



universität
wien

MASTERARBEIT/MASTERTHESIS

Titel der Masterarbeit/ Title of the Master's Thesis

„Einfluss der Mahlzeitenfrequenz auf die Nährstoffversorgung bei Kindern und Jugendlichen im Alter zwischen 10 und 17 Jahren“

verfasst von / submitted by

Katharina Zsolnai, BSc

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

Master of Science (MSc)

Wien, 2022 / Vienna, 2022

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

UA 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

Danksagung:

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mir während meiner gesamten Studienzzeit den Rücken gestärkt haben.

Ein besonderer Dank geht an Frau Ass.-Prof. Mag. Dr. Petra Rust, die mir bei der Themenfindung und während des Schreibprozesses mit viel Geduld, Expertise und Ermutigungen zur Seite gestanden ist.

Des Weiteren gebührt ein großer Dank Mag. Dr. Verena Hasenegger und Kristina Englert, MSc für die Organisation der Datenerhebungen an den Schulen. Hier danke ich auch alles Kollegen und Kolleginnen mit denen ich gemeinsam die Erhebungen gemacht habe.

Ein weiterer Dank geht an alle Studienteilnehmer und Studienteilnehmerinnen, ohne sie und die großartige Unterstützung an den Schulen und den Eltern wären die Erhebungen nicht umsetzbar gewesen.

Schlussendlich möchte ich noch meiner Familie und meinen Freunden danken. All den offenen Ohren, den Ermutigungen und der Unterstützung.

Besonders meinem Verlobten Wolfgang Kaltenecker wurde während dem langen Schreibprozess viel Geduld abverlangt, wobei er stets einen kühlen Kopf bewahrte.

Erklärung über das selbstständige verfassen der Masterarbeit

Ich versichere, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Alle Stellen, die dem Wortlaut oder dem Sinne nach anderen Texten entnommen sind, wurden unter Angabe der Quellen und nach den üblichen Regeln des wissenschaftlichen Zitierens nachgewiesen. Dies gilt auch für Zeichnungen, bildliche Darstellungen, Skizzen, Tabellen und dergleichen.

Mir ist bewusst, dass wahrheitswidrige Angaben als Täuschungsversuch behandelt werden und dass bei einem Täuschungsverdacht sämtliche Verfahren der Plagiatserkennung angewandt werden können.

Ort, Datum

Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	X
Tabellenverzeichnis	XIII
1. Einleitung	18
2. Literaturübersicht	19
2.1. Ernährungsverhalten im Kindes- und Jugendalter	19
2.1.1. Prägung des Ernährungsverhaltens	19
2.1.2. Ernährungsverhalten und Gesundheit	20
2.1.3. Kognitive Leistungsfähigkeit und Ernährung.....	22
2.2. Nährstoffe	23
2.2.1. Nährstoffbedarf von Kindern und Jugendlichen	24
2.3. Mahlzeitenverteilung im Tagesverlauf.....	25
2.3.1. Mahlzeitenfrequenz	25
2.3.2. Frühstück.....	26
3. Material und Methoden	28
3.1. Studiendesign.....	28
3.2. Stichprobe	29
3.3. Charakteristik der Stichprobe	31
3.4. Datenverarbeitung	33
3.5. Auswertungsmethoden.....	33
3.6. Over- and Underreporting	34
3.7. Mögliche Limitationen der Erhebung.....	34
3.8. Forschungsfrage und Hypothese.....	34
4. Ergebnisse und Diskussion.....	36
4.1. Prozentuelle Abweichungen der konsumierten Nährstoffe von den D-A-CH-Referenzwerten.....	36
4.1.1. Energieliefernde Nährstoffe und Wasser.....	36
4.1.2. Auswertung Zufuhr der energieliefernden Nährstoffe	37
4.1.2.1. Auswertung der Zufuhr der fettlöslichen Vitamine im Vergleich mit den D-A-CH-Referenzwerten	43

4.1.2.2.	Auswertung der Zufuhr der wasserlöslichen Vitamine im Vergleich mit den D-A-CH-Referenzwerten	46
4.1.2.3.	Auswertung der Zufuhr der Mineralstoffe im Vergleich mit den D-A-CH-Referenzwerten	50
4.1.3.	Auswertung anhand der Nährstoffdichte	53
4.1.3.1.	Zufuhr fettlöslicher Vitamine in Relation zur Energiezufuhr	56
4.1.3.2.	Zufuhr wasserlöslicher Vitamine in Relation zur Energiezufuhr	60
4.1.3.3.	Zufuhr an Mineralstoffen in Relation zur Energiezufuhr	64
4.1.4.	Mahlzeitenfrequenz bei den untersuchten Kindern und Jugendlichen	67
4.1.5.	Nährstoffverteilungen nach Mahlzeitenfrequenz	72
4.1.5.1.	Makronährstoffaufnahme nach Mahlzeitenfrequenz	72
4.1.5.1.	Aufnahme fettlöslicher Vitamine nach Mahlzeitenfrequenz	76
4.1.5.2.	Aufnahme wasserlöslicher Vitamine nach Mahlzeitenfrequenz	79
4.1.5.3.	Aufnahme der Mineralstoffe nach Mahlzeitenfrequenz	82
4.2.	Analyse der Mahlzeitenfrequenz.....	87
4.2.1.	Prozentuelle Anteile der Energie- und Nährstoffzufuhr nach Vorbild der Optimalen Mischkost 89	
4.2.1.1.	Unterschiede der Nährstoffversorgung ohne Frühstück	90
5.	Schlussbetrachtung	93
6.	Zusammenfassung.....	96
7.	Summary	97
	Literaturverzeichnis	98

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einflussfaktoren auf die Entwicklung des Essverhaltens im Kindes- und Jugendalter [Pudel und Westenhöfer, 1998].....	20
Abbildung 2: Ernährungsphysiologische Einteilung der Nährstoffe	24
Abbildung 3: Leistungskurve unter Berücksichtigung der Mahlzeitenfrequenz [eNu, 2019].....	26
Abbildung 4: Flussdiagramm der Stichprobenselektion	31
Abbildung 5: Absolute Verteilung der Altersklassen der Stichprobe nach Geschlecht ..	32
Abbildung 6: Anteil der aufgenommenen energieliefernden Nährstoffe (IST) im Vergleich zu den Empfehlungen (SOLL)	37
Abbildung 7: Prozentuelle Abweichung der Zufuhr an Energie und energieliefernden Nährstoffen von den D-A-CH-Referenzwerten in der Gesamtstichprobe	38
Abbildung 8: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der konsumierten fettlöslichen Vitamine in der Gesamtstichprobe	44
Abbildung 9: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der konsumierten wasserlöslichen Vitamine in der Gesamtstichprobe	47
Abbildung 10: Prozentuelle Abweichung der Mineralstoffe zu den D-A-CH Referenzwerten in der Gesamtstichprobe	51
Abbildung 11: Balkendiagramm zur Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin-A-Äquivalent als Soll-Ist-Vergleich der Buben aufgeteilt nach Altersgruppen	58
Abbildung 12: Balkendiagramm zur Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin-E-Äquivalent als Soll-Ist-Vergleich der Buben aufgeteilt nach Altersgruppen	58
Abbildung 13: Balkendiagramm zur Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin-A-Äquivalent als Soll-Ist-Vergleich der Mädchen aufgeteilt nach Altersgruppen.....	59

Abbildung 14: Balkendiagramm zu Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin-E-Äquivalent als Soll-Ist-Vergleich der Mädchen aufgeteilt nach Altersgruppen.....	59
Abbildung 15: Balkendiagramm zu Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin B ₁₂ und Folsäure als Soll-Ist-Vergleich der Buben aufgeteilt nach Altersgruppen	62
Abbildung 16: Balkendiagramm zu Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin C als Soll-Ist-Vergleich der Buben aufgeteilt nach Altersgruppen	62
Abbildung 17: Balkendiagramm zu Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin B ₁₂ und Folsäure als Soll-Ist-Vergleich der Mädchen aufgeteilt nach Altersgruppen	63
Abbildung 18: Balkendiagramm zu Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin C als Soll-Ist-Vergleich der Mädchen aufgeteilt nach Altersgruppen	63
Abbildung 19: Balkendiagramm zu Darstellung der Nährstoffdichte der Mengenelemente als Soll-Ist-Vergleich der Buben aufgeteilt nach Altersgruppen	65
Abbildung 20: Balkendiagramm zu Darstellung der Nährstoffdichte von Eisen als Soll-Ist-Vergleich der Buben aufgeteilt nach Altersgruppen	66
Abbildung 21: Balkendiagramm zu Darstellung der Nährstoffdichte der Mengenelementen als Soll-Ist-Vergleich der Mädchen aufgeteilt nach Altersgruppen	66
Abbildung 22: Balkendiagramm zu Darstellung der Nährstoffdichte von Eisen als Soll-Ist-Vergleich der Mädchen aufgeteilt nach Altersgruppen.....	67
Abbildung 23: Balkendiagramm Anzahl der verzehrten Mahlzeiten aufgeteilt in zwei Gruppen (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag) nach Geschlecht.....	70
Abbildung 24: Balkendiagramm Prozentuelle Aufteilung der Mahlzeitenfrequenz in zwei Gruppen (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag) und nach Alter bei den Mädchen.	70
Abbildung 25: Balkendiagramm Prozentuelle Aufteilung der Mahlzeitenfrequenz in zwei Gruppen (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag) und nach Altersgruppen der Buben.....	71
Abbildung 26: Boxplot zur prozentuellen Abweichung der Nährstoffaufnahme zu den D-A-CH Referenzwerten von Makronährstoffen aufgeteilt nach Geschlecht und	

Mahlzeitenhäufigkeit pro Tag a= < 5 MZ pro Tag bei den Buben b= < 5 MZ pro Tag Mädchen c= ≥ 5 MZ pro Tag Buben d= ≥ 5 MZ pro Tag Mädchen..... 75

Abbildung 27: Boxplot zur prozentuellen Abweichung der Aufnahme von fettlöslichen Vitaminen zu den D-A-CH Referenzwerten aufgeteilt nach Geschlecht und Mahlzeitenhäufigkeit a= < 5 MZ pro Tag bei den Buben b= < 5 MZ pro Tag Mädchen c= ≥ 5 MZ pro Tag Buben d= ≥ 5 MZ pro Tag Mädchen..... 78

Abbildung 28: Boxplot zur prozentuellen Abweichung der wasserlöslichen Vitamine zu den D-A-CH Referenzwerten, aufgeteilt nach Geschlecht und Mahlzeitenfrequenz (< 5 bzw. ≥ 5 MZ pro Tag) a= < 5 MZ pro Tag bei den Buben b= < 5 MZ pro Tag Mädchen c= ≥ 5 MZ pro Tag Buben d= ≥ 5 MZ pro Tag Mädchen 81

Abbildung 29: Boxplot der prozentuellen Abweichung der Aufnahme der Mengenelemente zu den D-A-CH Referenzwerten aufgeteilt nach Geschlecht und Mahlzeitenfrequenz (< 5 bzw. ≥ 5 MZ pro Tag) a= < 5 MZ pro Tag bei den Buben b= < 5 MZ pro Tag Mädchen c= ≥ 5 MZ pro Tag Buben d= ≥ 5 MZ pro Tag Mädchen 84

Abbildung 30: Boxplot der prozentuellen Abweichung der Aufnahme der Spurenelemente zu den D-A-CH Referenzwerten aufgeteilt nach Geschlecht und Mahlzeitenfrequenz (< 5 bzw. ≥ 5 MZ pro Tag) a= < 5 MZ pro Tag bei den Buben b= < 5 MZ pro Tag Mädchen c= ≥ 5 MZ pro Tag Buben d= ≥ 5 MZ pro Tag Mädchen 86

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geschlechterverteilung der Stichprobe	31
Tabelle 2: Relative und absolute Verteilung der Altersgruppen nach Geschlecht	32
Tabelle 3: Energieliefernde Nährstoffe, nach Altersgruppen der 10-17-jährigen Buben.	39
Tabelle 4: Energieliefernde Nährstoffe, nach Altersgruppen der 10-17-jährigen Mädchen.	40
Tabelle 5: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der energieliefernden Nährstoffe der Buben nach Altersgruppen aufgeteilt	41
Tabelle 6: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der energieliefernden Nährstoffe der Mädchen nach Altersgruppen aufgeteilt	42
Tabelle 7: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der fettlöslichen Vitamine der Mädchen nach Altersgruppen aufgeteilt	45
Tabelle 8: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der fettlöslichen Vitamine der Buben nach Altersgruppen aufgeteilt	45
Tabelle 9: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der wasserlöslichen Vitamine der Buben nach Altersgruppen aufgeteilt	48
Tabelle 10: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der wasserlöslichen Vitamine der Mädchen nach Altersgruppen aufgeteilt.....	49
Tabelle 11: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der konsumierten Mineralstoffe der Buben aufgeteilt nach Altersgruppen.....	52
Tabelle 12: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der konsumierten Mineralstoffe der Mädchen aufgeteilt nach Altersgruppen.....	52

Tabelle 13: Nährstoffdichten der Speisepläne der Optimierten Mischkost, Spannen der aus den D-A-CH-Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr [D-A-CH, 2021] und dem IST Vergleich der Stichprobe. modifiziert nach [Kersting et al., 2017].....	55
Tabelle 14: Aufnahme fettlöslicher Vitamine der Buben im Verhältnis zur verzehrten Energie (pro 1000kcal) aufgeteilt nach Altersgruppen.....	56
Tabelle 15: Aufnahme fettlöslicher Vitamine der Mädchen im Verhältnis zur verzehrten Energie (pro 1000kcal) aufgeteilt nach Altersgruppen.....	57
Tabelle 16: Aufnahme wasserlöslicher Vitamine der Buben im Verhältnis zur verzehrten Energie aufgeteilt nach Altersgruppen	60
Tabelle 17: Aufnahme wasserlöslicher Vitamine der Mädchen im Verhältnis zur verzehrten Energie aufgeteilt nach Altersgruppen	61
Tabelle 18: Aufnahme ausgewählter Mineralstoffe der Buben im Verhältnis zur verzehrten Energie aufgeteilt nach Altersgruppen	64
Tabelle 19: Aufnahme ausgewählter Mineralstoffe der Mädchen im Verhältnis zur verzehrten Energie aufgeteilt nach Altersgruppen	65
Tabelle 20: Mahlzeitenfrequenz in der Gesamtstichprobe	68
Tabelle 21: Häufigkeiten der Mahlzeitenfrequenz aufgeteilt in zwei Gruppen (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag) und nach Altersgruppen	68
Tabelle 22: Häufigkeiten der Mahlzeitenfrequenz aufgeteilt in zwei Gruppen (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag) nach Geschlecht und Alter	69
Tabelle 23: Prozentuelle Abweichungen der Aufnahme der Makronährstoffen zu den D-A-CH Referenzwerten aufgeteilt nach Mahlzeitenfrequenz (< 5 bzw. ≥ 5 MZ pro Tag).	73
Tabelle 24: Prozentuelle Abweichungen der Aufnahme der fettlöslichen Vitamine zu den D-A-CH Referenz-werten aufgeteilt nach Mahlzeitenfrequenz (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag)	76

Tabelle 25: Prozentuelle Abweichungen der Aufnahme der wasserlöslichen Vitamine zu den D-A-CH Referenzwerten aufgeteilt auf Mahlzeitenfrequenz (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag)	79
Tabelle 26: Prozentuelle Abweichungen der Aufnahme der Mengenelemente zu den D-A-CH Referenzwerten aufgeteilt auf Mahlzeitenfrequenz in zwei Gruppen (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag)	82
Tabelle 27: Prozentuelle Abweichungen der Aufnahme der Spurenelemente zu den D-A-CH Referenzwerten aufgeteilt auf Mahlzeitenfrequenz (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag)	85
Tabelle 28: Prozent der ausgelassenen Mahlzeiten aufgeteilt auf 3 Hauptmahlzeiten und 4 Zwischenmahlzeiten in der Gesamtstichprobe in Prozent	87
Tabelle 29: Prozent der ausgelassenen Mahlzeiten aufgeteilt auf 3 Hauptmahlzeiten und 4 Zwischenmahlzeiten bei den Buben, aufgeteilt in Altersgruppen	88
Tabelle 30: Prozent der ausgelassenen Mahlzeiten aufgeteilt auf 3 Hauptmahlzeiten und 4 Zwischenmahlzeiten bei den Mädchen, aufgeteilt in Altersgruppen	89
Tabelle 31: Prozentueller Anteil der Energie und Nährstoffen einzelner Mahlzeiten anhand der Optimierten Mischkost modifiziert nach [Kersting et al., 2017]	90
Tabelle 32: Nährstoffdichte, wenn Frühstück ausgelassen wird oder nicht im Vergleich zu einer angemessenen Zufuhr nach den D-A-CH Referenzwerten und der optiMIX® ..	92

Abkürzungsverzeichnis

% Prozent

µg Mikrogramm

BG Blutglucosekonzentration

BMI Body-Mass-Index

D-A-CH Deutschland, Österreich, Schweiz

DGE Deutsche Gesellschaft für Ernährung

DSGVO Datenschutzgrundverordnung

EAR estimated average requirement

EFCOVAL European food consumption validation

EFSA European Food Safety Authority

EPIC European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition

EsKiMo Ernährungsstudie als KiGGS Modul

F einfaktorielle bzw. zweifaktorielle Varianzanalyse

FAS Family Affluence Scale

FAD Flavinadenindinucleotid

FFQ Food Frequency Questionnaire

FMN Flavinmononucleotid

G Gramm

GI Glykämischer Index

GL Glykämische Last

GU Grundumsatz

H0 Nullhypothese

HBSC Health Behaviour in School-aged children

IARC International Agency for Research on Cancer

Kcal Kilocalorie

KiGGS Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland

Mg Milligramm

MW Mittelwert

NAD Nicotinamid-Adenindinukleotid

NADO Nicotinamid-Adenindinukleotidphosphat

ÖGE Österreichische Gesellschaft für Ernährung

optiMIX® Optimierte Mischkost

p Signifikanz

PAL physical activity level

RÄ Retinol-Äquivalent

RDA Recommended Dietary Allowances

RW Referenzwert

SES sozioökonomischer Status
SGE Schweizerische Gesellschaft für Ernährung
TDP Thiamindiphosphat
TPP Thiaminpyrophosphat
WHO World Health Organisation
X² Chi-Quadrat-Anpassungstest; Kruskal-Wallis-Test

1. Einleitung

In der modernen Gesellschaft kollidieren evolutionsbiologische Programme mit modernen Erfindungen, welche die Notwendigkeit der körperlichen Arbeit zur Essensbeschaffung überflüssig gemacht haben. Im Kindes- und Jugendalter prägen sich Ernährungsmuster, die maßgeblich über die Gesundheit des weiteren Lebens entscheiden. Chronische Krankheiten entstehen in immer jüngeren Jahren und treten bereits bei Kindern und jungen Erwachsenen gehäuft auf. Oft manifestieren sich diese frühzeitig auftretenden Erkrankungen bis zum Lebensende.

Durch rechtzeitige Ernährungs- und Lebensstilinterventionen könnten gesundheitsgefährdende Gewohnheiten korrigiert werden. Ernährungsverhalten in der Kindheit kann für die spätere Körperzusammensetzung, Leistungsfähigkeit und Physiologie ausschlaggebend sein [J. WHO und CONSULTATION, 2003].

Das Alter zwischen 10 und 18 Jahren ist geprägt von enormen psychischen und physischen Veränderungen. In dieser Zeit findet die Entwicklung von Kindern zu Erwachsenen statt. Somit ist es eine prägende Zeit mit besonderen Ansprüchen an die Ernährung und Nährstoffversorgung [WHO, 2005].

Anfang der 1990 Jahre wurden anhand der Empfehlungen einer „Optimierten Mischkost“ kurz optiMIX® Speisepläne für Kinder und Jugendliche entwickelt, welche fünf Mahlzeiten als Grundlage einer optimalen Versorgung hatten [Kersting et al., 2017; Kersting, 2018]. Diese Empfehlungen werden häufig durch Untersuchungen in Frage gestellt. Ob eine ausreichende Versorgung mit Nährstoffen trotz geringerer Mahlzeitenfrequenz gegeben ist, wird in dieser Masterarbeit untersucht. Diese Masterarbeit verfolgt das Ziel den Einfluss von ausgelassenen Mahlzeiten auf die Nährstoffversorgung zu analysieren. Mittels zweier 24h-Recalls wurden das aktuelle Ernährungsverhalten und daraus die Energie- und Nährstoffaufnahme von Kindern und Jugendlichen erhoben. Anhand der Aufteilung in sieben verschiedene Mahlzeiten (vor dem Frühstück, Frühstück, Vormittagsjause, Mittagessen, Nachmittagsjause, Abendessen und Spätmahlzeit), konnten die verzehrten Nährstoffe zugeteilt werden.

Im Jugendalter nehmen Mädchen häufig geringere Energiemengen auf als Buben desselben Alters. Doch ist zu beobachten, dass gleichzeitig nährstoffdichtere Lebensmittelgruppen aufgenommen werden [WHO, 2005]. Um dies zu berücksichtigen wurden alle Analysen zusätzlich anhand der berechneten Nährstoffdichte in g(mg)/1000 kcal durchgeführt.

2. Literaturübersicht

2.1. Ernährungsverhalten im Kindes- und Jugendalter

2.1.1. Prägung des Ernährungsverhaltens

Für das Überleben eines Organismus ist es erforderlich, genießbare von ungenießbaren oder sogar toxischen Lebensmitteln unterscheiden zu können. Um eine Auswahl treffen zu können, gibt es eine genetische Prädisposition für Präferenzen verschiedener Nahrungsmittelmerkmale, welche primär durch die chemischen Reize des Geschmacks- und Geruchssinns wahrgenommen werden. Daher haben sensorische Eigenschaften eines Lebensmittels oft einen großen Einfluss auf die deren Auswahl [Feeney et al., 2011].

Der süße Geschmack eines Lebensmittels kann mit einer hohen Energiedichte in Zusammenhang gebracht werden, da kohlenhydratreiche Lebensmittel süßlich schmecken. Die Umami-Präferenz und der damit verbundene Verzehr von tierischen Lebensmitteln sorgen dafür, dass der Organismus mit lebensnotwendigen und gut bioverfügbaren Proteinen versorgt wird. Im Gegenzug kann bitter vor toxischen Inhaltsstoffen warnen, weshalb häufiger angeborene Aversionen gegen bittere Lebensmittel vorherrschen. Die Geschmacksrichtung sauer deutet auf unreife und salzig auf mineralstoffreiche Lebensmittel hin, wodurch wieder eine gewisse Bevorzugung oder Ablehnung erklärt werden kann. Die Entwicklung von Vorlieben und Abneigungen können jedoch auf unterschiedlichste Weise entstehen, wobei Geschmack häufig als der wichtigste Faktor bei der Wahl der Nahrungsmittel genannt wird [Logue, 1995].

Diese genetischen Prädispositionen für Präferenzen können unter anderem einen Einfluss auf das Körpergewicht haben. So konnte gezeigt werden, dass eine Vorliebe für fettige und süße Geschmäcker zu Übergewicht bei 6-9-jährigen Kindern führen kann [Lanfer et al., 2012].

Das Ernährungsverhalten von Menschen wird zusätzlich durch eine Vielzahl kultureller und sozialer Faktoren geprägt, wodurch die genetisch vorgegebenen Vorlieben durch Lernprozesse überschrieben werden (siehe Abbildung 1). Bereits im Mutterleib bilden sich die ersten Geschmackspräferenzen, was während des Stillvorgangs weiter fortgesetzt wird [Ellrott, 2018; Pudal und Westenhöfer, 1998]. Auch die spätere Erziehung entscheidet über die Vorlieben bei der Lebensmittelauswahl. So essen Kinder, die häufiger Gemüse und Obst von den Eltern angeboten bekommen, auch in späterer Folge diese Lebensmittelgruppen öfter. Sowohl im Zuge der Beikosteinführung, als auch durch das Angebot am gemeinsamen

Esstisch der Familien, konnte ein Zusammenhang der Akzeptanz von Obst und Gemüse beobachtet werden [Cooke et al., 2004; Sullivan und Birch, 1994]. Die Grundzüge der Vorlieben und somit des Ernährungsverhaltens entwickeln sich im frühen Kindesalter und beeinflussen weitgehend unsere Verhaltensmuster im Erwachsenenalter [Kelder et al., 1994; Northstone und Emmett, 2008]. Daher wird die Kindheit und Jugend als wichtiger und gleichzeitig auch kritischer Zeitraum für das Erlernen von Verhaltensmustern angesehen, denn in dieser Zeit umgesetztes Essverhalten beeinflusst häufig die Ernährung im weiteren Leben maßgeblich.

Abbildung 1: Einflussfaktoren auf die Entwicklung des Essverhaltens im Kindes- und Jugendalter [Pudel und Westenhöfer, 1998]



2.1.2. Ernährungsverhalten und Gesundheit

Obwohl sich Erkrankungen meistens erst im Laufe der Jahre klinisch manifestieren, ist es ersichtlich, dass diese ihren Ursprung schon am Beginn der Entwicklung haben [Heindel und Vandenberg, 2015]. Den Zusammenhang zwischen Umwelteinflüssen und gesundheitlichen Problemen im späteren Alter eruierte erstmals David Barker. Er beschrieb eine Korrelation, zwischen hungernden Schwangeren und einem späteren erhöhtem Risiko kardiovaskulärer- und metabolischer Erkrankungen, anhand des „Hungerwinters“ in den Niederlanden während der 1980er Jahren. Dies wirft die Hypothese auf, dass Mangelernährung im Uterus zu permanenten

Veränderungen in der Körperzusammensetzung sowie Körperfunktionen und im Metabolismus führt [Barker, 2007].

Neben Untergewicht spielt besonders Übergewicht in der Schwangerschaft eine große Rolle in der Entwicklung der Neugeborenen und Kinder. Übergewicht begünstigt Erkrankungen der Mutter, wie Gestationsdiabetes Mellitus, Präeklampsie und wird zudem mit vermehrten Geburtskomplikationen assoziiert. Jedoch hat das höhere Körpergewicht auch Auswirkungen auf das ungeborene Baby. Es kommt im späteren Leben vermehrt zu Adipositas, dem Metabolischen Syndrom, Neuralrohrdefekten und kognitiven Einschränkungen [van der Burg et al., 2016]. Bei einer Langzeitstudie wurde der BMI von Müttern vor der Schwangerschaft erfragt und abermals in der 18. Schwangerschaftswoche erhoben. Es konnte in Folge ein vermehrtes Auftreten von kognitiven Einschränkungen und Verhaltensauffälligkeiten bei den 5-17 jährigen Kindern und Jugendlichen der übergewichtigen oder adipösen Mütter beobachtet werden [Robinson et al., 2013]. Die Höhe des BMI während der Schwangerschaft konnte ebenso mit der späteren Entstehung von kardiovaskulären Erkrankungen und Diabetes Mellitus Typ II in einen starken Zusammenhang gebracht werden [Eriksson et al., 2014] .

Übergewicht und Adipositas sind Hauptrisikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen, Diabetes Mellitus Typ II, onkologische Erkrankungen und frühzeitigen Tod. Diese Faktoren machen die Prävalenz von Übergewicht und Adipositas zu einer besonders relevanten, weltweiten Herausforderung für die Gesundheitsvorsorge [Seidell und Halberstadt, 2015].

Diese sogenannten „non-communicable diseases“ (nicht übertragbaren Erkrankungen), haben mit großer Wahrscheinlichkeit ihren Ursprung in der frühen menschlichen Entwicklungsphase. Beeinflusst werden sie durch bestimmte Lebensstilfaktoren wie: Ernährungsverhalten, Stress, Rauschgifte, Infektionen und Aussetzung mit Umweltgiften [Heindel und Vandenberg, 2015]. Laut eine Gesundheitsbefragung 2019 sind in Österreich 34,3 % der über 15-Jährigen übergewichtig (BMI 25 bis < 30 kg/m²) und 16,5 % adipös (BMI ≥ 30 kg/m²) [Statistik Austria, 2020]. Daher ist es besonders wichtig, dass schon in jungen Jahren Präventionsmaßnahmen gesetzt werden. Kinder und Jugendliche mit einem niedrigen sozioökonomischen Status stellen für die Gesundheitsförderung eine besondere Herausforderung dar und werden durch Interventionsprogramme nicht ausreichend erreicht [Ludwig et al., 2011].

2.1.3. Kognitive Leistungsfähigkeit und Ernährung

Die Ernährung von Schulkindern spielt eine besonders maßgebende Rolle, da sich in diesem Lebensabschnitt der Körper physisch und psychisch signifikant entwickelt. Der Einfluss von Essen auf die Gehirnfunktion kann Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit und den kognitiven Zustand haben.

Eine ausgewogene und vielfältige Ernährung, reich an nährstoffdichten Lebensmittelgruppen wie Obst, Gemüse und Milchprodukten ermöglicht es den Körper mit notwendigen Vitaminen und Mineralstoffen zu versorgen. Leider wird eine vollwertige Ernährungsform, aufgrund von Verfügbarkeit und Vorlieben bestimmter Lebensmittel, nicht immer angewendet [Tardy et al., 2020].

