



universität  
wien

# MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Der Zusammenhang zwischen dem  
Zuckerkonsum und dem Dietary Inflammatory  
Index (DII) bei österreichischen Erwachsenen“

verfasst von / submitted by

Patrick Höbart, BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the  
degree of

Master of Science

Wien, 2026 / Vienna, 2026

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

A 066 838

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreut von / Supervisor:

Ass.-Prof. Mag. Dr. Petra Rust

# Abstract

## **Hintergrund:**

Ein hoher Konsum freier Zucker wird häufig mit ungünstigen gesundheitlichen Effekten und entzündlichen Prozessen in Verbindung gebracht. Der Dietary Inflammatory Index (DII) stellt ein etabliertes Instrument zur Bewertung des inflammatorischen Potenzials der Ernährung dar, berücksichtigt jedoch freie Zucker nicht als eigenständige Komponente. Vor diesem Hintergrund ist unklar, inwieweit der Konsum freier Zucker mit dem entzündungsassoziierten Gesamtmuster der Ernährung assoziiert ist.

## **Zielsetzung:**

Ziel dieser Masterarbeit war es, den Zusammenhang zwischen der Aufnahme freier Zucker und dem Dietary Inflammatory Index zu untersuchen. Ergänzend wurde analysiert, welchen Einfluss soziodemografische Faktoren wie Alter, Geschlecht und Bildungsniveau sowie systematisches Underreporting auf diesen Zusammenhang haben.

## **Methoden:**

Die Analyse basiert auf Daten einer erwachsenen österreichischen Stichprobe. Die Aufnahme freier Zucker wurde auf Basis der WHO-Definition berechnet und mit dem Dietary Inflammatory Index in Beziehung gesetzt. Es wurden bivariate und multivariate statistische Analysen durchgeführt. Der Reporterstatus wurde anhand des Verhältnisses von Energieaufnahme zu Grundumsatz bestimmt und in der Auswertung miteinbezogen.

## **Ergebnisse:**

In der Gesamtstichprobe zeigte sich kein positiver Zusammenhang zwischen der Aufnahme freier Zucker und dem Dietary Inflammatory Index. Eine Sensitivitätsanalyse ohne Underreporter deutete jedoch auf einen signifikanten positiven Zusammenhang hin. Alter und Bildungsniveau erwiesen sich als deutlich stärkere Determinanten des entzündungsbezogenen Ernährungsmusters. Jüngere Erwachsene sowie Personen mit niedriger formaler Bildung wiesen signifikant höhere DII-Werte auf. Zudem zeigte sich eine starke Konzentration von Underreportern im niedrigsten Quartil der freien Zuckeraufnahme.

## **Schlussfolgerung:**

Die Ergebnisse legen nahe, dass die entzündungsbezogene Qualität der Ernährung weniger durch den Konsum einzelner Nährstoffe wie freier Zucker bestimmt wird als vielmehr durch das gesamte Ernährungsmuster und soziodemografische Faktoren.

Gleichzeitig deuten die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse darauf hin, dass der Zusammenhang zwischen freiem Zuckerkonsum und dem DII durch systematisches Underreporting abgeschwächt oder maskiert worden sein könnte. Die Berücksichtigung von Underreporting ist für die Interpretation selbstberichteter Ernährungsdaten von zentraler Bedeutung.

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildungsverzeichnis.....                                                 | vii |
| Tabellenverzeichnis .....                                                  | ix  |
| Abkürzungsverzeichnis.....                                                 | xi  |
| 1 Einleitung .....                                                         | 1   |
| 1.1 Problemstellung und Relevanz.....                                      | 1   |
| 1.2 Zielsetzung und Forschungsinteresse.....                               | 2   |
| 1.3 Fragestellungen & Hypothesen .....                                     | 3   |
| 1.4 Aufbau der Arbeit .....                                                | 4   |
| 2 Theoretischer Hintergrund.....                                           | 5   |
| 2.1 Zucker in der Ernährung .....                                          | 6   |
| 2.1.1 Evolutionäre Vorlieben und aktuelle Konsummuster.....                | 6   |
| 2.1.2 Gesundheitliche Risiken übermäßigen Zuckerkonsums .....              | 6   |
| 2.1.3 Herausforderungen im internationalen Vergleich .....                 | 7   |
| 2.1.4 Vergleich ausgewählter nationaler Ernährungserhebungen.....          | 8   |
| 2.1.5 Datenlage in Österreich (Ernährungsbericht 2017).....                | 10  |
| 2.1.6 Gesundheitliche Auswirkungen eines zu hohen Konsums freier Zucker    | 10  |
| 2.2 Ernährung und systemische Entzündung.....                              | 13  |
| 2.2.1 Dietary Inflammatory Index (DII).....                                | 15  |
| 2.3 Empirischer Forschungsstand zum Zusammenhang zwischen                  |     |
| Zuckerkonsum, systemischer Entzündung und dem Risiko für nichtübertragbare |     |
| Krankheiten .....                                                          | 16  |
| 2.3.1 Zuckerkonsum und Gesundheit.....                                     | 16  |
| 2.3.2 Zuckerkonsum und Inflammationsmarker.....                            | 17  |
| 2.3.3 Konsum freier Zucker und DII .....                                   | 19  |
| 3 Methodik .....                                                           | 19  |
| 3.1 Datenquelle und Studiendesign .....                                    | 20  |
| 3.2 Limitationen .....                                                     | 21  |
| 3.3 Stichprobe.....                                                        | 22  |

|       |                                                                                       |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4   | Variablen .....                                                                       | 23 |
| 3.4.1 | Freie Zucker .....                                                                    | 23 |
| 3.4.2 | Dietary Inflammatory Index (DII) .....                                                | 24 |
| 3.4.3 | Soziodemografische Variablen .....                                                    | 25 |
| 3.4.4 | Anthropometrische Variablen.....                                                      | 25 |
| 3.4.5 | Energiezufuhr. ....                                                                   | 26 |
| 3.5   | Statistische Analyse .....                                                            | 26 |
| 4     | Ergebnisse .....                                                                      | 27 |
| 4.1   | Bereinigung der Daten.....                                                            | 29 |
| 4.1.1 | Bereinigung und Ausreißer .....                                                       | 30 |
| 4.1.2 | Anomalien bei der Erhebung .....                                                      | 31 |
| 4.1.3 | Analyse des Zusammenhangs von Reporterstatus und<br>Verzehrungsregelmäßigkeiten ..... | 32 |
| 4.2   | Aufnahme freier Zucker .....                                                          | 33 |
| 4.2.1 | Aufnahme freier Zucker pro Altersgruppe .....                                         | 34 |
| 4.2.2 | Aufnahme freier Zucker nach Bildungsniveau.....                                       | 35 |
| 4.3   | Verteilung des Dietary Inflammatory Index .....                                       | 36 |
| 4.3.1 | DII pro Altersgruppe.....                                                             | 37 |
| 4.3.2 | DII-Werte nach Bildungsniveau .....                                                   | 38 |
| 4.4   | Zusammenhang zwischen dem Konsum freier Zucker und dem DII (H1)                       | 38 |
| 4.5   | Unterscheidung der Quellen des freien Zuckerkonsums.....                              | 39 |
| 4.5.1 | Zusammenhang zwischen festen und flüssigen freien Zuckerkonsum und<br>dem DII .....   | 41 |
| 4.6   | Konsum freier Zucker und DII nach Altersgruppen .....                                 | 41 |
| 4.6.1 | Multivariate Analyse des Zusammenhangs zwischen Altersgruppe und<br>DII               | 42 |
| 4.7   | Geschlecht und WHO-Grenzwerte .....                                                   | 43 |
| 4.8   | Konsum freier Zucker und DII-Werte nach Bildungsniveau.....                           | 44 |
| 4.8.1 | Konsum freier Zucker nach Bildungsniveau.....                                         | 44 |
| 4.8.2 | DII-Werte nach Bildungsniveau .....                                                   | 44 |

|       |                                                                                               |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.9   | Underreporting im Zusammenhang mit dem Konsum freier Zucker und dem DII                       | 45 |
| 4.9.1 | Underreporter im Zusammenhang mit dem Konsum freier Zucker .....                              | 45 |
| 4.9.2 | Underreporter im Zusammenhang mit dem Konsum freier Zucker und dem DII .....                  | 47 |
| 4.9.3 | Sensitivitätsanalyse ohne Underreporter .....                                                 | 48 |
| 5     | Diskussion.....                                                                               | 48 |
| 5.1   | Charakteristika und Ernährungsweise der Stichprobe .....                                      | 48 |
| 5.2   | Der Konsum freier Zucker und der DII im Kontext bestehender Evidenz.                          | 51 |
| 5.3   | Alter und Bildung als zentrale Determinanten des entzündungsbezogenen Ernährungsmusters ..... | 53 |
| 5.4   | Einordnung im Vergleich zu bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnissen                        | 54 |
| 5.4.1 | Zusammenhang zwischen freiem Zuckerkonsum und Inflammation in früher Forschung .....          | 54 |
| 5.4.2 | Konsum freier Zucker und der DII im Vergleich zu bisherigen DII-Studien                       | 55 |
| 5.4.3 | Einfluss von Alter und Bildung auf DII im Kontext der bisherigen Forschung .....              | 56 |
| 5.5   | Stärken und Limitationen .....                                                                | 58 |
| 6     | Fazit .....                                                                                   | 61 |
| 7     | Literaturverzeichnis .....                                                                    | 63 |

# Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ABBILDUNG 1. VERTEILUNG DER STICHPROBE NACH D-A-CH-ALTERSGRUPPEN (N = 1431). 19-24 JAHRE: N = 95; 25-50 JAHRE: N = 996; 51-64 JAHRE: N = 340. PERSONEN UNTER 19 JAHREN SOWIE $\geq 65$ JAHRE (N = 17) WURDEN AUFGRUND DER D-A-CH-KLASSIFIKATION NICHT BERÜCKSICHTIGT. ....                                                                                                                                                                                                          | 23 |
| ABBILDUNG 2. VERTEILUNG VON BMI, KÖRPERGEWICHT UND KÖRPERGRÖÖE IN DER STICHPROBE ALS BOXPLOT-DARSTELLUNG (N = 1448). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 31 |
| ABBILDUNG 3. ABSOLUTE HÄUFIGKEITEN POTENZIELLER UNREGELMÄÖIGKEITEN IM ERNÄHRUNGSVERHALTEN (N = 1448). DARGESTELLT SIND DIE ANZAHLEN VON PERSONEN MIT EINEM BESONDEREN ERHEBUNGSTAG („SPEZIELLER TAG“), EINER ENERGIEREDUZIERTEN DIÄT („SPEZIELLE DIÄT“) SOWIE DER DARAUS ABGELEITETEN GESAMTVARIABLE („UNREGELMÄÖIGKEITEN GESAMT“). ....                                                                                                                                            | 32 |
| ABBILDUNG 4. VERTEILUNG DER TÄGLICHEN AUFNAHME FREIER ZUCKER (N = 1448). DARGESTELLT IST DIE HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER KONSUMIERTEN FREIEN ZUCKER IN GRAMM PRO TAG ÜBER ALLE TEILNEHMENDEN. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 34 |
| ABBILDUNG 5. VERTEILUNG DES DII (N = 1448). DARGESTELLT IST DIE HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DES DII ÜBER ALLE TEILNEHMENDEN. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 37 |
| ABBILDUNG 6. SCATTERPLOTS MIT LINEAREN REGRESSIONSLINIEN ZUM ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DER TÄGLICHEN AUFNAHME FREIER ZUCKER (G/TAG) UND ZWEI VARIANTEN DES DIETARY INFLAMMATORY INDEX (DII). LINKS IST DER ZUSAMMENHANG MIT DEM URSPRÜNGLICHEN DII DARGESTELLT ( $B = -0,0036$ ; $P = 0,034$ ; $R^2 = 0,003$ ), RECHTS DER ZUSAMMENHANG MIT DER VARIANTE DES INDEX, BEI DER DIE KOHLENHYDRATKOMPONENTE NICHT BERÜCKSICHTIGT WURDE ( $B = -0,0046$ ; $P = 0,007$ ; $R^2 = 0,005$ ). .... | 39 |
| ABBILDUNG 7. ANTEIL DER FREIEN ZUCKER AUS FLÜÖSSIGEN UND FESTEN QUELLEN AN DER GESAMTEN FREIEN ZUCKERAUFNAHME IN DER STICHPROBE (N = 1448). FLÜÖSSIGE FREIE ZUCKER MACHTEN 37,5 % DER GESAMTAUFNAHME AUS, WÄHREND 62,5 % AUS FESTEN LEBENSMITTELN STAMMTEN. DIE DARSTELLUNG VERDEUTLICHT, DASS FESTE LEBENSMITTEL DEN ÜBERWIEGENDEN BEITRAG ZUR TÄGLICHEN AUFNAHME FREIER ZUCKER LEISTEN. ....                                                                                      | 40 |
| ABBILDUNG 8. ADJUSTIERTE DII-WERTE NACH ALTERSGRUPPE (VORHERSAGEN DES MULTIPLLEN REGRESSIONSMODELLS). DARGESTELLT SIND DIE GESCHÄTZTEN MITTELWERTE DES DII FÜR DIE ALTERSGRUPPEN 19 BIS 24 JAHRE UND $\geq 25$ JAHRE, JEWEILS MIT 95%-KONFIDENZINTERVALLEN. DAS MODELL IST KONTROLLIERT FÜR GESCHLECHT, BILDUNGSNIVEAU, ENERGIEAUFNAHME, REPORTERSTATUS UND BMI. ....                                                                                                               | 43 |
| ABBILDUNG 9. VERTEILUNG DER DII-WERTE NACH BILDUNGSNIVEAU (N = 1381). DARGESTELLT SIND BOXPLOTS FÜR NIEDRIGES, MITTLERES UND HOHES BILDUNGSNIVEAU. HÖHERE DII-WERTE KENNZEICHNEN EIN STÄRKER PROINFLAMMATORISCHES ERNÄHRUNGSMUSTER; PERSONEN MIT NIEDRIGEREM BILDUNGSNIVEAU WEISEN TENDENZIELL HÖHERE DII-WERTE AUF. ....                                                                                                                                                           | 45 |

|                                                                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ABBILDUNG 10. ABSOLUTE HÄUFIGKEIT DER REPORTERSTATUS-KATEGORIEN (PLAUSIBLE<br>REPORTER, UNDERREPORTER, OVERREPORTER) ÜBER DIE QUARTILE DER FREIEN<br>ZUCKERAUFNAHME (N = 1444). ..... | 47 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

# Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELLE 1. DESKRIPTIVE STATISTIK DER ANTHROPOMETRISCHEN VARIABLEN, DER NÄHRSTOFFZUFUHR UND DES DII BEI FRAUEN (N = 916). .....                                                                                                                                                                                                                                                         | 28 |
| TABELLE 2. DESKRIPTIVE STATISTIK DER ANTHROPOMETRISCHEN VARIABLEN, DER NÄHRSTOFFZUFUHR UND DES DII BEI MÄNNERN (N = 530) .....                                                                                                                                                                                                                                                         | 28 |
| TABELLE 3. KREUZTABELLE VON REPORTERSTATUS UND UNREGELMÄßIGKEITEN IM ERNÄHRUNGSVERHALTEN (N = 1444). DARGESTELLT SIND DIE ABSOLUTEN HÄUFIGKEITEN DER DREI REPORTERGRUPPEN (PLAUSIBLE REPORTER, UNDERREPORTER, OVERREPORTER) IN ABHÄNGIGKEIT VOM VORLIEGEN BZW. NICHTVORLIEGEN EINER UNREGELMÄßIGKEIT IM ERNÄHRUNGSVERHALTEN. ....                                                      | 33 |
| TABELLE 4. DESKRIPTIVE KENNWERTE DER TÄGLICHEN AUFNAHME FREIER ZUCKER (G/TAG) NACH D-A-CH-ALTERSGRUPPEN (N = 1431). FÜR JEDE ALTERSGRUPPE SIND DIE ANZAHL DER PERSONEN (N), DER MITTELWERT (MEAN), MEDIAN, STANDARDABWEICHUNG (SD) SOWIE DIE MINIMALEN UND MAXIMALEN BEOBACHTETEN WERTE ANGEGBEN. ....                                                                                 | 35 |
| TABELLE 5. DESKRIPTIVE KENNWERTE DER TÄGLICHEN AUFNAHME FREIER ZUCKER (G/TAG) NACH BILDUNGSNIVEAU (N = 1381). FÜR JEDES BILDUNGSNIVEAU SIND DIE ANZAHL DER PERSONEN (N), DER MITTELWERT (MEAN), MEDIAN, STANDARDABWEICHUNG (SD) SOWIE DIE MINIMALEN UND MAXIMALEN BEOBACHTETEN WERTE ANGEGBEN. ....                                                                                    | 36 |
| TABELLE 6. DESKRIPTIVE KENNWERTE DES DII NACH D-A-CH-ALTERSGRUPPEN (N = 1431). FÜR JEDE ALTERSGRUPPE SIND DIE ANZAHL DER PERSONEN (N), DER MITTELWERT (MEAN), MEDIAN, STANDARDABWEICHUNG (SD) SOWIE DIE MINIMALEN UND MAXIMALEN BEOBACHTETEN WERTE ANGEGBEN. ....                                                                                                                      | 38 |
| TABELLE 7. DESKRIPTIVE KENNWERTE DES DII NACH BILDUNGSNIVEAU (N = 1381). FÜR JEDES BILDUNGSNIVEAU SIND DIE ANZAHL DER PERSONEN (N), DER MITTELWERT (MEAN), MEDIAN, STANDARDABWEICHUNG (SD) SOWIE DIE MINIMALEN UND MAXIMALEN BEOBACHTETEN WERTE ANGEGBEN. ....                                                                                                                         | 38 |
| TABELLE 8. DESKRIPTIVE KENNWERTE DER AUFNAHME FREIER ZUCKER AUS FLÜSSIGEN UND FESTEN QUELLEN (G/TAG). DARGESTELLT SIND MITTELWERT (MEAN), MEDIAN, STANDARDABWEICHUNG (SD) SOWIE MINIMALE UND MAXIMALE AUFNAHMEMENGEN IN DER STICHPROBE (N = 1448). FLÜSSIGE FREIE ZUCKER UMFASSEN ZUCKER AUS GETRÄNKEN, WÄHREND FESTE FREIE ZUCKER AUS ALLEN ÜBRIGEN FREIEN ZUCKERQUELLEN STAMMEN. ... | 40 |
| TABELLE 9. DESKRIPTIVE KENNWERTE DER TÄGLICHEN AUFNAHME FREIER ZUCKER (G/TAG) SOWIE DER DII-WERTE FÜR DIE ALTERSGRUPPEN 19-24 JAHRE UND 25 - UNTER 65 JAHRE (N = 1431). PERSONEN UNTER 19 BZW. AB 65 JAHREN WURDEN NICHT BERÜCKSICHTIGT. ....                                                                                                                                          | 42 |
| TABELLE 10. DESKRIPTIVE KENNWERTE DER TÄGLICHEN AUFNAHME FREIER ZUCKER (G/TAG) NACH QUARTILEN. FÜR JEDES QUARTIL SIND MITTELWERT, MEDIAN, STANDARDABWEICHUNG (SD) SOWIE MINIMALE UND MAXIMALE AUFNAHMEMENGEN ANGEGBEN. ALLE QUARTILE UMFASSEN JEWEILS N = 362 PERSONEN. ....                                                                                                           | 46 |
| TABELLE 11. DESKRIPTIVE KENNWERTE DES DII NACH QUARTILEN DER FREIEN ZUCKERAUFNAHME. FÜR JEDES QUARTIL SIND MITTELWERT, MEDIAN, STANDARDABWEICHUNG (SD) SOWIE                                                                                                                                                                                                                           |    |

MINIMALE UND MAXIMALE DII-WERTE ANGEZEIGT. ALLE QUANTILE UMFASSEN JEWEILS N =  
362 PERSONEN. ....48

## Abkürzungsverzeichnis

| <b>Abkürzung</b> | <b>Bedeutung</b>                                                         |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| AGES             | Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit          |
| AMS              | Arbeitsmarktservice                                                      |
| BIA              | Bioelektrische Impedanzanalyse                                           |
| BMI              | Body Mass Index                                                          |
| BMR              | Basal Metabolic Rate                                                     |
| BMJ              | British Medical Journal                                                  |
| BMSGPK           | Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz |
| CRP              | C-reaktives Protein                                                      |
| D-A-CH           | Deutschland-Österreich-Schweiz                                           |
| DII              | Dietary Inflammatory Index                                               |
| EFSA             | European Food Safety Authority                                           |
| EI               | Energy Intake                                                            |
| EPIC             | European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition             |
| FFQ              | Food Frequency Questionnaire                                             |
| GPAQ             | Global Physical Activity Questionnaire                                   |
| GRADE            | Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation        |
| HFCS             | High Fructose Corn Syrup                                                 |
| HOMA-IR          | Homeostatic Model Assessment of Insulin Resistance                       |
| IARC             | International Agency for Research on Cancer                              |
| IL               | Interleukin                                                              |
| IL-4             | Interleukin-4                                                            |
| IL-6             | Interleukin-6                                                            |
| IL-10            | Interleukin-10                                                           |
| KHK              | Koronare Herzkrankheit                                                   |
| LPS              | Lipopolysaccharide                                                       |
| MCP-1            | Monocyte Chemoattractant Protein-1                                       |
| NCD(s)           | Non-communicable Diseases                                                |
| NDNS             | National Diet and Nutrition Survey                                       |
| NF-κB            | Nuclear Factor kappa B                                                   |
| NHANES           | National Health and Nutrition Examination Survey                         |
| NMES             | Non-Milk Extrinsic Sugars                                                |

|               |                                            |
|---------------|--------------------------------------------|
| PAL           | Physical Activity Level                    |
| PLOS          | Public Library of Science                  |
| SACN          | Scientific Advisory Committee on Nutrition |
| SI.Menu       | Slovenian National Dietary Survey          |
| SSB           | Sugar-Sweetened Beverage                   |
| TEI           | Total Energy Intake                        |
| TGF- $\beta$  | Transforming Growth Factor Beta            |
| TNF- $\alpha$ | Tumornekrosefaktor Alpha                   |
| WHO           | World Health Organization                  |

# 1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der ernährungsbedingten Entzündungsaktivität in Zusammenhang mit dem Konsum freier Zucker. Vor dem Hintergrund der globalen Belastung durch nichtübertragbare Krankheiten wird untersucht, ob sich über den Dietary Inflammatory Index ein systematischer Zusammenhang zwischen Zuckerkonsum und proinflammatorischen Ernährungsmustern erkennen lässt.

## 1.1 Problemstellung und Relevanz

Zucker stellt eine wichtige Komponente der menschlichen Ernährung dar. Gleichzeitig spielt übermäßiger Zuckerkonsum eine erhebliche Rolle bei der Entstehung sogenannter „non-communicable diseases“ (NCDs). Krankheiten wie Typ-2-Diabetes mellitus, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Adipositas und das daraus resultierende metabolische Syndrom sowie verschiedene Krebsarten stehen in Zusammenhang mit einem erhöhten Zuckerverzehr (Y. Huang et al., 2023; Saklayen, 2018). Ein gemeinsamer pathophysiologischer Mechanismus dieser Erkrankungen ist die sogenannte „low-grade inflammation“, ein chronisch niedriggradiger Entzündungszustand, welcher im engen Zusammenhang mit dem Ernährungsverhalten und weiteren Lebensstilfaktoren steht (Shivappa et al., 2014). Dabei spielen intrinsische Zucker, welche natürlich in Obst, Gemüse und anderen vollwertigen Lebensmitteln zu finden sind, eine untergeordnete Rolle. Freie Zucker hingegen, welche von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als Monosaccharide und Disaccharide definiert werden, welche Lebensmitteln und Getränken vom Hersteller, Koch oder Verbraucher zugesetzt werden, sowie Zucker, die natürlicherweise in Honig, Sirup, Fruchtsäften und Fruchtsaftkonzentraten vorkommen, gelten bei über der Empfehlung liegenden Mengen als gesundheitlich problematisch (World Health Organization, 2015). Obwohl der Zuckerkonsum in den USA und anderen Ländern rückläufig ist, überschreiten insbesondere Kinder und Jugendliche, die konsumkräftigste Altersgruppe, weltweit weiterhin die empfohlenen Richtwerte der WHO und nationaler Institutionen. (Della Corte et al., 2021; Ricciuto et al., 2022). In Europa tragen, stand 2017, Gesamtzucker in vielen Ländern 15-25 % zur täglichen Energiezufuhr bei, wobei 7,5-17 % auf zugesetzten Zucker oder Nichtmilchzucker (NMES) entfallen (Azaïs-Braesco et al., 2017). Aktuelle Daten aus der EU-Versorgungsbilanz zeigen, dass der Gesamtverbrauch von Zucker im Jahr 2023/2024 bei etwa 13,6 Millionen Tonnen lag und für das Jahr 2024/2025 ein Gesamtverbrauch von rund 14 Millionen Tonnen prognostiziert wird. Diese Daten basieren zwar auf Versorgungs- bzw. Verfügbarkeitsdaten und bilden somit nicht den

tatsächlichen individuellen Konsum ab, sie zeigen jedoch die weiterhin hohe Bedeutung von Zucker und deuten auf einen prognostizierten Aufwärtstrend hin (AgrarMarkt Austria, 2025). Auch der letzte Österreichische Ernährungsbericht zeigte eine Zuckeraufnahme, welche deutlich über der Obergrenze von 10% der Gesamtenergiezufuhr lag (Rust et al., 2017). Trotz des Rückgangs lässt sich nicht eindeutig feststellen, welche Auswirkungen diese positive Entwicklung auf die Gesundheit der Bevölkerung und Rate an NCDs hat. Daher ist es von großer Bedeutung, die aktuellen Trends im Zuckerkonsum kontinuierlich zu überwachen, um zu evaluieren, ob bestehende Public-Health-Maßnahmen angepasst oder neue Interventionen implementiert werden sollten (Della Corte et al., 2021).

## 1.2 Zielsetzung und Forschungsinteresse

Ziel dieser Masterarbeit ist es, einen ersten Einblick in den Zusammenhang zwischen dem Konsum freier Zucker und dem entzündungsfördernden Potenzial der Ernährung zu gewinnen. Anstelle klassischer gesundheitsbezogener Indizes wird hierzu der Dietary Inflammatory Index (DII) verwendet. Ein validiertes, literaturbasiertes Instrument zur Einschätzung der ernährungsinduzierten Entzündungsaktivität. Der DII erlaubt eine differenzierte Bewertung der entzündungsbezogenen Qualität der Ernährung auf Basis verschiedener Nahrungsbestandteile, darunter Makro- und Mikronährstoffe sowie bioaktive Verbindungen wie z.B. Sekundäre Pflanzenstoffe (Shivappa et al., 2014). Da Zucker im DII nicht als eigenständige Komponente enthalten ist, sondern über die Gesamtkohlenhydratzufuhr indirekt einfließt, liegt das Forschungsinteresse insbesondere auf der Frage, ob ein hoher Konsum an freiem Zucker mit einem höheren DII-Wert und somit mit einer proinflammatorisch wirkenden Ernährung in Zusammenhang steht. Neben dieser Hauptfragestellung werden auch soziodemografische Einflüsse berücksichtigt. Einige Literaturquellen zeigen, dass junge Erwachsene, tendenziell deutlich mehr freie Zucker konsumieren als ältere Bevölkerungsteile. Daher wird geprüft, ob sich in dieser Gruppe auch ein erhöhtes entzündliches Ernährungsmuster widerspiegelt. Zudem legen Forschungsergebnisse nahe, dass Männer im Vergleich zu Frauen tendenziell mehr Zucker konsumieren (Azaïs-Braesco et al., 2017; Della Corte et al., 2021; Rust et al., 2017). Ebenso besteht ein Zusammenhang zwischen dem Bildungsniveau und der Ernährungsqualität: Personen mit niedriger formaler Bildung weisen in älteren Berichten häufiger ein ungünstiges Ernährungsverhalten auf, einschließlich einer höheren Zuckerzufuhr (Rust et al., 2017). Ein weiterer Untersuchungsaspekt betrifft die Validität der Selbstauskünfte bei Ernährungserhebungen, insbesondere das Phänomen des Underreportings. Seit längerem ist belegt, dass insbesondere

übergewichtige und adipöse Personen dazu neigen, ihre Nahrungsaufnahme, einschließlich zuckerhaltiger Lebensmittel, systematisch zu unterschätzen. Dieses Verhalten wird unter anderem auf soziale Erwünschtheit und ein verzerrtes Selbstbild zurückgeführt (Macdiarmid & Blundell, 1998). Unter Berücksichtigung dieser verschiedenen Variablen lassen sich Zusammenhänge zwischen Zuckerkonsum, individuellen Merkmalen und möglichen Ernährungsmustern mit entzündlichem Potenzial systematisch erfassen. Durch die Anwendung des DII auf aktuelle österreichische Ernährungsdaten soll ein besseres Verständnis für mögliche entzündungsbezogene Effekte einer hohen freien Zuckerzufuhr geschaffen werden. Die Ergebnisse dieser Arbeit können als Grundlage für weiterführende Untersuchungen dienen, um das Zusammenspiel von Zuckerkonsum, soziodemografischen Einflussfaktoren und entzündlichen Ernährungsmustern künftig noch fundierter zu erforschen.

