



Zuckereinsatz in der Kitaverpflegung und Analyse von Optionen der Zuckerreduktion

Juni 2024

Impressum

Herausgeber

Start Low Team unter Koordination der
Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.
Godesberger Allee 136
53175 Bonn
www.dge.de

Stand

Juni 2024

Zitierweise

Fromm Jo-Ann, Fricker Anna, Heidtmann Kara, Engelskirchen, Jan, Preuß, Isabelle, Klingshirn Astrid, Maier-Nöth Andrea, Tecklenburg, Meike Ernestine: Zuckereinsatz in der Kitaverpflegung und Analyse von Optionen der Zuckerreduktion. Bonn (2024)

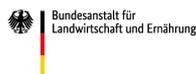
Wichtige Hinweise

Die Erkenntnis der Wissenschaft, speziell auch der Ernährungswissenschaft und der Medizin unterliegen einem laufenden Wandel durch Forschung und klinische Erfahrung. Autor*innen, Redaktion und Herausgeber haben die Inhalte des vorliegenden Werkes mit größter Sorgfalt erarbeitet und geprüft und die Ratschläge sorgfältig erwogen, dennoch kann eine Garantie nicht übernommen werden. Eine Haftung für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

Gefördert durch



Projektträger



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Start Low wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) durchgeführt. Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des BMEL aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgte über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

Autorinnen und Autoren

M.Sc. Jo-Ann Fromm,
Hochschule Albstadt-Sigmaringen, Fakultät Life Sciences (HSAS),
Anton-Günther-Straße 51, 72488 Sigmaringen

B.Sc. Anna Fricker
Hochschule Albstadt-Sigmaringen, Fakultät Life Sciences (HSAS),
Anton-Günther-Straße 51, 72488 Sigmaringen

B.Sc. Kara Heidtmann
Hochschule Albstadt-Sigmaringen, Fakultät Life Sciences (HSAS),
Anton-Günther-Straße 51, 72488 Sigmaringen

Prof. Dr. Astrid Klingshirn
Hochschule Albstadt-Sigmaringen, Fakultät Life Sciences (HSAS),
Anton-Günther-Straße 51, 72488 Sigmaringen

Prof. Dr. Andrea Maier-Nöth
Hochschule Albstadt-Sigmaringen, Fakultät Life Sciences (HSAS),
Anton-Günther-Straße 51, 72488 Sigmaringen

B. Sc. Jan Engelskirchen
Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), Godesberger Allee 136, 53175 Bonn

Dipl. oec. troph. Isabelle Preuß
Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), Godesberger Allee 136, 53175 Bonn

Dr. Meike Ernestine Tecklenburg
Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (DGE), Godesberger Allee 136, 53175 Bonn

Zusammenfassung

Der wissenschaftliche Bericht zum Einsatz von Zucker in der Kitaverpflegung gibt einen Überblick darüber, wie Zucker und Süßungsmittel klassifiziert werden, welche Rolle sie in der menschlichen Ernährung spielen und welche Auswirkungen ein zu hoher Zuckerkonsum auf die Gesundheit hat. Zudem wird aufgezeigt, dass bei Zucker die Grundsätze: „Weniger ist mehr“ und „Reduzieren statt substituieren“ gelten können. Verschiedene Optionen zur Zuckerreduktion und die Bewertung von Zuckeralternativen zeigen auf, dass es aus technologischer und sensorischer Sicht relativ einfach ist, Zucker einzusparen. Die Empfehlungen und Optionen sollen dabei unterstützen, bei allen Mahlzeiten bzw. Komponenten eine (möglichst) optimale Nährwertzusammensetzung zu erreichen.

Die Präferenz für Zucker bzw. für süß schmeckende Lebensmittel ist angeboren. Zucker selbst wird aber physiologisch gesehen vom Körper nicht benötigt, da der Körper die benötigte Glucose selbst herstellen kann. Dennoch wird in der Lebensmittelherstellung und in der Industrie – vor allem für hochverarbeitete Produkte – viel Zucker eingesetzt. Neben seinem süßen Geschmack verfügt er über verschiedene technologische Eigenschaften, die für die Textur, das Volumen und einfach auch für die Haltbarmachung von Lebensmitteln wichtig sind.

Ein übermäßiger Zuckerkonsum beeinträchtigt die Gesundheit, vor allem, wenn bereits im Kindesalter zu viel Zucker konsumiert wird. Deshalb sollten Kinder erst gar nicht an einen zu süßen Geschmack gewöhnt werden. Im Projekt Start Low stand deshalb das Thema der Zuckerreduktion und nicht das Thema Substitution im Fokus. Es konnte gezeigt werden, dass es sowohl in der Zielgruppe der Kitakinder als auch in der Zielgruppe der Schulkinder möglich ist, Zucker in Desserts um bis zu 40 % zu reduzieren, ohne dass die Akzeptanz für das Dessert sich geändert hätte.

Mit diesem wissenschaftlichen Bericht soll Akteur*innen aus dem Bereich der Lebensmittelindustrie, Lebensmittelherstellung sowie Anbietenden von Gemeinschaftsverpflegung (Einkäufer*innen, Ernährungswissenschaftler*innen, Köche*innen, Hauswirtschafter*innen) sowie Kitas (selbstkochende Kitas) und deren Trägern aufgezeigt werden, dass es a) aus technologischer und sensorischer Sicht möglich ist, Zucker in bestimmten Produkten zu reduzieren und dass es b) wichtig ist, die Verpflegung von Kindern gesundheitsfördernd zu gestalten. Neben einer vielfältigen, ausgewogenen Ernährung gehört hier vor allem auch der bewusste Umgang mit Zucker dazu.

Bei jeglicher Veränderung zur Reduktion von Zucker im Produkt oder Angebot ist zudem darauf zu achten, dass das Nährwertprofil insgesamt gesundheitsfördernd verändert wird und nicht z. B. der Anteil an Salz oder Fett (deutlich) ansteigt.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	6
Abkürzungsverzeichnis	6
1 Klassifizierung und Charakterisierung von Zuckern	7
1.1 Differenzierung Gesamt- und Zugesezte Zucker	7
1.2 Deklaration von Zucker in Lebensmitteln	9
2 Zucker in der Ernährung	11
2.1 Funktionen von Zucker im Körper und in der Ernährung	11
2.2 Süßpräferenz und Geschmacksprägung bei Kindern	11
2.3 Gesundheitliche Folgen eines erhöhten Zuckerkonsums	12
2.4 Zufuhrempfehlungen und Zuckerkonsum bei Kindern und Erwachsenen	13
2.4.1 Zuckierzufuhr bei Kindern	13
2.4.2 Zuckergehalt: Empfehlung für spezifische Lebensmittelgruppen	14
3 Technologische und sensorische Funktionen von Zucker in Lebensmitteln	15
4 Zuckereinsatz und Zuckerverzehr in der Gemeinschaftsverpflegung mit dem Fokus auf der Kitaverpflegung	17
4.1 Verzehrs- und Einsatzempfehlungen von Zucker in der Verpflegung von Kindern	17
4.2 Zuckereinsatz in der Kitaverpflegung	17
4.2.1 Gesamtzuckermenge mit Fokus auf die Kitaverpflegung	17
4.2.2 Ergebnisse von Start Low: Aktuelle Daten zum Zuckergehalt ausgewählter hochverarbeiteter Lebensmittel in der Gemeinschaftsverpflegung	18
5 Zuckerreduktion und Zuckersersatz, Zuckeraustauschstoffe	28
5.1 Zuckerreduktion in verarbeiteten Produkten	28
5.2 Zuckersersatzstoffe: Zuckeraustauschstoffe, Süßstoffe	29
5.2.1 Zuckeraustauschstoffe	30
5.2.2 Süßstoffe	31
5.2.3 Risikobewertung von Süßungsmitteln	31
5.2.4 Zuckeralternativen	33
5.3 Rezepturanpassung/Technologische Verfahren	35
5.4 Zuckerreduktion in der Gemeinschaftsverpflegung: Optionen und Potentiale	35
6 Schlussfolgerung und Ausblick	39
7 Literaturverzeichnis	40

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Brot und Kleingebäck.	20
Abbildung 2: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Desserts.	21
Abbildung 3: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Soßen.	22
Abbildung 4: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Fleischprodukte.	23
Abbildung 5: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Fischprodukte.	23
Abbildung 6: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Dressing.	24
Abbildung 7: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe gefüllte Teigwaren.	24
Abbildung 8: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Fleischersatzprodukte.	25
Abbildung 9: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Milchersatzprodukte.	26
Abbildung 10: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Kuchen.	26
Abbildung 11: Überblick über Optionen der Zuckerreduktion und des Zuckerersatzes in Lebensmitteln	28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick über Süßungsmittel und Zuckeralternativen	9
Tabelle 2: Funktionen von Zucker im menschlichen Körper und in der Ernährung	11
Tabelle 3: Quantitative Empfehlung zur Zufuhr freier Zucker	13
Tabelle 4 Funktionen von Zucker in Lebensmitteln	15
Tabelle 5: Grenzwerte für verzehrfertige Lebensmittel	19
Tabelle 6 Anzahl der Produkte nach Produktgruppen	19
Tabelle 5: Zugelassene Zuckeraustauschstoffe im Überblick	30
Tabelle 6: Zugelassene Süßstoffe im Überblick.....	31
Tabelle 7: Zuckeralternativen und ihre Besonderheiten	33
Tabelle 8: Zuckerreduktionsoptionen durch Rezepturanpassung und Substitution nach Lebensmittelkategorien	36
Tabelle 9: Möglichkeiten der Zuckerreduktion in den einzelnen Prozessschritten	37

Abkürzungsverzeichnis

AID	Acceptable Daily Intake
EFSA	European Food Safety Authority
En%	Energiezufuhr in Prozent
JND	Just noticeable difference (Unterschiedsschwellenwert)
WHO	World Health Organisation
MASLD	Mit einer metabolischen Funktionsstörung assoziierte steatotische Lebererkrankung
NAFLD	Nicht-alkoholische Fettlebererkrankung
NASH	Nicht-alkoholische Steatohepatitis

1 Klassifizierung und Charakterisierung von Zuckern

Zucker gehört zur Stoffklasse der Kohlenhydrate (Bagus et al. 2016). Zucker werden aufgeteilt in vier Gruppen. Monosaccharide bilden dabei die Grundsteine für die restlichen Gruppen. Diese unterscheiden sich anhand der Anzahl an verknüpften Molekülen. Disaccharide bestehen aus zwei gleichen oder unterschiedlichen Monosacchariden. Oligosaccharide bestehen aus drei bis maximal neun verknüpften Monosacchariden. Polysaccharide bestehen aus mindestens zehn Monosacchariden. Da sich Zucker auch in ihrer Süßkraft unterscheiden, wird zur besseren Unterscheidung die relative Süße herangezogen (Elmadfa und Leitzmann 2019). Zucker können je nach Quelle als „extrinsisch“ oder „intrinsisch“ bezeichnet werden. Intrinsische Zucker sind natürlicherweise in Lebensmitteln vorhanden. Dazu zählen Fructose (Fruchtzucker) in Obst und Gemüse oder Lactose (Milchzucker) in Milch. Extrinsische Zucker sind solche, die Lebensmitteln und Getränken während der Produktion oder Zubereitung zugefügt werden (Bagus et al. 2016).

1.1 Differenzierung Gesamt- und Zugesezte Zucker

In der weiteren Begriffsdifferenzierung ist neben dem Gesamtzucker der freie/zugesezte Zucker vom natürlichen Zucker abzugrenzen. Der Begriff **Gesamtzucker** beinhaltet nach der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) demnach alle Zucker aus der Nahrung, unabhängig vom Ursprung. „Gesamtzucker“ umfasst demnach alle Zucker in der Ernährung, einschließlich solcher, die von Natur aus in Obst, Gemüse und Milch enthalten sind. Zugesezte Zucker („added sugar“) bezeichnen raffinierte Zucker, die bei der Lebensmittelverarbeitung eingesetzt werden oder direkt verzehrt werden können. Dies sind Saccharose, Fructose, Galactose, Stärkehydrolysate (Glucosesirup, High-Fructose-Syrup) und isolierte Zucker (EFSA 2010). Freie Zucker („free sugar“) umfassen neben den zugesezten Zuckern die Zucker, die natürlicherweise in Honigen, Sirupen, Obst- und Gemüsesäften und Fruchtkonzentraten enthalten sind (World Health Organization 2015). Mono- und Disaccharide, die natürlicherweise in intaktem Obst und Gemüse sowie Milch und Milchprodukten vorkommen, werden hingegen bei beiden Begriffen ausgeschlossen (Mela und Woolner 2018).

Freie Zucker sind überwiegend in Lebensmitteln wie Süßigkeiten, Säften, gesüßten Milchprodukten und zuckergesüßten Getränken enthalten (Perrar und Alexy 2021). Der Konsum gesüßter Getränke in der frühen Kindheit begünstigt Übergewicht und weitere Folgeerkrankungen. Basierend darauf wird empfohlen, dass Säuglinge sowie Kleinkinder bis drei Jahre keine gesüßten Getränke verzehren sollten (BMEL 2021). Zudem enthalten sogenannte Kinderlebensmittel (Lebensmittel, die speziell für Kinder ab drei Jahren angeboten werden und meist durch ihre Farb- und Formgebung herausstechen und häufig zudem Zugaben wie Spielzeug beinhalten) oftmals hohe Zuckermengen und sind damit ernährungsphysiologisch betrachtet nicht für Kinder geeignet (Jäggi 2018). Auch wenn Hersteller angeben, z. B. keinen Kristallzucker zuzusetzen, werden dennoch Süßungsmittel verwendet. Gerade Getränke werden vorwiegend mit industriell hergestelltem Fruchtzucker gesüßt. Hinzu kommt, dass diese Produkte meist hochverarbeitet sind. Mit der Verpackung und Gestaltung dieser speziellen Lebensmittel soll die Aufmerksamkeit von Kindern erreicht und dadurch Eltern zum Kauf animiert werden (Kamensky und VerbraucherService Bayern 2011).

Es gibt verschiedene Optionen, den Zuckergehalt in Lebensmitteln herabzusetzen, wobei die Reduktion (siehe *Kapitel 5.1: Zuckerreduktion in verarbeiteten Produkten*) der präferierte Ansatz sein sollte. In einer Vielzahl verarbeiteter Produkte wird jedoch eine Substitution von Zucker umgesetzt.

Zuckereinsatz in der Kitaverpflegung

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Süßungsmittel sowie Zuckeralternativen. In *Kapitel 5.2: Zuckerersatzstoffe: Zuckeraustauschstoffe, Süßstoffe* werden diese nochmals genauer betrachtet.

Tabelle 1: Überblick über Süßungsmittel und Zuckeralternativen (Verbraucherzentrale 2023a; Knies 2018)

Süßungsmittel (Lebensmittelzusatzstoff)		Zuckeralternativen
Süßstoffe	Zuckerersatzstoffe	
<ul style="list-style-type: none"> - Enthalten keine Kalorien - Sind nicht kariogen - Höhere Süßkraft als Saccharose - Werden chemisch hergestellt - Werden nur in geringen Mengen zugegeben - Haben nicht die technologischen Eigenschaften wie Haushaltszucker - Derzeit 11 zugelassene Stoffe <p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acesulfam K E950 - Aspartam E951 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringerer Kaloriengehalt als Haushaltszucker (ca. 2,4 kcal/ 100 g vs. 4 kcal/100g) - Zuckeralkohole - chemisch oder synthetische Stoffe - Derzeit 9 zugelassene Stoffe <p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sorbit E420 - Xylit E967 	<ul style="list-style-type: none"> - Natürlicher Ursprung - Ähnliche Süßkraft wie Haushaltszucker - Technologische Eigenschaften sind anders als bei Haushaltszucker <p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> - Honig - Kokosblütenzucker - Agavendicksaft - Bananen - Datteln

1.2 Deklaration von Zucker in Lebensmitteln

Bei der Nährwertdeklaration sind die zu betrachtenden Zucker ebenfalls definiert. Nach der EU-Verordnung Nr. 1169/2011 bezieht sich die Nährwertangabe „davon Zucker“ bei den Kohlenhydraten auf den Gesamtzuckeranteil des Lebensmittels. Es werden alle vorhandenen Monosaccharide und Disaccharide – ausgenommen der mehrwertigen Alkohole – miteinbezogen, d. h. sowohl die im Lebensmittel natürlich vorkommenden als auch die zugesetzten Zucker (Europäische Union 2011). Hierbei wird demnach nicht unterschieden, ob es sich um freie/zugesetzte oder natürlich enthaltene Zucker handelt. Es gilt dennoch zu beachten, dass es für süßende Zutaten viele verschiedene Bezeichnungen gibt (Lebensmittelklarheit 2021). Gemäß der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) werden Zutaten, welche alternativ zu Zucker für die Süßung von Speisen genutzt werden, als süßende Zutat bezeichnet (siehe

Tabelle 1) (DGE 2023).

Neben der Nährwertdeklaration wird bei Lebensmitteln noch unterschieden zwischen „zuckerarm“, „zuckerfrei“ und „ohne Zuckerzusatz“. Als „**zuckerarm**“ darf ein festes Lebensmittel bezeichnet werden, wenn es nicht mehr als 5 g/100 g oder bei einem flüssigen Lebensmittel nicht mehr als 2,5 g/100 ml Zucker beinhaltet. Lebensmittel, welche als „**zuckerfrei**“ deklariert werden, dürfen nicht mehr als 0,5 g/100 g bzw. 100 ml Zucker enthalten. „**Ohne Zuckerzusatz**“ darf dann gelabelt werden, wenn weder Mono- noch Disaccharide oder ähnliche Zuckerersatzstoffe zugesetzt sind. Sollte das Lebensmittel natürlicherweise Zucker enthalten, sollte dies dementsprechend gekennzeichnet sein (Europäische Union 2006). In Deutschland gibt es bis zum jetzigen Zeitpunkt keine Regelung für die Deklaration des Gehalts an freien oder zugesetzten Zuckern. Die zugefügten Zucker müssen lediglich bei vorverpackten Lebensmitteln in der Zutatenliste aufgeführt werden (Ernst et al. 2019).

Eine weitere Besonderheit stellen die sogenannten „Kinderlebensmittel“ dar. Die Verordnung (EU) Nr. 609/2013 umfasst unter anderem Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder. In der Verordnung werden Vorschriften zur Kennzeichnung und Aufmachung der Produkte erläutert. Des Weiteren befindet sich eine Liste von erlaubten Stoffen, welche den Produkten zugesetzt werden dürfen, in der Verordnung. Zucker, Süßungsmittel oder Zuckerersatzstoffe werden nicht separat in der Verordnung erwähnt (Europäische Union 2013).

2 Zucker in der Ernährung

2.1 Funktionen von Zucker im Körper und in der Ernährung

Zucker liefern ca. 4 kcal Energie und enthalten keine Vitamine und Mineralstoffe (DGE 2022). Sie sind an einer Vielzahl von Prozessen im Körper beteiligt und zählen zu den Energielieferanten (siehe Tabelle 2). Die Zufuhr von Mono- und Disacchariden ist physiologisch nicht essenziell, da der Körper diese aus Polysacchariden gewinnen kann. Die relevanten Monosaccharide sind Glucose, Fructose und Galactose (Föller und Stangl 2021). Es wird unterschieden zwischen Lebensmitteln, die natürlicherweise Zucker enthalten, und verarbeiteten Lebensmitteln, welchen während der Herstellung Zucker zugesetzt wird. Diese Lebensmittel haben meist eine hohe Energie- und geringe Nährstoffdichte, d. h. sie liefern viel Energie und meist nur einen geringen Anteil wichtiger Nährstoffe (Louie und Tapsell L. C. 2015). Verarbeiteten Lebensmitteln werden üblicherweise raffinierte bzw. industriell hergestellte Zuckerarten wie z. B. Saccharose (Haushaltszucker), Maissirup, Maltose, Lactose, Glucose und Dextrine zugesetzt (Hauner et al. 2011).