Kinder sind im schulischen Alltag mit erheblichen Herausforderungen konfrontiert. Um diese zu meistern sind Kompetenzen wichtig, welche als kognitive Leistungsfähigkeit zusammengefasst werden. Darunter werden untereinander verknüpfte Prozesse, wie zum Beispiel Wahrnehmung, Informationsverarbeitung, Gedächtnis, Intelligenz sowie Problemlösungsstrategien verstanden. Auch die Aufmerksamkeit ist ein besonders wichtiger Aspekt der kognitiven Leistungsfähigkeit, denn diese spiegelt den höchsten Grad an Bewusstsein und Wahrnehmung wider. Jedoch nicht nur die adäquate Nährstoffaufnahme, sondern auch die Tageszeit haben Einfluss auf die Aufmerksamkeit. So sind Menschen am Vormittag konzentrierter als am Nachmittag. Jedoch kann auch dies auf die Zusammensetzung von Mahlzeiten zurückgeführt werden. Das bekannte Nachmittagstief, welches mit Leistungsabfall und Müdigkeit assoziiert wird, kann zum Beispiel mit der Makronährstoffzusammensetzung der Mittagsmahlzeit in Zusammenhang gebracht werden [Westenhofer et al., 2004].

Das menschliche Gehirn ist das Organ mit dem dritthöchsten Energieverbrauch, nach der Skelettmuskulatur und der Leber. Obwohl das Gehirn mit seinen durchschnittlich 1,33 kg nur etwa 2% des Körpergewichts ausmacht, benötigt es 20% des täglichen Energiebedarfs [Herculano-Houzel, 2011]. Die Übertragung von Synapsen, welche die Kommunikation zwischen Neuronen und die Umwandlung eines elektronischen Aktionspotentials in eine chemische Botschaft ermöglicht, ist ein besonders energieaufwändiger Prozess [Harris et al., 2012]. Der bevorzugte Energielieferant des Gehirns sind Kohlenhydrate in Form von Glucose. Anders als die Skelettmuskulatur besitzt das Gehirn nur kleine Mengen an gespeicherten Energiereserven in Form von Glykogen und ist daher auf eine regelmäßige Zufuhr an Glucose über die Blut-

Hirnschranke angewiesen [Bordone et al., 2019]. Durch Wachstum ist im Kindes- und Jugendalter der zerebrale Glucoseverbrauch fast doppelt so hoch wie bei Erwachsenen. Da Kinder und Jugendliche viel sensibler auf mentale Parameter bei Verzicht auf Mahlzeiten reagieren, ist es umso wichtiger, dass sie regelmäßig Nährstoffe erhalten. Ein hoher Konsum an zugesetztem Zucker konnte jedoch als negativ in Bezug auf Leistungsfähigkeit, Lernen, Gedächtnis sowie kreativem Denken beobachtet werden [Hassevoort et al., 2020].

Die Qualität der konsumierten Kohlenhydrate kann durch den Glykämischen Index (GI) kategorisiert werden. Als Lebensmittelgruppen mit einem hohen GI werden Süßigkeiten, Mehlspeisen, Softdrinks und Energydrinks gezählt. Wenn neben der Qualität auch die Quantität der Kohlenhydrate berücksichtigt werden soll, dann wird die Glykämische Last (GL) herangezogen. Werden Lebensmittel mit einem hohen GI verzehrt führt dies zu einem raschen Anstieg der Blutglucosekonzentration (BG), welcher eine hohe Insulinausschüttung zur Folge hat. Durch die Insulinantwort des Körpers erfolgt ein rasanter Blutzuckerabfall, welcher unter das Niveau der präprandialen BG führen kann [Venn und Green, 2007]. Es kann ein Unterzucker entstehen, welcher wiederum mit einem Abfall der Konzentrations- und Leistungsfähigkeit assoziiert werden kann. Lebensmittel mit einem niedrigen GI aber gleichzeitig hoher GL scheinen für die nachhaltige Leistungsfähigkeit unseres Gehirns am besten geeignet. Der Ballaststoffanteil der Ernährung kann eine Rolle in diesem Zusammenhang spielen [Philippou und Constantinou, 2014].

2.2. Nährstoffe

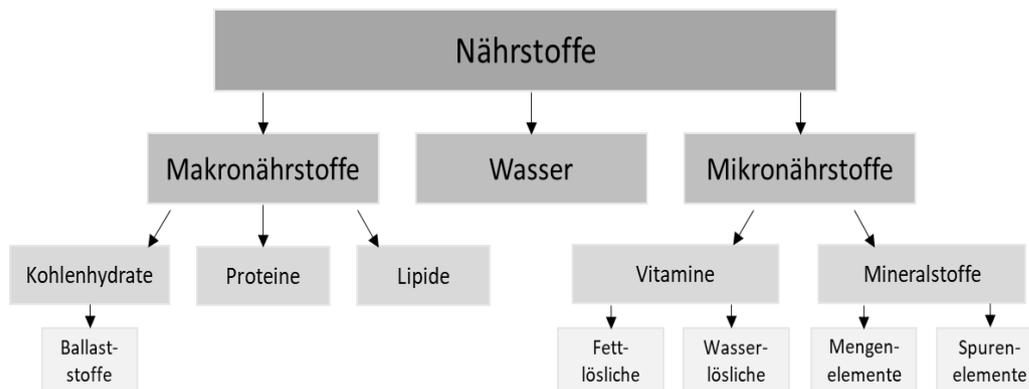
Nährstoffe dienen dem menschlichen Körper als Energielieferanten, Steuerungssubstanzen und Baustoffe, welche chemisch als organische und anorganische Bestandteile der Nahrung definiert werden.

Ernährungsphysiologisch wird zwischen den energieliefernden Makronährstoffen und den nichtenergieliefernden Mikronährstoffen unterschieden [Rehner und Daniel, 2010]. Die essentielle Bedeutung von Vitaminen und Mineralstoffen auf die Gesundheit des Menschen ist bereits seit über hundert Jahren bekannt. Empfehlungen für eine angemessene Zufuhr haben das Ziel, eine ausreichende Versorgung sicher zu stellen [Tardy et al., 2020].

Wie in Abbildung 2 ersichtlich, können Makronährstoffe weiters in Proteine, Fett und Kohlenhydrate unterteilt werden, Mikronährstoffe hingegen

in Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente. Als die wichtigsten Energielieferanten gelten Kohlenhydrate und Fette, wobei Proteine, Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente für das Wachstum und die Entwicklung von Geweben von höchster Wichtigkeit sind [Biesalski et al., 2020].

Abbildung 2: Ernährungsphysiologische Einteilung der Nährstoffe



2.2.1. Nährstoffbedarf von Kindern und Jugendlichen

Der Nährstoffbedarf eines Menschen ist jene Zufuhr, welche mindestens erforderlich ist, um ein Defizit vorzubeugen. Dies ist durch biochemische Messmethoden zu überprüfen und kann sich durch klinisch manifestierte Mangelsymptome bemerkbar machen [Elmadfa und Leitzmann, 2019]. Seit Mitte der 1930er Jahre werden von nationalen und internationalen Fachgesellschaften Nährstoffempfehlungen herausgegeben. Als Vorbild dienen die 1938 von der League of Nations publizierte und in den USA erstmals 1941 herausgegebenen „Recommended Dietary Allowances“ (RDA). Diese sollten insbesondere als Ernährungsleitfaden der im Krieg dienenden Soldaten herangezogen werden. Die entstandene Lebensmittelknappheit trug entscheidend zur Entwicklung von Nährstoffempfehlungen bei. Primär sollte eine optimale physische und psychische Leistungsfähigkeit, durch die Vorbeugung eines Defizits an essenziellen Nährstoffen und Energie, hergestellt werden. Die RDA werden seither im Fünfjahresrhythmus aktualisiert und dienen weltweit als Vorbild für nationale Empfehlungen. So auch für die im Jahr 1956 erstmals erschienenen „Empfehlungen für die Energie- und Nährstoffzufuhr“ der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE). Durch die ständig neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse werden die Empfehlungen laufend ergänzt und im Jahre 2000 durch die „Referenzwerte der Nährstoffzufuhr“ abgelöst. Diese wurden erstmals durch die Gesellschaft

für Ernährung in Deutschland, Österreich und der Schweiz gemeinsam herausgegeben [Biesalski et al., 2020; Elmadfa und Leitzmann, 2019; Kaspar, 2020].

2.3. Mahlzeitenverteilung im Tagesverlauf

2.3.1. Mahlzeitenfrequenz

Ernährungsgewohnheiten spielen eine große Rolle in der Vermeidung von ernährungsassoziierten Erkrankungen und um eine adäquate Nährstoffversorgung sicherzustellen. Die Anzahl der zu verzehrenden Mahlzeiten wird jedoch stark diskutiert. Obwohl es einen direkten Zusammenhang zwischen einer höheren Mahlzeitenfrequenz und einem geringeren Erkrankungsrisiko gibt, kommen immer wieder neue Erkenntnisse hinzu. Der Verzehr von 5-6 Mahlzeiten pro Tag vermutete eine kontrollierte Energiebereitstellung, welche zu einer geringeren Kohlenhydratzufuhr und dadurch zu weniger starken Heißhungeranfällen führen könnte. Auch könnte hier die Mikronährstoffversorgung im Laufe des Tages einen Einfluss auf Stimmung und Leistungsfähigkeit über den Tag haben. Die Aufnahme von bestimmten Mikronährstoffen kann durch einen geringen Verzehr von nur 1-3 Mahlzeiten pro Tag beeinträchtigt sein. Die Studien zeigen, dass nicht nur die Anzahl der Mahlzeiten, sondern auch welche Mahlzeit ausgelassen wird eine besondere Rolle spielen könnte. Somit wird vermutete, dass ausgelassene Hauptmahlzeiten zum zusätzlichen Verzehr von Snacks führen [Kanarek, 1997; Paoli et al., 2019].

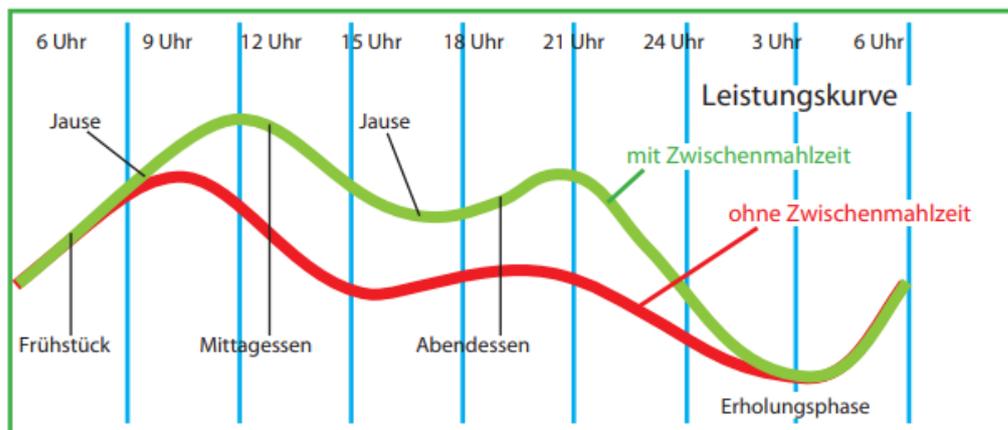
Es wurde gezeigt, dass Snacks häufig eine höhere Zucker- und geringere Proteinkonzentration aufweisen. Wenn eine ausgelassene Hauptmahlzeit mit einem Snack ersetzt wird, kann dies zu einer geringeren Mikronährstoff-, Eiweiß- und Ballaststoffzufuhr führen. Demgegenüber könnte eine höhere Energiezufuhr in Form von einfachen Zuckern und Fett die Folge sein [Kim et al., 2011; Murakami und Livingstone, 2016].

Zwischenmahlzeiten in Form von kleineren Snacks können jedoch den Blutzucker nach einer Hauptmahlzeit stabilisieren und somit die Stimmung im Laufe des Tages positiv beeinflussen. So kann ein Vormittagssnack ein Blutzuckertief ausgleichen, was wiederum die Stimmung aufhellen kann [Benton et al., 2001].

Eine geregelte Mahlzeitenfrequenz im Kindes- und Jugendalter könnte besonders ausschlaggebend sein, da diese zu einer konstanten Energie- und Nährstoffversorgung beiträgt. Dies gewährleistet eine optimalere Leistungsfähigkeit über den Tag verteilt. Ein Tag setzt sich somit aus fünf

Mahlzeiten zusammen, wobei drei Hauptmahlzeiten zu je 25% des täglichen Nährstoffbedarfs und 2 Zwischenmahlzeiten mit je 12,5% gegessen werden sollten. Neben einer Portion Gemüse, Obst oder Rohkost sollte möglichst auch ein kalorienfreies Getränk nicht fehlen [Kersting, 2018]. Mithilfe dieser, über den Tag verteilt konsumierten fünf Mahlzeiten, ist eine konstante Leistungskurve erreichbar (siehe Abbildung 3) [eNu, 2019].

Abbildung 3: Leistungskurve unter Berücksichtigung der Mahlzeitenfrequenz [eNu, 2019]



Im Rahmen der Familie eingenommene Mahlzeiten haben einen positiven Einfluss auf das Essverhalten bei Kindern und Jugendlichen. Hier kann die Vorbildwirkung der Eltern zu tragen kommen und diese können sich zusätzlich ein Bild über die Gewohnheiten ihrer Kinder verschaffen. Regelmäßig eingenommene Mahlzeiten im Rahmen der Familie können ein geringeres Risiko für Übergewicht und ungesundes Essverhalten schaffen und gesündere Gewohnheiten begünstigen [Dallacker et al., 2018]. Nicht nur das Ernährungsverhalten kann sich somit verbessern, die gemeinsame Zeit stärkt zusätzlich den Familienzusammenhalt und die mentale Gesundheit des gesamten Haushaltes [Utter et al., 2018].

2.3.2. Frühstück

Da das Frühstück häufig als die wichtigste Mahlzeit des Tages bezeichnet wird, beschreibt dieses Kapitel diese Mahlzeit etwas genauer. Trotz dieser allseits bekannten Meinung hat eine Metaanalyse, welche 39 Studien mit 286.804 Kindern und Jugendlichen aus 33 Ländern inkludierte, herausgefunden, dass 10-30% der Kinder und Jugendlichen diese Mahlzeit auslassen. Wobei das Frühstück vermehrt von Jugendlichen ausgelassen wird, besonders jugendlichen Mädchen. Es konnte bei 94,7 % der Studienteilnehmer und Studienteilnehmerinnen, welche das Frühstück ausließen, ein

Zusammenhang mit vermehrtem Übergewicht und Adipositas gefunden werden. Zusätzlich konnte ein schlechteres Blutlipidprofil, höherer Blutdruck, Insulinresistenzen und Metabolisches Syndrom beobachtet werden [Monzani et al., 2019]. Wird häufiger gefrühstückt, kann vermehrt der tägliche Bedarf an essenziellen Mikronährstoffen wie Folsäure, Vitamin C, Calcium, Eisen und Jod gedeckt werden. Auch konnten ein gesteigerter Energie- und Kohlenhydratkonsum sowie ein geringerer Fettkonsum erkannt werden. Unterschiede in der Nährstoffaufnahme konnten auch bei denselben Probanden, abhängig von Tagen an denen gefrühstückt wurde im Vergleich zu Tagen, an denen kein Frühstück gegessen wurde, beobachtet werden. Der Konsum an Energie, Kohlenhydraten, Folsäure, Calcium und Jod war auch hier signifikant höher, jedoch wurden Natrium und Protein in geringeren Mengen verzehrt, wenn gefrühstückt wurde [Coulthard et al., 2017; Giménez-Legarre et al., 2020]. Wenn die erste Mahlzeit des Tages ausgelassen wird, kann dies die Prävalenz von Übergewicht und Adipositas begünstigen, obwohl Angst vor Gewichtszunahme, neben Abwesenheit von Hungergefühl und fehlenden zeitlichen Ressourcen, als Grund für ein ausgelassenes Frühstück genannt werden [Monzani et al., 2019; Szajewska und Ruszczyński, 2010].

Doch trägt nicht nur die Anwesenheit des Frühstücks zu einer gesteigerten Gesundheit bei, sondern auch die Qualität und Zusammensetzung ist ausschlaggebend [Adolphus et al., 2013; Cooper et al., 2011]. Eine Mahlzeit, der ein geringerer postprandialer Glucosespiegel folgt, wirkt sich in weiterer Folge positiv auf die Aufmerksamkeitsfähigkeit aus. Zwei bis drei Stunden nach einer Mahlzeit mit einer niedrigeren GL konnte eine höhere Erinnerungsfähigkeit und Frustrationsschwelle sowie mehr Geduld bei der Lösung von Aufgaben erkannt werden [Benton et al., 2007].

Eine Mahlzeit mit einem hohen Kohlenhydratgehalt kann sich, ohne ausgleichende Vormittagsjause, negativ auf die Stimmung auswirken [Benton et al., 2001]. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass heranwachsende Gehirne im Gegensatz zu erwachsenen einen höheren Glucosemetabolismus haben. Die extrazelluläre Glucosekonzentration im Gehirn schwankt gleichermaßen mit der Blutglucosekonzentration. Im Gehirn beträgt die Konzentration ungefähr 20-30% des im Blut vorherrschenden Zuckergehaltes. Bei anspruchsvollen Aufgaben kann es zu einem lokalen Defizit an extrazellulärer Glucose kommen. Für die Synthese des Neurotransmitters Acetylcholin wird ebenfalls Glucose benötigt, daher kann es durch die Aufnahme von Kohlenhydraten zu einer vermehrten Bildung kommen, was wiederum die Leistungsfähigkeit positiv beeinflussen kann. Darüber hinaus kann die längere Fastenzeit über Nacht, welche durch einen höheren

Schlafbedarf während der Kindheit und Jugend erklärt werden kann, die Glykogenspeicher über Nacht erschöpfen. Das lässt vermuten, dass diese aufgefüllt werden müssen, um die ausreichende Energieversorgung für das Gehirn bereitstellen zu können. Ein ausgewogenes Frühstück kann somit die akademische Leistungsfähigkeit, Stimmung, Aufmerksamkeitsfähigkeit, Lebensqualität und das Erkrankungsrisiko positiv beeinflussen [Adolphus et al., 2016; Lundqvist et al., 2019; Micha et al., 2011].

3. Material und Methoden

Dieses Kapitel dient als Überblick der durchgeführten Studie. Zusätzlich zur Erörterung der Forschungsfrage samt Hypothesen wird auf die verwendeten Materialien, die Durchführung der Erhebung und auf das Untersuchungsdesign eingegangen. Die zur Auswertung herangezogenen statistischen Verfahren werden beschrieben und die Limitationen der Studie werden aufgezeigt.

3.1. Studiendesign

Im Zuge des *EFSA-Berichts EU-Menu Guidance Food consumption data for Austrian adolescents, adults and pregnant women* wurden Daten von Kindern, Jugendlichen und Schwangeren erhoben [König et al., 2019].

Alle benötigten Unterlagen wurden der Ethikkommission der Universität Wien vorgelegt und am 25.10.2017 erfolgreich genehmigt (Bearbeitungsnummer 00284). Zur Umsetzung der Befragungen an Schulen wurde anschließend bei den zuständigen Landes- und Stadtschulräten um Einverständnis angesucht. Die Datensammlung fand zwischen Dezember 2018 und März 2019 statt.

Die Erhebungen der verzehrten Nährstoffe wurden anhand eines Ernährungsfragebogens durchgeführt, welcher die Verzehrshäufigkeit von 28 Lebensmittelgruppen abfragt. Zusätzlich wurde das Ernährungsverhalten anhand eines 24h-Recalls erhoben. Das 24 Stunden-Ernährungsprotokoll wurde an zwei nicht aufeinanderfolgenden Tagen abgefragt und mit Hilfe der Software *GloboDiet* ausgewertet.

Der Tag wurde in sieben Mahlzeiten eingeteilt, welche der Reihenfolge nach abgefragt wurden. Die Mahlzeiten wurden folgendermaßen eingeteilt:

- vor dem Frühstück
- Frühstück
- während dem Vormittag
- Mittagessen

- während des Nachmittags
- Abendessen
- Spätmahlzeit/ in der Nacht

Die Unterlagen zur Bearbeitung des ersten Protokolls wurden im Vorfeld in die Schulen gebracht und sollten von den Schülern und Schülerinnen in der Klasse ausgefüllt werden. Jüngere Kinder konnten das Protokoll mit Hilfe der Eltern bereits zu Hause ausfüllen.

Zur besseren Einschätzung der Portionsgrößen wurde eigens von der Universität Wien ein Fotobuch gestaltet. In diesem dienen Abbildungen von häufig verzehrten Lebensmitteln als Hilfestellung zur Einschätzung der konsumierten Portion. Der erste Tag des Interviews wurde persönlich erhoben. In einem Abstand von mindestens ein bis zwei Wochen erfolgte die zweite Befragung per Telefon.

Soziodemografische Daten wurden anhand eines Fragebogens erhoben, welcher Fragen zum *Family Affluence Scale* (FAS) beinhaltet [Currie et al., 2008; Hartley et al., 2016]. Im Fragebogen wurden auch Gesundheitszustand, körperliche Aktivität, Tabak- und Alkoholkonsum untersucht.

Anthropometrische Daten wurden im Zuge der persönlichen Erhebungen gemessen. Alle Schritte der Datensammlung wurden von geschulten Masterstudierenden der Ernährungswissenschaften durchgeführt.

3.2. Stichprobe

In dieser Arbeit wurden die Daten der Kinder und Jugendlichen im Alter von 10-17 Jahren ausgewertet. Die Stichprobe wurde aus mehrstufig geclusterten Schülern und Schülerinnen zusammengesetzt. Hierfür wurden Schulen aus dem österreichischen Schulregister zufällig ausgewählt. Abschließend wurden innerhalb dieses Clusters Klassen randomisiert als Stichprobe herangezogen. In diesen Schulklassen wurden alle Schüler und Schülerinnen in die Erhebungen miteingeschlossen. Bei Schulen, in welchen die Direktion mit den Erhebungen nicht einverstanden waren, rückte eine den Vorlagen entsprechende Bildungsanstalt nach. Zusätzlich zu den Schulen erfolgte eine Rekrutierung über Sportvereine und außerschulische Jugendarbeit.

Den Probanden und Probandinnen wurde ein randomisierter Zahlencode zugewiesen, welcher nur den an der Studie beteiligten Personen bekannt war. Die Daten wurden anonymisiert ausgewertet. Von jedem Studienteilnehmer liegt eine unterzeichnete Datenschutzerklärung vor.

Insgesamt wurden Daten von 657 Kindern und Jugendlichen zwischen 10 und 17 Jahren erhoben (253 Buben, 404 Mädchen, mittleres Alter $14,9 \pm 2,2$ Jahre).

Datenerhebung

Anhand einer Kombination aus Ernährungsprotokoll und 24h-Recall, wurde das Ernährungsverhalten erhoben. Die Interviews wurden durch fachkundiges und auf die Software GloboDiet geschultes Personal durchgeführt.

Die beiden 24h-Recalls wurden mittels der Software „GloboDiet“ (früher EPIC-Soft) festgehalten.

„GloboDiet“ ist ein interviewbasiertes Ernährungserhebungstool, welches eine genaue und objektive Beschreibung und Quantifizierung von Lebensmitteln, Rezepten und Nahrungsergänzungsmitteln ermöglicht.

Es handelt es sich um eine Computersoftware, welche von der „*International Agency for Cancer Research (IARC)*“ im Zuge der „*European Prospective Investigation into Cancer Nutrition Study (EPIC-Study)*“, entwickelt wurde, um einheitliche und standardisierte 24h-Recalls durchzuführen zu können. Das Programm wurde bereits in vielen Studien angewendet und durch das EFCOVAL Projekt validiert.

Das chronologische Vorgehen nach Mahlzeiten, innerhalb des Programmes, vereinfacht es den Probanden, sich an die gegessenen Speisen und Getränke leichter zu erinnern und dem Interviewführenden bietet es einen Leitfaden, nach dem gut vorgegangen werden kann [Slimani et al., 2011].

Zusätzlich kam im Fragebogen ein Food Frequency Questionair (FFQ) zur Einschätzung der langfristigen Ernährungsgewohnheiten zum Einsatz.

Anthropometrische Maße wie Körpergewicht, Körpergröße, Hüft- und Bauchumfang wurden vor Ort von den Interviewern gemessen. Das Körpergewicht wurde mittels Körperwaage (*Seca Bella 840 und SECA 877 Flachwaage, Seca Vogel & Halke, Hamburg, auf 0,1 kg genau*), die Körpergröße mittels kalibriertem Stadiometer (*Seca 214 und SECA 217, Seca Vogel & Halke, Hamburg, auf 0,1 cm genau*) erfasst. Bei der Bestimmung des Körpergewichts, trugen die Kinder keine Schuhe und leichte Kleidung. Die Kleidung der Kinder- und Jugendlichen wurde mit 1 kg berücksichtigt und wurde im Nachhinein abgezogen.

Des Weiteren konnte anschließend aus diesen Messgrößen der Body Mass Index (BMI) berechnet werden.

3.3. Charakteristik der Stichprobe

Insgesamt wurden, nach den in Kapitel 3.2 beschriebenen Kriterien, 657 Schüler und Schülerinnen zwischen 10 und 17 Jahren ausgewählt und interviewt. Nach der Prüfung auf Vollständigkeit, wurden 83 Probanden und Probandinnen ausgeschlossen, da diese nur das erste der beiden 24h-Recalls durchgeführt hatten. Von diesen 574 Personen wurden zusätzliche Under- und Overreporter (siehe Kapitel 3.6) ermittelt und ebenfalls nicht in die Auswertung miteinbezogen. Zur besseren Veranschaulichung wurde ein Flussdiagramm erstellt (siehe Abbildung 4).

Abbildung 4: Flussdiagramm der Stichprobenselektion



Schlussendlich befinden sich 447 SchülerInnen in der bereinigten Stichprobe, welche für die weiteren statistischen Berechnungen herangezogen wurden. Hinsichtlich der Geschlechterverteilung zeigte sich ein Frauenanteil von 62,9% (n=281) und ein Männeranteil von 37,1% (n=166) (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Geschlechterverteilung der Stichprobe

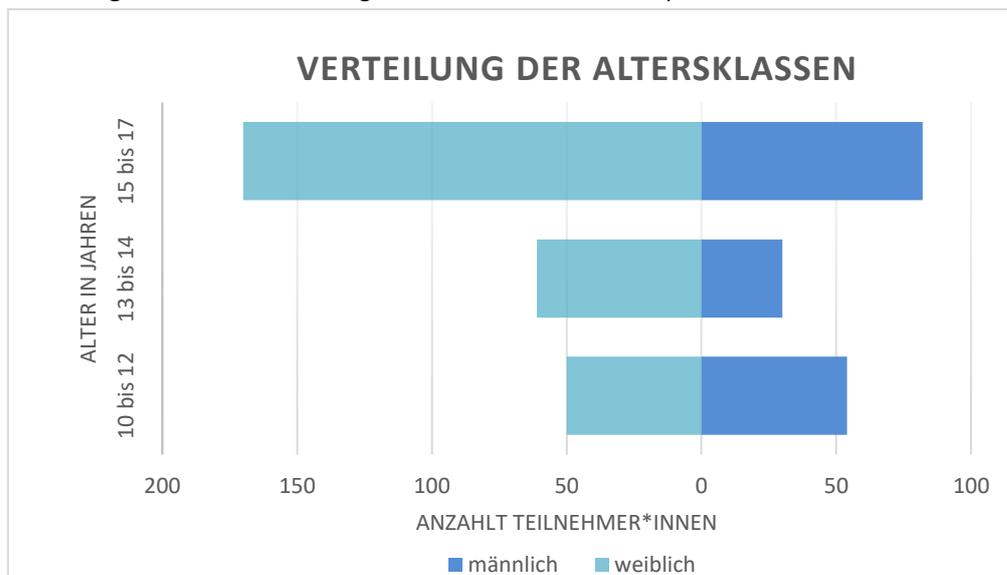
Geschlecht	Häufigkeiten	Prozente (%)
männlich	166	37,1
weiblich	281	62,9

Die Probanden und Probandinnen wurden in drei Altersgruppen nach dem Vorbild der Gruppen der Nährstoffzufuhr der D-A-CH Referenzwerte aufgeteilt [D-A-CH, 2021]. Wobei die Einteilung immer von 10,0 bis 12,9, 13,0 bis 14,9 und von 15,0 bis 18,0 Jahren erfolgt.

Altersverteilung der Stichprobe:

Es wurden Daten von (n=477) Kinder und Jugendlichen ausgewertet und in drei Altersgruppen unterteilt. Das durchschnittliche Alter beträgt 14,7 Jahre (SD=2,2), wobei das minimale Alter bei 10,3 und das maximale Alter bei 18,0 Jahren liegt. Die Altersgruppen teilen sich wie folgend auf. Bei den 10- bis 13-Jährigen wurden 54 Buben und 50 Mädchen, bei den 13- bis 15-jährigen 30 Buben und 61 Mädchen und bei den 15- bis 17-jährigen wurden 82 Buben und 170 Mädchen interviewt. In **Abbildung 5** werden die absoluten Häufigkeiten mittels Balkendiagramm dargestellt.

Abbildung 5: Absolute Verteilung der Altersklassen der Stichprobe nach Geschlecht



Wie in Tabelle 2 ersichtlich befinden sich in der Altersgruppe von 10 bis 13 Jahren 104 (23,3%), in der Altersgruppe von 13 bis 15 Jahre 91 (20,4%) und in der Altersgruppe von 15 bis 17 Jahren 252 (56,4%) Kinder und Jugendliche. Zwischen 10 bis 13 Jahren haben mit 51,9% männliche und 48,1% weibliche Teilnehmer und Teilnehmerinnen annähernd gleich viele Probanden je Geschlecht teilgenommen. Der größte Unterschied ergibt sich mit 32,5% Buben und 67,4% Mädchen in der Gruppe der 15-bis 18-Jährigen.