### 1.3 Fragestellungen & Hypothesen

Ausgehend von der theoretischen Grundlage und den bisherigen Forschungsergebnissen ergeben sich mehrere zentrale Fragestellungen, welche im Rahmen dieser Arbeit untersucht werden. Im Fokus steht der Zusammenhang zwischen der Aufnahme freier Zucker und dem entzündungsfördernden Ernährungsmuster, gemessen anhand des DII. Zudem fließen mögliche moderierende Effekte soziodemografischer Faktoren sowie Variationen zwischen unterschiedlichen Quellen von freiem Zucker in die Betrachtung mit ein.

Daraus lassen sich folgende Fragestellungen ableiten:

1. In welchem Zusammenhang steht die Aufnahme freier Zucker mit dem DII als Maß für das pro- oder anti-entzündliche Potenzial der Ernährung?
2. Unterscheidet sich der Zusammenhang der Aufnahme an freien Zuckern und dem DII in Abhängigkeit von der Zuckerquelle (feste Zuckerquellen z.B. Süßwaren versus flüssige Zuckerquellen z.B. Zuckerhaltige Getränke)?
3. Welchen Einfluss hat das Alter auf die Aufnahme freier Zucker und dem damit verbundenen DII-Wert?
4. Gibt es geschlechtsspezifische Unterschiede im Konsum freier Zucker und im DII-Wert?
5. Welchen Zusammenhang gibt es zwischen dem Bildungsniveau und der Höhe der freien Zuckeraufnahme sowie dem DII-Wert?
6. Gibt es Hinweise auf systematisches Underreporting bei Personen mit hoher Aufnahme freier Zucker und wie wirkt sich dies auf den DII aus?

Aus diesen Fragestellungen lassen sich gemäß der aktuellen Literatur folgende Hypothesen ableiten:

- H1: Eine höhere Aufnahme freier Zucker ist mit einem signifikant höheren (proinflammatorischen) DII-Wert assoziiert.
- H2: Die Aufnahme freier Zucker über flüssige Lebensmittel weist einen stärkeren Zusammenhang mit einem erhöhten DII-Wert auf als die Aufnahme über feste Lebensmittel.
- H3: Personen im Alter von 19-25 Jahren konsumieren mehr freie Zucker und zeigen entsprechend höhere DII-Werte als Personen aus den älteren Altersgruppen.
- H4: Männer konsumieren einen höheren Anteil ihrer täglichen Energiezufuhr in Form freier Zucker ( $\geq 10$  E%) als Frauen.
- H5: Personen mit niedriger formaler Bildung konsumieren mehr freie Zucker und haben tendenziell höhere DII-Werte als Personen mit mittlerer und hoher formaler Bildung.
- H6: Personen im niedrigsten Quartil der freien Zuckeraufnahme weisen häufiger Underreporting auf und zeigen höhere DII-Werte als Personen in den oberen Quartilen.

## 1.4 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Masterarbeit gliedert sich in sechs inhaltlich aufeinander aufbauende Kapitel, welche den theoretischen Hintergrund, die methodische Vorgehensweise sowie die empirischen Ergebnisse und deren Einordnung darstellen. Kapitel 1 führt in die Thematik ein und erläutert die Problemstellung sowie die Relevanz des Zusammenhangs zwischen freiem Zuckerkonsum und entzündungsbezogenen Ernährungsmustern. Darüber hinaus werden die Zielsetzung der Arbeit, das Forschungsinteresse sowie die konkreten Fragestellungen und Hypothesen formuliert. Kapitel 2 widmet sich dem theoretischen Hintergrund. Zunächst werden Zuckerarten, Konsummuster und gesundheitliche Auswirkungen eines übermäßigen Zuckerkonsums dargestellt, ein besonderer Fokus liegt dabei auf freien Zuckern. Anschließend wird der Zusammenhang zwischen Ernährung und systemischer Entzündung aufgearbeitet und der Dietary Inflammatory Index (DII) als Instrument zur Bewertung des entzündungsbezogenen Potenzials der Ernährung erläutert. Den Abschluss dieses Kapitels bildet eine Zusammenfassung des bisherigen empirischen Forschungsstands zum Zusammenhang zwischen Zuckerkonsum, Inflammation und

ernährungsbedingten Gesundheitsrisiken. In Kapitel 3 wird die methodische Vorgehensweise beschrieben. Dieses Kapitel umfasst die Darstellung der Datenquelle und des Studiendesigns, die Beschreibung der Stichprobe sowie eine detaillierte Erläuterung der verwendeten Variablen. Dabei werden insbesondere die Berechnung der Aufnahme freier Zucker, die Ermittlung des DII, die Operationalisierung soziodemografischer und anthropometrischer Variablen sowie die Bestimmung der Energiezufuhr dargestellt. Zudem wird die statistische Analyse erläutert, einschließlich der eingesetzten Verfahren zur Datenbereinigung, zur Identifikation von Under- und Overreporting sowie der angewandten deskriptiven und inferenzstatistischen Methoden. Kapitel 4 präsentiert die Ergebnisse der empirischen Analysen. Zunächst werden die Ergebnisse der Datenbereinigung und zentrale deskriptive Kennwerte der Stichprobe dargestellt. Darauf aufbauend folgen die Ergebnisse zur Aufnahme freier Zucker, zur Verteilung des DII sowie zu den untersuchten Zusammenhängen zwischen freiem Zuckerkonsum und dem DII. Weitere Analysen beleuchten den Einfluss soziodemografischer Faktoren wie Alter, Geschlecht und Bildungsniveau. Ein gesonderter Abschnitt widmet sich dem Underreporting und dessen Zusammenhang mit der Aufnahme freier Zucker und dem DII. In Kapitel 5 werden die Ergebnisse diskutiert und im Kontext der bestehenden wissenschaftlichen Literatur eingeordnet. Dabei werden sowohl Übereinstimmungen als auch Abweichungen zu bisherigen Studien herausgearbeitet. Zusätzlich werden methodische Stärken und Limitationen der Arbeit kritisch reflektiert, insbesondere im Hinblick auf die Datenerhebung, die Berechnung des DII sowie mögliche Verzerrungen durch Underreporting. Kapitel 6 bildet den Abschluss der Arbeit und fasst die zentralen Ergebnisse zusammen. Abschließend werden die wichtigsten Schlussfolgerungen gezogen und Implikationen für zukünftige Forschung abgeleitet.

## 2 Theoretischer Hintergrund

Der theoretische Hintergrund dieser Arbeit befasst sich zunächst mit der Rolle von Zucker in der menschlichen Ernährung und seinen gesundheitlichen Auswirkungen. Ein besonderer Fokus liegt auf sogenannten freien Zuckern, welche in verarbeiteten Lebensmitteln und Getränken in hoher Konzentration vorkommen. Im Anschluss wird der Zusammenhang zwischen Ernährung und „low-grade inflammation“ erläutert, welche eine zentrale Rolle bei der Entstehung zahlreicher nichtübertragbarer Krankheiten spielt. Zur quantitativen Bewertung dieses Zusammenhangs wird der DII vorgestellt, ein international validiertes Instrument zur Erfassung des ernährungsinduzierten Entzündungspotenzials. Abschließend wird der aktuelle

Forschungsstand zum Einfluss von Zuckerkonsum auf die Ernährungsqualität und inflammatorische Marker diskutiert.

## 2.1 Zucker in der Ernährung

### 2.1.1 Evolutionäre Vorlieben und aktuelle Konsummuster

Der süße Geschmack hat sich evolutionär bei unseren Vorfahren als ein Mechanismus entwickelt, um energiereiche und nährhafte Lebensmittel wie reife Früchte zu erkennen und zu bevorzugen (Breslin, 2013; Laffitte et al., 2014). Ausgelöst wird der süße Geschmack hauptsächlich durch Monosaccharide und Disaccharide, welche den T1R2/T1R3-Rezeptorkomplex aktivieren. Dieser Rezeptor erkennt alle süß schmeckenden Verbindungen, einschließlich natürlicher Zucker wie Glukose und Saccharose, wobei insbesondere die T1R3-Untereinheit auch auf Mono- und Disaccharide in höheren Konzentrationen anspricht. Zucker erhöhen die hedonische Bewertung von Lebensmitteln besonders stark und wirken daher ausgesprochen belohnend, was das Ernährungsverhalten maßgeblich beeinflusst (Laffitte et al., 2014). Schon bei Neugeborenen zeigt sich eine ausgeprägte Präferenz für süßen Geschmack: Bereits wenige Stunden alte Säuglinge reagieren auf süße Lösungen mit beruhigenden und positiv-affektiven Verhaltensmustern, was auf eine angeborene und nicht erlernte Geschmackspräferenz hinweist (Beauchamp & Mennella, 2011). In modernen Gesellschaften, in denen Zucker jederzeit verfügbar ist, wird diese Geschmackspräferenz jedoch häufig überreizt. Lebensmittel mit hohem Gehalt an Zucker, Salz und Fett wirken als sogenannte Superstimuli, welche das Belohnungssystem des Menschen besonders stark ansprechen. Dies kann zu übermäßigem Konsum, Gewichtszunahme und gleichzeitig zu Mangelernährung führen, obwohl insgesamt eine hohe Energiezufuhr vorliegt (Breslin, 2013). Energiequellen wie zugesetzte Zucker, feste Fette und alkoholische Getränke werden häufig als „Empty Calories“ bezeichnet, da sie zwar Energie liefern, jedoch kaum essenzielle Nährstoffe enthalten. Insbesondere mangelt es ihnen an Vitaminen, Mineralstoffen sowie gesundheitsfördernden, nicht essenziellen Nahrungsbestandteilen wie Ballaststoffen und sekundären Pflanzenstoffen (Krebs-Smith et al., 2010).

### 2.1.2 Gesundheitliche Risiken übermäßigen Zuckerkonsums

Ein übermäßiger Verzehr solcher Lebensmittel kann die Nährstoffversorgung beeinträchtigen und die ernährungsphysiologische Qualität der Gesamtkost negativ beeinflussen. Dabei ist Zucker natürlicherweise in vielen Lebensmitteln, insbesondere Obst, Gemüse und Getreide, enthalten. Problematisch ist jedoch vor allem der

Konsum sogenannter „freier Zucker“, welche von der WHO als besonders kritisch eingestuft werden. Wie in der Einleitung schon angeführt, definiert die WHO freie Zucker als Monosaccharide und Disaccharide, welche Lebensmitteln und Getränken von Herstellern, Köchen oder Konsumenten zugesetzt werden, sowie Zucker, die von Natur aus in Honig, Sirup, Fruchtsäften und Fruchtsaftkonzentraten enthalten sind. Die WHO legt die Obergrenze für freie Zucker mit 10 % der täglichen Energiezufuhr fest, da sie mit Gewichtszunahme, Adipositas, positiver Energiebilanz, der Verdrängung nährstoffreicher Lebensmittel und einer erhöhten Karieshäufigkeit in Verbindung stehen (World Health Organization, 2015).

### 2.1.3 Herausforderungen im internationalen Vergleich

Ob die von der WHO empfohlene Obergrenze von 10 % der täglichen Energiezufuhr durch freie Zucker in der Bevölkerung tatsächlich eingehalten wird, lässt sich nur schwer beurteilen. Der internationale Vergleich von Zuckerkonsumdaten gestaltet sich als komplex, da in nationalen Ernährungserhebungen unterschiedliche Definitionen und Kategorien von Zucker verwendet werden. So erfassen einige Länder den Gesamtzuckergehalt („total sugars“), während andere sich auf „zugesetzte Zucker“, „Nicht-Milch-extrinsische Zucker (NMES)“ oder „freie Zucker“ konzentrieren. Diese inkonsistente Terminologie sowie unterschiedliche Erhebungsmethoden erschweren direkte Vergleiche zwischen Ländern erheblich und lassen oft nur innerstaatliche Trendanalysen zu (Wittekind & Walton, 2014). Obwohl die Begriffe freie Zucker („free sugars“) und zugesetzte Zucker („added sugars“) im nicht-wissenschaftlichen Rahmen oft als synonym verwendet werden, bestehen zwischen ihnen bedeutende Unterschiede. Zugesetzter Zucker bezieht sich ausschließlich auf Zucker, welcher während der industriellen Verarbeitung, der Zubereitung oder direkt vor dem Verzehr Lebensmitteln zugesetzt wird. Dazu zählen etwa Haushaltszucker, Maissirup oder Honig, der einem Produkt zugesetzt wird. Im Gegensatz zu zugesetzten Zuckern umfasst die Definition freier Zucker auch bestimmte natürliche Zuckerquellen, welche Lebensmitteln nicht aktiv zugesetzt wurden, wie etwa Honig, Sirup sowie Zucker in Fruchtsäften und Fruchtsaftkonzentraten. Besonders in den Vereinigten Staaten wird vorrangig der Begriff der zugesetzten Zucker verwendet, beispielsweise in der Nährwertkennzeichnung. Die WHO hingegen nutzt in ihren Empfehlungen die umfassendere Definition der freien Zucker (Y. Huang et al., 2023; World Health Organization, 2015). Trotz Ähnlichkeiten in der Definition kann je nach Ernährungsverhalten einzelner Bevölkerungsgruppen der Anteil dieser zusätzlichen natürlichen Zuckerquellen am Gesamtverzehr freier Zucker jedoch substantielle Unterschiede aufweisen. So zeigten etwa die Ergebnisse der schweizerischen

menuCH-Erhebung, dass Getränke, insbesondere Frucht- und Gemüsesäfte, bis zu 29 % der freien Zuckeraufnahme ausmachen können (Chatelan et al., 2019). In diesem Fall, bedingt durch den hohen Anteil an Frucht- und Gemüsesäften, könnte der Unterschied zwischen zugesetztem und freiem Zucker fast ein Drittel betragen, was den Vergleich beider Konzepte in ernährungswissenschaftlichen Analysen erheblich beeinflussen kann. Walton und Kolleg:innen betonen in ihrer Arbeit die Problematik uneinheitlicher Begriffsverwendungen in nationalen Erhebungen zum Zuckerkonsum und fordern daher eine stärkere internationale Harmonisierung der Definitionen und Datenerhebungen, um belastbare Aussagen zum globalen Zuckerkonsum und zur Einhaltung von Ernährungsempfehlungen treffen zu können (Walton et al., 2023).

#### 2.1.4 Vergleich ausgewählter nationaler Ernährungserhebungen

Eine Übersicht über die Zuckerverzehrsdaten aus Europa bietet der Bericht von Azaïs-Braesco et al. (2017), welcher elf nationale Erhebungen aus zehn europäischen Ländern analysiert. Dabei wird deutlich, dass die Aussagekraft der Daten durch uneinheitliche Begriffsverwendungen und methodische Unterschiede in der Datenerhebung erheblich eingeschränkt ist. Manche europäische Ernährungserhebungen greifen die von der WHO empfohlene Definition freier Zucker auf und liefern damit vergleichsweise gut anschlussfähige Daten hinsichtlich internationaler Empfehlungen. Daten aus dem menuCH (2016), der schweizerischen Nationalen Ernährungserhebung, verwenden freie Zucker. Hierbei handelt es sich um eine bevölkerungsrepräsentative, nationale Querschnittsstudie, welche mithilfe eines geschichteten Zufallsstichprobendesigns unter nicht-institutionalisierten Erwachsenen in der Schweiz durchgeführt wurde. Es wurden 2086 Teilnehmer aus einer Stichprobe von 5496 eingeladenen Personen rekrutiert. Die Ergebnisse zeigten, dass die durchschnittliche tägliche Aufnahme freier Zucker 65 g betrug, was 11 % der gesamten Energiezufuhr (TEI) entsprach und 59 % der gesamten Zuckeraufnahme ausmachte. Der Konsum war bei jungen Erwachsenen im Alter von 18 bis 29 Jahren am höchsten und bei älteren Personen zwischen 65 und 75 Jahren am niedrigsten. Die drei Hauptquellen freier Zucker waren süße Produkte (47 %), Getränke (29 %), insbesondere Frucht- und Gemüsesäfte sowie zuckerhaltige Erfrischungsgetränke, und Milchprodukte (9 %), wobei Joghurt allein 6 % ausmachte. 44 % der Frauen und 45 % der Männer hielten die WHO-Empfehlung ein. Lediglich 8 % der Gesamtbevölkerung lagen unter dem strengeren Grenzwert, bei dem freie Zucker nur 5 % der Gesamtenergiezufuhr ausmachen. Insgesamt zeigt die Studie eine geringe Einhaltung der WHO-Richtlinien, insbesondere unter jungen Erwachsenen, was mit

den Entwicklungen in anderen wohlhabenden Ländern übereinstimmt (Chatelan et al., 2019). Daten aus dem SI.Menu 2017/2018, der slowenischen Nationalen Ernährungserhebung, greifen ebenfalls auf die Einteilung in freie Zucker gemäß WHO zurück. Es handelt sich um eine bevölkerungsrepräsentative Querschnittsstudie, welche mithilfe eines geschichteten Stichprobendesigns unter nicht institutionalisierten Personen in Slowenien durchgeführt wurde. Insgesamt wurden 1319 Personen rekrutiert, von denen nach Qualitätsprüfung 1248 Datensätze in die Analyse einbezogen wurden. Die Ergebnisse zeigten, dass die mediane tägliche Aufnahme freier Zucker bei Jugendlichen (10-17 Jahre) 39,3 g (10,1 % TEI), bei Erwachsenen (18-64 Jahre) 22,6 g (6,4% TEI) und bei älteren Personen (65-74 Jahre) 21,8 g (6,5 % TEI) betrug. Der Anteil freier Zucker an der gesamten Zuckeraufnahme betrug bei Jugendlichen 53 %, bei Erwachsenen 38 % und bei älteren Personen 34 %. Die Hauptquellen freier Zucker in der slowenischen Bevölkerung waren Getränke, Backwaren sowie Zucker, Honig und verwandte Produkte. Auch Milchprodukte leisteten einen relevanten Beitrag zur Gesamtzufuhr. Insgesamt hielt ein Großteil der Bevölkerung die WHO-Empfehlung ein (Zupanič et al., 2020). Auch Daten aus dem National Diet and Nutrition Survey (NDNS) 2014/15-2015/16, der britischen Nationalen Ernährungserhebung, greifen auf die Einteilung in freie Zucker gemäß WHO und SACN (Scientific Advisory Committee on Nutrition) zurück. Dabei umfasst die SACN-Definition alle Aspekte der WHO-Definition freier Zucker, berücksichtigt jedoch zusätzlich auch Zucker aus pürierten Früchten. Es handelt sich um eine bevölkerungsrepräsentative, nationale Querschnittsstudie, bei der ein geschichtetes Stichprobendesign unter nicht institutionalisierten Personen im Vereinigten Königreich zur Anwendung kam. Insgesamt wurden 2138 Personen im Alter von 1,5 bis 64 Jahren rekrutiert, deren Nahrungsaufnahme mittels viertägiger Ernährungsprotokolle erfasst wurde. Die Ergebnisse zeigten, dass die mediane tägliche Aufnahme freier Zucker, je nach Definition, bei bis zu 60,1 g lag, was einem Anteil von bis zu 13 % TEI entsprach. Die Aufnahme war dabei bei Kindern und Jugendlichen höher als bei Erwachsenen. Die Hauptquellen freier Zucker waren Getreide- und Getreideprodukte, alkoholfreie Getränke, insbesondere zuckergesüßte Softdrinks und Fruchtsäfte, Zucker und Süßwaren sowie Milchprodukte. Insbesondere Haushaltszucker, etwa in Gebäck, Frühstückprodukten oder Süßspeisen, war ein bedeutender Bestandteil der freien Zucker. Insgesamt hielten 25-54 % der britischen Bevölkerung die WHO-Empfehlung ein (Amoutzopoulos et al., 2020).

### 2.1.5 Datenlage in Österreich (Ernährungsbericht 2017)

Abschließend werden die verfügbaren Daten aus Österreich betrachtet, welche zugleich die zentrale Untersuchungsgrundlage dieser Arbeit darstellen. Sie stammen aus dem Österreichischen Ernährungsbericht 2017 und erfassen ebenfalls die Aufnahme freier Zucker unter österreichischen Erwachsenen im Alter von 18 bis 64 Jahren. Die Erhebung erfolgte im Rahmen einer bevölkerungsrepräsentativen, nationalen Querschnittsstudie, basierend auf einem mehrstufigen Clustersampling. Insgesamt nahmen 2129 Personen teil. Die mittlere Aufnahme freier Zucker betrug bei Frauen 17,6 % und bei Männern 16,5 % der TEI. Damit überschreiten 88,8 % der Frauen und 81,4 % der Männer die von der WHO empfohlene maximale Zufuhr von 10 % der TEI aus freien Zuckern deutlich. Lediglich 11,2 % der Frauen und 18,6 % der Männer halten diesen Grenzwert ein. Eine Orientierung am strengeren WHO-Zielwert von weniger als 5 % der TEI wurde im Bericht nicht explizit ausgewiesen, dürfte jedoch nur von einem sehr geringen Bevölkerungsanteil erreicht worden sein. Eine detaillierte Analyse der Hauptquellen freier Zucker wurde im Bericht nicht explizit ausgewiesen, jedoch zeigte sich ein hoher Konsum zuckerhaltiger Getränke, Süßigkeiten und Backwaren sowie ein überhöhter Verzehr von Limonaden, insbesondere bei jungen Männern. Junge Erwachsene konsumieren insgesamt häufiger und mehr Limonaden sowie Süßwaren als ältere Altersgruppen. Frauen im Alter von 19 bis unter 25 Jahren konsumierten täglich zwischen 84 und 141 g Limonaden, Männer im selben Alter im Mittel 238 g täglich. Mit steigendem Alter sinkt der Konsum deutlich. Insgesamt zeigt sich eine geringe Einhaltung der WHO-Richtlinien zur Zuckeraufnahme, was auch im internationalen Vergleich typisch für wohlhabende Länder ist (Rust et al., 2017).

### 2.1.6 Gesundheitliche Auswirkungen eines zu hohen Konsums freier Zucker

#### 2.1.6.1 *Assoziationen von Zuckerkonsum und dem Risiko nichtübertragbarer Krankheiten*

Nichtübertragbare Krankheiten (Non-Communicable Diseases, NCDs) sind chronische Erkrankungen, welche nicht durch infektiöse Erreger verursacht werden. Sie verlaufen in der Regel chronisch und entstehen primär durch verhaltens- und lebensstilbedingte Risikofaktoren, darunter u.a. zucker-, salz- und fettreiche Ernährung. Zu den häufigsten NCDs zählen Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes mellitus Typ 2, chronische Atemwegserkrankungen und verschiedene Krebsarten (World Health Organization, 2024). Ein relevanter Risikofaktor im Zusammenhang mit nichtübertragbaren Krankheiten ist ein hoher Zuckerkonsum. Das umfassende

Umbrella-Review von Y. Huang et al. (2023) kommt zu dem Ergebnis, dass ein hoher Konsum von freiem oder zugesetztem Zucker mit einer Vielzahl negativer gesundheitlicher Auswirkungen assoziiert ist. Unter anderem konnte eine signifikant erhöhte Wahrscheinlichkeit für Übergewicht, Typ-2-Diabetes mellitus (T2DM), koronare Herzkrankheit (KHD), Schlaganfälle und bestimmte Krebsarten festgestellt werden. Besonders Zucker aus zuckerhaltigen Getränken (Sugar-Sweetened Beverages, SSBs) wurde mehrfach als Hauptrisikofaktor identifiziert, da diese einen hohen Anteil an freiem Zucker enthalten, häufig konsumiert werden und wenig zur Sättigung beitragen. Die Analyse zeigte beispielsweise, dass jede zusätzliche täglich konsumierte Portion eines zuckerhaltigen Getränks (ca. 250 ml) mit einem 17 % höheren Risiko für koronare Herzerkrankungen und einem 4 % höheren Risiko für die Gesamtmortalität assoziiert ist. Die Autoren empfehlen daher, die Aufnahme freier oder zugesetzter Zucker auf unter 25 g pro Tag und den Konsum von SSBs auf weniger als eine Portion pro Woche zu begrenzen. Dies entspricht bei einem durchschnittlichen täglichen Energiebedarf von 2000 kcal etwa 5 % der Gesamtenergiezufuhr und liegt damit unterhalb der von der WHO empfohlenen Grenze von 10 % der Gesamtenergiezufuhr (Y. Huang et al., 2023). Auch die Bewertung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hinsichtlich der Bestimmung eines Upper Intake Levels für Zucker in der Ernährung stützt diese Befunde. Laut EFSA zeigen randomisierte kontrollierte Studien eine kausale Beziehung insbesondere für Adipositas und Dyslipidämie sowie Hinweise auf Zusammenhänge mit Typ-2-Diabetes und nicht-alkoholischer Fettleber. Dabei scheint die erhöhte Energieaufnahme mit daraus resultierender positiver Energiebilanz eine wichtigere Rolle zu spielen als die Menge an Zucker selbst. Auch in dieser Untersuchung zeigt sich eine besonders ausgeprägte negative Wirkung von zuckerhaltigen Getränken (SSBs). Diese Getränke werden konsistent mit einem erhöhten Risiko für Adipositas, Typ-2-Diabetes und kardiovaskuläre Erkrankungen assoziiert. Die EFSA betont, dass kein sicherer Schwellenwert für die Zuckeraufnahme identifiziert werden konnte und empfiehlt, die Aufnahme von zugesetzten und freien Zuckern so gering wie möglich zu halten.

#### *2.1.6.2 Zusammenhang zwischen Zuckeraufnahme und Sterblichkeit*

Eine systematische Übersichtsarbeit und Dosis-Wirkungs-Metaanalyse von C. Huang et al. (2023) in der Fachzeitschrift *Nutrition* bestätigt diese Befunde. Die Studie zeigte, dass ein hoher Konsum von Gesamtzucker und Fruktose mit einer erhöhten Gesamt- und kardiovaskulären Sterblichkeit assoziiert ist. Besonders kritisch ist ein Anteil von über 10 % der täglichen Energiezufuhr aus Zucker, da ab diesem Schwellenwert ein deutlicher Anstieg des Mortalitätsrisikos zu beobachten war. Für zugesetzten Zucker

und Saccharose wurden hingegen keine eindeutigen Zusammenhänge mit der Gesamt-, Krebs- oder Herz-Kreislauf-Mortalität festgestellt (C. Huang et al., 2023).

#### *2.1.6.3 Auswirkungen von Zuckerkonsum auf die Darmgesundheit*

Ein weiterer bedeutsamer Aspekt im Zusammenhang mit Zuckerkonsum ist die gastrointestinale Gesundheit. Neuere Studien zeigen, dass eine hohe Aufnahme von freien Zuckern, insbesondere Fruktose, die Darmbarriere negativ beeinflussen kann. Durch eine erhöhte Durchlässigkeit des Darms (Leaky Gut) und Veränderungen der Darmmikrobiota wird das Risiko für Entzündungen im Magen-Darm-Trakt gesteigert. Dies kann zur Entstehung oder Verschlechterung chronisch-entzündlicher Darmerkrankungen (wie Morbus Crohn oder Colitis ulcerosa), Reizdarmsyndrom sowie zur Förderung von Darmkrebs beitragen. Darüber hinaus zeigen Beobachtungsstudien, dass ein hoher Zuckerkonsum, vor allem in Kombination mit einer Western Style Diet, mit einer Dysbiose, also einem Ungleichgewicht der Darmflora, assoziiert ist. Diese mikrobielle Verschiebung kann systemische Entzündungsprozesse fördern, welche weit über den Darm hinausgehen (Arnone et al., 2022).

#### *2.1.6.4 Unsicherheiten und Kritik an der aktuellen Evidenzlage der WHO-Empfehlung und Ausblick*

Trotz zahlreicher Studien bleiben offene Fragen zur genauen Wirkung von Zucker bestehen. Es herrschen bis heute Uneinigkeiten darüber, wo genau die Grenze für eine gesundheitlich unbedenkliche Zuckierzufuhr liegt und wie stark das krankmachende Potenzial von Zucker tatsächlich ist. Eine narrative Übersichtsarbeit von Yan et al. (2022) zeigt, dass die wissenschaftliche Evidenz, auf der viele Ernährungsempfehlungen basieren, insbesondere die WHO-Leitlinie zur Begrenzung der Zuckierzufuhr auf unter 10 % der täglichen Energieaufnahme, nicht ausreichend abgesichert ist. Viele Studien, welche negative gesundheitliche Effekte mit hohem Zuckerkonsum in Verbindung bringen, fokussieren sich fast ausschließlich auf Zucker aus flüssigen Quellen wie zuckerhaltigen Getränken. Für Zucker aus festen Lebensmitteln lassen sich hingegen häufig keine eindeutigen Zusammenhänge mit chronischen Erkrankungen feststellen. Zudem handelt es sich bei einem Großteil der Studien um Querschnittsstudien, welche keine Kausalität belegen können. Es mangelt an gut kontrollierten, randomisierten Interventionsstudien, welche die langfristigen Auswirkungen verschiedener Zuckerquellen differenziert untersuchen. Ergänzend kritisieren die Autor:innen, dass viele tierexperimentelle Studien unrealistisch hohe Zuckerdosen oder isolierte Fruktosegaben verwenden, was die Übertragbarkeit auf übliche menschliche Ernährungsgewohnheiten stark einschränkt.