Tabelle 2: Funktionen von Zucker im menschlichen Körper und in der Ernährung (Elmadfa und Leitzmann 2019; Ellrott und Barlovic 2012)

Funktion von Zucker im Körper	Funktion von Zucker in der Ernährung
<ul style="list-style-type: none"> - Wesentliche verfügbare Energiequelle beinahe aller Zellen, v. a. durch Spaltung komplexer Kohlenhydrate durch Verdauungsenzyme - Essenziell für zentrales Nervensystem, Nierenmark und Erythrozyten - Glucose hat direkten Einfluss auf die Genexpression - Beteiligung bei der Regulierung des Blutzuckerspiegels - Geringer Glucosegehalt im Blut löst Hungergefühl aus 	<ul style="list-style-type: none"> - Süßer Geschmack und Ausgleich von sauren oder bitteren Geschmacksnoten in Lebensmitteln und Speisen - Technologische Funktionen in Lebensmitteln: Textur, Haltbarkeit, Konservierung und mikrobiologische Prozesse

2.2 Süßpräferenz und Geschmacksprägung bei Kindern

Die Süßpräferenz ist, im Gegensatz zu durch Prägung entstandenen Vorlieben, angeboren. Dies ist auf den süßlichen Geschmack der Muttermilch und die damit eingehende Sicherstellung der Energiezufuhr zurückzuführen (Ellrott und Barlovic 2012). Die Süße ist ein Merkmal für das Vorhandensein von Zuckerarten und verwertbarer Energie (Peterseil et al. 2016). Später trägt die Vorliebe für Süßes dazu bei, Kinder während des Wachstums an hochkalorische Energiequellen zu binden (Drewnowski 2000). Des Weiteren dient diese Vorliebe als Schutzmechanismus, da es so gut wie keine giftigen, natürlicherweise süß schmeckenden Lebensmittel gibt (Ellrott und Barlovic 2012). Es gibt auch angeborene Aversionen, beispielsweise in Bezug auf einen bitteren Geschmack, um den Verzehr von potenziell giftigen Lebensmitteln zu verhindern. Neben der Süßpräferenz bestimmt die genetische Veranlagung die Sensitivität für die Geschmacksrichtungen. Diese Präferenzen und Aversionen können durch Erfahrungen verändert werden (Peterseil et al. 2016). Studien an 4-5-Jährigen, die über mehrere Tage einer süßeren Version eines bestimmten Lebensmittels ausgesetzt wurden, zeigen, dass sich ihre Präferenz für diesen Süßegrad zuverlässig erhöht. Des Weiteren deuten Langzeitstudien darauf hin, dass Lebensmittelpräferenzen im Alter von 2 bis 3 Jahren einen Vorhersagewert für die Präferenzen im späteren Kindesalter oder bis zum Erwachsenenalter haben (Skinner et al. 2002; Maier-Nöth et al. 2016). Aus diesem Grund ist es wichtig, bereits frühzeitig auf eine geringe Zuckermenge sowie eine reduzierte Süßung im Speisenangebot zu achten. Hinzu kommen noch die Funktionen von Zucker in der Ernährung (siehe Tabelle 2). Der süße Geschmack hat die Eigenschaft, den sauren oder bitteren Geschmack in Lebensmitteln zu neutralisieren. Darüber hinaus hat Zucker viele technologische und

sensorische Funktionen, welche für die Lebensmittelproduktion von Bedeutung sind (siehe *Kapitel 3: Technologische und sensorische Funktionen von Zucker in Lebensmitteln*).

2.3 Gesundheitliche Folgen eines erhöhten Zuckerkonsums

Ein hoher Zuckerkonsum im Kindesalter sowie im Erwachsenenalter erhöht das Risiko für diverse ernährungsmitbedingte Erkrankungen (European Food Safety Authority 2021). Die Ernährungsgewohnheiten von Kindern werden ab dem Säuglingsalter geprägt. Neben der angeborenen Süßpräferenz hat das Umfeld einen großen Einfluss auf das Ernährungsverhalten. Konsumieren die Familienangehörigen oder Freunde bereits zuckerhaltige Lebensmittel, tendieren auch die Kinder dazu, dieses Ernährungsverhalten anzunehmen (Ellrott und Barlovic 2012). Durch die häufige Zufuhr zuckerhaltiger Lebensmittel können die Lebensmittel- sowie Geschmackspräferenzen geprägt werden, wodurch es zu einem ungünstigen Ernährungsverhalten und daraus resultierend einem überdurchschnittlichen Zuckerkonsum kommen kann (Ventura und Mennella 2011). Dies kann wiederum zahlreiche Folgeerkrankungen begünstigen. Eine Folge des Zuckerkonsums ist beispielsweise das erhöhte Risiko für **Zahnkaries** (Della Bucher Torre und Jotterand Chaparro 2019; European Food Safety Authority 2021). Gerade Mono- und Disaccharide gelten als kariogen. Der kariogene Effekt variiert je nach Häufigkeit des Verzehrs, der Verweildauer im Mund, der Darreichungsform, der Zusammensetzung und der Konsistenz des Lebensmittels und den Lebensmitteln, welche dazu verzehrt werden. Bei Kleinkindern führt der regelmäßige Verzehr gesüßter Kindergetränke bereits zu großen Schäden an den Milchzähnen. Dies kann wiederum der Entwicklung des dauerhaften Gebisses schaden (Elmadfa und Leitzmann 2019).

Die EFSA bestätigt, dass es Hinweise auf einen positiven und kausalen Zusammenhang zwischen der Aufnahme von zugesetzten und freien Zuckern sowie dem Risiko für einige chronische Stoffwechselkrankheiten gibt (European Food Safety Authority 2021). Der Grad der Wahrscheinlichkeit des Zusammenhangs wird für Adipositas und Dyslipidämie als moderat (> 50-75 % Wahrscheinlichkeit), gering für eine nichtalkoholische Fettlebererkrankung (NAFLD) sowie für eine nichtalkoholische Steatohepatitis (NASH) und Typ-2-Diabetes (> 15-50 % Wahrscheinlichkeit) und sehr gering für Bluthochdruck (0-15 %) eingeschätzt (Turck et al. 2022).

Ein hoher Zuckerkonsum (insbesondere über zuckergesüßte Erfrischungsgetränke) wird mit einer hyperkalorischen Energiezufuhr und **Übergewicht und Fettleibigkeit (Adipositas)** assoziiert (Ernst et al., 2018). **Fettwechselstörungen (Dyslipidämien)** sowie **Herz-Kreislauf-Erkrankungen** werden ebenfalls mit erhöhtem Zuckerkonsum in Verbindung gebracht.

Ein hoher Zuckerkonsum kann den Triglyceridspiegel erhöhen, wodurch es zu Bluthochdruck kommen kann. Ob dies dann physiologisch langfristig von Bedeutung ist, ist nicht sicher. Hierbei handelt es sich um Risikofaktoren für Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Della Bucher Torre und Jotterand Chaparro 2019). Mono- und Disaccharide steigern in hohen Mengen die VLDL-Synthese. Parallel ist eine hohe Saccharose- und Fructosezufuhr mit einem steigenden Triglyceridspiegel und sinkendem HDL-Spiegel assoziiert (Babio et al. 2009; Chiavaroli et al. 2015). Zugesetzte Saccharose und Fructose können die Fettneubildung (de novo-Lipogenese) in der Leber steigern. Auch bei ausgeglichener Energiebilanz erhöht die Zufuhr von zuckerreichen Getränken die Fettsynthese und damit das Risiko einer nichtalkoholischen Fettleber (MASLD) (Rinella et al. 2023). **Typ-2-Diabetes** und die **Insulinresistenz** werden ebenfalls mit dem Zuckerkonsum in Verbindung gebracht (Della Bucher Torre und Jotterand Chaparro 2019; Truck et al. 2022). Diabetes kann durch Übergewicht begünstigt werden (Bundesärztekammer (BÄK) et al. 2023). Da die Glucosetoleranz bei Personen mit Adipositas erniedrigt und der Insulinspiegel erhöht ist, kann sich im Laufe der Zeit eine Insulinresistenz entwickeln. Dies kann durch eine überdurchschnittliche Zufuhr von Kohlenhydraten (Zuckern) gefördert werden (Elmadfa und Leitzmann 2019).

Auch Hyperurikämie bzw. **Gicht** werden zu den Krankheiten gezählt, die mit einem hohen Zuckerkonsum assoziiert sind. Im Fokus steht bei der Hyperurikämie die Fructoseaufnahme (Hauner et al. 2011). Fructose ist der einzige Zucker, der sich erhöhend auf den Plasma-Harnsäure-Spiegel auswirkt. Es gibt einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Konsum fructosehaltiger Süßgetränke und verarbeiteten Lebensmittel und dem Hyperurikämierisiko (European Food Safety Authority 2021).

Der Konsum von fructosehaltigen Softdrinks löst z. B. einen dosisabhängigen Harnsäureanstieg aus (Johnson et al. 2009).

2.4 Zufuhrempfehlungen und Zuckerkonsum bei Kindern und Erwachsenen

Die DGE, die Deutsche Adipositas-Gesellschaft e.V. (DAG) und die Deutsche Diabetes Gesellschaft e.V. (DDG) haben sich in ihrem Konsensuspapier (2018) der Empfehlung der World Health Organisation (WHO) aus dem Jahr 2015 angeschlossen. Demnach sollten Erwachsene wie auch **Kinder weniger als 10 % der Gesamtenergie an freien Zuckern** zu sich nehmen. Die Empfehlungen stützen sich auf den Zusammenhang zwischen der Zufuhr von freiem Zucker und dem erhöhten Körpergewicht sowie erhöhten Risiken für ernährungsmitbedingte Krankheiten und Zahnkaries. Die bedingte Empfehlung, die Zufuhr von freien Zuckern auf weniger als 5 % der Gesamtenergie zu reduzieren, basiert auf der Evidenz von geringerer Qualität: Bei dieser wird der Zusammenhang zwischen freiem Zucker und dem Risiko für Zahnkaries – bei einer Zufuhr von unter 5 % an freien Zuckern, bezogen auf die Gesamtenergie – beobachtet (WHO 2015). Neben der WHO hat auch die *European Society for Paediatric Gastroenterology Hepatology and Nutrition* (ESPGHAN) im Jahr 2017 eine Empfehlung für freien Zucker ausgesprochen. Kinder und Jugendliche sollten demnach nicht mehr als 5 % der Gesamtenergie und Kleinkinder von 0 – 2 Jahren idealerweise < 5 % freien Zucker zu sich nehmen. Die Empfehlung stützt sich ebenfalls auf die Problematik der Gewichtszunahme und Zahnkaries sowie der Verbindung von freien Zuckern und Typ-2-Diabetes sowie dem kardiovaskulären Risiko. Diese Empfehlung wurde 2015 ebenfalls von dem Scientific Advisory Committee on Nutrition (SACN) für die Allgemeinbevölkerung ab 2 Jahren ausgesprochen (Ernst et al. 2018).

Für zugesetzte Zucker gibt es Empfehlungen des *Dietary Guidelines Advisory Committee* (DGAC) aus dem Jahr 2015 und des *Nordic Council of Ministers* (NNR) aus dem Jahr 2023. Beide beziehen sich auf die Allgemeinbevölkerung und empfehlen eine Zufuhr von unter 10 % der Gesamtenergie. Des Weiteren hat die American Heart Association (AHA) 2016 für Kleinkinder und Kinder eine Empfehlung von unter 25 g/Tag ausgesprochen (Ernst et al. 2018, Blomhoff et al. 2023).

Für die Zufuhr der Gesamtzucker Menge gibt es eine Zufuhrempfehlung von der French Agency for Food, Environment and Occupational Health & Safety (ANSES) aus dem Jahr 2016. Demnach sollten Erwachsene nicht mehr als 100 g Gesamtzucker (ausgenommen Lactose und Galactose aus Milch und Milchprodukten) pro Tag zu sich nehmen (Ernst et al. 2018). In Tabelle 3 sind die quantitativen Empfehlungen für die Zufuhr freier Zucker für Kinder aufgelistet.

Tabelle 3: Quantitative Empfehlung zur Zufuhr freier Zucker

Alter	Freie Zucker		
	% der Energie*	% der Energie	g/ Tag**
2 bis unter 4 Jahren	< 5	< 10	29
4 bis unter 7 Jahren	< 5	< 10	34
7 bis unter 10 Jahren	< 5	< 10	40

*Quantitative Empfehlung der WHO und Espghan ** Bei einem PAL von 1,4

Das Problem mit den Empfehlungen für Zucker liegt darin, dass sich diese auf die freien Zucker beziehen. In der Praxis ist es jedoch schwer, sich darauf zu beziehen, da sich die Zuckerangaben auf Lebensmitteln auf die Gesamtzucker Menge beziehen.

2.4.1 Zuckerzufuhr bei Kindern

Laut der Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed Studie (DONALD Studie) (1985-2016) sind die Hauptquellen der Zufuhr von freien Zuckern bei Kindern Süßwaren (mit ca. 35 %), gefolgt von Fruchtsäften und Nektar (22 %) und Süßgetränken (12,5 %) (Perrar und Alexy 2021). Etwas abweichend davon sind die Ergebnisse der *Identification and prevention of Dietary- and lifestyle-induced health EFfects In Children and infantS* (IDEFICS)-Studie, einer europäischen Multicenter-Kohortenstudie aus dem Jahr 2019. Demnach stellen Fruchtsäfte (25,8 %), Softdrinks (25 %),

Milchprodukte (24,2 %) und Süßigkeiten (15,6 %) die Hauptquelle für freien Zucker dar (Graffe et al. 2019).

Die DONALD-Studie untersuchte zudem die tägliche Zuckierzufuhr von 1312 Kindern und Jugendlichen im Alter von 3 bis 18 Jahren. Über die Erhebung eines Drei-Tage-Wiegeprotokolls wurde der Anteil an Freiem und Gesamtzucker erfasst. Die Zufuhr an freiem Zucker nahm über den Studienzeitraum von 2005 bis 2016 leicht ab. Bei Kindern zwischen 3 und 5 Jahren wurden bei Mädchen 16,3 % und bei Jungen 16,9 % der Tagesenergiezufuhr durch freien Zucker gedeckt. Der empfohlene Wert von 10 % der Tagesenergiezufuhr wird somit deutlich überschritten (Ernst et al. 2019). Der hohe sozioökonomische Status der Teilnehmenden lässt jedoch darauf schließen, dass die Zuckierzufuhr im Bevölkerungsdurchschnitt vermutlich höher liegt (Ernährungsumschau 2019). Das Ergebnis der Ernährungsstudie als KiGGS-Modul (EsKiMo II) (2015-2017), einem Modul der KiGGS-Studie, zeigt, dass bei Kindern im Alter von 6-17 Jahren die tägliche Energiezufuhr durch Zucker (Gesamtzucker) bei durchschnittlich 20 % liegt (Mensink et al. 2021). In der IDEFICS-Studie, wurde 2007 bis 2008 der Verzehr von freien Zuckern von Kindern (n=8308; 2-9 Jahre) aus verschiedenen Ländern (Belgien, Zypern, Estland, Ungarn, Italien, Spanien und Schweden) untersucht. Die Gesamtzuckierzufuhr bei Jungen lag bei 98 g/Tag und 93 g/Tag bei Mädchen. Die Zufuhr von freien Zuckern liegt bei 81 g/Tag bei Jungen und 77 g/Tag bei Mädchen. Der durchschnittliche prozentuale Anteil der Energie aus freien Zuckern an der Gesamtenergiezufuhr lag in Deutschland mit 27 Energieprozent deutlich höher im Vergleich zu Italien mit 13 Energieprozent (Graffe et al. 2019).

2.4.2 Zuckergehalt: Empfehlung für spezifische Lebensmittelgruppen

Neben der quantitativen Empfehlung zur Zuckierzufuhr für Kinder und Erwachsene gibt es Empfehlungen für den Zuckergehalt in verarbeiteten Lebensmitteln. Hierfür hat die WHO 22 Produktkategorien erfasst. Diese beinhalten 17 Lebensmittel- und fünf Getränke-kategorien und dazugehörige Beispiele. Die erste Produktkategorie umfasst z. B. Schokoladen- und Zuckerwaren, Energieriegel und süße Toppings sowie Desserts. Zur Kategorie gehören unter anderem Erdnussbutter sowie Granola- und Müsliriegel. Nach der Empfehlung der WHO sollten diese Produkte keine zusätzlichen Zucker oder Zuckerersatzstoffe enthalten. Zur Festlegung der Empfehlungen wurden die Nährstoffempfehlungen der WHO verwendet. Diese wurden in Referenzmengen in Gramm für eine Ernährung von 2000 kcal/Tag umgerechnet und darauf basierend niedrige, mittlere und hohe Nährstoffmengen als Standardprozentsätze der Referenzmengen berechnet. Da es jedoch keine WHO-Empfehlung für den Gesamtzucker gibt, wurden für freie Zucker Schwellenwerte festgelegt. Diese sind wie folgt: **Niedrig: 2,5 g/100 g, mittel: 12,5 g/100 g und hoch: 47,5 g/100 g**. Die Werte werden als konservativ betrachtet. Zur Festlegung eines Schwellenwerts für eine Produktkategorie müssen die weiteren Nährstoffe dieser Produkte berücksichtigt werden. Außerdem wird die Energiedichte der Lebensmittel miteinbezogen. Der Anwendungsbereich dieser Schwellenwerte ist hauptsächlich für Regierungen gedacht, welche die Vermarktung von Lebensmitteln für Kinder einschränken wollen (WHO 2023).

Auch die Health Claims-Verordnung hat für Convenience-Produkte eine Empfehlung der Nährwertgehalte ausgesprochen. Dabei wird jedoch der Gesamtzuckergehalt betrachtet. Wie bei den Schwellenwerten der WHO ist der Zuckergehalt in drei Bereiche eingeteilt: **geringer Gehalt: 0,0 – 5,0 g/100 g, mittlerer Gehalt: 5,0 – 22,5 g/100 g und hoher Gehalt: mehr als 22,5 g/100 g**. Der empfohlene Bereich unterscheidet sich je nach Produktgruppe (Arens-Azevêdo et al. 2020).

3 Technologische und sensorische Funktionen von Zucker in Lebensmitteln

Zucker hat in Lebensmitteln verschiedene sensorische und technologische Funktionen. Die bekannteste Eigenschaft von Zucker ist der süße Geschmack. Diese Eigenschaft ist je nach Zuckerart unterschiedlich stark ausgeprägt. Die konservierende Eigenschaft von Zucker wird in der Lebensmitteltechnologie ebenfalls genutzt. Durch die Zugabe von Zucker bei der Herstellung von Lebensmitteln werden außerdem die Textur sowie die Farbe und das Volumen beeinflusst. Zucker hat dazu noch eine gärende Eigenschaft. In der untenstehenden Tabelle 4 sind die sensorischen und die technologischen Eigenschaften von Zucker nochmals genauer aufgezeigt.

Tabelle 4 Funktionen von Zucker in Lebensmitteln (Vaclavik und Christian 2008; Reinhold 2018)

Funktion	Erläuterung und Beispiele
Geschmack und Aroma	<p>Zucker zeichnet sich durch seinen süßen Geschmack aus – je nach Zuckerart unterschiedlich</p> <ul style="list-style-type: none"> - wird als Süßungsmittel genutzt. - Zucker wird genutzt, um geschmackliche Akzeptanz zu verbessern und das Zucker-Säure-Verhältnis zu verbessern, z. B. in Ketchup. - bei der Maillard-Bräunungsreaktion entstehen diverse Aromakomponenten. Durch gezielte Auswahl an Reaktionspartnern können verschiedene Aromen nachgestellt werden, z. B. Hühnchen- oder Pilzaromen.
Konservierung	<ul style="list-style-type: none"> - In hohen Konzentrationen verhindert Zucker das Wachstum von Mikroorganismen, da die Wasseraktivität von Lebensmitteln soweit gesenkt wird, dass das Mikroorganismenwachstum nicht mehr unterstützt wird. Zucker werden daher als Konservierungsmittel für z. B. Konfitüren und Gelees genutzt. - Früchte können z. B. durch Einlegen in Zucker (Kandieren) konserviert werden. Ein Zuckergehalt von 60 % reicht aus, um das Wachstum von Hefen und Bakterien zu verhindern. - Zucker haben eine wasserbindende Eigenschaft und sind gut wasserlöslich. Bei Kontakt mit Wasser wird dieses aufgenommen, sodass zuckerhaltige Pulver oder Granulate leicht zusammenkleben oder zerfließen. Diese Eigenschaft wird zur Feuchthaltung von Lebensmitteln genutzt. Beispielsweise durch Zusetzen von Zucker bzw. Zuckeraustauschstoffen wird das Austrocknen von Backwaren oder Kaugummimassen verhindert.
Textur	<ul style="list-style-type: none"> - Zucker in Backwaren sorgt für eine zarte Textur: Zucker bindet sich mit den Proteinen Gliadin und Glutenin und absorbiert Wasser, sodass kein Gluten gebildet wird. - Zucker verleiht Lebensmitteln Fülle und Mundgefühl → Zucker sorgt für eine stabilere Konsistenz und macht Flüssigkeiten dickflüssiger. - Invertzucker oder Glucosesirup hemmen die Kristallisation von Zucker, wodurch ein angenehmes, glattes Mundgefühl entsteht. Zucker wird bei der Herstellung von Konfitüre oder Marzipan zugesetzt.
Farbe	<p>Zucker hat die Eigenschaft, Lebensmittel auf zwei Arten nicht enzymatisch zu bräunen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maillard-Bräunungsreaktion: Hierbei handelt es sich um eine Reaktion der Carbonylgruppe eines reduzierten Zuckers mit der Aminogruppe einer Aminosäure, die bei niedriger Temperatur, einem hohen pH-Wert und geringer Feuchtigkeit stattfindet. Diese Reaktion ist für die Farbveränderung verantwortlich, welche bei z. B. Brot und Kuchen auftritt. - Karamellisierung: Wenn Zucker auf Temperaturen über seinem Schmelzpunkt (170 °C) erhitzt wird, dehydriert und zersetzt er sich. Der Zuckerring öffnet sich und verliert Wasser. Der Zucker wird braun, konzentrierter und entwickelt mit ansteigender Temperatur einen

	<p>Karamellgeschmack. Diese Reaktion wird z. B. bei der Herstellung von Zuckercouleur genutzt, welche typisch für die Farbe von Coca-Cola ist.</p> <ul style="list-style-type: none">- Beim Zusetzen von Ammoniak und/oder Sulfit entstehen besonders dunkle, wasserlösliche Lebensmittelfarbstoffe (E 150b, E 150c und E 150d). Diese werden zur Färbung alkoholischer Getränke, Soßen, dunkler Essige und Süßwaren verwendet.
Gärung	<p>Die gärende Eigenschaft von Zucker ist essenziell bei der Brotherstellung.</p> <ul style="list-style-type: none">- Zucker dient als Nahrung für Hefezellen. Diese produzieren dabei Kohlendioxid, welches als Triebmittel dient und den Brotteig aufgehen lässt.