Tabelle 2: Relative und absolute Verteilung der Altersgruppen nach Geschlecht

		Alter in Gruppen		
		10-13	13-15	15-18
Geschlecht	männlich	54 (51,9%)	30 (33,0%)	82 (32,5%)
	weiblich	50 (48,1%)	61 (67,0%)	170 (67,4%)
	Gesamt	104 (23,3%)	91 (20,4%)	252 (56,3%)

3.4. Datenverarbeitung

Zur Auswertung und Berechnung der aufgenommenen Nährstoffe wurde der Bundeslebensmittelschlüssel (BLS) herangezogen. Diese Datenbank umfasst Nährwerte von ungefähr 15.000 Lebensmitteln und Gerichten, welche laufend ergänzt und bewertet werden.

Nach Vollendung der Erhebungen wurden alle Interviews einer Qualitätskontrolle unterzogen und mittels der Software Dietary Assessment (DitA) mit der Version 3.02 des BLS verknüpft. Somit konnten die Energie und Nährstoffaufnahme der Kinder und Jugendlichen anhand der erhobenen Lebensmittel bestimmt werden [Max Rubner Institut, 2021].

3.5. Auswertungsmethoden

Die statistische Auswertung der Daten erfolgt mittels SPSS® 25.00 für Windows®. Sofern das Signifikanzniveau nicht explizit anders angegeben war, wurde dies auf $p \leq .05$ festgelegt. Wenn sich das Signifikanzniveau unter 1 % ($**p \leq 0,01$) befindet wird das Ergebnis als hoch signifikant eingestuft und unter 1 ‰ ($***p \leq 0,001$) als höchst signifikant.

Für die Hypothesenprüfung wurde zur Berechnung von Mittelwertsunterschieden bei zwei unabhängigen Gruppen eine einfache Varianzanalyse (ANOVA) herangezogen. Die geltenden Voraussetzungen wie Intervallskalenniveau, Normalverteilung der Daten oder eine Gruppengröße von $N > 30$ und Homogenität der Varianzen wurden vor der Anwendung überprüft. Bei Vorliegen eines signifikanten Ergebnisses können mittels post-hoc-Test signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen berechnet werden. Um die Varianzen auf Homogenität zu überprüfen, wurde ein Levene-Test durchgeführt. Lag hier ein signifikantes Ergebnis vor, kann auf eine heterogene Varianz geschlossen werden, weshalb in weiterer Folge die Hypothesenprüfung mittels non-parametrischer Verfahren durchgeführt werden kann. War diese Voraussetzung nicht erfüllt, wurde statt der ANOVA der Kruskal-Wallis-Test angewendet. Liegt hier ein signifikantes Ergebnis vor, können anhand des Mann-Whitney-U-Test signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ausfindig gemacht werden. Hierbei wurde eine Alpha-Fehler-Korrektur nach Bonferroni durchgeführt.

3.6. Over- and Underreporting

Aufgrund einer möglichen Abweichung der angegebenen und der tatsächlich verzehrten Lebensmittelaufnahme, wurden Probanden mit einer sehr niedrigen oder sehr hohen Energieaufnahme ausgeschlossen.

Zur Ermittlung dieser sogenannten Over- and Underreporter wurde ein Quotient zwischen der ermittelten Energieaufnahmen (eE) und dem berechneten Grundumsatz (GU) nach Henry berechnet, da dieser für Kinder und Jugendliche geeignet ist und auf der größten Datenbasis beruht [Henry, 2005]. Ausgeschlossen wurden Studienteilnehmer mit einer besonders niedrigen oder überdurchschnittlich hohen Energieaufnahme [Black, 2000; Goldberg et al., 1991].

Nach Vorbild des Österreichischen Ernährungsberichtes wurde der „Cut off Point“ (COP) bei 0,8 (Underreporting) und 2,5 (Overreporting) gewählt [Rust et al., 2017].

Nach Berücksichtigung dieses Ausschlusskriteriums konnten die Daten von 447 Kindern und Jugendlichen für die Datenanalyse verwendet werden.

3.7. Mögliche Limitationen der Erhebung

Da es sich um eine freiwillige Teilnahme an der Studie handelt, ist eine Stichprobenverzerrung nicht vermeidbar. Dies wurde versucht, durch Gewichtungsfaktoren bei der Datenanalyse so gering wie möglich zu halten. Zusätzlich wurde in dieser Arbeit besonders die Mahlzeitenfrequenz ausgewertet und mit der Nährstoffzufuhr verglichen. Da auch eine geringere Angabe an Mahlzeiten häufig mit einer fälschlich geringeren Energie- und Nährstoffzufuhr in Zusammenhang gebracht werden kann, könnte auch hier eine mögliche Ungenauigkeit entstehen.

3.8. Forschungsfrage und Hypothese

Das Ziel der Erhebungen war es, das Ernährungsverhalten von Kindern und Jugendlichen im Alter zwischen 10- und 17 Jahren in Erfahrung zu bringen. Relevante Parameter wie körperliche Aktivität, Ernährungsformen sowie soziodemokratische- und ökonomische Faktoren wurden ebenfalls erhoben.

Da die Nährstoffaufnahme und die Mahlzeitenfrequenz nicht nur im Wachstum eine große Rolle spielen, sondern auch die kognitive Leistungsfähigkeit der Schulkinder beeinflusst, wurde hier die aktuelle Situation hinterfragt. Es wurde im speziellen untersucht, ob eine geringere

Mahlzeitenfrequenz negativ mit der Nährstoffaufnahme assoziiert werden kann. Zusätzlich wurden die Nährstoffe in Relation zur verzehrten Energie gesetzt, um anhand der Nährstoffdichte eine Aussage über die Qualität der Ernährung treffen zu können.

Forschungsfragen und Hypothesen

- Entspricht die Energie- und Nährstoffversorgung der Gesamtstichprobe den Daten der D-A-CH Referenzwerten?
- Können Verteilungsunterschiede zwischen den Geschlechtern bzw. der Altersgruppen bezüglich der verzehrten Nährstoffe festgestellt werden?
 - **H₀**: es können keine Verteilungsunterschiede zwischen den Geschlechtern bzw. den Altersgruppen bezüglich der Nährstoffzufuhr festgestellt werden.
- Wenn Nährstoffe in Relation zur verzehrten Energie gesetzt werden, können Unterschiede in der Qualität der verzehrten Mahlzeiten gesehen werden?
- Wie hoch ist der Anteilswert der Kinder und Jugendlichen bezüglich der verzehrten Mahlzeiten?
- Können Verteilungsunterschiede zwischen Geschlechtern und Altersgruppe bezüglich der verzehrten Mahlzeiten festgestellt werden?
 - **H₀**: Es können keine Verteilungsunterschiede zwischen Geschlechtern bzw. Altersgruppe bezüglich der verzehrten Mahlzeiten festgestellt werden.
- Steht die Anzahl der verzehrten Mahlzeiten im Zusammenhang mit der Nährstoffversorgung der Kinder und Jugendlichen?
 - **H₀**: es können keine Unterschiede anhand der Nährstoffversorgung und der Anzahl der konsumierten Mahlzeiten erkannt werden.
- Kann ein Unterschied in der Qualität der Ernährung anhand der Nährstoffdichte erkannt werden, wenn weniger verglichen mit der empfohlenen Mahlzeitenfrequenz gegessen werden?
 - **H₀**: es können keine Unterschiede der Qualität der Mahlzeit in Abhängigkeit von der Anzahl der konsumierten Mahlzeiten beobachtet werden.

4. Ergebnisse und Diskussion

In diesem Kapitel wird zunächst die Stichprobe im Detail beschrieben. Anschließend werden die Hypothesen und Fragestellungen ausgewertet und anhand aktueller Literatur diskutiert.

4.1. Prozentuelle Abweichungen der konsumierten Nährstoffe von den D-A-CH- Referenzwerten

Zuerst wird die prozentuelle Abweichung der Nährstoffzufuhr von den D-A-CH-Referenzwerten, bezogen auf die gesamte Stichprobe, untersucht. Später werden die Teilnehmer und Teilnehmerinnen in zwei Gruppen unterteilt in jene, die weniger als fünf Mahlzeiten täglich konsumieren und jene, die fünf oder mehr Mahlzeiten pro Tag zu sich nehmen. Es wurde sowohl die Gesamtstichprobe als auch die Teilstichprobe aufgeteilt in Altersgruppen (10-13, 13-15 und 15-17 Jahre) und nach Geschlecht (männlich, weiblich) beschrieben.

Wenn die aufgenommene Nährstoffmenge den D-A-CH Referenzwerten entspricht, liegt der Wert bei 100%.

Befindet sich die Aufnahme im Bereich über 100%, wird mehr aufgenommen als die Referenzwerte vorgeben, liegt der Wert unter 100%, liegt die Aufnahme unter dem Referenzwert.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass eine Befragung mittels Ernährungsprotokolls nur eine Momentaufnahme darstellt. Die ausreichende Versorgung eines Nährstoffes kann trotz einer scheinbar niedrigen Aufnahme gegeben sein. Eine genaue Ermittlung der Nährstoffversorgung könnte anhand einer Blutanalyse durchgeführt werden. Diese Vorgehensweise wurde im Ernährungsbericht 2012 durchgeführt. Hier wurde die Energie- und Nährstoffaufnahme mittels Ernährungsprotokoll und die Versorgung mittels Blutparametern untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass Unterschiede bestehen und nicht immer ein in den Ernährungsanalysen zu gering aufgenommener Nährstoff zu einer Unterversorgung führt [Elmadfa, 2012].

4.1.1. Energieliefernde Nährstoffe und Wasser

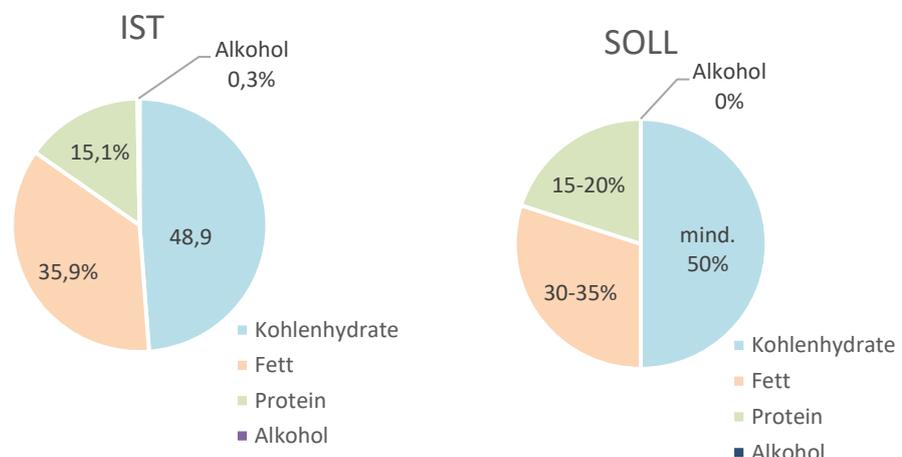
Um die optimale Entwicklung im Kindes- und Jugendalter gewährleisten zu können, ist eine ausreichende Versorgung mit energieliefernden Nährstoffen

eine wesentliche Grundlage. Zu den energieliefernden Nährstoffen werden Kohlenhydrate, Fette, Proteine und Alkohol gezählt. Die ersten drei Nährstoffe liefern dem Körper jedoch nicht nur Energie, sondern fungieren auch als Baustoffe für Muskeln, Zellen, Gewebe, Hormone und sind maßgeblich an Stoffwechselprozessen beteiligt. Zum Vergleich der ermittelten Nährstoffzufuhr mit den D-A-CH-Referenzwerten [D-A-CH, 2021] wurde für den Richtwert für die Energiezufuhr ein PAL von 1,4 (ausschließlich sitzende Tätigkeit mit wenig oder keiner anstrengenden Freizeitaktivität) herangezogen. Vorbilder für das gewählte Aktivitätsniveau waren der „Österreichische Ernährungsbericht 2012“ und die „EsKiMo II Studie“, da dieser Wert aktuell bei den Empfehlungen der optimierten Mischkost angewendet wird [Elmadfa, 2012; Kersting et al., 2017; Mensink et al., 2021]. Der Proteinbedarf wurde anhand des gemessenen Körpergewichts berechnet.

4.1.2. Auswertung Zufuhr der energieliefernden Nährstoffe

In Abbildung 6 wird der durchschnittliche Verzehr der energieliefernden Nährstoffe in Form eines Tortendiagrammes dargestellt. Hier ist zu erkennen, dass der durchschnittliche Verzehr der energieliefernden Nährstoffe nur gering von der empfohlenen Nährstoffmenge abweicht. Die aufgenommene Kohlenhydratmenge liegt bei 48,9 EN%, wobei hier eine Aufnahme von mehr als 50 EN% dem Richtwert entspricht. Der Fettgehalt von 30 – max. 35 EN% wird mit dem konsumierten Wert von 35,9 EN% etwas überschritten. Mit 15 EN% liegt der Anteil an konsumierten Eiweißen genau an der Untergrenze der angemessenen 15 – 20 EN%. Die Konsumation von Alkohol wird nicht empfohlen und liegt daher bei 0 EN%, sie beträgt bei den Kindern und Jugendlichen jedoch 0,3 EN% [D-A-CH, 2021].

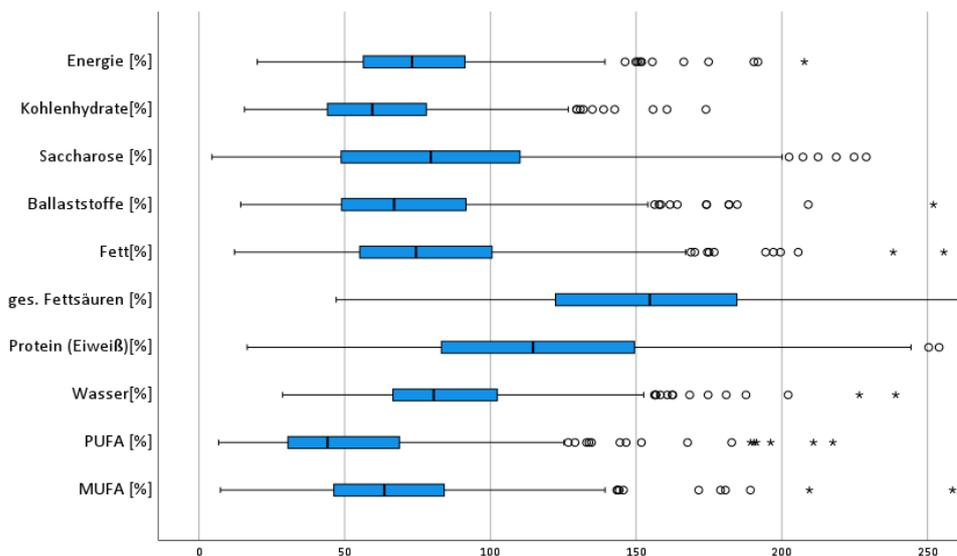
Abbildung 6: Anteil der aufgenommenen energieliefernden Nährstoffe (IST) im Vergleich zu den Empfehlungen (SOLL)



In Abbildung 7 wird die Verteilung der Nährstoffaufnahme in Relation zur angemessenen Zufuhr graphisch dargestellt. Da die aufgenommenen Makronährstoffe sich nach Geschlechtern kaum unterscheiden, werden diese nicht getrennt dargestellt.

In Abbildung 7 ist ersichtlich, dass die jeweils angemessene Energie-, Kohlenhydrat-, Fett- und Ballaststoffaufnahme von 75% der Kinder und Jugendlichen nicht erreicht werden konnte. Zur Bestimmung der Referenzwerte für die Energiezufuhr wurde ein mittlerer BMI und eine mittlere körperliche Aktivität mit einem PAL von 1,4 angenommen. Das Ausmaß der körperlichen Aktivität wurde nicht individuell berücksichtigt, daher gibt der Vergleich nur grob an, ob die Energiezufuhr adäquat ist.

Abbildung 7: Prozentuelle Abweichung der Zufuhr an Energie und energieliefernden Nährstoffen von den D-A-CH-Referenzwerten in der Gesamtstichprobe



Nahrungsproteine sind wichtige Aminosäurelieferanten und spielen eine zusätzliche Rolle für das Wachstum. Auf eine detaillierte Zufuhr der Aminosäuren wird nicht weiter eingegangen. Neben dem Erhalt der aktiven Körperzellmasse werden sie im Kindes- und Jugendalter auch für das Heranwachsen benötigt. Hier wurden die Referenzwerte abhängig vom Körpergewicht berechnet. Über 50% der Gesamtstichprobe essen mehr Proteine als die D-A-CH-Referenzwerte von 0,8g /kg Körpergewicht bei den 15-17 jährigen Mädchen und 0,9 g/kg Körpergewicht für die restliche Stichprobe empfehlen [D-A-CH, 2017]. Der Median liegt bei 114,6 % des Referenzwertes und der Mittelwert sogar bei 120,6 [115,5;125,7] %.

Die Kohlenhydratzufuhr war bei den Kindern und Jugendlichen unzureichend. Der Median für die Abweichungen liegt bei 59,5 [60,5;65,3] %, somit erreicht die Hälfte der Stichprobe den Richtwert nicht einmal zu 60 %.

Auch die Fettzufuhr ist zu niedrig und mit einem Mittelwert von 81,3 [77,7;84,8] % unter dem Richtwert für eine angemessene Zufuhr. Auffällig ist der besonders hohe Anteil an gesättigten Fettsäuren. Hier liegt eine Abweichung von 158,2 % vor. Dies beeinflusst das Fettsäureverhältnis negativ. Einfach ungesättigte Fettsäuren werden allerdings ausreichend aufgenommen, wobei mehrfach ungesättigte Fettsäuren von allen Altersgruppen beider Geschlechter unter den Empfehlungen liegen.

Tabelle 3: Energieliefernde Nährstoffe, nach Altersgruppen der 10-17-jährigen Buben.

Energieliefernde Nährstoffe							
Nährstoffe	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)		D-A-CH Referenzwerte [D-A-CH, 2000, 2015, 2017, 2021]
	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW	
Energie [kcal]	1467,1	486,9	1734,9	558,2	2231,7	915,4	1.900/2.300/2.600 ¹
Protein [En%]	14,9	4,1	15,5	3,1	16,5	4,9	15-20 [2017]
Proteine [g/kg KG]	1,4	0,6	1,3	0,5	1,3	0,6	0,9 [2017]
KH [En%]	51,0	9,2	50,1	8,2	46,5	8,0	mind. 50 [2000]
Zucker [En%]	20,3	8,9	20,5	7,0	18,6	7,7	max. 10 ²
Fett [En%]	34,1	9,0	34,3	7,2	36,9	8,2	30-35 [2000]
SFA [En%]	19,5	1,2	19,9	0,8	19,7	1,0	max. 10
MSFA[En%]	10,8	3,2	10,8	2,7	12,3	3,4	min. 10
PSFA [En%]	4,2	2,2	4,6	2,2	4,2	1,5	7-10 ²
Ballaststoffe [g/1000kcal]	9,7	3,3	10,1	4,4	8,2	3,0	14,6 [2021]
Ethanol [mg]	215,6	387,1	0,2	0,3	1861,3	5493,5	-

¹ bei einem PAL von 1,4 [D-A-CH, 2015]

² WHO, 2015

Tabelle 4: Energieliefernde Nährstoffe, nach Altersgruppen der 10-17-jährigen Mädchen.

Energieliefernde Nährstoffe							
Mädchen	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)		D-A-CH Referenzwerte [D-A-CH, 2000, 2015, 2017, 2021]
	Durchschnittliche Nährstoffaufnahme						
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW	
Energie [kcal]	1394,6	502,9	1450,7	470,0	1418,3	537,7	1.900/2.300/2.600 ¹
Protein [En%]	15,4	4,0	14,9	3,4	14,6	3,5	15-20 [2017]
Proteine [g/kg KG]	1,3	0,6	1,0	0,4	0,9	0,4	0,9 [2017]
KH [En%]	49,2	9,1	50,6	8,2	48,8	9,2	mind. 50 [2000]
Zucker [En%]	19,6	7,3	18,9	7,7	19,7	8,6	max. 10 ²
Fett [En%]	34,9	8,6	34,4	8,1	35,9	8,7	30-35 [2000]
SFA [En%]	20,6	1,0	17,3	0,5	18,7	0,8	max. 10
MSFA[En%]	11,5	3,5	11,0	3,3	11,5	3,6	min. 10
PSFA [En%]	4,0	1,8	4,4	2,1	4,9	2,9	7-10 ²
Ballaststoffe [g/1000kcal]	11,6	5,0	10,5	3,4	10,6	4,5	14,6 [2021]
Ethanol [mg]	160,3	295,4	230,1	542,9	628,2	2282,1	-

¹ bei einem PAL von 1,4 [D-A-CH, 2015]

² WHO, 2015

Bei beiden Geschlechtern liegen die Werte der aufgenommenen Energieprozent der Kohlenhydratzufuhr unter denen im österreichischen Ernährungsbericht 2012 und den Ergebnissen der EsKiMo II Studie. Proteine und Fette wurden von den befragten Kindern und Jugendlichen in dieser Studie etwas mehr konsumiert.

Da sich zwar die Geschlechter nicht auffällig unterscheiden, jedoch die Altersgruppen starke Abweichungen aufweisen, wurden diese aufgeteilt dargestellt. In Tabelle 3 und Tabelle 4 werden die energieliefernden Nährstoffe aufgeteilt nach Geschlecht und Altersgruppen einmal in absoluten Werten sowie in Prozent der aufgenommenen Energie dargestellt.

In Tabelle 3 wird der durchschnittliche Verzehr der energieliefernden Nährstoffe für Buben aufgeteilt nach Altersgruppen dargestellt. Hier wird beobachtet, dass fast alle Nährstoffe mit zunehmendem Alter stärker konsumierten werden. Um die prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH

Referenzwerten beurteilen zu können, wurden diese in Tabelle 5 dargestellt. Lediglich Ethanol ist in der Altersgruppe der 10-13-jährigen höher als in der 13-15-Jährigen. Die konsumierte Alkoholmenge der Altersgruppen unter 16 Jahren kann durch Konsumation von Lebensmittel erklärt werden, denen Alkohol zugesetzt wird. Diese meist unbedenklichen Mengen werden als Konservierungs- oder Geschmacksstoffe beigemischt. Als Obergrenze für alkoholfreie Lebensmittel wird 0,5 Vol.-% Alkohol angesehen [Uhl et al., 2020].

Tabelle 5: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der energieliefernden Nährstoffe der Buben nach Altersgruppen aufgeteilt

Energieliefernde Nährstoffe % Abweichung						
Buben	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)	
	Durchschnittliche Nährstoffaufnahme					
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW
Energie [%]	77,2	25,6	75,4	24,3	85,8	35,2
Wasser [%]	88,1	28,1	93,0	34,9	86,4	39,1
Kohlenhydrate [%]	64,6	26,2	62,8	22,4	66,9	28,1
Zucker [%]	86,1	59,0	87,7	44,7	77,6	43,3
Ballaststoffe [%]	76,4	43,6	71,4	27,6	70,9	45,8
Fett [%]	78,2	33,1	76,9	30,7	95,0	48,3
Gesättigte FS [%]	155,1	54,0	152,8	40,7	164,9	52,5
PUFA [%]	51,7	34,6	55,1	32,7	58,6	37,0
MUFA [%]	63,8	26,6	63,0	26,8	83,8	52,5
Protein [%]	139,4	48,7	129,1	47,9	141,2	65,8

In Tabelle 4 werden die verzehrten energieliefernden Nährstoffe der Mädchen gezeigt. Hier zeigt sich, dass trotz steigendem Alter die Energie-, Kohlenhydrat- und Fettzufuhr bei der Altersgruppe der 15-17-jährigen Mädchen sinkt, im Vergleich zu den 13-15-jährigen. Um eine eindeutigere Aussage treffen zu können, werden auch hier die prozentuellen Abweichungen zu den Referenzwerten herangezogen (siehe Tabelle 6). An dieser Tabelle ist ersichtlich, dass auch die prozentuelle Abweichung zu den Referenzwerten einen großen Unterschied darstellt und in der Altersgruppe

der 15-17-jährigen Mädchen wesentlich weniger Energie und Kohlenhydrate aufgenommen werden.

Tabelle 6: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der energieliefernden Nährstoffe der Mädchen nach Altersgruppen aufgeteilt

Energieliefernde Nährstoffe % Abweichung						
Mädchen	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)	
	Durchschnittliche Nährstoffaufnahme					
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW
Energie [%]	82,0	29,6	77,4	26,2	70,5	26,3
Wasser [%]	90,9	29,0	82,8	22,7	87,9	30,7
Kohlenhydrate [%]	66,3	25,9	66,9	25,0	58,0	25,3
Zucker [%]	79,4	42,2	88,0	41,1	84,2	45,8
Ballaststoffe [%]	87,8	33,9	79,3	34,8	73,0	38,9
Fett [%]	86,6	38,1	79,2	35,7	75,6	34,3
Gesättigte FS [%]	159,6	47,7	152,5	41,9	158,7	47,3
PUFA [%]	51,9	31,0	53,2	29,1	53,4	35,0
MUFA [%]	73,6	33,1	65,0	30,7	63,0	31,1
Protein [%]	138,6	69,2	106,4	40,5	103,0	43,2

Um die Hypothese „ H_0 : Es können keine Verteilungsunterschiede zwischen den Geschlechtern bzw. den Altersgruppen bezüglich der Nährstoffzufuhr festgestellt werden“ zu prüfen wurde eine Univariate ANOVA durchgeführt. Zuerst wurde die Nährstoffaufnahme der Geschlechter geprüft. Hier ist der Mittelwert der Abweichungen der aufgenommenen Energie ($F(1,445)=6,5$, $p < 0.01$) und Fette ($F(1,445)=4,6$, $p < 0.05$) bei den Mädchen signifikant niedriger als bei den Buben. Der Proteinkonsum mit einer prozentuellen Abweichung von 138,4 % liegt bei den Buben mit einer Signifikanz von $F(1,445)=30,0$, $p < 0.001$ weit über dem der Mädchen mit 110%.

Beim Vergleich der prozentuellen Abweichungen der aufgenommenen Nährstoffe im Vergleich zu den Referenzwerten bezogen auf die Altersgruppen sowie aufgeteilt nach Geschlecht, waren große Unterschiede

zu erkennen (siehe Tabelle 5 und Tabelle 6). Aufgrund dessen wurde die Stichprobe nach Altersgruppen aufgeteilt und abermals eine ANOVA durchgeführt. Die 15-bis 17-jährigen Mädchen nehmen signifikant weniger Energie, Kohlenhydrate, Fett und Eiweiß auf als die Buben in derselben Altersgruppe, wobei Energie, Kohlenhydrate und Fett in der gesamten Altersgruppe weniger als empfohlen aufgenommen wurden. Mit einer Zufuhr von 102,9% entspricht die Eiweißzufuhr der Mädchen annähernd den Empfehlungen, wobei diese bei den Buben mit 141,2% weit über den Empfehlungen liegt.

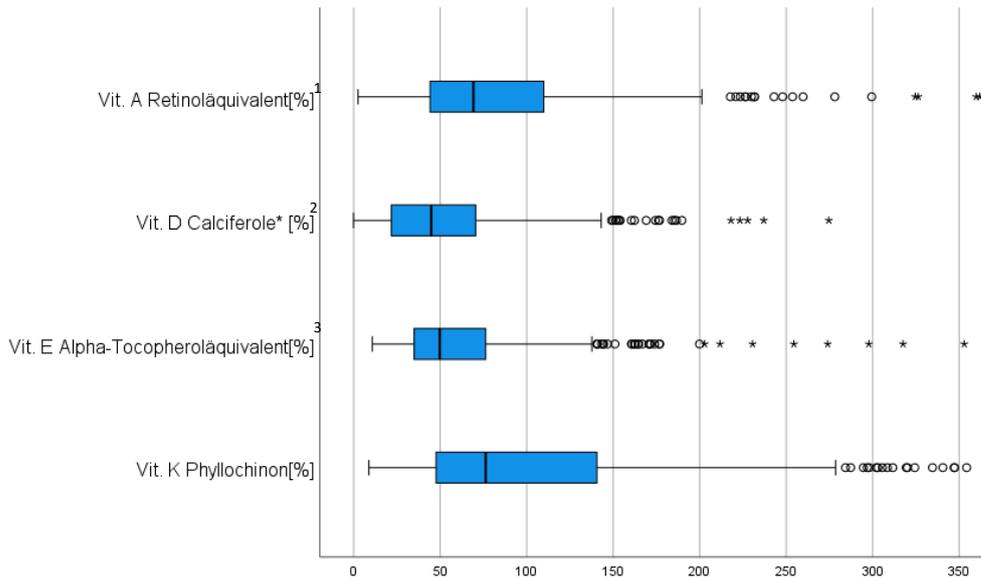
Beim Vergleich der Altersgruppen untereinander aufgeteilt nach Geschlecht konnte gesehen werden, dass in der Altersgruppe der 10-13-jährigen Mädchen signifikant mehr Energie, Kohlenhydrate und Ballaststoffe aufgenommen werden als in der Gruppe der 15- bis 17-jährigen. Proteine werden in der Altersgruppe der 10- bis 13-Jährigen signifikant mehr verzehrt als in den restlichen beiden Altersgruppen.