Vor diesem Hintergrund fordern Yan und Kolleg:innen eine kritischere Bewertung bestehender Empfehlungen und plädieren für eine differenzierte Betrachtung von Zuckerkonsum in Bezug auf Form, Menge, Kontext und Studiendesign (Yan et al., 2022). Gleichzeitig ist es aus Public-Health-Perspektive nachvollziehbar, dass die WHO eine pauschale Obergrenze formuliert, um eine klare Orientierung zu bieten und präventiv gesundheitlichen Risiken vorzubeugen.

## 2.2 Ernährung und systemische Entzündung

Chronische systemische Entzündungen gelten als zentraler pathophysiologischer Mechanismus, welcher zur Entstehung zahlreicher Zivilisationskrankheiten beiträgt. Erkrankungen wie Atherosklerose, Krebs, Diabetes mellitus Typ 2, Adipositas, Depressionen und das metabolische Syndrom stehen in engem Zusammenhang mit einem persistent erhöhten Entzündungsniveau im Körper. Während Infektionen oder akute Verletzungen natürliche Entzündungsreaktionen hervorrufen, welche zeitlich begrenzt und heilungsfördernd sind, zeichnet sich die chronische, niedriggradige Entzündung durch eine dauerhafte und subklinische Aktivierung des Immunsystems aus, ohne dass ein akuter Auslöser vorliegt. Ernährung spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Eine Vielzahl an Studien konnte zeigen, dass bestimmte Nahrungsbestandteile entweder pro- oder antiinflammatorisch wirken können (Shivappa et al., 2014). Auch ein übermäßiger Konsum von Zucker, insbesondere in Form von Fruktose, Glukose und industriell hergestelltem High Fructose Corn Syrup (HFCS), stellt einen bedeutenden Risikofaktor für die Entstehung systemischer Entzündungen dar. Diese niedriggradigen, chronischen Entzündungen gelten als pathophysiologische Grundlage für NCDs wie Adipositas, metabolisches Syndrom, Typ-2-Diabetes, kardiovaskuläre Erkrankungen und verschiedene Autoimmunerkrankungen (Ma et al., 2022). Ein zentrales Organ in der Vermittlung zwischen Ernährung, Stoffwechsel und Entzündung ist das Fettgewebe. Adipöses Gewebe fungiert nicht nur als passiver Energiespeicher, sondern auch als eines der größten endokrinen Organe des Körpers. Es sezerniert eine Vielzahl bioaktiver Moleküle, darunter Adipokine, Zytokine und Chemokine, welche das Immunsystem modulieren. Mit übermäßigem Zuckerkonsum und der damit häufig einhergehenden Gewichtszunahme verändert sich das Fettgewebe funktionell und strukturell: Die Hypertrophie und Hyperplasie der Adipozyten führen zu einer verstärkten Ausschüttung proinflammatorischer Mediatoren wie TNF- $\alpha$ , IL-6 und MCP-1 (Charrez et al., 2015; Ma et al., 2022). Diese Faktoren fördern lokal die Entzündungsaktivität im Fettgewebe und wirken zugleich systemisch, was zur Entwicklung einer chronischen niedriggradigen Entzündung beiträgt und die Insulinresistenz verstärkt

(Ma et al., 2022). Neben dem Fettgewebe spielt auch der Darm eine wesentliche Rolle in der Vermittlung entzündlicher Effekte. Fruktose steigert die Permeabilität der Darmwand, wodurch bakterielle Produkte wie Lipopolysaccharide (LPS) leichter in die Blutbahn gelangen (Payne et al., 2012). Diese aktivieren über Toll-like-Rezeptor 4 (TLR4) Immunzellen und initiieren über die Aktivierung der Transkriptionsfaktoren NF- $\kappa$ B und JAK2/STAT3 eine verstärkte Produktion von Entzündungsmediatoren wie IL-1 $\beta$ , IL-6 und TNF- $\alpha$ . Zugleich führt ein hoher Zuckerkonsum zu einer Verringerung der mikrobiellen Diversität im Darm, insbesondere zum Rückgang entzündungshemmender Bakterien wie Lachnospiraceae und Lactobacillaceae, was die Darmbarriere weiter schwächt und systemische Entzündungen fördert (Fajstova et al., 2020). Auf immunologischer Ebene beeinflusst Zucker direkt die Funktion von T-Zellen. Eine hohe Glukosekonzentration in Immunzellen führt über die Produktion mitochondrialer reaktiver Sauerstoffspezies zur Aktivierung von TGF- $\beta$ . In Kombination mit IL-6 wird so der Transkriptionsfaktor ROR $\gamma$ t aktiviert, welcher die Differenzierung von CD4<sup>+</sup> T-Zellen zu proinflammatorischen Th17-Zellen steuert. Th17-Zellen spielen eine zentrale Rolle in der Pathogenese zahlreicher Autoimmunerkrankungen, wie Multiple Sklerose, rheumatoide Arthritis oder Psoriasis, und ihre übermäßige Aktivierung gilt als kritischer Mechanismus der durch Zucker geförderten Immunpathologie. Jedoch ist hervorzuheben, dass sich viele dieser Erkenntnisse primär auf Studien mit Fruktose und HFCS stützen. Fruktose weist durch ihre spezifische hepatische Verstoffwechselung ein besonderes Potenzial zur Förderung von Leberentzündungen, Fettansammlung und oxidativem Stress auf, während Glukose systemischer verwertet wird. Studien zeigen, dass insbesondere Fruktose, allein oder in Form von HFCS, stärker mit der Erhöhung von Entzündungsmarkern wie CRP, IL-6 und TNF- $\alpha$  assoziiert ist als reine Glukose. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer differenzierten Betrachtung der jeweiligen Zuckerarten. Die generalisierte Gleichsetzung aller Zuckerarten hinsichtlich ihrer entzündungsfördernden Wirkungen greift zu kurz, da die metabolischen und immunologischen Effekte zwischen Fruktose, Glukose und Saccharose deutlich variieren können. Insgesamt verdeutlichen die aktuellen Forschungsergebnisse, dass eine zuckerreiche Ernährung über multiple Mechanismen, metabolische Dysregulation, Störung der Darmbarriere, Beeinflussung des Mikrobioms und direkte Immunmodulation, systemische Entzündungen verstärken kann. Dennoch besteht weiterer Forschungsbedarf, um die spezifischen Wirkungen einzelner Zuckerarten klarer abzugrenzen und daraus gezielte Ernährungsempfehlungen zur Prävention und Therapie entzündlicher sowie autoimmuner Erkrankungen abzuleiten (Ma et al., 2022).

### 2.2.1 Dietary Inflammatory Index (DII)

Der Dietary Inflammatory Index (DII) wurde entwickelt, um das entzündliche Potenzial der Ernährung quantifizierbar zu machen. Um diesen Einfluss systematisch bewerten zu können, wurde der DII erstmals 2009 eingeführt und 2014 umfassend überarbeitet und standardisiert. Der DII basiert auf einer systematischen Auswertung von insgesamt 1943 wissenschaftlichen Artikeln, welche bis Dezember 2010 veröffentlicht wurden und den Einfluss von 45 definierten Nahrungsbestandteilen auf sechs etablierte Entzündungsmarker untersuchten: Interleukin-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ), Interleukin-6 (IL-6), Tumornekrosefaktor- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), Interleukin-4 (IL-4), Interleukin-10 (IL-10) sowie C-reaktives Protein (CRP). Für jedes Lebensmittel bzw. jeden Nährstoff wurde auf Basis der Studienlage ein sogenannter "inflammatory effect score" berechnet, welcher das Verhältnis zwischen pro- und antiinflammatorischen Effekten wiedergibt. Um Verzerrungen durch unterschiedliche Maßeinheiten oder extreme Werte zu vermeiden, wurden individuelle Verzehrdaten zunächst z-standardisiert und anschließend in zentrierte Perzentilwerte umgerechnet. Diese Werte wurden anschließend mit den jeweiligen Effektstärken der Lebensmittelparameter multipliziert, um einen individuellen, summierten DII-Gesamtwert zu berechnen. Ein zentrales Merkmal des DII ist seine internationale Vergleichbarkeit, da die zugrunde liegende Referenzdatenbank aus elf verschiedenen Ländern mit unterschiedlichen Ernährungsmustern stammt. Dies ermöglicht es, individuelle Ernährungsdaten, unabhängig von kulturellen Unterschieden, in Bezug auf ein weltweit gültiges Spektrum an Lebensmittelaufnahmen einzuordnen. Der daraus resultierende DII-Wert ordnet die Ernährung einer Person auf einer Skala ein, welche von stark antiinflammatorisch bis hin zu stark proinflammatorisch reicht. In entwickelten Szenarien lag der DII-Wert zwischen +7,98 (maximal proinflammatorisch) und -8,87 (maximal antiinflammatorisch). Die Anwendung des DII in epidemiologischen Studien hat gezeigt, dass höhere DII-Werte, also stärker entzündungsfördernde Ernährungsweisen, mit erhöhten Konzentrationen von Entzündungsmarkern im Blut sowie einem höheren Risiko für chronische Erkrankungen assoziiert sind. Aufgrund seiner Methodik ist der DII flexibel einsetzbar und kann sowohl mit umfangreichen Ernährungsprotokollen als auch mit vereinfachten Erhebungsmethoden wie Food Frequency Questionnaires (FFQs) berechnet werden. Er bietet damit eine wertvolle Grundlage für die ernährungswissenschaftliche Erforschung von Entzündungsprozessen und deren Zusammenhang mit Gesundheit und Krankheit (Shivappa et al., 2014). Aktuelle epidemiologische Studien unterstreichen die Relevanz des DII für die Einschätzung ernährungsbedingter Entzündungsprozesse in Bezug auf konkrete Krankheitsbilder, unter anderem auch NCDs. Mehrere groß

angelegte Auswertungen der NHANES-Daten belegen einen konsistenten Zusammenhang zwischen einem höheren DII und verschiedenen chronischen Erkrankungen. So wurde ein erhöhter DII-Wert mit einem signifikant gesteigerten Risiko für Hypertonie (Zhou et al., 2022), für koronare Herzkrankheiten, insbesondere bei Frauen mit einem DII über 2 (Wu et al., 2022), sowie für das Metabolische Syndrom und damit verbundene kardiometabolische Risikofaktoren wie Insulinresistenz, erhöhtes hs-CRP und Dyslipidämie (Mazidi et al., 2018) in Verbindung gebracht. Darüber hinaus zeigten NHANES-Analysen auch einen positiven Zusammenhang zwischen einer proinflammatorischen Ernährung und der Prävalenz von Endometriose (Hu et al., 2023). Ergänzend deutet eine Metaanalyse mit über 1,6 Millionen Teilnehmern darauf hin, dass ein höherer DII insbesondere in qualitativ hochwertigen Studien signifikant mit einem erhöhten Risiko für Typ-2-Diabetes assoziiert ist (Motamedi et al., 2022). Diese Ergebnisse verdeutlichen das Potenzial des DII als valides Instrument zur Identifikation entzündungsfördernder Ernährungsmuster, die zur Entstehung oder Verschlechterung chronisch-entzündlicher Erkrankungen beitragen können.

## 2.3 Empirischer Forschungsstand zum Zusammenhang zwischen Zuckerkonsum, systemischer Entzündung und dem Risiko für nichtübertragbare Krankheiten

Die folgenden Abschnitte widmen sich der Darstellung und kritischen Einordnung der bisherigen empirischen Evidenz zum Zusammenhang zwischen Zuckerkonsum, systemischer Entzündung und dem Risiko für nichtübertragbare Krankheiten. Aufbauend auf den im theoretischen Hintergrund beschriebenen Mechanismen werden Studien vorgestellt, welche auf Basis von Ernährungs- und Gesundheitsdaten den Einfluss von Zucker auf die allgemeine Gesundheit, auf inflammatorische Marker, krankheitsbezogene Endpunkte sowie auf die Gesamtmortalität untersuchen.

### 2.3.1 Zuckerkonsum und Gesundheit

Ein umfassendes Bild zu den gesundheitlichen Auswirkungen von Zuckerkonsum liefert der Umbrella-Review von Huang et al. (2023), welcher 73 Meta-Analysen mit insgesamt 83 verschiedenen gesundheitsbezogenen Endpunkten auswertete. Die Studie untersuchte systematisch sowohl Beobachtungsstudien als auch randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) und beurteilte dabei die Qualität der Evidenz sowie das Risiko von Verzerrungen. Die Ergebnisse zeigen, dass ein hoher Konsum freier oder zugesetzter Zucker, vor allem aus SSBs, mit einer Vielzahl

negativer gesundheitlicher Folgen assoziiert ist. So war eine zusätzliche Portion von 250 ml SSBs pro Tag mit einem um 17 % erhöhten Risiko für koronare Herzkrankheit und einem um 4 % erhöhten Risiko für die Gesamtmortalität verbunden. Das Risiko für Adipositas stieg um 12 % pro zusätzlicher Portion täglich und dieser Effekt zeigte sich unabhängig von Gesamtenergieaufnahme oder körperlicher Aktivität. Besonders stark war der Zusammenhang mit T2DM. Denn schon eine zusätzliche Portion SSBs pro Tag erhöhte das Risiko um 27 %. Auch bei Hypertonie, metabolischem Syndrom und gestörten Blutfetten zeigten sich signifikante Zusammenhänge. Neben kardiometabolischen Effekten wurden auch Krebsrisiken beobachtet. So war hoher Fruktosekonsum mit einem um 22 % erhöhten Risiko für Pankreaskarzinom assoziiert. SSB-Konsum stand außerdem mit einer höheren Mortalität bei Brustkrebs sowie mit erhöhtem Risiko für Prostata- und Gesamtkrebserkrankungen in Verbindung. Trotz vieler signifikanter Assoziationen war die Qualität der Evidenz insgesamt gering. Die meisten Studien basierten auf Beobachtungsdaten und wurden nach GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) als „low“ oder „very low“ eingestuft. Methodische Schwächen wie hohe Heterogenität, mögliche Verzerrungen und fehlende Kausalitätsnachweise schränken die Aussagekraft ein. Nur wenige Endpunkte, etwa der Zusammenhang zwischen SSB-Konsum und Körpergewicht, wurden durch RCTs mit moderater Evidenzqualität gestützt. Dennoch zeigt sich über die Studien hinweg ein konsistentes Muster: Ein hoher Konsum freier Zucker, insbesondere in Form von SSBs, ist ein klarer Risikofaktor für zahlreiche NCDs (Y. Huang et al., 2023).

### 2.3.2 Zuckerkonsum und Inflammationsmarker

Eine bevölkerungsrepräsentative Querschnittsstudie von Lin et al. (2020) auf Basis der NHANES-Daten (2007-2010) untersuchte den Zusammenhang zwischen dem Konsum von SSBs, dem BMI und systemischen Entzündungsmarkern. Die Ergebnisse zeigten, dass eine höhere Aufnahme von SSBs signifikant mit erhöhten Konzentrationen von CRP assoziiert war, einem etablierten Marker für systemische, niedriggradige Entzündungen. Besonders bei adipösen Personen fiel der Zusammenhang stärker aus, was auf eine mögliche synergistische Wirkung zwischen entzündungsfördernder Ernährung und erhöhtem Körperfettanteil hinweisen könnte. Die Studie liefert damit empirische Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen zuckerreicher Ernährung und systemischer Entzündungsaktivität (Lin et al., 2020). Auch Ma et al. (2022) bestätigen diese Verbindung zwischen Zuckerkonsum und niedriggradiger Entzündung. In ihrem umfassenden Übersichtsartikel betonen Ma und Kolleg:innen, dass ein übermäßiger Zuckerkonsum, insbesondere in Form von Fruktose und Glukose, eng mit der Entstehung und Aufrechterhaltung von

niedriggradigen chronischen Entzündungen verbunden ist. Sie zeigen, dass ein hoher Zuckerkonsum zur vermehrten Ausschüttung proinflammatorischer Zytokine wie IL-6, TNF- $\alpha$  und auch CRP führt und damit das Risiko für metabolische Störungen, Insulinresistenz und entzündliche Erkrankungen deutlich erhöht. Besonders betont wird, dass viszerales Fettgewebe bei übergewichtigen Personen als Quelle entzündungsfördernder Mediatoren fungiert, was die Wirkung von Zucker auf das Immunsystem weiter verstärken kann. Ma et al. fassen zusammen, dass exzessiver Zuckerkonsum als ein zentraler Umweltfaktor gilt, welcher über verschiedene immunologische und metabolische Wege systemische Entzündungsprozesse auslöst oder verschärft. Als ursächlichen Mechanismus für die entzündungsfördernde Wirkung von Zucker vermutet man vor allem die Aktivierung immunologischer Signalwege durch eine erhöhte Freisetzung proinflammatorischer Zytokine wie IL-6, TNF- $\alpha$  und CRP. Diese Reaktion wird unter anderem durch eine veränderte Darmpermeabilität, mikrobielle Dysbiosen sowie eine vermehrte Lipidakkumulation im viszeralen Fettgewebe ausgelöst, welche gemeinsam systemische, niedriggradige Entzündungen fördern. Zudem aktiviert ein hoher Glukose- und Fruktosekonsum Signalwege wie NF- $\kappa$ B oder TLR4, welche zentralen Rollen in der Immunantwort spielen (Ma et al., 2022). Diese Befunde werden durch die Studie von O'Connor et al. (2018) gestützt, welche in einer britischen Querschnittserhebung mit 9678 Erwachsenen ebenfalls einen signifikanten positiven Zusammenhang zwischen dem Konsum freier Zucker, insbesondere aus flüssigen Quellen wie SSBs und Fruchtsäften und erhöhten CRP-Werten fand. Die Aufnahme von Zucker aus festen Nahrungsmitteln zeigte hingegen keinen signifikanten Zusammenhang mit CRP oder metabolischen Risikoparametern. Besonders relevant war, dass Zucker, welcher Getränken (z. B. Tee, Kaffee) zugesetzt wurde, am stärksten mit erhöhten Werten für CRP, HOMA-IR und dem metabolischen Risikoscore assoziiert war. Die Resultate deuten darauf hin, dass nicht nur die Menge, sondern auch die Quelle des aufgenommenen Zuckers einen entscheidenden Einfluss auf Entzündungsprozesse und metabolische Dysregulation haben könnte (O'Connor et al., 2018). Kontrollierte Interventionsstudien liefern zusätzlich zur Querschnittsevidenz wichtige Hinweise auf mögliche Kausalzusammenhänge. Eine häufig angeführte Studie in diesem Kontext ist die kontrollierte Fütterungsstudie von Aeberli et al. (2011). In einem zweiwöchigen, randomisierten Cross-over-Design erhielten gesunde junge Männer täglich entweder 80 g Zucker in Form von SSBs (Glukose, Fruktose oder Saccharose) oder eine isokalorische Kontrolle auf Stärke-Basis. Die Ergebnisse zeigten, dass insbesondere die Fruktose- und Saccharose-Gruppe signifikant höhere Konzentrationen der Entzündungsmarker hs-CRP und TNF- $\alpha$  aufwiesen. Zudem wurden ungünstige

Veränderungen im Lipidprofil beobachtet. Die Studie wird häufig zitiert, da sie eine der wenigen streng kontrollierten Humanstudien ist, welche die entzündungsfördernden Wirkungen unterschiedlicher Zuckerarten direkt untersucht. Gleichzeitig weist sie auch Einschränkungen auf, denn die kurze Studiendauer von zwei Wochen lässt keine Aussagen über Langzeiteffekte zu und das kleine, homogene Sample (n = 29, ausschließlich junge Männer) begrenzt die Übertragbarkeit auf die allgemeine Bevölkerung. Dennoch liefert die Studie wichtige erste Hinweise darauf, dass bereits ein kurzfristiger Konsum hoher Mengen freier Zucker, insbesondere in Form von Getränken, systemische Entzündungsprozesse aktivieren kann (Aeberli et al., 2011).

### 2.3.3 Konsum freier Zucker und DII

Trotz umfassender Recherche konnten keine Studien identifiziert werden, welche eine direkte Assoziation zwischen der Zufuhr freier Zucker und dem DII analysieren. Die aktuelle Forschung konzentriert sich vorrangig auf den Zusammenhang des DII mit verschiedenen Health-Outcomes wie T2DM (Motamedi et al., 2022), KHK (Wu et al., 2022), Bluthochdruck (Zhou et al., 2022), Endometriose (Hu et al., 2023) sowie weiteren gesundheitlichen Folgen. Obwohl freie Zucker als potenziell entzündungsfördernde Komponente gelten, wurde ihre spezifische Rolle in Bezug auf den DII bislang nicht untersucht. Diese Forschungslücke legt nahe, dass der Zusammenhang zwischen freiem Zuckerkonsum und dem DII systematisch analysiert werden sollte, um ein besseres Verständnis für ernährungsbedingte Entzündungsprozesse zu gewinnen. Insgesamt deuten die bisherigen Studien darauf hin, dass ein hoher Konsum an Zucker entweder direkt entzündungsfördernd wirken oder Teil eines insgesamt ungesunden, proinflammatorischen Ernährungsmusters sein kann. Ob sich dieser Zusammenhang auch in einem erhöhten DII-Wert widerspiegelt, wurde bisher nicht untersucht und bildet daher den zentrale Forschungsaspekt dieser Arbeit.

## 3 Methodik

Grundlage der Analyse sind Daten des Österreichischen Ernährungsbericht 2026, welche mithilfe des DII hinsichtlich ihres entzündungsbezogenen Ernährungsmusters ausgewertet wurden. Im Folgenden Teil werden das Studiendesign, die Datenquelle, die Stichprobe sowie die Variablen und das statistische Vorgehen beschrieben.

### 3.1 Datenquelle und Studiendesign

Die Daten wurden im Rahmen der Erhebungen zum Österreichischen Ernährungsbericht 2026 erfasst. Der Bericht erscheint in einem vier- bis fünfjährigen Zyklus; pandemiebedingt stammt die letzte Ausgabe jedoch aus dem Jahr 2017. Das Projekt wird vom Department für Ernährungswissenschaften der Universität Wien in Kooperation mit der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) durchgeführt und durch das Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (BMSGPK) finanziert.

Es handelt sich um eine Querschnittsstudie mit folgenden Einschlusskriterien: Wohnsitz in Österreich, Alter zwischen 18 und unter 65 Jahren sowie eine freiwillige Teilnahme. Die Stichprobenziehung erfolgte mittels mehrstufigem Clustersampling, wobei Betriebe laut Firmenregister, Ausbildungsstätten, das Arbeitsmarktservice (AMS) sowie Vereine als Cluster herangezogen wurden. Die Datenerhebung lässt sich in drei Teilerhebungen gliedern:

1. Die Daten zu soziodemografischen Merkmalen (Geschlecht, Alter, Geburtsland, Staatsangehörigkeit, Familienstand, Haushaltstyp, Beruf, Bildungsstand), gesundheitsbezogenen Faktoren (Rauchverhalten, Alkoholkonsum, Krankheiten, Medikamenteneinnahme), zur Verzehrhäufigkeit von Lebensmitteln (mittels Food Frequency Questionnaire, FFQ), zur Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln sowie zum Bewegungsverhalten (basierend auf dem Global Physical Activity Questionnaire, GPAQ) wurden mittels eines Online-Fragebogens erhoben. Der Link zu diesem wurde den teilnehmenden Personen per E-Mail zugesendet.
2. Die Daten zur Lebensmittel- und Getränkeaufnahme wurden mittels eines zweimal durchgeführten 24-Stunden-Recalls erhoben. Der erste Recall fand persönlich am Arbeitsplatz der Teilnehmenden durch geschultes Personal des Departments für Ernährungswissenschaften statt, der zweite erfolgte in etwa zwei Wochen später telefonisch. Ziel dieser Wiederholung war es, die Aussagekraft der Erhebung zu erhöhen. Zur Erfassung der konsumierten Lebensmittel und Getränke wurde die Software GloboDiet verwendet. Das Programm wurde ursprünglich unter dem Namen EPIC-Soft im Rahmen der EPIC-Studie (European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition) von der International Agency for Research on Cancer (IARC) entwickelt, an österreichische Verzehrsgewohnheiten adaptiert, um eine standardisierte Durchführung von 24-h-Recalls europaweit zu ermöglichen (Slimani et al.,

2000). GloboDiet zählt aktuell zu den wenigen Instrumenten, die einen länderübergreifenden Vergleich von Verzehrsdaten erlauben. Ein weiterer wesentlicher Vorteil von GloboDiet ist die strukturierte und detaillierte Erhebung: Konsumierte Lebensmittel werden mithilfe gezielter Zwischenfragen chronologisch und mengenmäßig erfasst, wodurch das Erinnern erleichtert wird. Zusätzlich wurde den Teilnehmenden bei beiden Befragungen ein standardisiertes Fotobuch zur besseren Abschätzung der Portionsgrößen zur Verfügung gestellt. Ergänzend wurden spezifische Fragen zum Konsum von Nahrungsergänzungsmitteln gestellt, darunter, ob am Vortag Nahrungsergänzungsmittel eingenommen wurden, die Gründe für die Einnahme, Produktname bzw. -bezeichnung, Firma oder Marke sowie Dosierungsangaben. Ebenso wurden Fragen zum Stuhlverhalten erhoben, einschließlich Beschreibung der Konsistenz (mithilfe der Bristol-Stuhlformen-Skala) und Frequenz.

3. Die Erhebung anthropometrischer Daten erfolgte im Rahmen des persönlichen Interviews nach standardisierten Verfahren. Körpergröße wurde mit einer Messgenauigkeit von  $\pm 0,1$  cm und Körpergewicht mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,1$  kg gemessen. Zusätzlich wurden Taillen-, Hüft- und Bauchumfang zweimal gemessen, um potenzielle Messfehler zu minimieren. Es handelte sich um gemessene Werte, nicht um Selbstangaben. Aus den Daten zu Körpergewicht und Körpergröße wurde der Body Mass Index (BMI) berechnet.

Einsicht in die verwendeten Materialien erfolgt auf Anfrage bei der Projektleitung.

### 3.2 Limitationen

Wie bei allen Erhebungen dieser Art sind auch bei der vorliegenden Untersuchung methodische Limitationen zu berücksichtigen, welche die Interpretation der Ergebnisse beeinflussen können. Ein zentraler Aspekt betrifft die Freiwilligkeit der Studienteilnahme, welche eine potenzielle Verzerrung der Stichprobe zur Folge haben kann. Personen mit höherem Gesundheitsbewusstsein oder stärkerem Interesse an Ernährungsthemen könnten eher zur Teilnahme motiviert gewesen sein, insbesondere da die Studie mit einer kostenlosen Bioelektrischen Impedanzanalyse (BIA) sowie der Möglichkeit zur Teilnahme an einem Gewinnspiel beworben wurde. Vor allem die kostenlose BIA könnten selektiv Personen mit gesundheitsbewussterem Verhalten ansprechen und somit die Repräsentativität der Stichprobe einschränken. Dennoch ist anzumerken, dass Freiwilligkeit bei bevölkerungsbezogenen Erhebungen dieser Art die Regel ist, da eine Auskunftspflicht nur in Ausnahmefällen

gesetzlich verankert ist. Um der möglichen Selbstselektion entgegenzuwirken, wurden Maßnahmen wie lokale Öffentlichkeitsarbeit und wiederholte Kontaktaufnahmen zu eingeladenen Personen gesetzt. Zudem bestehen Limitationen im Zusammenhang mit der Datenerhebung mittels Selbstberichtsverfahren, wie dem 24-Stunden-Recall und dem Online-Fragebogen. Diese sind anfällig für Erinnerungsverzerrungen, soziale Erwünschtheit sowie Fehleinschätzungen der verzehrten Mengen, selbst bei Verwendung standardisierter Hilfsmittel wie eines Fotobuchs. Obwohl mit GloboDiet ein validiertes und standardisiertes Instrument zur Anwendung kam, können individuelle Rezeptanpassungen, regionale Besonderheiten oder Essen außer Haus nicht vollständig abgebildet werden.