Die Anwendung von Zucker geht demnach weit über das Süßen von Speisen hinaus. Die technologischen Eigenschaften werden in vielen Produkten genutzt, weshalb Zucker auch nicht nur in Süßwaren zu finden ist, sondern darüber hinaus auch in vielen herzhaften Fertigprodukten (Ernst et al. 2018).

4 Zuckereinsatz und Zuckerverzehr in der Gemeinschaftsverpflegung mit dem Fokus auf der Kitaverpflegung

4.1 Verzehrs- und Einsatzempfehlungen von Zucker in der Verpflegung von Kindern

Aufgrund des erhöhten Risikos für ernährungsmitbedingte Krankheiten (siehe *Kapitel 2.3: Gesundheitliche Folgen eines erhöhten Zuckerkonsums*) sollten zuckergesüßte Lebensmittel nur sparsam verwendet werden. Hierbei ist es sinnvoll, durch verringerten Zuckereinsatz die Toleranzschwelle der Geschmackswahrnehmung süß niedrig zu halten. Aber auch eine Umgewöhnung an einen weniger süßen Geschmack ist möglich. Dafür empfiehlt es sich, die Zuckerreduktion schrittweise durchzuführen. Die Mengenangaben in bestehenden Rezepten sind für die Zielgruppe Kinder grundsätzlich kritisch zu hinterfragen und gegebenenfalls anzupassen.

Einen weiteren Einfluss haben die verschiedenen Produktgruppen, die sich in ihrem Zuckergehalt stark unterscheiden, weshalb sich keine allgemein gültige Empfehlung für den Maximalgehalt an Zucker in bestimmten Speisen geben lässt (DGE 2023). Insgesamt sollten durch die Mittagsmahlzeit jedoch nicht mehr als 25 % der Gesamttagesmenge an Zucker zugeführt werden. Das entspricht bei einem vier- bis sechsjährigen Kind ca. 8 g Zucker (Arens-Azevêdo et al. 2020).

- Für das Dessert in Kitas gibt es ebenfalls keinen vorgeschriebenen Grenzwert für den Gesamtzuckergehalt. Es sollten durchschnittlich nicht mehr als 6 g Zucker pro 100 g Endprodukt zugesetzt sein. Besteht ein Dessert aus zwei Komponenten, muss dieser Wert für jeweils beide Komponenten erfüllt sein (DGE 2023). Süßigkeiten, inkl. Desserts und Kuchen, sind aufgrund des hohen Energie- und Zuckergehalts und des geringen Mikronährstoff- und Vitamingehalts für eine ausgewogene Verpflegung nicht notwendig. In der Speiseplanberechnung des DGE-Qualitätsstandards sind für Lebensmittel mit geringer Nährstoff- und hoher Energiedichte 10 % der Gesamtenergie pro Tag zulässig. Das entspricht bei Vier- bis Sechsjährigen ca. 150 kcal. Ein Großteil wird dabei in vielen Fällen bereits zu Hause konsumiert, sodass in der Kita diese Lebensmittelgruppe eher zu vermeiden ist. In den Kitas soll vorgegeben werden, in welchem Maße und zu welcher Zeit Süßigkeiten toleriert werden, woran sich sowohl die Eltern, als auch der Speiselieferant orientieren sollten. Um die maximal empfohlene Menge nicht zu überschreiten, sollte ein gesüßtes Dessert nur an ausgewählten Tagen angeboten werden. Als Zwischenmahlzeit wird anstelle gesüßter Produkte zu Obst und Gemüse geraten. Als Orientierungswert gilt, innerhalb von fünf Verpflegungstagen mindestens zweimal Obst anzubieten, dabei einmal in Form von Stückobst. Je nach Alter der Kinder: ca. 150 g bei Ein- bis unter Vierjährigen und ca. 170 g bei Vier- bis Sechsjährigen (DGE 2023).
- Auch bei Getränken ist darauf zu achten, hauptsächlich Wasser oder ungesüßte Früchte- und Kräutertees zu reichen, und auf Fruchtschorle oder anderweitig gesüßte Getränke zu verzichten.
- Bei handwerklich hergestellten Speisen sollte der Zusatz von Zucker und alternativen Süßungsmitteln wie Honig oder Fruchtdicksäften möglichst geringgehalten werden. Stattdessen ist die Süße aus frischem oder tiefgekühltem Obst häufig ausreichend und kann zusätzlichen Zucker ersetzen.
- Bei verarbeiteten Produkten unterscheiden sich vermeintlich gleiche Produkte je nach Hersteller häufig im Zuckergehalt. Hierbei sind eine individuelle Betrachtung und der Vergleich der Nährwerte bei der Produktauswahl nötig, wobei verarbeitete Produkte generell nur sparsam eingesetzt werden sollten.

4.2 Zuckereinsatz in der Kitaverpflegung

4.2.1 Gesamtzuckermenge mit Fokus auf die Kitaverpflegung

Aktuell nehmen mehr als 3 Millionen Kinder täglich ein Mittagessen in einer Kita zu sich (Statistisches Bundesamt 2023). Die Kohlenhydrat- und Energiegehalte der Mittagsmahlzeiten in der Kita lagen 2016 in Bezug auf die DACH-Referenzwerte bei den 225 untersuchten Kitas der VeKita-Studie an 10 Tagen im Median bei 102 % bzw. 101 %. Trotzdem enthält ein Kita Mittagessen mit Dessert durchschnittlich 13,9 g Zucker, was 165 % der für ein Mittagessen empfohlenen Menge entspricht (Tecklenburg et al. 2016, Arenz-Azevedo et. al 2020). Allerdings war dieses nicht täglich im Angebot, sondern wurde im

Wechsel mit Obst an maximal drei bis vier Tagen die Woche angeboten (Tecklenburg et al. 2016). Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt auch eine amerikanische Studie mit 83 untersuchten Schulmittagessen. Demnach enthielt das angebotene Mittagessen durchschnittlich 24,3 g Gesamtzucker, wovon 11,5 g zugesetzter Zucker waren. Das entspricht 14 % der durch das Mittagessen aufgenommenen Energie (Hur et al. 2011). Eine Studie aus Großbritannien, die die Zufuhr durch das Mittagessen von 6-11-Jährigen einer Schule untersuchte, zeigt, dass 11 % der durch das Mittagessen aufgenommenen Energie aus Zucker besteht, was im Median 13 g entspricht (Rees et al. 2008).

4.2.2 Ergebnisse von Start Low: Aktuelle Daten zum Zuckergehalt ausgewählter hochverarbeiteter Lebensmittel in der Gemeinschaftsverpflegung

Speisenanbietende im Bereich Kitaverpflegung und selbstkochende Kitas wurden im Rahmen des Start Low Projektes zu den Themen: Betriebscharakteristika, Lebensmitteleinkauf (Fokus hochverarbeitete Produkte (HVP)), Speiseplanung und Speisenproduktion sowie Salz-, Zucker- und Fettreduktionspotenzial in der Kitaverpflegung befragt. Die Befragung wurde im dritten Quartal 2021 (21.07.2021–06.09.2021) anonymisiert online, mittels Befragungssoftware Limesurvey durchgeführt. Mittels strukturierter Onlinerecherche wurde deutschlandweit nach Speisenanbietenden mit Dienstleistungen im Bereich Kitaverpflegung gesucht. Es wurden 734 Speisenanbietende in die Stichprobe aufgenommen. Neben der Dienstleistung im Bereich Kitaverpflegung fand keine weitere Selektion statt. Gleichzeitig wurden 2789 Kitas von insgesamt 58 500 Kitas bundesweit geschichtet nach Bundesländern zufällig ausgewählt (Statistisches Bundesamt 2022). Speisenanbietende und Kitas wurden am 21.07.2021 per E-Mail dazu aufgerufen, an der Umfrage teilzunehmen. Daneben wurde auf den Social Media Plattformen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (05.08.21; 25.08.21; 30.08.21; 03.09.21) und in der Zeitschrift *gvpraxis* (03.08.21) ein Aufruf zur Teilnahme verbreitet. Um eine korrekte Beantwortung der abgefragten Themen sicherzustellen, richtete sich die Befragung an Personen aus dem Wareneinkauf und der Speisenproduktion. Teilnehmende erhielten keine Benefits bei Abschluss der Umfrage.

Insgesamt schlossen 83 Speisenanbietende und 140 Kitas die Befragung ab. Von den 140 Kitas kochten 46 Kitas selbst. Nur die selbstkochenden Kitas wurden für die weitere Auswertung berücksichtigt. Im Folgenden werden aus der Befragung Ergebnisse mit Bezug zur Zuckerverwendung in der Kitaverpflegung dargestellt.

90,3 % der befragten Speisenanbietenden und 69,5 % der selbstkochenden Kitas geben an, dass der Zuckergehalt beim Einkauf von hochverarbeiteten Produkten (HVP) sehr wichtig bzw. wichtig ist. Bei HVP wählen 37,3 % der Speisenanbietenden bei allen Produkten und ebenfalls 37,3% der Speisenanbietende bei einem Teil der Produkte solche mit geringen Zuckergehalt aus (n = 83).

Durch den Einsatz von HVP kommt in der Kitaverpflegung ein Zuckereintrag zu Stande. Ein Ziel des Start Low Projekts war es hinsichtlich ihres Nährwertprofils kritische HVP zu identifizieren. In der Befragung der Speisenanbietenden und selbstkochenden Kitas wurden daher auch abgefragt, in welchen Produktgruppen die Befragten mehr als 50 % der Artikel aus der Kategorie der HVP (Nova-Stufe 4) beziehen. HVP der Nova-Stufe 4 sind Produkte, die industriell gefertigt sind und aus mehreren Zutaten bestehen. Diese Produkte enthalten neben natürlichen Rohstoffen in der Regel modifizierte Zutaten, Zusatzstoffe und/oder Extrakte, wodurch sie sich von anderen Produkten abgrenzen. Sie sind durch die Verwendung industrieller Techniken standardisiert im Geschmack, lange haltbar und unkompliziert in der Zubereitung. Die nötigen Arbeitsschritte beschränken sich auf Erhitzen, Regenerieren, Auftauen, Vermischen und/oder Portionieren (Monterio 2019).

Auf Basis der Ergebnisse der Befragung sowie anschließender Fokusgruppendifkussionen mit Speisenanbietenden wurden die folgenden Produktgruppen und Untergruppen für die weitergehende Analyse ausgewählt: Brot und Kleingebäck, Fleisch- und Geflügelprodukte, Desserts, Soßen, Fischprodukte, Dressings, Teigwaren, Fleisch und Fischersatzprodukte, Milchersatzprodukte sowie süße Backwaren.

Zur Datenerhebung wurde die Datenbank der Firma Pro Care Management genutzt, die sowohl Produkte von Lieferanten und Herstellern aus ganz Deutschland umfasst, als auch regelmäßig gepflegt

Artikelinformationen wie Zutaten, Nährwerte, Allergene beinhaltet. Die Daten zu allen HVP der genannten Produktgruppen wurden aus der Produktdatenbank von Pro Care Management extrahiert und ausgewertet.

Im Rahmen der Auswertung wurde die Daten zunächst bereinigt, und Produkte mit fehlenden Nährwerten (z. B. zu gesättigten FS (ges. FS) oder Zutatenlisten) exkludiert. Außerdem werden Produkte exkludiert, bei denen in der Nährwertberechnung der Wert für ges. FS, Zucker oder Salz mit 0 mg angegeben war, jedoch aus der Zutatenliste hervorgeht, dass das Produkt eigentlich ges. FS, Zucker oder Salz enthält, z. B. durch die Angabe von fetthaltigen Zutaten, Zucker oder Meersalz. Produkte deren Energiegehalt stark positiv oder negativ von den restlichen Produkten schwankte wurden nachgerechnet und ggf. exkludiert bzw. wurde das Produkt in solchen Fällen auf der Webseite des Herstellers recherchiert und wenn möglich die falschen Werte angepasst. Produktdopplungen werden exkludiert.

Innerhalb der Produktgruppen werden die Untergruppen möglichst gemäß den bestehenden Clustern des MRI-Produktmonitorings und des Berichts „Beurteilung ausgewählter Convenience-Produkte in der Gemeinschaftsverpflegung und Handlungsempfehlungen zur Optimierung“ zugeordnet (Arens-Azevedo et al. 2020, Pfau et al. 2017).

Aus den Nährwertdaten wurden für ges. FS, Zucker und Salz Min, Max, Mittelwert, P25, Median und P75 berechnet. In einem zweiten Schritt wurden die ges. FS, Salz und Zuckerwerte mit den Grenzwerten der Health Claim Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1924/2006) abgeglichen (siehe Tab. 5).

Tabelle 5: Grenzwerte für verzehrfertige Lebensmittel (eigene Darstellung nach Verordnung (EG) Nr. 1924/2006)

	Projektinterner Grenzwert/ 100 g verzehrfertig
Ges. Fettsäuren	1,5 g
Zucker	5 g
Salz	0,3 g (300 mg)

Insgesamt wurden bei der Analyse 3850 Artikel berücksichtigt (siehe Tab. 6).

Tabelle 6 Anzahl der Produkte nach Produktgruppen

Produktgruppe	Anzahl (n)
Brot und Kleingebäck	1579
Fleisch- und Geflügelprodukte	463
Desserts	463
Soßen	428
Fischprodukte	248
Dressings	188
Teigwaren	173
Fleisch und Fischersatzprodukte	144
Milchersatzprodukte	84
Süße Backwaren	80
Gesamt:	3850

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Spannweite der Energie- und Fettgehalte der Produkte, die für Großverbraucher angeboten werden. Die Nährwertangaben beziehen sich, so lange nicht anders vermerkt, laut Herstellerangaben auf die zubereiteten Produkte pro 100 ml bzw. 100 g.

Zuckereinsatz in der Kitaverpflegung

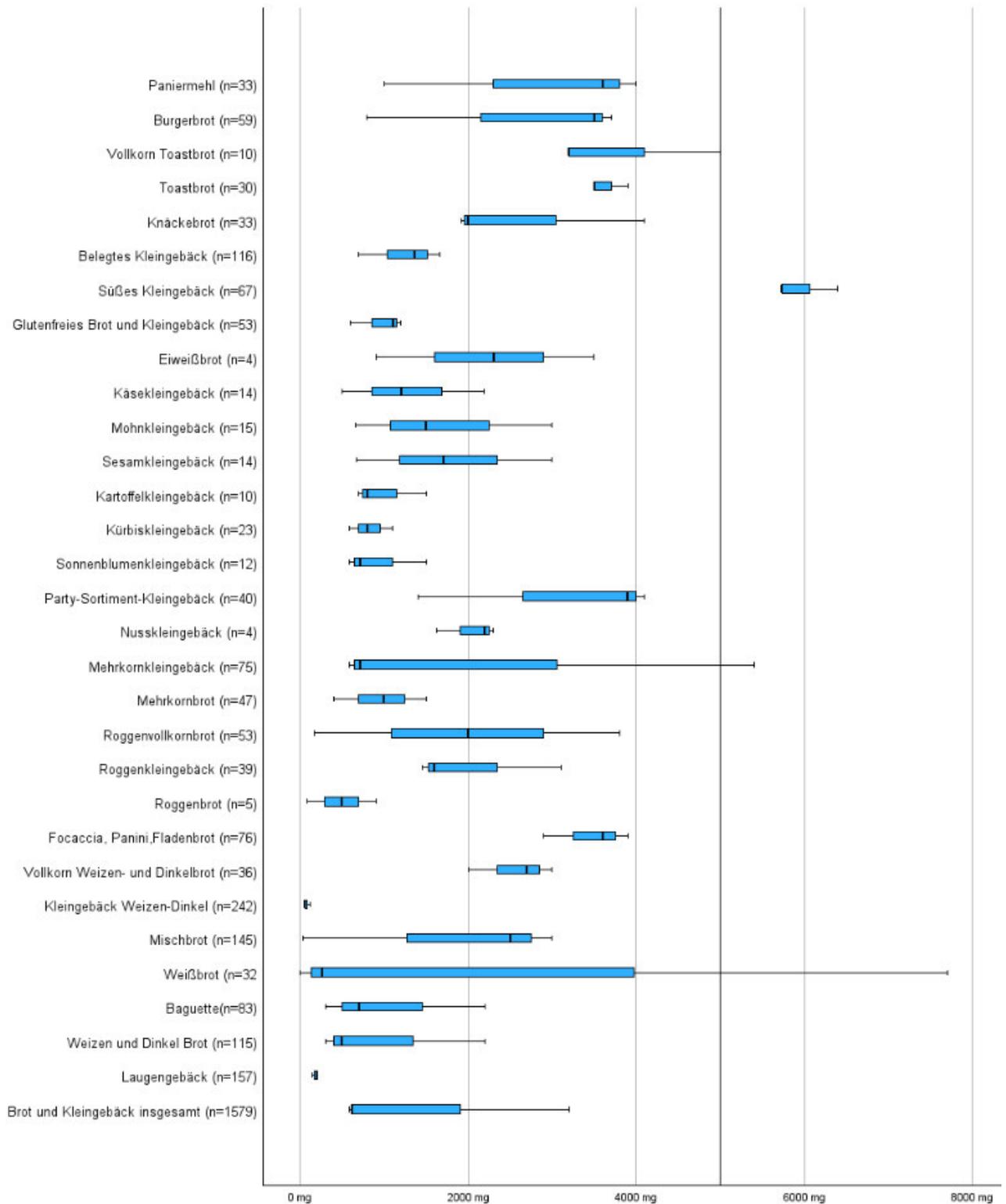


Abbildung 1: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Brot und Kleingebäck. Die schwarze Linie stellt den projektinternen Grenzwert (5g/100 g) dar.

Die medianen Zuckergehalte in der Produktgruppe Brot und Kleingebäck unterschreiten im Median und im dritten Quartil den Grenzwert von 5 g/100 g (siehe Abbildung 1). Lediglich in der Untergruppe süßes Kleingebäck wird der Grenzwert von allen Produkten überschritten. Außerdem gibt es in den Untergruppen Mehrkorngebäck und Weißbrot Ausreißer, welche den Grenzwert überschreiten. Für die Gemeinschaftsverpflegung ist es empfehlenswert, in den Produktuntergruppen Mehrkornkleingebäck

Zuckereinsatz in der Kitaverpflegung

und Weißbrot einen Produktvergleich durchzuführen und Produkte mit einem möglichst niedrigen Zuckergehalt auszuwählen. Auf süßes Kleingebäck sollte, wenn möglich, verzichtet werden.

