorganismen hydrolysieren Stärke aus Nahrungsresten in der Mundhöhle und metabolisieren Zucker unter anderem zu Säuren, die das Zahnhartgewebe angreifen. Zu Beginn des Säureangriffes werden nur Poren im Zahnschmelz vergrößert. Durch Diffusion von Mineralien und Fluoriden kann dieser Vorgang rückgängig gemacht werden, was als Remineralisation bezeichnet wird. Dafür ist genügend Speichel mit ausreichender Pufferkapazität erforderlich. Zucker hat selbst keinen schädigenden Effekt auf die Zähne, sondern hat – wie alle kohlenhydrathaltigen Speisereste – kariesfördernde Eigenschaften, wenn er durch die in den Plaques sitzenden Bakterien fermentiert wird und dadurch Säuren akkumuliert werden. Auch „versteckte“ Zucker in Obst und Polysaccharide sind kariogen.

Vor der Einführung fluoridierter Zahnpasta in den 1970er-Jahren zeigte sich eine klare Assoziation zwischen dem Auftreten von Karies und der Zufuhr von Kohlenhydraten, darunter insbesondere Zucker. Beispielsweise wurden nach Zeiten von Nahrungsknappheit wie im zweiten Weltkrieg mit einer entsprechenden Zeitverzögerung niedrigere Kariesprävalenzen bei 7-Jährigen beobachtet. In Industrienationen ist diese Assoziation heute nicht mehr zu beobachten, da die flächendeckende Versorgung mit Fluoriden und eine verbesserte Mundhygiene, die dazu führt, dass Plaques sowie Speisereste regelmäßig entfernt werden, die durch Zucker verursachten Effekte weitestgehend minimieren. Die Frequenz der Nahrungszufuhr und eine gute Zahnpflege spielen eine wichtigere Rolle als die Art und Menge der

konsumierten Kohlenhydrate. Dies erklärt, warum die Kariesprävalenz in den meisten Industrienationen trotz eines gleichbleibend hohen Zuckerkonsums stark gesunken ist.

Krankheiten des Zahnhalteapparates betreffen meist chronische Entzündungen des Zahnfleisches, der Bindegewebe und des unterstützenden Knochens. Erkrankungen durch Nährstoffmangel spielen heutzutage nur noch eine untergeordnete Rolle. Dagegen sind deutliche Beziehungen zum Alter (12% der Varianz) und zu einer schlechten Mundpflege (66% der Varianz) festzustellen. Bei ausgedehnten Plaques kann eine sekundäre Differenzierung der subgingivalen Flora eintreten, die zu Entzündungen des Zahnfleisches führt. Auch hier sind geeignete Maßnahmen für die Mundhygiene zu empfehlen.

*König K.G., Navia J.M.: Nutritional role of sugars in oral health.  
Am J Clin Nutr. 1995; 62(1), S. 275–283.*

### **Ein Vergleich der Wirkung von ganzen Früchten und deren Säften auf die Demineralisation des Zahnschmelzes**

Es bestehen kontroverse Meinungen darüber, ob Zucker in freier Form, wie beispielsweise bei der Herstellung von Lebensmitteln zugesetzt oder in Honig und Fruchtsäften natürlicherweise enthalten, stärker zur Kariesentstehung beiträgt als Zucker, der sich wie bei Obst oder Gemüse in der Zellstruktur befindet. Die Autoren dieser Studie untersuchten die Wirkungen von ganzen Früchten und deren Säften auf den Zahnschmelz. Sie kamen dabei zu dem Ergebnis, dass es unerheblich ist, in welcher Form der Zucker vorliegt. Obst und Gemüse zeigten – in fester Form genauso wie als Saft – eine vergleichbare kariogene Wirkung wie Zucker in freier Form.

In der Fachwelt steht seit einigen Jahren ein Konzept zur Diskussion, das Zucker aus der Nahrung in intrinsische Zucker, die sich innerhalb von Zellen befinden, und extrinsische Zucker, die extrazellulär vorliegen, unterscheidet. Es wurde vermutet, dass extrinsische Zucker das Kariesrisiko erhöhen, und dass es für die Zahngesundheit von Vorteil ist, Zucker möglichst in intrinsischer Form zu verzehren. Viele Zahnmediziner und Ernährungsberater empfehlen deshalb für Zwischenmahlzeiten, süße Snacks wie Süßigkeiten durch Obst zu ersetzen.

Die Hypothese, dass intrinsische Zucker im Gegensatz zu extrinsischen weniger kariogen sind, wurde bisher nicht ausreichend experimentell belegt. Für eine Darstellung der kariogenen Wirkung ist es sinnvoll, die Demineralisation des Zahnschmelzes in situ zu ermitteln, sodass multifaktorielle Aspekte des Prozesses der Kariesentstehung berücksichtigt werden.

In dieser Untersuchung wurden deshalb die Effekte von ganzen Früchten und deren Säften auf den Zahnschmelz mit Hilfe eines intraoralen Testsystems verglichen.

Zehn gesunde Erwachsene im Alter von durchschnittlich 37,2 Jahren, darunter vier Frauen und sechs Männer, nahmen freiwillig an der Studie teil. Sie nahmen zum Zeitpunkt der Studie keine Medikamente ein, hatten einen normalen Speichelfluss (durchschnittlich 0,33 ml/min) und einen mittleren Kariesindex (DMFS) von 28,8.

Schmelzproben extrahierter humaner Prämolaren wurden unter Laborbedingungen demineralisiert, so dass eine Läsion entstand, die von gesundem Zahnschmelz umgeben war. Zur Unterstützung einer Plaquebildung wurde auf das Präparat ein 0,15 mm starkes Dracongewebe aufgebracht. Diese Proben wurden gedrittelt, ein Teil diente zur Kontrolle und zwei für die Exposition in situ. Die Präparate wurden mit Hilfe von herausnehmbaren Apparaturen von den Probanden zunächst zwei Tage lang intraoral getragen. Anschließend erfolgte die Exposition mit Früchten oder deren Säften über zehn Tage hinweg. Es handelte sich dabei um Äpfel (Zuckergehalt 13,72%), Apfelsinen (6,29%), Trauben (14,97%), Karotten (5,61%) und Tomaten (2,85%). Siebenmal täglich wurden 35 g der Produkte entweder als Saft oder in fester Form von den Studienteilnehmern über zwei Minuten hinweg konsumiert, wobei die Lebensmittel mit den Schmelzpräparaten in Kontakt kamen. Zusätzlich wurden Rosinen (Zuckergehalt 64%, intrinsisch) und als Kontrollen 10%ige Lösungen von Saccharose (Positivkontrolle) und Sorbit (Negativkontrolle) untersucht. Um Effekte durch unterschiedliche Ernährungsgewohnheiten zu umgehen, wurden die Zahnschienen von den Probanden während weiterer Mahlzeiten oder der Einnahme von Getränken herausgenommen, ansonsten wurden sie dauernd getragen. Während der Testphase verwendeten die Teilnehmer fluoridfreie Zahnpasta. Der Mineralverlust des Zahnschmelzes der Präparate wurde mittels transversaler Mikroradiographie ermittelt.

Sämtliche Lebensmittel führten zu einem signifikanten Mineralverlust, der dem bei der Verabreichung von Saccharose (Positivkontrolle) entsprach. Direkte Einflüsse durch Fruchtsäuren konnten demnach weitgehend ausgeschlossen werden. Lediglich bei der Sorbitkontrolle wurde keine Demineralisation der Schmelzpräparate beobachtet. Ein Vergleich der Demineralisation beim Verzehr ganzer Früchte und deren Säfte ergab keine signifikanten Unterschiede.

Bezüglich des Kariesrisikos ist es somit unerheblich, in welcher Form Obst und Gemüse eingenommen werden. Selbst bei Tomaten und Karotten, die einen relativ geringen Zuckergehalt aufweisen, wurden deutliche Demineralisationseffekte beobachtet. Dies gilt auch für Rosinen mit einem hohen intrinsischen Zuckergehalt, die von Vielen als gesunde Zwischenmahlzeit betrachtet werden. Werden sie jedoch über einen längeren Zeitraum nach und nach verzehrt, so könnte dies laut den Ergebnissen dieser Studie zu einem deutlich erhöhten Kariesrisiko beitragen. Der Verzicht auf fluoridhaltige Zahnpasta könnte in Verbindung mit

einer fruchtreichen Diät zur Entstehung von Karies beisteuern. Ein Verzehr von Zucker in intrinsischer Form ist nach den beschriebenen Ergebnissen somit nicht vorteilhaft gegenüber Zucker in frei verfügbarer, so genannter extrinsischer Form.

*Issa A.I., Toumba K.J., Preston A.J., Duggal M.S.:  
Comparison of the effects of whole and juiced fruits and vegetables on enamel demineralisation in situ.  
Caries Res. 2011; 45(5), S. 448–452.*

### **Assoziationen zwischen Saccharose und Zahnkaries: Eine Übersicht der wissenschaftlichen Evidenz**

Die Sichtung der wissenschaftlichen Literatur, die Beziehungen zwischen dem Auftreten von Karies und der Höhe des Zuckerkonsums beschreibt, ergab, dass kein belastbarer Zusammenhang besteht. Allerdings wirkt sich die Frequenz des Verzehrs zuckerhaltiger Lebensmittel moderat auf die Entstehung von Karies aus.

Jahrhundertlang war Honig das einzige zur Verfügung stehende Süßungsmittel. Später wurde Zucker aus Indien importiert, doch er war extrem teuer. Während der industriellen Revolution wurde raffinierter Zucker allgemein verfügbar, und damit setzte ein Anstieg der Karieserkrankungen ein. Bereits Ende des 18. Jahrhunderts wurden in wissenschaftlichen Arbeiten Hinweise darauf gegeben, dass Kohlenhydrate, einschließlich Zucker, an der Kariesentstehung beteiligt seien. Saccharose wird von Bakterien der Mundflora zu Polysacchariden und Säuren metabolisiert. Die Polysaccharide formen eine Matrix für bakterielle Plaques, erleichtern die Anheftung von Bakterien an die Zahnoberfläche und stellen ein Substratreservoir dar.

Die genaue Beziehung zwischen dem Zuckerkonsum und der Kariesprävalenz bleibt nach wie vor unklar. Vor diesem Hintergrund wurde eine Literaturanalyse mit Sichtung der wissenschaftlichen Literatur seit 1856 durchgeführt, die sich mit dieser Fragestellung befasste.

Die Untersuchung erfolgte nach Richtlinien des „Cochrane Handbook for Systematic Reviews on Interventions“, die sich durch einen hohen Grad der Standardisierung auszeichnen. Dafür wurden 23 Selektionskriterien aufgestellt und die entsprechende Literatur nach Anzahl der zutreffenden Kriterien von zwei Gutachtern unabhängig voneinander kategorisiert. Zwischen 1856 und 1966 wurde händisch nach Studien gesucht, zwischen 1966 und 2007 sowohl in elektronischen Datenbanken als auch per Hand. Es wurden nur Arbeiten mit Personen von 4 bis 35 Jahren berücksichtigt, die zumeist von Kronen- und seltener von Wurzelkaries betroffen waren. Die Karieserkrankung wurde nach dem jeweiligen wissenschaftlichen Stand beurteilt.

Hinsichtlich der Vergleichbarkeit bereiteten unterschiedliche Relevanz und Qualität der Publikationen sowie die Art der Zucker, die Erfassung der konsumierten Menge, die unterschiedliche Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren bei der statistischen Auswertung und verschiedene Studiendauern gewisse Schwierigkeiten, sodass von einer Metaanalyse abgesehen wurde. Bei den Beurteilungen des Kariesstatus fanden sich relativ wenige Diskrepanzen, was auf gute diagnostische Methoden hinweist, die seit vielen Jahren bestehen und einheitlich angewendet werden.

Es wurden keine vor 1940 verfassten Arbeiten gefunden, die die Selektionskriterien in ausreichendem Maße erfüllten. Zwischen 1940 und 1966 wurden 23 Publikationen gefunden, von denen nach kritischer Prüfung fünf in die Analyse einbezogen wurden. Insgesamt wurden in die systematische Übersicht 91 Artikel aufgenommen. Nur einer davon erfüllte alle 23 Auswahlkriterien, 30 erfüllten 19 oder mehr. Alle anderen Publikationen wurden von der Analyse ausgeschlossen. Die Nichteinbeziehung einiger „klassischer“ Kariesstudien deutet die Wandlung des klinisch-wissenschaftlichen Standards an. Alle verbliebenen Artikel stammten aus anerkannten Fachzeitschriften.