### 3.3 Stichprobe

Die finale Analysestichprobe umfasst insgesamt  $n = 1448$  Personen im Alter zwischen 17,2 und 69,2 Jahren. Das durchschnittliche Alter der Teilnehmenden beträgt  $M = 41,0$  Jahre ( $SD = 11,5$ ), der Median liegt bei 40,5 Jahren. Damit repräsentiert die Stichprobe eine breite erwachsene Bevölkerungsgruppe, wobei die Mehrheit im mittleren Erwachsenenalter liegt. Zur besseren Einordnung der Stichprobenstruktur wurden die Teilnehmenden zusätzlich entsprechend der D-A-CH-Altersklassifikation in drei Altersgruppen eingeteilt (19-24 Jahre, 25-50 Jahre, 51-64 Jahre). Die Mehrheit der Stichprobe gehörte zur Gruppe der 25- bis 50-Jährigen, welche 69,6 % der Teilnehmenden ausmachte ( $n = 996$ ). Es folgte die Altersgruppe der 51- bis 64-Jährigen mit 23,8% ( $n = 340$ ). Die jüngste erwachsene Gruppe der 19- bis 24-Jährigen war mit 6,6% ( $n = 95$ ) vertreten. Personen unter 19 Jahren bzw. ab 65 Jahren ( $n = 17$ ) wurden nicht in die D-A-CH-Systematik einbezogen. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Verteilung der Stichprobe nach Altersgruppen. Hinsichtlich der Geschlechterverteilung besteht die Stichprobe zu 63,3 % aus Frauen und zu 36,6 % aus Männern. Eine sehr geringe Zahl an Teilnehmenden ( $< 1$  %) gab ein diverses Geschlecht an. Damit zeigt sich ein leichter Frauenüberschuss, wie er für freiwillige Ernährungsstudien typischerweise beobachtet wird. Angaben zum Bildungsniveau lagen für 1381 der 1448 Teilnehmenden vor; Prozentangaben beziehen sich ausschließlich auf diese gültigen Fälle. Bezüglich des Bildungsniveaus verfügten 41,4 % der Teilnehmenden über einen Hochschulabschluss (Universität oder Fachhochschule). 14,4 % gaben den Abschluss einer berufsbildenden höheren Schule (BHS) an, 10,8 % hatten eine berufsbildende mittlere Schule (BMS) absolviert, und 15,9 % verfügten über eine Lehre mit Berufsschule. Eine AHS-Matura wurde von 6,0 % und ein anderer Abschluss nach der Matura (z. B. Kolleg oder Akademie) von 4,1 % angegeben. 2,7 % der Teilnehmenden gaben lediglich eine

Pflichtschulausbildung an. Insgesamt weist die Stichprobe damit ein hohes Bildungsniveau auf, was auf eine mögliche Selbstselektion bildungsnaher Personen hinweist. Die anthropometrischen Merkmale zeigen einen mittleren Body-Mass-Index (BMI) von  $M = 25,3 \text{ kg/m}^2$  ( $SD = 4,9$ ; Median = 24,5) bei einer Spannweite von 16,3 bis  $52,5 \text{ kg/m}^2$ . Nach den WHO-Klassifikationen waren 51,9 % der Teilnehmenden normalgewichtig, 32 % übergewichtig, 13,5 % adipös und 2,6 % untergewichtig. Damit liegt der durchschnittliche BMI der Stichprobe leicht oberhalb des Grenzwertes zum Übergewicht. Innerhalb der Adipositasgruppe entfielen 9 % auf Adipositas Grad I, 2,4 % auf Grad II und 2,0 % auf Grad III. Aufgrund der geringen Fallzahlen in den höheren Adipositasgraden erfolgte in den nachfolgenden Analysen eine aggregierte Betrachtung der Adipositas als Gesamtkategorie (World Health Organization, 2000).

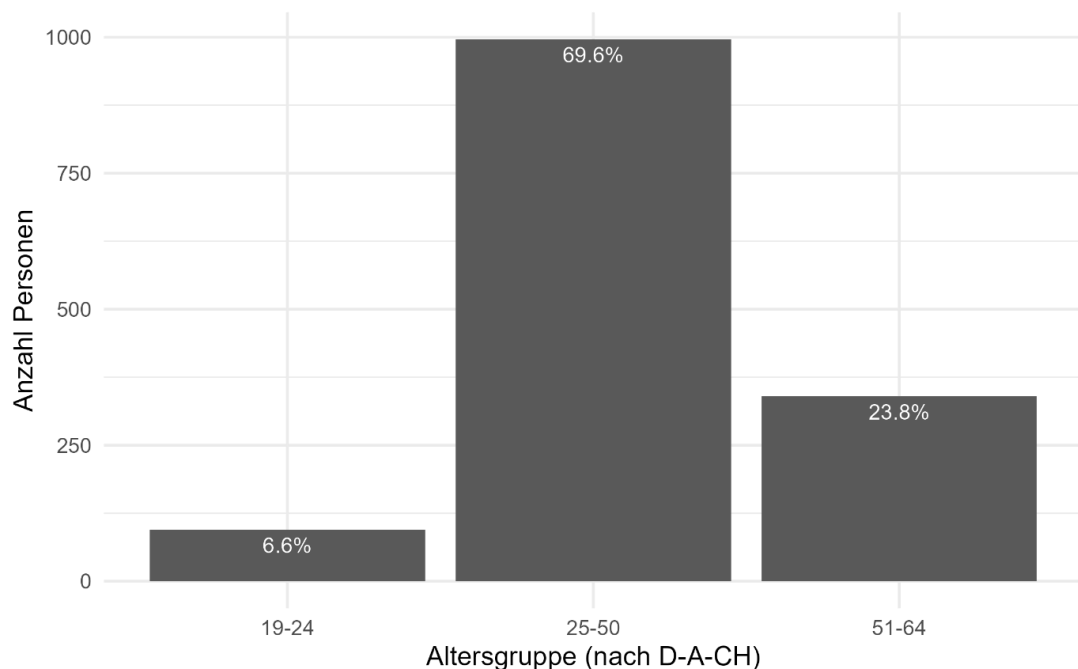


Abbildung 1. Verteilung der Stichprobe nach D-A-CH-Altersgruppen ( $n = 1431$ ). 19-24 Jahre:  $n = 95$ ; 25-50 Jahre:  $n = 996$ ; 51-64 Jahre:  $n = 340$ . Personen unter 19 Jahren sowie  $\geq 65$  Jahre ( $n = 17$ ) wurden aufgrund der D-A-CH-Klassifikation nicht berücksichtigt.

## 3.4 Variablen

### 3.4.1 Freie Zucker

Die Aufnahme freier Zucker wurde auf Basis der in den 24-Stunden-Recalls erfassten Lebensmittel berechnet. Dabei wurde zwischen den Zuckerarten Saccharose, Glukose, Fruktose, Maltose und Laktose unterschieden, um bei Bedarf vertiefende Analysen einzelner Zuckerkomponenten durchführen zu können. Zur Berechnung wurden zunächst alle Lebensmittelgruppen identifiziert, welche relevante Zuckerquellen darstellen. Dabei erfolgte eine Trennung zwischen freien und

intrinsischen Zuckern, um ausschließlich jene Zuckerarten zu berücksichtigen, die den Definitionen der Weltgesundheitsorganisation entsprechen (World Health Organization, 2015). Intrinsische Zucker, wie sie beispielsweise in frischem Obst, Gemüse oder Milch vorkommen, wurden grundsätzlich aus der Berechnung ausgeschlossen. Lebensmittel, welche zwar zu den intrinsischen Zuckerquellen zählen, jedoch laut der in GloboDiet verwendeten Food-Descriptors eine zuckerhaltige Verarbeitung (z. B. „mit Zucker“, „kandiert (konserviert in Zucker)“, oder „getrocknete Stücke/gedörft“) aufweisen, wurden hingegen berücksichtigt und mit den übrigen freien Zuckerquellen zusammengeführt, wobei Doppelzählungen ausgeschlossen wurden. In einem mehrstufigen Vorgehen wurden anschließend alle Lebensmittel, welche freie Zucker enthalten, anhand ihrer Nährwertkomponenten zusammengeführt. Die daraus resultierende Variable der freien Zucker (g/Tag) ergibt sich als Summe der fünf Einzelkomponenten und spiegelt somit ausschließlich den Verzehr freier Zuckerquellen wider. Die Werte wurden in Gramm pro Tag angegeben und vor der deskriptiven Auswertung auf Plausibilität geprüft. Die Unterscheidung zwischen festen und flüssigen Quellen freier Zucker erfolgte auf Basis der physischen Konsistenz der konsumierten Lebensmittel zum Zeitpunkt des Verzehrs. Als flüssige Zuckerquellen wurden jene Lebensmittel klassifiziert, welche in trinkbarer Form aufgenommen werden und deren Energie- und Zuckergehalt nicht mit einer kaubedingten Sättigungswirkung einhergeht, wie etwa zuckerhaltige Getränke und Fruchtsäfte. Feste Zuckerquellen umfassen demgegenüber alle festen oder halb festen Lebensmittel, bei denen freie Zucker im Rahmen eines festen Nahrungsmittels aufgenommen werden. Diese Differenzierung orientiert sich an etablierten ernährungswissenschaftlichen Ansätzen und dient der getrennten Analyse potenziell unterschiedlicher Zusammenhänge zwischen Zuckeraufnahme und dem entzündungsbezogenen Ernährungsmuster.

### 3.4.2 Dietary Inflammatory Index (DII)

Der Dietary Inflammatory Index (DII) wurde nach dem von Shivappa et al. (2014) entwickelten Verfahren berechnet, das auf einer systematischen Auswertung von 1943 Publikationen basiert und den Einfluss einzelner Nahrungsbestandteile auf Entzündungsmarker beschreibt. Der Index quantifiziert das entzündungsfördernde oder -hemmende Potenzial der Ernährung anhand standardisierter Nährstoffaufnahmen, welche mit internationalen Referenzwerten abgeglichen und entsprechend ihrer pro- oder antiinflammatorischen Wirkung gewichtet werden. In die Berechnung des DII dieser Arbeit gingen alle verfügbaren Nährstoffe aus dem vorliegenden Datensatz ein, welche in der ursprünglichen Referenzliste enthalten und

ausreichend erhoben waren. Koffein, Eugenol, Flavan-3-ole, Flavone, Flavonole, Flavanone, Anthocyanidine und Isoflavone wurden in der zugrunde liegenden Datenerhebung nicht erfasst und sind daher in der Berechnung des DII dieser Arbeit nicht enthalten. Höhere DII-Werte kennzeichnen ein stärker proinflammatorisches Ernährungsprofil, während niedrigere bzw. negative Werte auf ein antiinflammatorisches Ernährungsverhalten hinweisen. Die ermittelten DII-Werte ermöglichen eine quantitative Einordnung der Ernährungsweise hinsichtlich ihres potenziellen Einflusses auf systemische Entzündungsprozesse (Shivappa et al., 2014).

### 3.4.3 Soziodemografische Variablen

Das Geschlecht wurde dichotom als „weiblich“ bzw. „männlich“ erfasst; vereinzelte diverse Angaben wurden in den deskriptiven Analysen berücksichtigt, jedoch aufgrund der geringen Fallzahl in der inferenzstatistischen Auswertung nicht separat analysiert. Das Alter wurde als metrische Variable in Jahren verwendet. Für Gruppenvergleiche erfolgte eine Einteilung nach den D-A-CH-Altersgruppen: 19 bis < 25 Jahre, 25 bis < 51 Jahre und 51 bis < 65 Jahre. Zur Analyse wurde der Bildungsstand zusätzlich in drei Kategorien zusammengefasst. Der Kategorie „niedrig“ wurde ausschließlich der Pflichtschule (inkl. ohne Pflichtschulabschluss) zugeordnet. Die Kategorie „mittel“ umfasste Lehre mit Berufsschule, berufsbildende mittlere Schulen (BMS), berufsbildende höhere Schulen (BHS), die Allgemeine Höhere Schule (AHS) sowie weitere Abschlüsse nach der Matura (z. B. Kolleg oder Akademie). Ein abgeschlossenes Studium an einer Universität oder Fachhochschule wurde der Kategorie „hoch“ zugeordnet. Angaben zum Bildungsniveau fehlten bei 67 Personen und wurden als fehlend behandelt.

### 3.4.4 Anthropometrische Variablen.

Der Body-Mass-Index (BMI) wurde aus gemessenem Körpergewicht (kg) und Körpergröße (m) berechnet ( $\text{BMI} = \text{kg/m}^2$ ). Für die Klassifikation wurden die WHO-Grenzwerte herangezogen: Untergewicht ( $< 18,5 \text{ kg/m}^2$ ), Normalgewicht ( $18,5 \text{ bis } < 25 \text{ kg/m}^2$ ), Übergewicht ( $25 \text{ bis } < 30 \text{ kg/m}^2$ ) und Adipositas ( $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) (World Health Organization, 2000). Eine weiterführende Unterteilung der Adipositas in die Grade I bis III erfolgte nicht, da in dieser Arbeit eine aggregierte Betrachtung der Gewichtsstatusgruppen im Vordergrund steht. Die feinere Differenzierung nach Adipositasgraden hätte den Stichprobenumfang einzelner Subgruppen deutlich reduziert und war für die geplanten Zusammenhangsanalysen zwischen Zuckerkonsum, DII und anthropometrischen Merkmalen nicht erforderlich.

### 3.4.5 Energiezufuhr.

Die tägliche Energieaufnahme wurde auf Basis, der in den 24-Stunden-Recalls erfassten, Lebensmittel berechnet. Dabei wurde zwischen der Energiezufuhr inklusive und exklusive Ballaststoffe unterschieden. Diese Differenzierung ermöglicht eine präzisere Bewertung des Energiegehalts, da Ballaststoffe zwar nur geringe, aber messbare Energieanteile liefern. Die berechneten Werte dienen zudem der Überprüfung der Plausibilität der Energieaufnahme sowie der Einschätzung eines potenziellen Underreportings.

## 3.5 Statistische Analyse

Die statistische Analyse erfolgte mit dem Ziel, die in Kapitel 1.3 formulierten Fragestellungen und Hypothesen empirisch zu prüfen sowie deskriptive und inferenzstatistische Aussagen über die untersuchte Stichprobe und die Zusammenhänge zwischen freiem Zuckerkonsum, dem DII und soziodemografischen Faktoren zu treffen. Die Auswertung wurde mithilfe der Statistiksoftware R (Version R-4.5.1 für Windows) durchgeführt. Für alle inferenzstatistischen Tests wurde ein Signifikanzniveau von  $p < 0,05$  festgelegt. Zunächst erfolgte eine umfassende deskriptive Analyse der Stichprobe. Soziodemografische Merkmale, anthropometrische Variablen sowie zentrale Ernährungskennwerte wurden mittels Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum und Maximum beschrieben. Kategoriale Variablen wurden in absoluten und relativen Häufigkeiten dargestellt. Die Verteilungen relevanter Variablen wurden zusätzlich grafisch geprüft. Die Berechnung des DII erfolgte gemäß dem von Shivappa et al. entwickelten Verfahren auf Basis der verfügbaren Nährstoffdaten aus den 24-Stunden-Recalls. Die individuellen Zufuhrwerte wurden standardisiert, entsprechend ihrer entzündungsfördernden bzw. -hemmenden Wirkung gewichtet und zu einem Gesamtindex zusammengeführt, welcher das entzündungsbezogene Potenzial der Ernährung abbildet. Zur Prüfung des Zusammenhangs zwischen der Aufnahme freier Zucker und dem DII wurden sowohl bivariate als auch multivariate Analyseansätze gewählt. Zunächst wurden Zusammenhänge zwischen der Gesamtaufnahme freier Zucker und dem DII untersucht. In einem weiteren Schritt erfolgte eine getrennte Betrachtung fester und flüssiger Zuckerquellen, um potenzielle Unterschiede im Zusammenhang mit dem entzündungsbezogenen Ernährungsmuster zu identifizieren. Gruppenvergleiche wurden in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Bildungsniveau durchgeführt. Je nach Skalenniveau und Verteilungsform der Variablen kamen nichtparametrische Testverfahren (Mann-Whitney-U-Test, Kruskal-Wallis-Test) oder Chi-Quadrat-Tests zum Einsatz. Paarweise Post-hoc-Vergleiche wurden, sofern erforderlich, mit

26

adjustierten Signifikanzniveaus durchgeführt. Zur Kontrolle potenzieller Störfaktoren wurden multiple lineare Regressionsmodelle berechnet. In diesen Modellen wurde der DII als abhängige Variable verwendet, während freie Zucker, Altersgruppe, Geschlecht, Bildungsniveau, BMI, Energieaufnahme sowie der Reporterstatus als unabhängige Variablen bzw. Kovariaten berücksichtigt wurden. Dadurch konnte geprüft werden, ob beobachtete Zusammenhänge auch unter Kontrolle zentraler Einflussfaktoren bestehen bleiben. Der Reporterstatus (plausible Reporter, Underreporter, Overreporter) wurde nicht zum Ausschluss von Teilnehmenden verwendet, sondern gezielt zur Analyse systematischer Verzerrungen in den Ernährungsdaten herangezogen. Insbesondere wurde untersucht, ob sehr niedrige berichtete Aufnahmemengen freier Zucker mit einem erhöhten Auftreten von Underreporting assoziiert sind und wie sich dies auf die Verteilung der DII-Werte auswirkt. Die Ergebnisse wurden tabellarisch und grafisch aufbereitet und bilden die Grundlage für die Darstellung der Befunde in Kapitel 4 sowie deren Einordnung und Diskussion in Kapitel 5.

## 4 Ergebnisse

Die in Tabelle 1 und Tabelle 2 dargestellten deskriptiven Kennwerte geben einen ersten Überblick über zentrale anthropometrische und ernährungsbezogene Merkmale der untersuchten Stichprobe. Die Darstellung erfolgt getrennt nach Geschlecht, da insbesondere anthropometrische Variablen sowie die Energieaufnahme geschlechtsspezifischen Unterschieden unterliegen. Die Teilnehmenden wiesen im Mittel einen BMI im leicht übergewichtigen Bereich auf, wobei Männer im Durchschnitt höhere BMI-Werte aufwiesen als Frauen. Gleichzeitig zeigt die Spannweite der Werte in beiden Gruppen eine hohe interindividuelle Variabilität innerhalb der Stichprobe. Auch für Körpergröße und Körpergewicht lagen die Werte der Männer erwartungsgemäß über jenen der Frauen. Die durchschnittliche Energieaufnahme lag bei Frauen bei rund 1695,94 kcal/Tag und bei Männern bei 2188,39 kcal/Tag und zeigt, ebenso wie die Zufuhr von Makronährstoffen und Ballaststoffen, eine breite Streuung zwischen minimalen und maximalen Aufnahmemengen in beiden Gruppen. Besonders relevant für die Fragestellung dieser Arbeit ist die Aufnahme freier Zucker, welche im Median bei Frauen bei 35,43 g/Tag und bei Männern bei 41,33 g/Tag lag. Die Spannweite reichte von 0 bis 178,58 g/Tag bei Frauen bzw. von 0 bis 168,70 g/Tag bei Männern, was deutliche Unterschiede im Konsumverhalten zwischen den Teilnehmenden verdeutlicht. Die DII-Werte zeigten in beiden Gruppen eine Verteilung von stark antiinflammatorisch bis klar proinflammatorisch, wobei die Mittelwerte bei 1,73 für Frauen und 1,07 für

Männer lagen und somit insgesamt auf ein eher entzündungsförderndes durchschnittliches Ernährungsmuster in dieser Stichprobe hinweisen.

| <b>Variable</b>            | <b>Mean (SD)</b> | <b>Median</b> | <b>Min</b> | <b>Max</b> |
|----------------------------|------------------|---------------|------------|------------|
| Alter (Jahre)              | 41,25 (11,36)    | 41,05         | 17,20      | 69,20      |
| Körpergröße (cm)           | 165,17 (6,08)    | 164,75        | 146,50     | 191,00     |
| Körpergewicht (kg)         | 67,72 (14,54)    | 64,60         | 42,00      | 133,70     |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> )   | 24,85 (5,39)     | 23,60         | 16,30      | 52,50      |
| Energieaufnahme (kcal/Tag) | 1695,94 (501,89) | 1665,84       | 106,69     | 4551,53    |
| Protein (g/Tag)            | 62,11 (23,41)    | 59,77         | 1,99       | 230,66     |
| Kohlenhydrate (g/Tag)      | 177,98 (61,92)   | 171,97        | 14,87      | 414,77     |
| Fett (g/Tag)               | 72,87 (28,77)    | 70,79         | 4,19       | 254,60     |
| Ballaststoffe (g/Tag)      | 18,55 (8,29)     | 17,19         | 0,59       | 61,68      |
| Gesamtzucker (g/Tag)       | 73,64 (37,89)    | 66,47         | 3,57       | 248,24     |
| Freie Zucker (g/Tag)       | 41,27 (29,16)    | 35,43         | 0,00       | 178,58     |
| DII                        | 1,73 (2,02)      | 1,89          | -4,45      | 5,92       |

*Tabelle 1. Deskriptive Statistik der anthropometrischen Variablen, der Nährstoffzufuhr und des DII bei Frauen (n = 916).*

| <b>Variable</b>            | <b>Mean (SD)</b> | <b>Median</b> | <b>Min</b> | <b>Max</b> |
|----------------------------|------------------|---------------|------------|------------|
| Alter (Jahre)              | 40,48 (11,59)    | 39,90         | 18,00      | 65,40      |
| Körpergröße (cm)           | 179,12 (6,80)    | 179,00        | 157,30     | 202,50     |
| Körpergewicht (kg)         | 83,95 (13,63)    | 82,40         | 49,60      | 154,50     |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> )   | 26,15 (3,86)     | 25,50         | 17,10      | 46,40      |
| Energieaufnahme (kcal/Tag) | 2188,39 (671,76) | 2138,01       | 423,19     | 5785,57    |
| Protein (g/Tag)            | 87,99 (37,35)    | 82,53         | 19,27      | 315,39     |
| Kohlenhydrate (g/Tag)      | 225,67 (83,86)   | 215,56        | 14,10      | 612,96     |
| Fett (g/Tag)               | 91,35 (35,49)    | 87,99         | 8,45       | 273,82     |
| Ballaststoffe (g/Tag)      | 21,39 (10,81)    | 19,15         | 1,63       | 96,66      |
| Gesamtzucker (g/Tag)       | 83,72 (43,84)    | 75,70         | 5,15       | 292,36     |
| Freie Zucker (g/Tag)       | 48,81 (34,70)    | 41,33         | 0,00       | 168,70     |
| DII                        | 1,07 (2,01)      | 1,11          | -4,15      | 5,31       |

*Tabelle 2. Deskriptive Statistik der anthropometrischen Variablen, der Nährstoffzufuhr und des DII bei Männern (n = 530)*

## 4.1 Bereinigung der Daten

Im Zuge der Datenbereinigung wurden zwei Personen ausgeschlossen, da für sie sowohl die Energieaufnahme als auch weitere zentrale Variablen fehlten. Die endgültige Stichprobe umfasst  $n = 1448$  Teilnehmende. Soziodemografische und anthropometrische Merkmale der Stichprobe sind in Kapitel 3.3 beschrieben. Ergänzend werden im Folgenden zentrale deskriptive Kennwerte zu den für die Analysen relevanten Ernährungsvariablen dargestellt. Vor der Analyse wurden alle anthropometrischen Variablen mittels der Tukey-Methode (1,5-mal IQR) auf potenzielle Ausreißer geprüft. Dabei zeigten sich in einzelnen Variablen vereinzelte hohe Werte, welche jedoch im Rahmen physiologisch plausibler Körpermaße lagen. Diese Fälle wurden daher in den weiteren Analysen beibehalten. Zur Beurteilung der Plausibilität der berichteten Energieaufnahme wurden zusätzlich potenzielle Fehlberichterstatter (Under- bzw. Overreporter) identifiziert. Die Einordnung erfolgte nach international gebräuchlichen Richtlinien, wie sie unter anderem in den EFSA-Guidelines zur EU-Menu Methodology beschrieben sind (European Food Safety Authority, 2014). Hierzu wurde das Verhältnis von berichteter Energieaufnahme zum geschätzten Grundumsatz (EI:BMR) berechnet. Der Grundumsatz (Basal Metabolic Rate, BMR) wurde anhand der von Schofield et al. entwickelten Gleichungen bestimmt, welche Körpergewicht, Alter und Geschlecht berücksichtigen und von der EFSA ausdrücklich empfohlen werden. Die Bewertung des EI:BMR-Verhältnisses erfolgte gemäß der Goldberg-Cut-off-Methode (Black, 2000; Goldberg et al., 1991), unter Annahme eines Physical Activity Levels (PAL) von 1,6 für Erwachsene. Anhand dieser Cut-offs wurden die Teilnehmenden wie folgt klassifiziert:

- Plausible Reporter,
- Underreporter,
- Overreporter.

Diese Klassifikation diente der Bewertung der Datenqualität und wurde insbesondere zur Analyse der entsprechenden Hypothese zum Underreporting herangezogen. Für die Berechnung des Grundumsatzes (BMR) und die Klassifikation von Under- und Overreporting wurden nur volljährige Teilnehmende berücksichtigt, da die Schofield-Gleichungen und die Goldberg-Cut-offs ausschließlich für Erwachsene gelten. Zwei Teilnehmerinnen unter 18 Jahren wurden daher für die EI:BMR-Analyse ausgeschlossen, blieben jedoch für alle übrigen Analysen im Datensatz.

#### 4.1.1 Bereinigung und Ausreißer

Die untersuchten anthropometrischen Variablen zeigen über die Stichprobe hinweg erwartbare und realistische Wertebereiche. In allen drei Merkmalen treten zwar einzelne hohe oder niedrige Werte auf, diese liegen jedoch innerhalb plausibler physiologischer Grenzen und sind als valide Ausprägungen anzusehen. Eine Prüfung potenzieller Extremwerte ergab keine Hinweise auf Messfehler oder unplausible Eingaben. Die Verteilung der Messgrößen sowie das Vorkommen vereinzelter Ausreißer sind in der zugehörigen Abbildung 2 dargestellt. Im Rahmen der Bewertung der Plausibilität der berichteten Energieaufnahme wurden alle Teilnehmenden anhand des EI:BMR-Verhältnisses gemäß den Goldberg-Cut-offs als plausible Reporter, Under- oder Overreporter eingestuft. Für insgesamt vier Personen war jedoch keine Klassifikation möglich. Zwei dieser Fälle betrafen Teilnehmende mit der Geschlechtsangabe „Divers“. Da die Schofield-Gleichungen zur Berechnung des Grundumsatzes ausschließlich geschlechtsspezifische Formeln für „Männlich“ und „Weiblich“ enthalten, konnte für diese Personen kein valider BMR-Wert berechnet werden. Weitere zwei Teilnehmende waren unter 18 Jahre alt. Da sowohl die Schofield-Formeln als auch die Goldberg-Cut-offs ausschließlich für Erwachsene entwickelt wurden, war eine Zuordnung auch in diesen Fällen nicht möglich (Black, 2000; Goldberg et al., 1991). Diese vier Personen wurden daher nur für die Reporter-Klassifikation ausgeschlossen, blieben aber in allen übrigen Analysen erhalten. Unter den klassifizierten Teilnehmenden ( $n = 1444$ ) entfiel der Großteil auf die plausiblen Reporter: 863 Personen, was 59,8 % entspricht. 570 Personen wurden als Underreporter eingestuft (39,5 %), während 11 Personen als Overreporter klassifiziert wurden (0,8 %).

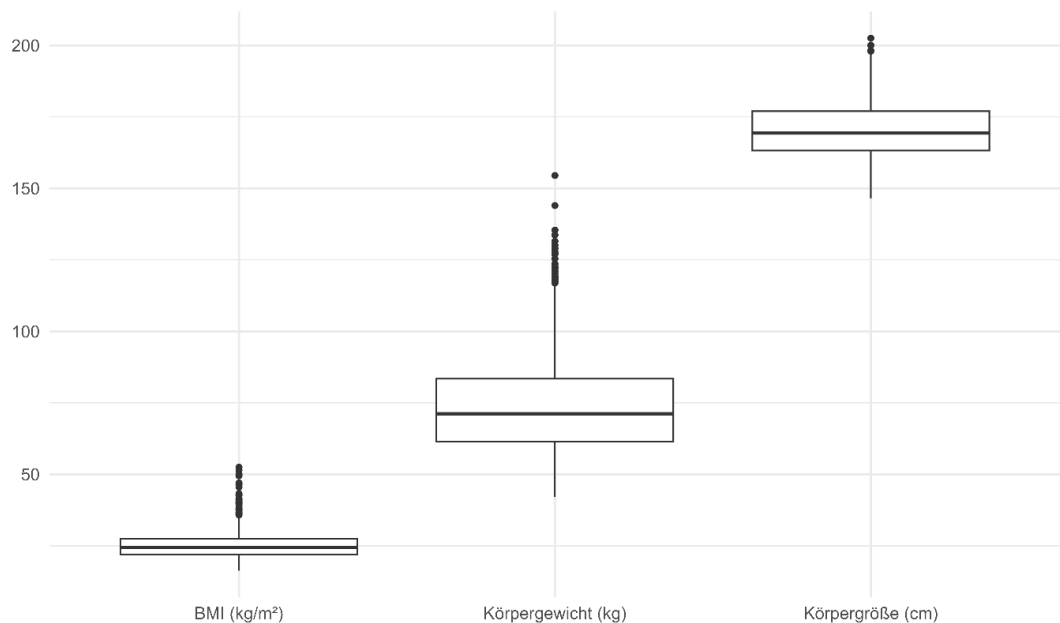


Abbildung 2. Verteilung von BMI, Körpergewicht und Körpergröße in der Stichprobe als Boxplot-Darstellung ( $n = 1448$ ).

