



Dokumentation

Gesundheitliche Auswirkungen von Süßungsmitteln
Studien und weitere Veröffentlichungen

Gesundheitliche Auswirkungen von Süßungsmitteln

Studien und weitere Veröffentlichungen

Aktenzeichen: WD 9 - 3000 - 006/23
Abschluss der Arbeit: 28.02.2023
Fachbereich: WD 9: Gesundheit, Familie, Senioren, Frauen und Jugend

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkung	4
2.	In der Europäischen Union zugelassene Süßungsmittel	5
3.	Zur pathophysiologischen Wirkung von Süßungsmitteln	7
3.1.	Aktuelle Veröffentlichung der WHO	8
3.2.	Stellungnahmen des BfR	10
3.3.	Studien zu Auswirkungen auf das Darmmikrobiom	11
3.4.	Studien zum Risiko von Krebserkrankungen	13
3.5.	Studien zum Risiko chronischer Erkrankungen und zu Auswirkungen auf den BMI	15
3.6.	Studien zum Risiko einer Insulinresistenz	17
3.7.	Studien zum Gesamtmortalitätsrisiko	18
4.	Zu umweltrelevanten Auswirkungen	19

1. Vorbemerkung

Im Rahmen der weltweiten Bemühungen, Übergewichtigkeit und ernährungsbedingte nichtübertragbare Krankheiten einzudämmen, spricht sich die Weltgesundheitsorganisation (WHO) für eine Reduzierung der Aufnahme von Zucker aus.¹ Mit dem Ziel, den Anteil der Übergewichtigen und Adipösen in der Bevölkerung, insbesondere bei Kindern und Jugendlichen, zu verringern, hat die Bundesregierung im Dezember 2018 die Nationale Reduktions- und Innovationsstrategie für Zucker, Fette und Salz in Fertigprodukten (NRI) beschlossen.² Ein zentrales Handlungsfeld besteht in der Reduzierung des Zuckerkonsums, der Absenkung der Gesamtkalorienzunahme sowie der Verbesserung der Nährstoffzusammensetzung.³

Vor diesem Hintergrund werden immer häufiger zucker- und kalorienfreie bzw. kalorienarme Süßungsmittel als Alternative zum klassischen (Haushalts-)Zucker, Sirup, Honig und Malz in Lebensmitteln und Getränken verwendet. Laut einer nationalen Querschnittsstudie in den Vereinigten Staaten hätten im Zeitraum von 2009 bis 2012 41 Prozent der Erwachsenen sowie 25 Prozent der Kinder täglich Süßstoffe konsumiert. Im Vergleich zu den Jahren 1999 und 2000 sei der Süßstoffkonsum damit um das 1,5-Fache für Erwachsene und um das Dreifache für Kinder angestiegen.⁴ Unter den Lebensmittelzusatzstoffen sind Süßstoffe diejenigen, die weltweit am häufigsten zum Einsatz kommen.⁵

Die gesundheitliche Unbedenklichkeit der Süßstoffe wird trotz der offiziellen Zulassung durch die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) kontrovers diskutiert. Obwohl einige

-
- 1 Guideline: Sugars intake for adults and children, Weltgesundheitsorganisation (WHO, Hrsg.), 2015, abrufbar unter <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549028>. Die WHO empfiehlt zur Senkung des Zuckerkonsums insbesondere die Einführung einer Steuer auf zuckerhaltige Getränke, vgl. Fiscal Policies for Diet and Prevention of Noncommunicable Diseases, WHO (Hrsg.), 2016, abrufbar unter <https://www.who.int/fiscal-policies-for-diet-and-the-prevention-of-noncommunicable-diseases>. Diese und alle weiteren Links wurden zuletzt abgerufen am 27. Februar 2023.
 - 2 Nationale Reduktions- und Innovationsstrategie für Zucker, Fette und Salz in Fertigprodukten, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL, Hrsg.), Dezember 2018, https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/NationaleReduktionsInnovationsstrategie-Layout.pdf?__blob=publicationFile&v=4. Ein erstes Produktmonitoring im Jahr 2019 zeigte, dass das Ausmaß der Zuckerreduktionen in den einzelnen Produktgruppen variiere und die absolute Reduktion teilweise eher gering sei. Siehe hierzu Nationale Reduktions- und Innovationsstrategie für Zucker, Fette und Salz in Fertigprodukten, Zwischenbericht, BMEL (Hrsg.), Dezember 2020, abrufbar unter https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/zwischenbericht-reduktionsstrategie-zucker-salz-fette-nri.pdf?__blob=publicationFile&v=6.
 - 3 Verschiedene Studien konnten einen Zusammenhang zwischen einem hohen Zuckerkonsum und dem Risiko verschiedener Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Fettleibigkeit und Typ-2-Diabetes belegen. Siehe hierzu Sharififar, Fariba u. a., A Review of Natural Peptide Sweeteners, in: International Journal of Peptide Research and Therapeutics, Oktober 2022, 28 (158), abrufbar unter <https://link.springer.com/article/10.1007/s10989-022-10464-4>.
 - 4 Klümpen, Linda/Simon, Marie-Christine, Süßstoffe - Modulatoren des Darmmikrobioms?, in: Info Diabetologie 16, Oktober 2022, S. 44-48, abrufbar unter <https://link.springer.com/article/10.1007/s15034-022-4405-1#citeas>.
 - 5 Zum Umsatz, Import und Export von Süßungsmitteln siehe Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages, Marktsituation von Süßungsmitteln. Zugelassene und noch nicht zugelassene Süßungsmittel, Dokumentation vom 28. Februar 2023, WD 5 – 3000 – 005/23.

Studien belegen, dass Süßstoffe sichere und geeignete Ersatzstoffe für Zucker seien, zeigen andere Untersuchungen auf, dass auch künstliche Süßungsmittel ein Risiko für krankhafte Veränderungen wie oxidativen Stress, Erkrankungen des Nervensystems oder Veränderungen des gastrointestinalen Mikrobioms bergen könnten.⁶ Dies zeigt auch eine neue Studie, über die aktuell in der Berliner Tagespresse berichtet wird, danach könne das Süßungsmittel Erythrit das Thromboserisiko und damit das Risiko für Schlaganfall und Herzinfarkt deutlich steigern.⁷

Diese Arbeit befasst sich auftragsgemäß mit den Auswirkungen von künstlichen kalorienfreien bzw. kalorienarmen Süßungsmitteln auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt. Zunächst wird ein Überblick über die derzeit in der Europäischen Union zugelassenen Süßungsmittel gegeben. Anschließend werden Studien und weitere Veröffentlichungen angeführt, die sich mit dem Risiko krankhafter Veränderungen bzw. Funktionsstörungen durch die Aufnahme von Süßungsmitteln befassen. Zuletzt werden Studien in den Blick genommen, die eine Interaktion von nicht verstoffwechselten Süßungsmitteln sowie Stoffwechselendprodukten mit der Umwelt nach deren Ausscheidung durch den Menschen untersuchen.

2. In der Europäischen Union zugelassene Süßungsmittel

Das in der Europäischen Union (EU) geltende Zusatzstoffrecht für Lebensmittel definiert Süßungsmittel als Stoffe, die zum Süßen von Lebensmitteln und in Tafelsüßen verwendet werden.⁸ Aufgrund der Einordnung als Lebensmittelzusatzstoffe⁹ müssen Süßungsmittel vor ihrer Verwendung nach Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 ein Zulassungsverfahren für die Verwendung in bestimmten Lebensmitteln beziehungsweise Lebensmittelgruppen durchlaufen.¹⁰ Zudem unterliegen Süßungsmittel Kennzeichnungsverpflichtungen und müssen auf Produktverpackungen entsprechend angegeben werden.

Eine Voraussetzung für die Zulassung ist die gesundheitliche Unbedenklichkeit der Süßungsmittel. Für jedes Süßungsmittel wird eine akzeptable tägliche Aufnahmemenge (Acceptable Daily Intake, ADI) festgelegt, die der Mensch ein Leben lang täglich aufnehmen kann, ohne dass dadurch gesundheitliche Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Die gesundheitliche Bewertung

6 Vgl. Sharififar, Fariba u. a., A Review of Natural Peptide Sweeteners, in: International Journal of Peptide Research and Therapeutics, Oktober 2022, 28 (158), abrufbar unter <https://link.springer.com/article/10.1007/s10989-022-10464-4> sowie Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages, Studien zu gesundheitlichen Auswirkungen einer Zuckersteuer, Dokumentation vom 28. Mai 2018, WD 9 – 3000 – 028/18.

7 Willems, Walter, Erythrit unter Verdacht: Erhöht ein gängiger Zuckerersatz die Thrombosen-Gefahr?, in: Tagespiegel, 27. Februar 2023, abrufbar unter <https://www.tagesspiegel.de/wissen/erythrit-unter-verdacht>.

8 Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Lebensmittelzusatzstoffe, ABl. L 354 vom 31. Dezember 2008, S. 16.

9 Zusatzstoffe sind Stoffe, die nicht Lebensmittelrohstoffe oder deren Inhaltsstoffe sind und die bei der Herstellung von Lebensmitteln zum Einsatz gelangen. Siehe Lebensmittelverband Deutschland e. V., Zusatzstoffe, abrufbar unter <https://www.lebensmittelverband.de/de/lebensmittel/inhaltsstoffe/zusatzstoffe/5>.