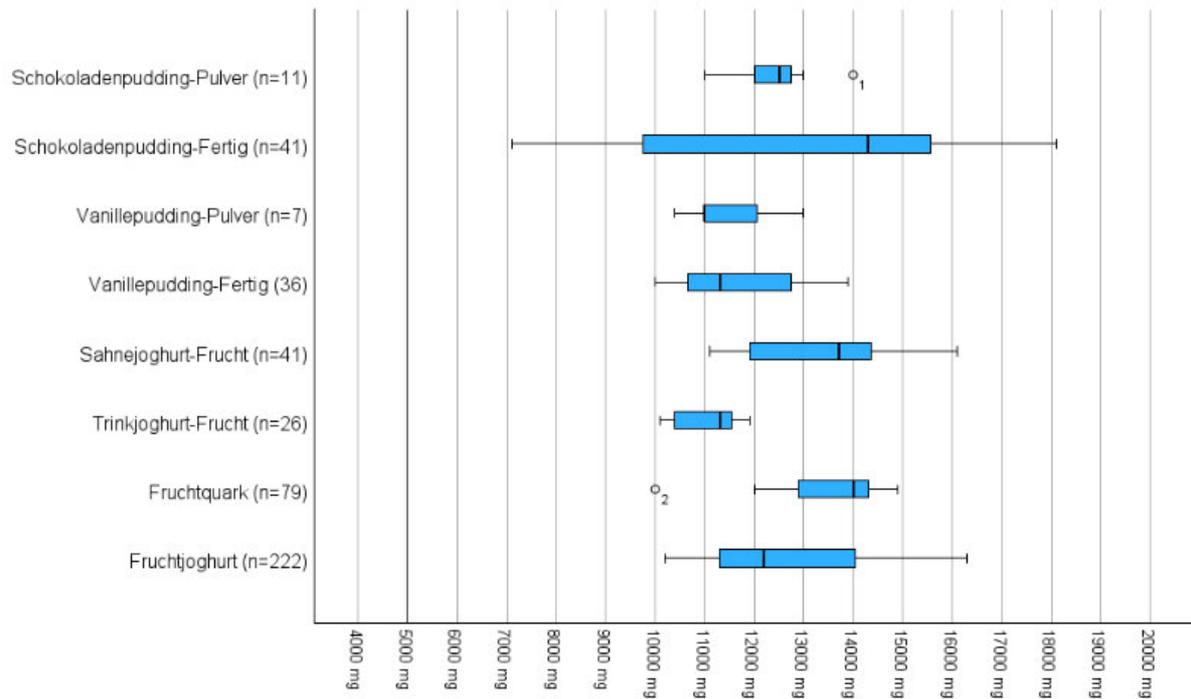


Abbildung 2: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Desserts. Die schwarze Linie stellt den projektinternen Grenzwert (5g/100 g) dar.

In der Produktgruppe Dessert wird der projektinterne Grenzwert von 5 g Zucker/100 g von allen Untergruppen bereits im ersten Quartil überschritten (siehe Abbildung 2). Auch die negativen Ausreißer überschreiten den Grenzwert. Für alle Produkte der Produktgruppe Dessert wird in der Gemeinschaftsverpflegung ein Produktvergleich empfohlen. Gleichzeitig sollte das Angebot von Desserts in der Kita kritisch hinterfragt und evtl. eingeschränkt werden. Bei der Beurteilung der Untergruppen Vanillepudding-Pulver bzw. Schokoladenpudding-Pulver wurde nicht die Zuckermenge im zubereiteten Produkt, sondern im Ausgangsprodukt berücksichtigt. Da bei vielen Produkten bei der Herstellung Zucker zugegeben wird, kann hier über eine frische Zubereitung der Zuckergehalt reduziert werden.

Zuckereinsatz in der Kitaverpflegung

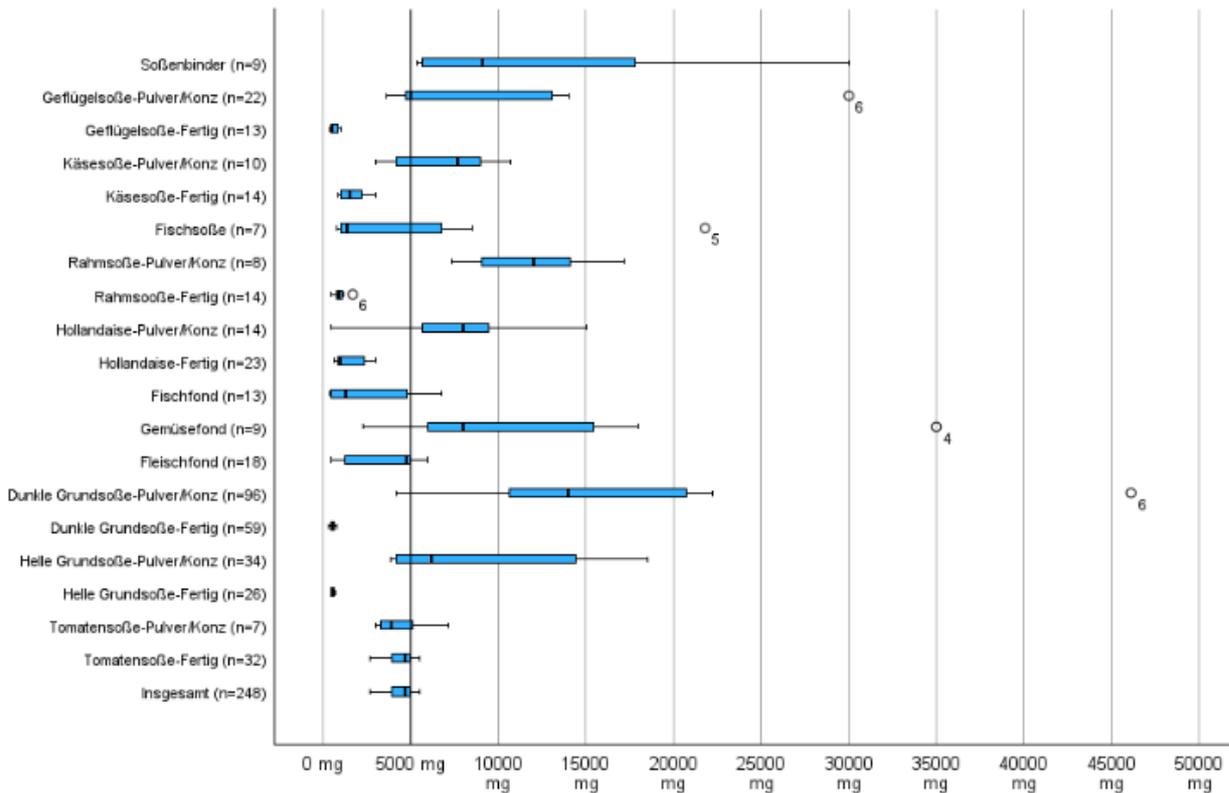


Abbildung 3: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Soßen. Die schwarze Linie stellt den projektinternen Grenzwert (5g/100 g) dar.

Geflügelsoßen, Käsesoßen, Fischsoßen, Hollandaisesoßen, Fischfond, Fleischfond, Tomatensoße und Tomatensoßenpulver und dunkle und helle Soße liegen im Median unter dem Grenzwert von 5 g/100 g (siehe Abbildung 3). Soßenbinder, Geflügelsoßenpulver, Käsesoßenpulver, Rahmsoßenpulver, Hollandaisepulver, Gemüsefonds, Pulver von dunkler und heller Soße liegen im Median über dem Grenzwert. In der Kategorie Soßen ist der Zuckergehalt sowohl innerhalb vieler Untergruppen als auch gesamt betrachtet sehr heterogen. Vor allem bei Pulvern, Konzentraten und Fonds lassen sich durch einen Produktvergleich wahrscheinlich größere Mengen an Zucker reduzieren. Bei der Beurteilung der Untergruppen, die Konzentrate bzw. Pulver enthalten, wurde nicht die Zuckermenge im zubereiteten Produkt, sondern im Ausgangsprodukt, berücksichtigt.

Zuckereinsatz in der Kitaverpflegung

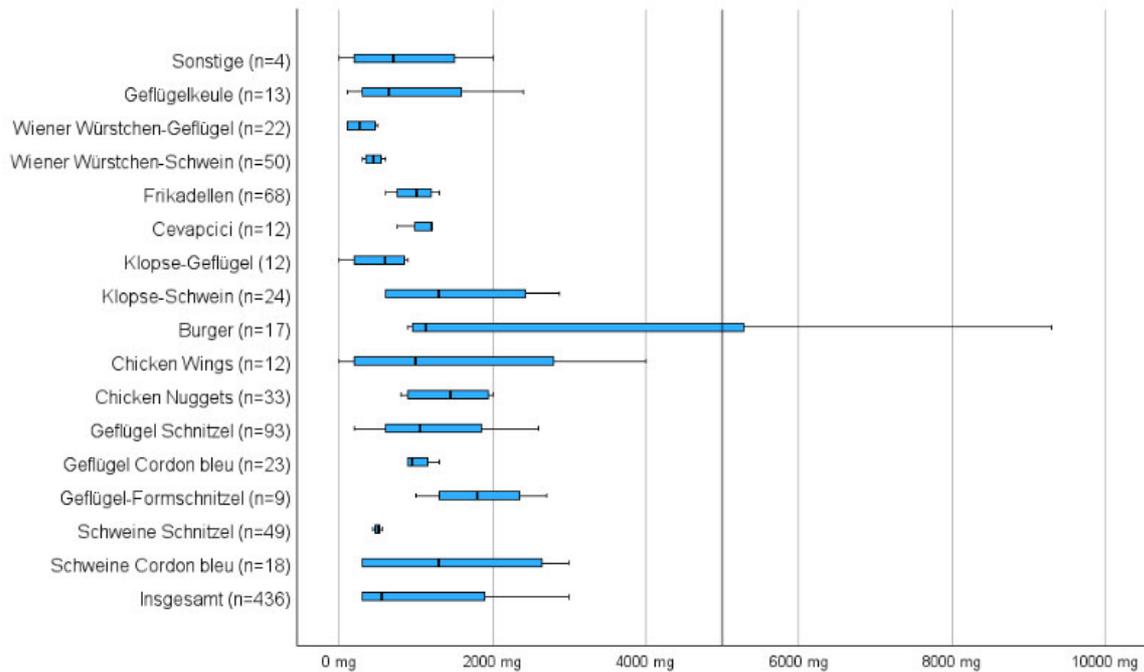


Abbildung 4: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Fleischprodukte. Die schwarze Linie stellt den projektinternen Grenzwert (5g/100 g) dar.

Der Zuckergehalt innerhalb der Produktgruppe Fleischprodukte liegt im Median zwischen 0 und 2 Gramm (siehe Abbildung 4). Lediglich das dritte Quartil und die Ausreißer der Produktgruppe Burger überschreiten den Grenzwert von 5 g/100 g. Die Gemeinschaftsverpflegung sollte bei der Auswahl der Fleischprodukte vor allem den Salzgehalt und den Gehalt an gesättigten Fettsäuren berücksichtigen.

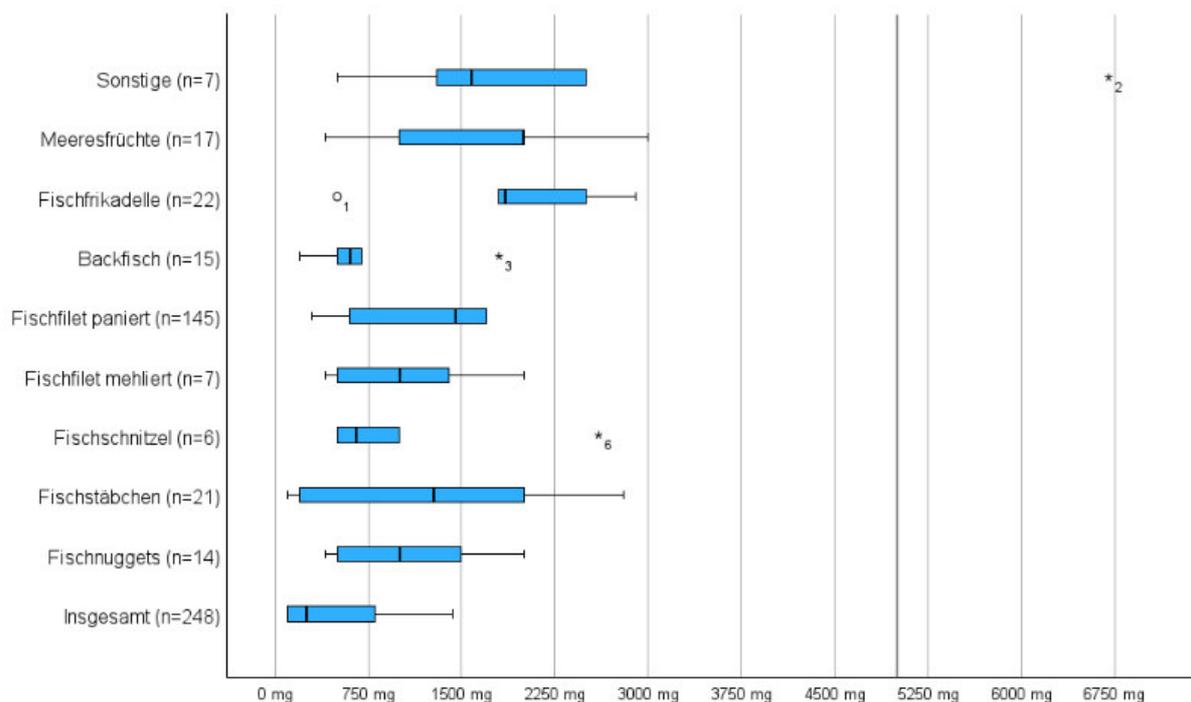


Abbildung 5: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Fischprodukte. Die schwarze Linie stellt den projektinternen Grenzwert (5g/100 g) dar.

Alle Produkte in der Produktgruppe Fischprodukte liegen unterhalb des Grenzwertes (siehe Abbildung 5). Die Gemeinschaftsverpflegung kann Fischprodukte bzgl. ihres Zuckergehaltes ohne Einschränkung einsetzen.

Zuckereinsatz in der Kitaverpflegung

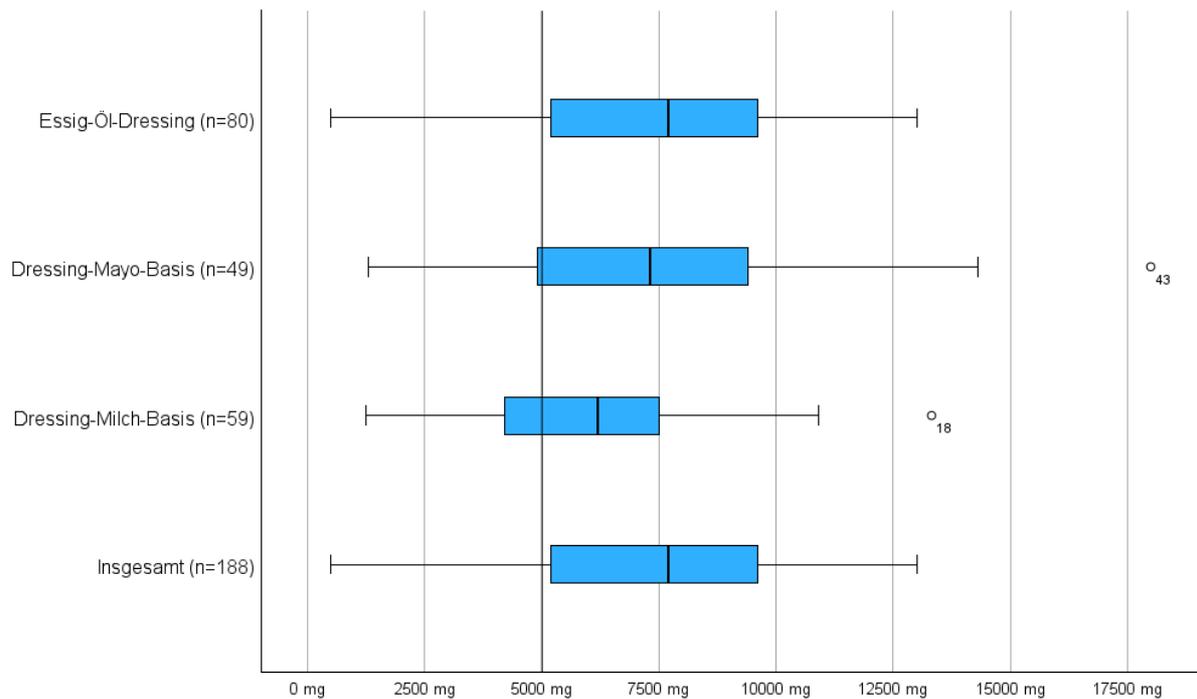


Abbildung 6: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Dressing. Die schwarze Linie stellt den projektinternen Grenzwert (5g/100 g) dar.

In der Produktgruppe Dressing liegen die medianen Zuckergehalte aller Gruppen über dem Grenzwert von 5 g/100 g (siehe Abbildung 6). Alle Untergruppen weisen eine sehr große Spannweite von teilweise unter 1 g Zucker je 100 g bis über 12 g Zucker je 100 g auf. Aus diesem Grund sollten in der Gemeinschaftsverpflegung Produktvergleiche für Dressings durchgeführt werden und möglichst Dressings mit weniger als 5 g Zucker/100 g ausgewählt werden.

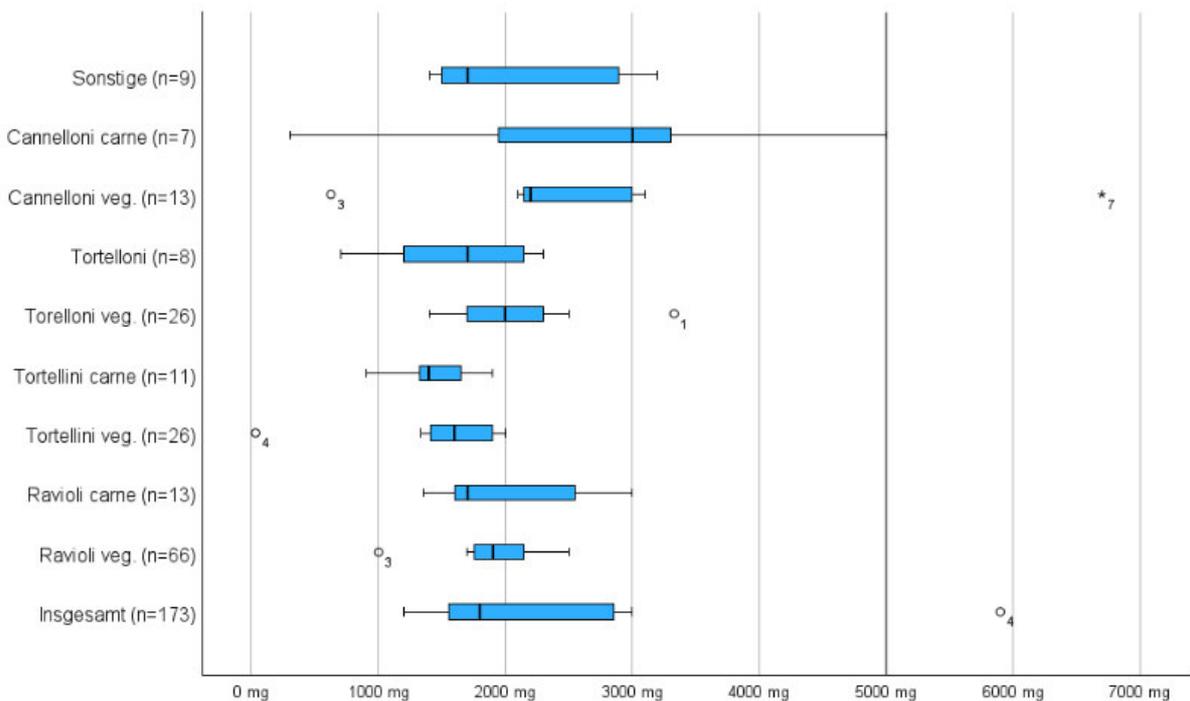


Abbildung 7: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe gefüllte Teigwaren. Die schwarze Linie stellt den projektinternen Grenzwert (5g/100 g) dar.

Sowohl die medianen Werte als auch die dritten Quartile aller Untergruppen in der Produktgruppe Teigwaren liegen unterhalb des projektinternen Grenzwertes von 5 g Zucker/100 g (siehe Abbildung 7).

Zuckereinsatz in der Kitaverpflegung

Aufgrund der geringen Zuckermengen ist es in der Gemeinschaftsverpflegung nicht zielführend, den Zuckergehalt von gefüllten Teigwaren zu vergleichen. Der Fokus sollte in dieser Produktgruppe auf Salz- und Fettgehalten liegen.