#### 4.1.2 Anomalien bei der Erhebung

Zur Identifikation potenzieller Unregelmäßigkeiten im Ernährungsverhalten wurde eine dichotome Variable erstellt, die sowohl Besonderheiten des Erhebungstages als auch spezielle energiereduzierende Diäten widerspiegelt. Ziel dieser Variable ist es, jene Fälle zu erfassen, in denen die erfasste Energieaufnahme nicht dem typischen individuellen Verzehrverhalten entspricht und somit die Bewertung von Under- bzw. Overreporting beeinflussen könnte. Die Angaben zu Besonderheiten des Erhebungstages umfassen verschiedene Situationen, welche den üblichen Tagesablauf oder das Essverhalten verändern können (Feier/Festessen, Reise/Unterwegs, Krankheit/Müdigkeit, Ferien, Fasten, Extreme Wetterbedingungen, Sehr beschäftigt/oft von zu Hause weg, Nacharbeit, Homeoffice, Anderer Grund). Bei der Variable zur besonderen Ernährungsweise wurden ausschließlich Diätformen berücksichtigt, welche unmittelbar auf eine intentionale Änderung der Energieaufnahme abzielen (Gewichtsreduktion [ärztlich verordnet] und Gewichtsreduktion [freiwillig]). Die dichotome Gesamtvariable wurde schließlich gebildet, indem beide Einzelindikatoren zusammengeführt wurden. Eine Unregelmäßigkeit im Verzehr wurde angenommen, wenn mindestens eine der beiden Bedingungen erfüllt war, also entweder ein besonderer Erhebungstag oder eine energiereduzierende Diät vorlag. Dies gilt auch dann, wenn mindestens einer der erhobenen Tage eine entsprechende Besonderheit aufwies, selbst wenn der übrige Erhebungstag regulär verlief. Die Variable ermöglicht somit eine integrierte

Betrachtung potenziell verzerrender Einflüsse auf die Ernährungsaufnahme und dient der verbesserten Einstufung und Interpretation von Under- bzw. Overreporting innerhalb der Stichprobe. In Abbildung 3 sind die absoluten und relativen Häufigkeiten potenzieller Unregelmäßigkeiten im Ernährungsverhalten dargestellt. Bei 57,9 % der Teilnehmenden (n = 839) lag kein spezieller Erhebungstag vor, während 42,1 % (n = 609) einen besonderen Tag angaben. Eine energiereduzierende Diät wurde nur von 1,3 % der Stichprobe (n = 19) berichtet, wohingegen 98,7 % (n = 1429) keine solche Diät verfolgten. Der Gesamtindikator „Unregelmäßigkeiten gesamt“ zeigte, dass 57,0 % (n = 826) keine Unregelmäßigkeit im Ernährungsverhalten aufwiesen, während 43,0 % (n = 622) mindestens eine Form der Unregelmäßigkeit berichteten.

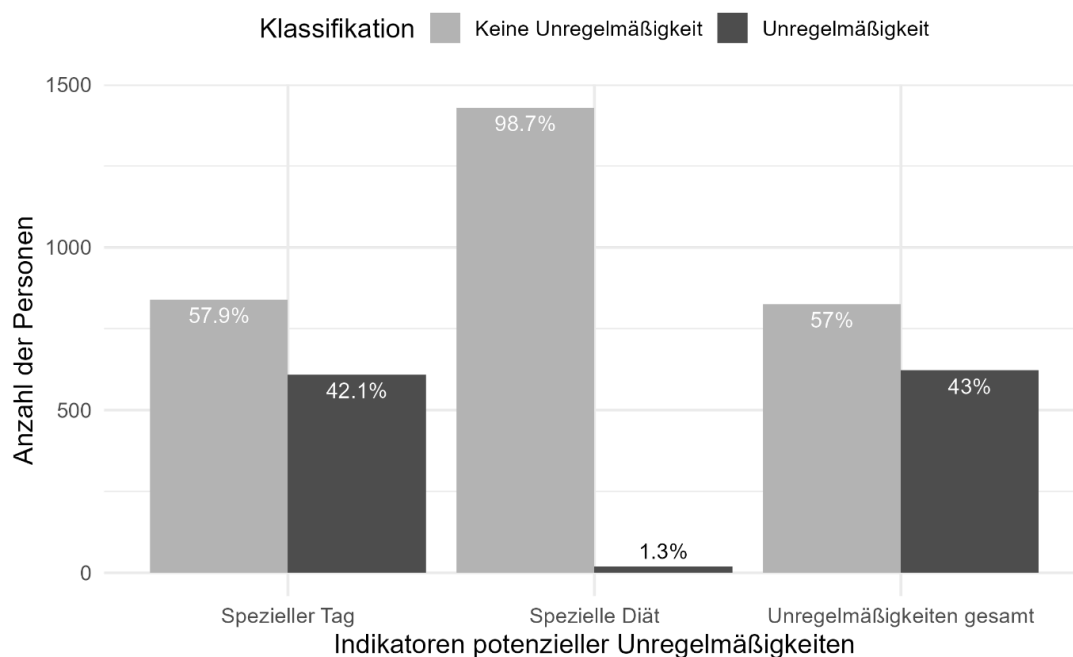


Abbildung 3. Absolute Häufigkeiten potenzieller Unregelmäßigkeiten im Ernährungsverhalten (n = 1448). Dargestellt sind die Anzahlen von Personen mit einem besonderen Erhebungstag („Spezieller Tag“), einer energiereduzierten Diät („Spezielle Diät“) sowie der daraus abgeleiteten Gesamtvariable („Unregelmäßigkeiten gesamt“).

#### 4.1.3 Analyse des Zusammenhangs von Reporterstatus und Verzehrunregelmäßigkeiten

Zur Prüfung eines möglichen Zusammenhangs zwischen dem Reporterstatus und dem Vorliegen von Unregelmäßigkeiten im Ernährungsverhalten wurde eine Variabel mit den Kategorien „keine Unregelmäßigkeit“ und „Unregelmäßigkeit“ mit den drei Reportergruppen (plausible Reporter, Underreporter, Overreporter) kreuztabelliert. Die Ergebnisse zeigen eine nahezu identische Verteilung für plausible Reporter (57,2 % ohne vs. 42,8 % mit Unregelmäßigkeit) und Underreporter (57,2 % ohne vs. 42,8 % mit Unregelmäßigkeit). Bei den Overreportern lag der Anteil der Personen mit

Unregelmäßigkeit zwar höher (63,6 %), jedoch ist diese Gruppe mit insgesamt 11 Fällen sehr klein, sodass keine stabile Aussage getroffen werden kann.

| Reporterstatus     | Keine Unregelmäßigkeit | Unregelmäßigkeit |
|--------------------|------------------------|------------------|
| Plausible Reporter | 494                    | 369              |
| Underreporter      | 326                    | 244              |
| Overreporter       | 4                      | 7                |

*Tabelle 3. Kreuztabelle von Reporterstatus und Unregelmäßigkeiten im Ernährungsverhalten (n = 1444). Dargestellt sind die absoluten Häufigkeiten der drei Reportergruppen (plausible Reporter, Underreporter, Overreporter) in Abhängigkeit vom Vorliegen bzw. Nichtvorliegen einer Unregelmäßigkeit im Ernährungsverhalten.*

Zur Prüfung, ob ein statistischer Zusammenhang zwischen dem Reporterstatus und dem Auftreten von Unregelmäßigkeiten im Ernährungsverhalten besteht, wurde eine Kreuztabelle erstellt und inferenzstatistisch ausgewertet. Ein Chi-Quadrat-Test ergab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Reporterstatus und Unregelmäßigkeiten im Ernährungsverhalten ( $\chi^2 = 1,94$ ,  $p = 0,379$ ). Auch ein Fisher-Exact-Test bestätigte dieses Ergebnis ( $p = 0,394$ ), womit die Annahme eines systematischen Zusammenhangs nicht unterstützt wird. Insgesamt sprechen die Befunde dafür, dass Unregelmäßigkeiten im Verzehr unabhängig vom Reporterstatus auftreten und daher keine wesentliche Erklärung für die Verteilung von Under- oder Overreporting darstellen.

## 4.2 Aufnahme freier Zucker

Die Analyse der Aufnahme freier Zucker zeigt deutliche interindividuelle Unterschiede innerhalb der Stichprobe. Die täglich konsumierte Menge freier Zucker lag im Median bei 37,66 g/Tag, während der Mittelwert mit 44,03 g/Tag etwas darüber lag. Die Standardabweichung von 31,48 g verdeutlicht eine breite Streuung in den individuellen Verzehrsmengen. Die Spannweite reichte von 0 g/Tag bis zu 178,58 g/Tag, was sowohl Personen ohne Konsum freier Zucker als auch Teilnehmende mit insgesamt sehr hoher Aufnahme einschließt. Die Verteilung der freien Zucker deutet somit auf eine stark heterogene Konsumstruktur in der untersuchten Population hin. Insgesamt lagen 885 von 1448 Personen unter der von der WHO empfohlenen Obergrenze von maximal 10 % der täglichen Energiezufuhr aus freien Zuckern. Dies entspricht 61,1 % der Stichprobe, während 38,9 % die WHO-Empfehlung überschritten. Getrennt nach Geschlecht zeigte sich, dass 66 % der Männer und 58,3 % der Frauen unter der 10 %-Grenze lagen. Unter der strengeren WHO-Empfehlung von weniger als 5 % der täglichen Energiezufuhr aus freien Zuckern lagen 372 von 1448 Personen, was 25,7 % der Stichprobe entspricht. Damit erfüllte nur etwa ein Viertel der Teilnehmenden diesen besonders niedrigen Zielwert.

Geschlechtsspezifisch hielten 28,1 % der Männer und 24,3 % der Frauen die 5 %-Empfehlung ein (World Health Organization, 2015).

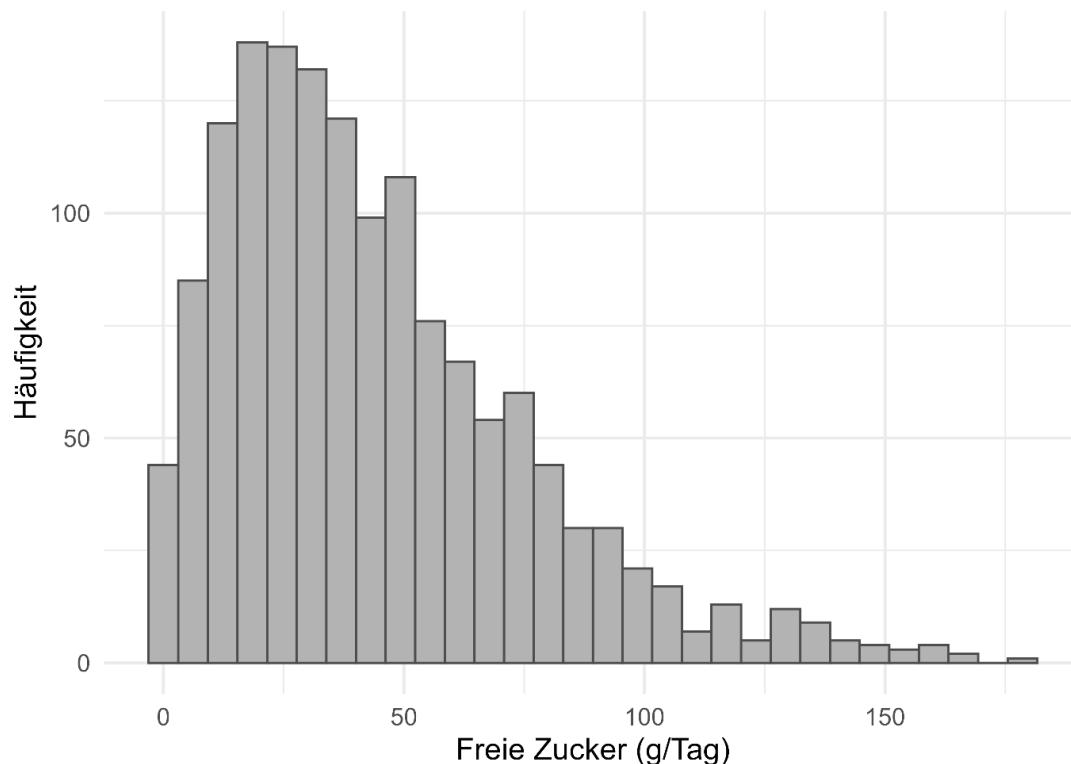


Abbildung 4. Verteilung der täglichen Aufnahme freier Zucker ( $n = 1448$ ). Dargestellt ist die Häufigkeitsverteilung der konsumierten freien Zucker in Gramm pro Tag über alle Teilnehmenden.

#### 4.2.1 Aufnahme freier Zucker pro Altersgruppe

Die deskriptive Analyse der freien Zucker zeigt deutliche Unterschiede zwischen den D-A-CH-Altersgruppen. Die jüngste Gruppe der 19- bis 24-Jährigen wies mit einem Mittelwert von 49,08 g/Tag und einem Median von 43,5 g/Tag die höchste tägliche Aufnahme freier Zucker auf (SD = 34,25 g; Min = 0,03 g; Max = 160,91 g). In der Altersgruppe der 25- bis 50-Jährigen lag der durchschnittliche Konsum bei 44,01 g/Tag (Median = 37,99 g; SD = 31,02 g), während die 51- bis 64-Jährigen im Mittel 42,55 g/Tag freie Zucker aufnahmen (Median = 33,89 g; SD = 31,99 g). Damit zeigt sich über die Altersgruppen hinweg ein tendenzieller Rückgang des mittleren Zuckerkonsums mit steigendem Alter, wobei insbesondere die jüngste Altersgruppe höhere Verzehrmenen aufweist. Die Spannweiten innerhalb aller Gruppen sind breit und verdeutlichen eine große interindividuelle Variabilität im Zuckerkonsum.

| <b>Altersgruppe<br/>(in Jahren)</b> | <b>n</b> | <b>Mean<br/>(g/Tag)</b> | <b>Median<br/>(g/Tag)</b> | <b>SD<br/>(g/Tag)</b> | <b>Min<br/>(g/Tag)</b> | <b>Max<br/>(g/Tag)</b> |
|-------------------------------------|----------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 19-24                               | 95       | 49,08                   | 43,54                     | 34,25                 | 0,03                   | 160,91                 |
| 25-50                               | 996      | 44,01                   | 37,99                     | 31,02                 | 0,00                   | 168,70                 |
| 51-64                               | 340      | 42,55                   | 33,89                     | 31,99                 | 0,00                   | 178,58                 |

*Tabelle 4. Deskriptive Kennwerte der täglichen Aufnahme freier Zucker (g/Tag) nach D-A-CH-Altersgruppen (n = 1431). Für jede Altersgruppe sind die Anzahl der Personen (n), der Mittelwert (Mean), Median, Standardabweichung (SD) sowie die minimalen und maximalen beobachteten Werte angegeben.*

Die Einhaltung der WHO-Richtwerte zur Aufnahme freier Zucker unterschied sich zwischen den D-A-CH-Altersgruppen nur geringfügig. In der Altersgruppe der 19- bis 24-Jährigen lagen 56,8 % (n = 54) unter der WHO-Obergrenze von maximal 10 % der täglichen Energiezufuhr, während 21,1 % (n = 20) den strengerer Richtwert von unter 5 % erfüllten. Unter den 25- bis 50-Jährigen erreichten 61,1 % (n = 609) die 10 %-Empfehlung und 25,9 % (n = 258) blieben unter dem 5 %-Grenzwert. Die höchsten Anteile an Personen unter den WHO-Grenzen fanden sich in der ältesten Gruppe: In der Altersgruppe der 51- bis 64-Jährigen unterschritten 62,6 % (n = 213) die 10 %-Grenze, während 26,5 % (n = 90) unterhalb von 5 % der Energiezufuhr aus freien Zuckern blieben.

#### 4.2.2 Aufnahme freier Zucker nach Bildungsniveau

Die Analyse der freien Zucker nach Bildungsstand zeigt nur geringe Unterschiede zwischen den drei Bildungsgruppen. Personen mit hohem Bildungsniveau wiesen mit durchschnittlich 44,89 g/Tag die höchste Aufnahme freier Zucker auf (Median = 38,16 g/Tag; SD = 30,59 g; Min = 0,00 g; Max = 168,70 g). In der mittleren Bildungsgruppe lag die mittlere Zufuhr bei 43,49 g/Tag (Median = 36,54 g/Tag; SD = 32,37 g), während Personen mit niedrigem Bildungsstand im Durchschnitt 42,42 g/Tag konsumierten (Median = 43,54 g/Tag; SD = 28,90 g; Min = 0,63 g; Max = 95,84 g). Damit zeigen sich zwar leichte Unterschiede zwischen den Bildungsgruppen, jedoch liegen die absoluten Verzehrsmengen insgesamt auf einem ähnlichen Niveau. Auffällig ist die große Spannweite innerhalb aller Gruppen, was erneut, ähnlich wie bei den Altersgruppen, auf eine erhebliche interindividuelle Variabilität im Zuckerkonsum hinweist.

| <b>Bildungsniveau</b> | <b>n</b> | <b>Mean<br/>(g/Tag)</b> | <b>Median<br/>(g/Tag)</b> | <b>SD<br/>(g/Tag)</b> | <b>Min<br/>(g/Tag)</b> | <b>Max<br/>(g/Tag)</b> |
|-----------------------|----------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| hoch                  | 600      | 44,89                   | 38,16                     | 30,59                 | 0,00                   | 168,70                 |
| mittel                | 742      | 43,49                   | 36,54                     | 32,37                 | 0,00                   | 178,58                 |
| niedrig               | 39       | 42,42                   | 43,54                     | 28,90                 | 0,63                   | 95,84                  |

*Tabelle 5. Deskriptive Kennwerte der täglichen Aufnahme freier Zucker (g/Tag) nach Bildungsniveau (n = 1381). Für jedes Bildungsniveau sind die Anzahl der Personen (n), der Mittelwert (Mean), Median, Standardabweichung (SD) sowie die minimalen und maximalen beobachteten Werte angegeben.*

Ein Vergleich zwischen Personen mit hohem und niedrigem Bildungsniveau ergab keinen signifikanten Unterschied in der Aufnahme freier Zucker (Wilcoxon-Test:  $p = 0,834$ ; t-Test:  $p = 0,609$ ). Es ist jedoch zu beachten, dass die Gruppengrößen stark ungleich verteilt sind. Insbesondere ist die Stichprobe im niedrigen Bildungsniveau ( $n = 39$ ) deutlich kleiner, was die statistische Aussagekraft der Analyse einschränken kann. Die Einhaltung der WHO-Richtwerte zur Aufnahme freier Zucker unterschied sich nur geringfügig zwischen den Bildungsgruppen. Unter den Personen mit hohem Bildungsstand blieben 61,5 % ( $n = 369$ ) unter der von der WHO empfohlenen Obergrenze von maximal 10 % der täglichen Energiezufuhr aus freien Zuckern. Der strengere Richtwert von weniger als 5 % wurde in dieser Gruppe von 24,8 % ( $n = 149$ ) erreicht. In der mittleren Bildungsgruppe lagen 60,9 % ( $n = 452$ ) unter der 10 %-Grenze und 26,3 % ( $n = 195$ ) unter dem 5 %-Richtwert. Personen mit niedrigem Bildungsstand erfüllten die WHO-Empfehlungen etwas seltener: 53,8 % ( $n = 21$ ) lagen unter der 10 %-Obergrenze, während 28,2 % ( $n = 11$ ) die 5 %-Schwelle einhielten.

### 4.3 Verteilung des Dietary Inflammatory Index

Die Analyse der DII-Werte zeigt deutliche interindividuelle Unterschiede innerhalb der Stichprobe ( $n = 1448$ ). Der mediane DII-Wert lag bei 1,60, während der Mittelwert mit 1,49 geringfügig darunter lag. Die Standardabweichung von 2,04 verdeutlicht eine breite Streuung im entzündungsbezogenen Ernährungsmuster der Teilnehmenden. Die Spannweite reichte von -4,45 (deutlich antiinflammatorisches Ernährungsverhalten) bis 5,92 (klar proinflammatorisches Ernährungsverhalten). Die Verteilung der DII-Werte weist somit auf eine ausgeprägte Heterogenität innerhalb der untersuchten Population hin, wobei sowohl Personen mit überwiegend entzündungshemmender als auch solche mit klar entzündungsfördernder Ernährungsweise vertreten sind. Diese Muster werden auch in Abbildung 5 sichtbar,

welche die Verteilung der DII-Werte grafisch darstellt und die deutliche Streuung innerhalb der Stichprobe veranschaulicht.

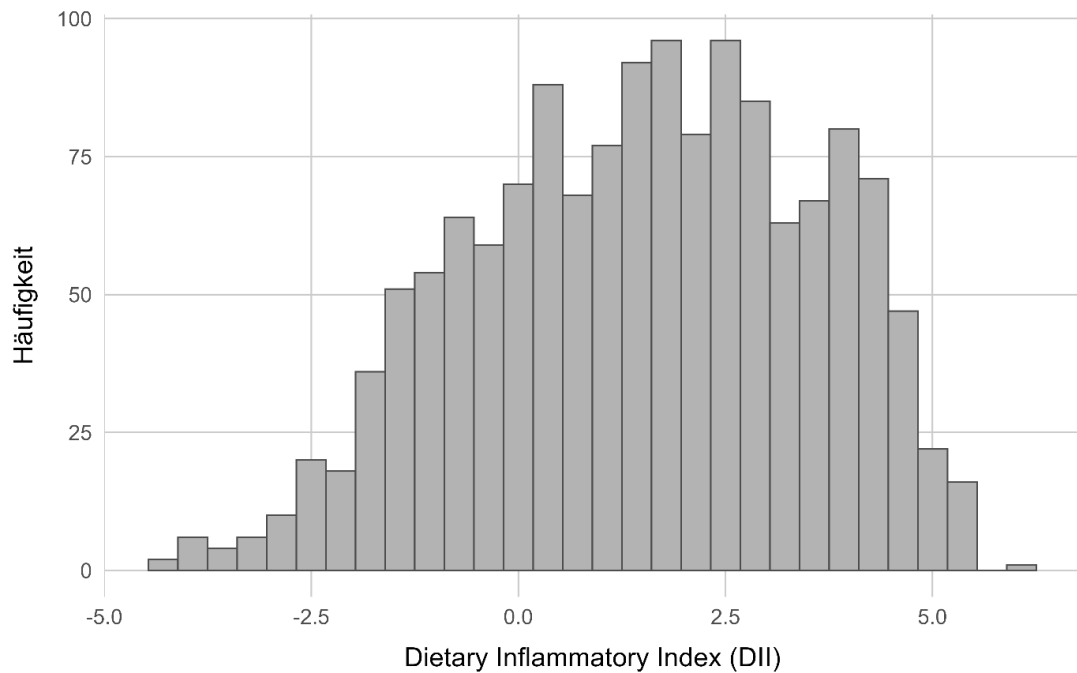


Abbildung 5. Verteilung des DII ( $n = 1448$ ). Dargestellt ist die Häufigkeitsverteilung des DII über alle Teilnehmenden.

#### 4.3.1 DII pro Altersgruppe

Die Analyse des DII nach D-A-CH-Altersgruppen zeigt leichte, aber erkennbare Unterschiede im entzündungsbezogenen Ernährungsmuster. Die jüngste Altersgruppe der 19- bis 24-Jährigen wies mit einem Mittelwert von 2,01 und einem Median von 2,37 die höchsten DII-Werte auf ( $SD = 1,93$ ;  $Min = -2,80$ ;  $Max = 5,19$ ). In der großen Gruppe der 25- bis 50-Jährigen lag der mittlere DII-Wert bei 1,43 (Median = 1,53;  $SD = 2,04$ ), während die 51- bis 64-Jährigen einen vergleichbaren Mittelwert von 1,50 (Median = 1,67;  $SD = 2,06$ ) aufwiesen. Die Spannweiten lagen in allen Altersgruppen im ähnlichen Bereich und reichten von klar antiinflammatorischen bis zu deutlich proinflammatorischen Ernährungsprofilen. Insgesamt zeigt sich, dass insbesondere junge Erwachsene tendenziell höhere DII-Werte aufweisen, während sich die beiden älteren Gruppen hinsichtlich ihrer entzündungsbezogenen Ernährungsqualität kaum unterscheiden.

| <b>Altersgruppe</b><br>(in Jahren) | <b>n</b> | <b>Mean</b> | <b>Median</b> | <b>SD</b> | <b>Min</b> | <b>Max</b> |
|------------------------------------|----------|-------------|---------------|-----------|------------|------------|
| 19-24                              | 95       | 2,01        | 2,37          | 1,93      | -2,80      | 5,19       |
| 25-50                              | 996      | 1,43        | 1,53          | 2,04      | -4,45      | 5,92       |
| 51-64                              | 340      | 1,50        | 1,67          | 2,06      | -4,15      | 5,31       |

*Tabelle 6. Deskriptive Kennwerte des DII nach D-A-CH-Altersgruppen (n = 1431). Für jede Altersgruppe sind die Anzahl der Personen (n), der Mittelwert (Mean), Median, Standardabweichung (SD) sowie die minimalen und maximalen beobachteten Werte angegeben.*

#### 4.3.2 DII-Werte nach Bildungsniveau

Die Analyse des DII nach Bildungsniveau zeigt eine klare Tendenz zu höheren DII-Werten in den Gruppen mit niedrigerem Bildungsstand. Personen mit hohem Bildungsniveau wiesen mit einem Mittelwert von 1,15 und einem Median von 1,17 die niedrigsten DII-Werte auf (SD = 2,10; Min = -4,45; Max = 5,54). In der mittleren Bildungsgruppe lagen die Werte höher, mit einem durchschnittlichen DII von 1,72 und einem Median von 1,83 (SD = 1,96). Die höchste entzündungsbezogene Ernährungsbelastung zeigte sich bei Personen mit niedrigem Bildungsniveau: Hier lag der Mittelwert bei 1,93 und der Median bei 2,41 (SD = 2,21; Min = -3,20; Max = 4,69). Insgesamt deuten diese Ergebnisse darauf hin, dass ein niedrigerer Bildungsstand mit einem tendenziell stärker proinflammatorischen Ernährungsmuster verbunden ist.

| <b>Bildungsniveau</b> | <b>n</b> | <b>Mean</b> | <b>Median</b> | <b>SD</b> | <b>Min</b> | <b>Max</b> |
|-----------------------|----------|-------------|---------------|-----------|------------|------------|
| hoch                  | 600      | 1,15        | 1,17          | 2,10      | -4,45      | 5,54       |
| mittel                | 742      | 1,72        | 1,83          | 1,96      | -3,74      | 5,49       |
| niedrig               | 39       | 1,93        | 2,41          | 2,21      | -3,2       | 4,69       |

*Tabelle 7. Deskriptive Kennwerte des DII nach Bildungsniveau (n = 1381). Für jedes Bildungsniveau sind die Anzahl der Personen (n), der Mittelwert (Mean), Median, Standardabweichung (SD) sowie die minimalen und maximalen beobachteten Werte angegeben.*

### 4.4 Zusammenhang zwischen dem Konsum freier Zucker und dem DII (H1)

Zur Prüfung der Hypothese, dass eine höhere Aufnahme freier Zucker mit einem erhöhten (proinflammatorischen) DII-Wert assoziiert ist, wurde zunächst in einer bivariaten Analyse untersucht. Die Pearson-Korrelation zeigte einen sehr schwachen, jedoch statistisch signifikanten negativen Zusammenhang zwischen der täglichen Aufnahme freier Zucker und dem DII ( $r = -0,056$ ;  $p = 0,034$ ). Im nächsten Schritt wurde ein lineares Regressionsmodell berechnet, um den Effekt quantitativer zu prüfen. Auch hier zeigte sich ein kleiner, jedoch signifikanter negativer Zusammenhang ( $\beta = -0,0036$ ;  $SE = 0,0017$ ;  $t = -2,12$ ;  $p = 0,034$ ). Das Modell erklärte lediglich einen sehr

geringen Anteil der Varianz des DII ( $R^2 = 0,003$ ). Insgesamt widersprechen diese Ergebnisse der formulierten Hypothese H1. Eine höhere Aufnahme freier Zucker ist nicht mit einem höheren, sondern mit einem minimal niedrigeren DII-Wert verbunden. Der gefundene Zusammenhang ist jedoch äußerst gering und besitzt keine praktische Relevanz. Um zu prüfen, ob die im DII enthaltene Kohlenhydratkomponente den Zusammenhang zwischen freier Zuckeraufnahme und dem DII beeinflusst, wurde zusätzlich ein modifizierter Index ohne Kohlenhydrate berechnet. Die Pearson-Korrelation zeigte einen etwas stärkeren negativen Zusammenhang als beim ursprünglichen DII ( $r = -0,070$ ;  $p = 0,007$ ). Auch das lineare Regressionsmodell ergab einen signifikanten negativen Effekt der freien Zucker auf den DII ohne Kohlenhydrate ( $\beta = -0,0046$ ;  $SE = 0,0017$ ;  $t = -2,68$ ;  $p = 0,007$ ). Das Modell erklärte rund 0,5 % der Varianz ( $R^2 = 0,005$ ). Damit zeigt sich, dass das Entfernen der Kohlenhydratkomponente den negativen Zusammenhang verstärkt. Auch in dieser Variante ergibt sich kein Hinweis auf die postulierte positive Assoziation. Hypothese H1 wird somit auch mit dem DII ohne Kohlenhydrate nicht bestätigt.