10 Bundeszentrum für Ernährung (BZfE), Lebensmittelkunde, Süßungsmittel, abrufbar unter <https://www.bzfe.de/lebensmittel/lebensmittelkunde/suessungsmittel/>.

von Lebensmittelzusatzstoffen und damit die ADI-Werte basieren auf den Ergebnissen von Tierexperimenten und erfolgten bis zum Frühjahr 2003 durch den Wissenschaftlichen Lebensmittelausschuss der EU-Kommission (Scientific Committee on Food (SCF) und das Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)).¹¹ Im Jahr 2003 hat die EFSA diese Aufgabe übernommen. Derzeit werden die Süßungsmittel im Rahmen des Programms zur Neubewertung der zugelassenen Lebensmittelzusatzstoffe von der EFSA neu bewertet und dabei auch die zum Teil bereits vor mehr als 20 Jahren definierten ADI überprüft.¹²

Unter dem Begriff Süßungsmittel werden Süßstoffe und Zuckeraustauschstoffe (Zuckeralkohole bzw. Polyole) zusammengefasst.¹³ Die Gruppe der Süßstoffe umfasst nach Aussage des Bundesinstituts für Risikoforschung (BfR) verschiedene chemische Substanzen, die keinen oder nur einen unbedeutenden Brennwert haben und wesentlich süßer schmecken als Zucker.¹⁴ Zuckeraustauschstoffe definiert das BfR als zuckerähnliche Substanzen mit meist geringerer Süßkraft und weniger Brennwert (angegeben in Kalorien oder Joule) als Zucker, die kaum bzw. keine Karies verursachen.¹⁵ Nach der Verordnung (EU) 2021/1156¹⁶ sind in der Europäischen Union derzeit 20 Süßungsmittel zugelassen, davon zwölf Süßstoffe und acht Zuckeraustauschstoffe.¹⁷

-
- 11 Bundesinstitut für Risikoforschung (BfR), Bewertung von Süßstoffen und Zuckeraustauschstoffen, Hintergrundinformation Nr. 025/2014 des BfR vom 1. Juli 2014, abrufbar unter https://www.bfr.bund.de/cm/343/bewertung_von_suessstoffen.pdf.
 - 12 BfR-Stellungnahmen zu Süßungsmitteln, Mitteilung Nr. 007/2023 vom 7. Februar 2023, abrufbar unter <https://www.bfr.bund.de/cm/343/bfr-stellungnahmen-zu-suessungsmitteln.pdf>.
 - 13 In Deutschland gilt diese Einordnung seit dem 13. Dezember 2014; siehe Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Bewertung von Süßstoffen und Zuckeraustauschstoffen, Hintergrundinformation Nr. 025/2014 des BfR vom 1. Juli 2014, abrufbar unter https://www.bfr.bund.de/cm/343/bewertung_von_suessstoffen.pdf.
 - 14 BfR-Stellungnahmen zu Süßungsmitteln, Mitteilung Nr. 007/2023 vom 7. Februar 2023, abrufbar unter <https://www.bfr.bund.de/cm/343/bfr-stellungnahmen-zu-suessungsmitteln.pdf>. Einen Überblick über die Eigenschaften und Besonderheiten von Zuckeraustauschstoffen und Süßstoffen bietet der Beitrag Zuckerersatz: Wie gut sind Xylit, Stevia, Erythrit?, NDR, 9. Januar 2023, abrufbar unter <https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Zuckerersatz-Wie-gesund-sind-Xylit-Stevia-Erythrit.zucker386.html>.
 - 15 BfR-Stellungnahmen zu Süßungsmitteln, Mitteilung Nr. 007/2023 vom 7. Februar 2023, abrufbar unter <https://www.bfr.bund.de/cm/343/bfr-stellungnahmen-zu-suessungsmitteln.pdf>.
 - 16 Verordnung (EU) 2021/1156 der Kommission vom 13. Juli 2021 zur Änderung des Anhangs II der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates und des Anhangs der Verordnung (EU) Nr. 231/2012 der Kommission hinsichtlich Steviolglycosiden (E 960) und Rebaudiosid M, das durch Enzymmodifikation von Steviolglycosiden aus Stevia hergestellt wird, ABl. L 249/87 vom 14. Juli 2021.
 - 17 BfR, Führen Mischungen mehrerer Süßungsmittel zu gesundheitlichen Risiken für den Menschen?, Stellungnahme Nr. 005/2023 des BfR vom 7. Februar 2023, abrufbar unter <https://www.bfr.bund.de/cm/343/fuehren-mischungen-mehrerer-suessungsmittel-zu-gesundheitlichen-risiken-fuer-den-menschen.pdf> sowie Lebensmittelklarheit, Süße Zusatzstoffe: Zuckeraustauschstoffe und Süßstoffe, Informationsportal vom Bundesverband der Verbraucherzentralen und Verbraucherverbände - Verbraucherzentrale Bundesverband e. V. (vzbv), Stand: 24. Februar 2022, abrufbar unter <https://www.lebensmittelklarheit.de/informationen/suesse-zusatzstoffe-zuckeraustauschstoffe-und-suessstoffe>.

Die aktuell zugelassenen Süßstoffe sind Acesulfam-K (E 950), Aspartam (E 951), Cyclamat (E 952), Saccharin (E 954), Sucralose (E955), Thaumatin (E957), Neohesperidin DC (E 959), Steviolglycoside aus Stevia (E960a), Enzymatisch hergestellte Steviolglycoside (E960c), Neotam (E961), Aspartam-Acesulfam-Salz (E 962) und Advantam (E 969).

Daneben sind die Zuckeraustauschstoffe Sorbit (E 420), Mannit (E 421), Isomalt (E 953), Maltit (E 965), Lactit (E 966), Xylit (E967), Erythrit (E 968) und Polyglycitolsirup (E 964) europaweit zugelassen.¹⁸

3. Zur pathophysiologischen Wirkung von Süßungsmitteln

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) und das BfR sehen nach aktueller Studienlage keine Gesundheitsbeeinträchtigung – und insbesondere keine Hinweise auf ein erhöhtes Krebsrisiko – durch die Verwendung von synthetischen oder natürlichen Süßstoffen sowie Zuckeraustauschstoffen und haben deshalb diese bei Einhaltung der Höchstmengen für gesundheitlich unbedenklich erklärt.¹⁹ Das BfR weist ausdrücklich darauf hin, dass die Studienlage aber unzureichend sei und keine abschließende gesundheitliche Risikobewertung vorgenommen werden könne. Hier bestehe weiterer Forschungsbedarf.

Es existiert eine Vielzahl von Studien zum Themenkomplex der Süßungsmittel. Allerdings befassen sich diese zum Großteil allein mit ausgewählten Süßstoffen z. B. in Getränken, ohne mögliche potenzierende Wirkungen bzw. Wechselwirkungen zu betrachten, die durch eine zusätzliche Aufnahme von Süßungsmitteln, insbesondere Zuckeralkoholen und Süßstoffen, durch die Nahrung oder Kosmetika auftreten könnten.

In Bezug auf eine mögliche Gesundheitsgefährdung beschäftigen sich Studien insbesondere mit der Biotransformation von Süßungsmitteln im Körper und möglichen Auswirkungen auf das Darmmikrobiom²⁰. Noch ungeklärt sei der genaue Mechanismus, auf welche Weise die Süßstoffe möglicherweise einen negativen Einfluss auf den Stoffwechsel ausüben könnten. Ein möglicher Erklärungsansatz könne eine ungünstige Modulation des Darmmikrobioms durch den Konsum

18 Einen guten Überblick über die Eigenschaften der einzelnen Süßungsmittel bietet der Beitrag Zuckerersatz: Wie gut sind Xylit, Stevia, Erythrit?, Norddeutscher Rundfunk, 16. Februar 2023, abrufbar unter <https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Zuckerersatz>.

19 BfR, Süßungsmittel: Mehrheit der Studien bestätigt keine Gesundheitsbeeinträchtigung - allerdings ist die Studienlage unzureichend, Stellungnahme Nr. 004/2023 des BfR vom 7. Februar 2023 (Bewertungsstand 23. September 2019), abrufbar unter <https://www.bfr.bund.de/cm/343/suessungsmittel-mehrheit-der-studien-bestaetigt-keine-gesundheitsbeeintraechtigung-allerdings-ist-die-studienlage-unzureichend.pdf> sowie Mach, Robert L., Alternative Süßungsmittel, in: Aktuelle Ernährungsmedizin 2018, 43. Supplement 1, S. 50-54.

20 Als Darmmikrobiom wird die Gesamtheit aller genetischen Informationen der Mikroorganismen des Darms (Bakterien, Archaeen, Pilze, Viren und Bakteriophagen) bezeichnet. Vgl. Klümpen, Linda/Simon, Marie-Christine, Süßstoffe - Modulatoren des Darmmikrobioms?, in: Info Diabetologie 16, Oktober 2022, S. 44-48, abrufbar unter <https://link.springer.com/article/10.1007/s15034-022-4405-1>.

von Süßstoffen sein, die dann zu Folgeerscheinungen wie einer Gewichtszunahme, einem höheren Nüchternblutzucker- und Glykohämoglobinwert sowie zu einer gestörten Glukosetoleranz führen könne.²¹

Gegenstand intensiver und zum Teil kontrovers geführter Diskussionen sind daneben mögliche Auswirkungen auf den Body-Mass-Index (BMI). Es besteht ein allgemeiner Konsens, dass der übermäßige Konsum zuckergesüßter Getränke zur Prävalenz von Fettleibigkeit und damit zusammenhängenden Erkrankungen wie beispielsweise Typ-2-Diabetes beiträgt. Zu der Frage, ob ein ähnlicher Zusammenhang auch dann besteht, wenn Getränke bzw. Lebensmittel mit kalorienfreien bzw. kalorienarmen Süßungsmitteln konsumiert werden, bestehen aktuell unterschiedliche Aussagen.

Für einen Überblick über die derzeitige Studienlage werden nachfolgend zumeist Übersichtsarbeiten (systematic reviews) und Meta-Studien vorgestellt. Anzumerken ist, dass die Forscher jeweils auf eine derzeit noch unzureichende Studienlage verweisen, aufgrund derer keine abschließenden Aussagen zu gesundheitlichen Auswirkungen getroffen werden könnten.