Insgesamt zeigte sich, dass die Evidenz für einen Zusammenhang zwischen der Verzehrsmenge von Zucker und der Kariesprävalenz gering war. Dagegen wirkte sich die Frequenz des Zuckerkonsums moderat auf die Entstehung von Karies aus.

*Anderson C.A., Curzon M.E.J., Van Loveren C., Tatsi C., Duggal MS: Sucrose and dental caries: a review of the evidence. Obes Rev. 2009; 10(1), S. 41–45.*

### **Richtlinien für den Zuckerkonsum in Europa: Ist eine quantitative Empfehlung gerechtfertigt?**

Eine Begrenzung des Zuckerkonsums erscheint nach Betrachtung wissenschaftlicher Literatur als unangebracht. Die in Europa üblichen Verzehrsmengen zeigen keine Assoziationen mit dem Auftreten von Adipositas oder Mangelerscheinungen bei Spurenelementen. Für die Mundgesundheit ist die Frequenz der Zuckerzufuhr entscheidender als ihre absolute Menge. Durch eine geeignete Mundhygiene lässt sich der negative Effekt des Zuckers auf die Entstehung von Zahnkaries minimieren.

Ernährungsrichtlinien aus den frühen 90er-Jahren geben Empfehlungen für die Aufnahme von Energie, Protein und Spurenelementen und nennen Obergrenzen für den Konsum von Fett und Zucker. Während sich die Obergrenzen für den Verzehr von Fett europaweit kaum unterscheiden und zwischen 30 und 35% der Gesamtenergiezufuhr liegen, gibt es deutliche Unterschiede für die Empfehlungen des Zuckerkonsums, und in manchen Staaten fehlen sie



komplett. Experten, die sich für die Einhaltung einer Obergrenze des Zuckerkonsums aussprechen, argumentieren, dass Zucker der Hauptgrund für Zahnkaries ist. Sie erwarten einen Rückgang der Erkrankung, wenn der Zuckerkonsum in der Bevölkerung eingeschränkt wird. Ein weiteres Argument ist, dass Zucker zur Entstehung von Adipositas beitragen könnte. Auch wird befürchtet, dass bei einem hohen Zuckeranteil in der Nahrung zu wenig Mikronährstoffe aufgenommen werden könnten.

Bei der Beurteilung von Zucker in der Ernährung ist die Terminologie in Europa uneinheitlich. In Großbritannien wird aufgrund der Bedeutung für Karies häufig zwischen intrinsischem Zucker, der intrazellulär vorkommt und für die Zähne zum Teil als harmlos erachtet wird, und extrinsischem Zucker unterschieden, der als kariogen angesehen wird. Milchsucker wird häufig von dieser Betrachtung ausgenommen. Diese Klassifizierung basiert nicht auf wissenschaftlichen Grundlagen. Chemisch sind intrinsische und extrinsische Zucker nicht zu unterscheiden. Andere europäische Staaten verwenden die Begriffe „Gesamtzuckergehalt“, was auch den Zucker in Früchten und Milch umfasst, und „zugesetzter Zucker“, was sich in der Regel auf Haushaltszucker (Saccharose) bezieht.

Untersuchungen zum Pro-Kopf-Verbrauch von Zucker differieren innerhalb der europäischen Union zwischen 51 g pro Tag (Spanien) und 131 g pro Tag (Niederlande). Dies macht einen Anteil an der Gesamtenergie von 8 % (Spanien) bis 21 % (Niederlande) aus. Aufgrund unterschiedlicher Methodik (Messung des Absatzes oder des Konsums mittels Ernährungserhebungen) sind Vergleiche zwischen den einzelnen Nationen jedoch teilweise schwierig. Die Richtlinien für die Zuckeraufnahme unterscheiden sich ebenfalls stark: In Österreich, Belgien, Frankreich und Irland fehlen Obergrenzen. Italien und die Niederlande sprechen sich dafür aus, dass der gesamte Zucker maximal 10 bis 15 bzw. <25 % des täglichen Energiebedarfs betragen sollte. Dänemark, Finnland und Schweden empfehlen maximal 10% der Energie aus zugesetztem Zucker für Kinder und Personen mit energiereduzierter Diät.

In der Vergangenheit haben Übergewicht und Adipositas in der Bevölkerung trotz gleichbleibender Energieaufnahme deutlich zugenommen, was die körperliche Aktivität in den Vordergrund rückt. Klinischen Studien zufolge ist die Fettzufuhr ein wichtiger Faktor in der Entstehung von Übergewicht, während Kohlenhydrate und Proteine weniger ins Gewicht fallen. Der Pro-Kopf-Verbrauch an Zucker zeigte fehlende bis inverse Beziehungen zum BMI, während die Energie aus Nahrungsfetten positiv mit dem Körpergewicht korrelierte.

Eine de novo Lipogenese aus Kohlenhydraten scheint für den menschlichen Organismus nur eine geringe Bedeutung zu haben. Unter normalen Bedingungen werden überschüssige Kohlenhydrate bei vollen Glykogenspeichern eher oxidiert als in Fett umgewandelt.

Fettreduzierte Diäten, die gleichzeitig reich an Kohlenhydraten waren, führten in mehreren klinischen Studien zu einem Gewichtsverlust. Der Ersatz von Fetten durch Kohlenhydrate – darunter Zucker – erscheint somit förderlich, um Gewichtszunahmen zu vermeiden.

Da Zucker und Fett geschmacklich positive Eigenschaften haben, treten sie oft gemeinsam in Lebensmitteln auf. Diesen Nahrungsmitteln wird eine geringe Dichte an Mikronährstoffen bei gleichzeitig hoher Energiedichte zugeschrieben. Es erscheint jedoch, dass bei Erwachsenen über eine große Bandbreite des Zuckerkonsums kein Nährstoffmangel auftritt.

Aufgrund der Einführung fluoridhaltiger Zahnpasta in den 70er-Jahren hat die Kariesprävalenz stark abgenommen. Dieser Effekt scheint den des Zuckerkonsums bei Weitem zu überragen, denn industrialisierte Staaten mit einem hohen Pro-Kopf-Absatz von Zucker zeigen durchweg niedrige Kariesprävalenzen. Der Einfluss des Zuckerkonsums auf den Kariesindex DMFT war gering. Es deutete sich an, dass die Frequenz des Verzehrs von Zucker die Kariesentstehung wesentlich stärker beeinflusste als die absolute Menge. Dieser Effekt war in Staaten mit guter Mundhygiene dennoch marginal. Die Reduktion von Zucker in der Ernährung erscheint bei adäquater Fluoridversorgung und entsprechender Mundhygiene demnach nicht sinnvoll. Selbst bei einer zuckerfreien Ernährung ist aufgrund des Vorkommens von anderen fermentierbaren Kohlenhydraten in der Nahrung mit dem Auftreten von Karies zu rechnen.

*Ruxton C.H., Garceau F.J., Cottrell R.C.:  
Guidelines for sugar consumption in Europe: is a quantitative approach justified?  
Eur J Clin Nutr. 1999; 53(7), S. 503–513.*

### **Epidemiologische Untersuchung der Kariesprävalenz bei Erstklässlern in Rheinland-Pfalz**

Dentalkaries ist eine der am häufigsten bei Kindern vorkommenden chronischen Erkrankungen, weshalb von der WHO 1981 das Ziel formuliert wurde, dass bis zum Jahr 2000 die Hälfte aller Kinder kariesfrei sein sollten. Nach Erreichen dieser Vorgabe wird nun in Deutschland bis 2020 eine Kariesfreiheit bei 80% der 6-Jährigen angestrebt.

Deutschen Bestimmungen entsprechend werden in Rheinland-Pfalz alle Erstklässler einer zahnmedizinischen Schuluntersuchung unterzogen, bei der ein Kariesindex (d3mft für das Milchzahngebiss/D3MFT für die bleibenden Zähne) bestimmt wird. Dabei wird die Anzahl der zerstörten (decayed, d3/D3), fehlenden (missing, m/M) und gefüllten Zähne (filled teeth, ft/FT) ermittelt. Der signifikante Kariesindex SiC beschreibt die Karieslast von Personen mit hohem Risiko, er entspricht dem mittleren Kariesindex des Drittels der am stärksten betroffenen Kinder aus der Stichprobe.

An 844 Grundschulen in Rheinland-Pfalz untersuchten 541 Schulzahnärzte zwischen September 2013 und Juni 2014 insgesamt 30.376 Kinder. Jedes untersuchte Kind wurde einer der drei Kategorien „gesund“ (d3mft, D3MFT = 0), „erfolgreich behandelt ohne Bedarf der Weiterbehandlung“ (F/f > 0 und d3m/D3M=0) oder „behandlungsbedürftig“ (d3/D3 > 0) zugeordnet.

Ein hohes Kariesrisiko wurde bei einem Kariesindex größer als 5 ( $d3mft/D3mFT > 5$ ) und/oder kariösen Kavitäten in bleibenden Zähnen ( $D3 > 0$ ) diagnostiziert.

Von 25.020 Erstklässlern lagen auswertbare Daten vor. 50,9% der Kinder waren männlich. Weibliche Kinder wurden zu 63,5% und männliche zu 59,2% der Kategorie „gesund“ zugeordnet. 25,9% der Kinder wiesen eine unbehandelte Karieserkrankung auf. Für 7,7% dieser behandlungsbedürftigen Kinder (8,2% Jungen, 6,7% Mädchen, zusammen 1,9% der Gesamtpopulation) wurde ein hohes Kariesrisiko festgestellt.

Bei den Mädchen war die Mundgesundheit signifikant besser als bei den Jungen: Sie waren zu 63,5% kariesfrei, die Jungen dagegen nur zu 60,8% ( $p < 0,001$ ). Gleichzeitig wiesen mit 1,2% doppelt so viele Jungen wie Mädchen einen  $d3mft$  von zehn oder mehr auf. Sowohl der durchschnittliche  $d3mft$  (Jungen:  $1,38 \pm 2,37$ , Mädchen:  $1,15 \pm 2,12$ ,  $p < 0,001$ ) als auch der signifikante Kariesindex (SiC Jungen:  $3,97 \pm 2,58$ , Mädchen:  $3,41 \pm 2,4$ ,  $p = 0,004$ ) war bei den Jungen höher als bei den Mädchen.

Der Wertebereich des Kariesindex im Milchzahngebiss lag zwischen 0 und 20, beim bleibenden Gebiss zwischen 0 und 6. Die Milchmolaren waren überproportional häufig betroffen, so dass die Autoren eine besondere Berücksichtigung ihrer Pflege bei Präventionsmaßnahmen empfehlen.

Im Vergleich zu Untersuchungen aus dem Jahr 2009 zeigte sich ein sinkender Trend der Kariesprävalenz: 2009 waren 55,5% der Kinder kariesfrei, heute sind es knapp 61%. Der SiC sank von 4,96 in 2009 auf 3,73 in dieser Untersuchung, was einer Verringerung um 24,8% entspricht.

*J. Weusmann, B. Mahmoodi, A. Azaripour, K. Kordsmeyer, C. Walter, B. Willershausen: Epidemiological investigation of caries prevalence in first grade school children in Rhineland-Palatinate, Germany Head Face Med. 2015 Oct 2;11(1):33. doi: 10.1186/s13005-015-0091-8.*

### **Obstkonsument und Fluoridapplikation beeinflussen die Prävalenz von Karies und Dentalerosion bei Vegetariern – eine kontrollierte klinische Studie**

Das Zahnhartgewebe ist säureempfindlich. Dabei sind zwei Prozesse von Bedeutung: Die Entstehung von kariösen Kavitäten als Folge von bakterieller Säurebildung aus fermentierbaren Kohlenhydraten der Nahrung sowie eine flächige Dentalerosion durch Säuren, die mit der Nahrung aufgenommen werden oder zum Beispiel bei Refluxerkrankungen endogenen Ursprungs sind. Inwiefern sich die unterschiedlichen Ernährungsweisen von Vegetariern und Nichtvegetariern auf Dentalerosion und Kariesprävalenz auswirken, wurde in dieser

**Studie auch unter dem Aspekt der Verwendung von Fluoriden zur Remineralisierung der Zahnhartsubstanz untersucht.**

200 Probanden mit einem Durchschnittsalter von  $41,45 \pm 14,14$  Jahre nahmen an der Studie teil, darunter 100 Vegetarier, die seit mindestens zwei Jahren auf Fleisch, Fisch und Geflügel verzichteten, sowie 100 Nichtvegetarier (jeweils 71 Frauen und 29 Männer). Sie wurden klinisch untersucht, wobei unter anderem jeweils ein Karies- und Hygieneindex bestimmt wurde. Durch Fragebögen wurden Essgewohnheiten, Maßnahmen zur Mundpflege und Bildungsgrad ermittelt.

