

Wissensforum Zucker

Zusammenfassungen von wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu den Themen:

- „Zucker und Gesundheitsrisiken“
- „Zucker und Körpergewicht“
- „Zucker und Zahngesundheit“
- „Zucker und Diabetes“



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassungen von wissenschaftlichen
Veröffentlichungen zu den Themen:

- „Zucker und Gesundheitsrisiken“S. 04
- „Zucker und Körpergewicht“S. 19
- „Zucker und Zahngesundheit“S. 43
- „Zucker und Diabetes“S. 63

www.schmecktrichtig.de/wissensforum

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.

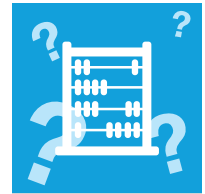
In den Industriegesellschaften sind daher immer mehr Menschen von Adipositas, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Diabetes betroffen. Auch die Schwellenländer schließen mit hohem Tempo auf. In öffentlicher Meinung und gesundheitspolitischer Debatte hat das Thema eine hohe Priorität. Wie dramatisch diese 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.¹ Allerdings kommen zwei andere, ähnlich breit angelegte epidemiologische Studien zu dem entgegen gesetzten Ergebnis: Sowohl die Studie von Sieri et al.² für Italien, als auch die Studie³ von Burger et al. für die Niederlande sehen keinerlei Zusammenhang zwischen Zuckerkonsum und Herz-Kreislaufkrankungen.

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.

-
- 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 glyceimic 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 glyceimic load and glyceimic index and risk of coronary heart disease and stroke in Dutch men and women: the EPIC-MORGEN study. *PLoS ONE* 2011; 6, e25955.

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

So zeigt sich anhand der Datenlage eine verblüffend deutliche Korrelation von regionaler Storchenhäufigkeit und Geburtenrate (vgl. Höfer et al)⁴. 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 Ernährungsleitlinien genutzt werden sollten.⁵ 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 stützen⁶.



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 untersucht⁷. 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

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.

Darm die Entstehung von Diabetes begünstigt.⁸ 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 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 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.

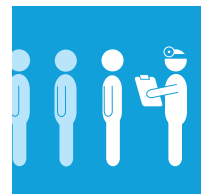
Aus experimentellen Tierstudien lassen sich nur bedingt Erkenntnisse für den Menschen ableiten.

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



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.

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 ein-

gegriffen 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.⁹ 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.

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.¹⁰ 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-Studie¹¹ von Saris et al. oder die Studie des Teams um Frank M. Sacks.¹²

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.

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 Metaana Studien zu einem Thema die methodisch besten aus und betrachten die Ergebnisse im Gelysen klinischer Studien eine steigende 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.

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.¹³

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.¹⁴

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 Risikofakto ren. Ist die Energiezufuhr zu hoch, werden die Weichen für Fettleibigkeit und Stoffwechsel

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

¹⁴ Public Health England: SACN Carbohydrates and Health Report 17 July 2015.

erkrankungen 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, 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 fünf Prozent der täglichen Energieaufnahme über freie Zuckerarten erfolgen soll. Gleichzeitig gesteht die WHO ein, dass es für diese Empfehlung außer schwachen zahnmedizinischen Korrelationen keinerlei fundierte Basis gibt.¹⁵

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

Übergewicht ist ein Problem der Energiebilanz.

Mittel – mit der Nahrung täglich etwa 100 Kilokalorien weniger Energie zu sich nehmen. Würde man diese Energieeinsparung – rein rechnerisch – nur aus 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 fünf Prozent 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,

¹⁵ Guideline: Sugars intake for adults and children WHO 2015.

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.

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 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 Infarktrisiko 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, Giuridanella 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 Süßigkei-

ten (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 Meta-Analysen, 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. Z.B. 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 Aussage-

kraft 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 z.B. 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 Meta-Analysen 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 ca. 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.

Zucker und Körpergewicht: systematischer Review und Meta-Analysen 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 Meta-Analysen 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 Meta-Analysen 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 Zuckerezufuhr 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.

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)¹ 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.² Von Adipositas, sprich Fettleibigkeit, ist ab einem BMI von 30 die Rede.³ Diese Klassifikation ist allgemein anerkannt. Der BMI berechnet sich, indem man das Körpergewicht in Kilogramm durch die Größe – in Meter zum Quadrat – teilt.^{4,5}

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.⁶ 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.⁷ 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.⁸

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.

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.

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.⁹ 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.