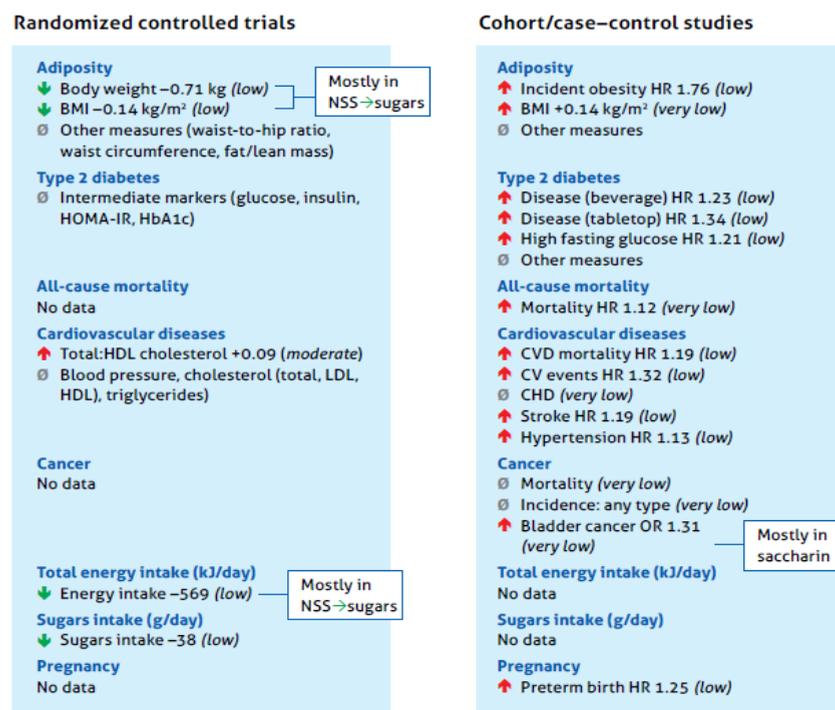
3.1. Aktuelle Veröffentlichung der WHO

Rios-Leyvraz, Magali/Montez, Jason, **Health effects of the use of non-sugar sweeteners, A systematic review and meta-analysis**, WHO (Hrsg.), 2022, abrufbar unter <https://apps.who.int/iris/handle/10665/353064>.

Nach Einschätzung der WHO sind die potenziellen langfristigen gesundheitlichen Auswirkungen des Verzehrs von Süßstoffen in Mengen unterhalb der Tagesdosis (ADI) nicht ausreichend beschrieben, obwohl handelsübliche zuckerfreie Süßstoffe vor ihrer Markteinführung auf ihre Toxizität getestet werden. Um die gesundheitlichen Auswirkungen der Aufnahme von zuckerfreien Süßstoffen bei Erwachsenen, insbesondere auch schwangeren Frauen und Kindern zu bewerten, wurden in dieser Metaanalyse insgesamt 283 Studien überprüft. Dabei konzentrierten sich die Metaanalysen auf randomisierte kontrollierte Studien, prospektive Kohorten-Studien und Fall-Kontroll-Studien.

Die nachstehende Grafik aus dem Bericht der WHO zeigt die wichtigsten Ergebnisse der untersuchten Studien bei Erwachsenen (einschließlich Schwangeren) in Bezug auf die möglichen Erkrankungen Adipositas, Typ-2-Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs sowie auf die Gesamtmortalitätsrate in englischer Sprache.

21 Suez, Jotham u. a., Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota, in: Nature 514, 2014, S. 181-186, abrufbar unter <https://doi.org/10.1038/nature13793>.



BMI: body mass index; CHD: coronary heart disease; CV: cardiovascular; CVD: cardiovascular disease; HDL: high-density lipoprotein; HOMA-IR: Homeostatic Model Assessment of Insulin Resistance; HR: hazard ratio; LDL: low-density lipoprotein; OR: odds ratio; tabletop = NSS added to foods or beverages by the consumer.

Note: Text in parentheses refers to certainty in the evidence as assessed by GRADE. "Mostly in" refers to results of subgroup analysis; "NSS → sugars" refers to studies in which NSS were compared with sugars. ↑ = increased effect, ↓ = decreased effect, ⊖ = no effect.

Quelle: Rios-Leyvraz, Magali/Montez, Jason, Health effects of the use of non-sugar sweeteners, A systematic review and meta-analysis, WHO (Hrsg.) 2022, S. 1.

Wie die Grafik zeigt und die WHO zusammenfassend herausstellt, führe die **Aufnahme von Süßstoffen bei Erwachsenen nach Studienlage geringfügig zu einer Reduzierung des Körpergewichts und des BMI**, hingegen hätten sich **keine signifikanten Auswirkungen auf andere Messgrößen der Adipositas oder kardiometabolischen Gesundheit (inkl. Nüchtern glukose, Insulin, Blutfette und Blutdruck)** gezeigt. Wenn Süßstoffe speziell als Ersatz für Zucker verwendet werden, seien die Auswirkungen auf das Körpergewicht und den BMI geringer und statistisch nicht signifikant.

Ergebnisse aus prospektiven **Kohorten-Studien deuteten darauf hin, dass ein höherer Süßstoffkonsum mit einer Erhöhung des Körpergewichts und einem erhöhten Risiko für Typ-2-Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und einer erhöhten Gesamtmortalität verbunden sei**. Ergebnisse von Fall-Kontroll-Studien hätten zudem einen Zusammenhang zwischen einem Saccharin-Konsum und Blasenkrebs gezeigt. Signifikante Zusammenhänge für andere Krebsarten hätten jedoch weder in Fall-Kontroll-Studien noch in Metaanalyse von prospektiven Kohorten-Studien festgestellt werden können.

Daneben wird in dem Bericht ausgeführt, dass zu gesundheitlichen Auswirkungen einer Aufnahme von Süßstoffen bei Kindern relativ wenige Studien zur Verfügung gestanden hätten. Zudem seien die Studienergebnisse weitgehend nicht schlüssig. Das Ergebnis einer Studie, in der bei einem Ersatz von Zucker durch Süßstoffe in Getränken eine geringfügige Verringerung einer bestehenden Adipositas habe festgestellt werden können, hätte jedoch bei einem Vergleich mit einer anderen Studie nicht bestätigt werden können. Daneben schlussfolgerten die Wissenschaftler aus den Ergebnissen für schwangere Frauen, dass eine höhere Aufnahme von Süßstoffen mit einem erhöhten Risiko für eine Frühgeburt und möglicherweise mit einer Adipositas bei den

Nachkommen verbunden sein könnte. Für alle diese Aussagen wird im Bericht betont, dass jeweils lediglich eine **sehr geringe Beweissicherheit** gegeben sei.

3.2. Stellungnahmen des BfR

BfR, Süßungsmittel: Mehrheit der Studien bestätigt keine Gesundheitsbeeinträchtigung - allerdings ist die Studienlage unzureichend, Stellungnahme Nr. 004/2023 des BfR vom 7. Februar 2023 (Bewertungsstand 23. September 2019), abrufbar unter <https://www.bfr.bund.de/cm/343/suessungsmittel-mehrheit-der-studien-bestaetigt-keine-gesundheitsbeeintraechtigung-allerdings-ist-die-studienlage-unzureichend.pdf>.

Bewertet wurde, ob die fünf am häufigsten eingesetzten Süßstoffe – **Sucralose, Acesulfam-K, Saccharin, Aspartam und Cyclamat** – ein Gesundheitsrisiko für die Bevölkerung bergen. Nach Einschätzung des BfR zeigen Studien zum Einfluss dieser Stoffe auf das Körpergewicht, dass deren Aufnahme anstelle von Zucker im Rahmen eines Gewichtsreduktionsprogramms zu einer Gewichtsabnahme führen. Die vorliegenden Daten ließen aber **keine Aussage** darüber zu, **ob sich die Aufnahme von Süßstoffen auf das Körpergewicht auswirkt, wenn kein begleitendes Programm zur Gewichtsreduktion eingehalten wird.**

Zudem könne nach Auswertung der vorliegenden Studien **keine eindeutige Aussage** darüber getroffen werden, **ob der Verzehr von süßungsmittelhaltigen Getränken das Risiko für bestimmte neurodegenerative Krankheiten erhöht oder die Darmflora in klinisch bedeutsamem Maße beeinflusst.** Die Mehrheit der Studien hätte keinen negativen Effekt der betrachteten Süßstoffe auf den Stoffwechsel (Blutzucker, Insulinsekretion, Insulinsensitivität) gezeigt. Nach derzeitigem Wissensstand sei darüber hinaus nicht klar, ob Risikogruppen wie Kinder, Schwangere oder Personen mit bestimmten Vorerkrankungen stärker von möglichen negativen Effekten der Süßungsmittel betroffen wären. Letztlich kommt das BfR zu dem Schluss, dass die aktuelle Datenlage zur gesundheitlichen Wirkung von Süßstoffen nicht ausreiche, um eine abschließende gesundheitliche Risikobewertung vorzunehmen. Insbesondere bestehe **weiterer Forschungsbedarf zu gesundheitlichen Wirkungen von Süßstoffkombinationen.** So bezögen sich die vorliegenden epidemiologischen Studien ausschließlich auf die Süßstoffexposition aus Light-Getränken, obwohl die tatsächliche Exposition durch die zusätzliche Aufnahme von Süßstoffen über Fertigprodukte und Kosmetika (z. B. Zahnpasta) wesentlich höher und vielfältiger sein könnte.