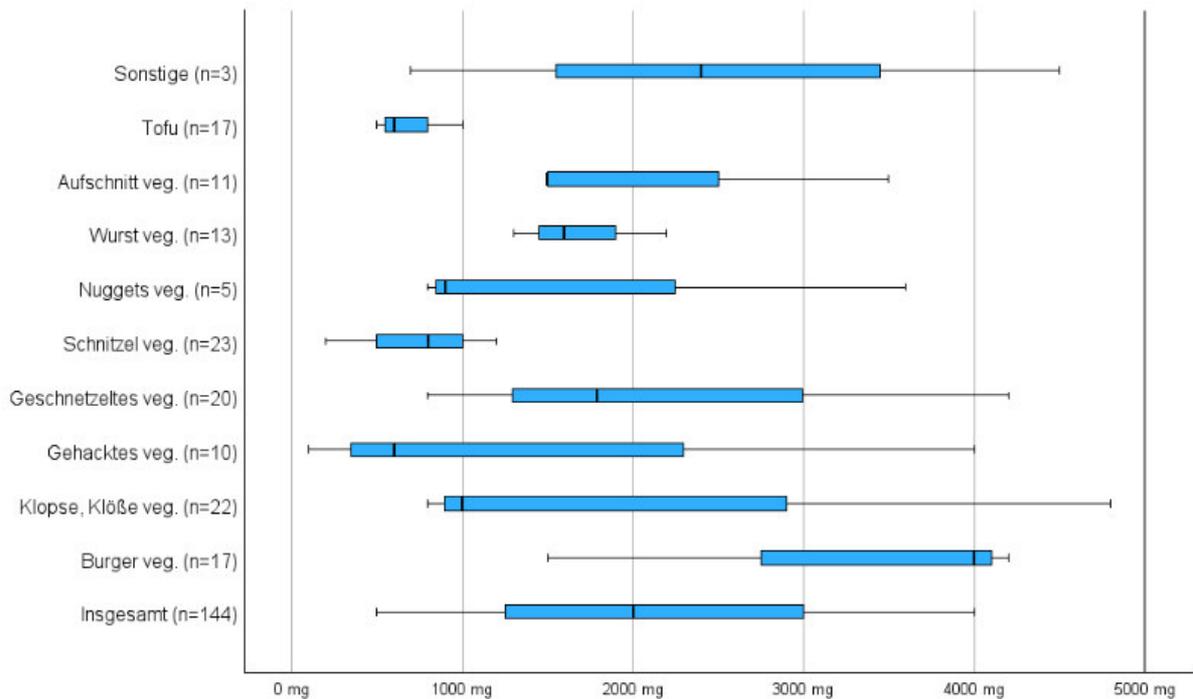


Abbildung 8: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Fleischersatzprodukte. Die schwarze Linie stellt den projektinternen Grenzwert (5g/100 g) dar.

Sowohl die medianen Werte als auch die dritten Quartile aller Untergruppen in der Produktgruppe Fleischersatzprodukte liegen unterhalb des Grenzwertes von 5 g Zucker/100 g (siehe Abbildung 8). Aufgrund der geringen Zuckermengen ist es in der Gemeinschaftsverpflegung nicht zielführend, den Zuckergehalt von Fleischersatzprodukten zu vergleichen. Der Fokus sollte in dieser Produktgruppe auf Salz- und Fettgehalten liegen. Wie auch bei den Fleischprodukten fallen Burgerprodukte mit dem höchsten medianen Zuckergehalt in dieser Produktgruppe auf.

Zuckereinsatz in der Kitaverpflegung

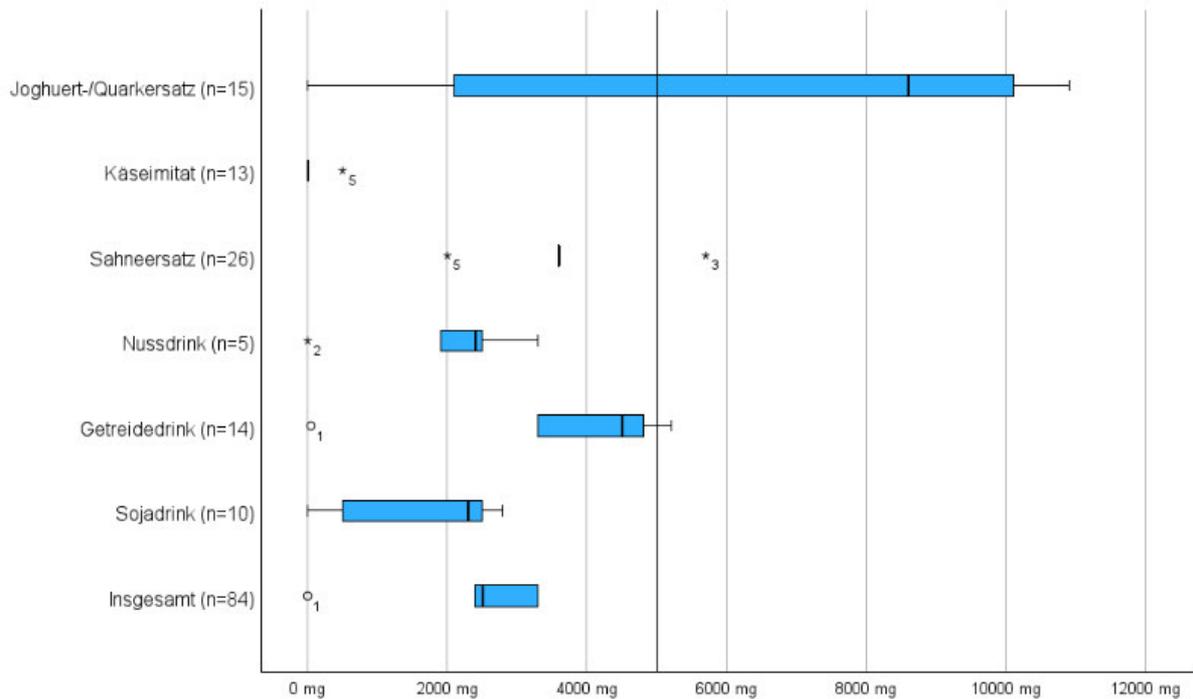


Abbildung 9: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Milchersatzprodukte. Die schwarze Linie stellt den projektinternen Grenzwert (5g/100 g) dar.

Pflanzliche Drinks, Käse- und Sahneersatz überschreiten den Grenzwert nicht bzw. nur mit Ausreißern (siehe Abbildung 9). Joghurt und Quarkersatzprodukte haben eine große Spannweite (0 g – 11 g). Außerdem überschreiten sie im Median den projektinternen Grenzwert. Speisenanbieter sollten bei Joghurt- und Quarkersatzprodukten einen Produktvergleich durchführen und eventuell auf ungesüßte (Natur-) Produkte zurückgreifen. Alle weiteren Produktgruppen bedürfen keiner weiteren Maßnahme bzgl. des Zuckers.

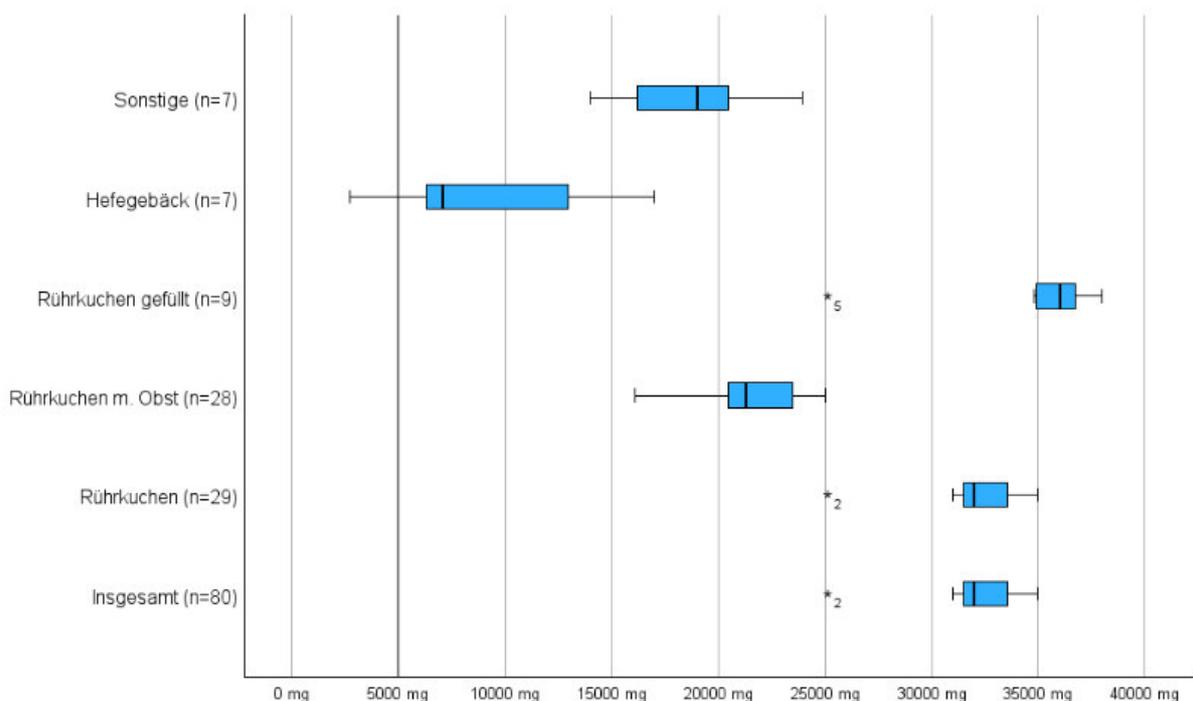


Abbildung 10: Zuckergehalte in g/100 g der Produktgruppe Kuchen Die schwarze Linie stellt den projektinternen Grenzwert (5g/100 g) dar.

Zuckereinsatz in der Kitaverpflegung

In den Untergruppen Rührkuchen, Rührkuchen mit Obst, Rührkuchen gefüllt und Sonstige überschreiten alle Gruppen den projektinternen Grenzwert von 5 g Zucker/100 g (siehe Abbildung 10). In der Untergruppe Hefegebäck gibt es ein Ausreißer-Produkt, welches unterhalb von 5 g Zucker/100 g liegt. Die Gemeinschaftsverpflegung sollte in der Kitaverpflegung möglichst auf den Einsatz und das Angebot von Kuchen verzichten. Wenn Kuchen angeboten wird, sollte auf Hefegebäck zurückgegriffen werden, da dieses einen niedrigeren Zuckergehalt hat als alle weiteren Produktgruppen.

Aus den dargestellten Ergebnissen ergeben sich auch für die Lebensmittelindustrie relevante Erkenntnisse, die für eine zielgerichtete Optimierung des Zuckergehalts genutzt werden können. Besondere Aufmerksamkeit bei der Optimierung sollten Desserts, Soßen, Dressings und Kuchen erhalten.

5 Zuckerreduktion und Zuckerersatz, Zuckeraustauschstoffe

5.1 Zuckerreduktion in verarbeiteten Produkten

Aufgrund des hohen Zuckerkonsums und des hohen Zuckergehalts in verarbeiteten Produkten sind verschiedene Verfahren und Ansätze im Einsatz, um den Gehalt an Zucker zu reduzieren und dabei zugleich den originären Produktcharakter zu erhalten. Bei einer Zuckerreduktion bzw. dem Ersetzen von Zucker muss berücksichtigt werden, dass dieser nicht nur als Süßungsmittel dient, sondern auch andere Produkteigenschaften beeinflusst (siehe Tabelle 4), was zu einer Veränderung des Endprodukts führen kann. In Bezug auf den Geschmack gibt es die Möglichkeit, Zucker zu ersetzen oder schrittweise zu reduzieren, um die Verbraucher*innen an einen verringerten Süßgeschmack zu gewöhnen. Je nach Lebensmittel und dessen Matrix kann sowohl die Reduktion als auch der Ersatzstoff zu einem Akzeptanzverlust und einer veränderten Qualität führen.

Die Zuckerersatzstoffe werden in Zuckeraustauschstoffe und Süßstoffe unterteilt. Diese unterscheiden sich in ihrer Süßkraft und der Wirkung auf den Blutzuckerspiegel sowie dem Energiegehalt und der Verstoffwechslung im Körper. Die in Abbildung 11 zusammengefassten Verfahren und Methoden werden im Folgenden näher erläutert.

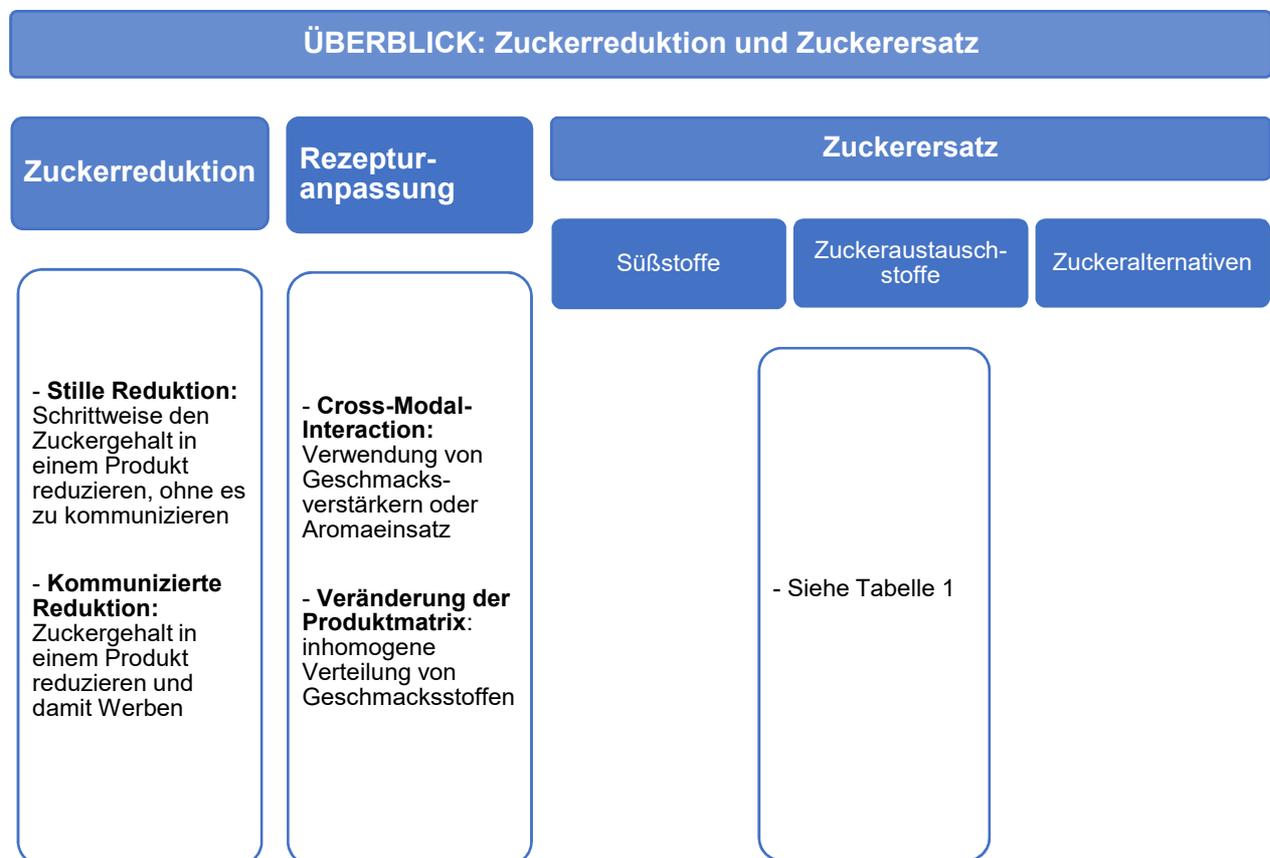


Abbildung 111: Überblick über Optionen der Zuckerreduktion und des Zuckerersatzes in Lebensmitteln (Knies 2018; Europäische Union 2021; Thielking 2021)

Das Ziel einer schrittweisen Reduktion von Zucker ist, die Konsument*innen langfristig an eine niedrigere Süßintensität zu gewöhnen bzw. Kinder nicht auf eine zu hohe Toleranzschwelle zu prägen. Der Unterschied in der wahrgenommenen Süßintensität zwischen dem ursprünglichen und dem zuckerreduzierten Produkt wird dabei nicht mit Hilfe von Zuckerersatzstoffen ausgeglichen. Für die Reduktion ergeben sich zwei Möglichkeiten: Bei der stillen Reduktion wird die Veränderung nicht proaktiv kommuniziert – oft nehmen die Konsument*innen die verminderte Süßintensität nicht wahr. Bei einer Reduktion, die offen kommuniziert wird, ist es oft so, dass bewusst eine hohe Reduktionsmenge gewählt wird, bei der die verminderte Süßintensität wahrgenommen wird. Dies geht nicht zwangsläufig

mit einer Reduktion der Akzeptanz einher. Der Vorteil der stillen Reduktion besteht darin, dass die Hersteller die Menge an Zucker in mehreren Schritten über einen längeren Zeitraum mit geringem Aufwand in der Rezeptur anpassen können. Als Grundsatz der möglichen, zu reduzierenden Menge gilt dabei der Unterschiedsschwellenwert (Just noticeable difference, JND). Dieser Wert definiert den kleinsten noch wahrnehmbaren Unterschied zwischen zwei Reizen der gleichen Geschmackswahrnehmung. Jedoch unterscheiden sich die Unterschiedsschwellenwerte je nach Produkt. Dabei ist der Wert nicht absolut, sondern verändert sich proportional zum Ausgangsreiz. Somit ist der JND bei einer hohen Ausgangskonzentration größer als bei einer niedrigen. Bei einem sehr hohen oder sehr niedrigen Intensitätsniveau ist keine Proportionalität mehr zu erkennen (Stoffers et al. 2020). In einer Studie mit Schokoladenmilch konnte eine schrittweise Zuckerreduzierung auf 6,7 % festgelegt werden, ohne die sensorische und hedonische Wahrnehmung der Verbraucher zu beeinträchtigen. Diese Ergebnisse können auch auf weitere Produkte angewendet werden, wobei der Ausgangszuckergehalt und die Produktspezifikationen mit der Reduktion in Relation zu setzen sind (Oliveira et al. 2016). Auch bei gesüßtem Joghurt konnten mit Hilfe von Testpersonen je nach Aroma und Ausgangszuckergehalt unterschiedliche Reduktionsmengen ermittelt werden, bei denen eine stille Reduktion möglich ist, der Verbraucher also keine verminderte Süßintensität wahrnimmt. Bei Erdbeeryoghurt ist eine Zuckerreduktion in der Höhe des doppelten JND möglich, ohne dass von der Mehrheit der Konsument*innen ein Unterschied wahrgenommen wird. Beim Mokkajoghurt kann hingegen keine Reduktion um den doppelten Unterschiedsschwellenwert durchgeführt werden, ohne dass dies durch die Konsument*innen bemerkt wird. Da der JND aromaspezifisch ist, kann er nicht beliebig auf alle gesüßten Joghurts übertragen werden. Somit muss für die stille Reduktion der Schwellenwert für jedes Aroma und Zuckerniveau einzeln bestimmt werden (Stoffers et al. 2020). Während es zu Joghurt noch keine wissenschaftlichen Ergebnisse gibt, wie häufig eine stille Reduktion durchgeführt werden kann, rät Oliveira et al. 2016 bei Schokoladenmilch zu zwei Reduktionen pro Jahr. Um das Ziel eines insgesamt verminderten Zuckerkonsums mithilfe der stillen Reduktion zu erreichen, muss diese flächendeckend über die ganze Lebensmittelbranche erfolgen (Stoffers et al. 2020). Jedoch wird die Reduktion des Zuckers in der Lebensmittelindustrie selten über eine stille Reduktion, sondern viel häufiger über kommunizierte Reduktion durchgeführt. Hierbei wird der Zucker in den meisten Fällen zwar reduziert, jedoch gleichzeitig durch Zuckerersatzprodukte substituiert. Dabei wird der Brennwert der Produkte gesenkt, wobei der süße Geschmack erhalten bleibt (Pielak et al. 2020).

5.2 Zuckerersatzstoffe: Zuckeraustauschstoffe, Süßstoffe

Bei den Zuckerersatzstoffen wird zumeist zwischen Süßstoffen (intense sweetener) und Zuckeraustauschstoffen (bulk sweetener) unterschieden. Diese Unterscheidung wird jedoch in den entsprechenden EU-Vorschriften zu Lebensmittelzusatzstoffen nicht genutzt. Dort werden die Begrifflichkeiten unter dem Begriff „Süßungsmittel“ zusammengefasst (BfR 2014). In der EU-Verordnung Nr. 1333/ 2008 sind Süßungsmittel wie folgt definiert: „Stoffe, die zum Süßen von Lebensmitteln und in Tafelsüßen verwendet werden.“ Sie unterliegen außerdem besonderen Bedingungen bezüglich der Zulassung. Ein Lebensmittelzusatzstoff darf nur in die Funktionsklasse der Süßungsmittel aufgenommen werden, wenn es bestimmten Zwecken dient:

1. Einsatz als Zuckerersatz in Lebensmitteln mit einem verminderten Brennwert, in nicht kariogenen Lebensmitteln sowie für Lebensmittel ohne Zuckerzusatz
2. Wenn es positive Auswirkungen auf die Haltbarkeit eines Lebensmittels hat
3. Wenn der Zuckerersatz für die Herstellung von Lebensmitteln für eine besondere Ernährung bestimmt ist (Europäische Union 2008).