4.1.2.1. Auswertung der Zufuhr der fettlöslichen Vitamine im Vergleich mit den D-A-CH-Referenzwerten

In Abbildung 8 kann erkannt werden, dass die durchschnittliche Aufnahme aller fettlöslichen Vitamine unter den D-A-CH-Referenzwerten liegt. Besonders niedrig ist hier die aufgenommene Menge an Vitamin D und Vitamin E-Äquivalent. Da der Körper Vitamin D zusätzlich über endogene Synthese bilden kann, ist die Beurteilung der Versorgung ohne Bestimmung der Blutkonzentration unzureichend. Da die Zufuhr an Vitamin D bei Kindern auf 2-4µg/d geschätzt wird, wurde der Referenzwert zum Vergleich auf 2 µg bei 10- bis 15-Jährigen und 4 µg bei 15- bis 17-Jährigen gesetzt.

Vitamin A und E können in unterschiedlicher Form und daher Wirksamkeit vorkommen. Die Zufuhr dieser Vitamine wird in Form von Retinol- bzw. Tocopherol-Äquivalenten angegeben. Abbildung 8 stellt die prozentuelle Abweichung der fettlöslichen Vitamine von den Referenzwerten der Gesamtstichprobe dar.

Abbildung 8: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der konsumierten fettlöslichen Vitamine in der Gesamtstichprobe



¹Retinoläquivalente: 1 mg Retinol-Äquivalent = 6 mg all-trans- β -Carotin = 12 mg andere Provitamin A-Carotinoide = 1 mg Retinol = 1,15 mg all-trans-Retinylnacetat = 1,83 mg all-trans-Retinylnpalmitat; 1 IE (Internationale Einheiten werden nur noch im pharmazeutischen Bereich angegeben) = 0,3 μ g Retinol

²bei fehlender endogener Synthese

³Tocopheroläquivalente: 1 mg RRR- α -Tocopherol-Äquivalent = 1 mg RRR- α -Tocopherol = 1,49 IE; 1 IE = 0,67 mg RRR- α -Tocopherol = 1 mg all-rac- α -Tocopherylacetat

Für eine detaillierte Information wurden die verzehrten fettlöslichen Vitamine nach Altersgruppen und Geschlecht aufgeteilt. In Tabelle 7 und Tabelle 8 werden die prozentuellen Abweichungen von den D-A-CH Referenzwerten, aufgeteilt nach Altersgruppen und Geschlecht, dargestellt. Die Versorgung mit Vitamin K ist bei der gesamten Stichprobe sehr gut und entspricht nahezu dem Schätzwert für eine angemessene Zufuhr. Die Zufuhr des Tocopherol-Äquivalents ist in allen Altersgruppen unzureichend. Am besten schneidet hier die Gruppe der 15-bis 17-jährigen Buben mit 77,8% ab.

Tabelle 7: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der fettlöslichen Vitamine der Mädchen nach Altersgruppen aufgeteilt

Fettlösliche Vitamine % Abweichung						
Mädchen	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)	
	Durchschnittliche Nährstoffaufnahme					
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW
Retinol-Äquivalente ¹ %	108,3	133,8	77,4	45,5	88,2	67,7
Vitamin D ² %	68,2	55,3	77,8	101,4	39,4	42,4
Tocopherol-Äquivalente ³ %	61,7	45,2	59,7	33,7	59,1	35,1
Vitamin K %	146,3	122,7	115,8	114,1	115,7	125,0

¹Retinoläquivalente: 1 mg Retinol-Äquivalent = 6 mg all-trans-β-Carotin = 12 mg andere Provitamin A-Carotinoide = 1 mg Retinol = 1,15 mg all-trans-Retinylnacetat = 1,83 mg all-trans-Retinylnpalmitat; 1 IE (Internationale Einheiten werden nur noch im pharmazeutischen Bereich angegeben) = 0,3 µg Retinol

²bei fehlender endogener Synthese

³Tocopheroläquivalente: 1 mg RRR-α-Tocopherol-Äquivalent = 1 mg RRR-α-Tocopherol = 1,49 IE; 1 IE = 0,67 mg RRR-α-Tocopherol = 1 mg all-rac-α-Tocopherylnacetat

Tabelle 8: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der fettlöslichen Vitamine der Buben nach Altersgruppen aufgeteilt

Fettlösliche Vitamine % Abweichung						
Buben	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)	
	Durchschnittliche Nährstoffaufnahme					
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW
Retinol-Äquivalente ¹ %	100,3	163,9	76,9	53,8	93,8	72,6
Vitamin D ² %	79,8	126,9	67,7	47,2	67,0	77,3
Tocopherol-Äquivalente ³ %	57,2	48,1	54,9	35,0	77,8	66,0
Vitamin K %	139,2	159,4	96,4	85,2	97,2	102,1

¹Retinoläquivalente: 1 mg Retinol-Äquivalent = 6 mg all-trans-β-Carotin = 12 mg andere Provitamin A-Carotinoide = 1 mg Retinol = 1,15 mg all-trans-Retinylnacetat = 1,83 mg all-trans-Retinylnpalmitat; 1 IE (Internationale Einheiten werden nur noch im pharmazeutischen Bereich angegeben) = 0,3 µg Retinol

²bei fehlender endogener Synthese

³Tocopheroläquivalente: 1 mg RRR-α-Tocopherol-Äquivalent = 1 mg RRR-α-Tocopherol = 1,49 IE; 1 IE = 0,67 mg RRR-α-Tocopherol = 1 mg all-rac-α-Tocopherylnacetat

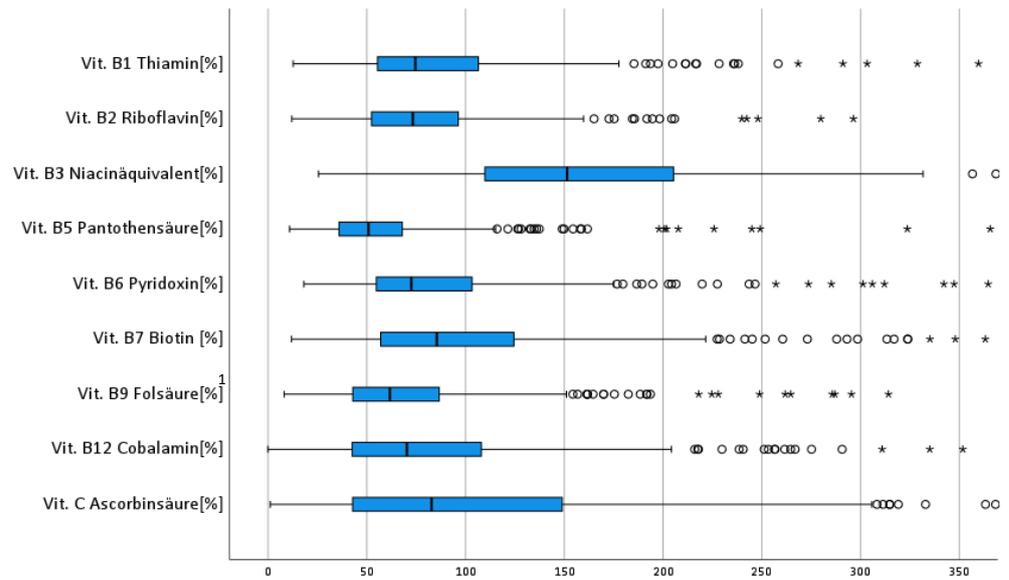
Um signifikante Unterschiede zu ermitteln und die Hypothese H_0 : „Es können keine Verteilungsunterschiede zwischen den Geschlechtern beziehungsweise den Altersgruppen bezüglich der Nährstoffzufuhr festgestellt“ werden zu prüfen, wurde eine mehrfaktorielle Varianzanalyse durchgeführt. Mit $F(1,443)=6,0$ $p<0,05$ nehmen die Mädchen signifikant weniger Vitamin D mit der Nahrung auf. Bei der Aufteilung nach Altersgruppen konnte zwischen Mädchen und Buben bei den 15- bis 17-Jährigen ebenfalls ein signifikanter Unterschied bei der Aufnahme von Vitamin D erkannt werden. Auch innerhalb der Geschlechter aufgeteilt auf die drei Altersgruppen konnten keine signifikanten Unterschiede in der Nährstoffaufnahme der fettlöslichen Vitamine festgestellt werden. Im Gesamten betrachtet nahm die Altersgruppe der 15-17-Jährigen signifikant weniger Vitamin D ($F(2,441)=3,7$ $p<0,05$) zu sich als die anderen Altersgruppen.

Diese Ergebnisse passen mit den Untersuchungen aus dem Ernährungsbericht 2012 zusammen. Hier nahmen zwar die Mädchen und Buben ähnlich wenig Vitamin D zu sich, jedoch war die Versorgung der Mädchen signifikant schlechter als bei den Buben. Sowohl die Mädchen als auch die Buben lagen jedoch im Normalbereich der labordiagnostischen Referenzwerte. Somit ist anzunehmen, dass eine ausreichende Versorgung durch Sonnenexposition gegeben ist [Elmadfa, 2012].

4.1.2.2. Auswertung der Zufuhr der wasserlöslichen Vitamine im Vergleich mit den D-A-CH-Referenzwerten

In diesem Kapitel werden die wasserlöslichen Vitamine ausgewertet und beurteilt. Viele der Nährstoffe dieser Gruppe besitzen wichtige Funktionen für den menschlichen Organismus und werden im Gegensatz zu den fettlöslichen Vitaminen nicht im Körper gespeichert. Die einzige Ausnahme stellt Vitamin B_{12} dar.

Abbildung 9: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der konsumierten wasserlöslichen Vitamine in der Gesamtstichprobe



¹ Berechnet nach der Summe folatwirksamer Verbindungen in der üblichen Nahrung (Folat-Äquivalente)

Die Gruppe der 15-17-jährigen Mädchen ist am schlechtesten mit wasserlöslichen Vitaminen versorgt (s. Tabelle 10). Bis auf Niacin nehmen sie alle Vitamine in zu geringen Mengen auf. Diese Gruppe wies auch eine schlechte Versorgung mit Makronährstoffen und Energie auf. Dadurch war zu erwarten, dass von der geringen Aufnahme die anderen Nährstoffgruppen ebenso betroffen sind.

Besonders fällt auf, dass Pantothensäure von allen Altersgruppen bei beiden Geschlechtern am geringsten aufgenommen wird. Jedoch ist bei den Mädchen generell die Zufuhr der B-Vitamine unzureichend, ausgenommen Niacin und Biotin. Die Vitamin C-Zufuhr wird, mit Ausnahme der 15-17-jährigen Mädchen, von allen Kindern und Jugendlichen gedeckt.

Tabelle 9: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der wasserlöslichen Vitamine der Buben nach Altersgruppen aufgeteilt

Wasserlösliche Vitamine % Abweichung						
Buben	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)	
	Durchschnittliche Nährstoffaufnahme					
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW
Vit. B1 Thiamin [%]	104,5	92,8	96,7	67,2	106,4	78,2
Vit. B2 Riboflavin [%]	85,5	56,5	77,4	42,1	91,5	50,5
Vit. B3 Niacinä. [%]	164,5	81,7	166,9	72,8	211,3	111,1
Vit. B5 Pantothers. [%]	64,8	55,0	62,5	32,3	81,9	53,4
Vit. B6 Pyridoxin [%]	104,8	84,3	92,5	49,6	115,0	84,0
Vit. B7 Biotin [%]	182,0	257,0	146,1	129,2	142,8	151,7
Vit. B9 Folatäqui. ¹ [%]	79,6	57,1	71,2	34,5	91,5	61,2
Vit. B12 Cobalamin [%]	86,0	51,2	87,6	54,2	132,1	83,6
Vit. C Ascorbinsäure [%]	133,5	95,4	110,8	73,6	100,4	105,4

¹Berechnet nach der Summe folatwirksamer Verbindungen in der üblichen Nahrung (Folat-Äquivalente)

Tabelle 10: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der wasserlöslichen Vitamine der Mädchen nach Altersgruppen aufgeteilt

Wasserlösliche Vitamine % Abweichung						
Mädchen	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)	
	Durchschnittliche Nährstoffaufnahme					
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW
Vit. B1 Thiamin [%]	103,5	99,8	79,7	44,9	77,3	47,5
Vit. B2 Riboflavin [%]	94,6	61,2	77,8	35,3	71,9	36,1
Vit. B3 Niacinä. [%]	195,8	132,3	150,4	63,4	147,0	62,4
Vit. B5 Pantothens. [%]	65,1	51,8	46,9	21,7	47,8	24,6
Vit. B6 Pyridoxin [%]	98,3	82,6	72,6	33,6	72,9	38,7
Vit. B7 Biotin [%]	163,8	227,0	103,9	75,5	73,9	59,6
Vit. B9 Folatäqui. ¹ [%]	80,7	45,8	63,0	29,6	61,2	33,6
Vit. B12 Cobalamin [%]	85,7	55,2	67,9	50,1	66,1	43,0
Vit. C Ascorbinsäure[%]	157,7	113,2	100,0	76,2	88,7	68,0

¹Berechnet nach der Summe folatwirksamer Verbindungen in der üblichen Nahrung (Folat-Äquivalente)

Um die zwei Geschlechter und die Altersgruppen in der Nährstoffversorgung zu vergleichen, wurde eine ANVOVA durchgeführt. Es wurden fast allen wasserlöslichen Vitaminen von den männlichen Probanden signifikant mehr konsumiert als bei der weiblichen Vergleichsgruppe. Einzig bei Riboflavin, Niacin und Vitamin C gibt es keine signifikanten Unterschiede in der Zufuhr.

Aufgeteilt nach Altersgruppen unterscheiden sich die 10-13-Jährigen anhand des Geschlechtes nicht signifikant. Bei den 13- 15-Jährigen konsumieren die Buben mehr Pantothensäure ($F(1,88)=7,8$ $p<0.05$) und Vitamin B₆ ($F(1,88)=5,4$ $p<0,05$).

Anhand Tabelle 9 und Tabelle 10 kann erkannt werden, dass die Altersgruppe der 15-17-Jährigen bei den meisten wasserlöslichen Vitaminen eine geringere Versorgung hat als die anderen Altersgruppen. Bei den Buben hat diese Altersgruppe im Gegensatz die größte Aufnahme beim Großteil der angegebenen Nährstoffe. Daher würden sich diese beiden Gruppen bei einem Altersvergleich ohne Berücksichtigung des Geschlechts gegenseitig beeinflussen. Daher wurde eine einfaktorielle ANOVA aufgeteilt nach Geschlecht durchgeführt.

Der Unterschied mit der größten Signifikanz konnte bei der Altersgruppe der 15-17-jährigen gesehen werden. Hier wurden bis auf Vitamin C alle wasserlöslichen Vitamine mit $p < 0.001$ von den Mädchen signifikant weniger aufgenommen als bei den Buben derselben Altersgruppe.

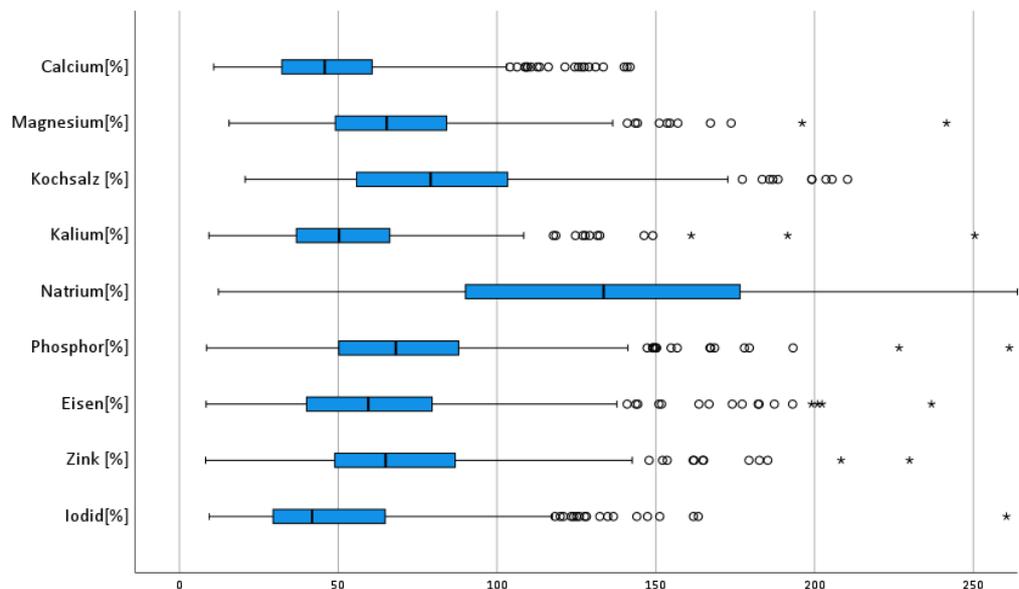
In den österreichischen Ernährungsberichten wurden Pantothensäure (2003, 2008, 2012), Vitamin B₂ (2008, 2012 und 2003 nur Mädchen) und Folsäure (1998, 2003, 2008, 2012) in zu geringen Mengen aufgenommen. Im Jahr 2012 nahmen die Mädchen nicht ausreichend Vitamin C auf, jedoch befand sich hier die Plasmakonzentration im Normbereich, was auf eine ausreichende Versorgung schließen lässt. Die anderen Vitamine befanden sich im Bereich der Referenzwerte und wiesen somit eine ausreichende Zufuhr auf [Elmadfa, 2012].

4.1.2.3. Auswertung der Zufuhr der Mineralstoffe im Vergleich mit den D-A-CH-Referenzwerten

Die Gruppe der Mineralstoffe wird abermals in Mengen- und Spurenelemente unterteilt. Mengenelemente befinden sich im menschlichen Körper über 50 mg/kg Körpergewicht. Hierzu werden Natrium, Chlorid, Kalium, Calcium, Phosphor und Magnesium gezählt. Diese Mineralstoffe besitzen Aufgaben bei der Regulierung des Wasserhaushaltes, der Zellkommunikation, Muskelkontraktion und der Mineralisierung von Knochen.

Obwohl Spurenelemente weniger als 50 mg/kg Körpergewicht vorkommen können für einige wichtige Funktionen im Körper nachgewiesen werden. In dieser Arbeit wird auf Eisen, Iod und Zink näher eingegangen.

Abbildung 10: Prozentuelle Abweichung der Mineralstoffe zu den D-A-CH Referenzwerten in der Gesamtstichprobe



Die Natriumzufuhr ist mit 144,6 [137,6;151,7] % in der gesamten Stichprobe weit über den Schätzwerten einer angemessenen Zufuhr, obwohl die Kochsalzzufuhr unter den maximalen Schätzwerten liegt (84,1 [80,4;87,7] %). Bei den Erhebungen war die Angabe der Kochsalzzufuhr ein limitierender Faktor, da zum Beispiel Salz in Kochwasser oder in Fertigprodukten sowie beim Kochen in den Rezepten teilweise nur abgeschätzt wurde. Größtenteils war hier keine genaue Angabe möglich.

Die Zufuhr der Mineralstoffe ist jedoch größtenteils unzufriedenstellend. Besonders die Aufnahmen von Kalium 49,2 [51,9;56,7] %, Calcium 50,4 [48,1;52,8] %, Iod 51,3 [48,4;54,2] % und Eisen sind besonders schlecht.

Im Geschlechtervergleich ist bei den Schülerinnen (64,2 [61,2;67,3] %) die Magnesiumzufuhr deutlich schlechter als die der Schüler (81,2 [74,7;87,6] %). Der größte Unterschied kann jedoch bei der Eisenzufuhr gesehen werden. Hier erreichen die Mädchen nur 52,8 [50,1;55,5] % der D-A-CH Referenzwerte.

Tabelle 11: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der konsumierten Mineralstoffe der Buben aufgeteilt nach Altersgruppen

Mineralstoffe Vitamine % Abweichung						
Buben	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)	
	Durchschnittliche Nährstoffaufnahme					
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW
Calcium [%]	44,5	16,6	51,8	23,1	66,3	31,2
Phosphor [%]	63,2	23,8	79,4	24,9	101,4	47,9
Natrium [%]	156,4	59,7	149,6	75,1	187,4	83,2
Iodid [%]	43,8	27,1	43,7	18,9	69,6	41,6
Kalium [%]	62,3	30,8	58,5	18,1	65,0	35,0
Kochsalz [%]	69,6	26,7	78,1	61,8	90,8	40,2
Zink [%]	76,9	29,6	71,0	27,0	83,1	39,9
Eisen [%]	72,0	39,5	76,8	30,8	100,1	46,0
Magnesium [%]	89,2	48,8	77,7	26,5	77,1	42,3

Tabelle 12: Prozentuelle Abweichung zu den D-A-CH Referenzwerten der konsumierten Mineralstoffe der Mädchen aufgeteilt nach Altersgruppen

Mineralstoffe % Abweichung						
Mädchen	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)	
	Durchschnittliche Nährstoffaufnahme					
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW
Calcium [%]	47,2	22,2	48,9	25,3	45,9	22,8
Phosphor [%]	64,6	26,0	67,8	24,2	63,8	25,9
Natrium [%]	155,5	76,8	141,8	92,9	117,2	57,0
Iodid [%]	48,9	27,4	52,0	33,1	46,6	24,8
Kalium [%]	64,7	22,6	48,6	19,7	44,9	19,1
Kochsalz [%]	68,6	30,7	87,7	39,2	89,8	37,0
Zink [%]	85,4	36,1	66,6	28,3	59,6	24,2
Eisen [%]	55,1	24,8	52,1	23,2	52,4	21,9
Magnesium [%]	80,7	28,5	66,1	24,4	58,7	23,2

Um die Unterschiede zwischen den Geschlechtern und Altersgruppen darzustellen, wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt. Beim Vergleich der Geschlechter ist zu sagen, dass sich die Zufuhr bei allen Nährstoffen bis auf Kochsalz signifikant ($p < 0.05$) unterscheidet. Kochsalz wird von beiden Geschlechtern ungefähr gleich viel konsumiert. Von allen anderen Mineralstoffen verzehrten die Mädchen signifikant weniger als die Buben.

Bei der nach Altersgruppen getrennten Betrachtung, stellt die Gruppe der 10-13-jährigen bei beiden Geschlechtern eine ähnliche Aufnahme dar. Bei den Mineralstoffen wurde jedoch von den Mädchen in dieser Gruppe mit $p = 0.011$ signifikant weniger Eisen aufgenommen als von den Buben derselben Altersgruppe. Bei den 13-15-Jährigen werden bereits vier Mineralstoffe signifikant weniger aufgenommen und zwar Eisen, Magnesium, Kalium und Phosphor.

Wie es bereits die Auswertung der Gesamtstichprobe vermuten lässt, werden in der Altersgruppe der 15-17-jährigen Mädchen, bis auf Kochsalz, alle Mineralstoffe signifikant weniger konsumiert als bei den Buben.

Auch im österreichischen Ernährungsbericht 2012 zeigten sich Calcium, Eisen und Jod bei beiden Geschlechtern als kritische Nährstoffe [Elmadfa, 2012].

4.1.3. Auswertung anhand der Nährstoffdichte

Die Auswertungen anhand der prozentuellen Abweichung der Nährstoffzufuhr zeigt, dass in der Altersgruppe der 15-17-jährigen Mädchen der Richtwerte für eine angemessene Energiezufuhr nicht erreicht werden kann. Dies spiegelt sich in Folge auch in den aufgenommenen Makro- und Mikronährstoffen wider. Um eine bessere Aussage in Bezug auf die Qualität der Ernährung treffen zu können, wurden die Nährstoffe in Relation zur konsumierten Energie gesetzt. Hierfür wurden die, in Kapitel 4.1 ausgewerteten Nährstoffe pro 1000 kcal verzehrter Energie berechnet. So kann erkannt werden, ob die geringe Nährstoffzufuhr aufgrund der Qualität der verzehrten Lebensmittel besteht, oder auf der geringeren Gesamtenergiezufuhr beruht. Um einen Vergleich darstellen zu können, wurde eine empfohlene Zufuhr anhand der D-A-CH Referenzwerten rechnerisch ermittelt. Die zu konsumierende Menge an Vitaminen und Mineralstoffen wurde in Relation zu den Richtwerten der angemessenen Energieaufnahme gestellt ($\text{g(mg)}/1000 \text{ kcal}$).

Beim Verzehr von großen Mengen energiedichter, aber nährstoffarmer Lebensmittel, kann die Versorgung mit wichtigen Vitaminen und Mineralstoffen im Verhältnis zur konsumierten Energie negativ ausfallen [Kant, 2003].

Als nährstoffdichte Lebensmittel können Gemüse, Obst, Vollkornprodukte, Milch und Milchprodukte, Fisch und Meeresfrüchte, mageres Fleisch und Geflügel, Eier, Hülsenfrüchte, Nüsse und Samen, welche ohne zugefügten Zucker, Fett oder Salz zubereitet wurden, gesehen werden. Jedoch wurde der Begriff der nährstoffdichten Lebensmittel bis heute nicht ausreichend definiert. Als grobe Erklärung werden Lebensmittelgruppen beschrieben, welche eine große Menge an Mikronährstoffen im Verhältnis zur enthaltenen Energie liefern [Nicklas et al., 2014].

Ein besonderes Augenmerk wurde bei der Auswertung auf Vitamin A, C, E, B₁₂, Folsäure sowie Calcium, Eisen und Magnesium als kritische Nährstoffe gelegt [Arsenault et al., 2012; Kant, 2003; Nicklas et al., 2014].

Die praktische Umsetzung von Speiseplänen in der Ernährung von Kindern und Jugendlichen hat sich anhand der „Optimierten Mischkost“ (optiMIX®) bewährt. Kersting et al. 2017 hat untersucht, inwieweit eine angemessene Nährstoffzufuhr durch die optimale Auswahl an Lebensmitteln allein gedeckt werden kann, beziehungsweise, ob eine gezielte Supplementation von kritischen Nährstoffen erforderlich ist.

Eine Gegenüberstellung der aktuellen Nährstoffzufuhr anhand der Nährstoffdichte und der Speisepläne der Optimierten Mischkost und der aus den DACH Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr errechneten Nährstoffdichten ist in Tabelle 13 ersichtlich. Die Zufuhr an Vitamin E-Äquivalenten, Calcium und Jod liegt außerhalb der Referenzbereiche. Eine genauere Bestimmung kann erst nach einer Aufteilung nach Altersgruppen und Geschlecht durchgeführt werden. Dies wird in den nachfolgenden Kapiteln analysiert.

Tabelle 13: Nährstoffdichten der Optimierten Mischkost, D-A-CH-Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr [D-A-CH, 2021] und der IST Vergleich der Stichprobe. modifiziert nach [Kersting et al., 2017]

Nährstoffe	Einheit	Speisepläne optiMIX® ¹	D-A-CH ²	IST	
				MW	STABW
Protein	[E%]	14,9	-	14,7	4,0
Fett	[E%]	32,2	30 – 35	34,2	8,5
Kohlenhydrate	[E%]	49,3	> 50	47,8	8,9
Ballaststoffe	[g/1000 kcal]	15,3	14,6	10,1	4,2
Vitamin-A-Äquivalent ⁴	[µg/ 1000 kcal]	750	423-529	560,0	516,8
Vitamin-E-Äquivalent ⁵	[mg/ 1000 kcal]	7,82	5,8-6,8	4,9	2,7
Vitamin D	[µg/ 1000 kcal]	1,26	7,7-11,8 ³ (0,7-1,1)	1,1	1,2
Vitamin C	[mg/ 1000 kcal]	96,23	34,2-45,0	58,2	42,9
Vitamin B ₁	[mg/ 1000 kcal]	0,63	0,52-0,55	0,63	0,35
Vitamin B ₂	[mg/ 1000 kcal]	0,79	0,58-0,61	0,63	0,25
Vitamin B ₆	[mg/ 1000 kcal]	0,92	0,61-0,74	0,8	0,4
Vitamin B ₁₂	[µg/ 1000 kcal]	-	1,4-2,1	2,1	1,2
Folat ⁶	[µg/ 1000 kcal]	158	115-158	129,9	57,1
Calcium	[mg/ 1000 kcal]	569	461-647	385,2	153,6
Magnesium	[mg/ 1000 kcal]	218	121-175	145,6	41,2
Eisen	[mg/ 1000 kcal]	6,69	4,6-8,8	5,6	1,8
Jod	[µg/ 1000 kcal]	35,56	77-106	65,6	37,7

E%= % der Energiezufuhr

¹ [Kersting et al., 2017]

² [D-A-CH, 2021]

³ bei fehlender endogener Synthese in, Klammer mit endogener Synthese

⁴Retinoläquivalente: 1 mg Retinol-Äquivalent = 6 mg all-trans-β-Carotin = 12 mg andere Provitamin A-Carotinoide = 1 mg Retinol = 1,15 mg all-trans-Retinylnacetat = 1,83 mg all-trans-Retinylnpalmitat; 1 IE (Internationale Einheitenwerden nur noch im pharmazeutischen Bereich angegeben) = 0,3 µg Retinol

⁵Tocopheroläquivalente: 1 mg RRR-α-Tocopherol-Äquivalent = 1 mg RRR-α-Tocopherol = 1,49 IE; 1 IE = 0,67 mg RRR-α-Tocopherol = 1 mg all-rac-α-Tocopherylnacetat

⁶Berechnet nach der Summe folatwirksamer Verbindungen in der üblichen Nahrung (Folat-Äquivalente

4.1.3.1. Zufuhr fettlöslicher Vitamine in Relation zur Energiezufuhr

Bei der Versorgung mit fettlöslichen Vitaminen konnte, beim Vergleich mit den D-A-CH Referenzwerten (s. Kapitel 4.1.2.1), kein statistisch signifikanter Unterschied anhand der Geschlechter und Altersgruppen gesehen werden. Die einzige Ausnahme war die Versorgung mit Vitamin D, welche bei den 15-17-jährigen Mädchen signifikant niedriger war als bei den Buben derselben Altersgruppe.