Im Hinblick auf einzelne Süßstoffe seien Besonderheiten in der gesundheitlichen Bewertung zu berücksichtigen. So weise beispielsweise die aktuelle Datenlage darauf hin, dass beim Erhitzen von Sucralose möglicherweise gesundheitsschädliche und krebserzeugende Verbindungen entstehen können. Dieser Aspekt müsse bei der Neubewertung von Sucralose als Lebensmittelzusatzstoff besonders berücksichtigt werden.

BfR, Führen Mischungen mehrerer Süßungsmittel zu gesundheitlichen Risiken für den Menschen?, Stellungnahme Nr. 005/2023 des BfR vom 7. Februar 2023, abrufbar unter <https://www.bfr.bund.de/cm/343/fuehren-mischungen-mehrerer-suessungsmittel-zu-gesundheitlichen-risiken-fuer-den-menschen.pdf>.

Das BfR ist der Frage nachgegangen, ob es Hinweise auf gesundheitliche Risiken durch die Kombination von Süßungsmitteln gibt, wie sie beispielsweise in nichtalkoholischen Erfrischungsgetränken zu finden sind. Anhand der vorhandenen Daten aus dem Zeitraum 2016 bis 2020 wurde

untersucht, ob unerwünschte Wirkungen im Tiermodell bei mehr als einem der betrachteten Süßungsmittel im gleichen Organ auftraten.

Das BfR kommt zu dem Ergebnis, dass Kombinationswirkungen von Süßungsmitteln (im Tiermodell) in ein und demselben Organ grundsätzlich auftreten können. Sofern es sich hierbei um toxiologisch relevante Effekte handelt und die Dosis der Süßungsmittel ihrem jeweiligen ADI-Wert entspricht, könnte ihre **kombinierte Aufnahme** dazu führen, dass **gesundheitlich unerwünschte Wirkungen in den Nieren und ableitenden Harnwegen auftreten können**. Ob diese sich im Vergleich zum Einzelstoff in ihrer Wirkung gegenseitig verstärken, abschwächen oder einander nicht beeinflussen, könne aber derzeit noch nicht geklärt werden. Hierfür wäre eine weitergehende Studie hilfreich. Aufgrund der limitierten Datenlage könnten auch **Kombinationswirkungen von Süßungsmitteln derzeit nicht beurteilt werden**.

BfR, **Bewertung von Süßstoffen und Zuckeraustauschstoffen, Hintergrundinformation Nr. 025/2014 des BfR vom 1. Juli 2014**, abrufbar unter https://www.bfr.bund.de/cm/343/bewertung_von_suessstoffen.pdf.

Hier zeigte das BfR auf, dass die im Stoffwechsel aus Aspartam entstehenden Stoffe Asparaginsäure, Phenylalanin und Methanol mit unerwünschten Wirkungen wie Kopfschmerzen, Allergien, neuroendokrinen Veränderungen, Epilepsie oder Hirntumoren in einen mutmaßlichen Zusammenhang gebracht worden seien. Nach mehrfacher eingehender Überprüfung durch den SCF, die EFSA und andere Expertengremien hätten diese vermuteten Zusammenhänge aber nicht bestätigt werden können.

Zur Information von Patienten, die unter der erblichen Stoffwechselerkrankung Phenylketonurie leiden und auf eine Phenylalanin-arme Diät angewiesen sind, seien Lebensmittel, die Aspartam enthalten, mit dem Hinweis "enthält eine Phenylalaninquelle" zu kennzeichnen.

3.3. Studien zu Auswirkungen auf das Darmmikrobiom

Klumpen, Linda/Simon, Marie-Christine, **Süßstoffe - Modulatoren des Darmmikrobioms?**, in: Info Diabetologie 16, Oktober 2022, S. 44 bis 48, abrufbar unter <https://link.springer.com/article/10.1007/s15034-022-4405-1>.

In diesem Beitrag werden verschiedene randomisierte kontrollierte Studien im Hinblick auf ihren Aussagegehalt zum Einfluss von Süßstoffen auf den humanen Stoffwechsel untersucht. Letztlich seien die Ergebnisse der einzelnen Studien nach Einschätzung der Autorinnen sehr unterschiedlich ausgefallen. Während einige Studien einen positiven Effekt des Süßstoffs Saccharose auf das Gewichtsmanagement hätten belegen können, habe eine Metaanalyse mit sechs Kohorten-Studien ergeben, dass gerade der Verzehr von mit Süßstoffen versetzten Getränken ein erhöhtes Risiko für Übergewicht und Typ-2-Diabetes berge. Die Autorinnen führen an, dass epidemiologische Studien offenbar eher eine negative Assoziation zwischen dem Verzehr von Süßstoffen und dem

Stoffwechsel aufzeigten, während Interventionsstudien²² diese Beobachtung nicht bestätigen könnten und tendenziell auf einen positiven Zusammenhang hindeuteten. Noch ungeklärt sei der genaue Mechanismus, auf welche Weise die Süßstoffe möglicherweise einen negativen Einfluss auf den Stoffwechsel ausüben könnten.

Letztlich kommen die Forscherinnen zu dem Ergebnis, dass **bei einer Aufnahme von täglich akzeptablen Mengen (ADI) die untersuchten Süßstoffe Sucralose, Saccharin und Aspartam nur einen geringen Einfluss auf das Darmmikrobiom** aufweisen und keine entscheidenden Veränderungen in der Zusammensetzung der Darmbakterien und damit einhergehend in der Glukosetoleranz induzierten. Der Verzehr von Süßstoffen könne daher bei gelegentlichem Einsatz ein sinnvoller Baustein in der Diabetestherapie sein. Um insbesondere den Einfluss auf das Darmmikrobiota bewerten zu können, seien weitere Forschungen zu den Effekten von Süßstoffen erforderlich.

Garcia, Karina u. a., **Impact of Dietary Sugars on Gut Microbiota and Metabolic Health**, in: *Diabetology* 3(4), Oktober 2022, S. 549-560, abrufbar unter <https://doi.org/10.3390/diabetology3040042>.

In dieser Übersichtsarbeit wurden Studien zu Auswirkungen einer Aufnahme von nahrhaften (kalorienhaltigen) und nichtnahrhaften (kalorienfreien) Süßstoffen auf die Darmmikrobiota (Mikrobiom des Darms, Darmflora) und die Stoffwechselgesundheit ausgewertet. Mehrere Studien mit Tiermodellen hätten gezeigt, dass **Zuckeralkohole** wie Xylit **Einfluss auf die Zusammensetzung und Funktion der Darmmikrobiota** haben. Insbesondere der Verzehr von Sorbitol hätte – so das Ergebnis mehrerer Studien – zu einer gestörten Darmmikrobiota geführt.

Hinsichtlich der Aufnahme von kalorienfreien Süßstoffen hätten Studien mit Tiermodellen widersprüchliche Ergebnisse erzielt. Beispielsweise hätte eine Studie, in der männlichen Mäusen eine Acesulfam-K-Lösung verabreicht wurde, zu keiner signifikanten Veränderung der Zusammensetzung der Darmmikrobiota geführt. In einer anderen Studie hätte dieses Experiment hingegen bei männlichen Mäusen einen Anstieg von Bacteroides, einhergehend mit einer deutlichen Körpergewichtszunahme, gezeigt. In der Gruppe der weiblichen Mäuse seien diese Veränderungen weniger ausgeprägt, woraus die Forschergruppe darauf schließt, dass **geschlechtsspezifische Unterschiede** berücksichtigt werden müssten.

Darüber hinaus kommen die Autoren zu dem Schluss, dass auch die kalorienfreien **Süßstoffe Aspartam- und Steviolglucoside die Zusammensetzung der Darmmikrobiota erheblich stören**. Aus Sicht der Wissenschaftler müssten diese verfügbaren vorklinischen Beweise das Bewusstsein im Hinblick auf eine diätetische Verwendung von Süßungsmitteln schärfen, da sie auch ungünstige Auswirkungen auf die Darmmikrobiota und die Stoffwechselgesundheit haben können. So sei beispielsweise eine Schädigung der Darmbarriere durch eine süßstoffinduzierte Störung der Darmmikrobiota ein Merkmal von Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Pankreasschäden.

22 Nach der Definition der Stiftung für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) handelt es sich hierbei um Studien, in denen Teilnehmer geplant verschiedenen Interventionen zugeordnet werden (Experiment). Zur Unterscheidung von Beobachtungsstudien, in denen nicht vorab bestimmt wird, wie Interventionen zugeteilt werden, sondern eine Beobachtung der Teilnehmer ohne externe Beeinflussung erfolgt. Vgl. IQWiG, Interventionsstudie, abrufbar unter <https://www.iqwig.de/sonstiges/glossar/interventionsstudie.html>.

Suez, Jotham u. a., **Personalized microbiome-driven effects of non-nutritive sweeteners on human glucose tolerance**, in: Cell, August 2022, 185(18):3307-3328.e19, als Volltext kostenpflichtig abrufbar unter [https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674\(22\)00919-9#secsectitle0020](https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(22)00919-9#secsectitle0020).

Das israelische Weizmann Institute of Science untersuchte hier den Zuckerstoffwechsel von Menschen und Mäusen.²³ Nach Auswertung der Daten von 120 Teilnehmerinnen und Teilnehmern zeige die Studie, dass kalorienfreie Süßungsmittel wie Saccharin oder Sucralose den Zuckerstoffwechsel verschlechtern und den Blutzucker stärker in die Höhe treiben als gewöhnlich. Grund dafür seien **Veränderungen im Mikrobiom²⁴ des Darms**, welche die Forscher bei den untersuchten **Süßstoffgruppen Saccharin, Sucralose, Aspartam und Stevia** festgestellt hätten. Am deutlichsten seien diese bei den Teilnehmenden gewesen, die Saccharin und Sucralose einnahmen. Welche gesundheitlichen Auswirkungen die Zuckerersatzstoffe haben, sei allerdings noch unbekannt. Dafür fehle es an Langzeitstudien.