Weist der Lebensmittelzusatzstoff mindestens eine dieser Funktionen auf und ist als Süßungsmittel zugelassen, darf er für zusammengesetzte Lebensmittel mit folgenden Bezeichnungen genutzt werden: Ohne Zuckerzusatz, verminderter Brennwert, für eine kalorienarme Ernährung bestimmt, nicht kariogen, verlängerte Haltbarkeit (Europäische Union 2008). Süßungsmittel müssen im Zutatenverzeichnis eines Lebensmittels angegeben werden. Es muss der Klassenname, die Bezeichnung sowie die jeweilige E-Nummer gekennzeichnet sein. Zusätzlich muss darauf hingewiesen werden, dass mit Süßungsmitteln gesüßt wurde (Verbraucherzentrale 2023b). Neben den Süßungsmitteln gibt es noch weitere

Zuckerarten wie Fructose und Dextrose, die nicht als Lebensmittelzusatzstoff gelten. Diese sind auch nicht zulassungspflichtig (BfR 2014). Gegenwärtig sind 19 Süßungsmittel in der Europäischen Union zugelassen. Darunter sind acht Zuckeraustauschstoffe und elf Süßstoffe (Verbraucherzentrale 2023b).

Es gilt zu beachten: Für den Einsatz von Süßungsmitteln für Kinder wurde noch keine Empfehlung ausgesprochen. Die festgelegten Grenzwerte für die Tageszufuhr von Süßstoffen beziehen sich auf Erwachsene. Kinder haben ein geringeres Körpergewicht und eine höhere Stoffwechselaktivität als Erwachsene, das wiederum kann dazu führen, dass Kinder auf Süßstoffe und auch auf Zuckerersatzstoffe empfindlicher reagieren (Schindelm et al. 2010). Gerade in Bezug auf Kinder sollte die Zuckerreduktion im Vordergrund stehen und von Süßungsmitteln abgesehen werden.

5.2.1 Zuckeraustauschstoffe

Die Zuckeraustauschstoffe gehören zu der Kategorie der Zuckeralkohole. Es handelt sich hierbei um zuckerähnliche Substanzen, die süß schmecken und meist eine geringere oder ähnliche Süßkraft aufweisen. Sie werden insulinunabhängig im Stoffwechsel verwertet. Der Energiegehalt liegt bei 2,4 kcal pro Gramm. Sie gelten als nicht kariogen. Zuckeraustauschstoffe sind in einer Vielzahl von Lebensmitteln und Getränken zu finden, vorzugsweise in zuckerfreien oder zahnschonenden Lebensmitteln. Sie werden von der Industrie in der Lebensmittelherstellung genutzt, können aber auch vom Verbraucher gezielt verwendet werden. Wenige der Substanzen sind natürlich vorzufinden. Sie werden hauptsächlich eingesetzt, um Energie zu reduzieren und somit eine Gewichtskontrolle oder -verringerung zu erzielen (Schiffner 2023). Da Zuckeralkohole dem Haushaltszucker im Geschmack und Volumen sehr ähnlich sind, können sie ähnlich verarbeitet und verwendet werden (Verbraucherzentrale 2023b). Die derzeit zugelassenen Zuckeraustauschstoffe sind in Tabelle 7 aufgezeigt. Für die Zuckeraustauschstoffe liegen keine ADI-Werte (Acceptable Daily Intake) vor.

Tabelle 7: Zugelassene Zuckeraustauschstoffe im Überblick (Knies 2018)

Zuckeraustauschstoff	E-Nummer	Verwendungszweck	Höchstmenge	ADI-Wert	Süßkraft ^a
Sorbit	E 420	- Speisen mit vermindertem Brennwert und/oder ohne Zuckerzusatz	nicht definiert (so viel wie notwendig)	Nicht definiert	0,5
Mannit	E421				0,6
Isomalt	E 953				0,5
Maltit	E 956				0,8
Polyglycitol/ -sirup	E 964				0,5
Lactit	E 966	- Süßwaren oder Kaugummi	nicht definiert (so viel wie notwendig)	Nicht definiert	0,35
Xylit (Birkenzucker)	E 967				1,1
Erythrit	E 968	- Lebensmittel für besondere Ernährungszwecke - Nahrungsergänzungsmittel			0,6

^a Saccharose = 1

ADI-Wert = Acceptable Daily Intake (mg/ kg Körpergewicht pro Tag)

Auch wenn der Einsatz von Zuckeraustauschstoffen als unbedenklich eingestuft wurde, muss darauf hingewiesen werden, dass ein übermäßiger Verzehr dieser Austauschstoffe zu osmotischem Durchfall führen kann. Aus diesem Grund müssen Tafelsüßen und Lebensmittel, welche mehr als 10 % dieser Zuckeraustauschstoffe enthalten, folgenden Hinweis tragen: „Kann bei übermäßigem Verzehr abführend wirken“ (BfR 2014). Die abführende Wirkung ist auf eine begrenzte Resorptionskapazität im Dünndarm beim Übergang zum Colon zurückzuführen. Dort wirkt der Zucker osmotisch (Kahl-Scholz 2021). Für die Zuckeraustauschstoffe gibt es, im Gegensatz zu den Süßstoffen, keine definierten Höchstmengen. Dennoch sollten sie aufgrund der abführenden Wirkung sparsam eingesetzt werden. (Verbraucherzentrale 2023b).

5.2.2 Süßstoffe

Süßstoffe gelten als praktisch kalorienfrei, haben keine kariogene Wirkung und eine deutlich höhere Süßkraft (30 – 37 000-fach) als Haushaltszucker. Bei Süßstoffen handelt es sich meist um künstlich hergestellte Stoffe (Meyer-Gerspach 2023). Aus diesem Grund werden Süßstoffe häufig zum Süßen von energiereduzierten Lebensmitteln genutzt. Durch ihr geringes Gewicht und die enorme Süßkraft lassen sich die Süßstoffe nicht wie normaler Zucker verarbeiten. Sie sind beispielsweise in Lebensmitteln wie Süßwaren, Dressings und Erfrischungsgetränken zu finden. Auch wenn die Verwendung der Süßstoffe zugelassen ist, gibt es Höchstmengenbeschränkungen. Hierfür wird der ADI-Wert herangezogen. Dieser beschreibt die tägliche Aufnahmemenge eines Stoffes, welcher von einem Menschen lebenslang verzehrt werden kann, ohne gesundheitliche Folgen zu erwarten (Verbraucherzentrale 2023b). In der Tabelle 8 sind die derzeit zugelassenen Süßstoffe aufgezeigt.

Tabelle 8: Zugelassene Süßstoffe im Überblick (Knies 2018; Europäische Union 2021)

Süßstoff	E-Nummer	Verwendungszweck	Höchstmenge ^b (mg /kg bzw. l)	ADI-Wert	Süßkraft ^a	
Acesulfam K	E 950	- Verschiedene zuckerreduzierte oder zuckerfreie Lebensmittel und Getränke	25-2 000	9	200	
Aspartam	E 951		25-5 500	40	140	
Cyclamate	E 952		250-1 600	7	35	
Saccharin	E 954		80-3 000	5	450	
Sucralose	E 955		10-3 000	15	600	
Thaumatococcus	E 957		50-400	Nicht definiert	2500	
Neohesperidin DC	E 959		10-400	5	600	
Steviolglycoside (Aus Stevia (a) oder enzymatisch hergestellt (c))	E 960a		- Verstärken von anderen Süßstoffen	20-3 300	4	250
	E 960c					
Neotam	E 961		- Tafelsüße	1-250	2	7000
Aspartam-Acesulfamsalz	E 962		25-2 000	20	350	
Advantam	E 969		5-400	5	37000	

^a Saccharose = 1

^b Höchstmenge kann je nach Verwendungszweck variieren

ADI- Wert = Acceptable Daily Intake (mg/ kg Körpergewicht pro Tag)

Bei den Süßstoffen Aspartam oder Aspartam-Acesulfamsalz ist eine gesonderte Kennzeichnung auf dem Etikett Pflicht. Ist der Süßstoff nur mit der E-Nummer oder in Kombination mit der Bezeichnung des Stoffs im Zutatenverzeichnis gekennzeichnet, muss zusätzlich „Enthält Aspartam (eine Phenylalaninquelle)“ angegeben werden (Verbraucherzentrale 2023b). Dies ist auf die Stoffwechselkrankheit „Phenylketonurie“ zurückzuführen. Hierbei handelt es sich um eine Stoffwechselkrankheit des Aminosäurestoffwechsels, bei dem Phenylalanin nicht zu Tyrosin verstoffwechselt werden kann (Universitätsklinikum Düsseldorf (UKD) 2023).

5.2.3 Risikobewertung von Süßungsmitteln

Über die Auswirkungen des regelmäßigen Verzehrs von Süßungsmitteln wird viel diskutiert. Zuckerersatzstoffe haben einen geringen Einfluss auf den Insulinspiegel und können in großen Mengen abführend wirken, haben jedoch keinen negativen Einfluss auf die Zahngesundheit (Knies 2018). Die Zuckerersatzstoffe Xylitol und Erythritol werden mit der Freisetzung von Sättigungshormonen in Verbindung gebracht (Meyer-Gerspach 2023).

Auch wenn alle zugelassenen Süßstoffe auf ihre Sicherheit getestet und entsprechend die ADI-Werte festgelegt werden, sind die physiologischen Auswirkungen einer regelmäßigen Einnahme der einzelnen

Süßstoffe noch nicht ausreichend erforscht. Es wird davon ausgegangen, dass alle Süßstoffe ähnliche physiologische Wirkungen haben. Es muss beachtet werden, dass sich die einzelnen Stoffe in ihrer chemischen Zusammensetzung unterscheiden und demnach auch den Stoffwechsel spezifisch beeinflussen können. Unter anderem betrifft das die Glucosehomöostase und dies hat möglicherweise Effekte auf das Darmmikrobion, das Belohnungssystem, die Appetitregulation und das Körpergewicht. In Zusammenhang mit der Appetitregulation wird diskutiert, ob der süße Geschmack zusammen mit den fehlenden Kalorien den Appetit anregt und zum Essen motiviert, da der Körper durch die Aktivierung des Süßrezeptors im Mund auf eine Kalorieneinnahme eingestellt wird und dadurch der Blutzuckerspiegel sinkt. Dies kann wiederum zu einem Heißhungergefühl führen. Diese Theorie konnte jedoch nie abschließend belegt werden. Durch eine placebokontrollierte, doppelblinde, sechsfache Cross-over-Studie mit zwölf gesunden Probanden konnte im Jahr 2011 festgestellt werden, dass Süßungsmittel nur einen geringen Einfluss auf das Appetitempfinden haben (Steinert et al. 2011). Dies konnte in einer Studie aus den Niederlanden, welche 2018 durchgeführt wurde, bestätigt werden. In dieser wurde der Zusammenhang zwischen Sucralose und dem Einfluss auf das Gehirn untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass die Aufnahme von Sucralose einen ähnlichen Effekt ausübt wie Wasser und demnach kein Sättigungsgefühl auslöst (van Opstal et al. 2019).

Ob sich die genannten Effekte auf das Appetit- und Belohnungssystem sowie langfristig auf das Körpergewicht auswirken und somit Übergewicht begünstigen, ist noch nicht abschließend geklärt. Bei einer systematischen Literaturrecherche (2014) wurden 15 randomisierte, kontrollierte Studien und 9 prospektive Kohortenstudien, welche sich mit dem Konsum von Süßstoffen befassen, untersucht. Diese Metaanalyse liefert das Ergebnis, dass es keinen Zusammenhang zwischen der Einnahme von Süßstoffen, dem Körpergewicht oder der Fettmasse gibt. Der Konsum führt lediglich zu einem minimalen Gewichtsverlust (Miller und Perez 2014). In einer weiteren Übersichtsarbeit (2021) wurden 60 Artikel, die über 88 Parallelgruppen- und Crossover-Studien mit einer Dauer von mehr als einer Woche berichteten und in welchen entweder das Körpergewicht, der BMI und/oder die Energiezufuhr gemessen wurden, verglichen. Die Ergebnisse zeigen einen Effekt zugunsten von kalorienarmen Süßstoffen im Vergleich zu Zucker beim Körpergewicht, BMI und der Energiezufuhr. Die Wirkung auf die Veränderung des Körpergewichts nahm mit der Menge des durch Süßstoff ersetzten Zuckers zu (Rogers und Appleton 2021). Demnach können Süßstoffe einen geringen bis positiven Einfluss auf die Reduktion des Körpergewichts haben, was jedoch noch weiter erforscht werden muss.

In der Arbeit „Non-Nutritive sweeteners and typ 2 diabetes: Should we ring the bell?“ wurde untersucht, ob der Verzehr von nicht-nutritiven Süßungsmitteln Typ-2-Diabetes verhindert oder verursacht. Um diese Frage zu beantworten, wurde zwischen Oktober und Dezember 2018 eine umfangreiche Literaturrecherche vorgenommen. Hierbei wurden Humanstudien aus den Jahren 2004 bis 2018 herangezogen und die Ergebnisse miteinander verglichen. Die Literatur ist sehr heterogen, und die Ergebnisse variieren je nach Art und Durchführung der Studien. Einige bestätigen den Verdacht, dass Süßstoffe Typ-2-Diabetes hervorrufen könnten und andere widerlegen diesen. Schlussendlich gibt es kein eindeutiges Ergebnis, ob der Verzehr von Süßstoffen das Diabetesrisiko erhöht oder nicht (Daher et al. 2019).

Die Zufuhr von Süßstoffen könnte das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen erhöhen und dadurch mit dem Auftreten von Schlaganfällen in Verbindung gebracht werden. In einer prospektiven Kohortenstudie wurde 2017 untersucht, ob der Konsum von zuckerhaltigen oder künstlich gesüßten Getränken mit dem prospektiven Risiko eines Schlaganfalls oder einer Demenz in der gemeindebasierten Framingham Heart Study Offspring-Kohorte verbunden war. Das Ergebnis der Kohortenstudie ist, dass ein höherer und kumulativer Konsum von mit Süßstoff gesüßten Erfrischungsgetränken mit einem erhöhten Risiko für ischämischen Schlaganfall, Demenz aller Ursachen und Alzheimer-Demenz assoziiert ist. Mit natürlichem Zucker gesüßte Getränke sind hiervon ausgenommen (Pase et al. 2017).

In einer weiteren Metaanalyse wurden insgesamt sieben prospektive Kohortenstudien mit 308.420 Teilnehmenden (Altersspanne 34 - 75 Jahre) in die Untersuchung einbezogen. Die Ergebnisse deuten auf ein höheres Risiko für Schlaganfall und Herzinfarkt, nicht aber für andere vaskuläre Ereignisse bei einer schrittweisen Erhöhung des Konsums von zuckergesüßten Getränken hin. Bei der Auswertung von hohem im Vergleich zu niedrigem Konsum zuckergesüßter Getränke war das Risiko für einen Herzinfarkt erhöht, nicht aber für einen Schlaganfall, vaskuläre Ereignisse oder Mortalität. Mit Süßstoff

gesüßte Getränke waren mit einem signifikant höheren Risiko für Schlaganfälle und vaskuläre Ereignisse verbunden (Narain et al. 2016). Beide Arbeiten vermuten einen Zusammenhang zwischen dem Konsum von mit Süßstoff gesüßten Getränken und dem kardiovaskulären Risiko. Dennoch ist die Datenlage zu den physiologischen Auswirkungen einer dauerhaften Zufuhr von Süßstoffen noch sehr kontrovers (Meyer-Gerspach 2023). Auch das Bundesinstitut für Risikobewertung spricht aufgrund der schwachen Datenlage keine abschließende gesundheitliche Risikobewertung aus. Da momentan hauptsächlich Studien zu einzelnen Süßungsmitteln vorhanden sind. Da in verschiedenen Produkten auch Kombination verschiedener Stoffe eingesetzt werden besteht in diesem Bereich noch Forschungsbedarf. (BfR 2023).

Schlussendlich lässt sich sagen, dass dieser Bereich noch nicht ausreichend erforscht wurde und die Auswirkungen eines regelmäßigen Verzehr von den einzelnen Süßstoffen nicht gänzlich klar sind. Die ADI-Werte gelten jeweils für einen einzelnen Stoff, aber es ist nicht erforscht, was passiert, wenn man alle Stoffe zusammen in Höhe der ADI's konsumiert.

5.2.4 Zuckeralternativen

Neben den Süßungsmitteln gibt es noch weitere Alternativen, um den Haushaltszucker zu ersetzen. Einige Beispiele sowie ihre Besonderheiten sind in Tabelle 9 aufgeführt.

Tabelle 9: Zuckeralternativen und ihre Besonderheiten (Verbraucherzentrale 2023a; Thielking 2021; Lagoni 2009; Industrieverband Agrar (IVA) 2023; Knies 2018, 2019, 2019, 2019; Bundesministerium der Justiz 2017)

Zuckeralternative	Besonderheit
Honig	<ul style="list-style-type: none"> - Naturbelassenes Produkt - Besteht zu 80 % aus Zucker, vorwiegend Einfachzucker (Glucose und Fructose), Zweifachzucker und verschiedenen Mehrfachzuckern - Gut verdaulich - Zucker wird direkt ins Blut weitergegeben - Kann bei übermäßigem Verzehr abführend wirken - Appetitanregend und verdauungsfördernd - Höhere Süßkraft als Haushaltszucker - Geringerer Energiegehalt als Haushaltszucker (Honig = 304 kcal/ 100 g, Haushaltszucker = 387 kcal/ 100 g) - Geschmack und Aroma können je nach Pflanzen- und Bienenart unterschiedlich sein - Unerhitzter Honig könnte Bakterien enthalten und darf erst ab dem Alter von einem Jahr verzehrt werden - Nicht geeignet für Speisen, die Speisestärke enthalten - Qualität schwankt und ist abhängig von Standort, Wetter, Erntezeitpunkt und Weiterverarbeitung
Kokosblütenzucker	<ul style="list-style-type: none"> - Wird aus dem Nektar der Kokospalmen gewonnen - Schmeckt nach Karamell - Kann wie Haushaltszucker dosiert werden - Kann zum Beispiel zum süßen von Backwaren verwendet werden - Technologisch etwas schlechter als Haushaltszucker – Das Volumen von Rührteig ist geringer, stärkere Bildung von Luftblasen - Löst sich schlechter als Haushaltszucker - Besteht zu 70 – 90 % aus Saccharose - Anbau überwiegend im südostasiatischen Raum
Voll- Rohrohrzucker	<ul style="list-style-type: none"> - Auch bekannt als „brauner Zucker“ - Herstellung ähnlich wie bei weißem Haushaltszucker, lediglich der letzte Reinigungs- und Kristallisationsschritt werden weggelassen - Intensiver Karamellgeschmack

	<ul style="list-style-type: none"> - Dunklere Farbe <p>Brauner Zucker kann auch aus Zuckerrüben hergestellt werden</p>
Ahornsirup	<ul style="list-style-type: none"> - Wird zum Großteil aus dem Saft des kanadischen Ahornbaumes hergestellt - Karamellgeschmack - Geringere Süßkraft als Haushaltszucker - Unterscheidung Grad A und C (Bezeichnung hängt mit Zeitpunkt der Ernte zusammen) - Trockenmasse besteht zu 88 – 99 % aus Saccharose
Reissirup und Getreidesirupe	<ul style="list-style-type: none"> - Geringere Süßkraft und Energiegehalt als Haushaltszucker - Reissirup hat einen leicht nussigen Geschmack - Milde Süße
Fruchtzuckeralternativen	<ul style="list-style-type: none"> - Maissirup, Fruchtsüße, Fruchtextrakt, Invertzucker - Preiswerter in der Herstellung als Haushaltszucker - Kann industriell aus Stärke und Saccharose hergestellt werden - Große Mengen können zu Magenschmerzen, Blähungen oder Durchfall führen - Natürlich in vielen Früchten enthalten - Bestehen hauptsächlich aus Fructose
Gersten- und Malzextrakt	<ul style="list-style-type: none"> - intensiv malzig im Geschmack - geringe Süße
Obst	<ul style="list-style-type: none"> - Die natürlich in Obst vorhandene Süße kann genutzt werden - Beispielsweise in Backwaren - Bananen, Fruchtmark (z.B. Apfel) - Obst enthält unterschiedlich viel Fructose - Süße Grad ist abhängig vom Reifegrad
Datteln	<ul style="list-style-type: none"> - Dattelsirup, Dattelzucker - Fruchtiger Karamellgeschmack - Hoher Fructosegehalt - Höhere Süßkraft und geringerer Energiegehalt als Haushaltszucker - Unterschiedliche Dosierung als Haushaltszucker - Bestehen zu 60 % aus Zucker (Glucose und Fructose) - Enthalten Mineralstoffe, Ballaststoffe und Vitamine

Um den Haushaltszucker (Saccharose) in Lebensmitteln zu ersetzen, gibt es viele Möglichkeiten. Es muss jedoch beachtet werden, dass sich gerade die Zuckeralternativen technologisch anders verhalten und es demnach zu negativen Auswirkungen im Produkt kommen kann.