Der Hygieneindex der Vegetarier war signifikant höher als bei den Nichtvegetariern ( $50,62 \pm 18,16$  versus  $35,7 \pm 16,98$ ,  $p < 0,001$ ). Die Kariesindizes DMFT und DMFS unterschieden sich zwischen den beiden Gruppen nicht. Trotzdem hatten die Vegetarier signifikant häufiger kariöse Zähne und Zahnoberflächen als die Nichtvegetarier (DT  $1,07 \pm 1,89$  versus  $0,51 \pm 1,91$ ,  $p = 0,001$  bzw. DS  $4,41 \pm 6,00$  versus  $2,27 \pm 4,75$ ,  $p < 0,001$ ).

Die Vegetarier wiesen deutlich mehr Zähne mit Dentalerosion ( $0,98 \pm 2,7$  versus  $0,4 \pm 1,5$ ,  $p = 0,026$ ), Wurzelkaries ( $0,75 \pm 1,99$  versus  $0,27 \pm 2,11$ ,  $p = 0,002$ ) und überhängenden Restaurationsrändern ( $1,26 \pm 1,58$  versus  $0,26 \pm 0,82$ ,  $p < 0,001$ ) auf als die Personen mit herkömmlicher Ernährung. Der Vergleich von Vegetariern mit und ohne topische Fluoridapplikation zeigte, dass bei Gebrauch fluoridierter Zahnpflegeprodukte die Kariesindizes und die Anzahl von Zähnen mit Dentalerosion signifikant geringer waren als bei Vegetariern, die keine fluoridhaltigen Produkte verwendeten.

Die Auswertung der Fragebögen ergab, dass Vegetarier seltener fluoridierte Zahncremes und Speisesalz mit Fluorid benutzten als Nichtvegetarier. Die Annahme, dass Vegetarier vermehrt Obst zu sich nehmen, wurde durch die Befragung bestätigt.

Die Ergebnisse deuten an, dass Vegetarier trotz ihrer als gesünder eingestuften Ernährungsweise und einer guten Mundpflege einem höheren Risiko für Karies und Dentalerosion ausgesetzt sind. Besonders Personen mit einem hohen Verzehr von Obst sollten auf deren kariogenes und erosives Potential hingewiesen werden. Weiter sollten sie dazu angeregt werden, zur Remineralisierung der Zahnoberflächen fluoridhaltige Produkte für die Zahnpflege einzusetzen, um der Entstehung von Karies und Dentalerosion entgegenzuwirken.

*Staufenbiel I., Adam K., Deac A., Geurtsen W., Günay H.:  
Influence of fruit consumption and fluoride application on the prevalence  
of caries and erosion in vegetarians – a controlled clinical trial.  
European Journal of Clinical Nutrition (2015), 1–5.*

## **Einfluss der Kohlenhydratqualität auf den pH-Wert des Zahnbelags: Welche Rolle spielt der glykämische Index stärkehaltiger Lebensmittel für die Zahngesundheit?**

Die Auswirkungen von stärkehaltigen Kohlenhydraten auf die Zahngesundheit wurden bislang nicht gut untersucht. Diese Studie zeigt, dass stärkehaltige Lebensmittel, insbesondere mit einem hohen glykämischen Index, den pH-Wert im Zahnbelag ähnlich stark senken wie eine Glukoselösung mit demselben Kohlenhydratgehalt. Auch stärkehaltige Lebensmittel können somit das Kariesrisiko erhöhen.

Zuckerhaltige Lebensmittel werden seit langem mit einem höheren Kariesrisiko in Verbindung gebracht: Bakterien des oralen Biofilms nutzen ihn und andere Kohlenhydrate aus der Nahrung für ihren Stoffwechsel. Dabei entsteht Säure, die den pH-Wert im Zahnbelag sinken lässt, was zu einer Demineralisierung des Zahnschmelzes und schließlich zu Karies führt. Dieser Prozess wird von vielen weiteren Faktoren beeinflusst. Dazu zählen die Zusammensetzung der Mundflora, das Mundhygieneverhalten, die Pufferkapazität des Speichels, die Frequenz und Dauer der Aufnahme von Kohlenhydraten sowie deren Textur und sozioökonomische Faktoren.

Lebensmittel, die den pH-Wert im Zahnbelag stärker senken, haben ein größeres kariogenes Potential. Viele Studien haben sich mit dem Effekt von Fruchtsäften sowie klebrigen und zuckerhaltigen Lebensmitteln auf die Kariesentstehung befasst. Weniger gut untersucht ist dagegen, inwieweit stärkehaltige Nahrungsmittel kariesfördernd wirken: Der Speichel enthält  $\alpha$ -Amylase, die Stärke binnen Sekunden zu Maltose hydrolysieren kann. Die weit verbreitete Annahme, dass komplexe Kohlenhydrate generell langsam verdaut und aufgenommen werden, trifft demnach zwar weitgehend, aber nicht vollständig zu. Der glykämische Index versucht, die physiologische Wirkung von kohlenhydrathaltigen Lebensmitteln auf den Stoffwechsel abzubilden. Ob er sich auch bereits im Mund auf den pH-Wert im Zahnbelag auswirkt, war Gegenstand dieser Studie.

In drei Teilstudien mit gesunden Erwachsenen wurde zunächst der Dosiseffekt (25 bzw. 50 g Glukose in 250 ml Wasser gelöst) untersucht. Danach wurde gemessen, wie sich der pH-Wert des Zahnbelags eine Stunde nach dem Verzehr von 25 Gramm verschiedener stärkehaltiger Nahrungsmittel (z. B. Weißbrot, Instant-Kartoffelpüree, Kichererbsen, Frühstückscerealien, Nudeln, weißer Reis und eine Glukoselösung) verändert hatte. Zudem wurde der Blutglukosespiegel über zwei Stunden hinweg in regelmäßigen Abständen gemessen. Schließlich wurde die Art und Textur berücksichtigt, indem ähnliche Lebensmittel mit unterschiedlichem glykämischen Index miteinander verglichen wurden.

Die beiden Glukoselösungen verursachten bei acht Personen unabhängig von der Menge an gelöster Glukose einen Abfall des pH-Wertes im Zahnbelag, der nach zwölf Minuten ein Minimum erreichte (minus 1,53 bzw. minus 1,50 Einheiten,  $p = 0,83$ ). Die weiteren Versuche wurden deshalb mit 25 Gramm stärkehaltiger Lebensmittel bei zwölf Personen durchgeführt.

Die maximale Abnahme des Plaque-pH-Wertes trat bei allen Lebensmitteln nach etwa 22 Minuten auf. Weißbrot führte zur stärksten Abnahme von 1,5 Einheiten, also in ähnlichem Ausmaß wie die Glukoselösung. Kichererbsen aus der Dose senkten den pH-Wert um 0,7 Einheiten und hatten damit von allen untersuchten Lebensmitteln den geringsten Einfluss auf den pH-Wert des Zahnbelags – signifikant weniger als Glukoselösung ( $p = 0,029$ ) und Weißbrot ( $p = 0,001$ ).

Die Glukoselösung erzeugte innerhalb von 30 Minuten einen größeren Anstieg des Blutzuckerspiegels (+ 3,62 mmol/l) als Kichererbsen (+ 0,96 mmol/l,  $p < 0,001$ ), Penne-Nudeln (+ 1,37 mmol/l,  $p < 0,001$ ) und Weißbrot (+ 2,19 mmol/l,  $p < 0,001$ ). Zwischen der Glukoselösung und Instant-Kartoffelpüree gab es keinen signifikanten Unterschied.

Wurden Nahrungsmittel von ähnlicher Textur, aber unterschiedlichem glykämischen Index miteinander verglichen (je zwei verschiedenen Sorten weißer Reis, Weißbrot und Frühstückscerealien), so zeigte sich durchweg, dass jene mit einem hohen glykämischen Index den pH-Wert im Zahnbelag ähnlich stark senkten wie eine Glukoselösung. Die Nahrungsmittel mit dem geringeren glykämischen Index taten dies signifikant weniger. Auf den Blutzuckerspiegel wirkten sich alle Lebensmittel dagegen weniger stark aus als die Glukoselösung: Sowohl der Anstieg nach der Mahlzeit als auch der Abfall danach fielen geringer aus.

Aus der Beobachtung, dass Brot, Reis, Frühstückscerealien und Kartoffeln mit einem hohen glykämischen Index den pH-Wert im Zahnbelag ähnlich stark senkten wie eine zehnpromtente Glukoselösung, folgern die Autoren, dass auch stärkehaltige Lebensmittel eine große Bedeutung für die Entstehung von Karies haben.

Sie halten es für wichtig, sich bei der Beratung zur Mundpflege und Ernährung durch Zahnärzte sowie bei der Erläuterung der Entstehung von Zahnkaries nicht allein auf Zucker zu fokussieren, sondern auch auf stärkehaltige Lebensmittel einzugehen. Eine alleinige Empfehlung zur Reduktion zuckerhaltiger Nahrungsmittel halten sie für nicht ausreichend, da insbesondere stärkehaltige Lebensmittel, die bereits in der Mundhöhle hydrolysiert werden, ein ähnlich großes Potenzial wie zuckerhaltige Lebensmittel haben, den pH-Wert im Zahnbelag zu senken.

Atkinson FS, Khan JH, Brand-Miller JC, Eberhard J.:

The Impact of Carbohydrate Quality on Dental Plaque pH: Does the Glycemic Index of Starchy Foods Matter for Dental Health?

Nutrients. 2021 Aug 6;13(8):2711. doi: 10.3390/nu13082711





# Zucker, Lebensstil und Diabetes



---

## Macht Zucker Diabetes?

---

Wenn jemand an Diabetes leidet, hört man immer wieder: „Der ist zuckerkrank.“ Der Begriff „zuckerkrank“ führt schnell auf die falsche Fährte. Ist Diabetes eine Folge von Zuckerkonsum?

In Deutschland leben schätzungsweise rund sechs Millionen Menschen mit Diabetes.<sup>1</sup> Als Diabetes werden Stoffwechselstörungen bezeichnet, für die überhöhte Blutglukosewerte charakteristisch sind. Die volkstümliche Bezeichnung „Zuckerkrankheit“ leitet sich von einem Hauptsymptom ab: Es wird zu viel Zucker, genauer Glukose, im Blut und im Urin nachgewiesen. Unterschieden werden bei der Stoffwechselstörung die beiden Formen Diabetes Typ 1 und Typ 2.

### Schlüsselfaktor: das Hormon Insulin

Der Körper braucht Kohlenhydrate zum täglichen Leben. Kohlenhydrate liegen in der Nahrung in Form von Stärke und verschiedenen Zuckerarten vor. Sie werden bei der Verdauung in Einfachzucker wie Glukose gespalten. Diese gelangt über die Darmwand ins Blut und wird im Körper verteilt. Die einzelnen Körperzellen müssen die Glukose aus dem Blut aufnehmen, um sie als Energie zu nutzen. Dafür ist das Hormon Insulin, das in der Bauchspeicheldrüse gebildet wird, notwendig. Insulin öffnet gewissermaßen die Zellen. Wenn es fehlt oder nicht mehr richtig wirkt, wird die Glukose nicht in die Zellen aufgenommen. In der Folge steigt der Blutglukosewert. Das verursacht auf Dauer schwere Schäden beispielsweise an den Nieren oder den Nerven.

---

<sup>1</sup> Deutsches Zentrum für Diabetesforschung: Diabetes: die Krankheit – Zahlen und Diabetesformen. <http://www.dzd-ev.de>. Stand: Juni 2014.

### Diabetes Typ 1: primär insulinabhängig

Beim Diabetes Typ 1 produziert die Bauchspeicheldrüse fast kein Insulin. Die Ursache liegt in der Veranlagung und körpereigenen Fehlfunktionen. Die Krankheit wird auch primär insulinabhängiger Diabetes genannt und tritt meist schon bei Kindern oder Jugendlichen auf. Diabetes Typ 1 kann – nach derzeitigem Stand der Wissenschaft – nicht vorgebeugt werden. Klar ist, dass bei der Entstehung die Ernährung keine Rolle spielt.