Sun, Zhongzhi u. a., **Comprehensive Assessment of Functional Effects of Commonly Used Sugar Substitute Sweeteners on Ex Vivo Human Gut Microbiome**, in: Microbiology Spectrum 10(4): e00412-22, Juni 2022, abrufbar unter <https://doi.org/10.1128/spectrum.00412-22>.

In dieser Studie wurde geprüft, wie fünf menschliche Darmmikrobiome auf 21 gängige Zuckeraustauschstoffe und Süßstoffe reagieren. Letztlich ordneten die Wissenschaftler die Reaktionen der einzelnen Mikrobiome zwei möglichen Gruppierungen unter – die Gruppe bestehend aus kalorienfreien künstlichen Süßstoffen und zwei Zuckeralkoholen mit kürzeren Kohlenstoffgerüsten und eine zweite Gruppe mit den verbleibenden Zuckeralkoholen (mit Kohlenhydraten). Die Studie gibt Aufschluss über die **direkten Auswirkungen** der häufig verwendeten Süßungsmittel **auf die Funktionen des menschlichen Darmmikrobioms**, lässt aber keine Rückschlüsse auf einen Zusammenhang von Süßungsmitteln mit anderen nichtübertragbaren Erkrankungen zu.²⁵

3.4. Studien zum Risiko von Krebserkrankungen

Yin, Tongxin u. a., **Artificially Sweetened Beverage Consumption and Cancer Risk: A Comprehensive Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Studies**, in: Nutrients, Oktober 2022, 14(21):4445, abrufbar unter <https://doi.org/10.3390/nu14214445>.

23 Siehe hierzu auch einen Beitrag zu dieser Studie von Benz, Anton, Süßstoffe verändern, wie Menschen Zucker verarbeiten, in: Spektrum News, 19. August 2022, abrufbar unter <https://www.spektrum.de/news/suessstoffe-veraendern-wie-wir-gewoehnlichen-zucker-verarbeiten/2050113>.

24 Nach der Definition des Deutschen Zentrums für Infektionsforschung (DZIF) bezeichnet man als Mikrobiom die Gesamtheit aller Mikroorganismen (z. B. Bakterien oder Viren), die den Menschen oder andere Lebewesen besiedeln. Vgl. DZIF, Mikrobiom, abrufbar unter <https://www.dzif.de/de/glossar/mikrobiom>.

25 Siehe hierzu ebenfalls die weiteren Studien von Turner, Alexandria u. a., Intense sweeteners, taste receptors and the gut microbiome : a metabolic health perspective, in: International journal of environmental research and public health, Juni 2020, 17 (11): 4094, abrufbar unter <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32521750/> sowie Moriconi, Eleonora u. a., Neuroendocrine and metabolic effects of low-calorie and non-calorie sweeteners, in: Frontiers in endocrinology, Juli 2020, 11 (444), S. 1-17, abrufbar unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7378387/>.

In dieser Metaanalyse wurde der Einfluss von künstlich gesüßten Getränken auf die Krebsinzidenz und den Zusammenhang zwischen einer täglichen Aufnahme von süßstoffgesüßten Getränken und dem Krebsrisiko untersucht. Die Forscher bewerteten hierfür 14 populationsbasierte prospektive Studien mit insgesamt 2.821.922 Teilnehmenden (17 Kohorten) und kamen zu dem Schluss, dass es **keinen signifikanten Zusammenhang zwischen einem täglichen Konsum süßstoffhaltiger Getränke und dem Gesamtkrebsrisiko** gebe.

Allerdings scheine ein **hoher Konsum süßstoffhaltiger Getränke** nach Auffassung der Forscher **das Leukämierisiko (mit mäßiger Beweissicherheit) zu erhöhen und das Darmkrebsrisiko (mit geringer Beweissicherheit) zu senken**. Eine Analyse der Dosis und Wirkung habe ergeben, dass sich das Risiko für Leukämie um 15 Prozent erhöhe, wenn täglich eine Portion (355 ml) süßstoffhaltiger Getränke konsumiert werde. Angesichts der geringen und moderaten Beweissicherheit und der begrenzten Anzahl eingeschlossener Studien seien für abschließende Aussagen weitere prospektive Kohorten-Studien und randomisierte kontrollierte Studien erforderlich.

Yan, Schumeng u. a., **Can Artificial Sweeteners Increase the Risk of Cancer Incidence and Mortality: Evidence from Prospective Studies**, in: *Nutrients*, September 2022, 14(18):3742, abrufbar unter <https://doi.org/10.3390/nu14183742>.

Diese Metaanalyse bewertet den Einfluss künstlicher Süßstoffe auf das Krebsrisiko auf der Grundlage von insgesamt 25 Beobachtungsstudien mit insgesamt 3.739.775 Probanden. Die Analyse zeigt, dass die **Einnahme von künstlichen Süßstoffen keinen offensichtlichen Zusammenhang mit der allgemeinen Krebsinzidenz und -sterblichkeit** habe. **Allerdings** bestünde bei der Einnahme von künstlichen Süßstoffen eine **höhere Gesamtmortalität**. Die Forscher führen an, dass die Einnahme von künstlichen Süßstoffen indirekt zu einer Reduzierung des Konsums von mit Zucker gesüßten Getränken oder Lebensmitteln führen und dies wiederum die damit verbundene Krebsinzidenzrate verringern könne. Daneben sei kein Zusammenhang zwischen künstlichen Süßstoffen und Krebserkrankungen im Zusammenhang mit Fettleibigkeit ersichtlich. Obwohl künstliche Süßstoffe eingesetzt werden, um als Zuckerersatz Fettleibigkeit zu reduzieren, bestünden Beweise dafür, dass **künstliche Süßstoffe das metabolische Syndrom und die Entwicklung von Fettleibigkeit hervorrufen könnten, indem sie das Mikrobiom des Wirts verändern und das Sättigungsgefühl des Körpers verringern**. Trotz eines möglichen Potenzials zur Vorbeugung von Fettleibigkeit bestünden kaum Beweise für einen gesundheitlichen Nutzen kalorienarmer Süßstoffe.

Debras, Charlotte u. a., **Artificial sweeteners and cancer risk: Results from the NutriNet-Santé population-based cohort study**, in: *PLOS Medicine*, März 2022, 19(3): e1003950, abrufbar unter <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003950>.

Auf der Grundlage der Daten von insgesamt 102.865 Erwachsenen aus der französischen Bevölkerungskohorte NutriNet-Santé (2009-2021) wurden die Zusammenhänge zwischen der Aufnahme der künstlichen Süßstoffe Aspartam (E951), Acesulfam-K (E950) und Sucralose (E955) und dem Krebsrisiko untersucht. Die Forschergruppe gelangte zu dem Ergebnis, dass insbesondere der Konsum der künstlichen **Süßstoffe Aspartam und Acesulfam-K im Vergleich zu Nichtkonsumenten mit einem erhöhten Gesamtkrebsrisiko verbunden** sei. Dabei sei die Einnahme von **Aspartam mit einem erhöhten Risiko für Brustkrebs und Fettleibigkeit** verbunden. Nach Einschätzung der Wissenschaftler legen diese Ergebnisse nahe, dass künstliche Süßstoffe, die in

vielen Lebensmittel- und Getränkemarken weltweit verwendet werden, einen modifizierbaren Risikofaktor für die Krebsprävention darstellen können.

Lea, Isabel A. u. a., **Overall lack of genotoxic activity among five common low- and no-calorie sweeteners: A contemporary review of the collective evidence**, in: Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, August/September 2021, 868-869 (503389), abrufbar unter <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2021.503389>.

Diese Studie befasst sich vorrangig mit dem Genotoxizitätspotential der fünf verbreiteten Süßstoffe Aspartam, Sucralose, Acesulfam-K, Saccharin und Steviolglykoside auf der Grundlage von Peer-Review-Arbeiten. Die Wissenschaftler kommen zu dem Ergebnis, dass die in jüngerer Zeit veröffentlichten **Studien nicht auf eine Genotoxizität der Süßstoffe schließen lassen**. Daneben hätten die Wissenschaftler aber auch **keine Unterschiede zwischen der Verwendung und Nichtverwendung von zuckerfreien Süßungsmitteln und dem Krebsrisiko** feststellen können.

3.5. Studien zum Risiko chronischer Erkrankungen und zu Auswirkungen auf den BMI

Debras, Charlotte u. a., **Artificial sweeteners and risk of cardiovascular diseases in the prospective NutriNet-Santé cohort**, in: European Journal of Public Health, Oktober 2022, 32 (3), abrufbar unter <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckac129.013>.

Ziel dieser Studie, die nach Angabe der Forscher 103.388 Teilnehmer der webbasierten NutriNet-Santé-Kohorte (2009-2021) umfasste, war es, den Zusammenhang zwischen den künstlichen Süßungsmitteln Aspartam, Acesulfam-Kalium und Sucralose in allen Lebensmitteln und dem Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu untersuchen. Die Forschergruppe sei zu dem Ergebnis gelangt, dass ein **höherer Konsum des Süßstoffs Aspartam mit einer Zunahme zerebrovaskulärer Erkrankungen und ein höherer Konsum von Acesulfam-K mit einem höheren Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und zerebrovaskulärer Erkrankungen verbunden** seien. Für koronare Herzkrankheiten hätte kein Zusammenhang festgestellt werden können. Die Wissenschaftler schließen aus diesen Ergebnissen, dass im Vergleich zu Nicht-Konsumenten die Konsumenten von künstlichen Süßstoffen insgesamt ein erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und insbesondere für zerebrovaskuläre Erkrankungen aufweisen würden.