Haushaltszucker ist kostentechnisch meist am günstigsten, der Preis kann je nach Hersteller variieren (Verbraucherzentrale 2023a). Die Zuckeralternativen können jedoch die geschmackliche Vielfalt eines Produktes erweitern, da sie teilweise individuelle Aromastoffe aufweisen. Weitere Vorteile sind nicht wissenschaftlich belegt (Knies 2019).

Schlussendlich sollte das Ziel im Vordergrund stehen, den süßen Geschmack in Lebensmitteln zu reduzieren. Für Kinder ist es schwer, die Alternativen vom Haushaltszucker zu unterscheiden. Unter dem Gesichtspunkt der Ernährungsbildung ist es wenig zielführend, Zucker in einem Lebensmittel mit dem Ziel der gleichen Süßwirkung zu ersetzen – eine Geschmacksprägung in Richtung „zu süß“ ist zu vermeiden (Schindelm et al. 2010). Demnach sollte der Fokus auf die Reduktion und nicht auf die Substitution gerichtet werden.

5.3 Rezepturanpassung/Technologische Verfahren

Bei der Herstellung hoch verarbeiteter Produkte kann durch die Zugabe von Aromen, aber auch durch die Verteilung und Größe der Zuckerpartikel Zucker eingespart werden. Teilweise können diese Maßnahmen auch bei der handwerklichen Herstellung angewendet werden.

Durch cross-modale Interaktionen kann der süße Geschmack mit Hilfe von natürlichen Aromen verstärkt werden. Das menschliche Gehirn hat gelernt, Kombinationen von Geruchs- und Geschmacksreizen zu verknüpfen, die in den Lebensmitteln, die die Person bereits gekostet hat, zusammen vorkommen. Geruchsreize, die regelmäßig mit süß, bitter, salzig oder sauer schmeckenden Lebensmitteln gepaart wurden, können die damit verbundene Geschmacksqualität verbessern, selbst wenn diese nur auf einem unterschwelligem Niveau präsentiert werden (Spence 2015). Aromen wie Maracuja, Pfirsich, Erdbeere oder Karamell erhöhen die Wahrnehmung von Süße in wässrigen Zuckerlösungen. Erdbeer-Aroma wirkt sich auch in Rahm positiv auf die wahrgenommene Süßintensität aus (Stoffers et al. 2020). Bei Zitronenaroma zeigen sich je nach Studie unterschiedliche Wirkungen. Entweder wurde die Süßwahrnehmung erhöht, reduziert oder nicht verändert (Valentin et al. 2006). Untersuchungen mit Vanillearoma zeigen ebenfalls widersprüchliche Ergebnisse. In einer wässrigen Zuckerlösung scheint Vanillearoma einen positiven Einfluss auf den süßen Geschmack zu haben (Bertelsen et al. 2021). Bei Milchprodukten hingegen wurde die Süß-Wahrnehmung teilweise verbessert, teilweise verschlechtert. Das könnte unter anderem daran liegen, dass die Wahrnehmung der Süße neben dem Aroma auch von Texturbildnern und der Farbe des Produkts beeinflusst wird (Alcaire et al. 2017).

Eine weitere technologische Option, den Zucker in einem Lebensmittel zu reduzieren, ohne die Süße zu vermindern, ist die inhomogene Verteilung des Zuckers im Lebensmittel. Dies kann beispielsweise durch die Anordnung von Zucker in mehreren Schichten erfolgen. Eine unterschiedliche Zuckerkonzentration zwischen den Schichten kann in Gelmodellen die Intensität der Süße im Vergleich zu Gelen mit homogener Zuckerverteilung erhöhen. Die räumliche Verteilungsstrategie ermöglicht eine 20 %ige Verringerung der Saccharose in gelierten Produkten, ohne die Süßkraft zu beeinträchtigen (Ponzo et al. 2021). Je nach Produkt kann es jedoch zu einer Beeinträchtigung der physikalischen Eigenschaften kommen. Beispielsweise ist die Zunahme an Volumen während des Backvorgangs geringer (Caporizzi et al. 2021). Die inhomogene Zuckerverteilung im Produkt kann auch bei der handwerklichen Herstellung erfolgen. Beispielsweise bei der Zugabe von großen Fruchtstücken in Joghurt anstelle von verrührtem Fruchtpüree. Der süße Geschmack der Fruchtstücke bildet einen Kontrast zum eher säuerlichen Geschmack des Naturjoghurts. Zusätzlich können dadurch die Verweilzeit und Aromafreisetzung im Mund verbessert werden (Stoffers et al. 2020).

Eine weitere Möglichkeit der Zuckerreduktion ist der Einsatz bestimmter Zuckerpartikelgrößen. Vergleicht man Produkte mit kleinen und großen Zuckerpartikeln, so werden erstere als süßer wahrgenommen. Darüber hinaus ist auch hier die Verteilung im Produkt entscheidend. Puderzucker z. B. sollte sich für einen besonders süßen Geschmack außen am Produkt befinden. Des Weiteren kann die Größe der Zuckerpartikel einen Einfluss auf das Mundgefühl haben, wodurch eine positive Verbraucherakzeptanz erreicht wird (Caporizzi et al. 2021).

Bei der Zuckerreduktion kann es jedoch zu weiteren technologischen Herausforderungen kommen, da der Zucker auch für die Feuchtigkeitsbindung, Haltbarkeitsverlängerung und als Farb- und Füllstoff eingesetzt wird (siehe *Kapitel 3: Technologische und sensorische Funktionen von Zucker in Lebensmitteln* **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Neben dem Geschmack müssen auch diese weiteren Faktoren bei der Reduktion beachtet werden, um die Qualität des Lebensmittels und die Akzeptanz der Verbraucher*innen nicht zu beeinträchtigen (Caporizzi et al. 2021).

5.4 Zuckerreduktion in der Gemeinschaftsverpflegung: Optionen und Potentiale

Die Reduktion des Zuckergehaltes sowohl in industriell hergestellten Produkten als auch in handwerklich hergestellten Speisen der Gemeinschaftsverpflegung kann einen verhältnispräventiven Ansatz zur Senkung des Risikos für Diabetes, Karies sowie Übergewicht für Kinder darstellen und zu einer gesundheitsfördernden Ernährung beitragen. Demnach sollten Kinder weniger als 10 % der Gesamtenergie an freien Zuckern zu sich nehmen (WHO 2015). Zucker trägt in verarbeiteten Produkten neben sensorischen Eigenschaften häufig zur Haltbarmachung bei, kann jedoch in den meisten

Lebensmitteln bis zu 30 % reduziert werden, ohne technologische Beeinträchtigungen auszulösen. Im Rahmen des Projektes Start Low konnte für Pudding ein Reduktionspotential ohne Akzeptanzverlust nachgewiesen werden (Fromm et al. 2023). Auch bei Kinderjoghurts konnte eine Zuckerreduktion von 25 % ohne Akzeptanzverlust nachgewiesen werden (Velázquez et al. 2021). Bei der frischen Zubereitung von Produkten, die rasch verzehrt werden, kann je nach Produkt eine Reduktion von 30 % des Zuckers durchgeführt werden, ohne dass sich die Akzeptanz verringert (Oliveira et al. 2016). Um sensorische Akzeptanzverluste zu vermeiden, kann der Zuckergehalt schrittweise durch „stille Reduktion“ verringert werden. Bei diesem nicht proaktiv kommunizierten Ansatz wird der Zucker über einen längeren Zeitraum in geringen Mengen verringert, sodass die Reduktion vom Konsumenten nicht registriert wird (siehe *Kapitel 5.1: Zuckerreduktion in verarbeiteten Produkten*) (Stoffers et al. 2020). Um den Schwellenwert für süßen Geschmack insbesondere bei Kindern niedrig zu halten, sollte der Zucker reduziert werden, ohne dass eine gleichzeitige Substitution durch Zuckerersatzstoffe erfolgt. Unverarbeitete Produkte sollten im Einkauf den hochverarbeiteten vorgezogen werden. Produkte wie Obst und Milch enthalten von Natur aus ebenfalls Zucker, jedoch ist dieser durch die gleichzeitige Zufuhr von Ballaststoffen und Nährstoffen nicht mit dem Zucker in hochverarbeiteten Produkten zu vergleichen. Diese sind meist energiereich und nährstoffarm. Zucker wird vor allem in Süßwaren, Getränken, Backwaren, Milcherzeugnissen und Brotaufstrichen eingesetzt (WVZ 2023). Diese Produkte sollten in der hochverarbeiteten, gesüßten Version möglichst selten verwendet und grundsätzlich mit frischen Produkten kombiniert werden. Des Weiteren sollten beim Einkauf Produkte derselben Kategorie verglichen werden, da sich diese je nach Verarbeitungsgrad und Rezeptur des Herstellers oftmals im Zuckergehalt unterscheiden. Teilweise geben auch definierte Begriffe in der Produktbeschreibung neben der Nährwertdeklaration Aufschluss darüber, ob und wie viel Zucker zugesetzt wurde (siehe *Kapitel 1.2: Deklaration von Zucker in Lebensmitteln*). Obwohl manche Lebensmittelkategorien mehr Zucker enthalten als andere, gibt es auch innerhalb dieser Kategorien zuckerarme oder zuckerfreie Alternativen, die keinen oder nur einen geringen Mehraufwand in der Herstellung darstellen, wie in Tabelle 10 zusammengefasst.

Tabelle 10: Zuckerreduktionsoptionen durch Rezepturanpassung und Substitution nach Lebensmittelkategorien (DGE 2023; Verbraucherzentrale NRW 2023)

Milchprodukte	Getreideprodukte und Backwaren	Getränke	Obst
Ersatz von Fruchtjoghurt oder Schokoladenjoghurt durch Naturjoghurt ohne Zuckerzusatz und Süßungsmittel, zur Verringerung des Energiegehalts ggf. fettreduzierte Produkte verwenden	Ersatz von Müsli-Mischungen durch z. B. Haferflocken und zuckerfreie Alternativen, selbst gemischtes Müsli	Ersatz von gesüßten Getränken durch ungesüßte Tees und Wasser	Ersatz von eingelegten Früchten durch frisches oder ungezuckertes tiefgekühltes Obst (Achtung – bei der Zubereitung aufkochen!)
Milchbasierte Desserts und Süßspeisen selbst zubereiten und den Zuckergehalt um 30 % reduzieren	Der Zucker in Backwaren kann ohne technologische Nachteile um 30 – 40 % reduziert werden	Falls gelegentlich Fruchtschorle getrunken wird, sollte Direktsaft zum Mischen verwendet werden	Verschiedene Obstsorten, je nach Saison anbieten
Trinkmalzeiten ersetzen durch selbstzubereitete Milchdrinks mit Obst	Zucker in Backwaren kann durch den Einsatz von Fruchtmarm oder Gemüsepüree teilsubstituiert werden		Obstangebot mit verschiedenem Gemüse erweitern
	Ersatz von Weißmehlprodukten durch Vollkornprodukte zur Verbesserung der		Apfelmark statt Apfelmus wählen

und Milch (zur Verringerung des Energiegehalts ggf. fettreduzierte Produkte verwenden)	Kohlenhydratqualität und Textur Einsatz von Trockenfrüchten wie Rosinen		
--	--	--	--

Bei der Speisenzubereitung sollte, insbesondere in der Kitaverpflegung, auf genaue Mengenangaben in den Rezepturen geachtet werden und bestehende Rezepturen hinsichtlich der Mengenvorgaben geprüft werden. Zudem kann Zucker durch die Herstellungsmethode, die Zubereitungsart und die Produktkombination eingespart werden. So kann beispielsweise Zucker in Produkten wie Waffeln, Pfannkuchen o. ä. stark eingespart werden, wenn diese bereits mit einer süßen Soße kombiniert oder mit Puderzucker bestreut werden. Auch bei Fruchtjoghurt kann weniger Zucker verwendet werden, wenn dieser große Fruchtstücke anstatt Fruchtpüree enthält. Durch die Verwendung von natürlichen Aromen wie Zimt, Vanille oder Zitronenschale wird der süße Geschmack positiv verstärkt, sodass auch hier weniger Zucker gebraucht wird (Spence 2015). Statt süßen bunten Streuseln können bunte saisonale Früchte zum Garnieren genutzt werden. Je kreativer und bunter das Angebot ist und je vielfältiger die Zubereitungsformen, desto mehr Geschmacksvielfalt gibt es. Dies kann, insbesondere im Kindesalter, zur Prägung neuer Geschmackseindrücke beitragen, die bis ins Erwachsenenalter bestehen bleiben. Um Kinder auf einen weniger süßen Geschmack zu prägen und aufgrund der altersabhängigen, intensiveren Geschmackswahrnehmung, ist die sensorische Beurteilung (Abschmecken der Speisen) zielgruppenspezifisch auszurichten. Hierbei können sensorische Schulungen und eine Abfrage der Speisenakzeptanz Aufschluss über die möglichen Reduktionsgrenzen je nach Lebensmittel geben. Die nachfolgende Tabelle 11 fasst Handlungsmöglichkeiten zusammen, wie in den verschiedenen Prozessschritten vom Wareneinkauf, über die Zubereitung und die Speisenausgabe Zucker reduziert werden kann.

Tabelle 11: Möglichkeiten der Zuckerreduktion in den einzelnen Prozessschritten (Verbraucherzentrale NRW 2023; Caporizzi et al. 2021)

Prozessschritt	Handlungsempfehlung zur Zuckerreduktion
Wareneinkauf	<ul style="list-style-type: none"> - Kaufen Sie, wenn möglich, wenig verarbeitete Produkte und kombinieren Sie diese immer mit frischen Produkten. - Vergleichen Sie den Zuckergehalt von Produkten und wählen Sie das Produkt mit dem geringsten Zuckergehalt. - Vermeiden Sie Produkte, die Süßstoffe oder Zuckeraustauschstoffe enthalten: Achten Sie auf die Zutatenliste bei Produkten, oftmals sind verschiedene Zuckerarten/ -begriffe angegeben. - Kaufen Sie, wenn möglich, frisches oder tiefgekühltes Obst und Gemüse. - Verzichten Sie auf zuckerhaltige Getränke.
Zubereitung	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzieren Sie schrittweise die Menge an Zucker beim Kochen und Backen (bis zu 50 %). - Setzen Sie statt Zucker Gewürze und natürliche Aromen ein z. B. Zimt und Zitronenabrieb. - Bereiten Sie Speisen frisch zu und verzichten Sie wenn möglich auf Zucker. - Bieten Sie als Dessert frisches Obst an. - Nutzen Sie zum Süßen Haushaltszucker, Honig oder Fruchtmarmelade, verzichten Sie auf Süßungsmittel. - Bei Backwaren kann der Zucker um mindestens 30 % reduziert werden. - Nutzen Sie zum Backen die Süße aus Bananen oder Fruchtmarmelade (Vorsicht: Süße ist abhängig vom Reifegrad sowie der Sorte des Obstes)

Zuckereinsatz in der Kitaverpflegung

Ausgabe	<ul style="list-style-type: none">- Reduzieren Sie das Angebot von süßen Speisen und Desserts.- Versuchen Sie bei süßen Speisen kleinere Portionen auszugeben.- Bieten Sie als Zwischenmahlzeit geschnittenes Gemüse oder Obst an.- Verzichten Sie auf zuckergesüßte Getränke, bieten Sie Wasser und ungesüßten Tee an.
---------	--

6 Schlussfolgerung und Ausblick

Ein übermäßiger Zuckerkonsum beeinträchtigt die Gesundheit, vor allem, wenn bereits im Kindesalter zu viel Zucker konsumiert wird. Um Kinder gar nicht erst auf einen süßen Geschmack zu prägen, sollte der Einsatz von freien Zuckern in der Verpflegung von Kindern, sowohl im privaten Umfeld als auch in der Kitaverpflegung, bewusst erfolgen. Die Basis einer gesundheitsfördernden Ernährung ist dabei eine vollwertige Ernährung mit Vollkornprodukten, pflanzenbasierter Kost, sowie Milchprodukten. Vor dem Hintergrund der Haupteintragsquellen freier Zucker bei Kindern, ist insbesondere auf gesüßte Getränke zu verzichten. Stattdessen eignet sich Wasser und warmer bzw. kalter Tee. Bei allen angebotenen Speisen sind unverarbeitete Lebensmittel zu bevorzugen, da die Zugabe von Zuckern, unabhängig davon, ob es sich um Rohrzucker oder aber Alternativen wie Honig, Dicksäfte oder Pflanzensirupe handelt, beeinflussbar ist. Bei verarbeiteten Produkten sollten zudem Produkte mit Zuckeraustauschstoffen oder Süßstoffen gemieden werden, da diese trotzdem für einen süßen Geschmack in Produkten sorgen und für ein Herabsenken der Süßschwelle nicht geeignet sind. Die Süßschwelle von Kindern liegt unter der von Erwachsenen – bei einer Vielzahl von Produkten kann in bestehenden Standardrezepturen der Zuckeranteil um 30 – 40 % gesenkt werden.

Bei verarbeiteten Produkten sollte im Einkauf, idealerweise mit Hilfe des Warenwirtschaftsmanagementsystems, ein Produkt-Monitoring erfolgen: Zum einen hinsichtlich des Gesamtzuckers, aber auch auf Zutatenebene, um so nährwertseitig günstigere Alternativen zu wählen. Zudem sollte das Personal über das höhere Geschmacksempfinden von Kindern aufgeklärt und geschult werden.

Um in der bestehenden Verpflegung Zucker zu reduzieren, ist eine schrittweise Veränderung in Form einer „stillen“ Reduktion indiziert. Je mehr Speisen anbietende, aber auch Lebensmittelhersteller dies umsetzen, desto realistischer ist eine ganzheitliche Reduzierung von Zucker und somit eine Verbesserung der Ernährungssituation und der Geschmacksprägung in der Bevölkerung. Die Anpassung des Süßempfindens erfolgt innerhalb weniger Wochen, in Abhängigkeit von individuellen Gewohnheiten.