In Tabelle 14 und Tabelle 15 werden die fettlöslichen Vitamine aufgeteilt nach Altersgruppen und Geschlecht dargestellt. Die Werte beziehen sich auf die verzehrten fettlöslichen Vitamine pro 1000 kcal konsumierter Energie. Obwohl die Buben mehr Energie in Form von Fett verzehren, schneiden die Mädchen in allen Altersgruppen bei fast allen Vitaminen besser ab. Eine mögliche Begründung für die ausreichende Zufuhr könnte der höhere Gehalt an pflanzlichen Äquivalenten sein. Zum Beispiel können β -Carotinquellen wie Spinat, Karotten oder Grünkohl als pflanzliches Vitamin-A-Äquivalent in der Ernährung vorkommen [D-A-CH, 2020].

Tabelle 14: Aufnahme fettlöslicher Vitamine der Buben im Verhältnis zur verzehrten Energie (pro 1000kcal) aufgeteilt nach Altersgruppen

Fettlösliche Vitamine Nährstoffdichte IST/ SOLL							
Buben	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)		
	Durchschnittliche Nährstoffaufnahme						
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW	MW	STA BW	SOLL ¹
Vitamin-A-Äquivalent ² $\mu\text{g}/1000\text{kcal}$	626,9	1030,8	504,1	368,1	466,6	312,2	473,7/ 478,3/ 423,1
Vitamin D ³ $\mu\text{g}/1000\text{kcal}$	1,1	2,0	0,8	0,5	1,2	1,2	1,05/ 0,8/ 1,5
Vitamin-E-Äquivalent ⁴ $\text{mg}/1000\text{kcal}$	4,9	3,1	4,4	2,2	4,9	2,7	6,8/ 6,1/ 5,8
Vitamin K $\mu\text{g}/1000\text{kcal}$	40,1	55,1	28,1	21,0	30,3	27,2	21,1/ 21,7/ 26,9

¹ errechnet anhand der D-A-CH Referenzwerte [D-A-CH, 2021] einer angemessenen Zufuhr pro 1000 kcal Richtwert einer angemessenen Energiezufuhr
² Retinoläquivalente: 1 mg Retinol-Äquivalent = 6 mg all-trans- β -Carotin = 12 mg andere Provitamin A-Carotinoide = 1 mg Retinol = 1,15 mg all-trans-Retinylacetat = 1,83 mg all-trans-Retinylpalmitat; 1 IE (Internationale Einheiten werden nur noch im pharmazeutischen Bereich angegeben) = 0,3 μg Retinol
³ bei fehlender endogener Synthese
⁴ Tocopheroläquivalente: 1 mg RRR- α -Tocopherol-Äquivalent = 1 mg RRR- α -Tocopherol = 1,49 IE; 1 IE = 0,67 mg RRR- α -Tocopherol = 1 mg all-rac- α -Tocopherylacetat

Tabelle 15: Aufnahme fettlöslicher Vitamine der Mädchen im Verhältnis zur verzehrten Energie (pro 1000kcal) aufgeteilt nach Altersgruppen

Fettlösliche Vitamine Nährstoffdichte IST/ SOLL							
Mädchen	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)		SOLL ¹
	Durchschnittliche Nährstoffaufnahme						
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW	
Vitamin-A-Äquivalent ² µg/1000kcal	664,5	586,9	536,7	307,4	571,3	398,0	529,4/ 523,8/ 450,0
Vitamin D ³ µg/1000kcal	0,9	0,7	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2/1,0/2
Vitamin-E-Äquivalent ⁴ mg/1000kcal	4,8	2,2	4,8	2,2	5,1	2,8	6,5/ 6,3/ 6,0
Vitamin K µg/1000kcal	40,9	23,4	39,6	37,9	51,5	53,1	23,5/ 26,4/ 30,0

¹errechnet anhand der D-A-CH Referenzwerte [D-A-CH, 2021] einer angemessenen Zufuhr pro 1000 kcal Richtwert einer angemessenen Energiezufuhr
²Retinoläquivalente: 1 mg Retinol-Äquivalent = 6 mg all-trans-β-Carotin = 12 mg andere Provitamin A-Carotinoide = 1 mg Retinol = 1,15 mg all-trans-Retinylnacetat = 1,83 mg all-trans-Retinylnpalmitat; 1 IE (Internationale Einheiten) werden nur noch im pharmazeutischen Bereich angegeben) = 0,3 µg Retinol
³bei fehlender endogener Synthese
⁴Tocopheroläquivalente: 1 mg RRR-α-Tocopherol-Äquivalent = 1 mg RRR-α-Tocopherol = 1,49 IE; 1 IE = 0,67 mg RRR-α-Tocopherol = 1 mg all-rac-α-Tocopherylnacetat

Wie in Kapitel 4.1.3 beschrieben, werden Vitamin A und Vitamin E als kritische Nährstoffe genauer betrachtet. Um die Werte interpretieren zu können, werden Soll- und Ist-Werte gegenübergestellt. In

Abbildung 11 und Abbildung 12 werden die Soll- und Ist-Werte der Buben und in Abbildung 13 und Abbildung 14 der Mädchen in einem Balkendiagramm dargestellt. Es ist zu erkennen, dass bei Mädchen und Buben die Zufuhr an Vitamin-A-Äquivalent im Verhältnis zur konsumierten Energie auszureichen scheint. Dies trifft bei Vitamin-E-Äquivalent jedoch nicht zu. Hier erreicht keine der Altersgruppen innerhalb der Geschlechter die Zufuhrempfehlung. Die Sollwerte wurden mit 6,5/4,3/6,0 mg/1000 kcal für die Mädchen und 6,8/6,1/5,8 mg/1000 kcal für die Buben festgelegt. Die größte Abweichung von den SOLL- Werten haben die Buben der Altersgruppe von 10-13 Jahren. Sie essen mit 4,9 mg/1000 kcal um 2,0 mg weniger als der anhand des Schätzwertes errechnete Wert vorgibt.

Abbildung 11: Balkendiagramm zur Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin-A-Äquivalent als Soll-Ist-Vergleich der Buben aufgeteilt nach Altersgruppen

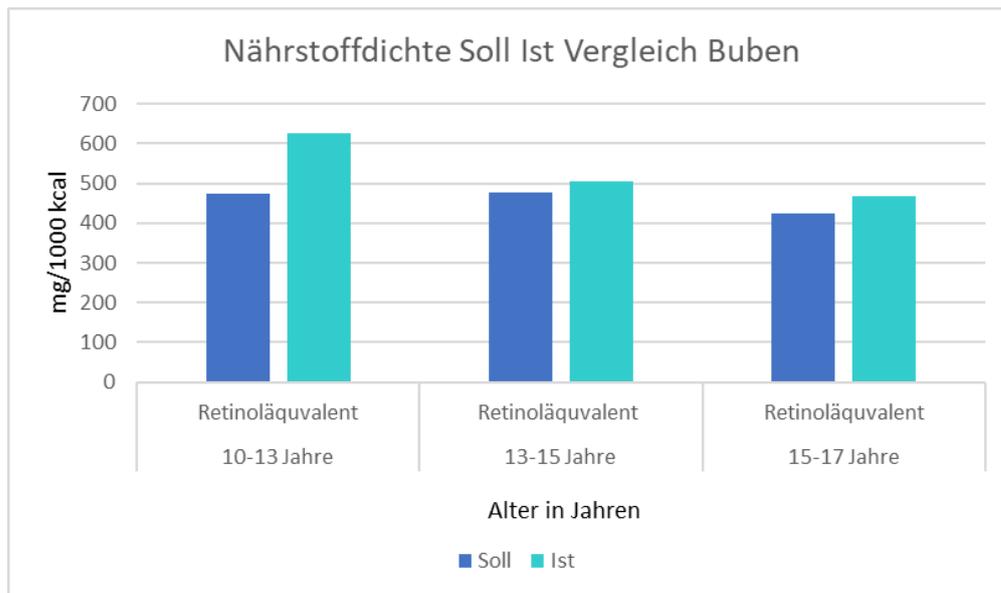


Abbildung 12: Balkendiagramm zur Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin-E-Äquivalent als Soll-Ist-Vergleich der Buben aufgeteilt nach Altersgruppen

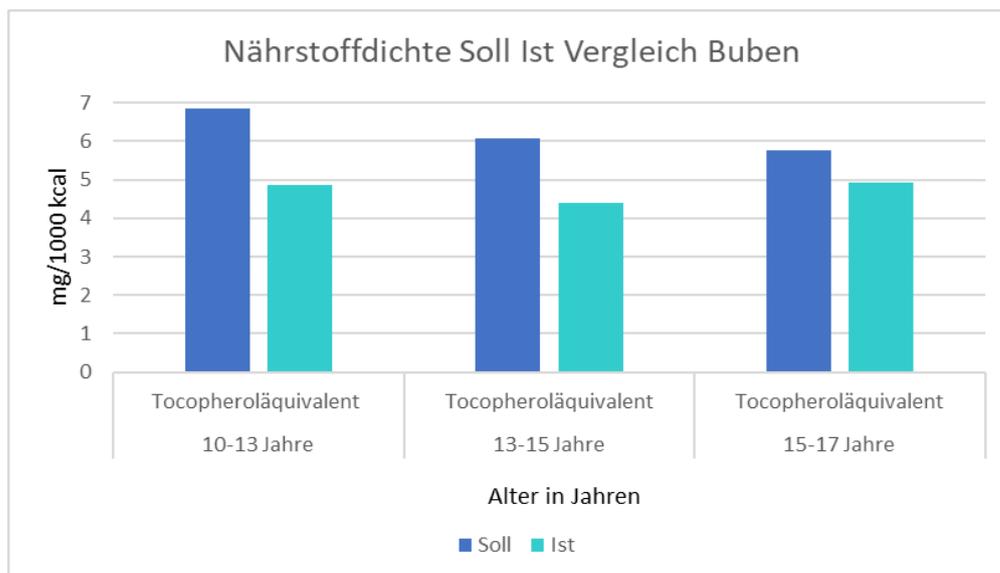


Abbildung 13: Balkendiagramm zu Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin-A-Äquivalent als Soll-Ist-Vergleich der Mädchen aufgeteilt nach Altersgruppen

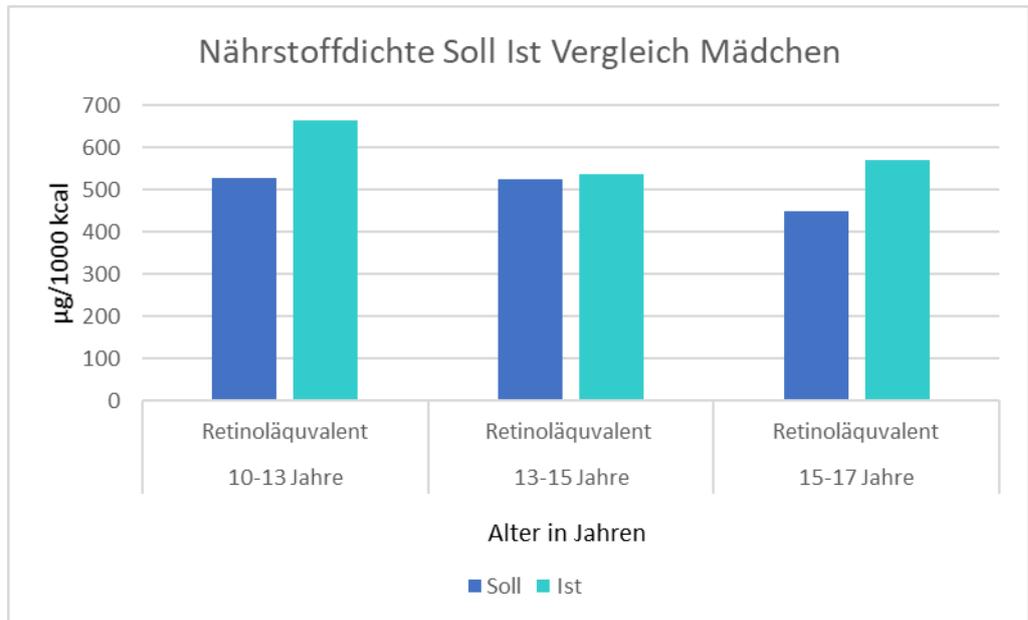
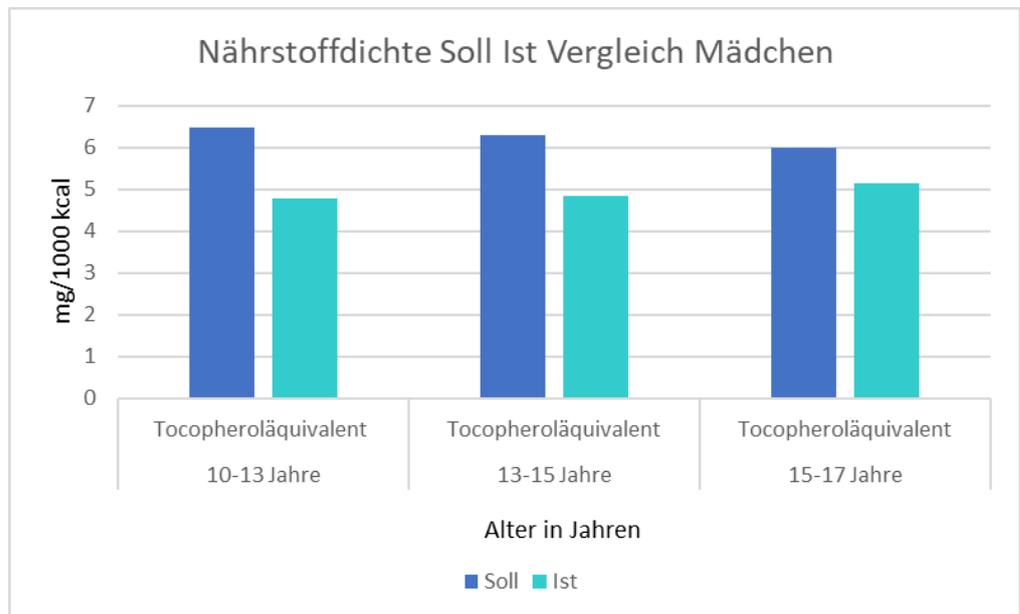


Abbildung 14: Balkendiagramm zu Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin-E-Äquivalent als Soll-Ist-Vergleich der Mädchen aufgeteilt nach Altersgruppen



4.1.3.2. Zufuhr wasserlöslicher Vitamine in Relation zur Energiezufuhr

Bei den wasserlöslichen Vitaminen werden insbesondere Vitamin C, B₁₂ und Folsäure betrachtet. Vitamin C wird von allen Kindern und Jugendlichen unabhängig von Geschlecht und Alter ausreichend konsumiert. Vitamin B₁₂ wird von den Buben in jeder Altersgruppe den Schätzwerten entsprechend aufgenommen.

Die als nicht kritisch eingestuften Vitamine wurden ebenfalls ausgewertet und verglichen. Da jedoch eine ausreichende Versorgung gegeben war, wurden diese nicht weiter in der Arbeit berücksichtigt.

Beim Vergleich ist zu erkennen, dass die Buben in allen Altersgruppen eine dem Soll-Wert entsprechende Aufnahme haben. Allein die Folsäurezufuhr ist mit 128,3 µg/1000 kcal etwas unter dem Soll-Wert mit 130,4 µg/1000 kcal. Die Folsäureaufnahme der 13-15- und 15- 17- jährigen Mädchen befindet sich unter den errechneten Soll-Werten von 157,9/150,0 µg/1000 kcal. Mit 130,2 µg/1000 kcal nehmen die 13-15- Jährigen im Schnitt 27,6 µg und die 15-17- Jährigen 18,5 µg weniger auf. Die detaillierten Werte finden sich in Tabelle 16 und Tabelle 17, grafisch wurden die Vergleich in Abbildung 15, Abbildung 16, Abbildung 17 und Abbildung 18 mittels Balkendiagramm dargestellt.

Tabelle 16: Aufnahme wasserlöslicher Vitamine der Buben im Verhältnis zur verzehrten Energie aufgeteilt nach Altersgruppen

Wasserlösliche Vitamine Nährstoffdichte IST/ SOLL							
Buben	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)		SOLL ¹
	Durchschnittliche Nährstoffaufnahme						
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW	
Folatäqu. ² µg/1000kcal	126,1	59,1	128,3	66,6	121,1	61,2	126,3/ 130,4/ 115,4
Vitamin B12 µg/1000kcal	2,2	1,3	2,0	0,9	2,4	1,4	1,8/ 1,7/ 1,5
Vitamin C mg/1000kcal	59,0	35,8	59,0	46,6	45,2	36,0	34,2/ 37,0/ 40,4

¹errechnet anhand der D-A-CH Referenzwerte [D-A-CH, 2021] einer angemessenen Zufuhr pro 1.000 kcal Richtwert einer angemessenen Energiezufuhr
²Berechnet nach der Summe folatwirksamer Verbindungen in der üblichen Nahrung (Folat-Äquivalente)

Tabelle 17: Aufnahme wasserlöslicher Vitamine der Mädchen im Verhältnis zur verzehrten Energie aufgeteilt nach Altersgruppen

Wasserlösliche Vitamine Nährstoffdichte IST/ SOLL							
Mädchen	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)		SOLL ¹
	Durchschnittliche Nährstoffaufnahme						
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW	
Folatäqu. ² µg/1000kcal	143,1	59,2	130,3	43,6	131,5	56,2	141,2/ 157,9/ 150,0
Vitamin B12 µg/1000kcal	2,1	1,2	1,9	1,1	1,9	1,1	2,1/ 2,1/ 2,0
Vitamin C mg/1000kcal	77,7	50,0	60,2	47,5	57,7	41,8	38,2/ 44,7/ 45,0

¹errechnet anhand der D-A-CH Referenzwerte [D-A-CH, 2021] einer angemessenen Zufuhr pro 1.000 kcal Richtwert einer angemessenen Energiezufuhr
²Berechnet nach der Summe folatwirksamer Verbindungen in der üblichen Nahrung (Folat-Äquivalente)

Abbildung 15: Balkendiagramm zur Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin B₁₂ und Folsäure als Soll-Ist-Vergleich der Buben aufgeteilt nach Altersgruppen

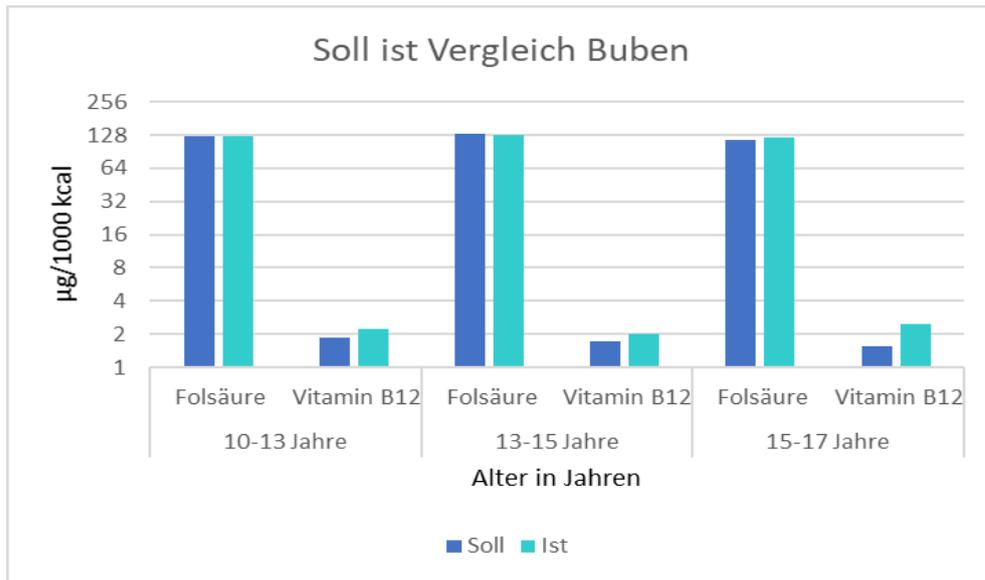


Abbildung 16: Balkendiagramm zur Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin C als Soll-Ist-Vergleich der Buben aufgeteilt nach Altersgruppen

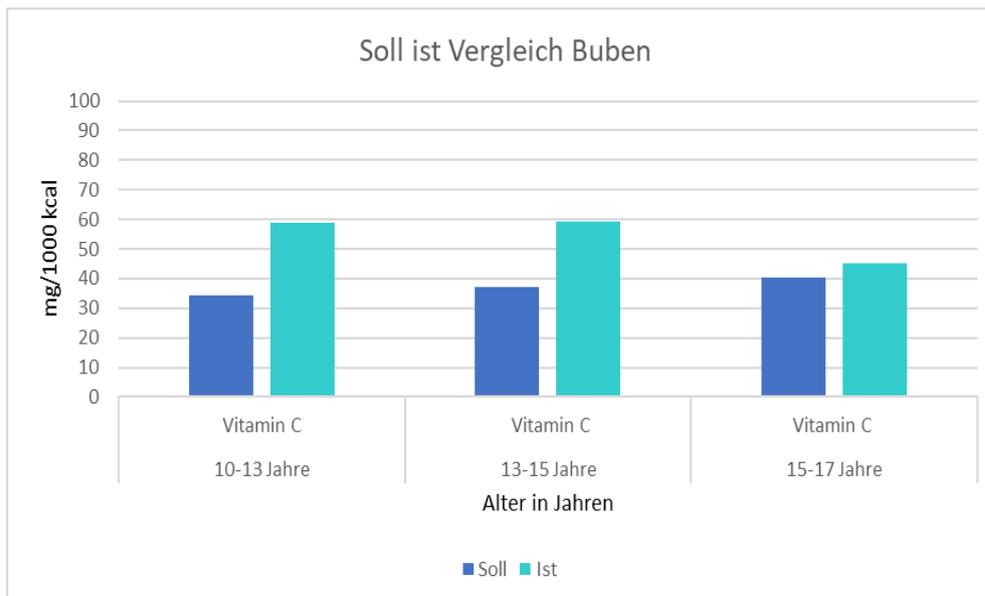


Abbildung 17: Balkendiagramm zur Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin B₁₂ und Folsäure als Soll-Ist-Vergleich der Mädchen aufgeteilt nach Altersgruppen

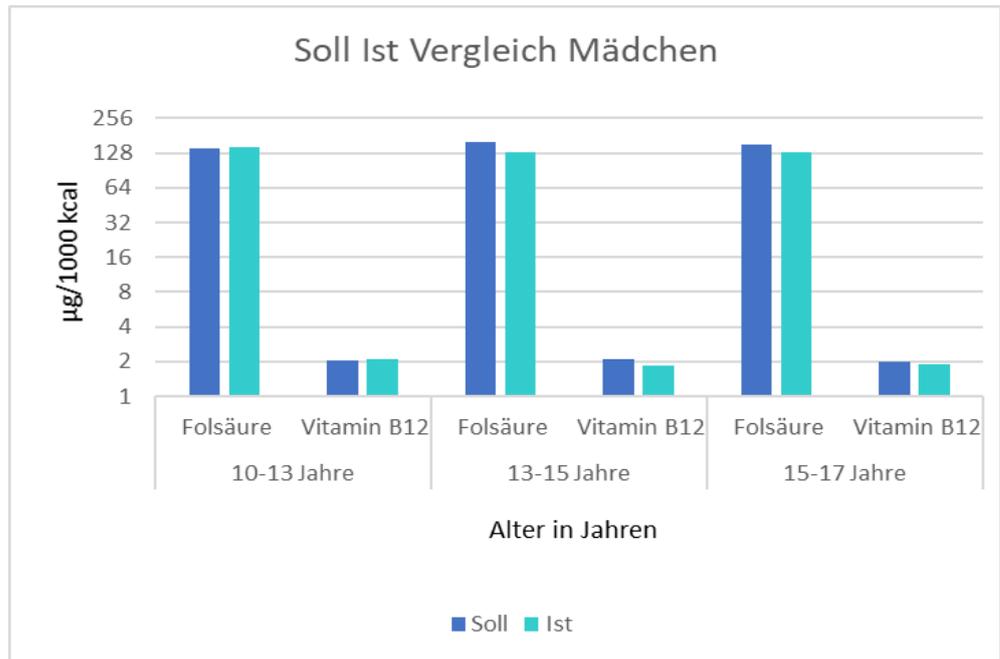
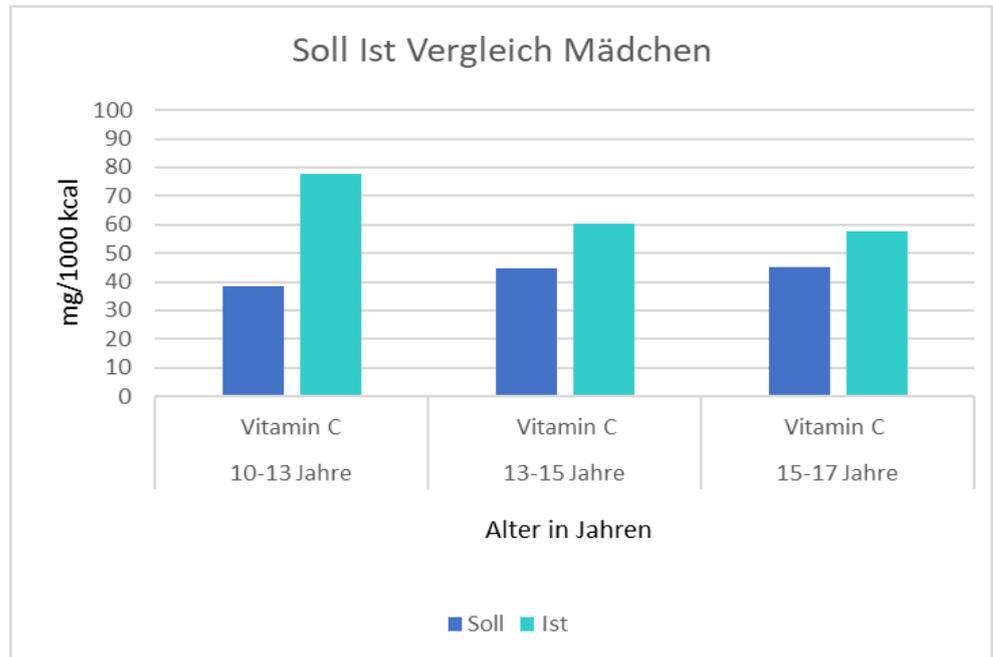


Abbildung 18: Balkendiagramm zur Darstellung der Nährstoffdichte von Vitamin C als Soll-Ist-Vergleich der Mädchen aufgeteilt nach Altersgruppen



4.1.3.3. Zufuhr an Mineralstoffen in Relation zur Energiezufuhr

Bei den Mineralstoffen wurden Kalzium, Magnesium, Eisen und Kalium als kritische Nährstoffe eingestuft. Jod wurde zwar laut Studien nicht als kritischer Nährstoff bei der Beurteilung der Nährstoffdichte dargestellt, wurde jedoch bei Kindern und Jugendlichen im österreichischen Ernährungsbericht 2012 in zu geringen Mengen aufgenommen [Elmadfa, 2012]. Daher wurde Jod ebenfalls beurteilt. In Tabelle 18 und Tabelle 19 werden die aufgenommenen Mineralstoffe in Relation zur Energiezufuhr dargestellt. Es kann erkannt werden, dass bis auf wenige Werte alle Nährstoffe in zu geringen Mengen aufgenommen werden.

Die einzigen Ausnahmen mit ausreichender Zufuhr stellen Magnesium bei den 10-13-jährigen und 13-15-jährigen Buben sowie den 10-13-jährigen Mädchen dar. Sie essen mit 138,7, 143,7 bzw. 151,0 mg/1000 kcal 17,6, 9,0 bzw. 3,9 mg mehr als der Soll-Wert es vorgibt. Zudem nehmen die 13- 15- und die 15-17-jährigen Buben 1,5 bzw. 8,4 mg mehr Eisen auf, als der Soll-Wert darstellt. Die Abweichungen der Buben werden in Abbildung 19 und Abbildung 20 und in Abbildung 21 und Abbildung 22 die der Mädchen anhand eines Balkendiagramms dargestellt.