Toews, Ingrid u. a., **Association between intake of non-sugar sweeteners and health outcomes: systematic review and meta-analyses of randomised and non-randomised controlled trials and observational studies**, in: BMJ 2019, 364:k4718, abrufbar unter <https://www.bmj.com/content/bmj/364/bmj.k4718.full.pdf>.

Dieser systematischen Bewertung und Metaanalyse epidemiologischer Daten, die im Rahmen eines von der WHO in Auftrag gegebenen Cochrane-Reviews durchgeführt wurde, hätten insgesamt 13.941 Datensätze (Einzelstudien inkl. Beobachtungsstudien) zugrunde gelegen. Die Forscher gaben an, dass lediglich in einer **begrenzten Anzahl kleiner Studien bei Erwachsenen Hinweise auf eine geringe positive Wirkung von zuckerfreien Süßstoffen auf den BMI** bestünden. Im Vergleich zu höheren Süßstoffaufnahmen seien niedrigere Süßstoffaufnahmen mit einer geringeren Gewichtszunahme verbunden. Im Übrigen hätten keine Unterschiede zwischen dem Konsum und Nichtkonsum von zuckerfreien Süßstoffen bzw. zwischen verschiedenen Dosierungen von Süßstoffen festgestellt werden können. Insbesondere gebe es keinen Hinweis auf eine Wirkung

von Süßstoffen bei übergewichtigen oder fettleibigen Erwachsenen oder Kindern, die aktiv abnehmen wollen. Bei Kindern sei ein geringerer Anstieg des BMI bei der Einnahme von Süßstoffen im Vergleich zur Zuckeraufnahme zu verzeichnen, aber es hätten keine signifikanten Unterschiede beim Körpergewicht beobachtet werden können.

Letztlich hätte die Analyse bei den untersuchten gesundheitlichen Auswirkungen **Diabetes, kardiovaskuläre Erkrankungen, Nierenerkrankungen, Krebserkrankungen, Zahngesundheit, Körpergewicht etc. keine statistisch relevanten Unterschiede bei der Verwendung bzw. Nichtverwendung von zuckerfreien Süßstoffen** ergeben. Aus Sicht der Forscher müsse aber berücksichtigt werden, dass die meisten Studien nur wenige Teilnehmer gehabt hätten bzw. von kurzer Dauer gewesen seien und die methodische Qualität vieler Studien begrenzt gewesen sei.

Sylvetsky, Allison C./Rother, Kristina, **Non-nutritive sweeteners in weight management and chronic disease: A review**, in: Obesity (Silver Spring), April 2018, 26 (4), S. 635-640, abrufbar unter <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29570245/>.

In dieser Übersichtsarbeit wurden die Ergebnisse von Studien überprüft, in denen die Auswirkungen von kalorienfreien Süßstoffen auf den Stoffwechsel, das Gewicht und chronische Krankheiten im Zusammenhang mit Fettleibigkeit bewertet wurden. Die Forscherinnen stellten heraus, dass die meisten Querschnitts- und prospektiven Kohorten-Studien **positive Zusammenhänge zwischen dem Süßstoffkonsum und dem Körpergewicht sowie dem Gesundheitszustand, einschließlich Typ-2-Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und nichtalkoholischer Fettlebererkrankungen** zeigten.

Obwohl Ergebnisse in Zell- und Nagetiermodellen darauf hindeuten, dass Süßstoffe schädliche Auswirkungen auf die Stoffwechselgesundheit haben könnten, hätten die meisten randomisierten kontrollierten Studien am Menschen marginale Vorteile des Konsums von Süßstoffen auf das Körpergewicht gezeigt. Dabei wiesen die Forscherinnen darauf hin, dass nur wenige Daten zu anderen Stoffwechselergebnissen verfügbar und weitere langfristige Interventionsstudien am Menschen erforderlich seien, um die Auswirkungen von Süßstoffen auf das Gewicht, Adipositas und chronische Erkrankungen bewerten zu können.

Lohner, Szimonetta, **Health outcomes of non-nutritive sweeteners: analysis of the research landscape**, in: Nutrition Journal, September 2017, 16 (55), abrufbar unter <https://nutritionj.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12937-017-0278-x>.

Im Rahmen dieser Bewertung von insgesamt 372 Studien, darunter auch systematische Übersichten und Kohorten-Studien, im Hinblick auf gesundheitliche **Auswirkungen von zuckerfreien Süßstoffen** seien zahlreiche Beweislücken in Bezug auf die gesundheitlichen Auswirkungen von zuckerfreien Süßstoffen sowohl bei gesunden als auch bei ungesunden Bevölkerungsgruppen zutage getreten. Bei gesunden Probanden seien **plötzlicher oder gesteigerter Appetit, Krebs-, Diabetes- und Kariesrisiko die am meisten untersuchten gesundheitlichen Auswirkungen, die jedoch allesamt nicht schlüssig belegt seien**. Hier bestehe weiterer Forschungsbedarf. Darüber hinaus sei auch ein Zusammenhang des Konsums von zuckerfreien Süßstoffen mit zahlreichen gesundheitlichen Auswirkungen, wie z. B. Kopfschmerzen, Depressionen, Alzheimer, kardiovaskuläre Auswirkungen, das Risiko einer chronischen Nierenerkrankung oder einer Frühgeburt, noch nicht ausreichend untersucht und **weitere Forschungsaktivitäten erforderlich**.

Azad, Meghan B. u. a., **Nonnutritive sweeteners and cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and prospective cohort studies**, in: Canadian Medical Association Journal, Juli 2017, 189 (28) E929-E939, abrufbar unter <https://www.cmaj.ca/content/189/28/E929>.

Forscher der University of Manitoba/Kanada kommen in dieser Übersichtsarbeit nach Auswertung von 37 Studien zu dem Ergebnis, dass künstliche Süßstoffe auf lange Zeit zu einer Gewichtszunahme führen könnten. So gebe es Hinweise aus kleinen randomisierten kontrollierten Studien, die darauf hindeuteten, dass der Konsum von nicht nahrhaften Süßstoffen nicht durchgängig mit einer Abnahme des Körpergewichts, des BMI oder des Taillenumfangs verbunden sei. In größeren prospektiven Kohorten-Studien mit längeren Nachbeobachtungszeiträumen (Median zehn Jahre) sei die Einnahme von kalorienfreien Süßungsmitteln signifikant mit einem minimalen langfristigen Anstieg jeder dieser Maßnahmen verbunden. Der Forschergruppe zufolge deuten Kohorten-Studien ferner darauf hin, dass der **Konsum von nicht nahrhaften Süßstoffen mit einem höheren Risiko für Adipositas, Bluthochdruck, metabolisches Syndrom, Typ-2-Diabetes, Schlaganfall und Herz-Kreislauf-Erkrankungen verbunden** sei.

Letztlich kommen die Forscher zu dem Ergebnis, dass die vorliegenden Studiendaten die gewünschten Vorteile einer Verwendung von Süßungsmitteln ohne Nährwert für die Gewichtskontrolle nicht belegen könnten. Die Beobachtungsdaten hätten im Gegenteil gezeigt, dass der **routinemäßige Verzehr von nicht nahrhaften Süßstoffen mit einem langfristigen Anstieg des BMI und einem erhöhten Risiko für kardiometabolische Erkrankungen verbunden sein könne**. Diese Assoziationen seien jedoch nicht in experimentellen Studien bestätigt. Daher weisen die Wissenschaftler auf einen weiteren Forschungsbedarf im Hinblick auf Süßstoffe ohne Nährwert hin.²⁶

3.6. Studien zum Risiko einer Insulinresistenz

Dalenberg, Jelle R. u. a., **Short-Term Consumption of Sucralose with, but not without, Carbohydrate Impairs Neural and Metabolic Sensitivity to Sugar in Humans**, in: Cell Metabolism, März 2020, 31(3), S. 493-502.e7, abrufbar unter <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2020.01.014>.

Diese Studie befasst sich mit den Auswirkungen einer gleichzeitigen Einnahme von Süßstoffen und größeren Mengen von Kohlenhydraten. Die Forscher untersuchten die Reaktionen des Zuckerstoffwechsels sowie des Geschmacksempfindens und der Hirnaktivitäten mittels bildgebender Verfahren. Dabei habe die Forschergruppe 45 gesunden Probanden im Alter zwischen 20 und 45 Jahren verschiedene Getränke gegeben und festgestellt, dass sowohl die Stoffwechselreaktion als auch die Reaktion des Gehirns dann anders ausfiel, wenn die mit dem Süßstoff Sucralose versetzten Getränke gleichzeitig größere Mengen Kohlenhydrate enthielten. Die Probanden hätten u. a. eine **Veränderung in der Verstoffwechslung von Zucker** gezeigt, bei der die **Insulinempfindlichkeit reduziert** gewesen sei, was eine **Vorstufe von Typ-2-Diabetes** sein könne. Dieser

26 Für einen Überblick über diese umfassende Studie siehe Künstliche Süßungsmittel: Bisherige Studien zeigen eher Nachteile für die Gesundheit, in: Deutsches Ärzteblatt, 18. Juli 2017, abrufbar unter <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/76974/Kuenstliche-Suessungsmittel-Bisherige-Studien-zeigen-eher-Nachteile-fuer-die-Gesundheit> sowie Jonas, Anika, Gefährliche Süßstoffe: Studie zeigt erhöhtes Risiko für Herzkrankheiten und Übergewicht, Focus online, 18. Juli 2017, abrufbar unter https://www.focus.de/gesundheit/ernaehrung/news/kuenstliche-suessstoffe-studie-zeigt-erhoehtes-risiko-fuer-herzkrankheiten_id_7365020.html.