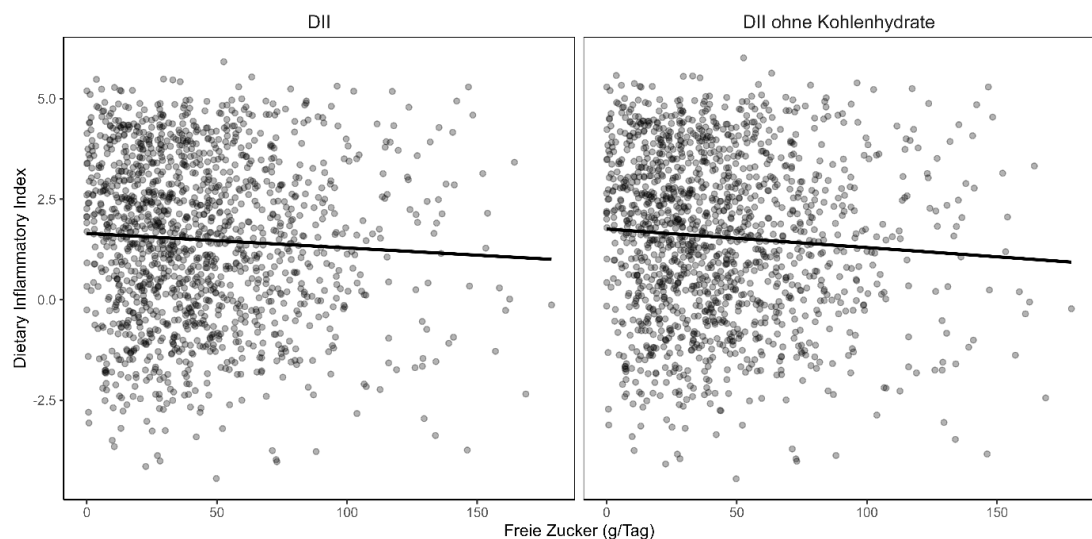


Abbildung 6. Scatterplots mit linearen Regressionslinien zum Zusammenhang zwischen der täglichen Aufnahme freier Zucker (g/Tag) und zwei Varianten des Dietary Inflammatory Index (DII). Links ist der Zusammenhang mit dem ursprünglichen DII dargestellt ( $\beta = -0,0036$ ;  $p = 0,034$ ;  $R^2 = 0,003$ ), rechts der Zusammenhang mit der Variante des Index, bei der die Kohlenhydratkomponente nicht berücksichtigt wurde ( $\beta = -0,0046$ ;  $p = 0,007$ ;  $R^2 = 0,005$ ).

## 4.5 Unterscheidung der Quellen des freien Zuckerkonsums

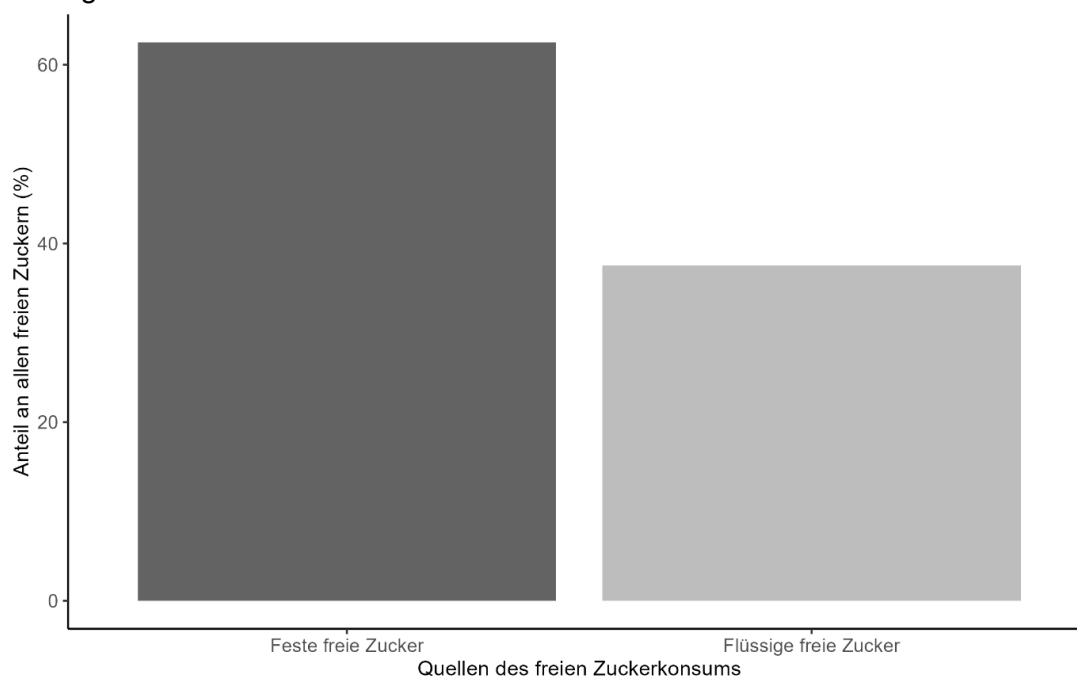
Die Analyse der freien Zuckerquellen zeigt deutliche Unterschiede zwischen flüssigen und festen Lebensmitteln. Flüssige freie Zucker wurden im Mittel mit 16,52 g/Tag aufgenommen (Median = 7,84 g/Tag). Die große Standardabweichung ( $SD = 21,46$  g) weist auf eine erhebliche interindividuelle Varianz hin, was auch durch die Spannweite zwischen 0,00 g und 137,30 g/Tag bestätigt wird. Damit umfasst die

Gruppe sowohl Personen ohne jeglichen Konsum flüssiger Zuckerquellen als auch solche mit sehr hohen Aufnahmemengen, etwa durch zuckerhaltige Getränke. Feste freie Zucker zeigten insgesamt höhere Verzehrmenen. Der Mittelwert lag bei 27,50 g/Tag (Median = 23,18 g/Tag). Auch hier ist die Streuung vergleichbar groß (SD = 21,41 g), mit einem Wertebereich zwischen 0,00 g und 167,91 g/Tag. Damit stammt der überwiegende Anteil der freien Zucker in dieser Stichprobe aus festen Lebensmitteln wie Süßwaren, Backwaren oder gesüßten Milchprodukten.

| Freie Zuckerquelle | Mean (g/Tag) | Median (g/Tag) | SD (g/Tag) | Min (g/Tag) | Max (g/Tag) |
|--------------------|--------------|----------------|------------|-------------|-------------|
| Flüssig            | 16,52        | 7,84           | 21,46      | 0,00        | 137,30      |
| Fest               | 27,50        | 23,18          | 21,41      | 0,00        | 167,91      |

*Tabelle 8. Deskriptive Kennwerte der Aufnahme freier Zucker aus flüssigen und festen Quellen (g/Tag). Dargestellt sind Mittelwert (Mean), Median, Standardabweichung (SD) sowie minimale und maximale Aufnahmemengen in der Stichprobe (n = 1448). Flüssige freie Zucker umfassen Zucker aus Getränken, während feste freie Zucker aus allen übrigen freien Zuckerquellen stammen.*

Eine Gesamtbetrachtung aller freien Zuckerquellen bestätigt dieses Muster deutlich: Von der insgesamt konsumierten Menge freier Zucker entfielen 37,5 % auf flüssige und 62,5 % auf feste Zuckerquellen (siehe Abbildung 7). Damit stammt nahezu zwei Drittel der freien Zuckeraufnahme aus festen Lebensmitteln, während flüssige Zuckerquellen einen gut ein Drittel umfassenden, jedoch dennoch substantziellen Beitrag leisten.



*Abbildung 7. Anteil der freien Zucker aus flüssigen und festen Quellen an der gesamten freien Zuckeraufnahme in der Stichprobe (n = 1448). Flüssige freie Zucker machten 37,5 % der Gesamtaufnahme aus, während 62,5 % aus festen Lebensmitteln stammten. Die Darstellung verdeutlicht, dass feste Lebensmittel den überwiegenden Beitrag zur täglichen Aufnahme freier Zucker leisten.*

#### 4.5.1 Zusammenhang zwischen festen und flüssigen freien Zuckerkonsum und dem DII

Zur Prüfung der Hypothese, dass freie Zucker aus flüssigen Lebensmitteln stärker mit einem höheren DII-Wert assoziiert sind als freie Zucker aus festen Quellen, wurden bivariate Korrelationen sowie lineare Regressionsmodelle berechnet. Die Analyse zeigte zunächst keinen Zusammenhang zwischen der Aufnahme flüssiger freier Zucker und dem DII ( $r = 0,004$ ;  $p = 0,885$ ). Für den Konsum fester freier Zucker fand sich hingegen ein sehr kleiner, statistisch signifikanter negativer Zusammenhang ( $r = -0,086$ ;  $p = 0,001$ ). Personen mit höherer Aufnahme fester freier Zucker wiesen damit geringfügig niedrigere DII-Werte auf, wobei der Effekt trotz Signifikanz praktisch unbedeutend bleibt. Diese Befunde bestätigten sich in den Regressionsanalysen. Das Modell mit flüssigen freien Zuckern ergab keinen signifikanten Effekt auf den DII ( $\beta = 0,0004$ ;  $SE = 0,0025$ ;  $p = 0,885$ ), und erklärte praktisch keine Varianz ( $R^2 < 0,001$ ). Dagegen zeigte das Modell mit festen freien Zuckern einen kleinen negativen Effekt ( $\beta = -0,0082$ ;  $SE = 0,0025$ ;  $p = 0,001$ ), der jedoch ebenfalls nur einen sehr geringen Anteil der Varianz des DII erklärte ( $R^2 = 0,007$ ). Im kombinierten Regressionsmodell, das sowohl flüssige als auch feste freie Zucker einschließt, blieb das Muster stabil: Flüssige freie Zucker zeigten weiterhin keinen Effekt auf den DII ( $\beta = 0,0010$ ;  $SE = 0,0025$ ;  $p = 0,687$ ), während feste freie Zucker einen kleinen, signifikanten negativen Effekt beibehielten ( $\beta = -0,0082$ ;  $SE = 0,0025$ ;  $p = 0,001$ ). Das Gesamtmodell erklärte jedoch lediglich 0,7 % der Varianz. Insgesamt wird Hypothese 2 klar widerlegt. Weder die Aufnahme freier Zucker aus flüssigen Quellen noch aus festen Quellen zeigen einen positiven Zusammenhang mit einem entzündungsfördernden Ernährungsmuster. Ein schwacher Zusammenhang zeigt sich ausschließlich für den Konsum fester freier Zucker, allerdings in negativer Richtung und ohne praktische Relevanz.

#### 4.6 Konsum freier Zucker und DII nach Altersgruppen

Zur Prüfung der Hypothese, dass junge Erwachsene im Alter von 19 bis 24 Jahren mehr freie Zucker konsumieren und höhere DII-Werte aufweisen als Personen über 25 Jahre, wurden die Teilnehmenden entsprechend in zwei Gruppen eingeteilt. Die deskriptiven Ergebnisse sind in Tabelle 8 dargestellt. Die jüngere Altersgruppe konsumierte im Mittel 49,08 g freie Zucker pro Tag ( $SD = 34,25$  g), während die  $\geq 25$ -Jährigen durchschnittlich 43,63 g/Tag ( $SD = 31,26$  g) zu sich nahmen. Auch der Median lag in der Gruppe der 19 bis 24-Jährigen höher (43,54 g vs. 37,41 g). Beim DII zeigte sich ein ähnliches Muster: Die jüngste Altersgruppe wies mit einem Mittelwert von 2,01 ( $SD = 1,93$ ) und einem Median von 2,37 klar höhere Werte auf als

die Gruppe der  $\geq 25$ -Jährigen ( $M = 1,45$ ;  $SD = 2,04$ ; Median = 1,56). Damit deutet sich ein stärker proinflammatorisches Ernährungsmuster bei den jungen Erwachsenen an. Personen unter 19 bzw. ab 65 Jahren ( $n = 17$ ) wurden nicht in die Analyse dieser Hypothese einbezogen, da sie nicht den definierten Altersgruppen für die Prüfung von H3 entsprechen.

| <b>Altersgruppe</b> | <b>n</b> | <b>Mean<br/>freie<br/>Zucker<br/>(g/Tag)</b> | <b>Median<br/>freie<br/>Zucker<br/>(g/Tag)</b> | <b>SD<br/>freie<br/>Zucker<br/>(g/Tag)</b> | <b>Mean<br/>DII</b> | <b>Median<br/>DII</b> | <b>SD<br/>DII</b> |
|---------------------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|
| 19-24 Jahre         | 95       | 49,08                                        | 43,54                                          | 34,25                                      | 2,01                | 2,37                  | 1,93              |
| $\geq 25$ Jahre     | 1336     | 43,63                                        | 37,41                                          | 31,26                                      | 1,45                | 1,56                  | 2,04              |

*Tabelle 9. Deskriptive Kennwerte der täglichen Aufnahme freier Zucker (g/Tag) sowie der DII-Werte für die Altersgruppen 19-24 Jahre und 25 - unter 65 Jahre ( $n = 1431$ ). Personen unter 19 bzw. ab 65 Jahren wurden nicht berücksichtigt.*

Zur Prüfung der Hypothese, dass junge Erwachsene (19 bis 24 Jahre) mehr freie Zucker konsumieren und höhere DII-Werte aufweisen als Personen im Alter von  $\geq 25$  Jahren, wurde ein Wilcoxon-Mann-Whitney-Test durchgeführt, da sowohl die freie Zuckeraufnahme als auch der DII signifikant von einer Normalverteilung abweichen. Bezüglich der freien Zucker zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Altersgruppen ( $W = 69\,073$ ,  $p = 0,15$ ). Obwohl die 19 bis 24-Jährigen im Mittel höhere Mengen freier Zucker konsumierten (49,08 g/Tag) als die  $\geq 25$ -Jährigen (43,63 g/Tag), war dieser Unterschied statistisch nicht bedeutsam. Für den DII ergab sich hingegen ein signifikanter Gruppenunterschied ( $W = 73\,383$ ,  $p = 0,011$ ). Die jüngere Altersgruppe wies höhere DII-Werte ( $M = 2,01$ ) auf als die Gruppe der  $\geq 25$ -Jährigen ( $M = 1,45$ ), was auf ein stärker proinflammatorisches Ernährungsmuster bei den 19 bis 24-Jährigen hinweist. Insgesamt wird Hypothese H3 damit teilweise bestätigt: Während sich kein signifikanter Unterschied im Konsum freier Zucker zeigte, lagen die DII-Werte der jungen Erwachsenen signifikant höher, was auf eine insgesamt ungünstigere Ernährungsqualität in dieser Altersgruppe schließen lässt.

#### 4.6.1 Multivariate Analyse des Zusammenhangs zwischen Altersgruppe und DII

Zur weiteren Prüfung der Hypothese, dass junge Erwachsene (19 bis 24 Jahre) höhere DII-Werte aufweisen als Personen im Alter  $\geq 25$  Jahre, wurde eine multiple lineare Regression durchgeführt. In das Modell wurden Geschlecht, Bildungsniveau, Energieaufnahme relativ zum Grundumsatz, Reporterstatus sowie der BMI als Kovariaten aufgenommen. Das Modell war insgesamt hochsignifikant ( $F(7, 1360) =$

82,21;  $p < 0,001$ ) und erklärte 29,7 % der Varianz des DII. Auch nach Adjustierung für alle Kovariaten zeigte sich ein signifikanter Effekt der Altersgruppe: Personen im Alter von  $\geq 25$  Jahren wiesen im Mittel um 0,45 Punkte niedrigere DII-Werte auf als die 19 bis 24-Jährigen ( $\beta = -0,45$ ;  $SE = 0,19$ ;  $p = 0,021$ ). Damit bestätigt das Modell, dass junge Erwachsene ein deutlich proinflammatorischeres Ernährungsmuster aufweisen. Insgesamt unterstützt die multivariate Analyse Hypothese H3 klarer und robuster als der bivariate Gruppenvergleich. Junge Erwachsene weisen selbst unter Kontrolle zentraler Einflussfaktoren signifikant höhere DII-Werte auf.

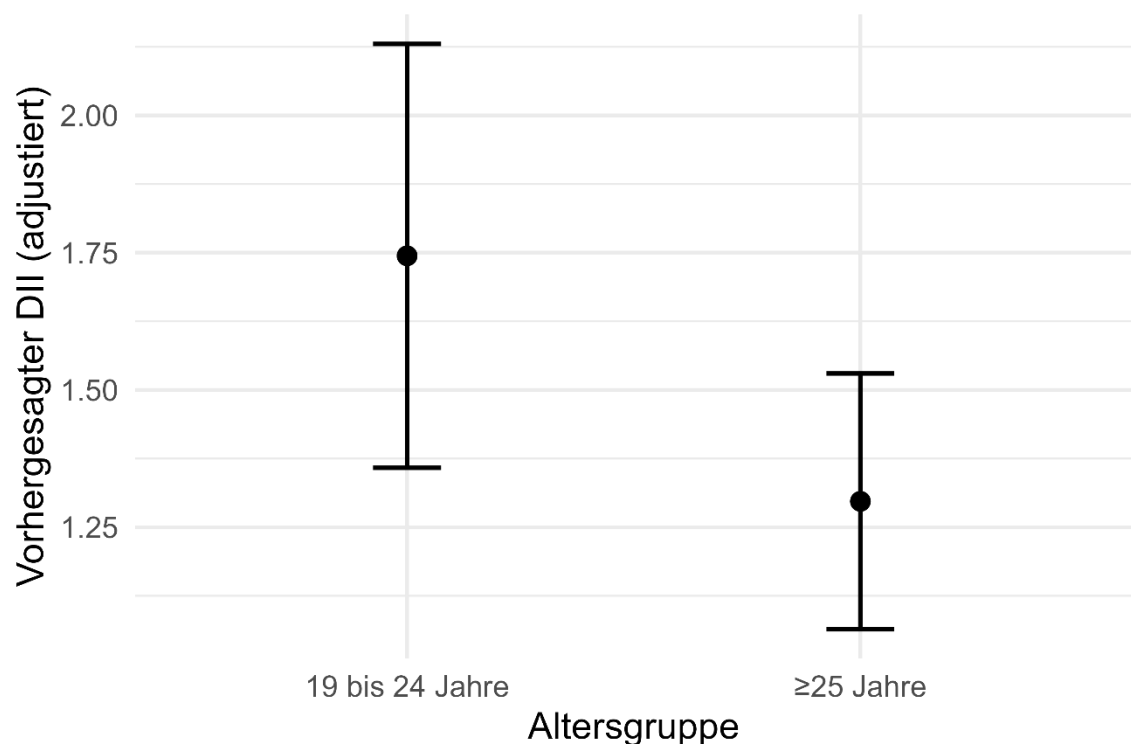


Abbildung 8. Adjustierte DII-Werte nach Altersgruppe (Vorhersagen des multiplen Regressionsmodells). Dargestellt sind die geschätzten Mittelwerte des DII für die Altersgruppen 19 bis 24 Jahre und  $\geq 25$  Jahre, jeweils mit 95%-Konfidenzintervallen. Das Modell ist kontrolliert für Geschlecht, Bildungsniveau, Energieaufnahme, Reporterstatus und BMI.

## 4.7 Geschlecht und WHO-Grenzwerte

Für die geschlechtsspezifische Analyse wurden ausschließlich Personen mit der Geschlechtsangabe Männlich oder weiblich berücksichtigt; Personen mit der Kategorie „Divers“ wurden aus dieser Analyse ausgeschlossen, da Hypothese 4 nur den Vergleich dieser beiden Gruppen umfasst. In der analysierten Stichprobe überschritten 35,9 % der Männer und 43,3 % der Frauen die WHO-Empfehlung von maximal 10 % der täglichen Energiezufuhr aus freien Zuckern. Frauen lagen damit deutlich häufiger über der 10 %-Grenze als Männer. Ein Chi-Quadrat-Test zeigte einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern ( $\chi^2 = 7,51$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,006$ ). Die Annahme, dass Männer einen höheren Anteil ihrer Energiezufuhr

über freie Zucker beziehen als Frauen, konnte somit nicht bestätigt werden. Stattdessen deutet das Ergebnis auf das Gegenteil hin: Frauen überschreiten die WHO-10 %-Grenze signifikant häufiger als Männer.

## 4.8 Konsum freier Zucker und DII-Werte nach Bildungsniveau

Im Rahmen der Hypothese 5 wurde untersucht, ob Personen mit niedriger formaler Bildung mehr freie Zucker konsumieren und höhere DII-Werte aufweisen als Personen mit höherem Bildungsniveau. Die Analyse gliedert sich entsprechend in zwei Teile: den Vergleich der freien Zuckeraufnahme sowie den Vergleich der entzündungsbezogenen Ernährungsqualität.

### 4.8.1 Konsum freier Zucker nach Bildungsniveau

Die deskriptiven Kennwerte der freien Zuckeraufnahme nach Bildungsniveau sind in Tabelle 4 dargestellt (siehe Kapitel 4.2.2). Obwohl leichte Unterschiede zwischen den Gruppen erkennbar waren, mit durchschnittlich 44,89 g/Tag in der hohen, 43,49 g/Tag in der mittleren und 42,42 g/Tag in der niedrigen Bildungsgruppe, lagen die absoluten Verzehrsmengen insgesamt auf einem ähnlichen Niveau. Die Spannweiten innerhalb aller Gruppen waren groß und weisen auf eine erhebliche interindividuelle Variabilität hin. Die inferenzstatistische Prüfung bestätigte, dass sich die Gruppen nicht signifikant voneinander unterschieden. Der Kruskal-Wallis-Test ergab keinen statistisch bedeutsamen Unterschied in der freien Zuckeraufnahme zwischen den drei Bildungsniveaus ( $\chi^2 = 2,22$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,329$ ). Auch die paarweisen Wilcoxon-Vergleiche zeigten keine Hinweise auf signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen (alle  $p$ -Werte  $\geq 0,40$ ). Damit wird der erste Teil der Hypothese nicht bestätigt: Personen mit niedriger formaler Bildung konsumieren nicht mehr freie Zucker als Personen mit mittlerem oder hohem Bildungsniveau.

### 4.8.2 DII-Werte nach Bildungsniveau

Die deskriptiven Kennwerte der DII-Werte sind in Tabelle 6 dargestellt. Personen mit hohem Bildungsstand wiesen im Mittel die niedrigsten DII-Werte auf ( $M = 1,15$ ),

während die Werte in der mittleren ( $M = 1,72$ ) und niedrigen Bildungsgruppe ( $M = 1,93$ ) deutlich höher lagen. Dieses Muster deutet bereits auf ein ungünstigeres entzündungsbezogenes Ernährungsmuster bei Personen mit geringerem Bildungsniveau hin. Die inferenzstatistische Analyse bestätigte diese Beobachtung eindeutig. Der Kruskal-Wallis-Test zeigte einen hochsignifikanten Gruppenunterschied ( $\chi^2 = 27,18$ ;  $df = 2$ ;  $p < 0,001$ ). Die paarweisen Wilcoxon-Tests ergaben, dass Personen mit hohem Bildungsniveau signifikant niedrigere DII-Werte aufwiesen als Personen mit mittlerem ( $p < 0,001$ ) und niedrigem Bildungsstand ( $p = 0,024$ ). Zwischen der mittleren und der niedrigen Bildungsgruppe zeigte sich hingegen kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,331$ ). Damit wird der zweite Teil der Hypothese bestätigt: Ein niedrigeres Bildungsniveau ist mit einem signifikant ungünstigeren und proinflammatorischen Ernährungsmuster verbunden.

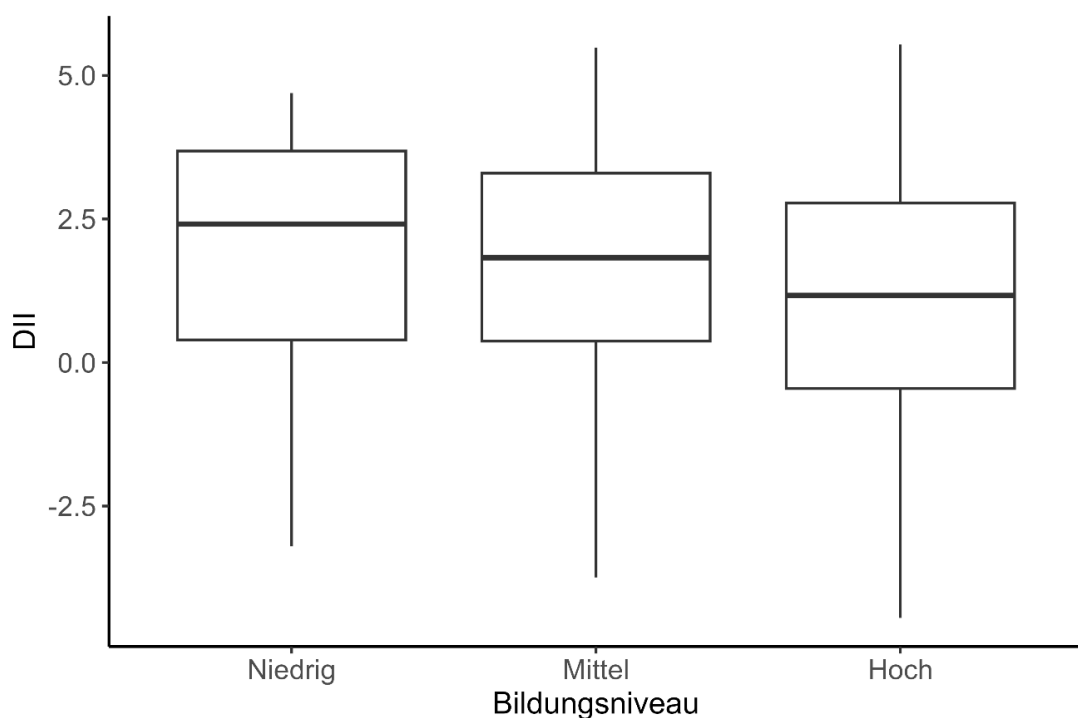


Abbildung 9. Verteilung der DII-Werte nach Bildungsniveau ( $n = 1381$ ). Dargestellt sind Boxplots für niedriges, mittleres und hohes Bildungsniveau. Höhere DII-Werte kennzeichnen ein stärker proinflammatorisches Ernährungsmuster; Personen mit niedrigerem Bildungsniveau weisen tendenziell höhere DII-Werte auf.

## 4.9 Underreporting im Zusammenhang mit dem Konsum freier Zucker und dem DII

### 4.9.1 Underreporter im Zusammenhang mit dem Konsum freier Zucker

Zur Prüfung der Hypothese H6, wonach Personen im niedrigsten Quartil der freien Zuckeraufnahme häufiger Underreporting aufweisen und höhere DII-Werte zeigen als

Personen in den oberen Quartilen, wurde die Stichprobe zunächst anhand der täglichen Aufnahme freier Zucker in vier gleich große Quartile unterteilt. Die deskriptiven Kennwerte sind in Tabelle 9 dargestellt. Das niedrigste Quartil (Q1) umfasst Personen mit einer sehr geringen Aufnahme freier Zucker (0,00-20,50 g/Tag), während im höchsten Quartil (Q4) eine deutlich höhere Zufuhr von 60,24 g/Tag bis 178,58 g/Tag beobachtet wurde. Tabelle 9 zeigt auch eine klare, erwartungskonforme Abstufung der Zuckeraufnahme über die Quartile hinweg. Die Mittelwerte stiegen von 11,42 g/Tag in Q1 auf 88,16 g/Tag in Q4 an, ebenso wiesen Median und Maximalwerte deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen auf. Damit bestätigt sich die inhaltlich sinnvolle Trennung der Stichprobe in vier klar differenzierte Konsumgruppen.

| Quartil | Mean  | Median | SD    | Min   | Max    |
|---------|-------|--------|-------|-------|--------|
| Q1      | 11,42 | 12,22  | 5,89  | 0,00  | 20,50  |
| Q2      | 28,68 | 28,38  | 4,92  | 20,55 | 37,65  |
| Q3      | 47,85 | 47,30  | 6,55  | 37,66 | 60,21  |
| Q4      | 88,16 | 80,27  | 24,51 | 60,24 | 178,58 |

*Tabelle 10. Deskriptive Kennwerte der täglichen Aufnahme freier Zucker (g/Tag) nach Quartilen. Für jedes Quartil sind Mittelwert, Median, Standardabweichung (SD) sowie minimale und maximale Aufnahmemengen angegeben. Alle Quartile umfassen jeweils n = 362 Personen.*

Zur Analyse des Zusammenhangs zwischen freier Zuckeraufnahme und Underreporting wurde zunächst eine Kreuztabelle zwischen den Zuckerquartilen und dem Reporterstatus erstellt. Wie in Abbildung 10 dargestellt, zeigte sich ein deutliches Muster: Im niedrigsten Quartil trat Underreporting am häufigsten auf (232 Underreporter in Q1), während der Anteil der Underreporter mit zunehmender Zuckeraufnahme stetig abnahm (59 Underreporter in Q4). Dieses in der Kreuztabelle erkennbare Verteilungsmuster wird in der Abbildung klar sichtbar, da der Balken für Underreporter in Q1 deutlich höher ausfällt als in den übrigen Quartilen. Plausible Reporter traten hingegen vor allem in den oberen Quartilen häufiger auf, was ebenfalls durch die dominierenden Balkenhöhen in Q3 und Q4 verdeutlicht wird. Overreporting war insgesamt in jedem Quartil sehr selten und blieb visuell entsprechend unauffällig. Nicht klassifizierbare Fälle wurden in Kapitel 4.1.1 beschrieben und wurden aus dieser Analyse ausgeschlossen. Bei der inferenzstatistischen Prüfung mittels Pearson-Chi-Quadrat-Test wurde der p-Wert mittels Monte-Carlo-Simulation (10000 Replikationen) bestimmt, da diese bei ungleichen Zellbesetzungen robustere Schätzungen liefert. Diese ergab einen hochsignifikanten Zusammenhang zwischen dem Reporterstatus und den Quartilen der freien Zuckeraufnahme ( $\chi^2 = 204,83$ ;  $p < 0,0001$ ). Damit kann ausgeschlossen werden, dass die beobachtete Verteilung zufällig ist. Die Ergebnisse bestätigen, dass Underreporting insbesondere bei Personen mit sehr niedriger berichteter

Zuckeraufnahme gehäuft auftritt und in höheren Konsumgruppen deutlich seltener ist. Zusammenfassend zeigt die Analyse, dass Personen im niedrigsten Quartil der freien Zuckeraufnahme signifikant häufiger als Underreporter klassifiziert wurden als Personen in den höheren Quartilen. Damit wird der erste Teil von Hypothese H6 bestätigt, wonach sehr niedrige berichtete Zuckermengen mit einem erhöhten Auftreten von Underreporting einhergehen.