Tabelle 18: Aufnahme ausgewählter Mineralstoffe der Buben im Verhältnis zur verzehrten Energie aufgeteilt nach Altersgruppen

Mineralstoffe Nährstoffdichte IST/ SOLL							
Buben	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)		SOLL ¹
	Durchschnittliche Nährstoffaufnahme						
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW	
Calcium mg/1000 kcal	349,9	133,4	379,1	230,0	365,9	133,1	578,9/ 521,7/ 461,5
Magnesium mg/1000 kcal	138,7	40,2	143,7	42,4	138,4	36,3	121,1/ 134,8/ 153,8
Eisen mg/1000 kcal	5,7	1,8	5,4	1,5	5,4	1,5	6,3/ 5,2/ 4,6
Kalium mg/1000 kcal	1230,0	363,8	1268,8	363,9	1166,0	345,3	1526,3/ 1565,2/ 1538,5
Jod µg/1000 kcal	56,7	34,2	53,0	25,9	63,7	38,7	94,7/ 87,0/ 76,9

¹errechnet anhand der D-A-CH Referenzwerte [D-A-CH, 2021] einer angemessenen Zufuhr pro 1.000 kcal Richtwert einer angemessenen Energiezufuhr

Tabelle 19: Aufnahme ausgewählter Mineralstoffe der Mädchen im Verhältnis zur verzehrten Energie aufgeteilt nach Altersgruppen

Mineralstoffe Nährstoffdichte IST/ SOLL							
Mädchen	10 bis 13 Jahre (n=54)		13 bis 15 Jahre (n=30)		15 bis 17 Jahre (n=82)		SOLL ¹
	Durchschnittliche Nährstoffaufnahme						
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW	
Calcium mg/1000 kcal	392,9	161,0	408,1	160,8	396,5	146,7	647,1/ 631,6/ 600,0
Magnesium mg/1000 kcal	151,0	40,2	144,3	36,9	150,4	44,7	147,1/ 163,2/ 175,0
Eisen µg/1000 kcal	6,0	2,0	5,3	1,5	5,7	1,9	8,8/ 7,9/ 7,5
Kalium mg/1000 kcal	1406,2	373,1	1220,2	360,8	1297,0	402,2	1705,9/ 1894,7/2000,0
Jod µg/1000 kcal	65,2	33,9	73,9	47,4	68,8	36,6	105,9/ 105,3/100,0

¹errechnet anhand der D-A-CH Referenzwerte [D-A-CH, 2021] einer angemessenen Zufuhr pro 1.000 kcal Richtwert einer angemessenen Energiezufuhr

Abbildung 19: Balkendiagramm zur Darstellung der Nährstoffdichte der Mengenelemente als Soll-Ist-Vergleich der Buben aufgeteilt nach Altersgruppen

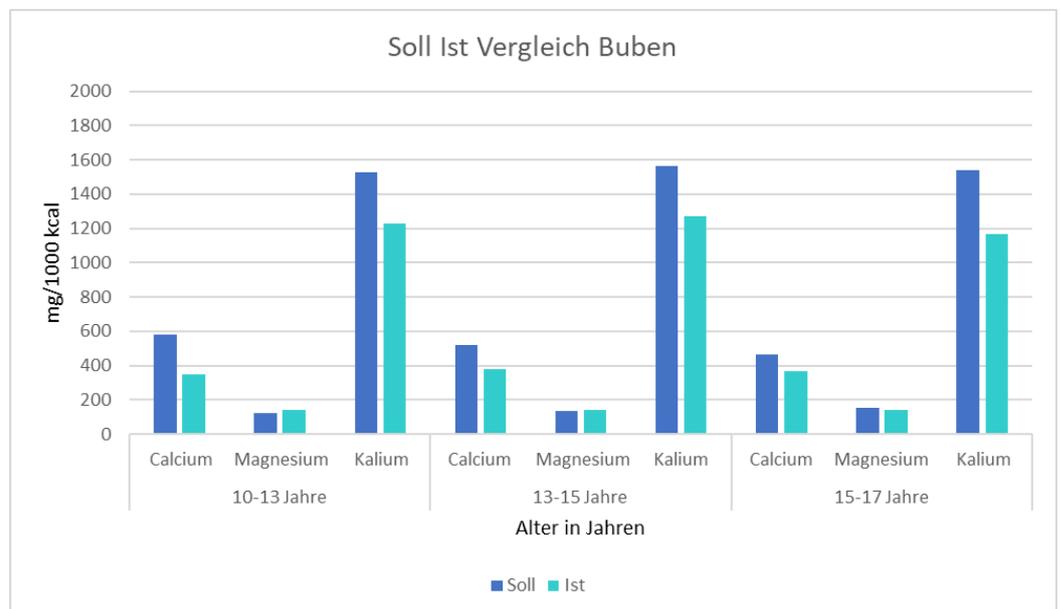


Abbildung 20: Balkendiagramm zur Darstellung der Nährstoffdichte von Eisen als Soll-Ist-Vergleich der Buben aufgeteilt nach Altersgruppen

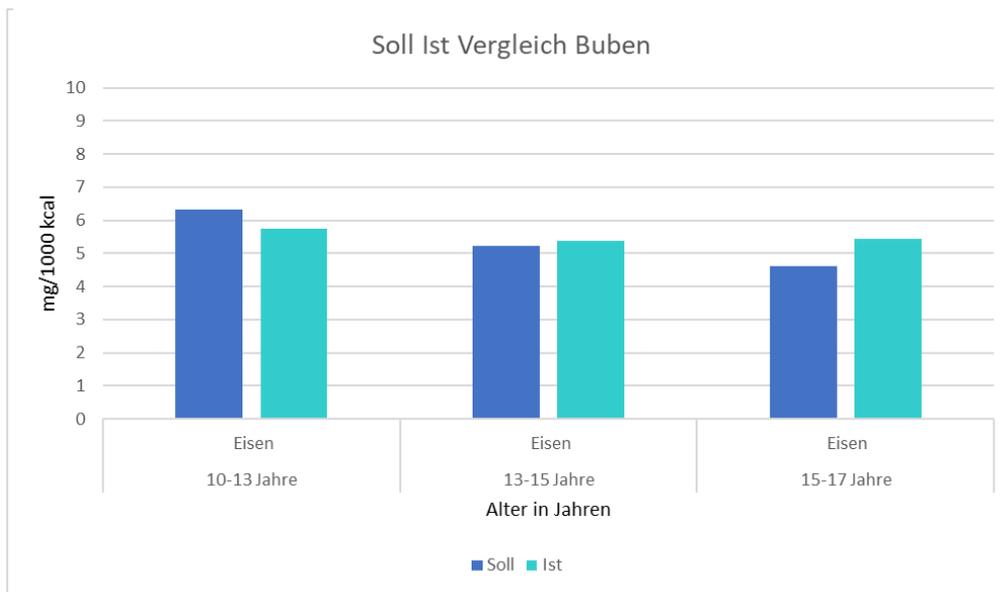


Abbildung 21: Balkendiagramm zur Darstellung der Nährstoffdichte der Mengenelemente als Soll-Ist-Vergleich der Mädchen aufgeteilt nach Altersgruppen

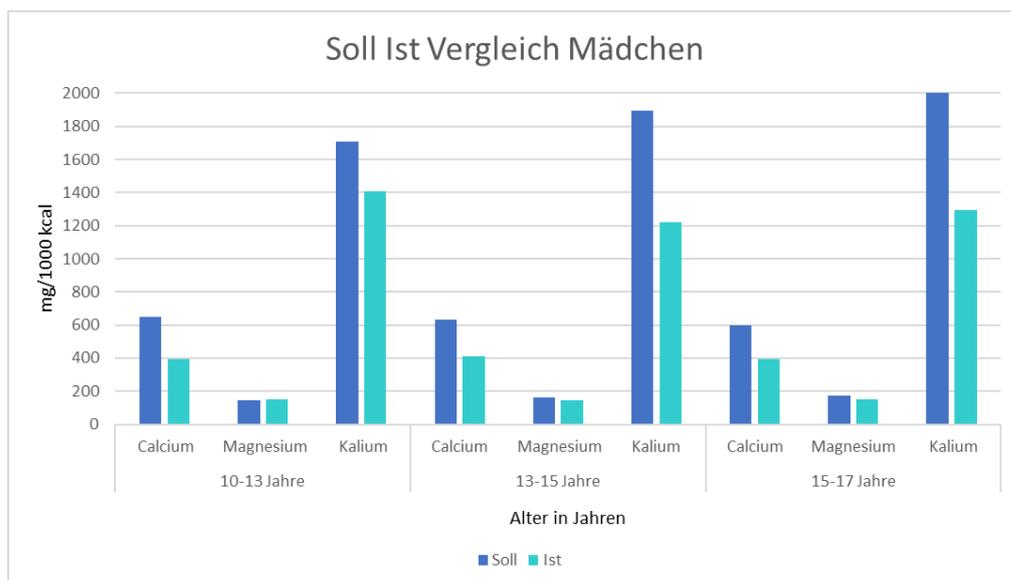
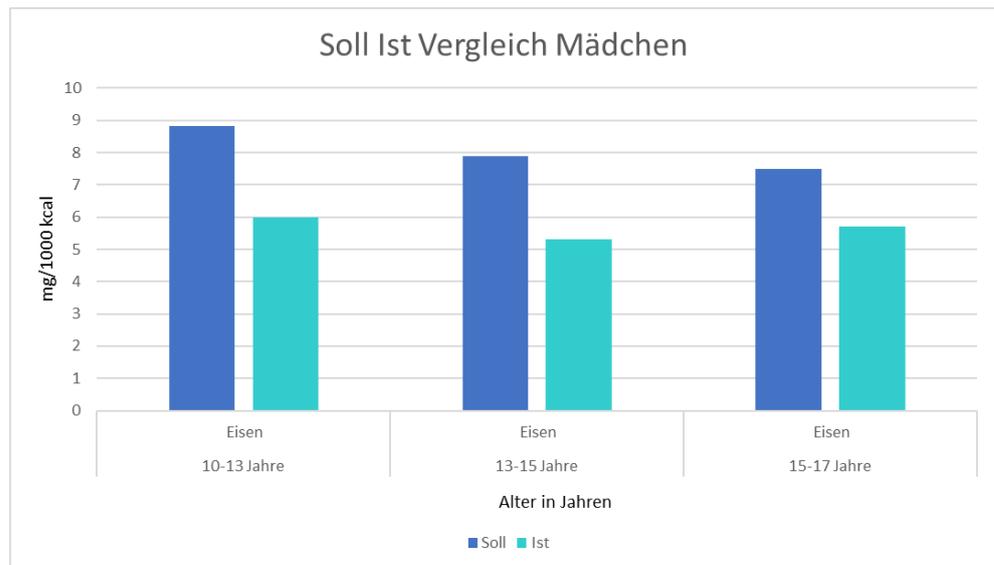


Abbildung 22: Balkendiagramm zur Darstellung der Nährstoffdichte von Eisen als Soll-Ist-Vergleich der Mädchen aufgeteilt nach Altersgruppen



4.1.4. Mahlzeitenfrequenz bei den untersuchten Kindern und Jugendlichen

Viele Studien beschäftigen sich mit der Fragen nach der optimalen Mahlzeitenhäufigkeit. Einige beschreiben, dass ausgelassene Mahlzeiten mit einer schlechteren Versorgung mit Nährstoffen und einem höheren Körpergewicht assoziiert werden können. Dies ist darauf zurück zu führen, dass die Lebensmittelgruppen, welche durch ausgelassene Mahlzeiten nicht konsumiert werden, an diesen Tagen häufig gar nicht mehr gegessen und teilweise sogar durch ungesündere Alternativen ersetzt werden [Prochnik Estima, Camilla de Chermont et al., 2009; Schwingshackl et al., 2020]. Es konnte gezeigt werden, wenn eine geringe Mahlzeitenfrequenz im Jugendalter vorherrscht, sich diese Gewohnheit auch im Erwachsenenalter häufig widerspiegelt [Pedersen et al., 2013].

In dieser Arbeit wird speziell auf die Versorgung mit Nährstoffen im Zusammenhang mit der Mahlzeitenfrequenz eingegangen. In Tabelle 20 wird dargestellt, wie viele Mahlzeiten die untersuchten Kinder und Jugendlichen pro Tag zu sich nehmen. Mit 43,2 % essen die meisten fünf Mahlzeiten täglich. Weniger als drei Mahlzeiten werden nur von drei Probanden oder Probandinnen gegessen. Auch sieben Mahlzeiten essen nur zwei. Das sind 0,4 % der gesamten Stichprobe. Somit essen 91,3 % der Schüler und Schülerinnen mindestens drei und maximal sechs Mahlzeiten.

Tabelle 20: Mahlzeitenfrequenz in der Gesamtstichprobe

Anzahl verzehrter Mahlzeiten pro Tag		
Mahlzeiten	Häufigkeit	Prozent
1	1	0,2
2	6	1,3
3	44	9,8
4	171	38,3
5	193	43,2
6	30	6,7
7	2	0,4

Da häufig fünf Mahlzeiten am Tag empfohlen werden, dies jedoch immer wieder in Frage gestellt wird, untersucht dieser Punkt die Unterschiede in der Nährstoffversorgung, wenn weniger als fünf beziehungsweise fünf oder mehr Mahlzeiten gegessen werden [Müller und Erbersdobler, 2005].

Hierzu wurden die Kinder und Jugendlichen in zwei Gruppen eingeteilt. Jene die weniger als fünf Mahlzeiten essen und jene die fünf oder mehr Mahlzeiten essen. Weniger als fünf Mahlzeiten werden von 49,7 % (n=222) und fünf oder mehr Mahlzeiten von 50,3 % (n=225) verzehrt.

Tabelle 21: Häufigkeiten der Mahlzeitenfrequenz aufgeteilt in zwei Gruppen (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag) und nach Altersgruppen

	Alter in Gruppen		
	10-13	13-15	15-17
<5	47 (45,2%)	46 (50,5%)	129 (51,2%)
≥ 5	57 (54,8%)	45 (49,5%)	123 (48,8%)
Gesamt	104	91	252

Tabelle 22: Häufigkeiten der Mahlzeitenfrequenz aufgeteilt in zwei Gruppen (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag) nach Geschlecht und Alter

Geschlecht		Alter in Gruppen			Gesamt
		10-13	13-15	15-17	
männlich	<5	25 (46,3%)	19 (63,3%)	33 (40,2%)	77 (46,4%)
	≥ 5	29 (53,7%)	11 (36,7%)	49 (58,8%)	89 (53,6%)
	Gesamt	54	30	82	166
weiblich	<5	22 (44,0%)	27 (44,3%)	96 (56,5%)	145 (51,6%)
	≥ 5	28 (56,0%)	34 (55,7%)	74 (43,5%)	136 (48,4%)
	Gesamt	50	61	170	281

Buben verzehren häufiger fünf oder mehr Mahlzeiten als Mädchen. Im Schnitt essen 46,4 % (n=77) der männlichen Probanden weniger als fünf Mahlzeiten. Bei den Mädchen werden von 51,6% (n=145) weniger als fünf Mahlzeiten verzehrt (s. Tabelle 21). In Abbildung 23 wird der Unterschied nochmals mittels eines Balkendiagramms dargestellt.

Wenn die Altersgruppen betrachtet werden, kann man sehen, dass die jüngeren Kinder seltener weniger als fünf Mahlzeiten verzehren als die in der ältesten Gruppe (s. Tabelle 22).

Da bei der Auswertung der Nährstoffe durchwegs die Gruppe der 15-17-jährigen Mädchen im Vergleich zu den anderen Altersgruppen besonders wenige Nährstoffe aufgenommen haben, ist es besonders spannend, ob sich dies auch in der Mahlzeitenfrequenz bemerkbar macht.

Wie in Tabelle 22 zu erkennen ist, wurden weniger als fünf Mahlzeiten vorwiegend von den 13-15-jährigen Buben gegessen. Hier aßen nur 36,7% fünf oder mehr Mahlzeiten. Besonders auffällig ist jedoch, dass die Mädchen mit 10-13 und 13-15 Jahren tendenziell häufiger fünf oder mehr Mahlzeiten verzehrt haben als die Buben in denselben Altersgruppen. Jedoch aßen in der Altersgruppe der 15-17-Jährigen nur noch 43,5% der Mädchen fünf oder mehr Mahlzeiten, bei den Buben waren es 53,6%. Diese Werte wurden zusätzlich als Balkendiagramm in Abbildung 24 und Abbildung 25 grafisch dargestellt.

Abbildung 23: Balkendiagramm Anzahl der verzehrten Mahlzeiten aufgeteilt in zwei Gruppen (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag) nach Geschlecht

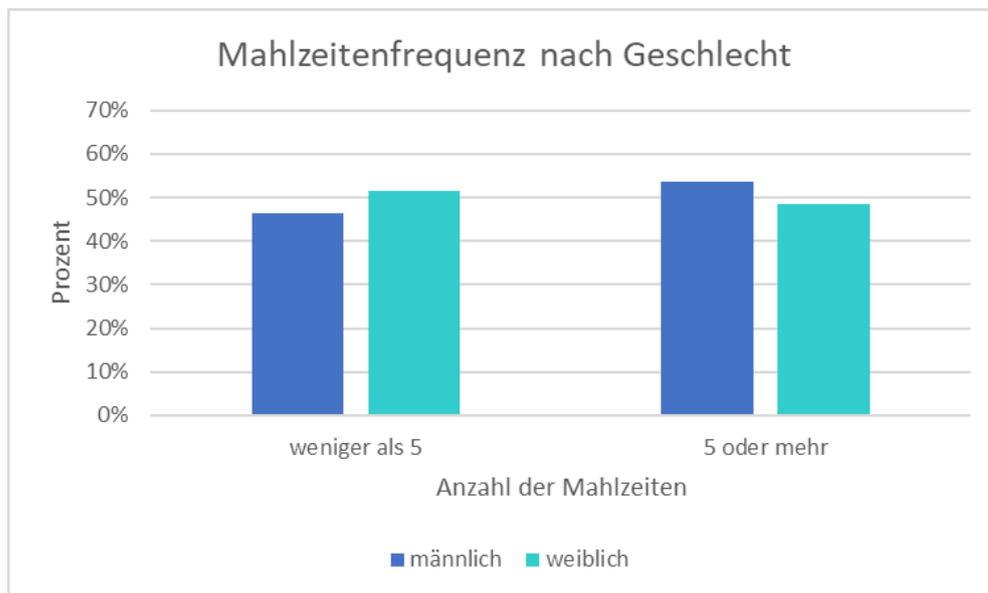


Abbildung 24: Balkendiagramm Prozentuelle Aufteilung der Mahlzeitenfrequenz in zwei Gruppen (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag) und nach Alter bei den Mädchen.

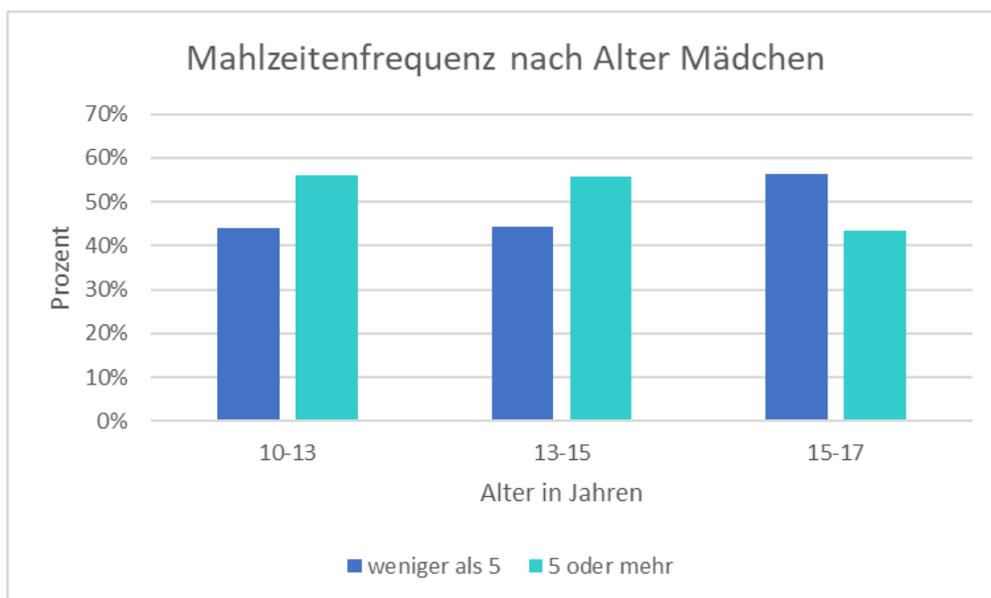
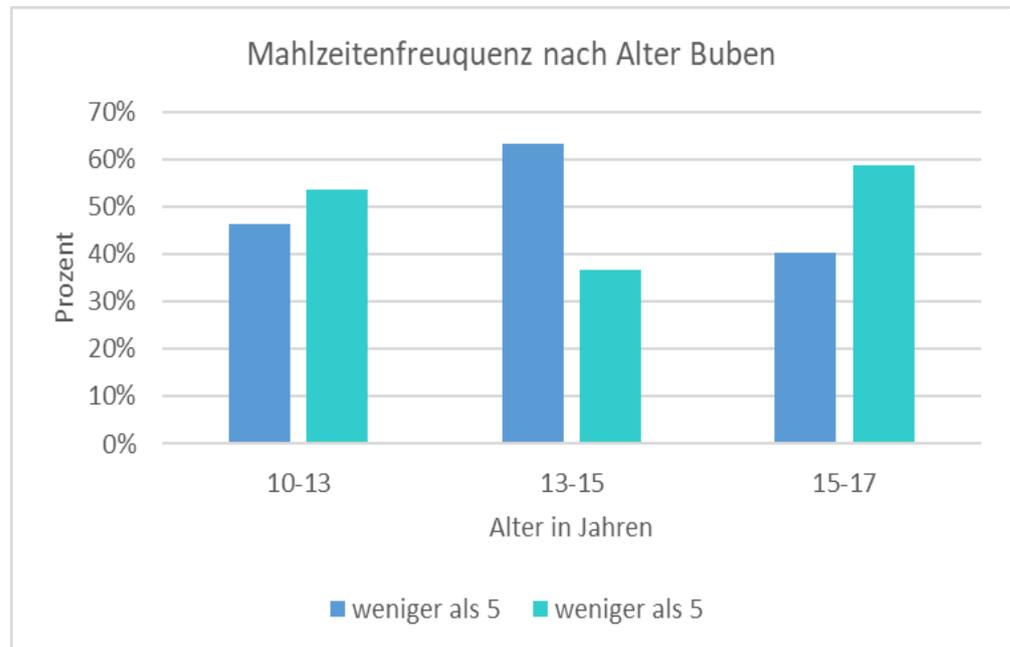


Abbildung 25: Balkendiagramm Prozentuelle Aufteilung der Mahlzeitenfrequenz in zwei Gruppen (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag) und nach Altersgruppen der Buben.



Um einen signifikanten Unterschied zwischen der Mahlzeitenhäufigkeit der beiden Geschlechter und den drei Altersgruppen feststellen zu können, wird ein Chi²-Test durchgeführt. Es werden die Geschlechter und Altersgruppen verglichen, um die Hypothese **H₀**: Es können keine Verteilungsunterschiede zwischen Geschlechtern beziehungsweise Altersgruppe bezüglich der Mahlzeitenhäufigkeit festgestellt werden, auszuwerten.

Es konnten weder zwischen den Geschlechtern noch nach den Altersgruppen statistisch signifikante Verteilungsunterschiede erkannt werden. Beim Vergleich der Mädchen und Buben ergab $\chi^2(1) = 1,136$ $p=0,287$. Ebenso hat der Vergleich der Altersgruppen mit dem Ergebnis $\chi^2(2) = 1,094$ $p=0,579$ keine signifikanten Unterschiede aufgezeigt. Zum Schluss wurde noch geprüft, ob zwischen den Altersgruppen aufgeteilt nach Geschlecht ein signifikanter Verteilungsunterschied festgestellt werden kann. Jedoch kann auch hier die **H₀** nicht widerlegt werden. Es konnte kein Verteilungsunterschied zwischen dem Geschlecht und der Altersgruppe festgestellt werden. Für Buben aufgeteilt nach Altersgruppe ergab $\chi^2(2) = 14,709$ $p=0,095$, bei den Mädchen ist $\chi^2(2) = 4,08$ $p=0,130$.

4.1.5. Nährstoffverteilungen nach Mahlzeitenfrequenz

In Kapitel 4.1.4 wurden die Anzahl der verzehrten Mahlzeiten analysiert. Nun wird geprüft, ob die Anzahl der verzehrten Mahlzeiten einen Einfluss auf die Nährstoffversorgung hat. Besonderes Augenmerk wird hier auf die kritischen Nährstoffe der Stichprobe gelegt, welche in Kapitel 4.1 erhoben wurden. Nachfolgend werden die Mittelwerte der prozentuellen Abweichungen zu den Referenzwerten sowie der Nährstoffdichte verglichen. Es wird jeweils eine ANOVA durchgeführt um die Nährstoffzufuhr bei den beiden Gruppen „weniger als fünf Mahlzeiten“ und „fünf Mahlzeiten oder mehr“ miteinander zu vergleichen. Da es keine tatsächlichen Referenzwerte zur Nährstoffdichte gibt, wird der Vergleich mit der Nährstoffdichte erst aufgeteilt nach Geschlecht und Altersgruppen durchgeführt. Leider ist die Studienlage betreffend der Mahlzeitenfrequenz im Zusammenhang mit der Makro- und Mikronährstoffversorgung bei Kindern und Jugendlichen nicht ausreichend gegeben, um Vergleiche ziehen zu können.

4.1.5.1. Makronährstoffaufnahme nach Mahlzeitenfrequenz

Um zu erkennen, ob ein Unterschied in der Nährstoffversorgung entsteht, wenn weniger als fünf beziehungsweise fünf oder mehr Mahlzeiten verzehrt werden, werden diese Gruppen miteinander verglichen. In Tabelle 23 werden die Mittelwerte der aufgenommenen Makronährstoffe nach den prozentuellen Abweichungen von den D-A-CH Referenzwerten dargestellt [D-A-CH, 2021].

Tabelle 23: Prozentuelle Abweichungen der Aufnahme der Makronährstoffen zu den D-A-CH Referenzwerten aufgeteilt nach Mahlzeitenfrequenz (< 5 bzw. ≥ 5 MZ pro Tag)

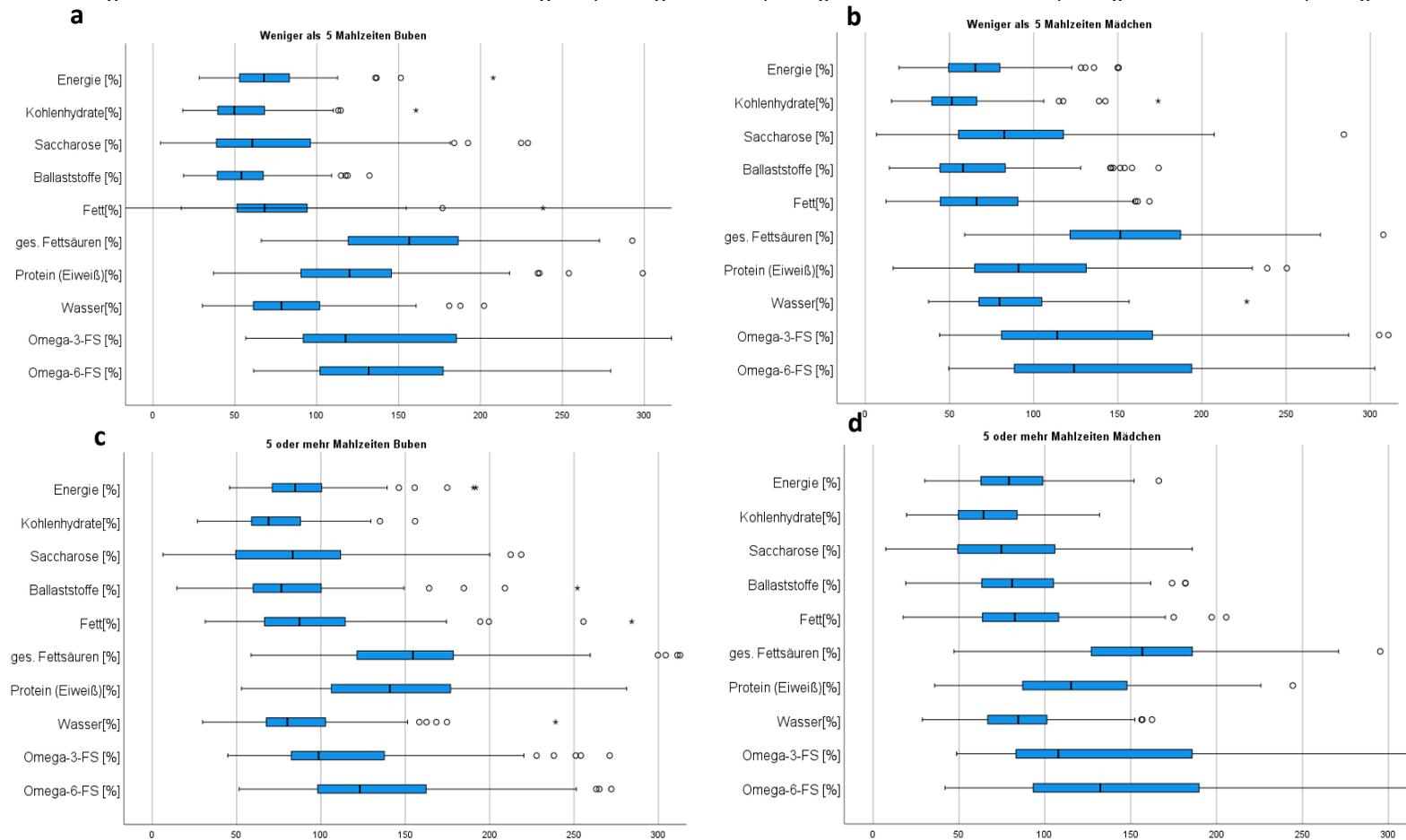
Energieliefernde Nährstoffe				
MZ pro Tag	< 5		≥ 5	
	Abweichung zu den Referenzwerten [D-A-CH, 2021]			
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW
Energie [%]	68,3	26,8	84,9	28,2
Kohlenhydrate [%]	55,8	25,1	69,8	25,0
Saccharose [%]	83,9	49,6	83,0	42,2
Ballaststoffe [%]	65,3	36,0	85,4	39,9
Fett [%]	72,3	34,4	90,1	39,4
Gesättigte FS [%]	158,2	48,5	158,3	47,7
Omega-3-FS [%]	150,9	131,1	132,7	76,7
Omega-6-FS [%]	152,9	86,7	148,1	75,1
Protein [%]	109,0	50,3	132,0	56,3
Wasser [%]	87,3	31,8	88,0	30,7

Die Mittelwerte der zwei Gruppen wurden anhand einer einfaktoriellen ANOVA statistisch verglichen. Der Test ergab für alle Makronährstoffe eine signifikant geringere Aufnahme, wenn weniger als fünf Mahlzeiten verzehrt werden. Energie ($F(1,445)=40,75$), Kohlenhydrate ($F(1,445)=34,78$), Ballaststoffe ($F(1,445)=31,22$), Fett ($F(1,445)=25,90$) und Eiweiß ($F(1,445)=20,63$) wurden mit einer Signifikanz von $p < 0,001$ in geringeren Mengen aufgenommen, wenn weniger als 5 Mahlzeiten pro Tag konsumiert wurden. Wie in Tabelle 23 zu erkennen ist, werden von den Nährstoffen weniger als den Empfehlungen entsprechend aufgenommen. Die einzige Ausnahme stellt Protein dar, welches immer ausreichend verzehrt wird, unabhängig von der Mahlzeitenhäufigkeit.