### „Volkskrankheit“ Diabetes Typ 2

Diabetes Typ 2 kommt sehr viel häufiger vor als Typ 1. Zwischen 85 und 95 % der Deutschen, die von Diabetes betroffen sind, leiden an dieser Form der Stoffwechselerkrankung.<sup>2</sup> Diabetes Typ 2 entsteht vor allem im fortgeschrittenen Alter<sup>3</sup> und wird deshalb auch Altersdiabetes genannt. Ein Blick auf die demografische Entwicklung erklärt daher einen Teil des Anstiegs. Es erkranken aber auch jüngere Menschen. Die Stoffwechselstörung ist in allen Industrieländern auf dem Vormarsch. Allein in Deutschland sind 7,2 % der Erwachsenen betroffen.<sup>4</sup>

### Eine der Ursachen: Übergewicht

Weltweit wird zu Ursachen und Prävention von Diabetes Typ 2 geforscht. Als sicher gilt: Veranlagung, Lebensstil, hohes Alter, Rauchen, der Verzehr von rotem Fleisch und Übergewicht<sup>5</sup> begünstigen die Erkrankung an Diabetes. Alter und Veranlagung kann der Einzelne nicht beeinflussen. Folglich sind eine gesunde Lebensweise, eine ausgewogene Ernährung, körperliche Aktivität und ein normales Körpergewicht geeignet, um sich vor einer Erkrankung zu schützen. Ernährungstherapie und eine Steigerung der körperlichen Aktivität gehören in der Regel auch zur Therapie bei Diabetes.<sup>6</sup> Übergewicht zu vermeiden, kann der Entstehung von Diabetes Typ 2 wirksam vorbeugen. Dafür ist eine ausgewogene Energiebilanz nötig. Denn: Wer dem Körper mehr Energie zuführt, als dieser verbraucht, lagert Fett im Körper ein. Ganz gleich in welcher Form die Energie aufgenommen wird.

---

2 Deutsches Zentrum für Diabetesforschung: Diabetes: die Krankheit – Zahlen und Diabetesformen. <http://www.dzd-ev.de>. Stand: Juni 2014.

3 Heidemann C., Du Y., Schubert I., Rathmann W., Scheidt-Nave C.: Prävalenz und zeitliche Entwicklung des bekannten Diabetes mellitus – Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). Bundesgesundheitsblatt. 2013; 56, S. 668-677.

4 Ebd.

5 Mühlenbruch K., Ludwig T., Jeppesen C., Joost H.G., Rathmann W., Meisinger C., Ppeters A., Boeing H., Thorand B., Schulze M. B.: Update of German Diabetes Risk Score and external validation in the German MONICA/KORA study. Diabetes Research And Clinical Practice 104. 2014. S. 458-466.

6 Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Nationale VersorgungsLeitlinie Therapie des Typ-2-Diabetes – Langfassung, 1. Auflage. Version 4. 2013, zuletzt geändert: November 2014. Available from: [www.dm-therapie.versorgungsleitlinien.de](http://www.dm-therapie.versorgungsleitlinien.de); S. 35.

### Zucker genießen – auch als Diabetiker

Folglich muss die gesamte Ernährung im Blick sein, um dem Übergewicht – als einer der Hauptursachen von Diabetes Typ 2 – entgegenzuwirken. Die Deutsche Diabetes Gesellschaft gibt in einer Leitlinie Ernährungsempfehlungen zur Behandlung und Prävention von Diabetes mellitus. Diese Leitlinie ist evidenzbasiert, das heißt, sie berücksichtigt alle zugänglichen Informationen und wissenschaftlichen Erkenntnisse. Klarer Standpunkt der Leitlinie: Auf Zucker muss man nicht verzichten<sup>7,8</sup>, um einer Diabetes-Erkrankung vorzubeugen. Der Deutsche Diabetes Risiko-Test<sup>9</sup> führt Zuckerkonsum ebenfalls nicht als Risiko auf. Auch wer bereits an Diabetes mellitus erkrankt ist, darf grundsätzlich Zucker essen.<sup>10</sup> Die Fachgesellschaften<sup>11,12</sup> empfehlen Diabetikern eine moderate Aufnahme von zugesetztem Zucker, die bei maximal 10% der täglichen Energieaufnahme liegen sollte.

Fazit: Es gibt eine Vielzahl gesicherter Risikofaktoren, die man vermeiden kann, um einer Diabetes-Erkrankung vorzubeugen. Zuckerkonsum gehört nicht zu diesen Risikofaktoren.

---

7 Toeller M.: Evidenz-basierte Ernährungsempfehlungen zur Behandlung und Prävention des Diabetes mellitus. Autorisierte deutsche Version nach der Diabetes and Nutrition Study Group (DNSG) der European Association for the Study of Diabetes (EASD). In Abstimmung mit Deutscher Diabetes Gesellschaft (DDG), Deutscher Adipositas-Gesellschaft (DAG), Deutscher Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) und Deutscher Gesellschaft für Ernährung (DGE). Diabetes und Stoffwechsel. 2005; 14, S. 75-94.

8 Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF): Nationale Versorgungsleitlinie Therapie des Typ-2-Diabetes – Langfassung. 2013; 1(1), S. 38-41.

9 DfE- Deutscher Diabetes Risiko-Test, in: M. Kellerer, E. Siegel, im Auftrag der DDG, Praxisempfehlungen der Deutschen Diabetes Gesellschaft, Stuttgart (Thieme), 2014, S. 222-224.

10 Bundesinstitut für Risikobewertung: Spezielle Lebensmittel für Diabetiker sind nicht nötig – Stellungnahme Nr. 017/2008 vom 23. August 2007.

11 Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Ernährungstherapie bei Diabetes mellitus. DGEInfo. 2008; 7, S.104-107.

12 Toeller M.: Evidenz-basierte Ernährungsempfehlungen zur Behandlung und Prävention des Diabetes mellitus. Autorisierte deutsche Version nach der Diabetes and Nutrition Study Group (DNSG) der European Association for the Study of Diabetes (EASD). In Abstimmung mit Deutscher Diabetes Gesellschaft (DDG), Deutscher Adipositas-Gesellschaft (DAG), Deutscher Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) und Deutscher Gesellschaft für Ernährung (DGE). Diabetes und Stoffwechsel. 2005; 14, S. 75-94.

---

# Studien: Zucker, Lebensstil und Diabetes

---

## **Prävalenz und zeitliche Entwicklung des diagnostizierten Diabetes mellitus – Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1)**

Ergebnisse des Gesundheitsmonitorings des Robert Koch-Instituts ergaben, dass bei mindestens 4,6 Millionen der 18- bis 79-Jährigen in Deutschland jemals ein Diabetes mellitus diagnostiziert wurde. Innerhalb einer Dekade ist die Prävalenz um 38 % gestiegen, wobei etwa ein Drittel auf die demografische Alterung der Bevölkerung zurückzuführen ist. Insbesondere Menschen über 50 Jahre und Personen mit einem niedrigen sozioökonomischen Status sind betroffen.

Beim Diabetes mellitus liegt infolge eines absoluten oder relativen Insulinmangels eine erhöhte Blutglukosekonzentration vor. Der Typ-1-Diabetes mit absolutem Insulinmangel durch autoimmun bedingte Zerstörung der insulinproduzierenden Zellen der Bauchspeicheldrüse manifestiert sich in der Regel schon im Kindes- und Jugendalter, während der relative Insulinmangel beim Typ-2-Diabetes vorwiegend bei Erwachsenen auftritt. Beim Typ-2-Diabetes liegt eine verminderte Insulinwirkung vor, die durch eine verstärkte Sekretion nur unzureichend kompensiert wird. Neben einer genetischen Prädisposition gelten eine westlich geprägte Ernährungsweise und Bewegungsmangel als wichtige Risikofaktoren. Im Verlauf der chronischen Erkrankung können Schädigungen der Blutgefäße und peripheren Nerven eintreten, die ein erhöhtes Risiko für kardiovaskuläre Krankheiten sowie Nierenversagen, Erblindung und Fußamputationen mit sich bringen. Neben der verminderten Lebensqualität und Lebenserwartung entstehen hohe Kosten für das Gesundheitssystem.

Da umfassende aktuelle deutsche Untersuchungen zur Einschätzung der Prävalenz des Diabetes mellitus fehlen, wurden in dieser Studie die Lebenszeitprävalenz des diagnostizierten Diabetes für deutsche Einwohner im Alter von 18 bis 79 Jahre sowie deren zeitliche Entwicklung im Vergleich zu einer Studie aus den Jahren 1997 bis 1999 analysiert.

In den Jahren 2008 bis 2011 fand die erste Erhebung der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1) statt. Es handelt sich um eine gemischte Studie des Robert Koch-Instituts, die 8.152 Personen im Alter von 18 bis 79 Jahren umfasste, von denen 3.959 schon an dem „Bundesgesundheitsurvey“ 1998 (BGS98) teilgenommen hatten, so dass Querschnittsanalysen und Trendaussagen im Vergleich zu dem BGS98 möglich waren.

Die Studienteilnehmer nahmen an Befragungen, Untersuchungen und Tests teil, die neben der Erhebung demografischer Merkmale der Ermittlung des sozioökonomischen Status dienten.

Die Lebenszeitprävalenz des bekannten Diabetes mellitus wurde erfasst, indem die Probanden befragt wurden, ob jemals ein Arzt einen Diabetes festgestellt hat und/oder Antidiabetika eingenommen werden. Die Anteile von Typ-1- oder Schwangerschaftsdiabetes wurden aufgrund weiterer Parameter wie Alter oder vorliegender Schwangerschaft bei Diagnosestellung und Therapiemaßnahmen geschätzt.

Die statistische Auswertung umfasste Schätzungen zur Lebenszeitprävalenz sowie Trend- und Querschnittsanalysen unter Berücksichtigung von Stratifizierungsvariablen wie Alter, Geschlecht, Sozialstatus, Wohnregion und Krankenversicherung.

Von 7.080 einbezogenen Teilnehmenden gaben 591 einen jemals diagnostizierten Diabetes an, die Lebenszeitprävalenz betrug demnach 7,2% (weiblich 7,4%/männlich 7,0%). Mit steigendem Alter nahm die Prävalenz von 5% bei den unter 50-Jährigen bis auf ca. 22% bei den 70- bis 79-Jährigen deutlich zu. Die ermittelte Prävalenz des Typ-1-Diabetes betrug 0,1% (n = 8), der des Schwangerschaftsdiabetes 1,2% (n = 42). Für Personen mit niedrigem sozialen Status wurden signifikant höhere Lebenszeitprävalenzen beobachtet, wobei der Unterschied bei Frauen stärker ausgeprägt war als bei Männern, auch für Frauen mit mittlerem sozialen Status wurden höhere Prävalenzen ermittelt. Für die Wohnregion zeigten sich ebenfalls Unterschiede: In den neuen Bundesländern waren die Prävalenzen tendenziell höher, wiederum mit deutlicherer Ausprägung bei Frauen. Unter den gesetzlich krankenversicherten Probanden betrug die Lebenszeitprävalenz 7,5%, bei den Privatversicherten nur 3,8%.

Im Vergleich zu den Daten aus dem Bundesgesundheitsurvey 1998 hat die Prävalenz absolut um 2,0% und relativ um 38% zugenommen. Nach Berücksichtigung der demografischen Altersstruktur beträgt dieser Wert noch absolut 1,4% und relativ 24%. Etwa ein Drittel ist somit auf die demografische Alterung der Bevölkerung zurückzuführen.

*Heidemann C., Du Y., Schubert I., Rathmann W., Scheidt-Nave C.:  
Prävalenz und zeitliche Entwicklung des bekannten Diabetes mellitus –  
Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1).  
Bundesgesundheitsblatt 2013; 56(5/6), S. 668-677.*

### **Eine präzise Risikoeinstufung für die Vorhersage eines Typ-2-Diabetes durch anthropometrische, diätetische und Lifestyle-Faktoren**

Der durch die Autoren dieser Studie etablierte Deutsche Diabetes Risiko Score erlaubt präzise Fünf-Jahres-Vorhersagen für die Wahrscheinlichkeit der Entstehung eines Typ-2-Diabetes. Er könnte ein wertvolles Instrument für die Identifizierung von Personen darstellen, die ein hohes persönliches Risiko für die Erkrankung haben und von Ernährungsumstellungen und Lebensstiländerungen profitieren würden.

Viele klinische Studien belegen, dass das Auftreten eines Typ-2-Diabetes durch eine geeignete Ernährung und einen aktiven Lebensstil weitgehend vermieden werden kann. Für eine effektive Prävention bei Menschen mit hohem individuellem Risiko ist eine präzise Vorhersage mit Hilfe von Faktoren, die nichtinvasiv messbar sind, wünschenswert. Bisherige Versuche, prognostische Modelle zu etablieren, scheiterten an geringer Validität oder dem Fehlen wichtiger Risikofaktoren.