Abnehmen: auch mit Zucker

So lange die Energiebilanz stimmt, kann Zucker ohne Vorbehalt genossen werden. Die europaweite CARMEN-Studie¹⁰ 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^{11, 12, 13, 14} 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.

9 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.

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 Tendaussagen 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 diene. Dieser wurde aus Angaben zu schulischer und beruflicher Ausbildung, beruflicher Stellung und dem Haushaltsnettoeinkommen bestimmt. Weiterhin wurden an 7238 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 ($\text{BMI} \geq 25 \text{ bis } < 30 \text{ kg/m}^2$) 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 30-39-Jährigen deutlich höher als bei den 18-29-Jährigen, in den höheren Altersgruppen ist die Differenz geringer, und bei den 70-79-Jährigen ist das Gewicht im Durchschnitt niedriger als bei den 60-69-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 70-79-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-Kreislaufkrankungen 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 ca. 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 vermehrt 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 z.B. 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 Jun-

gen 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 1-50%, intrinsischer Zucker 0,2-17% und Laktose 0-13%). 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 energiedichtere 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 38-45% der Energiezufuhr ausmacht, werden 45-50% 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/100 g 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, d.h. 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 20-30% der Fall. In zwei weiteren Studien wurden Zwischenmahlzeiten unterschiedlicher Zusammensetzung nahezu komplett kompensiert, d.h. 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 Verzehrmenngen 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.

Wissenschaftliche Stellungnahme der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) zu Referenzwerten für die Aufnahme von Kohlenhydraten und Ballaststoffen

Die EFSA hat im Jahr 2010 ein Gutachten zu Referenzwerten für die Aufnahme von Kohlenhydraten – einschließlich Zucker – sowie Ballaststoffen veröffentlicht. Die EFSA kommt zusammengefasst zu dem Ergebnis, dass die Aufnahme von Kohlenhydraten, dazu zählen stärkehaltige Lebensmittel wie Nudeln, Kartoffeln ebenso wie Zucker, bei Erwachsenen und Kindern zwischen 45 und 60 % der Gesamtenergie betragen sollte. Die Datenlage erlaubt keine Ableitung einer Verzehrsobergrenze für die Zuckeraufnahme.

Die EFSA bildet im Bereich der Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit die Basis für die Risikobewertung der Europäischen Union (EU). Ihre Aufgabe ist es, in enger Zusammenarbeit mit nationalen Behörden und betroffenen Interessengruppen, unabhängige wissenschaftliche Beratung über mögliche Risiken in den Gebieten Lebens- und Futtermittel, ernährungsbezogene Aspekte sowie Schutz und Gesundheit von Pflanzen und Tieren, bereitzustellen.

Basis der Empfehlungen für die Aufnahme von Kohlenhydraten – einschließlich Zucker – sowie Ballaststoffen ist eine ausführliche Datenauswertung von Studien, die sich mit der Kohlenhydrat-, Zucker- und Ballaststoffaufnahme und dem täglichen Nährstoffbedarf, dem Körpergewicht, Typ 2 Diabetes, Karies und weiteren Erkrankungen befassen.

Nach Auswertung der Literatur kommt die EFSA zu dem Ergebnis, dass die vorhandene zugrundeliegende Datenlage zu den Themen Zuckeraufnahme und Körpergewicht, Karies, Typ 2 Diabetes, Nährstoffdichte, Glukosetoleranz und Insulinsensitivität, Serumlipide sowie zum Thema weitere kardiovaskuläre Risikofaktoren keine Ableitung einer Verzehrsobergrenze für Zucker erlaubt. Im Detail betont die EFSA in Bezug auf den Konsum von Zucker und die Entstehung von Karies, dass ein häufiger Verzehr zuckerhaltiger Lebensmittel das Risiko für Zahnkaries erhöhen kann.

Dies jedoch vor allem, wenn die Mundhygiene und die regelmäßige Fluoridprophylaxe unzureichend sind. Die Entstehung von Karies ist multifaktoriell bedingt. Neben dem Konsum von Zucker und anderen fermentierbaren Kohlenhydraten spielen die Mundhygiene, die Verwendung von Fluoriden, die Häufigkeit des Konsums aller fermentierbaren Kohlenhydrate sowie eine Vielzahl weiterer Faktoren eine Rolle. Vor diesem Hintergrund schlussfolgert die EFSA, dass die verfügbaren Daten keine Festlegung eines Grenzwertes für die Höhe des Zuckerkonsums erlauben. Vielmehr ist die Frequenz des Konsums entscheidend.