Effekt sei im Gegensatz dazu nicht zu beobachten gewesen, wenn die Probanden keine zusätzlichen Kohlenhydrate verzehrt hatten. Die Wissenschaftler schließen daraus, dass der **gemeinsame Verzehr von Sucralose mit Kohlenhydraten zu einer Fehlregulation im Zuckerstoffwechsel** führe, der normalerweise zwischen Verdauungssystem und Gehirn reguliert wird. Gemeinsam mit Kohlenhydraten entstehe nach Einschätzung der Wissenschaftler bei Aufnahme von Süßstoffen offenbar eine Art Wechselwirkung.²⁷ In weiteren Studien müsse nun untersucht werden, ob auch andere Süßstoffe sowie natürliche Alternativen wie Stevia zu ähnlichen Wechselwirkungen mit Kohlenhydraten führen.

Romo-Romo, Alonso u. a., **Sucralose decreases insulin sensitivity in healthy subjects: a randomized controlled trial**, in: The American Journal of Clinical Nutrition, September 2018, 108: 485-91, abrufbar unter <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30535090/>.

In dieser randomisierten kontrollierten Studie habe die Insulinsensitivität bei gesunden normalgewichtigen Personen, die Sucralose konsumierten, signifikant abgenommen. Aus diesem Ergebnis schlussfolgern die Forscher, dass **Sucralose Auswirkungen auf den Glukosestoffwechsel** haben könne. Ursache für die möglichen Effekte auf den Insulinstoffwechsel könne eine durch Süßstoffe hervorgerufene Veränderung des Darmmikrobioms sein.²⁸

3.7. Studien zum Gesamtmortalitätsrisiko

Naomi, N. D. u. a., **Association of sweetened beverages consumption with all-cause mortality risk among Dutch adults: the Lifelines Cohort Study (the SWEET project)**, European Journal of Nutrition, Oktober 2022, abrufbar unter <https://doi.org/10.1007/s00394-022-03023-6>.

In dieser Kohorten-Studie im Rahmen des SWEET-Projektes²⁹ wurden die Zusammenhänge zwischen zuckergesüßten Getränken, kalorienarmen/kalorienfreien Getränken und Fruchtsäften und der Gesamtmortalität bei niederländischen Erwachsenen untersucht. Die Analyse der Daten von 118.707 Erwachsenen mit einem Durchschnittsalter von 45 Jahren habe gezeigt, dass sich der Verzehr von zuckergesüßten Getränken nachteilig auf die Gesamtmortalität auswirkt.

27 Eine an der Studie beteiligte Forscherin habe aus diesen Ergebnissen etwa gefolgert, dass es vertretbar sei, ab und zu eine Diät-Cola zu trinken, diese solle man aber nicht zu etwas trinken, das viele Kohlenhydrate enthalte wie z. B. Pommes frites. Siehe Dick-Pfaff, Cornelia, Süßstoffe und Kohlenhydrate – bedenkliche Kombi, Wissenschaft aktuell, 4. März 2020, abrufbar unter https://www.wissenschaft-aktuell.de/artikel/Suessstoffe_und_Kohlenhydrate_undash_bedenkliche_Kombi1771015590789.html.

28 Vgl. hierzu mit weiteren Verweisungen Hollstein, Tim, Zuckerersatz und Insulinresistenz: Süßstoffe als Stoffwechselrisiko, in: Deutsches Ärzteblatt 115 (2018), 49, A-2294, abrufbar unter <https://www.aerzteblatt.de/archiv/203793/Zuckerersatz-und-Insulinresistenz-Suessstoffe-als-Stoffwechselrisiko>.

29 SWEET ist ein von der Europäischen Kommission finanziertes Projekt, das von einem Konsortium aus 29 pan-europäischen Forschungs-, Verbraucher- und Industriepartnern unterstützt wird. Im Zusammenhang mit der öffentlichen Gesundheit und Sicherheit, Adipositas und Nachhaltigkeit werden die Vorteile und Risiken, die mit der Umstellung auf Süßstoffe und Süßkraftverstärker einhergehen, geprüft. SWEET project, abrufbar unter <https://sweetproject.eu/>.

Ein Ersatz von zuckerhaltigen Getränken durch kalorienarme bzw. kalorienfreie Getränke könne – insbesondere bei Frauen – mit einem geringeren Sterblichkeitsrisiko verbunden sein. Eine mäßige Aufnahme von Fruchtsäften führe zu einem geringeren Gesamtmortalitätsrisiko.

Zhang, Yan-Bo u. a., **Association of Consumption of Sugar-Sweetened Beverages or Artificially Sweetened Beverages with Mortality: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies**, in: *Advances in Nutrition*, März 2021, 12 (2), S. 374-383, abrufbar unter <https://doi.org/10.1093/advances/nmaa110>.

Diese Übersichtsarbeit fasst die Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen der Aufnahme von zuckergesüßten Getränken sowie Getränken mit künstlichen Süßstoffen und der Gesamtsterblichkeit (u. a. aufgrund von Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Krebs) in allen Bevölkerungsgruppen zusammen. In die Metaanalyse wurden insgesamt 15 Studien, darunter 17 Kohorten, einbezogen. Nach Beurteilung der Studien stellten die Wissenschaftler fest, dass eine **höhere Zufuhr sowohl von Zucker als auch von Süßstoffen mit einem höheren Risiko für die Gesamtmortalität und die kardiovaskuläre Mortalität** verbunden ist. Im Vergleich zu Nichtkonsumenten hätten Personen, die täglich 1,5 oder zwei Portionen künstlich gesüßter Getränke konsumierten, ein um sieben Prozent bzw. 15 Prozent höheres Sterblichkeitsrisiko aufgrund von Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Für die Krebssterblichkeit hätten die Forscher keine signifikanten Zusammenhänge gefunden.

4. Zu umweltrelevanten Auswirkungen

Zwar werden Süßungsmittel als sicher für den menschlichen Verzehr angesehen, es werden jedoch Bedenken hinsichtlich ihrer zunehmenden Präsenz und ihrer potenziellen Toxizität, insbesondere der ökologischen Auswirkungen in Gewässern, geäußert. Nicht nur im menschlichen Körper, sondern auch in anderen Organismen könnten Süßungsmittel nicht, unvollständig oder nur sehr langsam umgesetzt werden, sodass diese Substanzen und deren Biotransformationsprodukte über Kläranlagen in die Vorfluter und letztendlich in die Umwelt gelangen.³⁰ Die Umweltauswirkungen der synthetischen Substanzen, die offenbar weder im Körper noch in den Kläranlagen abgebaut werden können, seien derzeit noch nicht absehbar.³¹ Studien zu Umweltkonzentrationen

30 Mach, Robert L., Alternative Süßungsmittel, in: *Aktuelle Ernährungsmedizin* 2018, 43. Supplement 1, S. 50-54.

31 Einem Bericht zufolge fordert „Hamburg Wasser“ daher ein „*Verbot von biologisch nicht abbaubaren Süßstoffen, wenn sie keinen gesellschaftlichen Nutzen haben.*“ siehe *Zeit Online*, Süßstoffe belasten Grundwasser: Hamburg fordert Verzicht, 27. Juli 2022, abrufbar unter <https://www.zeit.de/news/2022-07/27/suessstoffe-belasten-grundwasser-hamburg-fordert-verzicht>.

trationen belegen, dass insbesondere die Süßstoffe Acesulfam, Cyclamat, Saccharin und Sucralose in hohen Konzentrationen im Wasserkreislauf, d. h. in Abwässern, im Grundwasser, Meerwasser und Leitungswasser verbreitet sind.³²

Gemäß § 6 Absätze 1 und 3 der Trinkwasserverordnung (TrinkwV)³³ darf das Trinkwasser keine chemischen Stoffe in Konzentrationen enthalten, die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen. Konzentrationen von chemischen Stoffen, die das Trinkwasser verunreinigen oder seine Beschaffenheit nachteilig beeinflussen können, sollen so niedrig gehalten werden, wie dies nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik mit vertretbarem Aufwand unter Berücksichtigung von Einzelfällen möglich ist. Eine Analyse des Trinkwassers durch die Wasserversorger auf Süßstoffe wie Acesulfam-K sieht die TrinkwV nicht vor.

Das Niedersächsische Landesgesundheitsamt habe angegeben, dass eine tägliche Aufnahme einer sehr geringen Menge aus Trinkwasser-toxikologischer Sicht derzeit unproblematisch, das Vorkommen von derartigen Spurenstoffen im Trinkwasser aber dennoch unerwünscht sei.³⁴ Das Umweltbundesamt empfehle, die Konzentration von Acesulfam-K aus trinkwasserhygienischen und ästhetischen Überlegungen (Geschmack, Geruch, Reinheit) vorsorglich auf maximal zehn Mikrogramm pro Liter Trinkwasser zu begrenzen.³⁵ Nach Information des Süßstoff-Verbands sei der Süßstoff Acesulfam-K im Trinkwasser unbedenklich, zudem werde Acesulfam-K nach neueren Erkenntnissen von Bakterien in der Natur langsam abgebaut, sodass eine Anreicherung im Trinkwasser unwahrscheinlich sei.³⁶

Nachfolgend werden einige Studien vorgestellt, die sich mit den Umweltauswirkungen von nichtverstoffwechselten Süßstoffen befassen. Die vorhandenen Studien liefern zwar Anhaltspunkte für eine Ökotoxizität von Süßstoffen, für eine abschließende Aussage fehle es aber auch hier an weiteren Daten bzw. Forschungen.