Eine nach dem Geschlecht getrennte Analyse ergab bei den Buben ebenfalls einen signifikanten Unterschieden bei der konsumierten Energie ($F(1,164)=18,41$), den Kohlenhydraten ($F(1,164)=22,18$) mit $p < 0,001$ sowie Fett ($F(1,164)=8,424$) und Protein ($F(1,164)=5,55$) mit $p < 0,05$. Die Nährstoffe werden von den Buben mit geringerer Mahlzeitenfrequenz weniger gegessen als der Vergleichsgruppe, die mehr Mahlzeiten konsumiert.

Bei der Analyse der Nährstoffdichte aufgeteilt nach Mahlzeitenhäufigkeit sowie nach Geschlecht und Altersgruppe konnten hingegen keine statistisch signifikanten Unterschiede erkannt werden. Dies bedeutet, dass die Mahlzeitenfrequenz keinen Einfluss auf die Qualität der verzehrten Mahlzeiten hat, jedoch auf die Energieaufnahme und somit auch auf nahezu alle Makronährstoffe.

Abbildung 26: Boxplot zur prozentuellen Abweichung der Nährstoffaufnahme zu den D-A-CH Referenzwerten von Makronährstoffen aufgeteilt nach Geschlecht und Mahlzeitenhäufigkeit pro Tag a= < 5 MZ pro Tag bei den Buben b= < 5 MZ pro Tag Mädchen c= ≥ 5 MZ pro Tag Buben



4.1.5.1. Aufnahme fettlöslicher Vitamine nach Mahlzeitenfrequenz

Tabelle 24 stellt die prozentuellen Abweichungen der aufgenommenen fettlöslichen Vitamine im Vergleich zu den D-A-CH Referenzwerten dar. So wie bei den Makronährstoffen, kann auch hier wieder eine geringere Nährstoffaufnahme bei weniger als fünf gegessenen Mahlzeiten festgestellt werden.

Tabelle 24: Prozentuelle Abweichungen der Aufnahme der fettlöslichen Vitamine zu den D-A-CH Referenzwerten aufgeteilt nach Mahlzeitenfrequenz (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag)

Fettlösliche Vitamine				
Mahlzeiten	Weniger als 5		5 oder mehr	
	Abweichung zu den Referenzwerten			
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW
Retinol-Äquivalente ¹ %	80,1	94,3	101,2	87,9
Vitamin D ² %	7,9	9,3	9,4	11,8
Tocopherol-Äquivalente ³ %	51,4	33,2	73,2	52,4
Vitamin K %	97,1	110,0	137,2	130,6

¹Retinoläquivalente: 1 mg Retinol-Äquivalent = 6 mg all-trans-β-Carotin = 12 mg andere Provitamin A-Carotinoide = 1 mg Retinol = 1,15 mg all-trans-Retinylnacetat = 1,83 mg all-trans-Retinylnpalmitat; 1 IE (Internationale Einheiten) werden nur noch im pharmazeutischen Bereich angegeben) = 0,3 µg Retinol

²bei fehlender endogener Synthese

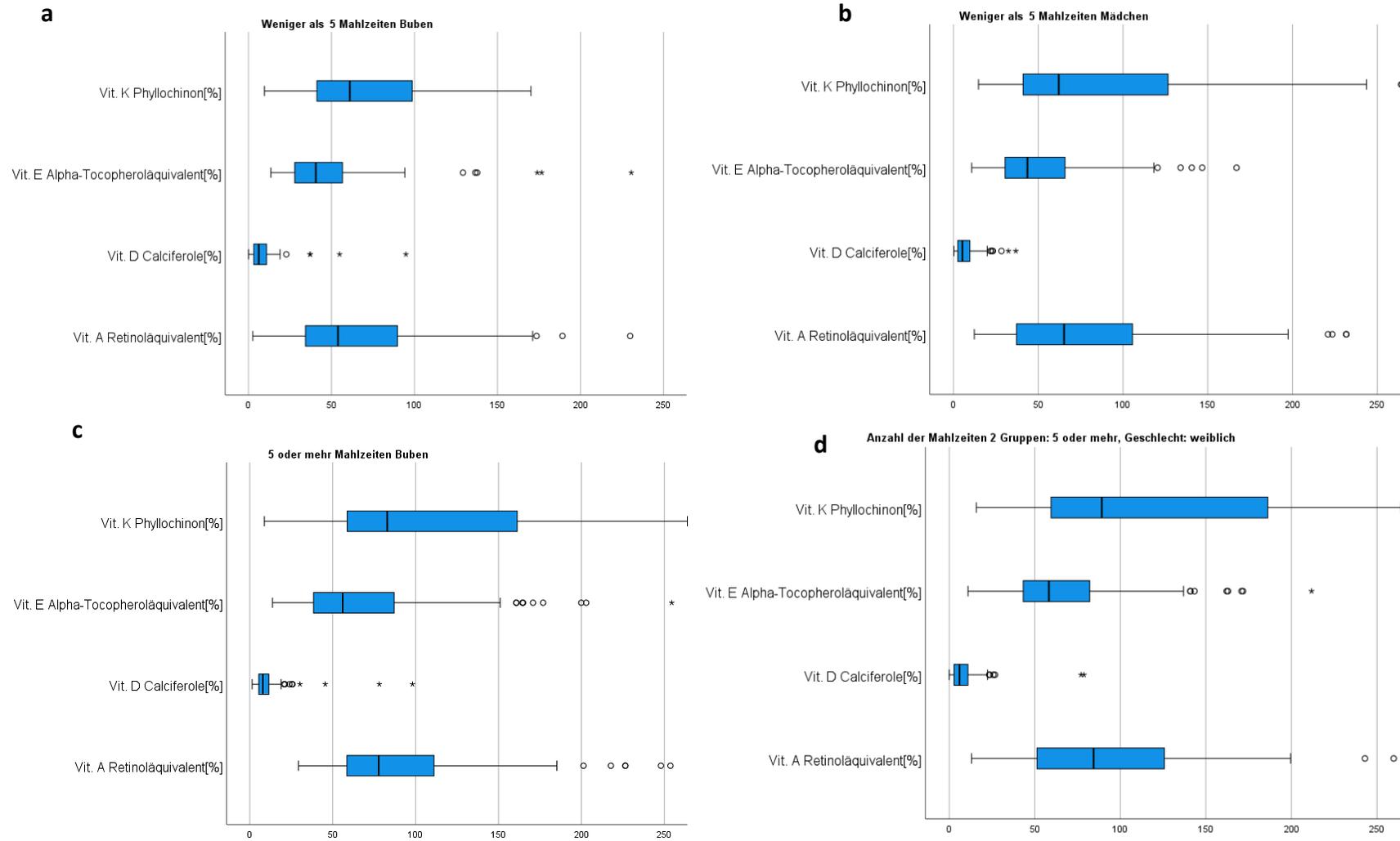
³Tocopheroläquivalente: 1 mg RRR-α-Tocopherol-Äquivalent = 1 mg RRR-α-Tocopherol = 1,49 IE; 1 IE = 0,67 mg RRR-α-Tocopherol = 1 mg all-rac-α-Tocopherylnacetat

Die Mittelwerte der zwei Gruppen wurden anhand einer einfaktoriellen ANOVA statistisch verglichen. Die Vitamin-A Zufuhr lag bei weniger als fünf verzehrten Mahlzeiten mit $F(1,445)=5,97$ $p<0.05$ signifikant unter der von fünf oder mehr Mahlzeiten. Wie in Tabelle 24 dargestellt, befindet sich die Vitamin A Zufuhr bei fünf oder mehr Mahlzeiten mit 101,2 % genau im Rahmen der Referenzwerte. Da bei den Nährstoffen Vitamin E und Vitamin K der Levene-Test auf Varianzhomogenität signifikant ausfiel, wurde hier anschließend ein Kruskal-Wallis-Test durchgeführt. Da hier Signifikanzen gegeben waren, wurde anschließend ein Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Dieser zeigte, dass die Nährstoffzufuhr von Vitamin K $p<0,001$ und Vitamin E-Äquivalent $p<0,001$ durch die Anzahl der verzehrten Mahlzeiten beeinflusst wird.

Bei der Analyse getrennt nach Geschlecht kann bei den Buben bei der Zufuhr von Vitamin E-Äquivalenten und Vitamin A-Äquivalenten ($p < 0,001$) und Vitamin-K ($p = 0,005$) ein signifikant geringerer Verzehr beobachtet werden, wenn < 5 Mahlzeiten gegessen werden verglichen mit einer Mahlzeitenfrequenz von 5 und mehr Mahlzeiten. Bei den Mädchen war bei einem Konsum von weniger als fünf Mahlzeiten pro Tag die Aufnahme von Vitamin A-Äquivalenten ($p < 0,001$), Vitamin K ($p < 0,001$) und Vitamin E-Äquivalenten ($p < 0,001$) signifikant niedriger im Vergleich mit einer Zufuhr von 5 und mehr Mahlzeiten.

Beim Vergleich mit der Nährstoffdichte aufgeteilt nach Mahlzeitenfrequenz, konnten kaum Unterschiede gesehen werden. Hier konnte nur eine signifikant geringere Aufnahme an Vitamin E-Äquivalenten erkannt werden: Es konnte eine signifikant geringere Aufnahme an Vitamin E-Äquivalenten pro 1000 kcal mit $F(1) = 5,02$ $p = 0,026$ bei weniger als fünf Mahlzeiten in der Gesamtstichprobe beobachtet werden. Weder bei getrennter Beobachtung des Geschlechts noch der Altersgruppen konnte ein weiterer Unterschied erkannt werden.

Abbildung 27: Boxplot zur prozentuellen Abweichung der Aufnahme von fettlöslichen Vitaminen zu den D-A-CH Referenzwerten aufgeteilt nach Geschlecht und Mahlzeitenhäufigkeit a= < 5 MZ pro Tag bei den Buben b= < 5 MZ pro Tag Mädchen c= ≥ 5 MZ pro Tag Buben d= ≥ 5 MZ pro Tag Mädchen



4.1.5.2. Aufnahme wasserlöslicher Vitamine nach Mahlzeitenfrequenz

Tabelle 25 stellt die prozentuellen Abweichungen der aufgenommenen wasserlöslichen Vitamine, im Vergleich zu den D-A-CH Referenzwerten dar. Auch hier kann eine deutlich geringere Aufnahme der Nährstoffe bei weniger als fünf Mahlzeiten am Tag beobachtet werden. Besonders auffällig ist dies bei Vitamin B₁. Hier ist der Wert bei mehr als fünf Mahlzeiten 104,6%, bei geringerer Mahlzeitenfrequenz betrifft die Versorgung 76,2% der empfohlenen Zufuhr. Ebenso bei Vitamin B₆, hier entspricht die Aufnahme 100,1 %, jedoch bei einer geringeren Mahlzeitenfrequenz kann die empfohlene Zufuhr nur zu 76,9% gedeckt werden. Besonders interessant ist die Abweichung von Vitamin C. Hier wurde bei der allgemeinen Auswertung von allen befragten Kindern und Jugendlichen, mit Ausnahme der 15-17-jährigen Mädchen, der Referenzwert erreicht beziehungsweise übertroffen. Bei weniger als fünf Mahlzeiten am Tag kann die Stichprobe jedoch die Empfehlungen der Vitamin C-Aufnahme nicht erreichen.

Tabelle 25: Prozentuelle Abweichungen der Aufnahme der wasserlöslichen Vitamine zu den D-A-CH Referenzwerten aufgeteilt auf Mahlzeitenfrequenz (< 5 bzw. ≥ 5 MZ pro Tag)

Wasserlösliche Vitamine				
Mahlzeiten	Weniger als 5		5 oder mehr	
	Abweichung zu den Referenzwerten			
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW
Vit. B1 Thiamin [%]	76,2	51,5	104,6	81,2
Vit. B2 Riboflavin [%]	70,1	36,9	91,4	51,2
Vit. B3 Niacinäquivalent [%]	150,5	75,1	185,6	98,3
Vit. B5 Pantothersäure [%]	50,5	32,1	67,1	47,3
Vit. B6 Pyridoxin[%]	76,9	50,6	100,1	72,7
Vit. B7 Biotin [%]	92,7	87,8	144,2	189,7
Vit. B9 Folatäqu. ¹ [%]	61,4	36,9	82,7	50,4
Vit. B12 Cobalamin [%]	77,0	59,2	91,9	62,2
Vit. C Ascorbinsäure [%]	89,8	80,6	123,9	93,6

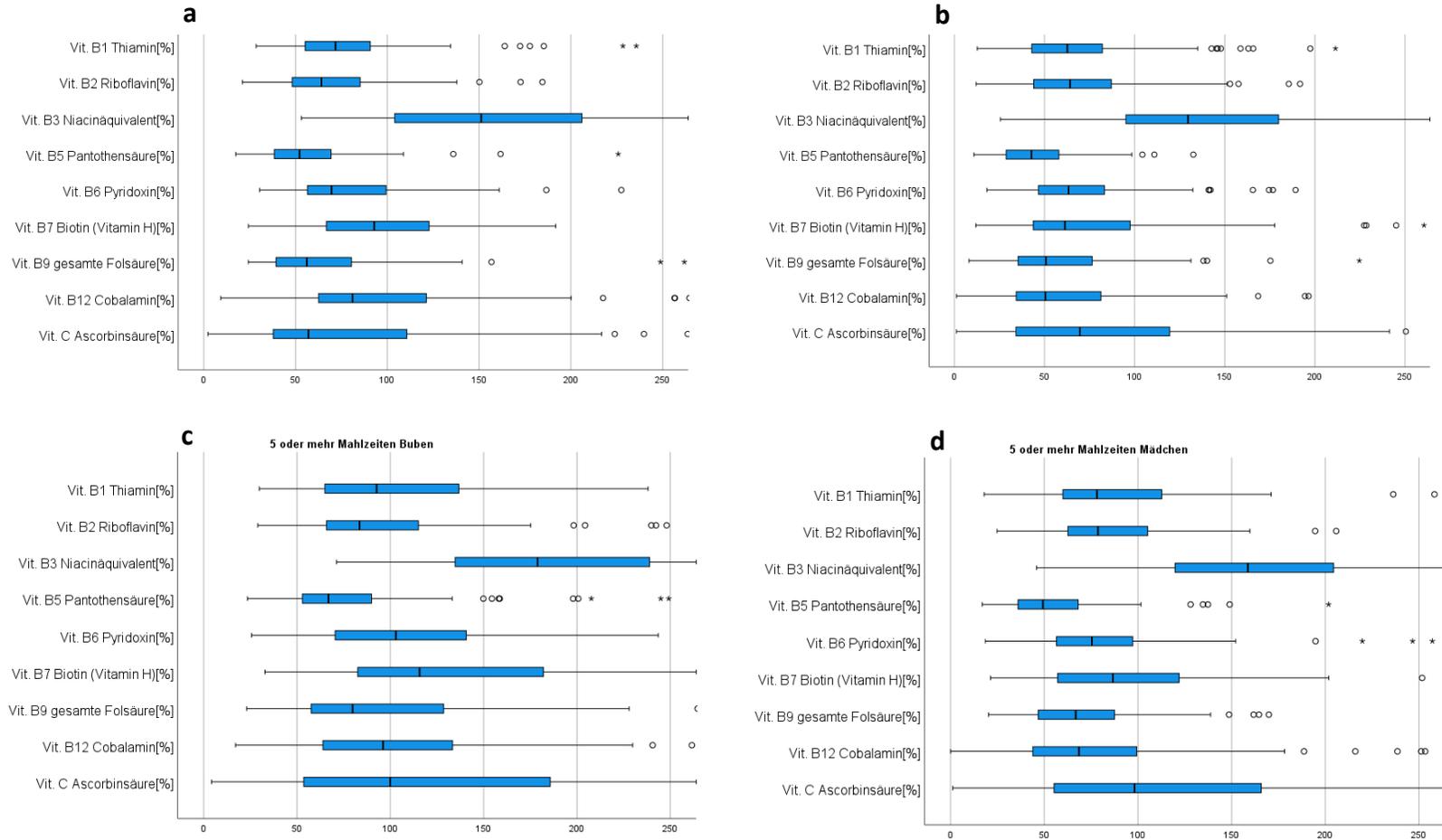
¹Berechnet nach der Summe folatwirksamer Verbindungen in der üblichen Nahrung (Folat-Äquivalente)

Die Mittelwerte der zwei Gruppen wurden anhand einer einfaktoriellen ANOVA statistisch verglichen. Der Test auf Varianzhomogenität nach Levene zeigte nur bei Vitamin B₃ und B₁₂ kein signifikantes Ergebnis, wonach bei den restlichen Nährstoffen dieser Gruppe ein Kruskal-Wallis-Test und anschließend ein Mann-Whitney-U Test durchgeführt wurden. Alle wasserlöslichen Vitamine wurden bei weniger als fünf Mahlzeiten in signifikant geringeren Mengen aufgenommen als bei mehr als fünf Mahlzeiten. Für die wasserlöslichen Vitamine gelten folgende Signifikanzen: Vitamin B₁ p<0,001, Vitamin B₂ p<0,001, Vitamin B₃ F(1,445)=17,92, Vitamin B₅ p<0,001, B₆ χ^2 p<0,001, B₇ p<0,001, B₉ p<0,001, B₁₂ F(1,445)=6,73 p<0,05 und Vitamin C p<0,001.

Ebenfalls bei der getrennten Betrachtung nach Geschlecht werden alle Nährstoffe in signifikant geringeren Mengen aufgenommen, wenn weniger als fünf Mahlzeiten verzehrt werden, ausgenommen ist Vitamin B₁₂ bei den Buben. Interessant ist, dass im Vergleich der Altersgruppen bei den Buben zwischen 15-18-Jahren die Mahlzeitenfrequenz keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Aufnahme der wasserlöslichen Vitamine zu haben scheint, obwohl bei dieser Gruppe bei den Makronährstoffen signifikant weniger Energie und Kohlenhydrate konsumiert wurden. Auch bei den 10-13-jährigen Mädchen gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Beim Vergleich der Altersgruppen haben als einzige Gruppe die 13-15-jährigen Mädchen von allen wasserlöslichen Vitaminen bei einer geringeren Mahlzeitenhäufigkeit signifikant weniger konsumiert.

Bei der Betrachtung der Nährstoffdichte der wasserlöslichen Vitamine konnten keine signifikanten Unterschiede erkannt werden. Somit wird die Aufnahme von wasserlöslichen Vitaminen pro 1000 kcal verzehrter Energie nicht von ausgelassenen Mahlzeiten negativ beeinflusst.

Abbildung 28: Boxplot zur prozentuellen Abweichung der wasserlöslichen Vitamine zu den D-A-CH Referenzwerten, aufgeteilt nach Geschlecht und Mahlzeitenfrequenz (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag) a= < 5 MZ pro Tag bei den Buben b= < 5 MZ pro Tag Mädchen c= ≥ 5 MZ pro Tag Buben d= ≥ 5 MZ pro Tag Mädchen



4.1.5.3. Aufnahme der Mineralstoffe nach Mahlzeitenfrequenz

Die Mineralstoffe wurden, wie bei den vorherigen Berechnungen, in die Gruppe der Mengen- und Spurenelemente unterteilt.

Mengenelemente:

Bei der Auswertung konnte gezeigt werden, dass die Zufuhrempfehlungen der D-A-CH Referenzwerte der Mengenelemente unabhängig von der Mahlzeitenfrequenz nicht gegeben war (Tabelle 26). Jedoch können Kinder und Jugendliche, welche weniger als fünf Mahlzeiten pro Tag essen, eine angemessene Zufuhr noch schlechter erreichen.

Tabelle 26: Prozentuelle Abweichungen der Aufnahme der Mengenelemente zu den D-A-CH Referenzwerten aufgeteilt auf Mahlzeitenfrequenz in zwei Gruppen (< 5 bzw. ≥ 5 MZ pro Tag)

Mengenelemente				
Mahlzeiten	Weniger als 5		5 oder mehr	
	Abweichung zu den Referenzwerten			
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW
Calcium [%]	44,0	23,1	56,8	25,9
Phosphor [%]	64,0	29,8	80,5	35,4
Kalium [%]	47,7	22,0	60,8	28,2
Magnesium [%]	61,6	26,0	79,3	38,3

Die Analyse durch eine einfaktorielle ANOVA zeigt, dass alle Mengenelemente in signifikant geringeren Mengen aufgenommen werden, wenn statt fünf oder mehr, weniger als fünf Mahlzeiten verzehrt werden. Da Magnesium beim Levene Test auf Varianzhomogenität ein signifikantes Ergebnis aufzeigt, wird anschließend ein Kruskal-Wallis und im Anschluss ein Mann-Whitney-U Test durchgeführt. Dieser ergibt für Magnesium $p < 0,001$. Auch bei der Betrachtung getrennt nach Geschlecht werden alle Mengenelemente in signifikant geringeren Mengen aufgenommen, wenn weniger als fünf Mahlzeiten am Tag gegessen werden.

Bei der Betrachtung getrennt nach Altersgruppen essen die 10-13-jährigen Buben bei weniger als fünf Mahlzeiten alle Mengenelemente signifikant

weniger. Bei den 13-15-Jährigen gibt es keinen Unterschied bei den beiden Gruppen. Die 15-17-Jährigen haben eine signifikant geringere Kalzium- und Magnesiumaufnahme, wenn sie weniger als fünf Mahlzeiten verzehren. Statt 72,2% des täglichen Bedarfs werden bei weniger als fünf Mahlzeiten in der Altersgruppe der 15-17-Jährigen nur 57,4% der Referenzwerte gedeckt. Bei den Mädchen hingegen ist nur die Magnesiumzufuhr schlechter, wenn weniger als fünf Mahlzeiten gegessen werden. Bei der Altersgruppe der 13-15-Jährigen hat die Mahlzeitenfrequenz den größten Einfluss auf die Nährstoffzufuhr. Sie verzehren von allen Mengenelementen signifikant geringere Mengen, wenn weniger als fünf Mahlzeiten gegessen werden.

Unter Berücksichtigung der geringeren Energiezufuhr bei weniger als fünf Mahlzeiten pro Tag ergibt sich keine signifikant geringere Nährstoffdichte. Sowohl nach Geschlecht und nach Alter aufgeteilt, konsumieren die Kinder und Jugendlichen nicht signifikant weniger oder mehr Kalzium, Magnesium, Kalium oder Phosphor / 1000 kcal aufgenommener Energie, trotz der geringeren Mahlzeitenfrequenz.

Abbildung 29: Boxplot der prozentuellen Abweichung der Aufnahme der Mengenelemente zu den D-A-CH Referenzwerten aufgeteilt nach Geschlecht und Mahlzeitenfrequenz (< 5 bzw. ≥ 5MZ pro Tag) a= < 5 MZ pro Tag bei den Buben b= < 5 MZ pro Tag Mädchen c= ≥ 5 MZ pro Tag Buben d= ≥ 5 MZ pro Tag Mädchen

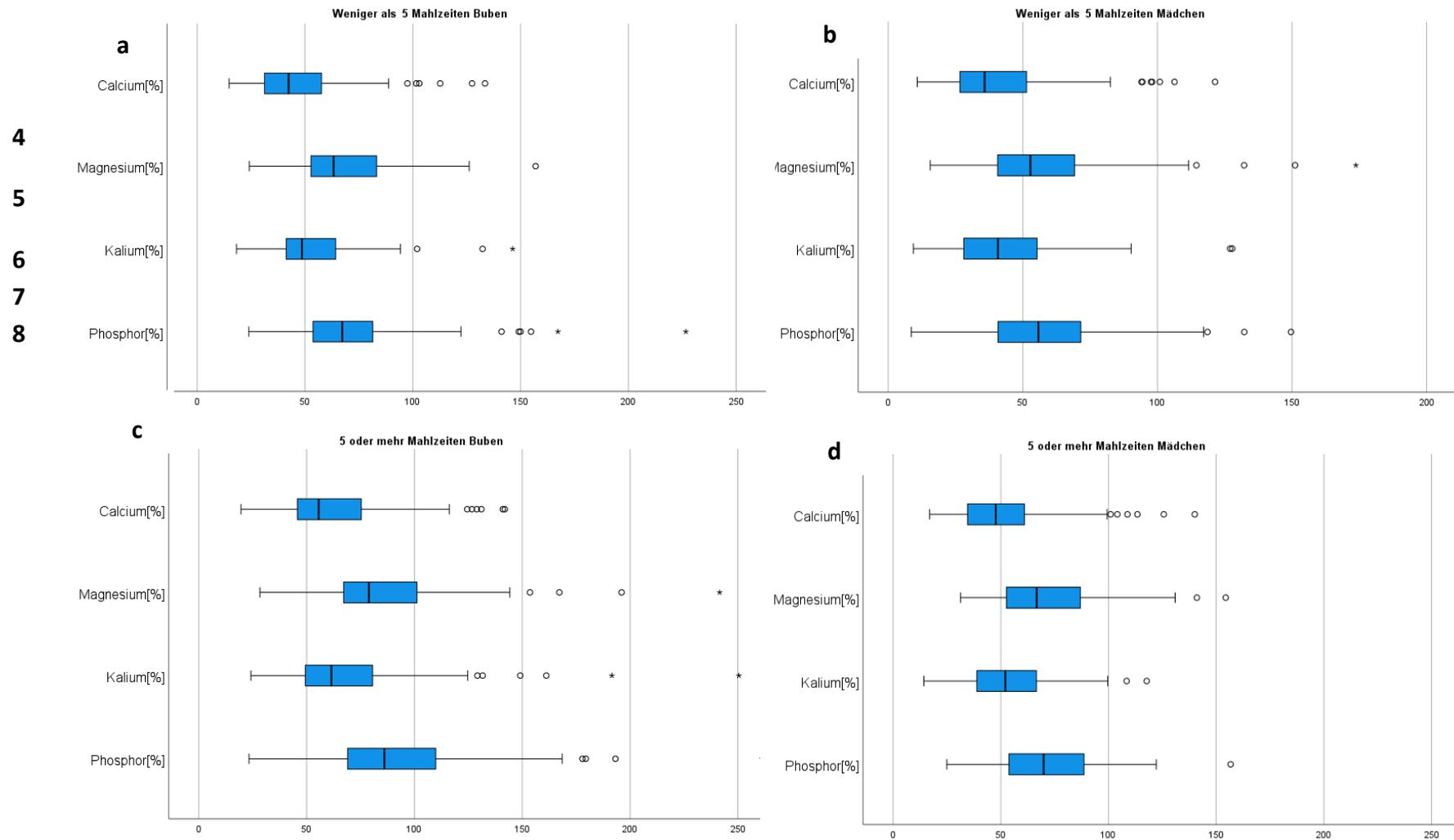


Tabelle 27: Prozentuelle Abweichungen der Aufnahme der Spurenelemente zu den D-A-CH Referenzwerten aufgeteilt auf Mahlzeitenfrequenz (< 5 bzw. ≥ 5 MZ pro Tag)

Spurenelemente				
Mahlzeiten	Weniger als 5		5 oder mehr	
	Abweichung zu den Referenzwerten			
Nährstoffe	MW	STABW	MW	STABW
Iod [%]	44,4	27,2	58,1	33,2
Zink [%]	62,6	29,0	78,4	32,9
Eisen [%]	57,6	31,7	73,1	38,2

Spurenelemente:

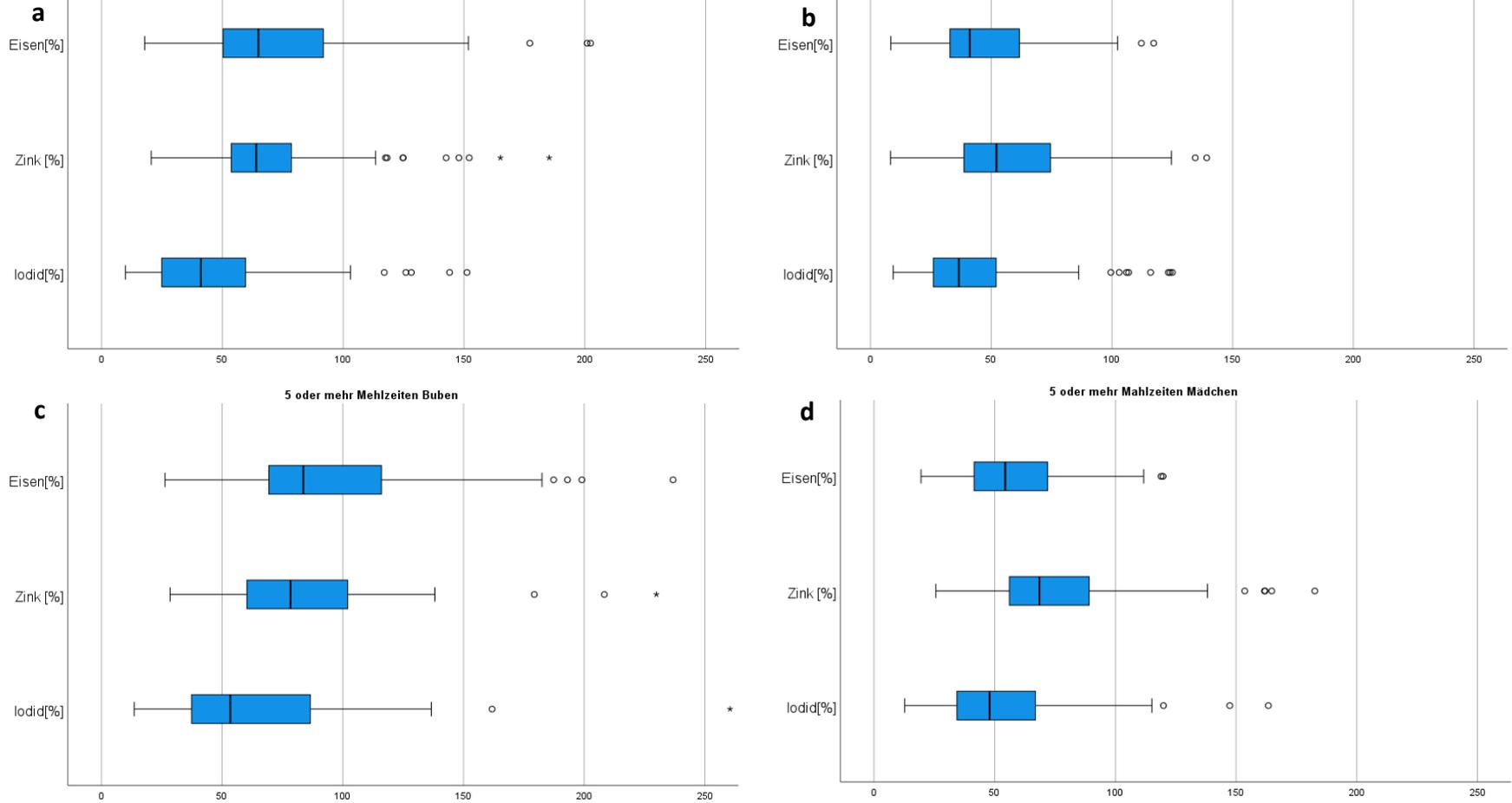
Die Spurenelementen Eisen und Zink konnten mittels einfaktorieller ANOVA ausgewertet werden. Eisen wird mit $F(1,445)=22,02$ $p<0,001$ bei weniger als fünf Mahlzeiten weniger aufgenommen als bei fünf oder mehr Mahlzeiten. Für Zink ergibt sich dasselbe Ergebnis mit $F(1,445)=29,03$ $p<0,001$. Für Iod wurde aufgrund der fehlenden Varianzhomogenität ein Kruskal-Wallis Test und ein Mann-Whitney-U Test durchgeführt. Iod wird ebenso in signifikant geringeren Mengen aufgenommen, wenn weniger Mahlzeiten gegessen werden $p<0,001$.