7 Literaturverzeichnis

- Alcaire, F.; Antúnez, L.; Vidal, L.; Giménez, A.; Ares, G. (2017): Aroma-related cross-modal interactions for sugar reduction in milk desserts: Influence on consumer perception. In: *Food research international (Ottawa, Ont.)* 97, S. 45–50. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.02.019.
- Arens-Azevêdo, U.; Bölts, M.; Schnur, E.; Tecklenburg, M. E.; DGE (2020): Beurteilung ausgewählter Convenience-Produkte in der Gemeinschaftsverpflegung und Handlungsempfehlungen zur Optimierung. Online verfügbar unter <https://www.dge.de/fileadmin/Bilder/gemeinschaftsverpflegung/publikationen/Convenienceprodukte-GV.pdf>, zuletzt geprüft am November 2020.
- Babio, N.; Bulló, M.; Salas-Salvadó, J. (2009): Mediterranean diet and metabolic syndrome: the evidence. In: *Public health nutrition* 12 (9A), S. 1607–1617. DOI: 10.1017/S1368980009990449.
- Bagus, T.; Roser, S.; Watzl, B. (2016): Reformulierung von verarbeiteten Lebensmitteln - Bewertung und Empfehlungen zur Reduktion des Zuckergehalts. Online verfügbar unter https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Themen/Reformulierung/Reformulierung_Thema-Zucker.pdf.
- Bertelsen, A. S.; Zeng, Y.; Mielby, L. A.; Sun, Y.; Byrne, D. V.; Kidmose, U. (2021): Cross-modal Effect of Vanilla Aroma on Sweetness of Different Sweeteners among Chinese and Danish Consumers. In: *Food Quality and Preference* 87, S. 104036. DOI: 10.1016/j.foodqual.2020.104036.
- BfR (2014): Bewertung von Süßstoffen und Zuckeraustauschstoffen. Hintergrundinformation Nr. 025/2014 des BfR vom 1. Juli 2014. Online verfügbar unter https://www.bfr.bund.de/cm/343/bewertung_von_suessstoffen.pdf.
- BfR (2023): Süßungsmittel: Mehrheit der Studien bestätigt keine Gesundheitsbeeinträchtigung - allerdings ist die Studienlage unzureichend. Stellungnahme Nr. 004/2023 des BfR vom 07. Februar 2023 (Bewertungsstand 23. September 2019). DOI: 10.17590/20230207-070309.
- BMEL (2021): Weniger ist mehr – Zucker, Fette und Salz reduzieren. Online verfügbar unter https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Weniger-ist-mehr-ReduktionSalzZuckerFett.pdf?__blob=publicationFile&v=8.
- Bundesärztekammer (BÄK); Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV); Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) (2023): Nationale VersorgungsLeitlinie Typ-2-Diabetes – Langfassung, Version 3.0. DOI: 10.6101/AZQ/000503.
- Bundesministerium der Justiz (2017): Honigverordnung vom 16. Januar 2004. Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/honigv_2004/BJNR009200004.html, zuletzt geprüft am 05.07.2017.
- Caporizzi, R.; Severini, C.; Derossi, A. (2021): Study of different technological strategies for sugar reduction in muffin addressed for children. In: *NFS Journal* 23, S. 44–51. DOI: 10.1016/j.nfs.2021.04.001.
- Chiavaroli, L.; Souza, R. J. de; Ha, V.; Cozma, A. I.; Mirrahimi, A.; Wang, D. D. et al. (2015): Effect of Fructose on Established Lipid Targets: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Feeding Trials. In: *Journal of the American Heart Association* 4 (9), e001700. DOI: 10.1161/JAHA.114.001700.
- Daher, M. I.; Matta, J. M.; Abdel N.; Afif M. (2019): Non-nutritive sweeteners and type 2 diabetes: Should we ring the bell? In: *Diabetes research and clinical practice* 155, S. 107786. DOI: 10.1016/j.diabres.2019.107786.
- Della Bucher Torre, S.; Jotterand Chaparro, C. (2019): Grundlagenpapier Zucker Grundlagenpapier betreffend Ausrichtung der Aktivitäten zur Reduktion des Zuckerkonsums in der Schweiz.
- Deutsches Bienen Journal (2022): Diese Inhaltsstoffe stecken im Honig. Online verfügbar unter <https://www.bienenjournal.de/imkerpraxis/ratgeber/inhaltsstoffe-honig/>, zuletzt aktualisiert am 08.12.2022, zuletzt geprüft am 24.10.2023.
- DGE (2022): Die Nährstoffe. Bausteine für Ihre Gesundheit. 6. Auflage, aktualisierte Auflage. Bonn: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.

DGE (2023): Qualitätsstandard für die Verpflegung in Kitas. 6. Auflage, 2. korrigierter und aktualisierter Nachdruck. Bonn. Online verfügbar unter https://www.fitkid-aktion.de/fileadmin/user_upload/medien/DGE-QST/DGE_Qualitaetsstandard_Kita.pdf, zuletzt geprüft am 28.08.2023.

Drewnowski, A. (2000): Sensory control of energy density at different life stages. In: *Proc. Nutr. Soc.* 59 (2), S. 239–244. DOI: 10.1017/S0029665100000264.

Ellrott, T.; Barlovic, I. (2012): Einflussfaktoren auf das Essverhalten von Kindern und Jugendlichen. In: *Kinderärztliche Praxis* 83 (4), S. 213–217.

Elmadfa, I.; Leitzmann, C. (2019): Ernährung des Menschen. 6. Auflage. Stuttgart: utb GmbH; Ulmer.

Ernährungsumschau (2019): DONALD-Studie: Zucker-Konsum bei Kindern und Jugendlichen noch deutlich über Empfehlungen. Online verfügbar unter <https://www.ernaehrungs-umschau.de/print-news/13-05-2019-donald-studie-zucker-konsum-bei-kindern-und-jugendlichen-noch-deutlich-ueber-empfehlungen/>, zuletzt aktualisiert am 02.10.2023, zuletzt geprüft am 05.10.2023.

Ernst, J. B.; Arens-Azevêdo, U.; Bitzer, B., Bosy-Westphal, A.; Zwaan, M. de; Egert, S.; Fritsche, A. et al. (2018): Konsensuspapier. Quantitative Empfehlung zur Zuckerzufuhr in Deutschland. Online verfügbar unter https://www.dge.de/fileadmin/dok/wissenschaft/stellungnahmen/Konsensuspapier_Zucker_DAG_DDG_DGE_2018.pdf.

Ernst, J. B.; Arens-Azevêdo, U.; Bitzer, B., Bosy-Westphal, A.; Zwaan, M. de; Egert, S.; Fritsche, A. et al. (2019): Quantitative Empfehlung zur Zuckerzufuhr in Deutschland. Kurzfassung des Konsensuspapiers der Deutschen Adipositas-Gesellschaft e. V. (DAG), der Deutschen Diabetes Gesellschaft e. V. (DDG) und der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE). In: *Ernährungsumschau*, S. 26–34.

Europäische Union (2006): Verordnung (EG) Nr. 1924/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel.

Europäische Union (2008): Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Lebensmittelzusatzstoffe.

Europäische Union (2011): Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2011 betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1924/2006 und (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Richtlinie 87/250/EWG der Kommission, der Richtlinie 90/496/EWG des Rates, der Richtlinie 1999/10/EG der Kommission, der Richtlinie 2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2002/67/EG und 2008/5/EG der Kommission und der Verordnung (EG) Nr. 608/2004 der Kommission.

Europäische Union (2013): Verordnung (EU) Nr. 609/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Juni 2013 über Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder, Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke und Tagesrationen für gewichtskontrollierende Ernährung und zur Aufhebung der Richtlinie 92/52/EWG des Rates, der Richtlinien 96/8/EG, 1999/21/EG, 2006/125/EG und 2006/141/EG der Kommission, der Richtlinie 2009/39/EG des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Verordnungen (EG) Nr. 41/2009 und (EG) Nr. 953/2009 des Rates und der KommissionText von Bedeutung für den EWR.

Europäische Union (2021): 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.

European Food Safety Authority (2021): tolerable upper intake level for dietary sugars. DOI: 10.2805/67668.

Föller, M.; Stangl, G. I. (2021): Ernährung - Physiologische und Praktische Grundlagen. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Fromm, J.A; Klingshirn, A.; Maier-Nöth, A. (2023): Schmeckt das eigentlich? In: *gv-Praxis* (7-8/2023), S. 34-36.

Graffe, M. I. M.; Pala, V.; Henauw, S. de; Eiben, G.; Hadjigeorgiou, C.; Iacoviello, L. et al. (2019): Dietary sources of free sugars in the diet of European children: the IDEFICS Study. In: *European journal of nutrition* 59 (3), S. 979–989. DOI: 10.1007/s00394-019-01957-y.

Hauner, H.; Bechthold, A.; Boeing, H.; Brönstrup, A.; Buyken, A.; Leschik-Bonnet, E. et al. (2011): Evidenz-basierte Leitlinie – Kohlenhydratzufuhr und Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Krankheiten.

Hur, I.; Burgess-Champoux, T.; Reicks, M. (2011): Higher Quality Intake From School Lunch Meals Compared With Bagged Lunches. In: *ICAN: Infant, Child, & Adolescent Nutrition* 3 (2), S. 70–75. DOI: 10.1177/1941406411399124.

Industrieverband Agrar (IVA) (2023): Datteln: Voller Zucker, trotzdem nicht ungesund. Online verfügbar unter <https://www.iva.de/iva-magazin/schule-wissen/datteln-voller-zucker-trotzdem-nicht-ungesund>, zuletzt aktualisiert am 20.10.2023, zuletzt geprüft am 24.10.2023.

Jäggi, C. J. (2018): Ernährung, Nahrungsmittelmärkte und Landwirtschaft. Ökonomische Fragestellungen vor dem Hintergrund der Globalisierung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Johnson, R. J.; Perez-Pozo, S. E.; Sautin, Y. Y.; Manitius, J.; Sanchez-Lozada, L. G.; Feig, D. I. et al. (2009): Hypothesis: could excessive fructose intake and uric acid cause type 2 diabetes? In: *Endocrine reviews* 30 (1), S. 96–116. DOI: 10.1210/er.2008-0033.

Kahl-Scholz, M. (2021): Symptome als Wegweiser. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Kamensky, J.; VerbraucherService Bayern (2011): Kinderlebensmittel: Ein Beitrag zur Kindergesundheit? Online verfügbar unter https://www.vis.bayern.de/essen_trinken/zielgruppen/kinderlebensmittel.htm, zuletzt aktualisiert am 26.09.2023, zuletzt geprüft am 26.09.2023.

Knies, J. M. (2018): Zuckeraustauschstoffe und Süßstoffe - Teil 1. In: *Ernährungsumschau* (8), S. 51–53, zuletzt geprüft am 15.08.2018.

Knies, J. M. (2019): Von Agavendicksaft bis Kokosblütenzucker. Süßende Lebensmittel als Zuckeralternativen. In: *Ernährungsumschau* (2). DOI: 10.4455/eu.2019.007.

Lagoni, N. (2009): Ahorne (Acer) - die "Zuckerbäume". In: *LWF Wissen* 62, S. 62–64.

Lebensmittelklarheit (2021): Zucker hat viele Namen. Online verfügbar unter <https://www.lebensmittelklarheit.de/informationen/zucker-hat-viele-namen>, zuletzt aktualisiert am 09.02.2021, zuletzt geprüft am 06.09.2023.

Louie, J. C. Y.; Tapsell L. C. (2015): Association between intake of total vs added sugar on diet quality a systematic review. In: *Nutrition Reviews* (73), 837 - 857. DOI: 10.1093/nutrit/nuv044.

Maier-Nöth, A.; Schaal, B.; Leathwood, P.; Issanchou, S. (2016): The Lasting Influences of Early Food-Related Variety Experience: A Longitudinal Study of Vegetable Acceptance from 5 Months to 6 Years in Two Populations. In: *PloS one* 11 (3), e0151356. DOI: 10.1371/journal.pone.0151356.

Mela, D. J.; Woolner, E. M. (2018): Perspective: Total, Added, or Free? What Kind of Sugars Should We Be Talking About? In: *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)* 9 (2), S. 63–69. DOI: 10.1093/advances/nmx020.

Mensink, G. B. M.; Haftenberger, M.; Lage Barbosa, C.; Brettschneider, A.; Lehmann, F.; Frank, M. et al. (2021): EsKiMo II - Die Ernährungsstudie als KiGGS-Modul. Hg. v. Robert Koch-Institut.

Meyer-Gerspach, A. C. (2023): Süßungsmittel als Zuckerersatz. In: *Allianz Ernährung Gesundheit*.

Miller, P. E.; Perez, V. (2014): Low-calorie sweeteners and body weight and composition: a meta-analysis of randomized controlled trials and prospective cohort studies. In: *The American Journal of Clinical Nutrition* 100 (3), S. 765–777. DOI: 10.3945/ajcn.113.082826.

- Narain, A.; Kwok, C. S.; Mamas, M. A. (2016): Soft drinks and sweetened beverages and the risk of cardiovascular disease and mortality: a systematic review and meta-analysis. In: *International journal of clinical practice* 70 (10), S. 791–805. DOI: 10.1111/ijcp.12841.
- Oliveira, D.; Reis, F.; Deliza, R.; Rosenthal, A.; Giménez, A.; Ares, G. (2016): Difference thresholds for added sugar in chocolate-flavoured milk: Recommendations for gradual sugar reduction. In: *Food research international (Ottawa, Ont.)* 89 (Pt 1), S. 448–453. DOI: 10.1016/j.foodres.2016.08.019.
- Pase, M. P.; Himali, J. J.; Beiser, A. S.; Aparicio, H. J.; Satizabal, C. L.; Vasan, R. S. et al. (2017): Sugar- and Artificially Sweetened Beverages and the Risks of Incident Stroke and Dementia. In: *Clinical Sciences*. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.016027.
- Perrar, I.; Alexy, U. (2021): Zuckerverzehr von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. In: *Ernährungsumschau* (2), S. 86–91. DOI: 10.4455/eu.2021.009.
- Peterseil, M.; Gunzer, W.; Fuchs-Neuhold, B. (2016): Einflussfaktoren auf die Geschmacksentwicklung von Säuglingen. In: *Paediatr. Paedolog. Austria* 51 (4), S. 156–161. DOI: 10.1007/s00608-016-0396-2.
- Pielak, M.; Czarniecka-Skubina, E.; Głuchowski, A. (2020): Effect of Sugar Substitution with Steviol Glycosides on Sensory Quality and Physicochemical Composition of Low-Sugar Apple Preserves. In: *Foods (Basel, Switzerland)* 9 (3). DOI: 10.3390/foods9030293.
- Ponzo, V.; Pellegrini, M.; Costelli, P.; Vázquez-Araújo, L.; Gayoso, L.; D'Eusebio, C. et al. (2021): Strategies for Reducing Salt and Sugar Intakes in Individuals at Increased Cardiometabolic Risk. In: *Nutrients* 13 (1). DOI: 10.3390/nu13010279.
- Rees, G. A.; Richards, C. J.; Gregory, J. (2008): Food and nutrient intakes of primary school children: a comparison of school meals and packed lunches. In: *Journal of human nutrition and dietetics : the official journal of the British Dietetic Association* 21 (5), S. 420–427. DOI: 10.1111/j.1365-277X.2008.00885.x.
- Reinhold, C. (2018): Funktionen des Zuckers in Lebensmitteln. In: *Aktuel Ernährungsmed* 43 (S 01), S12-S16. DOI: 10.1055/a-0659-6181.
- Rinella, M. E.; Lazarus, J. V.; Ratziu, V.; Francque, S. M.; Sanyal, A. J.; Kanwal, F. et al. (2023): A multisociety Delphi consensus statement on new fatty liver disease nomenclature. In: *Hepatology (Baltimore, Md.)* 78 (6), S. 1966–1986. DOI: 10.1097/HEP.0000000000000520.
- Rogers, P. J.; Appleton, K. M. (2021): The effects of low-calorie sweeteners on energy intake and body weight: a systematic review and meta-analyses of sustained intervention studies. In: *International journal of obesity (2005)* 45 (3), S. 464–478. DOI: 10.1038/s41366-020-00704-2.
- Schiffner, U. (2023): Aktuelle Bewertung von Süßungsmitteln. In: *Oralprophylaxe Kinderzahnheilkd* 45 (3), S. 120–123. DOI: 10.1007/s44190-023-0670-5.
- Schindelm, A.; Grundmann-Otto, A.; Wegener, B.; Müller, C.; Brendel, B.; Benterbusch, R., Pilz et al. (2010): Zucker - (k)ein Problem? Antworten rund um Zucker, Süßes & Co. Online verfügbar unter https://www.vernetzungsstelle-sachsen.de/files/2010/07/Das_Zuckerbuch.pdf.
- Skinner, J.; Carruth, B.; Bounds, W.; Ziegler, P.; Reidy, K. (2002): Do food-related experiences in the first 2 years of life predict dietary variety in school-aged children? In: *Journal of nutrition education and behavior* 34 (6), S. 310–315. DOI: 10.1016/S1499-4046(06)60113-9.
- Spence, C. (2015): Multisensory flavor perception. In: *Cell* 161 (1), S. 24–35. DOI: 10.1016/j.cell.2015.03.007.
- Statistisches Bundesamt (2022): Kinder und tätige Personen in Tageseinrichtungen und in öffentlich geförderter Kindertagespflege am 01.03.2022.
- Steinert, R. E.; Frey, F.; Töpfer, A.; Drewe, J.; Beglinger, C. (2011): Effects of carbohydrate sugars and artificial sweeteners on appetite and the secretion of gastrointestinal satiety peptides. In: *The British journal of nutrition* 105 (9), S. 1320–1328. DOI: 10.1017/S000711451000512X.
- Stoffers, H.; Chollet, M.; Lucchetti, M.; Guggenbühl, B. (2020): Leitfaden Zuckerreduktion in Joghurt - Technologische Machbarkeit und sensorische Wahrnehmung.

Tecklenburg, E.; Arens-Azevêdo, U.; Pfannes, U. (2016): Verpflegung in Kindertageseinrichtungen (VeKiTa): Ernährungssituation, Bekanntheitsgrad und Implementierung des DGE-Qualitätsstandards. In: *Ernährungsumschau* (2), S. 106–113. DOI: 10.4455/eu.2016.009.

Thielking, H. (2021): Süßende Lebensmittel und Süßungsmittel. Kokosblütenzucker, Rote-Banane-pulver, Birkenzucker? Online verfügbar unter <https://www.bzfe.de/lebensmittel/trendlebensmittel/suessende-lebensmittel-und-suessungsmittel/>, zuletzt aktualisiert am 28.07.2021, zuletzt geprüft am 23.10.2023.

Turck, D.; Bohn, T.; Castenmiller, J.; Henauw, S.; Hirsch-Ernst, K. I.; Knutsen, H. K. et al. (2022): Tolerable upper intake level for dietary sugars. In: *EFSA journal. European Food Safety Authority* 20 (2), e07074. DOI: 10.2903/j.efsa.2022.7074.

Universitätsklinikum Düsseldorf (UKD) (2023): Phenylketonurie. Online verfügbar unter <https://www.uniklinik-duesseldorf.de/patienten-besucher/klinikeninstitutezentren/klinik-fuer-gastroenterologie-hepatologie-und-infektiologie/klinik/fuer-patienten/behandlungsschwerpunkte/stoffwechselkrankheiten/phenylketonurie>, zuletzt aktualisiert am 08.11.2023, zuletzt geprüft am 08.11.2023.

Vaclavik, V. A.; Christian, E. W. (2008): Essentials of food science. 3rd ed. New York NY: SPRINGER (Food science text series).

Valentin, D.; Chrea, C.; Nguyen, D. H. (2006): Taste–odour interactions in sweet taste perception. In: *Food Science, Technology and Nutrition*, S. 66–84. DOI: 10.1533/9781845691646.1.66.

van Opstal, A. M.; Kaal, I.; van den Berg-Huysmans, A. A.; Hoeksma, M.; Blonk, C.; Pijl, H. et al. (2019): Dietary sugars and non-caloric sweeteners elicit different homeostatic and hedonic responses in the brain. In: *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)* 60, S. 80–86. DOI: 10.1016/j.nut.2018.09.004.

Velázquez, A. L.; Vidal, L.; Alcaire, F.; Varela, P.; Ares, G. (2021): Significant sugar-reduction in dairy products targeted at children is possible without affecting hedonic perception. In: *International Dairy Journal* 114, S. 104937. DOI: 10.1016/j.idairyj.2020.104937.

Ventura, Alison K.; Mennella, Julie A. (2011): Innate and learned preferences for sweet taste during childhood. In: *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care* 14 (4), S. 379–384. DOI: 10.1097/MCO.0b013e328346df65.

Verbraucherzentrale (2023a): Kokosblüten-, Birkenzucker, Stevia & Co.: Alternative Süßmacher im Trend. Online verfügbar unter <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/schlankeitsmittel-und-diaeten/kokosblueten-birkenzucker-stevia-co-alternative-suessmacher-im-trend-13370>, zuletzt aktualisiert am 10.05.2023, zuletzt geprüft am 10.05.2023.

Verbraucherzentrale (2023b): Süßungsmittel: Was sind Süßstoffe und Zuckeraustauschstoffe? Online verfügbar unter <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/kennzeichnung-und-inhaltsstoffe/suessungsmittel-was-sind-suessstoffe-und-zuckeraustauschstoffe-81624>, zuletzt aktualisiert am 17.07.2023, zuletzt geprüft am 17.07.2023.

Verbraucherzentrale NRW (2023): Weniger Zucker im Alltag - so ist's möglich. Online verfügbar unter <https://www.verbraucherzentrale.nrw/wissen/lebensmittel/kennzeichnung-und-inhaltsstoffe/weniger-zucker-im-alltag-so-ists-moeglich-81615>, zuletzt aktualisiert am 07.03.2023, zuletzt geprüft am 07.03.2023.

WHO (2015): Guideline: Sugars intake for adults and children. Geneva: World Health Organization (Nonserial Publications). Online verfügbar unter <http://gbv.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=2033879>.

WHO (2023): WHO Regional Office for Europe nutrient profile model. second edition.

World Health Organization (2015): Guideline: Sugars Intake for Adults and Children. Online verfügbar unter [https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=jVk0DgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=World+Health+Organization+\(Hg.\)+Guideline:+sugars+intake+for+adults+and+children.+Genf+\(2015\)&ots=0kcdB5L8kb](https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=jVk0DgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=World+Health+Organization+(Hg.)+Guideline:+sugars+intake+for+adults+and+children.+Genf+(2015)&ots=0kcdB5L8kb)

Zuckereinsatz in der Kitaverpflegung

&sig=ZxgZibnOMvUSe42ehTKKBZrgZwY#v=onepage&q&f=false, zuletzt aktualisiert am 05.09.2023, zuletzt geprüft am 05.09.2023.

WVZ, VdZ (2023): Jahresbericht 2022/2023.