Darüber hinaus stellt die EFSA auch bezüglich der Wirkung auf die Nährstoffdichte, die Serumlipide und auf andere kardiovaskuläre Erkrankungen heraus, dass die Evidenz für einen etwaigen Zusammenhang mit dem Zuckerkonsum nicht ausreichend ist, um einen Grenzwert für Zucker festzulegen. Generell merkt sie an, dass die individuellen Ernährungsgewohnheiten, also die Arten der verzehrten Lebensmittel insgesamt und weniger die Gesamtverzehrsmenge von Zucker in Bezug auf mögliche gesundheitliche Auswirkungen, entscheidend sind.

Bezüglich des Zuckerkonsums und der Entwicklung des Körpergewichtes sowie des Risikos für die Entstehung von Diabetes mellitus Typ 2 stellt die EFSA klar, dass die Datenlage auch hier nicht ausreichend ist, um eine Verzehrsobergrenze zu definieren. Auch wenn möglicherweise eine hohe Aufnahme zuckergesüßter Getränke eine Gewichtszunahme bzw. das Risiko für die Entwicklung von Diabetes mellitus Typ 2 begünstigen könnte, sieht die EFSA aufgrund der aktuellen Datenlage keine Notwendigkeit, einen Grenzwert für den Zuckerkonsum festzulegen.

Bezüglich der Aufnahme von Gesamtkohlenhydraten kommt das Gremium zu der Schlussfolgerung, dass die Gesamtkohlenhydrataufnahme – darunter sowohl stärkehaltige als auch einfache Kohlenhydrate wie Zucker – zwischen 45 bis 60 % der täglichen Energie liegen sollte.

Für die Ballaststoffaufnahme wird nach Analyse der Literatur eine tägliche Aufnahme von 25 Gramm für eine normale Darmfunktion bei Erwachsenen als ausreichend angesehen. Für Kinder ab einem Jahr ist eine Ballaststoffaufnahme von 2 Gramm pro MJ adäquat. Die Bedeutung des glykämischen Index und der glykämischen Last für die Prävention von Übergewicht und weiteren nichtübertragbaren Krankheiten ist nach wie vor inkonsistent und bedarf weiterer Studien.

European Food Safety Authority (EFSA):
Scientific Opinion on Dietary Reference Values for Carbohydrates and Dietary Fibre.
EFSA. 2010; 8(3), S. 1462.

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 energiehaltigere 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 zunahmen. 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 Supermarkt decken. Bei Abwesenheit von mehr als zwei Wochen wurden die Probanden von der Studie ausgeschlossen.

Nach einer fünfwöchigen Eingewöhnungsphase erfolgte die Gruppenzuteilung, und die Studienphase von sechs Monaten begann. Die Gesamtnahrungsaufnahme wurde zu Anfang, nach der Eingewöhnungsphase und nach 1, 2, 4 und 6 Monaten der Intervention durch 3 oder 7-Tages-Ernährungsprotokolle bestimmt. Daraus wurde der Gehalt an Makronährstoffen berechnet. Nach 0, 2, 4 und 6 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 (Körperfett-

masse -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 8 Wochen untersucht, bei der jede Phase 4 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 1246 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 z.B. zu sportlicher Betätigung, wie sie Fett einsparen können oder flexiblen 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 6 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 Genusslebensmitteln“, „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 z. T. 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 z. T. positive Korrelationen gezeigt. Dabei muss aber beachtet werden, dass Querschnittsstudien 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 Longitudinalstudien liegen lediglich in begrenztem Umfang vor und zeigen nur z. T. Zusammenhänge zwischen dem Körpergewicht und dem Konsum zuckerhaltiger Getränke. 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 z. T. bei der übrigen Ernährung kompensiert wurde, so dass diese Personen durch das unveränderte Ernährungsverhalten an Gewicht zunahmen. 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 (z.B. Slim fast), die in ihrem Zuckergehalt mit üblichen zuckerhaltigen Getränken vergleichbar sind. Diese Formuladiätmahlzeiten waren konventionellen Diäten mit gleichem Energiegehalt z. T. 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 (z.B. 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, z.B. 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 1170 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 neun 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 Bakterienspezies 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. Kör-

pergröße, -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 Bakterienspezies 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 (Gene, Alter, Geschlecht, Hormone u.a.). Alle anderen Ursachen wirken fast ausschließlich auf die Energiebilanz und somit indirekt auf die Prävalenz von Übergewicht und Adipositas ein, z.B. 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 z.B. 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/m² im Alter von 25-70 Jahren wurden in zwei Gruppen eingeteilt, die sich hinsichtlich Alter, BMI und Geschlecht gleichen. 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. 1300 kcal aufgenommen. Der Zuckeranteil (natürlich vorkommender sowie zugesetzter Zucker) betrug etwa 12 Prozent der täglichen 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/m² gesunken, in der Kontrollgruppe dagegen nur um durchschnittlich 0,37 kg bzw. 0,14 kg/m². 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., Gorge 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 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).¹ Die Zwölfjährigen 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 Prozent zurückgegangen, seit 1980 sogar um 89 Prozent. Im OECD-Vergleich belegt Deutschland damit in dieser Altersgruppe den ersten Platz.² 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 Prozent der Kinder und 46 Prozent 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.³