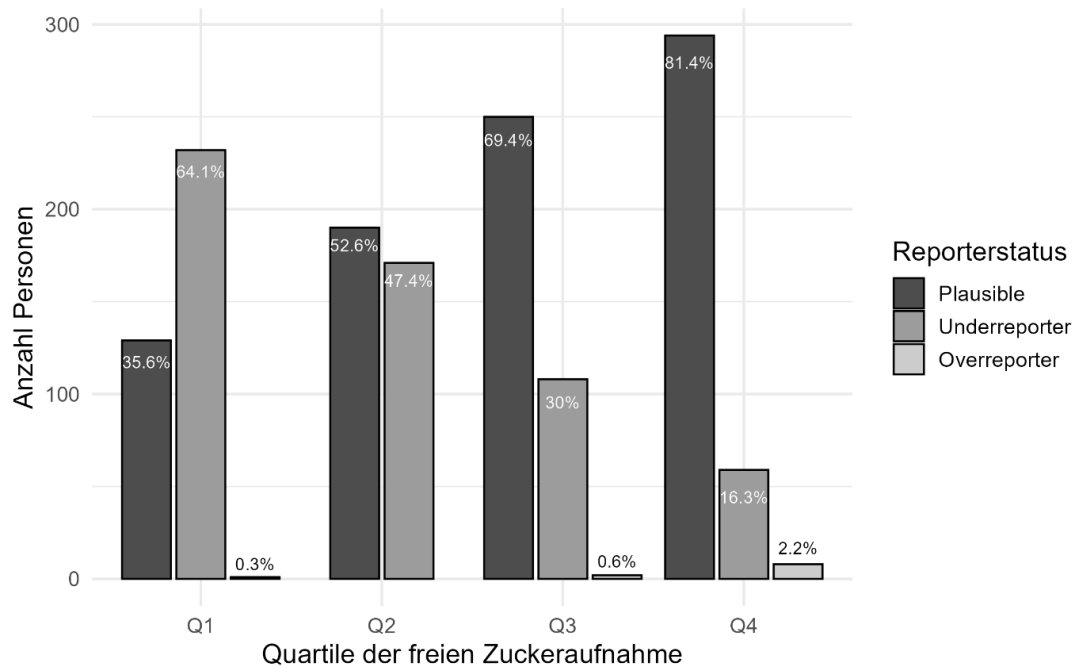


Abbildung 10. Absolute Häufigkeit der Reporterstatus-Kategorien (plausible Reporter, Underreporter, Overreporter) über die Quartile der freien Zuckeraufnahme ( $n = 1444$ ).

#### 4.9.2 Underreporter im Zusammenhang mit dem Konsum freier Zucker und dem DII

Zur Prüfung des zweiten Teils von Hypothese 6, wonach Personen im niedrigsten Quartil der freien Zuckeraufnahme höhere DII-Werte aufweisen als Personen in den oberen Quartilen, wurden die DII-Werte über die vier Zuckerquartile hinweg verglichen. Die deskriptiven Werte zeigten eine leichte, aber konsistente Abnahme des DII von Q1 zu Q4 (Q1: Mean = 1,71; Q4: Mean = 1,37; siehe Tabelle 11). Ein ähnliches Muster zeigte sich auch in den Medianwerten, die von 2,01 in Q1 auf 1,36 in Q4 abnahmen.

| Quartil | Mean | Median | SD   | Min   | Max  |
|---------|------|--------|------|-------|------|
| Q1      | 1,71 | 2,01   | 2,08 | -3,65 | 5,48 |
| Q2      | 1,49 | 1,60   | 2,03 | -4,15 | 5,49 |
| Q3      | 1,39 | 1,40   | 2,01 | -4,45 | 5,92 |
| Q4      | 1,37 | 1,36   | 2,03 | -4,03 | 5,54 |

*Tabelle 11. Deskriptive Kennwerte des DII nach Quartilen der freien Zuckeraufnahme. Für jedes Quartil sind Mittelwert, Median, Standardabweichung (SD) sowie minimale und maximale DII-Werte angegeben. Alle Quartile umfassen jeweils n = 362 Personen.*

Die inferenzstatistische Prüfung mittels Kruskal-Wallis-Test ergab jedoch keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Quartilen ( $\chi^2(3) = 7,61$ ;  $p = 0,055$ ). Damit liegt zwar eine trendartige Abnahme der DII-Werte mit höherer Zuckeraufnahme vor, diese ist jedoch auf dem gewählten Signifikanzniveau nicht ausreichend ausgeprägt, um statistisch gesichert zu sein. Die Teil-Hypothese eines höheren DII im niedrigsten Zuckerquartil kann somit nicht bestätigt werden. Hypothese H6 wird damit insgesamt nur teilweise bestätigt: Während sich Underreporting deutlich im niedrigsten Quartil der freien Zuckeraufnahme konzentriert, zeigt sich kein entsprechend höherer DII in dieser Gruppe.

#### 4.9.3 Sensitivitätsanalyse ohne Underreporter

Um zu überprüfen, ob systematisches Underreporting einen Einfluss auf den Zusammenhang zwischen der Aufnahme freier Zucker und dem DII hat, wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Hierbei wurden plausible Reporter als auch Overreporter in die Analyse miteinbezogen. Ziel dieser Nachforschung ist es festzustellen, ob der fehlende Zusammenhang zwischen der Aufnahme freier Zucker und dem DII durch eine hohe Konzentration von Underreportern verzerrt worden ist. Nach Ausschluss der Underreporter zeigte sich ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der Aufnahme freier Zucker und dem DII ( $r = 0,113$ ;  $p < 0,001$ ). Auch im linearen Regressionsmodell erwies sich die Aufnahme freier Zucker als signifikanter Prädiktor für den DII ( $\beta = 0,0066$ ;  $p < 0,001$ ). Der erklärte Varianzanteil war jedoch gering ( $R^2 = 0,013$ ).

## 5 Diskussion

### 5.1 Charakteristika und Ernährungsweise der Stichprobe

Die deskriptiven Analysen zeigen eine erwachsene österreichische Stichprobe mit insgesamt leicht proinflammatorischem Ernährungsprofil, welches jedoch durch eine ausgeprägte interindividuelle Heterogenität gekennzeichnet ist. Zwar lag der

durchschnittliche DII im positiven Bereich, was auf eine tendenziell entzündungsfördernde Ernährung hinweist, gleichzeitig reichte die Spannweite der Werte von deutlich antiinflammatorischen bis hin zu klar proinflammatorischen Ernährungsmustern. Damit wird deutlich, dass innerhalb der untersuchten Population kein einheitliches Essverhalten vorliegt, sondern sehr unterschiedliche Ernährungsweisen nebeneinander bestehen. Auch die Aufnahme freier Zucker war innerhalb der Stichprobe sehr unterschiedlich. Während ein relevanter Anteil der Teilnehmenden nur geringe Mengen freier Zucker konsumierte und die WHO-Empfehlungen einhielt, wiesen andere Personen sehr hohe Aufnahmemengen auf. Dies verdeutlicht, dass der Konsum freier Zucker in der Bevölkerung stark variiert und nicht gleichmäßig verteilt ist. Für die Interpretation von Zusammenhängen mit einem umfassenden Ernährungsindex wie dem DII ist diese Heterogenität besonders relevant, da der Index nicht einzelne Nährstoffe isoliert abbildet, sondern das Ernährungsmuster besonders fassettenreich berücksichtigt. Insgesamt deuten die deskriptiven Befunde darauf hin, dass Zusammenhänge zwischen freiem Zuckerkonsum und einem entzündungsbezogenen Ernährungsmuster nicht als einfache lineare Beziehungen zu erwarten sind. Vielmehr scheint der Einfluss freier Zucker stark vom übergeordneten Ernährungskontext sowie von individuellen und strukturellen Faktoren abhängig zu sein. Diese Ausgangslage bildet einen wichtigen Rahmen für die Interpretation der folgenden Ergebnisse und trägt dazu bei, die teils unerwarteten Befunde der hypothesengeleiteten Analysen besser einzuordnen. Ein zentrales Ergebnis dieser Arbeit betrifft das Ausmaß und die Verteilung von Underreporting innerhalb der Stichprobe. Die Ergebnisse zu Hypothese H6 verdeutlichen, dass eine niedrige berichtete Aufnahme an freiem Zucker in dieser Stichprobe häufig nicht mit einem tatsächlich günstigen Ernährungsmuster einhergeht, sondern vielmehr Ausdruck systematischen Underreportings sein könnte. Ein erheblicher Anteil der Teilnehmenden wurde anhand des EI:BMR-Verhältnisses als Underreporter klassifiziert, wobei sich zeigte, dass Underreporting insbesondere bei Personen mit sehr niedriger berichteter Aufnahme freier Zucker gehäuft auftrat. Dieses Muster weist darauf hin, dass geringe berichtete Zuckermengen nicht zwangsläufig einem tatsächlich niedrigen Konsum entsprechen, sondern zumindest teilweise das Ergebnis systematischer Fehlberichterstattung darstellen könnten. Auffällig ist, dass Underreporting in dieser Studie nicht mit Unregelmäßigkeiten im Ernährungsverhalten oder besonderen Erhebungstagen assoziiert war. Sowohl plausible Reporter als auch Underreporter wiesen vergleichbare Anteile an besonderen Tagen oder speziellen Diäten auf, welche sich auf den Reporterstatus auswirken könnten. Dies spricht gegen die Annahme, dass außergewöhnliche

Alltagssituationen die Hauptursache für Underreporting darstellen. Vielmehr unterstützen die Befunde die Interpretation, wonach Underreporting vor allem mit personenspezifischen Faktoren wie sozialer Erwünschtheit, Gewichtsstigma oder einer bewussten oder unbewussten Verzerrung der Selbstauskunft zusammenhängt. In diesem Zusammenhang kann es sein, dass viele Personen ein Bewusstsein dafür haben, welche Lebensmittel gesellschaftlich als „ungünstig“ oder gesundheitlich problematisch gelten. Dazu zählen insbesondere stark zuckerhaltige Lebensmittel und Getränke, welche in der öffentlichen Gesundheitskommunikation häufig thematisiert werden. Dieses Ernährungswissen könnte dazu führen, dass der Konsum solcher Lebensmittel bei Selbstauskünften eher unterschätzt oder selektiv weggelassen wird, während vermeintlich „gesündere“ Komponenten der Ernährung vollständiger berichtet werden. Ein solches selektives Underreporting würde insbesondere die berichtete Aufnahme freier Zucker betreffen und könnte erklären, warum niedrige Zuckerangaben in dieser Studie nicht mit günstigeren DII-Werten in Verbindung stehen und umgekehrt. Die starke Konzentration von Underreportern im niedrigsten Quartil der freien Zuckeraufnahme hat unmittelbare Konsequenzen für die Interpretation der Zusammenhänge zwischen freiem Zuckerkonsum und dem DII. Da Underreporter dazu neigen, ihre tatsächliche Energie- und Zuckeraufnahme zu unterschätzen, ist davon auszugehen, dass insbesondere niedrige Konsumwerte verzerrt sein könnten. Um zu überprüfen, ob dieser beobachtete Effekt tatsächlich auf systematisches Underreporting zurückzuführen ist, wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, bei der Underreporter aus der Analyse ausgeschlossen wurden. Dabei zeigte sich ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der Aufnahme freier Zucker und dem DII, welcher in der Gesamtstichprobe nicht beobachtet werden konnte. Dies deutet darauf hin, dass systematisches Underreporting den Zusammenhang in der Gesamtstichprobe nicht nur abgeschwächt, sondern teilweise maskiert haben könnte, sodass ein tatsächlich bestehender Zusammenhang in der Gesamtstichprobe nicht sichtbar wurde. Trotz der statistischen Signifikanz bleibt die Effektstärke insgesamt gering, was darauf hindeutet, dass die Aufnahme freier Zucker nur einen begrenzten Beitrag zur Variation des DII leistet. Die vorliegenden Ergebnisse unterstreichen damit die Notwendigkeit, Underreporting nicht lediglich als methodisches Randproblem zu betrachten, sondern als strukturelles Merkmal ernährungs-epidemiologischer Daten. Insbesondere bei der Untersuchung von Ernährungsfaktoren mit hoher sozialer Stigmatisierung, wie dem Konsum freier Zucker, kommt der differenzierten Berücksichtigung von Fehlberichterstattung eine zentrale Bedeutung zu. Insgesamt zeigt die Analyse, dass Underreporting einen

wesentlichen Erklärungsbeitrag für unerwartete oder abgeschwächte Zusammenhänge in dieser Arbeit liefert.

## 5.2 Der Konsum freier Zucker und der DII im Kontext bestehender Evidenz

Die nach Hypothesen geleiteten Analysen dieser Arbeit zeigten keinen positiven Zusammenhang zwischen der Aufnahme freier Zucker und dem DII in der Gesamtstichprobe. Weder in bivariaten noch in multivariaten Modellen ließ sich ein höherer DII bei höherem Konsum freier Zucker nachweisen. Teilweise zeigte sich sogar ein gegenläufiger Zusammenhang, bei dem höhere berichtete Zuckermengen mit geringfügig niedrigeren DII-Werten einhergingen. Diese Befunde stehen zunächst im Kontrast zur verbreiteten Annahme, dass ein hoher Zuckerkonsum grundsätzlich mit einem ungünstigen, proinflammatorischen Ernährungsprofil verbunden ist. Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse zeigen jedoch, dass dieser scheinbar fehlende Zusammenhang wesentlich durch systematisches Underreporting beeinflusst sein könnte. Nach Ausschluss von Underreportern zeigte sich ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der Aufnahme freier Zucker und dem DII, was darauf hindeutet, dass der Zusammenhang in der Gesamtstichprobe teilweise maskiert wurde. Ein Vergleich mit den Daten des Österreichischen Ernährungsberichts 2017 verdeutlicht, dass der Widerspruch der Ergebnisse in der Gesamtstichprobe weniger inhaltlicher Natur ist, sondern vielmehr auf methodische und konzeptionelle Unterschiede der Analyse hinweist. Der Ernährungsbericht zeigt für österreichische Erwachsene eine sehr hohe Aufnahme freier Zucker, wobei über 80% der Bevölkerung die von der WHO empfohlene Grenze von 10% der Gesamtenergiezufuhr überschreiten. Gleichzeitig basieren diese Angaben auf umfangreichen Korrekturen, bei denen Under- und Overreporter konsequent ausgeschlossen wurden. Im Gegensatz dazu wurden in dieser Arbeit Underreporter bewusst nicht ausgeschlossen, sondern analytisch berücksichtigt, um deren Einfluss auf beobachtete Zusammenhänge sichtbar zu machen. Dieser Unterschied ist für die Interpretation der Ergebnisse zentral. Die Analysen zeigen, dass Personen mit sehr niedriger berichteter Zuckeraufnahme besonders häufig Underreporting aufwiesen. Dadurch entsteht ein verzerrtes Bild, bei dem niedrige Zuckerwerte nicht mit einer insgesamt günstigeren Ernährung einhergehen, sondern teilweise sogar mit höheren DII-Werten verbunden sind. Dies trägt maßgeblich dazu bei, dass der Zusammenhang zwischen freiem Zuckerkonsum und dem DII in der Gesamtstichprobe abgeschwächt oder sogar umgekehrt erscheint. In diesem Kontext ist es plausibel, dass der im Ernährungsbericht beobachtete hohe durchschnittliche

Zuckerkonsum das tatsächliche Konsumniveau realistischer abbildet, während in individualbasierten Analysen ohne Ausschluss von Underreportern insbesondere der untere Bereich der Verteilung systematisch unterschätzt wurde. Hinzu kommt, dass freie Zucker in der öffentlichen Gesundheitskommunikation seit Jahren als gesundheitlich ungünstig dargestellt werden. Wie bereits im vorherigen Abschnitt zur Fehlberichterstattung ausgeführt, ist es daher plausibel, dass viele Personen mittlerweile ein ausgeprägtes Bewusstsein dafür haben, welche Lebensmittel als „problematisch“ gelten. Dieses Ernährungswissen kann dazu beitragen, dass insbesondere der Konsum freier Zucker in Selbstauskünften unterschätzt wird, während andere Bestandteile der Ernährung vollständiger oder sozial erwünschter berichtet werden. Ein solcher selektiver Berichtsmechanismus kann den Zusammenhang zwischen freiem Zuckerkonsum und globalen Ernährungsindizes wie dem DII verzerren. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass der DII nicht die Wirkung einzelner Nährstoffe isoliert abbildet, sondern das Gesamtmuster der Ernährung bewertet. Freie Zucker treten häufig gemeinsam mit sowohl pro- als auch antiinflammatorischen Komponenten auf, etwa in getrockneten Fruchtprodukten, Milchprodukten oder zusammengesetzten Lebensmitteln. Der isolierte Effekt freier Zucker kann dadurch im Gesamtindex abgeschwächt oder überlagert werden. Die Ergebnisse dieser Arbeit sprechen daher weniger gegen potenzielle negative gesundheitliche Effekte eines hohen Zuckerkonsums, sondern vielmehr gegen eine vereinfachte Interpretation von Zucker als eigenständigem Treiber eines proinflammatorischen Ernährungsprofils. Insgesamt legen die Befunde nahe, dass Zusammenhänge zwischen freiem Zuckerkonsum und dem DII stark vom methodischen Umgang mit Fehlberichterstattung sowie vom Ernährungskontext abhängen. Unter Berücksichtigung der Sensitivitätsanalyse lässt sich jedoch festhalten, dass ein positiver Zusammenhang grundsätzlich vorhanden ist, jedoch durch systematische Verzerrungen in der Datenerhebung überdeckt werden kann. Dieser Befund bedeutet jedoch nicht, dass der Konsum freier Zucker grundsätzlich keine entzündungsfördernde Wirkung entfaltet, sondern dass der DII kein Einzelnährstoffindikator ist, sondern das entzündungsbezogene Potenzial des gesamten Ernährungsmusters abbildet. Der Einfluss freier Zucker kann daher durch andere, gleichzeitig konsumierte anti- oder proinflammatorische Komponenten überlagert werden. Ein Vergleich mit dem Österreichischen Ernährungsbericht 2017 unterstreicht, dass hohe durchschnittliche Zuckeraufnahmen auf Bevölkerungsebene und fehlende oder inverse Zusammenhänge auf Individualebene kein Widerspruch sein müssen, sondern unterschiedliche analytische Ansätze widerspiegeln.

### 5.3 Alter und Bildung als zentrale Determinanten des entzündungsbezogenen Ernährungsmusters

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen deutlich, dass soziodemografische Faktoren, insbesondere Alter und Bildungsniveau, eine wesentlich stärkere und robustere Rolle für entzündungsbezogene Ernährungsmuster spielen als die isoliert betrachtete Aufnahme freier Zucker. Während für den Konsum freier Zucker in der Gesamtstichprobe kein konsistenter positiver Zusammenhang mit dem DII festgestellt werden konnte, stellten sich Alter und Bildung als stabile und unabhängige Prädiktoren der entzündungsbezogenen Ernährungsqualität heraus. In Bezug auf das Alter zeigte sich, dass jüngere Erwachsene ein signifikant stärker proinflammatorisches Ernährungsmuster aufwiesen als ältere Personen. Dieser Zusammenhang blieb auch nach Adjustierung für relevante Einflussfaktoren wie Geschlecht, Bildungsniveau, Energieaufnahme, Reporterstatus und BMI bestehen. Dieses Ergebnis legt nahe, dass altersbezogene Unterschiede im Ernährungsverhalten einen relevanten Einfluss auf das entzündungsbezogene Gesamtprofil der Ernährung haben. Jüngere Erwachsene weisen häufig ein entzündungsförderndes Essverhalten auf. Sie greifen vermehrt auf Lebensmittel zurück, welche das entzündungsbezogene Potenzial der Ernährung ungünstig beeinflussen kann. Auch das Bildungsniveau erwies sich als zentraler Einflussfaktor des DII. Personen mit höherer formaler Bildung wiesen deutlich niedrigere DII-Werte auf als Personen mit mittlerem oder niedrigem Bildungsniveau. Dieses Muster deutet auf ein insgesamt günstigeres entzündungsbezogenes Ernährungsmuster bei höher gebildeten Personen hin. Dabei lassen sich diese Unterschiede nicht durch eine entsprechend geringere Aufnahme freier Zucker erklären. Vielmehr spricht dieses Ergebnis dafür, dass Bildungsunterschiede im entzündungsbezogenen Ernährungsmuster weniger auf einzelne Nährstoffe zurückzuführen sind, sondern vielmehr Ausdruck eines insgesamt ausgewogeneren Ernährungs- und Lebensstils sind, welcher sich in einer günstigeren Zusammensetzung der Gesamternährung widerspiegelt. Insgesamt unterstreichen die Befunde, dass die entzündungsbezogene Qualität der Ernährung stärker durch strukturelle und soziodemografische Faktoren geprägt ist als durch den Konsum einzelner Nährstoffe. Gleichzeitig zeigen die Ergebnisse, dass methodische Verzerrungen, insbesondere durch Underreporting, den Einfluss einzelner Ernährungsfaktoren wie freiem Zucker zusätzlich abschwächen oder verdecken können. Alter und Bildungsniveau erscheinen somit als zentrale Einflussgrößen für das entzündungsbezogene Ernährungsmuster und liefern einen wichtigen Kontext für die Einordnung der

fehlenden oder abgeschwächten Zusammenhänge zwischen freiem Zuckerkonsum und dem DII in dieser Arbeit.

## 5.4 Einordnung im Vergleich zu bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnissen

### 5.4.1 Zusammenhang zwischen freiem Zuckerkonsum und Inflammation in früher Forschung

Die Annahme eines positiven Zusammenhangs zwischen einem hohen Zuckerkonsum und entzündlichen Prozessen ist in der wissenschaftlichen Literatur gut etabliert. Sowohl experimentelle als auch interventionelle Studien zeigen, dass eine erhöhte Zufuhr zuckerhaltiger Getränke oder stark raffinierter Zucker mit einer Erhöhung inflammatorischer Marker wie CRP, IL-6 oder TNF- $\alpha$  einhergehen kann (Aeberli et al., 2011; Arnone et al., 2022). Diese Effekte wurden vor allem unter kontrollierten Bedingungen, bei kurzfristig stark erhöhter Zuckerzufuhr und häufig in spezifischen Populationen beobachtet. Unter anderem basieren auf dieser Evidenz zentrale Annahmen der Public-Health-Empfehlungen zur Reduktion freier Zucker (World Health Organization, 2015). Vor diesem Hintergrund erscheinen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, welche keinen positiven Zusammenhang zwischen der Aufnahme freier Zucker und dem DII zeigen, zunächst widersprüchlich. Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse relativieren diesen scheinbaren Widerspruch jedoch, da nach Ausschluss von Underreportern ein signifikanter positiver Zusammenhang beobachtet werden konnte. Dies deutet darauf hin, dass der erwartete Zusammenhang in der Gesamtstichprobe nicht vollständig sichtbar wurde. Während interventionelle Studien gezielt isolierte Effekte einzelner Nährstoffe untersuchen, bildet der DII ein langfristiges, gesamthafes Ernährungsmuster im Alltag ab. Der potenzielle inflammatorische Effekt freier Zucker kann in diesem Kontext durch andere, konsumierte Nahrungsbestandteile abgeschwächt oder überlagert werden, wie auch in Übersichtsarbeiten zur Ernährung und Inflammation beschrieben wird (Arnone et al., 2022; Azaïs-Braesco et al., 2017). Zudem beziehen sich viele der in der Literatur beschriebenen Effekte auf sehr hohe Zuckerzufuhrmengen, insbesondere in Form zuckergesüßter Getränke, welche in populationsbasierten Erhebungen nur von Teilgruppen regelmäßig in vergleichbarer Intensität konsumiert werden. In einer heterogenen Allgemeinbevölkerung ist daher nicht zwingend zu erwarten, dass sich diese Effekte in globalen Ernährungsindizes eindeutig widerspiegeln. Auch nationale Ernährungserhebungen zeigen, dass hohe durchschnittliche Zuckeraufnahmen mit sehr unterschiedlichen Gesamtmustern der

Ernährung kombiniert sein können (Azaïs-Braesco et al., 2017; Rust et al., 2017). Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass ein Großteil der Evidenz zu Zucker und Inflammation auf objektiven Biomarkern basiert, während der DII ein indirektes Maß darstellt, welcher auf selbstberichteten Verzehrdaten beruht. Methodische Aspekte wie Fehlberichterstattung und soziale Erwünschtheit können daher die Vergleichbarkeit zwischen klinischen Studien und indexbasierten Analysen zusätzlich einschränken (Walton et al., 2023). Die in dieser Arbeit beobachteten Effekte des Underreportings liefern hierfür ein konkretes Beispiel, da sie zeigen, wie systematische Verzerrungen in Selbstauskünften den Zusammenhang zwischen Zuckerkonsum und entzündungsbezogenen Ernährungsindizes abschwächen oder verdecken können. Insgesamt stehen die Ergebnisse dieser Arbeit nicht im Widerspruch zur bestehenden Evidenz, sondern ergänzen sie um eine populationsbezogene Perspektive. Sie verdeutlichen, dass biologisch plausible Effekte der Aufnahme freier Zucker auf entzündliche Prozesse nicht zwangsläufig als klarer linearer Zusammenhang in umfassenden Ernährungsindizes abgebildet werden müssen. Vielmehr zeigen die Ergebnisse, dass solche Zusammenhänge unter realen Erhebungsbedingungen durch methodische Einflüsse wie Underreporting erheblich verzerrt werden können. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung des Ernährungskontexts sowie der methodischen Herangehensweise bei der Interpretation von Zusammenhängen zwischen Zuckerkonsum und Inflammation.

#### 5.4.2 Konsum freier Zucker und der DII im Vergleich zu bisherigen DII-Studien

Der DII wurde entwickelt, um das entzündungsbezogene Potenzial der gesamten Ernährung abzubilden und basiert auf der Zusammenführung zahlreicher Ernährungsparameter, welche im Zusammenhang mit systemischen Entzündungsmarkern beschrieben wurden (Shivappa et al., 2014). Der Index ist konzeptionell darauf ausgerichtet, Ernährungsmuster ganzheitlich zu erfassen, und nicht darauf, die Wirkung einzelner Nährstoffe isoliert zu bewerten. Vor diesem Kontext ist, der in dieser Untersuchung beobachtete, fehlende positive Zusammenhang zwischen der Aufnahme freier Zucker und dem DII konzeptionell plausibel. Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse zeigen jedoch, dass dieser Zusammenhang nicht grundsätzlich fehlt, sondern unter realen Erhebungsbedingungen durch methodische Einflüsse wie Underreporting überdeckt werden kann. Freie Zucker werden im DII nicht als eigenständiger Parameter abgebildet, sondern wirken indirekt über ihre Einbettung in das gesamte Ernährungsmuster. Da Zucker in der alltäglichen Ernährung selten isoliert konsumiert

wird, sondern Bestandteil komplexer Lebensmittel ist, kann ein potenziell proinflammatorischer Effekt durch gleichzeitig aufgenommene antiinflammatorische Komponenten abgeschwächt oder überlagert werden. Diese Einschränkung wird auch in Übersichtsarbeiten zur Bewertung einzelner Ernährungsfaktoren hervorgehoben (Azaïs-Braesco et al., 2017). Darüber hinaus zeigen Arbeiten zur Interpretation des DII, dass der Index besonders sensibel auf Unterschiede in der Aufnahme von Ballaststoffen, Fettsäurezusammensetzung, Mikronährstoffen und sekundären Pflanzenstoffen reagiert, welche als zentrale Treiber entzündungsbezogener Ernährungsmuster gelten (Arnone et al., 2022; Shivappa et al., 2014). Im Vergleich dazu erscheint es plausibel, dass sich der Einfluss einzelner Makronährstoffe wie freier Zucker im Gesamtindex weniger deutlich widerspiegelt, insbesondere wenn keine extremen Konsummuster vorliegen. Ein weiterer relevanter Aspekt betrifft die Datengrundlage des DII, welcher auf selbstberichteten Verzehrdaten basiert. Methodische Arbeiten weisen darauf hin, dass insbesondere sozial unerwünschte Lebensmittel anfällig für systematische Untererfassung sind, was die Interpretation einzelner Ernährungsparameter erschwert (Black, 2000). Wie in vorherigen Abschnitten thematisiert, tritt Underreporting insbesondere bei niedrigen berichteten Zuckeraufnahmen gehäuft auf, sodass geringe Zuckerwerte nicht zwangsläufig ein günstigeres entzündungsbezogenes Ernährungsmuster widerspiegeln müssen. Dies kann dazu führen, dass ein tatsächlich bestehender Zusammenhang zwischen freiem Zuckerkonsum und dem DII in Analysen auf Basis selbstberichteter Daten abgeschwächt oder nicht sichtbar wird. Da der Zusammenhang zwischen der aus Ernährungserhebungen abgeleiteten Aufnahme freier Zucker und dem DII bislang nicht explizit untersucht wurde, leisten die vorliegenden Ergebnisse einen explorativen Beitrag zur Einordnung dieses Verhältnisses. Unter Berücksichtigung der Sensitivitätsanalyse wird jedoch deutlich, dass freie Zucker zwar kein dominanter Treiber des DII sind, ihr Einfluss aber unter bestimmten methodischen Bedingungen sichtbar werden kann. Die Untersuchung verdeutlicht, dass der Konsum freier Zucker als Einzelkomponente nur eingeschränkt geeignet ist, Unterschiede im entzündungsbezogenen Ernährungsmuster abzubilden. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung einer kontextualisierten Interpretation von Zucker im Rahmen des gesamten Ernährungsmusters.