Vor diesem Hintergrund wurde in dieser Studie aus bekannten anthropometrischen Risikofaktoren sowie Merkmalen der Ernährung und des Lebensstils ein Modell für die Berechnung eines individuellen Risikowertes ermittelt und anhand der Ergebnisse aus drei weiteren deutschen Studien evaluiert.

Im Rahmen der „European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-Potsdam Study“ wurden von 1994 bis 1998 27.548 Personen untersucht (16.644 Frauen vorwiegend im Alter von 35 bis 65 Jahren, 10.904 Männer vorwiegend im Alter von 40 bis 65 Jahren). Neben anthropometrischen Messungen fanden persönliche Befragungen statt, zudem wurden Fragebögen zur physikalischen Aktivität, vorliegenden Erkrankungen, soziodemografischen Merkmalen und dem persönlichen Lebensstil (unter anderem Raucherstatus) beantwortet. Durch semiquantitative Ernährungsprotokolle wurden Häufigkeit und Menge verzehrter Lebensmittel, darunter Alkohol, ermittelt. Alle zwei bis drei Jahre wurden erneut Befragungen durchgeführt. Die Inzidenz des Diabetes wurde im August 2005 anhand der Angabe einer Diabetes-Diagnose, einer entsprechenden Medikation oder Diät zur Behandlung eines Diabetes durch die Probanden bestimmt.



Bis zur endgültigen Analyse verblieben 9.729 Männer und 15.438 Frauen durchschnittlich sieben Jahre lang in der Studie. In dieser Zeit wurden 849 neu auftretende Diabeteserkrankungen beobachtet.

Mit Hilfe von Cox-Regressionsmodellen wurde die Wahrscheinlichkeit eines innerhalb von fünf Jahren auftretenden Diabetes geschätzt. Regressionskoeffizienten aus dem Modell wurden genutzt, um jedem Merkmal einen Risikowert zuzuordnen, deren Summe den Deutschen Diabetes Risiko Score bildet. Der prognostische Wert des Deutschen Diabetes Risiko Score wurde durch Analyse von Grenzwertoptimierungskurven (ROC-Analysen) und der Berechnung der Fläche unter den Kurven (AUC) mit Hilfe dreier weiterer Studien evaluiert:

1. der EPIC-Heidelberg Studie (23.398 Teilnehmer, ähnliches Design wie die EPIC-Potsdam Studie)
2. der Tübingen Family Study for Type-2-Diabetes (TÜF, ca. 1.500 Teilnehmer)
3. der Metabolic Syndrome Berlin Potsdam Study (MeSyBePo, 1.284 Teilnehmer).

Die Definition eines Cox-Regressionsmodells aus den Daten der EPIC-Potsdam Studie erfolgte mit den Variablen Taillenumfang, Körpergröße, Alter, Bluthochdruck, dem Konsum von rotem Fleisch, Vollkornbrot, Kaffee und Alkohol sowie physikalischer Aktivität und Raucherstatus (ehemals oder aktiv). Schätzungen der Diabeteswahrscheinlichkeit aus diesem Modell stimmten mit der tatsächlichen beobachteten Inzidenz gut überein (AUC 0,84).

Der Vergleich mit der unabhängigen Kohorte der EPIC-Heidelberg Studie zeigte, dass die dort beobachtete Inzidenz innerhalb des vorhergesagten Bereiches lag. Die Sensitivität für einen Deutschen Diabetes Risiko Score von  $\geq 500$  Punkten betrug 94,4% und die Spezifität 66,7% (AUC 0,82). Die TÜF- und MeSyBePo-Studie beinhalteten jeweils einen oralen Glukosetoleranztest mit Ermittlung der Insulinsensitivität und einem Dispositionsindex. Die Korrelationskoeffizienten des Deutschen Diabetes Risiko Score mit diesen beiden Parametern betragen dafür in der TÜF-Studie  $-0,56$  bzw.  $-0,44$  und in der MeSyBePo-Studie  $-0,45$  bzw.  $-0,36$ . Die Sensitivität für einen Deutschen Diabetes Risiko Score von  $\geq 500$  Punkten betrug in der TÜF-Studie 82,8% und die Spezifität 72,2% (AUC 0,83) und in der MeSyBePo-Studie 93,9 und 42,6% (AUC 0,75). Zusammenfassend kommen die Autoren der Studie zu dem Schluss, dass der Deutsche Diabetes Risiko Score aus nachgewiesenen Risikofaktoren ein genaues Instrument darstellt, um Individuen mit einem hohen Risiko für die Entstehung von Diabetes mellitus Typ 2 zu identifizieren.

*Schulze M.B., Hoffmann K., Boeing H., Linseisen J., Rohrmann S., Möhlig M., Pfeiffer A.F., Spranger J., Thamer C., Häring H.U., Fritsche A., Joost H.G.:  
An accurate risk score based on anthropometric, dietary, and lifestyle factors  
to predict the development of type 2 diabetes.  
Diabetes Care. 2007; 30(3): 510-5.*

### **Nachfolgemodell des Deutschen Diabetes-Risiko-Tests und dessen externe Validierung in der deutschen MONICA/KORA Studie**

**Die Einbeziehung der Familienanamnese als Risikofaktor im Deutschen Diabetes-Risiko-Test verbesserte die Vorhersagequalität des Modells in Bezug auf die Unterscheidung und Eingruppierung in Risikokategorien.**

Der zuvor von dieser Arbeitsgruppe etablierte Deutsche Diabetes-Risiko-Test (German Diabetes Risk Score, GDRS) ist geeignet, um aus bekannten Risikofaktoren sowie Merkmalen der Ernährung und des Lebensstils auf nichtinvasive Art das individuelle Fünf-Jahres-Risiko für einen Diabetes Typ 2 zu berechnen. Aufgrund der zuvor verfügbaren Daten war es bislang nicht möglich, die Familienhistorie für Diabetes mit einzubeziehen. Die Erweiterung des Modells um diese Variable wurde nun zu einer Optimierung genutzt, und das Folgemodell wurde mit Hilfe einer weiteren Studie evaluiert.

Die zwischen 1994 und 1998 durchgeführte „European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) - Potsdam Study“ umfasste 27.548 Personen im Alter von circa 35 bis 65 Jahren. Zu Beginn wurden bekannte Risikofaktoren für Diabetes durch klinische Untersuchungen (Alter, Körpergröße, Taillenumfang, Bluthochdruck) und Befragungen (Lebensstil, Ernährung) erfasst. In mehreren Folgeuntersuchungen nach jeweils zwei bis drei Jahren wurde der Diabetesstatus bestimmt. Bei der fünften Folgeuntersuchung wurde auch eine Untersuchung von Diabeteserkrankungen in der Familie (Eltern und Geschwister) durchgeführt. Nach fünf Jahren wurde bei 492 von 21.846 Personen ein Diabetes festgestellt. Die MONICA/KORA-Studie (Multinational MONItoring of trends and determinants in CARDiovascular diseases/ Cooperative Health Research in the Region of Augsburg) wurde für die Evaluierung des erweiterten Modells genutzt. Nach Ausschluss ungeeigneter oder unvollständiger Datensätze wurden 7.797 Teilnehmer über durchschnittlich 12 Jahre hinweg erfasst. Nach fünf Jahren wurden in dieser Studie 211 neue Diabeteserkrankungen beobachtet. Beim Vergleich beider Studien wurden die betrachteten Risikofaktoren (Alter, Körpergröße, Taillenumfang, Bluthochdruck, Rauchen, körperliche Aktivität, Alkohol- und Kaffeekonsum, Verzehr von rotem Fleisch und Vollkornbrot) nach Möglichkeit auf identische Weise erfasst. Die Risikoabschätzung basierte auf COX-Regressionsanalysen. Die Qualität des Folgemodells wurde mit dem vorangegangenen Modell durch Unterschiede in den Flächen unter den Grenzwertoptimierungskurven (ROC-AUC) sowie durch Berechnung des Reklassifizierungsindex (net reclassification index, NRI), basierend auf fünf Risikokategorien, verglichen.

Die Fünf-Jahres-Inzidenz von Diabetes betrug in der EPIC-Studie 2,3% und in der MONICA/KORA-Studie 2,7%. Hinsichtlich der Risikofaktoren waren beide Studien etwa vergleichbar. Teilnehmer der EPIC-Studie waren etwas jünger, häufiger weiblich und seltener starke Raucher im Vergleich zur MONICA/KORA-Studie. Die gemessene körperliche Aktivität unterschied sich in beiden Studien vermutlich aufgrund unterschiedlicher Methodik. Diabeteserkrankungen der Eltern traten bei beiden Studien etwa mit gleicher Prävalenz auf.

Die Einbeziehung der Familienanamnese für Diabetes verbesserte die Unterscheidung im Deutschen Diabetes-Risiko-Test um 0,006 (0,001-0,011) mit einem NRI von 0,100 (0,059-0,140). Die Fläche unter der Kurve in der ROC-Analyse erhöhte sich um 0,008 (0,003-0,014), und der NRI betrug 0,110 (0,072-0,149).

Kalibrierungskurven zeigten, dass Vorhersagen aus der EPIC-Studie sehr gut mit den in der MONICA/KORA-Studie beobachteten Risiken übereinstimmten, wobei insgesamt geringfügig zu hohe Risikovorhersagen beobachtet wurden.

*Mühlenbruch K., Ludwig T., Jeppesen C., Joost H.G., Rathmann W., Meisinger C., Peters A., Boeing H., Thorand B., Schulze M.B.: Update of the German Diabetes Risk Score and external validation in the German MONICA/KORA study. Diabetes Res Clin Pract. 2014 Jun;104(3):459-66. doi: 10.1016/j.diabres.2014.03.013.*

### **Aufnahme von Kohlenhydraten und Risiko für Typ-2-Diabetes: Die EPIC-Norfolk-Studie**

Im Rahmen der Studie wurde der Zusammenhang zwischen der Kohlenhydrataufnahme und dem Risiko für die Entstehung von Typ-2-Diabetes untersucht. Die Autoren der Studie kommen zu dem Ergebnis, dass eine höhere Glukose- und Fruktoseaufnahme mit einem niedrigeren Erkrankungsrisiko assoziiert war. Zwischen dem Verzehr von Stärke sowie Saccharose und dem Risiko für Typ-2-Diabetes konnte kein Zusammenhang festgestellt werden.

Kohlenhydrate sind die Faktoren der Ernährung, die den größten Einfluss auf die Insulinsekretion und postprandiale Glykämie haben. Dennoch sind die Ergebnisse aus verschiedenen klinischen Studien, die Zusammenhänge zwischen dem Kohlenhydratanteil in der Nahrung und dem Auftreten von Diabetes untersuchen, inkonsistent. Aus diesem Grund sollten in der Studie die Assoziationen zwischen der Aufnahme von verschiedenen Kohlenhydraten bzw. Zuckern und dem Risiko für die Entstehung eines Diabetes Typ 2 untersucht werden.

In der „European Prospective Investigation into Cancer (EPIC)-Norfolk Study“ unterzogen sich 25.639 Erwachsene aus Norfolk im Alter von 40 bis 79 Jahren zwischen 1993 und 1997 erstmals einer Gesundheitsuntersuchung.

4.000 der Probanden führten für eine Woche semiquantitative Ernährungsprotokolle, aus denen der Anteil einzelner Nährstoffgruppen bestimmt wurde. Aufgrund von Begleiterkrankungen oder fehlenden Angaben wurden 455 Probanden nicht bei der Auswertung berücksichtigt, so dass 3.496 verblieben. Von ihnen entwickelten 129 (3,7%) einen Diabetes im Studienverlauf.

Inzidente Fälle von Typ-2-Diabetes im Verlauf der Studie wurden durch Eigenangabe der durch einen Arzt gestellten Diagnose oder einer entsprechenden Medikation festgestellt. Bis Juli 2006 wurden insgesamt 892 Fälle bestätigt, von denen 123 in der statistischen Analyse ausgeschlossen wurden, so dass 749 Fälle verblieben. Neben den Angaben zur Ernährung wurden Daten zum sozialen Status und dem Lebensstil gesammelt.