Die Gründe: Die Deutschen haben ihre Zahn- und Mundhygiene deutlich verbessert.⁴ Dazu beigetragen haben die verstärkte Aufklärung über eine gute Mundhygiene und regelmäßige Kontroll-

* 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; 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.

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

untersuchungen 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 „zugewetzten“ Zuckerarten wissenschaftlich nicht begründbar.^{5,6,7,8,9}

Häufigkeit entscheidender als Menge

Wie viel wir essen, hat wenig Einfluss auf unsere Zahngesundheit. Das hat das EURODIET-Projekt¹⁰ 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.

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.^{11,12,13}

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).

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.

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.

Studien Zucker und Zahngesundheit

Die Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV)

In der Vierten Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS IV) wurden im Jahr 2005 4631 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 Tendaussage 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 (u.a. DMFT (Decayed-Missing-Filled Teeth), Plaque, Parodontitis) werden zudem sowohl individuelle Parameter (z.B. 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 z.T. 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.

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 dmf-t-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.

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 Verzehrsbedingungen 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.

Bekanntes Säulen der Prophylaxe für Karies und Zahnfleischentzündungen sind Ernährungseingriffe, 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, z.B. 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 z. T. 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 Applika-

tion 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 insbe-

sondere Zucker. Beispielsweise wurden nach Zeiten von Nahrungsknappheit wie im zweiten Weltkrieg mit einer entsprechenden Zeitverzögerung niedrigere Kariesprävalenzen bei Siebenjährigen 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.

Das Eurodiet Projekt – Ernährung für einen gesunden Lebensstil in Europa

Vor dem Hintergrund der steigenden Zahlen chronischer Erkrankungen, die mit einer unausgewogenen 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 u.a. 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 Gramm 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 populati-

onsweite, 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.

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 aufge-

bracht. 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 Zuckierzufuhr 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 z. T. als harmlos erachtet wird, und extrinsischem Zucker unterschieden, der als kariogen angesehen wird. Milchzucker 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 An-

teil 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 Weltgesundheitsorganisation 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 Sechsjährigen 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.

Obstkonsum 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 z.B. 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 u.a. 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.

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.¹ 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.

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 Prozent der Deutschen, die von Diabetes betroffen sind, leiden an dieser Form der Stoffwechselerkrankung.² Diabetes Typ 2 entsteht vor allem im fortgeschrittenen Alter³ und wird deshalb auch Altersdiabetes genannt.

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

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.

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 Prozent der Erwachsenen betroffen.⁴

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 Übergewicht⁵ 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.⁶ 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.

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^{7, 8}, um einer Diabetes-Erkrankung vorzubeugen. Der Deutsche Diabetes Risiko-Test⁹ führt Zuckerkonsum ebenfalls nicht als Risiko auf. Auch wer bereits an Diabetes mellitus erkrankt ist, darf grundsätzlich Zucker essen.¹⁰ Die Fachgesellschaften^{11, 12} empfehlen Diabetikern eine moderate Aufnahme von zugesetztem Zucker, die bei maximal 10 Prozent 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.

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; S. 35.

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 DiffE- 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 be-

fragt 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 7080 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 effek-

tive 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 (u. a. 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 ≥ 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 betrugen 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 ≥ 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 5-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 ca. 35-65 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 21846 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 7797 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 5-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/m²; BMI 25 bis 29,9 kg/m²) stärker als bei adipösen Probanden (BMI ≥ 30 kg/m²), 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-Bezie-

hung. 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., Forouhi 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 Literaturliteraturanalyse 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 (z.B. 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/m² 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 Nah-

rungsmitteln für die Regulierung des Blutglukosespiegels bei Diabetikern wird kontrovers diskutiert. Institutionen und Verbände wie die Weltgesundheitsorganisation (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 beziehen (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 zu meist 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.



Wissensforum Zucker

www.schmecktrichtig.de/wissensforum