#### 5.4.3 Einfluss von Alter und Bildung auf DII im Kontext der bisherigen Forschung

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass Alter und Bildungsniveau deutlich stärker mit dem entzündungsbezogenen Ernährungsmuster assoziiert sind

als die isoliert betrachtete Aufnahme freier Zucker. Dieses Muster steht im Einklang mit der bestehenden Evidenz zur sozialen und lebensphasenspezifischen Differenzierung von Ernährungsgewohnheiten und unterstreicht die Bedeutung struktureller Faktoren für die Ernährungsqualität. In Bezug auf das Alter zeigen nationale und internationale Ernährungserhebungen konsistent, dass jüngere Erwachsene häufiger zu energiedichten, stark verarbeiteten Lebensmitteln sowie zuckerhaltigen Getränken (SSBs) greifen, während mit zunehmendem Alter eine stärkere Orientierung an regelmäßigen Mahlzeiten und traditionelleren Ernährungsformen beobachtet wird (Amoutzopoulos et al., 2020; Chatelan et al., 2019; Zupanič et al., 2020). Auch im Österreichischen Ernährungsbericht 2017 wird ein deutlich höherer Konsum zuckerhaltiger Getränke und Süßwaren bei jüngeren Altersgruppen beschrieben, während ältere Personen geringere Aufnahmemengen berichten (Rust et al., 2017). Mit diesem Hintergrund erscheint es plausibel, dass sich altersbezogene Unterschiede im DII weniger über die absolute Zuckermenge erklären lassen, sondern vielmehr über Unterschiede in der Gesamtzusammensetzung der Ernährung. Der DII ist konzeptionell darauf ausgelegt, solche Muster abzubilden, da er zahlreiche Ernährungsparameter integriert, welche mit Verarbeitungsgrad, Lebensmittelauswahl und Mahlzeitenstruktur zusammenhängen. Die Ergebnisse, welche ein ungünstigeres entzündungsbezogenes Ernährungsmuster bei jüngeren Erwachsenen zeigen, fügen sich somit gut in den bestehenden Forschungsstand ein. Ein ähnliches Bild ergibt sich für den Bildungsgrad. Der Österreichische Ernährungsbericht 2017 sowie internationale Vergleichsarbeiten weisen darauf hin, dass das Bildungsniveau ein zentraler Prädiktor für Ernährungsqualität ist. Personen mit höherem Bildungsabschluss berichten häufiger eine ausgewogenere Ernährung. Gleichzeitig zeigt ein Vergleich mit anderen Untersuchungen, dass Unterschiede in der Aufnahme einzelner Nährstoffe allein, einschließlich Zucker, die sozialen Unterschiede in der Ernährungsqualität nur unzureichend erklären können (Azaïs-Braesco et al., 2017; Rust et al., 2017). Die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen diesen Befund, indem sie zeigen, dass ein höheres Bildungsniveau mit signifikant niedrigeren DII-Werten korreliert, ohne dass sich parallel dazu ein Unterschied in der Aufnahme freier Zucker ergibt. Dies legt nahe, dass Bildung weniger über die Vermeidung einzelner Nährstoffe wirkt, sondern vielmehr mit einem insgesamt günstigeren Ernährungsmuster verbunden ist. Dieser Befund bleibt auch unter Berücksichtigung der Sensitivitätsanalyse bestehen und unterstreicht, dass der Einfluss struktureller Faktoren robuster ist als der einzelner, potenziell fehleranfälliger Ernährungsparameter. Mögliche Erklärungsansätze, die auch im theoretischen Hintergrund dieser Arbeit diskutiert wurden, umfassen Unterschiede im

Ernährungswissen sowie in der Umsetzung gesundheitlicher Empfehlungen. Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse im Vergleich zu bisherigen Forschungsdaten, dass Alter und Bildung zentrale Determinanten entzündungsbezogener Ernährungsmuster darstellen. Die vorliegenden Befunde unterstützen die Annahme, dass der DII soziale und lebensphasenspezifische Unterschiede in der Ernährungsqualität sensibel abbildet, während isolierte Nährstoffanalysen, diese komplexen Zusammenhänge nur eingeschränkt erfassen können. Gleichzeitig zeigen die Ergebnisse, dass methodische Verzerrungen wie Underreporting die Interpretation einzelner Ernährungsfaktoren zusätzlich erschweren und deren Einfluss im Vergleich zu stabileren soziodemografischen Einflussfaktoren unterschätzt werden kann.

## 5.5 Stärken und Limitationen

Die vorliegende Arbeit weist mehrere methodische und inhaltliche Stärken auf, welche bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen sind. Gleichzeitig bestehen Limitationen, die den Aussagegehalt der Befunde einschränken und bei der Einordnung der Ergebnisse reflektiert betrachtet werden müssen. Eine zentrale Stärke dieser Arbeit liegt in der Verwendung des DII als umfassendem, literaturbasiertem Maß zur Bewertung des entzündungsbezogenen Potenzials der Ernährung. Im Gegensatz zu Analysen einzelner Nährstoffe oder Lebensmittelgruppen ermöglicht der DII eine ganzheitliche Betrachtung des Ernährungsmusters und steht damit im Einklang mit der multifaktoriellen Natur ernährungsbedingter Entzündungsprozesse. Dadurch wird eine differenziertere Einordnung der Ernährungsqualität möglich. Ein weiterer wesentlicher Stärkepunkt ist die explizite Berücksichtigung von Underreporting. Anstatt Underreporter pauschal aus den Analysen auszuschließen, wurde der Reporterstatus systematisch bestimmt und analytisch in die Auswertung einbezogen. Auf diese Weise konnten Verzerrungen sichtbar gemacht werden, welche insbesondere bei der Untersuchung sozial geprägter Ernährungsfaktoren wie dem Konsum freier Zucker von großer Bedeutung sein können. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass niedrige berichtete Aufnahmemengen freier Zucker häufig mit systematischer Fehlberichterstattung einhergehen. Die Berücksichtigung des Reporterstatus stellt somit einen entscheidenden Beitrag zu einer realistischeren Interpretation der Zusammenhänge zwischen freiem Zuckerkonsum und dem DII dar. Darüber hinaus konnte durch die Sensitivitätsanalyse gezeigt werden, dass sich unter Ausschluss von Underreportern ein signifikanter Zusammenhang zwischen freiem Zuckerkonsum und dem DII ergibt, was die Relevanz dieser methodischen Berücksichtigung zusätzlich unterstreicht.

Darüber hinaus basiert die Untersuchung auf einer großen, erwachsenen Stichprobe aus Österreich, wodurch differenzierte Analysen soziodemografischer Einflussfaktoren wie Alter, Geschlecht und Bildungsniveau möglich waren. Die Kombination aus bivariaten und multivariaten Analyseansätzen erhöht zusätzlich die Robustheit der Befunde, da potenzielle Störfaktoren kontrolliert und unabhängige Effekte identifiziert werden konnten. Den genannten Stärken stehen mehrere Limitationen gegenüber. Ein wesentlicher Einschränkungsfaktor ergibt sich aus dem Querschnittsdesign der Studie. Die beobachteten Zusammenhänge spiegeln lediglich Assoziationen zu einem bestimmten Zeitpunkt wider und erlauben keine Aussagen über kausale Beziehungen. Umgekehrte Kausalität sowie der Einfluss nicht erfasster Störfaktoren können daher nicht ausgeschlossen werden. Eine weitere Limitation betrifft die Verwendung selbstberichteter Ernährungsdaten. Trotz standardisierter Erhebungsmethoden und unterstützender Hilfsmittel wie Portionsgrößenfotobüchern sind 24-Stunden-Recall-Daten anfällig für Erinnerungsfehler sowie soziale Erwünschtheit und selektives Underreporting bestimmter Lebensmittel. Dies könnte insbesondere stark zuckerhaltige Produkte, welche gesellschaftlich häufig als gesundheitlich ungünstig wahrgenommen werden, betreffen. Auch wenn Underreporting in dieser Arbeit explizit berücksichtigt wurde, ist eine vollständige Korrektur dieser Verzerrungen nicht möglich. Die Ergebnisse zeigen vielmehr, dass selbst bei methodischer Berücksichtigung verbleibende Verzerrungen die Stärke und Richtung beobachteter Zusammenhänge beeinflussen können. Ein weiterer methodischer Aspekt betrifft die Annahme eines einheitlichen Physical Activity Levels (PAL). Dieser wurde in der vorliegenden Arbeit auf Basis der EFSA-Guidance zur EU Menu Methodology mit einem Wert von 1,6 festgelegt (European Food Safety Authority, 2014). Angesichts des gesellschaftlichen Wandels hin zu zunehmend bewegungsarmen Lebensstilen könnte jedoch argumentiert werden, dass dieser PAL-Wert die Aktivität in der aktuellen österreichischen Gesellschaft überschätzt und ein niedrigerer PAL eine realistischere Annahme für Teile der Bevölkerung darstellen könnte. Faktoren wie Digitalisierung, veränderte Arbeitsanforderungen und ein insgesamt bewegungsärmerer Alltag führen dazu, dass sitzende Verhaltensweisen in vielen Bevölkerungsgruppen zunehmen, insbesondere bei Erwachsenen im erwerbsfähigen Alter (Beller et al., 2025). Somit könnte die Annahme eines niedrigeren PAL-Wertes von 1,5 oder 1,4 (vorwiegend sitzende Tätigkeiten) für Teile dieser Stichprobe angemessener sein. Die Verwendung eines niedrigeren Wertes hätte unmittelbare Auswirkungen auf die Einteilung des Reporterstatus. Ein Teil der Personen hätte somit einen geringeren berechneten Energiebedarf und würde unter Anwendung der Goldberg-Cut-offs möglicherweise von Underreportern hin zu

plausiblen Reportern eingestuft werden. Dies würde voraussichtlich zu einer Reduktion des geschätzten Underreporting-Anteils führen und könnte die Interpretation der niedrigen berichteten Zuckeraufnahmen beeinflussen. Der beobachtete Zusammenhang zwischen geringer Zuckeraufnahme und Underreporting könnte als Folge abgeschwächt werden, da ein Teil der niedrigen Werte nicht mehr als systematisches Underreporting interpretiert werden würde. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass auch ein PAL von 1,4 eine Vereinfachung darstellt und die Heterogenität individueller Aktivitätsniveaus nur eingeschränkt abbildet. Die Wahl des PAL stellt somit einen methodischen Kompromiss dar, dessen Einfluss auf die Ergebnisse bei der Interpretation berücksichtigt werden sollte. Zusätzlich ist zu beachten, dass der DII ein indirektes Maß für das entzündungsbezogene Potenzial der Ernährung darstellt und keine direkten Aussagen über systemische Entzündungsprozesse oder biomarkerbasierte Entzündungsparameter zulässt. Der DII bildet das potenzielle entzündliche oder antiinflammatorische Profil der Ernährung ab, ersetzt jedoch keine biochemischen Messungen inflammatorischer Marker. Die Ergebnisse sollten daher auf der Ebene von Ernährungsmustern interpretiert werden und nicht als direkte Aussage über individuelle Entzündungszustände. Darüber hinaus war die Berechnung des DII in dieser Arbeit durch die Verfügbarkeit der erhobenen Nahrungsdaten begrenzt. Nicht alle in der ursprünglichen DII-Methodik vorgesehenen Nahrungsparameter konnten berücksichtigt werden, da diese im vorliegenden Datensatz nicht vollständig erfasst worden waren. Diese Einschränkung stellt eine häufige Limitation bei der Anwendung des DII in bevölkerungsbezogenen Analysen dar und kann unter Umständen die Vergleichbarkeit der absoluten DII-Werte mit jenen anderer Studien einschränken. Die interne Vergleichbarkeit innerhalb der Stichprobe bleibt davon jedoch unberührt, da die Berechnung für alle Teilnehmenden auf derselben Datengrundlage erfolgte. Schließlich ist zu berücksichtigen, dass die Ableitung freier Zucker aus Ernährungsprotokollen mit methodischen Unsicherheiten verbunden ist. Trotz sorgfältiger Umsetzung gemäß der WHO-Definition können Zuordnungsfehler auf Lebensmittelebene nicht vollständig ausgeschlossen werden, insbesondere bei verarbeiteten Produkten mit komplexer Zusammensetzung.

## 6 Fazit

Ziel der vorliegenden Masterarbeit war es, den Zusammenhang zwischen der Aufnahme freier Zucker und dem entzündungsbezogenen Potenzial der Ernährung zu untersuchen. Hierzu wurde der DII als globaler Ernährungsindex herangezogen und auf Daten einer erwachsenen österreichischen Stichprobe angewendet. Ergänzend wurden soziodemografische Faktoren wie Alter, Geschlecht und Bildungsniveau sowie Hinweise auf systematisches Underreporting berücksichtigt, um die Ergebnisse differenziert einzuordnen. Die zentralen Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass in der Gesamtstichprobe kein positiver Zusammenhang zwischen der Aufnahme freier Zucker und einem höheren (entzündungsfördernden) DII festgestellt werden konnte. Erst nach Ausschluss von Underreportern im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse zeigte sich ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der Aufnahme freier Zucker und dem DII. Dies spricht dafür, dass der Zusammenhang in der Gesamtstichprobe durch systematisches Underreporting teilweise maskiert wurde. In der Gesamtstichprobe bestätigten weder bivariate noch multivariate Analysen, dass ein höherer Konsum freier Zucker mit einem stärker proinflammatorischen Ernährungsmuster einhergeht. Teilweise zeigten sich sogar schwache inverse Zusammenhänge, welche jedoch keine praktische Relevanz besitzen. Auch nach der Differenzierung nach Zuckerquellen ergab sich in der Gesamtstichprobe kein anderes Bild, da weder freie Zucker aus flüssigen noch aus festen Lebensmitteln positiv mit dem DII assoziiert waren. Diese Befunde sind vor dem Hintergrund methodischer Verzerrungen, insbesondere durch Underreporting, zu interpretieren. Die Hypothesen, welche einen direkten Zusammenhang zwischen freiem Zuckerkonsum und der entzündungsbezogenen Ernährungsqualität postulierten, konnten somit in der Gesamtstichprobe nicht bestätigt werden. Im Gegensatz dazu erwiesen sich Alter und Bildungsniveau als deutlich stärkere und robustere Determinanten des DII. Jüngere Erwachsene wiesen ein signifikant ungünstigeres, stärker proinflammatorisches Ernährungsprofil auf als ältere Personen, auch nach Kontrolle relevanter Kovariaten. Ebenso zeigte sich ein klarer sozialer Gradient in Bezug auf das Bildungsniveau, wobei Personen mit höherer formaler Bildung signifikant niedrigere DII-Werte aufwiesen als Personen mit mittlerem oder niedrigem Bildungsstand. Wichtig dabei ist, dass sich diese Unterschiede nicht durch eine entsprechend geringere Aufnahme freier Zucker erklären lassen, sondern vielmehr auf Differenzen im gesamten Ernährungs- und Lebensstil hindeuten. Ein zentrales Ergebnis dieser Arbeit betrifft zusätzlich die Bedeutung des Underreportings. Es zeigte sich, dass Personen mit sehr niedriger berichteter Aufnahme freier Zucker besonders häufig als Underreporter klassifiziert

wurden. Niedrige Zuckerangaben sind daher nicht zwangsläufig mit einem tatsächlich günstigen Ernährungsprofil verbunden, sondern können Ausdruck systematischer Fehlberichterstattung sein. Dieses Muster liefert eine plausible Erklärung dafür, warum niedrige berichtete Zuckermengen in dieser Studie nicht mit niedrigeren, sondern teilweise sogar mit höheren DII-Werten einhergingen. Die Ergebnisse unterstreichen damit die Notwendigkeit, Underreporting bei ernährungsepidemiologischen Analysen nicht lediglich als methodisches Randproblem zu betrachten, sondern als zentrales Strukturmerkmal selbstberichteter Ernährungsdaten. Gleichzeitig zeigen sie, dass methodische Verzerrungen die Interpretation einzelner Ernährungsfaktoren erheblich beeinflussen und bestehende Zusammenhänge verdecken können. Insgesamt legen die Befunde dieser Arbeit nahe, dass die entzündungsbezogene Qualität der Ernährung weniger durch die Reduktion einzelner Nährstoffe bestimmt wird, sondern vielmehr Ausdruck eines komplexen Zusammenspiels aus Ernährungsgewohnheiten, soziodemografischen Faktoren und Verhaltensmustern ist. Die Anwendung eines ganzheitlichen Ernährungsindex wie des DII erlaubt eine differenzierte Betrachtung dieses Zusammenspiels, macht jedoch zugleich deutlich, dass einfache lineare Zusammenhänge zwischen einzelnen Nährstoffen und globalen Ernährungsindikatoren nicht zwangsläufig zu erwarten sind. Die Ergebnisse dieser Arbeit liefern einen wichtigen Beitrag zur Einordnung des Zusammenhangs zwischen freiem Zuckerkonsum und entzündungsbezogener Ernährungsqualität. Sie zeigen, dass Analysen, welche ausschließlich auf selbstberichteten Zuckermengen basieren, ohne Berücksichtigung von Underreporting und übergeordneten Ernährungsmustern zu verzerrten Schlussfolgerungen führen können. Für zukünftige Forschung erscheint es daher sinnvoll, längsschnittliche Studiendesigns, biomarkerbasierte Entzündungsparameter sowie weiterentwickelte Methoden zur Erfassung und Korrektur von Fehlberichterstattung einzubeziehen, um die komplexen Zusammenhänge zwischen Ernährung und Entzündung noch präziser abzubilden.

## 7 Literaturverzeichnis

- Aeberli, I., Gerber, P. A., Hochuli, M., Kohler, S., Haile, S. R., Gouni-Berthold, I., Berthold, H. K., Spinass, G. A., & Berneis, K. (2011). Low to moderate sugar-sweetened beverage consumption impairs glucose and lipid metabolism and promotes inflammation in healthy young men: a randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 94(2), 479-485. <https://doi.org/https://doi.org/10.3945/ajcn.111.013540>
- AgrarMarkt Austria. (2025). *EU-Versorgungsbilanz Zucker*. A. Austria. <https://www.ama.at/media/fsfjbh4/eu-versorgungsbilanz-zucker.pdf>
- Amoutzopoulos, B., Steer, T., Roberts, C., Collins, D., & Page, P. (2020). Free and Added Sugar Consumption and Adherence to Guidelines: The UK National Diet and Nutrition Survey (2014/15–2015/16). *Nutrients*, 12(2), 393. <https://doi.org/10.3390/nu12020393>
- Arnone, D., Chabot, C., Heba, A. C., Kökten, T., Caron, B., Hansmann, F., Dreumont, N., Ananthakrishnan, A. N., Quilliot, D., & Peyrin-Biroulet, L. (2022). Sugars and Gastrointestinal Health. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 20(9), 1912-1924.e1917. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2021.12.011>
- Azaïs-Braesco, V., Sluik, D., Maillot, M., Kok, F., & Moreno, L. A. (2017). A review of total & added sugar intakes and dietary sources in Europe. *Nutr J*, 16(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s12937-016-0225-2>
- Beauchamp, G. K., & Mennella, J. A. (2011). Flavor perception in human infants: development and functional significance. *Digestion*, 83 Suppl 1(Suppl 1), 1-6. <https://doi.org/10.1159/000323397>
- Beller, J., Graßhoff, J., & Safieddine, B. (2025). Differential trends in prolonged sitting time in Europe: a multilevel analysis of European Eurobarometer data from 2013 to 2022. *Journal of Public Health*, 33(5), 943-951. <https://doi.org/10.1007/s10389-023-02090-1>
- Black, A. E. (2000). Critical evaluation of energy intake using the Goldberg cut-off for energy intake: basal metabolic rate. A practical guide to its calculation, use and limitations. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 24(9), 1119-1130. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801376>
- Breslin, Paul A. S. (2013). An Evolutionary Perspective on Food and Human Taste. *Current Biology*, 23(9), R409-R418. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.04.010>
- Charrez, B., Qiao, L., & Hebbard, L. (2015). The role of fructose in metabolism and cancer. *Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation*, 22(2), 79-89. <https://doi.org/doi:10.1515/hmbci-2015-0009>
- Chatelan, A., Gaillard, P., Kruseman, M., & Keller, A. (2019). Total, Added, and Free Sugar Consumption and Adherence to Guidelines in Switzerland: Results from the First National Nutrition Survey menuCH. *Nutrients*, 11(5), 1117. <https://doi.org/10.3390/nu11051117>
- Della Corte, K., Fife, J., Gardner, A., Murphy, B. L., Kleis, L., Della Corte, D., Schwingshackl, L., LeCheminant, J. D., & Buyken, A. E. (2021). World trends in sugar-sweetened beverage and dietary sugar intakes in children and adolescents: a systematic review. *Nutrition Reviews*, 79(3), 274-288. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa070>
- European Food Safety Authority. (2014). Guidance on the EU Menu methodology. *EFSA Journal*, 12(12), 3944. <https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3944>

- Fajstova, A., Galanova, N., Coufal, S., Malkova, J., Kostovcik, M., Cermakova, M., Pelantova, H., Kuzma, M., Sediva, B., Hudcovic, T., Hrnecir, T., Tlaskalova-Hogenova, H., Kverka, M., & Kostovcikova, K. (2020). Diet Rich in Simple Sugars Promotes Pro-Inflammatory Response via Gut Microbiota Alteration and TLR4 Signaling. *Cells*, 9(12).
- Goldberg, G. R., Black, A. E., Jebb, S. A., Cole, T. J., Murgatroyd, P. R., Coward, W. A., & Prentice, A. M. (1991). Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording. *Eur J Clin Nutr*, 45(12), 569-581.
- Hu, P. W., Yang, B. R., Zhang, X. L., Yan, X. T., Ma, J. J., Qi, C., & Jiang, G. J. (2023). The association between dietary inflammatory index with endometriosis: NHANES 2001-2006. *PLOS ONE*, 18(4), e0283216. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283216>
- Huang, C., Liang, Z., Ma, J., Hu, D., Yao, F., & Qin, P. (2023). Total sugar, added sugar, fructose, and sucrose intake and all-cause, cardiovascular, and cancer mortality: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutrition*, 111, 112032. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nut.2023.112032>
- Huang, Y., Chen, Z., Chen, B., Li, J., Yuan, X., Li, J., Wang, W., Dai, T., Chen, H., Wang, Y., Wang, R., Wang, P., Guo, J., Dong, Q., Liu, C., Wei, Q., Cao, D., & Liu, L. (2023). Dietary sugar consumption and health: umbrella review. *BMJ*, e071609. <https://doi.org/10.1136/bmj-2022-071609>
- Krebs-Smith, S. M., Guenther, P. M., Subar, A. F., Kirkpatrick, S. I., & Dodd, K. W. (2010). Americans Do Not Meet Federal Dietary Recommendations<sup>1</sup>. *The Journal of Nutrition*, 140(10), 1832-1838. <https://doi.org/https://doi.org/10.3945/jn.110.124826>
- Laffitte, A., Neiers, F., & Briand, L. (2014). Functional roles of the sweet taste receptor in oral and extraoral tissues. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 17(4), 379-385. <https://doi.org/10.1097/mco.0000000000000058>
- Lin, W. T., Kao, Y. H., Sothorn, M. S., Seal, D. W., Lee, C. H., Lin, H. Y., Chen, T., & Tseng, T. S. (2020). The association between sugar-sweetened beverages intake, body mass index, and inflammation in US adults. *Int J Public Health*, 65(1), 45-53. <https://doi.org/10.1007/s00038-020-01330-5>
- Ma, X., Nan, F., Liang, H., Shu, P., Fan, X., Song, X., Hou, Y., & Zhang, D. (2022). Excessive intake of sugar: An accomplice of inflammation. *Front Immunol*, 13, 988481. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.988481>
- Macdiarmid, J., & Blundell, J. (1998). Assessing dietary intake: Who, what and why of under-reporting. *Nutrition Research Reviews*, 11(2), 231-253. <https://doi.org/10.1079/NRR19980017>
- Mazidi, M., Shivappa, N., Wirth, M. D., Hebert, J. R., Mikhailidis, D. P., Kengne, A. P., & Banach, M. (2018). Dietary inflammatory index and cardiometabolic risk in US adults. *Atherosclerosis*, 276, 23-27. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2018.02.020>
- Motamedi, A., Askari, M., Mozaffari, H., Homayounfar, R., Nikparast, A., Ghazi, M. L., Nejad, M. M., & Alizadeh, S. (2022). Dietary Inflammatory Index in relation to Type 2 Diabetes: A Meta-Analysis. *Int J Clin Pract*, 2022, 9953115. <https://doi.org/10.1155/2022/9953115>
- O'Connor, L., Imamura, F., Brage, S., Griffin, S. J., Wareham, N. J., & Forouhi, N. G. (2018). Intakes and sources of dietary sugars and their association with metabolic and inflammatory markers. *Clinical Nutrition*, 37(4), 1313-1322. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.05.030>
- Payne, A. N., Chassard, C., & Lacroix, C. (2012). Gut microbial adaptation to dietary consumption of fructose, artificial sweeteners and sugar alcohols:

- implications for host–microbe interactions contributing to obesity. *Obesity Reviews*, 13(9), 799-809. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2012.01009.x>
- Ricciuto, L., Fulgoni, V. L., Gaine, P. C., Scott, M. O., & DiFrancesco, L. (2022). Trends in Added Sugars Intake and Sources Among US Children, Adolescents, and Teens Using NHANES 2001–2018. *The Journal of Nutrition*, 152(2), 568-578. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jn/nxab395>
- Rust, P., Hasenegger, V., & König, J. (2017). *Österreichischer Ernährungsbericht 2017*. <https://broschuerenservice.sozialministerium.at/Home/Download?publicationId=528>
- Saklayen, M. G. (2018). The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome. *Current Hypertension Reports*, 20(2). <https://doi.org/10.1007/s11906-018-0812-z>
- Shivappa, N., Steck, S. E., Hurley, T. G., Hussey, J. R., & Hébert, J. R. (2014). Designing and developing a literature-derived, population-based dietary inflammatory index. *Public Health Nutrition*, 17(8), 1689-1696. <https://doi.org/10.1017/s1368980013002115>
- Slimani, N., Ferrari, P., Ocké, M., Welch, A., Boeing, H., Liere, M., Pala, V., Amiano, P., Lagiou, A., Mattisson, I., Stripp, C., Engeset, D., Charrondière, R., Buzzard, M., Staveren, W., & Riboli, E. (2000). Standardization of the 24-hour diet recall calibration method used in the european prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC): general concepts and preliminary results. *Eur J Clin Nutr*, 54(12), 900-917. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601107>
- Walton, J., Bell, H., Re, R., & Nugent, A. P. (2023). Current perspectives on global sugar consumption: definitions, recommendations, population intakes, challenges and future direction. *Nutrition Research Reviews*, 36(1), 1-22. <https://doi.org/10.1017/s095442242100024x>
- Wittekind, A., & Walton, J. (2014). Worldwide trends in dietary sugars intake. *Nutrition Research Reviews*, 27(2), 330-345. <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/C34DAC1F784A3C8EE10E73AA7872C4E5/S0954422414000237a.pdf/div-class-title-worldwide-trends-in-dietary-sugars-intake-div.pdf>
- World Health Organization. (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*, 894, i-xii, 1-253.
- World Health Organization. (2015). *Guideline: sugars intake for adults and children*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549028>
- World Health Organization. (2024). Noncommunicable diseases. Retrieved 2024/12/23, from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- Wu, L., Shi, Y., Kong, C., Zhang, J., & Chen, S. (2022). Dietary Inflammatory Index and Its Association with the Prevalence of Coronary Heart Disease among 45,306 US Adults. *Nutrients*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/nu14214553>
- Yan, R. R., Chan, C. B., & Yu Louie, J. C. (2022). Current WHO recommendation to reduce free sugar intake from all sources to below 10% of daily energy intake for supporting overall health is not well supported by available evidence. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 116(1), 15-39. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/ajcn/nqac084>
- Zhou, N., Xie, Z. P., Liu, Q., Xu, Y., Dai, S. C., Lu, J., Weng, J. Y., & Wu, L. D. (2022). The dietary inflammatory index and its association with the

prevalence of hypertension: A cross-sectional study. *Front Immunol*, 13, 1097228. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.1097228>

Zupanič, N., Hristov, H., Gregorič, M., Blaznik, U., Delfar, N., Koroušić Seljak, B., Ding, E. L., Fidler Mis, N., & Pravst, I. (2020). Total and Free Sugars Consumption in a Slovenian Population Representative Sample. *Nutrients*, 12(6), 1729. <https://doi.org/10.3390/nu12061729>