Das mittlere Alter der Personen, bei denen im Studienverlauf ein Diabetes diagnostiziert wurde, betrug 61,2 Jahre (SD 8,3 Jahre). Zu 56,5% waren Männer betroffen, und bis zur Diagnose waren durchschnittlich 6,3 (SD 2,5) Jahre vergangen. Die Betroffenen waren häufiger adipös, litten häufiger an Bluthochdruck, waren weniger körperlich aktiv und hatten eine schlechtere Ausbildung als die Gesunden. Ein großer Anteil von ihnen befand sich in einer Reduktionsdiät, ihr Alkoholkonsum war im Vergleich zu den Gesunden etwas geringer, die Kalorienzufuhr etwa vergleichbar und die Aufnahme von Kohlenhydraten zugunsten von Fett und Protein vermindert. Personen, die mehr Energie aus Kohlenhydraten zu sich nahmen, waren durchschnittlich älter, schlanker, körperlich aktiver, seltener Raucher, nahmen weniger Energie und Alkohol auf, hatten öfter Diabetesfälle in der Familie und waren häufiger Frauen. Das Risiko einer Diabeteserkrankung war multivariaten Analysen zufolge invers mit der Aufnahme von Kohlenhydraten insgesamt sowie der Glukose- und Fruktoseaufnahme assoziiert. Es bestand kein Zusammenhang zwischen Saccharose, Stärke, anderen Kohlenhydraten und dem Diabetesrisiko.

In kategorischen Analysen wurde nach Berücksichtigung aller Kovariablen nur eine inverse Beziehung zwischen Fruktose und Diabetes beobachtet. Der Ersatz von 5% Fruktose durch andere Kohlenhydrate zeigte keine Assoziationen zum Diabetes. Der Ersatz von 5% der Energie aus gesättigten Fettsäuren durch Fruktose senkte das Diabetesrisiko um 30% (HR 0,69; 5% CI 0,5–0,96). Wurden 5% Protein durch Fruktose ersetzt, so sank das Risiko auf 0,72 (95% CI 0,51–1,03). Die für Fruktose und Glukose beobachteten Effekte waren bei Personen mit Normal- und Übergewicht (BMI < 25 kg/m<sup>2</sup>; BMI 25 bis 29,9 kg/m<sup>2</sup>) stärker als bei adipösen Probanden (BMI ≥ 30 kg/m<sup>2</sup>), ebenso bei Personen ohne eine familiäre Vorgeschichte für Diabetes. Bei gleicher Energiezufuhr waren höhere Anteile von Stärke, Saccharose oder anderen Kohlenhydraten nicht mit einem veränderten Diabetesrisiko assoziiert. Bei der Einschätzung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass der dargelegte Zusammenhang zwischen Ernährung und Diabetes auf einem Ernährungsprotokoll pro Proband beruht. Die Assoziation bedeutet nicht automatisch eine Ursache-Wirkungs-Beziehung. Es könnten weitere, mit den jeweiligen Ernährungsmustern einhergehende Faktoren (Mikronährstoffe, Ernährungsverhalten) eine Rolle spielen.

*Ahmadi-Abhari S., Luben R.N., Powell N., Bhaniani A., Chowdhury R., Wareham N.J., Frouhi N.G., Khaw K.T.: Dietary intake of carbohydrates and risk of type 2 diabetes: the European Prospective Investigation into Cancer-Norfolk study. Br J Nutr. 2014; 111(2): 342-52.*

## Evidenz-basierte Ernährungsempfehlungen zur Behandlung und Prävention des Diabetes mellitus

Die Überprüfung wissenschaftlicher Daten hat zu aktualisierten Ernährungsempfehlungen für Diabetiker sowie für die Prävention eines Typ-2-Diabetes geführt. In der Übersichtsarbeit werden detaillierte Angaben für eine geeignete Zusammensetzung der Nahrung bereitgestellt.

Die Studiengruppe für Diabetes und Ernährung (DNSG) der europäischen Assoziation für Diabetesstudien (EADS) hat Empfehlungen für die Ernährungstherapie des Diabetes mellitus aktualisiert. Die Empfehlungen basieren auf einer systematischen Literaturanalyse nach abgestimmten Suchbegriffen in relevanten Datenbanken. Den ausgesprochenen Empfehlungen wird nach Klassifizierung der Qualität der zugrunde liegenden klinischen Studien ein Evidenzhärtegrad zugeordnet. Die Bedeutung körperlicher Aktivität findet Erwähnung, wird jedoch nicht detailliert abgehandelt. Ebenso werden keine Empfehlungen für Diabetiker in speziellen Situationen (zum Beispiel Schwangerschaft oder schwerer Erkrankung) ausgesprochen.

Hinsichtlich der Energiebilanz und des Körpergewichts wurde die Empfehlung ausgesprochen, dass übergewichtige Personen die Energieaufnahme reduzieren und den Verbrauch steigern sollten, so dass der BMI auf den empfohlenen Bereich von 18,5 bis 24,9 kg/m<sup>2</sup> sinkt. Erneute Gewichtszunahmen sind zu vermeiden.

Patienten ohne Anzeichen einer Nephropathie können 10 bis 20% der Gesamtenergie in Form von Proteinen aufnehmen, bei einer manifesten Nephropathie sollte die Proteinaufnahme im unteren akzeptablen Bereich liegen (0,8 g/kg Körpergewicht/Tag).

Gesättigte und transungesättigte Fettsäuren sollten maximal 10% der Gesamttagesenergie liefern. Günstige Fettlieferanten sind Öle, die reich an ungesättigten Fettsäuren sind. Die Gesamtfettaufnahme sollte 35% der täglichen Gesamtenergie nicht überschreiten. Die Ernährung sollte maximal 300 mg Cholesterin pro Tag enthalten.

Die Kohlenhydrataufnahme kann zwischen 45 und 60% der Gesamtenergie liegen. Für eine Ernährung im oberen Bereich sollten ballaststoffreiche Lebensmittel mit niedrigem glykämischen Index vorgezogen werden. Der glykämische Index wird als Blutglukosefläche unter der Kurve definiert, die dem Anstieg nach der Aufnahme von 25 bis 50 g verfügbaren Kohlenhydraten folgt. Art und Menge der Kohlenhydrate beeinflussen die glykämische Antwort, wobei es eine beträchtliche Variabilität innerhalb und zwischen den Probanden gibt.

Bei Typ-2-Diabetes ist eine große Bandbreite der Kohlenhydrataufnahme mit einer vergleichbaren glykämischen Kontrolle vereinbar. Es wird Diabetikern eine moderate Aufnahme freier Zuckerarten von bis zu 50 g pro Tag und maximal 10% der Gesamtenergie empfohlen. Jedoch

ist die Festlegung einer Verzehrsobergrenze für freie Zuckerarten in gewisser Weise willkürlich. Die Aufnahme von Ballaststoffen sollte optimalerweise mehr als 40 g pro Tag betragen. Dies kann durch Gemüse, Früchte, Hülsenfrüchte und Vollkornprodukte gesichert werden. Eine ballaststoffreiche Kost senkt den mittleren täglichen Blutglukosespiegel um 10 bis 15 % und vermindert die Anzahl hypoglykämischer Ereignisse.

Nahrungsmittel, die reich an Antioxidanzien, Spurenelementen und Vitaminen sind, werden empfohlen. Für Nahrungssupplemente und funktionelle Nahrungsmittel wird dagegen keine Empfehlung ausgesprochen. Die Aufnahme von Kochsalz sollte auf 6 g pro Tag begrenzt werden, bei erhöhtem Blutdruck noch stärker. Ein moderater Alkoholkonsum (Frauen 10 g/Tag, Männer 20 g/Tag) ist akzeptabel, allerdings sollten unter Insulintherapie gleichzeitig Kohlenhydrate verzehrt werden, um das Risiko einer Hypoglykämie zu mindern.

Hinsichtlich der Prävention des Diabetes Typ 2 wird die Zusammensetzung der Makronährstoffe wie folgt zusammengefasst: Gesamtfettzufuhr weniger als 30 %, gesättigte Fettsäuren weniger als 10 % der täglichen Energie und Ballaststoffe größer als 15 g pro 1.000 kcal.

Durch regelmäßige körperliche Aktivität und die Vermeidung von Übergewicht kann einem Typ-2-Diabetes vorgebeugt werden. Bei bestehendem Übergewicht ist dies durch eine Gewichtsreduktion mit anschließender Gewichtskonstanz und Lebensstilmodifikation ebenfalls möglich.

*Mann J., De Leeuw I., Hermansen K., Riccardi G., Rivellese A.,  
Rizkalla A., Slama G., Toeller M., Uusitupa M., Vessby B.:  
Evidence-based nutritional approaches to the treatment and prevention of diabetes mellitus.  
Diabetes and Nutrition Study Group (DNSG) of the European Association  
Nutr Metab Cardiovasc Dis 14 (2004) 373-394.*

## Internationale Tabellen für den Glykämischen Index und die Glykämische Last von Nahrungsmitteln: 2008

Die Neubearbeitung von Nahrungsmitteltabellen für den Glykämischen Index und die Glykämische Last hat den Umfang verfügbarer Angaben annähernd verdoppelt und verbessert so die Qualität der Daten für die klinische Praxis und die Forschung. Eine hohe Korrelation von Werten für den Glykämischen Index von Lebensmitteln bei gesunden und diabetischen Patienten zeigt, dass die von Gesunden abgeleiteten Daten für Diabetiker gut eingesetzt werden können. Neben der Berücksichtigung des Glykämischen Index sollten die Energiedichte und das Makronährstoffprofil von Lebensmitteln berücksichtigt werden.

Der Nutzen von Werten für den glykämischen Index (GI) und die glykämische Last (GL) von Nahrungsmitteln für die Regulierung des Blutglukosespiegels bei Diabetikern wird kontrovers diskutiert. Institutionen und Verbände wie die WHO, die American Diabetes Association, Diabetes UK und die Canadian Diabetes Association unterstützen das Konzept, während viele medizinische Fachkräfte den Einsatz dieser Parameter als zu komplex und variabel für den Einsatz in der klinischen Praxis halten. Um den Einsatz von GI und GL praxistauglicher zu gestalten, sind aktualisierte, vervollständigte Nahrungsmitteltabellen notwendig, die in dieser Studie vorgestellt werden.

Es erfolgte eine Literatursuche in Medline zwischen 1981 und 2007 unter Verwendung der englischen Suchbegriffe für GI und GL. Die Suche wurde durch Handsuchen relevanter Verweise und Expertengespräche vervollständigt. Angaben aus älteren Tabellen wurden vor Verwendung zunächst überprüft. Die Daten beziehen sich ausschließlich auf humane Studien mit standardisierter Methodik.

Daten von acht oder mehr Gesunden wurden in einer Tabelle zusammengefasst, Daten von Personen mit Diabetes, gestörtem Glukosemetabolismus oder aus Studien mit zu wenigen Probanden in einer zweiten Tabelle. Die Beziehungen von GI-Werten für 20 gängige Nahrungsmittel aus beiden Tabellen wurden mit Hilfe linearer Regressionsanalysen überprüft.

Es wurden jeweils zwei GI-Werte generiert, die sich auf Glukose bzw. Weißbrot als Referenz bezogen (Umrechnungsfaktor 100/70 bzw. 70/100). Um Verwirrung zu vermeiden, wird jeweils der auf Glukose bezogene Wert empfohlen.

GL-Werte stellen das Produkt aus dem verfügbaren Kohlenhydratanteil einer spezifischen Portionsgröße des Nahrungsmittels und dem korrespondierenden auf Glukose basierenden GI, dividiert durch 100, dar.

Die resultierenden Tabellen listen insgesamt 2.487 Einträge aus 205 Studien auf. 75 % (n = 1.879) der Einträge finden sich in der ersten Tabelle, die mit Hilfe von gesunden Probanden generiert wurde. 491 der insgesamt 608 gelisteten Einträge in der zweiten Tabelle stammen



von Personen mit gestörtem Glukosemetabolismus. Der Korrelationskoeffizient von 20 Nahrungsmitteln aus beiden Listen betrug  $r = 0,94$  ( $p < 0,001$ ).

Die meisten Hülsenfrüchte, Nudeln, Obst und Milchprodukte werden immer noch als Nahrungsmittel mit niedrigem GI (55 oder weniger auf der Glukosereferenzskala) eingestuft. Brot, Frühstückscerealien, Reis und Snackprodukte (einschließlich Vollkornprodukte) sind sowohl in Formen mit hohem (70 oder höher) als auch niedrigem GI verfügbar. Kartoffeln und Reis wird zumeist ein hoher GI zugeordnet, es wurden aber auch Sorten mit niedrigerem GI identifiziert. Viele Süßwaren wie Schokolade haben einen niedrigen GI. Der GI sollte generell jedoch nicht isoliert betrachtet werden und andere Parameter wie die Nährstoffdichte mitberücksichtigt werden.