-
- 32 Stolte, Stefan u. a., Ecotoxicity of artificial sweeteners and stevioside, in: Environment International 60, Oktober 2013, S. 123-127, abrufbar unter <https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.08.010>; Buerge, Ignaz J. u. a., Ubiquitous occurrence of the artificial sweetener acesulfame in the aquatic environment: an ideal chemical marker of domestic wastewater in groundwater, in: Environ Sci Technol, Mai 2009, 43:4381-4385, abrufbar unter <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es900126x>; Mead, Ralph N. u. a., Occurrence of the artificial sweetener sucralose in coastal and marine waters of the United States, in: Marine Chemistry, November 2009, 116:13-17, abrufbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304420309001297?via%3Dihub>.
- 33 Trinkwasserverordnung (TrinkwV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 22. September 2021 (BGBl. I S. 4343).
- 34 Höber, Alexa, Acesulfam im Trinkwasser: Erlaubt, aber auch ungefährlich?, Norddeutscher Rundfunk, 10. August 2020, abrufbar unter <https://www.ndr.de/ratgeber/verbraucher/Acesulfam-im-Trinkwasser-Erlaubt-aber-auch-ungefaehrlich,wasser712.html>.
- 35 Höber, Alexa, Acesulfam im Trinkwasser: Erlaubt, aber auch ungefährlich?, Norddeutscher Rundfunk, 10. August 2020, abrufbar unter <https://www.ndr.de/ratgeber/verbraucher/Acesulfam-im-Trinkwasser-Erlaubt-aber-auch-ungefaehrlich,wasser712.html>.
- 36 Süßstoff Verband e. V., Süßstoff im Grundwasser, abrufbar unter <https://suessstoff-verband.info/suessstoff-wissen/fragen-antworten/suessstoff-im-grundwasser/>.

Wag, Xinglei u. a., **Global distribution and potential risks of artificial sweeteners (ASs) with widespread contaminant in the environment: The latest advancements and future development**, in: TrAC Trends in Analytical Chemistry, Februar 2023, 159 (116915), Volltext kostenpflichtig abrufbar unter <https://doi.org/10.1016/j.trac.2023.116915>.

Diese Übersichtsarbeit gibt den aktuellen Wissensstand zu Analysemethoden, Verteilung und Ökotoxizität von künstlichen Süßstoffen, die nach und nach als Schadstoffe in die Umwelt gelangt sind, wieder. Die Forschergruppe zieht den Schluss, dass die Ergebnisse der **Toxizitätstests potenzielle Risiken von künstlichen Süßstoffen zeigten**. Zudem hätten Untersuchungen ergeben, dass **Sucralose resistent gegenüber einem körperlichen, chemischen und biologischen Abbau** sei. Für eine weitere Aufklärung schlagen die Wissenschaftler insbesondere die Einrichtung von Monitorings und die Entwicklung von ökologischen Risikobewertungen von Süßstoffen in der Umwelt vor.

Pang, Lina u. a., **Determination, occurrence, and treatment of saccharin in water: A review**, in: Journal of Cleaner Production, Oktober 2020, 270 (122337), abrufbar unter <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122337>.

Diese Studie befasst sich mit dem **Süßstoff Saccharin**, der in der Umwelt aufgrund seines weltweit hohen Einsatzes weit verbreitet sei und potenzielle Ökotoxizitätsrisiken für Wasserorganismen und Menschen berge. Die Arbeit gibt einen Überblick über die potenzielle Ökotoxizität von Saccharin, seinem Vorkommen im wässrigen Milieu und seine Abbauleistung in Kläranlagen.

Die Forscher stellten fest, dass die auf Adsorption basierenden physikalischen Verfahren Saccharin nur relativ schlecht abgebaut hätten. Demgegenüber hätten chemische Verfahren, insbesondere durch Hydroxyradikale vermittelte Oxidationsprozesse, hervorragende Ergebnisse bei der Eliminierung von Saccharin gezeigt. Obwohl der biologische Abbau bei der Entfernung von Saccharin effizient sein könne, hänge seine Effizienz von der Sauerstoffversorgung und dem Vorhandensein anderer gleichzeitig vorhandener Schadstoffe ab. **Durch hybride Abbauprozesse in Kombination mit anderen Behandlungen könne eine vollständige Reduktion von Saccharin erreicht werden**. Hier hätten **Abwasseraufbereitungsanlagen** eine entscheidende Rolle bei der Vermeidung des Eintrags von Saccharin in die Umwelt.

Belton, Kerry u. a., **A Review of the Environmental Fate and Effects of Acesulfame-Potassium**, in: Integrated Environmental Assessment and Management, Februar 2020, 16(4):421-437, abrufbar unter <https://doi.org/10.1002/ieam.4248>.

In dieser Arbeit wurden die Auswirkungen von **Acesulfam-Kalium (ACE-K)** auf die Umwelt untersucht, um das Risiko für Wasserorganismen bestimmen zu können. Zusammenfassend kommen die Forscher zu dem Ergebnis, dass die Acesulfam-Kalium-Konzentrationen in Abwässern und Oberflächengewässern im Allgemeinen im unteren Bereich von Teilen pro Milliarde liege, während die Konzentrationen in Klärschlamm und Grundwasser viel niedriger seien (Teile pro Billion). Damit lägen die Konzentrationen deutlich unter der toxischen Wirkung bei einer Vielzahl repräsentativer aquatischer Arten. **Nach vorläufiger Umweltverträglichkeitsprüfung** deuten die verfügbaren Daten über ACE-K darauf hin, dass es **bei den derzeitigen Einsatzmengen sicher und mit der aquatischen Umwelt vereinbar** sei.

Obwohl erwartet werde, dass die Verwendung von ACE-K gleich bleibt und in bestimmten Regionen (z. B. China) eventuell sogar zunimmt, lasse das sich abzeichnende Profil des biologischen Abbaus und der effizienten Beseitigung aus Kläranlagen (insbesondere während der warmen Monate) aus Sicht der Forscher vermuten, dass sogar mit einem messbaren Rückgang der ACE-K-Konzentration in Oberflächengewässern gerechnet werden könne. Die Forscher verweisen hier auf eine Studie, die belege, dass in den deutschen Flüssen Elbe und Mulde im Zeitraum von 2013 bis 2016 ein Rückgang der ACE-K-Konzentrationen um 70 Prozent bis 80 Prozent habe beobachtet werden können.³⁷ Allerdings seien die Daten über den Verbleib in der Umwelt und die ökologischen Auswirkungen, die für eine Risikobewertung von ACE-K in Gewässern erforderlich sind, insgesamt bisher noch nicht ausreichend.

Luo, Jingyang u. a., **Ecotoxicity and environmental fates of newly recognized contaminants-artificial sweeteners: A review**, in: Science of The Total Environment, Februar 2019, 653, S. 1149-1160, abrufbar unter <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.445>.

Auch diese Arbeit befasst sich mit der Ökotoxizität von künstlichen Süßstoffen und möglichen Eliminationswegen in der Umwelt. Nach ihrer Bewertung kommen die Forscher zu dem Schluss, dass die negativen Auswirkungen künstlicher Süßstoffe schwerwiegender seien als bisher angenommen. Die verschiedenen physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse zum Abbau künstlicher Süßstoffe würden in Abhängigkeit von dem spezifischen Süßstoff und den jeweiligen experimentellen Bedingungen stark variieren. Die Süßstoffe **Cyclamat und Saccharin** würden **leichter abgebaut**, während die Süßstoffe **Sucralose und Acesulfam im Allgemeinen persistent, also schwer abbaubar**, seien. Es sei aber eine weitergehende Klärung der zugrundeliegenden Mechanismen notwendig, um diesen Ansatz in der breiten Anwendung zu bestätigen.

Bergheim Marlies u. a., **Antibiotics and sweeteners in the aquatic environment: biodegradability, formation of phototransformation products, and in vitro toxicity**, in: Environmental Science Pollution Research 22, Juli 2015, 18017-18030, abrufbar unter <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4831-x>.

Untersuchungen auf eine In-vitro-Toxizität sowie Biopersistenz und Photopersistenz u. a. der vier künstlichen Süßstoffe **Acesulfam, Cyclamat, Saccharin und Sucralose** hätten ergeben, dass allein Cyclamat und Saccharin als leicht biologisch abbaubar eingestuft werden könnten. Vor diesem Hintergrund gehen die Wissenschaftler davon aus, dass Mikroverunreinigungen durch Süßstoffe sehr schwer biologisch abbaubar seien und sich daher in der aquatischen Umwelt anreichern könnten.

Darüber hinaus habe bei den untersuchten Verbindungen **keine Zytotoxizität oder Genotoxizität bei menschlichen Gebärmutterhals- (HeLa) und Leberzellen (Hep-G2)** und damit kein Risiko für den Menschen festgestellt werden können. Weitgehend **unbekannt** sei aber, **ob künstliche Süßstoffe langfristige (chronische) Auswirkungen auf aquatische Lebensgemeinschaften haben** könnten.

37 Kahl, Stefanie u. a., Emerging Biodegradation of the Previously Persistent Artificial Sweetener Acesulfame in Biological Wastewater Treatment, in: Environ Sci Technol, Februar 2018, 52(5):2717-2725, abrufbar unter <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29461049/>.

Stolte, Stefan u. a., **Ecotoxicity of artificial sweeteners and stevioside**, in: Environment International 60, Oktober 2013, S. 123-127, abrufbar unter <https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.08.010>.

In dieser Studie wurden Umweltauswirkungen, insbesondere die Toxizität der Süßstoffe **Acesulfam, Cyclamat, Saccharin und Sucralose** sowie die Auswirkungen des natürlichen Süßstoffs **Steviosid** untersucht. Im Ergebnis seien auch hohe Konzentrationen dieser Substanzen ohne beobachtete Wirkung geblieben. Dies deute auf ein **geringes Gefahren- und Risikopotenzial für die untersuchten Wasserorganismen (insbesondere Grünalgen, Wasserflöhe und Wasserlinse)** hin. Für eine vollständige Risikobewertung hätten jedoch verschiedene Daten gefehlt. Aus Sicht der Forscher seien obligatorische Ökotoxizitätsprüfungen und strengere Umweltvorschriften für Lebensmittelzusatzstoffe notwendig.

* * *