*Atkinson F.S., Foster-Powell K., Brand-Miller J.C.:  
International tables of glycemic index and glycemic load values: 2008.  
Diabetes Care. 2008 Dec;31(12):2281-3. doi: 10.2337/dc08-1239.*

### **Internationale Tabellen zum glykämischen Index und der glykämischen Last 2021: eine systematische Überprüfung**

In dieser Arbeit wurden veröffentlichte und unveröffentlichte Quellen zuverlässiger, nach Kriterien der ISO-Norm ermittelter glykämischer Indizes (GI) von Lebensmitteln systematisch analysiert und diese in zwei Tabellen gelistet. Es wurde nicht nur untersucht, ob es neue GI-Werte gibt, sondern auch, wie sich die Werte im Lauf der Jahre für bestimmte Nahrungsmittel verändert haben und ob es nationale oder regionale Unterschiede innerhalb bestimmter Lebensmittelgruppen wie Brot, Reis oder Kartoffeln gibt.

Seit der Veröffentlichung von Tabellen zum glykämischen Index (GI) und der glykämischen Last (GL) von Lebensmitteln im Jahr 2008 gibt es neue Daten und Methoden. So gibt es seit 2010 eine neue, einheitliche Methodik zur Bestimmung des GI und eine Klassifizierung in hoch ( $GI \geq 70$ ), mittel ( $GI 56-69$ ) und niedrig ( $GI \leq 55$ ). Die Methode der International Standards Organization erwies sich als ausreichend genau, um einen mittleren GI von 55 von einem hohen  $GI \geq 70$  mit einer Wahrscheinlichkeit von 97 bis 99 Prozent zu unterscheiden.

Diese Ausgabe der Tabellen listet über 4000 Elemente auf – fast doppelt so viele wie die Tabellen von 2008, die 2480 Einträge umfassten. Die Daten wurden in zwei Listen aufgeteilt: Die erste umfasst 2091 Werte zu 21 Lebensmittelgruppen, die mit der von der International Standards Organization empfohlenen Methodik gewonnen wurden, d. h. nach Verzehr einer definierten Menge eines Lebensmittels durch Messungen der Blutglukose zu verschiedenen Zeitpunkten mit festgelegten Bestimmungsmethoden an mindestens zehn Erwachsenen

mit normaler Glukosetoleranz. Die zweite Liste enthält 1927 Werte, die mit weniger robusten Methoden bestimmt wurden.

Wie in der früheren Ausgabe zeigen die aktuellen Tabellen den GI für jedes Lebensmittel, in Relation zu Glukose auf einer 100-Punkte-Skala. Zusätzlich wurden GL-Werte berechnet. Um mögliche Veränderungen im Lauf der Zeit abzuschätzen, wurden GI von Lebensmitteln verglichen, die in den letzten drei bis vier Jahrzehnten wiederholt getestet wurden. Für Lebensmittelkategorien wie Brot, Getreide, Kartoffeln oder Milchprodukte wurden zudem Analysen auf nationale oder regionale Unterschiede durchgeführt.

Die höchsten GI-Werte hatten Kartoffeln ( $71 \pm 15$ ; 58 % der Einträge wurden als Lebensmittel mit hohem  $GI \geq 70$  eingestuft), gefolgt von Reis ( $67 \pm 17$ ; davon 38 % mit  $GI \geq 70$ ) und Gemüse außer Kartoffeln ( $66 \pm 19$ ; davon 52 % mit  $GI \geq 70$ ). Die niedrigsten Werte fanden sich bei Milchprodukten ( $35 \pm 11$ ; 95 % der Einträge mit einem niedrigen  $GI \leq 55$ ), Hülsenfrüchten ( $34 \pm 14$ ; davon 94 % mit  $GI \leq 55$ ) und Nüssen ( $22 \pm 2$ ; zu 100 %  $GI \leq 55$ ). Der durchschnittliche GI von Brot, Frühstückszerealien und Getreidekörnern war relativ hoch, aber in diesen Lebensmittelgruppen gibt es jeweils Beispiele für Lebensmittel mit niedrigem und hohem GI. Insgesamt hatten herzhaftere Snacks höhere GI-Werte ( $60 \pm 15$ ; davon 46 %  $GI \leq 55$  und 34 % mit  $GI \geq 70$ ) als Süßwaren ( $48 \pm 16$ ; davon 68 % mit  $GI \leq 55$  und 11 % mit  $GI \geq 70$ ).

Obwohl Kartoffeln als Gruppe hohe GI-Werte haben, gab es breite Schwankungen (Wertebereich 35 bis 103), die auch durch die Koch- und Verarbeitungsmethoden beeinflusst wurden. Z. B. hatte Instant-Kartoffelpüree einen durchschnittlichen GI von 84, normales Kartoffelpüree 79, Salzkartoffeln 73 und gekochte Kartoffeln, die über Nacht gekühlt wurden, 49. Der durchschnittliche GI von Kartoffeln war in Australien am höchsten ( $77 \pm 14$ ;  $n = 23$ ), gefolgt von Europa ( $73 \pm 11$ ;  $n = 10$ ) und Nordamerika ( $67 \pm 16$ ;  $n = 30$ ).

Brot war ebenfalls sehr unterschiedlich (Wertebereich 24 bis 100;  $n = 214$ ). Ein Drittel hatte einen hohen GI. Für Brote aus Deutschland und den skandinavischen Ländern, in denen viel Roggenbrot und ein hoher Anteil an Vollkornbrot verzehrt werden, gab es relativ wenige Daten.

Frühstückszerealien hatten zu einem Drittel hohe und zu mehr als einem Drittel niedrige GI-Werte. Zuckerreiche Produkte wie Choco Pops und Frosties hatten mit 74 einen ebenso hohen GI wie Cornflakes mit einem relativ niedrigen Zuckergehalt. Müslis und Produkte aus Hafer oder Haferflocken hatten einen durchschnittlichen GI von 55.

Generell lässt sich folgern, dass der GI von Milchprodukten, Hülsenfrüchten, Nudeln und Früchten tendenziell niedrig ( $GI \leq 55$ ) und weltweit relativ konsistent ist. Getreideprodukte weisen dagegen große Unterschiede auf, die vermutlich auf unterschiedliche Herstellungsverfahren und Zusammensetzungen zurückzuführen sind. In vielen Lebensmittelgruppen wie Brot, Frühstückszerealien, Reis und Snackprodukten finden sich sowohl Varianten mit hohem als auch mit niedrigem GI. Auch unter Kartoffeln und Reissorten, die zu den Lebensmitteln mit einem hohen GI zählen, gibt es Sorten oder Zubereitungsarten mit einem nied-

rigen GI. Entsprechend besteht die Möglichkeit, Lebensmittel mit einem hohen GI durch andere mit einem geringeren GI aus derselben Gruppe zu ersetzen.

*Atkinson FS, Brand-Miller JC, Foster-Powell K, Buyken AE, Goletzke J.:  
International tables of glyceimic index and glyceimic load values 2021: a systematic review.  
Am J Clin Nutr. 2021 Nov 8;114(5):1625-1632. doi: 10.1093/ajcn/nqab233.*

### **Konsum von Gesamtzucker, Fruktose und Saccharose im Zusammenhang mit Typ-2-Diabetes**

**Unabhängig von der Nahrungsform war den Ergebnissen dieser Metaanalyse zufolge weder der Verzehr von Gesamtzucker noch der von Fruktose oder Saccharose mit einem erhöhten Risiko für Typ-2-Diabetes assoziiert.**

Zucker, und unter ihnen besonders Fruktose, werden mit der Entstehung von Typ-2-Diabetes in Verbindung gebracht. Besonders fruktosehaltige Getränke, die am meisten zur Fruktoseaufnahme beitragen, stehen im Verdacht, das Risiko für Diabetes zu erhöhen.

Eine systematische Übersicht und Metaanalyse prospektiver Kohortenstudien wurde durchgeführt, um zu beurteilen, ob Zusammenhänge zwischen dem Konsum von Gesamtzucker, Fruktose und Saccharose und dem Auftreten von Typ-2-Diabetes bestehen.

In die Literatursuche wurden prospektive Kohortenstudien bis Juni 2016 einbezogen, die die Zusammenhänge zwischen dem Verzehr von fruktosehaltigen Zuckern und dem Auftreten von Typ-2-Diabetes untersuchten. 15 prospektive Kohortenstudien aus neun Studien mit 251.261 Teilnehmern, darunter 16.416 Typ-2-Diabetiker, gingen in die Analyse ein. Für Gesamtzucker lagen zwölf Kohorten mit 105.846 Personen und 13.727 Diabetikern vor, für Fruktose sechs Kohorten mit 107.972, darunter 3.833 Diabetiker, und für Saccharose acht Kohorten mit 192.332 Personen, unter ihnen 4.535 Diabetiker.

Die Probanden stammten aus elf Nationen und waren durchschnittlich 52,6 Jahre alt. Sie wurden im Mittel über 12 (Gesamtzucker), 6,3 (Fruktose) bzw. 6,2 Jahre (Saccharose) beobachtet. Es wurde jeweils eine Gruppe mit der höchsten Aufnahme von Gesamtzucker, Fruktose und Saccharose (Median 137, 35,2 und 78 g/Tag) mit der niedrigsten Aufnahme verglichen (Median 65, 9,7 und 25,8 g/Tag).

Dabei zeigte sich keine Assoziation von Gesamtzuckern (Risikoverhältnis RR 0,91; 95%-Konfidenzintervall CI 0,76–1,09) oder Fruktose (RR 1,04; 95 % CI 0,84–1,29) mit Typ-2-Diabetes. Saccharose war hingegen mit einem verringerten Risiko für Typ-2-Diabetes assoziiert (RR 0,89; 95 % CI 0,80–0,98). Demnach ist – unabhängig von der Nahrungsform – weder die Auf-

nahme von Zucker allgemein noch die von Fruktose oder Saccharose mit einem erhöhten Risiko für Typ-2-Diabetes assoziiert.

Limitiert wurde die Analyse durch eine relativ hohe Heterogenität der inkludierten Studien für Gesamtzucker ( $I^2 = 76\%$ ,  $p < 0,001$ ) und Fruktose ( $I^2 = 71\%$ ,  $p < 0,001$ ). Das Entfernen einzelner Studien, die zu dieser hohen Heterogenität führten, ergab jedoch ebenfalls kein erhöhtes Risiko für Diabetes bei Zucker- oder Fruktosekonsum, für Saccharose ging der protektive Effekt verloren. Die Schätzungen des Zuckerkonsums waren in den Originalarbeiten teilweise unpräzise, aber auch unter Einbeziehung lediglich der Studien, die den Konsum über validierte Methoden erfassten, zeigte sich eine große Heterogenität, und die Assoziationen blieben unverändert. Dosisabhängige Effekte waren ebenfalls nicht zu verzeichnen.

Die Autoren vermuten, dass der in anderen Studien beobachtete Zusammenhang zwischen gesüßten Getränken und Diabetes nicht durch die Aufnahme von Zucker bzw. Fruktose an sich, sondern durch eine positive Energiebilanz durch deren Konsum verursacht wird. Als weitere Erklärungsmöglichkeit nehmen sie an, dass der Verzehr süßer Getränke allgemein mit einem ungesunden Lebensstil assoziiert ist.

Die Studie ist unter ClinicalTrials.gov, no. NCT01608620 registriert.

*Tsilas CS, de Souza RJ, Mejia SB, Mirrahimi A, Cozma AI, Jayalath VH, Ha V, Tawfik R, Di Buono M, Jenkins AL, Leiter LA, Wolever TMS, Beyene J, Khan T, Kendall CWC, Jenkins DJA, Sievenpiper JL. Relation of total sugars, fructose and sucrose with incident type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. CMAJ. 2017 May 23;189(20): E711-E720. doi: 10.1503/cmaj.160706.*

### **Gewichtskontrolle als Grundversorgung bei Typ-2-Diabetes: die kontrollierte Diabetes-Remissions-Studie (DiRECT)**

Mit der DiRECT-Studie (Diabetes Remission Clinical Trial, registriert unter ISRCTN03267836) wurde untersucht, ob ein intensives Gewichtsmanagement als Basisversorgung von Typ-2-Diabetikern zu einer Remission der Erkrankung führt. Die Ergebnisse zeigten, dass nach einem Jahr fast die Hälfte der Teilnehmer ohne Antidiabetika einen nicht-diabetischen Zustand erreichte und mehr zwei Drittel blutdrucksenkende Medikamente absetzen konnten. Je größer der Gewichtsverlust war, umso mehr stieg die Wahrscheinlichkeit für eine Remission.

Weltweit leiden 422 Millionen Personen an Typ-2-Diabetes, darunter immer mehr junge Menschen. Trotz medikamentöser Behandlung ist ihre Lebenserwartung reduziert. Die Erkrankung ist mit Übergewicht/Adipositas assoziiert und geht mit einer Ansammlung von Fett in der Leber und der Bauchspeicheldrüse einher. Pathophysiologischen Studien zufolge

senkt eine negative Energiebalance von 600 bis 700 kcal pro Tag bereits nach sieben Tagen die Insulinresistenz und den Fettgehalt der Leber, und binnen acht Wochen normalisieren sich die Insulinantwort und der Fettgehalt im Pankreas. Die DiRECT-Studie sollte den Nachweis erbringen, dass sich durch ein intensives Gewichtsmanagement bei Typ-2-Diabetikern in der Grundversorgung ein Rückgang der Erkrankung erzielen lässt.

306 Diabetiker zwischen 20 und 65 Jahren mit einem BMI von 27 bis 45 kg/m<sup>2</sup> aus 49 Hausarztpraxen in Großbritannien nahmen an der Studie teil. Die Praxen wurden randomisiert der Interventions- (n = 23) oder Kontrollgruppe zugeteilt (n = 26). Die Probanden der Interventionsgruppe hielten über drei bis fünf Monate eine Formula-Diät mit 825 bis 853 kcal/Tag ein, gleichzeitig wurden sämtliche Antidiabetika und blutdrucksenkenden Medikamente abgesetzt. Danach wurde zwei bis acht Wochen lang schrittweise wieder eine normale Ernährung eingeführt und strukturiert darauf hingearbeitet, dass der Gewichtsverlust langfristig aufrechterhalten wird. Die körperliche Aktivität wurde ab Wiedereinführung der normalen Ernährung als Mittel für die Gewichtserhaltung gefördert und über Schrittzähler erfasst (individuelles Ziel bis zu 15.000 pro Tag). Das Ziel der Intervention waren ein Gewichtsverlust von 15 kg oder mehr und eine Remission des Diabetes (HbA1c < 6,5% bzw. 48 mmol/mol) ohne Antidiabetika.

Jeweils 149 Teilnehmer waren der Interventions- und der Kontrollgruppe zugeordnet. 17% der Teilnehmer in der Interventionsgruppe brachen die Diät ab. Das mittlere Körpergewicht sank in der Interventionsgruppe um 10 kg (SD 8,0) und in der Kontrollgruppe um 1 kg (SD 3,7 kg; p < 0,0001). Nach zwölf Monaten wurde ein Gewichtsverlust von 15 kg oder mehr bei 36 (24%) der Teilnehmer in der Interventionsgruppe und keinem Teilnehmer der Kontrollgruppe beobachtet (p < 0,0001). Eine Diabetes-Remission erzielten 68 (46%) Teilnehmer in der Interventionsgruppe und sechs (4%) in der Kontrollgruppe (Odds Ratio 19,7; 95% CI 7,8-49,8; p < 0,0001).

Eine Remission erreichten:

- Keiner der 76 Teilnehmer, die an Gewicht zugenommen hatten,
- 6 (7%) der 89 Teilnehmer mit einem Gewichtsverlust zwischen 0 und 5 kg
- 19 (34%) der 56 Teilnehmer mit einem Gewichtsverlust zwischen 5 und 10 kg
- 16 (57%) der 28 Teilnehmer mit einem Gewichtsverlust zwischen 10 und 15 kg und
- 31 (86%) der 36 Teilnehmer, die 15 kg oder mehr verloren hatten.

Die Lebensqualität verbesserte sich in der Interventionsgruppe um 7,2 Punkte (SD 21,3) und verringerte sich in der Kontrollgruppe um 2,9 Punkte (15,5; p = 0,0012). 4% der Teilnehmer in der Interventionsgruppe und 1% in der Kontrollgruppe meldeten schwerwiegende Nebenwirkungen. Zwei davon (Gallenkolik und Bauchschmerzen), die bei demselben Teilnehmer auftraten, standen möglicherweise mit der Intervention im Zusammenhang. Nebenwirkungen führten bei keinem Probanden zum Abbruch der Studie.

Diese große Studie auf der Basis der Grundversorgung zeigt, dass viele Patienten im Frühstadium des Typ-2-Diabetes von einem professionell unterstütztem intensiven Gewichtsmanagementprogramm profitieren. Das Programm ermöglichte es fast der Hälfte der Teilnehmer, nach zwölf Monaten ohne Antidiabetika in einen nicht-diabetischen Zustand zurückzukehren, und 68% konnten blutdrucksenkende Medikamente absetzen, ohne dass es zu einer Blutdruckerhöhung kam. Je mehr Gewicht die Probanden verloren hatten, desto größer war die Wahrscheinlichkeit einer Remission. Die Kohorte wird mindestens weitere vier Jahre beobachtet, so dass längerfristige Ergebnisse zur Verfügung stehen werden. Die Ergebnisse sollten nach Meinung der Autoren den Weg für ein routinemäßiges Gewichtsmanagement bei der Versorgung von Patienten mit Typ-2-Diabetes ebnen und vielen eine Remission ermöglichen.

*Lean ME, Leslie WS, Barnes AC, Brosnahan N, Thom G, McCombie L, Peters C, Zhyzhneuskaya S, Al-Mrabeh A, Hollingsworth KG, Rodrigues AM, Rehackova L, Adamson AJ, Sniehotta FF, Mathers JC, Ross HM, McIlvenna Y, Stefanetti R, Trenell M, Welsh P, Kean S, Ford I, McConnachie A, Sattar N, Taylor R. Primary care-led weight management for remission of type 2 diabetes (DiRECT): an open-label, cluster-randomised trial. Lancet. 2018 Feb 10;391(10120):541-551. doi: 10.1016/S0140-6736(17)33102-1.*

## Die Rolle von Nahrungszucker, Übergewicht und Adipositas bei Typ-2-Diabetes mellitus

Reviews und Metaanalysen sprechen gegen die Vorstellung, dass die Aufnahme von Saccharose, Glukose oder Fruktose mit einer gestörten Glukoseregulation und Typ-2-Diabetes in Verbindung steht. Auch mit Zucker gesüßte Getränke haben keinen Einfluss auf die glykämische Kontrolle, wenn sie andere Kalorienquellen ersetzen. Aktuelle Erkenntnisse deuten vielmehr darauf hin, dass eine übermäßige Energieaufnahme, gefolgt von einer übermäßigen Körperfettzunahme, für die Entwicklung eines Typ-2-Diabetes die größte Bedeutung haben.

Immer noch ist die Vorstellung weit verbreitet, dass Zucker – insbesondere Saccharose – direkt mit der Entwicklung von Typ-2-Diabetes in Verbindung steht. Da die Insulinwirkung bei Typ-2-Diabetes beeinträchtigt ist, wird zudem häufig angenommen, dass der Verzicht auf Zucker in der Ernährung eine angemessene Behandlung bei Typ-2-Diabetes darstellt. Dies beruht auf der Annahme, dass Zucker einen stärkeren Einfluss auf den Blutzuckerspiegel hat als andere Kohlenhydrate. Daher ist das Ziel dieser Übersichtsarbeit, die Auswirkungen der Aufnahme von Zucker mit der Nahrung und Süßgetränken im Zusammenhang mit der Energieaufnahme, der Gewichtszunahme, der glykämischen Kontrolle und der Entwicklung von Typ-2-Diabetes zu diskutieren. Dafür wurden Ergebnisse aus systematischen Reviews und

Metaanalysen sowie randomisierten kontrollierten Studien zusammengetragen, die Ergebnisse von hoher wissenschaftlicher Evidenz liefern.

Typ-2-Diabetes ist eine multifaktorielle Erkrankung, eine positive Energiebilanz ist jedoch der Hauptrisikofaktor für die Entwicklung der Erkrankung. Sie resultiert hauptsächlich aus einer erhöhten Energieaufnahme und reduzierter körperlicher Aktivität, was langfristig Übergewicht und Adipositas nach sich zieht. Erhöhte Spiegel an zirkulierenden freien Fettsäuren induzieren eine Insulinresistenz in der Skelettmuskulatur und Leber. Dies führt zu einer Hyperglykämie, dem Hauptcharakteristikum des Typ-2-Diabetes.

Aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse lassen nicht den Schluss zu, dass die Zufuhr von Saccharose, Glukose oder Fruktose mit Typ-2-Diabetes in Verbindung steht oder sich nachteilig auf die glykämische Kontrolle auswirkt. Darüber hinaus zeigt die Aufnahme von Saccharose geringe inverse Assoziationen. Eine hyperkalorische Ernährung, die durch übermäßigen Verzehr jeglicher Art von Makronährstoffen erreicht werden kann, erhöht das Körpergewicht, was ein etablierter Risikofaktor für die Entwicklung von Typ-2-Diabetes ist.

Mit Zucker gesüßte Getränke nehmen Beobachtungsstudien zufolge eine etwas andere Rolle ein und werden mit einem höheren Risiko für Typ-2-Diabetes in Verbindung gebracht. Kontrollierte Interventionsstudien zeigen dagegen unter isokalorischen Bedingungen keine Wirkungen von mit Zucker gesüßten Getränken auf die glykämische Kontrolle. Dies spricht dafür, dass die Wirkung von zuckerhaltigen Getränken ebenfalls durch eine übermäßige Energieaufnahme hervorgerufen wird. Aktuelle Studien weisen darauf hin, dass „flüssige“ Kalorien unabhängig von der vorherrschenden Makronährstoffquelle im Vergleich zu „festen“ Kalorien ein geringeres Sättigungsgefühl erzeugen, so dass es schneller wieder zu Hunger und damit möglicherweise zu einer insgesamt erhöhten Energieaufnahme kommt. Zu dieser Frage fehlen allerdings noch Langzeitinterventionsstudien, die die Wirkung von gesüßten Getränken auf das Sättigungsgefühl und die Gesamtenergieaufnahme untersuchen. Diese Studien werden dringend benötigt, um ihre Rolle bei der Entwicklung von Übergewicht und Adipositas sowie Typ-2-Diabetes besser zu verstehen.

Man geht fälschlicherweise davon aus, dass Einfach- und kurzkettige Zucker einen größeren postprandialen Blutzuckeranstieg und eine stärkere Insulinausschüttung bewirken als komplexe Kohlenhydrate. Dies beschreibt der glykämische Index: Einen hohen glykämischen Index ( $> 70$ ) haben beispielsweise bestimmte Brotsorten, Frühstückszerealien oder Reis, während viele Hülsenfrüchten, Nudeln, Früchte oder Milchprodukte meist einen niedrigen glykämischen Index ( $\leq 55$ ) haben. Saccharose hat einen moderaten GI (= 65). Die glykämische Reaktion nach der Nahrungsaufnahme hängt aber von weiteren Faktoren ab, beispielsweise der Menge an Ballaststoffen, dem Fettgehalt und insbesondere dem Grad der Verarbeitung von Kohlenhydraten. Es hat sich zum Beispiel gezeigt, dass Amylopektin, ein komplexes Kohlenhydrat, einen schnelleren postprandialen Blutzuckeranstieg als Saccharose bewirken kann.



Eine ausgewogene Ernährung und ein gesunder Lebensstil mit ausreichend Bewegung bleiben die Eckpfeiler der Behandlung von Diabetes. Da Übergewicht und Adipositas wichtige Risikofaktoren für Typ-2-Diabetes sind, sollte eine Verringerung des Körpergewichts bzw. der Körperfettmasse durch eine hypokalorische Diät das primäre Ziel der Behandlung sein. Immer mehr Studien belegen, dass dies die glykämische Kontrolle wiederherstellen und eine Remission bewirken kann. Dabei ist die Zusammensetzung der Diät hinsichtlich der Makronährstoffe unerheblich.

Veit M, van Asten R, Olie A, Prinz P:

The role of dietary sugars, overweight, and obesity in type 2 diabetes mellitus:  
a narrative review.

Eur J Clin Nutr. 2022 Mar 21. doi: 10.1038/s41430-022-01114-5.

[www.schmecktrichtig.de](http://www.schmecktrichtig.de)

## **IMPRESSUM**

Schmeckt Richtig! ist eine Initiative der Deutschen Zuckerwirtschaft.

### **Herausgeber:**

Wirtschaftliche Vereinigung Zucker e. V.  
Friedrichstraße 69 • 10117 Berlin  
T +49 30 206 18 95-0 • F +49 30 206 18 95-90  
[wvz-vdz@zuckerverbaende.de](mailto:wvz-vdz@zuckerverbaende.de)

### **Redaktionskontakt:**

Dr. Philip Prinz

Stand: Mai 2022

**Schmeckt  
Richtig!**