Ebenso bei der nach Geschlecht aufgeteilten Betrachtung werden alle Spurenelemente in signifikant geringeren Mengen aufgenommen, wenn weniger als fünf Mahlzeiten am Tag gegessen werden.

Wie bei der Betrachtung der Mengenelemente weisen die Altersgruppe der 10-13-jährigen Buben und der 13-15-jährigen Mädchen bei allen Spurenelementen eine signifikant geringere Aufnahme an Eisen, Zink und Jod auf beim Konsum von weniger als fünf Mahlzeiten. Zusätzlich konsumieren die 15-17-jährigen Mädchen bei fünf oder mehr Mahlzeiten signifikant mehr Zink und Jod.

Unter Berücksichtigung der geringeren Energiezufuhr bei der Zufuhr von weniger als fünf Mahlzeiten pro Tag ergibt sich keine signifikant niedrigere Nährstoffaufnahme die Nährstoffdichte betrachtend. Sowohl nach Geschlecht und nach Alter aufgeteilt, konsumieren die Kinder und Jugendlichen nicht weniger Eisen, Zink und Jod / 1000 kcal aufgenommener Energie, bei einer geringeren Mahlzeitenfrequenz.

Abbildung 30: Boxplot der prozentuellen Abweichung der Aufnahme der Spurenelemente zu den D-A-CH Referenzwerten aufgeteilt nach Geschlecht und Mahlzeitenfrequenz (< 5 bzw. ≥ 5 MZ pro Tag) a= < 5 MZ pro Tag bei den Buben b= < 5 MZ pro Tag Mädchen c= ≥ 5 MZ pro Tag Buben d= ≥ 5 MZ pro Tag Mädchen



4.2. Analyse der Mahlzeitenfrequenz

In diesem Kapitel wird untersucht, welche Mahlzeiten ausgelassen werden. Hierfür wurde geschaut, zu welchen Mahlzeiten Energie aufgenommen wurde, um herauszufinden, ob etwas gegessen wurde. Berücksichtigt wurden alle erhobenen Mahlzeiten, dies entspricht drei Haupt- und vier Zwischenmahlzeiten. Die Unterteilung der Mahlzeiten und Durchführung der Erhebung wird näher in Kapitel 3 beschrieben.

In Tabelle 28 wird dargestellt, wie viel Prozent der Gesamtstichprobe die jeweiligen Mahlzeiten auslassen. Am seltensten wird mit 2,0 % das Mittagessen ausgelassen, dicht gefolgt vom Abendessen mit 2,5 %. Von den Hauptmahlzeiten wird am häufigsten das Frühstück nicht gegessen. Hier lassen 11 % der Kinder und Jugendliche diese wichtige Hauptmahlzeit aus. Dieser Wert überschneidet sich mit den in der Metaanalyse von Monzani et al., 2019 ermittelten 10-30 %.

Bei den empfohlenen Zwischenmahlzeiten am Vormittag (79,2 %) und Nachmittag (82,6 %) essen die Kinder und Jugendlichen ähnlich häufig etwas. Auch bei der Spätmahlzeit essen 34,7 % der Kinder und Jugendlichen etwas. Es kann die Vermutung angestellt werden, dass ausgelassene Hauptmahlzeiten durch Zwischenmahlzeiten ersetzt werden. Wie jedoch in Kapitel 2.3.1 beschrieben, werden Hauptmahlzeiten häufig durch Snacks mit nährstoffärmeren und energiedichteren Lebensmitteln ersetzt. Was wiederum eine negative Auswirkung auf die Qualität der Ernährung haben kann [Kim et al., 2011; Murakami und Livingstone, 2016].

Da sowohl die Studien als auch die Untersuchungen aus den vorherigen Kapiteln darauf schließen lassen, dass die Mahlzeitenfrequenz im Jugendalter besonders bei den Mädchen abnimmt, wurde noch eine getrennte Analyse nach Altersgruppen und Geschlecht durchgeführt.

Tabelle 28: Prozent der konsumierten und ausgelassenen Mahlzeiten aufgeteilt auf 3 Hauptmahlzeiten und 4 Zwischenmahlzeiten in der Gesamtstichprobe in Prozent

Mahlzeiten							
gegessen	Vor dem Frühstück	Frühstück	Vormittag	Mittagessen	Nachmittag	Abendessen	Spätmahlzeit
Nein [%]	94,0	11,0	20,8	2,0	17,4	2,5	65,3
Ja [%]	6,0	89,0	79,2	98,0	82,6	97,5	34,7

In Tabelle 29 und Tabelle 30 ist zu erkennen, dass die 13-15-jährigen Mädchen mit 15,3 % am häufigsten das Frühstück auslassen. Die Mädchen frühstücken in allen Altersgruppen seltener als die Buben. Das Abendessen wird am häufigsten von den 15-17-jährigen Buben (4,9 %), gefolgt von den Mädchen derselben Altersgruppe (3,5 %) ausgelassen. Die Mädchen (26,2 %) und Buben (23, 2%) in der Altersgruppe der 15-17-Jährigen essen am seltensten eine Vormittagsmahlzeit. Zur besseren Vorstellung wurde ebenso geprüft, in welcher Gruppe generell eine der drei Hauptmahlzeiten ausgelassen wird. Am häufigsten lassen die 15-17-jährigen Mädchen Frühstück, Mittag oder Abendessen aus. Von dieser Gruppe haben nur 33,7 % immer eine Hauptmahlzeit gegessen.

Tabelle 29: Prozent der konsumierten und ausgelassenen Mahlzeiten aufgeteilt auf 3 Hauptmahlzeiten und 4 Zwischenmahlzeiten bei den Buben, aufgeteilt in Altersgruppen

Buben		Mahlzeiten						
Alter in Jahren	gegessen	Vor dem Frühstück	Frühstück	Vormittag	Mittagessen	Nachmittag	Abendessen	Spätmahlzeit
10-13	Nein [%]	96,3	9,3	13,0	1,9	18,5	0,0	72,2
	Ja [%]	3,7	90,7	87,0	98,1	81,5	100,0	27,8
13-15	Nein [%]	90,0	6,7	16,7	0,0	16,7	0,0	63,3
	Ja [%]	10,0	93,3	83,3	100,0	83,3	100,0	36,7
15-17	Nein [%]	97,6	8,5	23,2	2,4	17,1	4,9	41,5
	Ja [%]	2,4	91,5	76,8	97,6	82,9	95,1	58,5

Tabelle 30: Prozent der konsumierten und ausgelassenen Mahlzeiten aufgeteilt auf 3 Hauptmahlzeiten und 4 Zwischenmahlzeiten bei den Mädchen, aufgeteilt in Altersgruppen

Mädchen		Mahlzeiten						
Alter in Jahren	gegessen	Vor dem Frühstück	Frühstück	Vormittag	Mittagessen	Nachmittag	Abendessen	Spätmahlzeit
10-13	Nein [%]	94,0	12,0	14,0	4,0	12,0	0,0	64,4
	Ja [%]	6,0	88,0	86,0	96,0	88,0	100,0	35,6
13-15	Nein [%]	93,2	15,3	16,9	1,7	10,2	1,7	64,4
	Ja [%]	6,8	84,7	83,1	98,3	89,8	98,3	35,6
15-17	Nein [%]	92,4	11,6	26,2	1,7	21,5	3,5	72,7
	Ja [%]	7,6	88,4	73,8	98,3	78,5	96,5	27,3

4.2.1. Prozentuelle Anteile der Energie- und Nährstoffzufuhr nach Vorbild der Optimierten Mischkost

Um die Mahlzeitenzusammensetzung genauer zu untersuchen, werden in diesem Kapitel die Energie- und Nährstoffzufuhr in Zusammenhang mit den Mahlzeiten gebracht. Als Vorbild für die prozentuelle Aufteilung der Nährstoffverteilung auf die einzelnen Mahlzeiten wurde die mahlzeitenbezogenen Richtlinien einer angemessenen Nährstoffzufuhr von Kersting et al. 2017 herangezogen. In diesem Paper wurde anhand der lebensmittelbezogenen Richtlinien der „Optimierten Mischkost“ eine Abschätzung der empfohlenen mahlzeitenbezogenen Nährstoffzufuhr berechnet.

In Tabelle 31 wird die prozentuelle Aufteilung der Energie- und Nährstoffzufuhr der einzelnen Mahlzeiten nach optimierter Mischkost dargestellt. Da je nach Mahlzeit andere Lebensmittelgruppen vorrangig gegessen werden, unterscheiden sich auch die aufgenommenen Nährstoffe. Somit kann die Vermutung aufgestellt werden, dass beim Weglassen einer Mahlzeit bestimmte Nährstoffe in geringeren Mengen aufgenommen werden. In dieser Arbeit wird auf das Frühstück im Detail eingegangen.

Tabelle 31: Prozentuelle Anteile der Energie- und Nährstoffzufuhr einzelner Mahlzeiten laut Optimierter Mischkost modifiziert nach [Kersting et al., 2017]

Nährstoffe	Frühstück	Vormittag	Mittagessen	Nachmittag	Abendessen
Energie [%]	24	13	26	13	22
Protein [%]	23	13	32	9	23
Fett [%]	19	11	31	12	28
Kohlenhydrate [%]	28	15	22	17	18
Ballaststoffe [%]	24	16	28	9	23
Vitamin-A-Äquivalent [%]	10	21	36	6	27
Vitamin-E-Äquivalent [%]	22	13	31	11	23
Vitamin C [%]	13	13	37	13	23
Vitamin B ₁ [%]	25	14	32	7	21
Vitamin B ₂ [%]	29	14	22	13	22
Vitamin B ₆ [%]	18	13	42	8	18
Folat-Äquivalent [%]	20	15	30	9	26
Calcium [%]	28	11	19	14	28
Magnesium [%]	26	13	32	10	19
Eisen [%]	24	13	36	8	19

4.2.1.1. Unterschiede der Nährstoffversorgung ohne Frühstück

Wie in Tabelle 28 ersichtlich, wurde von den Hauptmahlzeiten das Frühstück am häufigsten ausgelassen. Da diese Mahlzeit keinen unerheblichen Einfluss auf eine adäquate Nährstoffversorgung hat [Coulthard et al., 2017; Giménez-Legarre et al., 2020], wird auf das Frühstück detaillierter eingegangen. Vorzüge eines regelmäßig verzehrten Frühstücks wurden in Kapitel 2.3.2 beschrieben.

Die Kinder und Jugendliche werden in zwei Gruppen unterteilt, einmal in jene, die das Frühstück ausgelassen haben und in jene die gefrühstückt haben. In Tabelle 32 werden diese beiden Gruppen dargestellt und mit den durch die D-A-CH Referenzwerte sowie aus den lebensmittelbezogenen Empfehlungen

der optiMIX[®], errechnete Nährstoffdichte verglichen. Hier ist zu erkennen, dass die Gruppe, die nicht gefrühstückt hat, eine wesentlich geringere Kalorienzufuhr erreicht. Die prozentuellen Anteile der Makronährstoffe an der Gesamtenergie ist jedoch ähnlich. Interessanterweise hatte die Gruppe, die gefrühstückt hat, einen prozentuell etwas geringeren Kohlenhydrat- jedoch einen höheren Fettkonsum als die Vergleichsgruppe. Dieses Ergebnis ist kontrovers zu den Erkenntnissen von Coulthard et al. 2017 und Giménez-Legarre et al. 2020.

In der Mikronährstoffversorgung kann jedoch bei vielen Nährstoffen ein Unterschied in der Qualität der Ernährung erkannt werden. So werden deutlich weniger Vitamin B₁, Vitamin B₂, Vitamin B₆, Folat-Äquivalent, Calcium, Magnesium und Eisen aufgenommen, wenn nicht gefrühstückt wird. Calcium, Vitamin B₂ und Vitamin E-Äquivalent befinden sich zusätzlich unter den ermittelten Referenzwerten. Wobei Vitamin E-Äquivalent und Calcium in beiden Gruppen in zu geringen Mengen aufgenommen wird.

Tabelle 32: Nährstoffdichte, wenn Frühstück ausgelassen wird oder nicht im Vergleich zu einer angemessenen Zufuhr nach den D-A-CH Referenzwerten und der optiMIX®

Frühstück ausgelassen

Nährstoffe	Einheit	ja	nein	D-A-CH ²	Speisepläne optiMIX® ¹
Energie	kcal	1.275	1.635	1.700-2.600	-
Protein	[E%]	14,9	15,1	-	14,9
Fett	[E%]	34,6	35,5	30 – 35	32,2
Kohlenhydrate	[E%]	50,3	48,9	> 50	49,3
Kohlenhydrate	g/1000 kcal	122,2	119,1	-	-
Ballaststoffe	[g/1000 kcal]	9,6	10,2	14,6	15,3
Vitamin-A-Äquivalent ⁴	[µg/ 1000 kcal]	540	562	423-529	750
Vitamin-E-Äquivalent ⁵	[mg/ 1000 kcal]	4,8	5,0	5,8-6,8	7,82
Vitamin C	[mg/ 1000 kcal]	55,1	58,6	34,2-45,0	96,23
Vitamin B ₁	[mg/ 1000 kcal]	0,52	0,64	0,52-0,55	0,63
Vitamin B ₂	[mg/ 1000 kcal]	0,56	0,64	0,58-0,61	0,79
Vitamin B ₆	[mg/ 1000 kcal]	0,73	0,78	0,61-0,74	0,92
Folat-Äquivalent	[µg/ 1000 kcal]	117,3	131,4	115-158	158
Calcium	[mg/ 1000 kcal]	346,5	390,0	461-647	569
Magnesium	[mg/ 1000 kcal]	138,93	146,39	121-175	218
Eisen	[mg/ 1000 kcal]	5,32	5,65	4,6-8,8	6,69

E%= % der Energiezufuhr

¹ [Kersting et al., 2017]

² c berechnete Nährstoffdichte beruhend auf den D-A-CH Referenzwerten [D-A-CH, 2021]

³ mit einem PAL von 1,4

⁴ Retinoläquivalente: 1 mg Retinol-Äquivalent = 6 mg all-trans-β-Carotin = 12 mg andere Provitamin A-Carotinoide = 1 mg Retinol = 1,15 mg all-trans-Retinylnacetat = 1,83 mg all-trans-Retinylnpalmitat; 1 IE (Internationale Einheiten werden nur noch im pharmazeutischen Bereich angegeben) = 0,3 µg Retinol

⁵ Tocopheroläquivalente: 1 mg RRR-α-Tocopherol-Äquivalent = 1 mg RRR-α-Tocopherol = 1,49 IE; 1 IE = 0,67 mg RRR-α-Tocopherol = 1 mg all-rac-α-Tocopherylacetat

⁶ Berechnet nach Suppe folatwirksamer Verbindungen in der üblichen Nahrung (Folat-Äquivalente)

5. Schlussbetrachtung

Die Mahlzeitenhäufigkeit scheint einen Einfluss auf die Aufnahme vieler wichtiger Nährstoffe im Kindes- und Jugendalter zu haben. Geschlechter und altersspezifische Unterschiede lassen sich stark erkennen. Besonders im Heranwachsen hat sich die Aufnahme an Nährstoffen stark geändert. So konnten die Buben in den älteren Altersgruppen die D-A-CH Referenzwerte besser erreichen als die Mädchen derselben Altersgruppe. Die Ergebnisse zeigen eine sehr geringe Energiezufuhr bei den Mädchen in der Pubertät, was auf ein beginnendes restriktives Ernährungsmuster hinweisen könnte. Häufig nimmt zwar die Energiezufuhr bei Mädchen im Alter von 13 Jahren ab, jedoch zeichnet sich diese Gruppe eher durch eine nährstoffdichere Lebensmittelauswahl aus. Im Gegenzug neigen Buben in dem Alter dazu, bereits zu mehr energiedichten und nährstoffarmen Lebensmittelgruppen zu greifen [WHO, 2005].

Dieses Verhalten spiegelt sich auch in der Studienpopulation dieser Masterarbeit wider. Daher wurden die Nährstoffe auf zwei Weisen analysiert. Einmal absolut gesehen und einmal relativ nach der aufgenommenen Energie. Die Aufnahme der fettlöslichen Vitamine war in allen Altersgruppen beider Geschlechter nicht zufriedenstellend. Besonders die 13-18-Jährigen konnten bei keinem Nährstoff bis auf Vitamin K die Zufuhr entsprechend der DACH-Referenzwerte decken. Die Vitamin K-Aufnahme war bei den Mädchen in allen Altersgruppen besser als die der Buben. Bei den wasserlöslichen Vitaminen nahmen die Mädchen durchgehend signifikant weniger auf als die Buben. Jedoch müssen nur Folsäure, Vitamin B₁₂ und Pantothensäure als kritisch eingestuft werden. Bei den Mengen- und Spurenelementen wurden wie im österreichischen Ernährungsbericht 2012 Eisen, Calcium und Jod in zu geringen Mengen aufgenommen. Zusätzlich wurde auch Magnesium bei allen Gruppen in zu geringen Mengen aufgenommen [Elmadfa, 2012], wobei auch bei den Mineralstoffen die Mädchen wiederum signifikant weniger aufnahmen als die Buben.

Nachdem die Nährstoffe auf die Energiezufuhr bezogen wurden, konnten einige der Unterschiede relativiert werden.

Anschließend wurde die Frage nach der veränderten Nährstoffzufuhr mit unterschiedlicher Mahlzeitenfrequenz betrachtet. Hier konnte die Hypothese, dass die Mahlzeitenfrequenz im Alter bei den Mädchen abnimmt und bei den Buben am höchsten ist, bestätigt werden. Es wurden weniger als fünf Mahlzeiten vorwiegend von den 13-15-jährigen Buben gegessen. Hier aßen nur 36,7% fünf oder mehr Mahlzeiten. Besonders auffällig ist es jedoch,

dass die Mädchen von 10-13 und 13-15 Jahren tendenziell häufiger fünf oder mehr Mahlzeiten verzehrt haben als die Buben in denselben Altersgruppen. Jedoch aßen in der Altersgruppe der 15-17-Jährigen nur noch 43,5% der Mädchen fünf oder mehr Mahlzeiten, bei den Buben waren es jedoch 53,6%. Es konnten jedoch keine signifikanten Verteilungsunterschiede erkannt werden.

Alle Makro- und viele Mikronährstoffe werden in geringeren Mengen aufgenommen, wenn weniger als fünf Mahlzeiten aufgenommen werden.

Bei den Mikronährstoffen zeigte sich ein signifikant geringerer Konsum an Vitamin A- Äquivalent, E-Äquivalent, K, B₁, B₂, B₃, B₅, B₇, B₉, B₁₂ und Vitamin C sowie Magnesium, Eisen, Zink und Jod.

Abermals wurden die verzehrten Nährstoffe in Verhältnis zur konsumierten Energie gesetzt und in g[mg]/1000 kcal aufgeteilt auf die Mahlzeitenfrequenz untersucht. Hier wurde nur signifikant weniger Vitamin E-Äquivalent in der Gesamtstichprobe aufgenommen. Bei einer Unterteilung nach Geschlecht oder Altersgruppen konnten keine Unterschiede zwischen Kindern und Jugendlichen, die gleich oder mehr als fünf Mahlzeiten pro Tag konsumierten verglichen mit jene, die weniger als fünf Mahlzeiten essen, beobachtet werden.

Obwohl in der Gruppe die weniger als fünf Mahlzeiten verzehrt viele Nährstoffe in signifikant geringeren Mengen gegessen werden, konnten auch die Kinder und Jugendlichen welche fünf oder mehr Mahlzeiten essen nicht immer die empfohlene Nährstoffzufuhr erreichen.

Da das Frühstück häufig als wichtigste Mahlzeit des Tages bezeichnet wird, wurde die Energie- und Nährstoffversorgung der Gesamtstichprobe mit und ohne Frühstück verglichen. Ohne Frühstück wird weniger Energie aufgenommen, diese verteilt sich jedoch in beiden Gruppen in ähnlichen Anteilen auf die drei Makronährstoffe.

Bei einigen Mikronährstoffen ist ohne Frühstück jedoch eine geringere Zufuhr zu erkennen. Es werden deutlich weniger Vitamin B₁, Vitamin B₂, Vitamin B₆, Folat-Äquivalent, Calcium, Magnesium und Eisen aufgenommen.

Calcium, Vitamin B₂ und Vitamin E-Äquivalent befinden sich zusätzlich unter den Referenzwerten. Wobei Vitamin E-Äquivalent und Calcium in beiden Gruppen in zu geringen Mengen aufgenommen wird.

Abschließend kann gesagt werden, dass die Mahlzeitenfrequenz einen Einfluss auf die Energie und Makronährstoffversorgung hat.

Besonders im Wachstum besitzt eine ausreichende Nährstoffversorgung eine große Wichtigkeit. Da die gesamte Nährstoffversorgung in der Gruppe mit einer höheren Mahlzeitenfrequenz zufriedenstellender war, scheint ein Verzehr von fünf oder mehr Mahlzeiten eine optimalere Bereitstellung von Nährstoffen zu gewährleisten und sollte daher weiterhin empfohlen werden. Dies trifft ebenso auf den Vergleich zwischen den Kindern und Jugendlichen zu, die gefrühstückt haben im Gegensatz zu der Gruppe, die diese Mahlzeit ausgelassen hat. Auch hier scheint sich die Empfehlung zu Frühstücken in der untersuchten Stichprobe widerzuspiegeln.

6. Zusammenfassung

In den Jahren zwischen 10 und 18 Jahren finden bei Kindern und Jugendlichen eine enorme psychische und physische Entwicklung statt. Daher kann diese Zeit als besonders prägende Phase, in der eine bedarfsgerechte Energie und Nährstoffversorgung besonders wichtig ist, gesehen werden. Um diesem Bedarf gerecht werden zu können, gilt als Empfehlung der „Optimierten Mischkost“ fünf Mahlzeiten am Tag zu verzehren.

Das Ziel dieser Masterarbeit ist, diese Theorie zu prüfen, um zu sehen, ob die Mahlzeitenfrequenz einen Einfluss auf die Nährstoffversorgung beziehungsweise die Qualität der Ernährung hat.

Es wurde anhand zwei 24-h-Recalls das Ernährungsverhalten von 166 Buben und 281 Mädchen im Alter von 10 bis 18 Jahren erhoben. Die Befragungen fanden an Schulen in Österreich zwischen Dezember 2018 und März 2019 statt.

Wenn weniger als fünf Mahlzeiten gegessen wurden, konnte eine geringere Aufnahme aller Makro- und vieler Mikronährstoffe beobachtet werden.

Bei den Mikronährstoffen zeigte sich ein signifikant geringerer Konsum an Vitamin A-Äquivalent, E-Äquivalent, K, B₁, B₂, B₃, B₅, B₇, B₉, B₁₂ und Vitamin C sowie Magnesium, Eisen, Zink und Jod, bei der Gruppe die weniger als fünf Mahlzeiten verzehrt.

Zusätzlich wurde noch die Nährstoffaufnahme bei jenen Kindern und Jugendlichen, mit und ohne Frühstück verglichen. Wenn das Frühstück ausgelassen wird, werden deutlich weniger Vitamin B₁, Vitamin B₂, Vitamin B₆, Folat-Äquivalent, Calcium, Magnesium und Eisen aufgenommen. Calcium, Vitamin B₂ und Vitamin E-Äquivalent befinden sich zusätzlich unter den ermittelten Referenzwerten. Wobei Vitamin E-Äquivalent und Calcium in beiden Gruppen in zu geringen Mengen aufgenommen wird. Somit kann gesehen werden, dass alle inadäquat konsumierten Nährstoffe in noch geringeren Mengen aufgenommen werden, wenn das Frühstück ausgelassen wird.

7. Summary

In the years between the age of 10 and 18 years, an enormous psychological and physical development takes place in children and adolescents. Therefore, this time can be seen as a particularly formative phase, in which an adequate energy and nutrient intake that meets their needs, is particularly important. In order to meet this need, the recommendation of the "optimized mixed diet" is to eat five meals a day.

The aim of this master's thesis is to test whether the meal frequency has an influence on the nutrient intake or the quality of the diet.

Based on two 24-hour recalls, the nutritional behavior of 166 boys and 281 girls aged 10 to 18 years was surveyed. The surveys took place at schools in Austria between December 2018 and March 2019.

When less than five meals were eaten, a lower intake of all macro- and many micronutrients could be observed.

For micronutrients, significantly lower consumption of vitamin A equivalents, vitamin E equivalents, vitamins K, B₁, B₂, B₃, B₅, B₇, B₉, B₁₂, and vitamin C, as well as magnesium, iron, zinc and iodine was found in the group eating fewer than five meals.

In addition, the nutrient intake in children and adolescents with and without breakfast was compared. If breakfast was skipped, less vitamin B₁, vitamin B₂, vitamin B₆, folate, calcium, magnesium and iron are consumed. Intake of calcium, vitamin B₂ and vitamin E equivalent are also below the determined reference values. Both groups did not meet the recommendations of Vitamin E and calcium. Thus, it can be seen that all inadequately consumed nutrients are eaten in even lower amounts if breakfast is skipped.

Literaturverzeichnis

- Adolphus, K., Lawton, C. L., Champ, C. L. & Dye, L. (2016). The Effects of Breakfast and Breakfast Composition on Cognition in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Advances in Nutrition*, 7 (3), 590S-612S.
<https://doi.org/10.3945/an.115.010256>
- Adolphus, K., Lawton, C. & Dye, L. (2013). The effects of breakfast on behavior and academic performance in children and adolescents. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 425. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00425>
- Arsenault, J. E., Fulgoni, V. L., Hersey, J. C. & Muth, M. K. (2012). A Novel Approach to Selecting and Weighting Nutrients for Nutrient Profiling of Foods and Diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 112 (12), 1968–1975.
<https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.08.032>
- Barker, D. J. P. (2007). The origins of the developmental origins theory. *Journal of internal medicine*, 261 (5), 412–417. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2007.01809.x>
- Benton, D., Maconie, A. & Williams, C. (2007). The influence of the glycaemic load of breakfast on the behaviour of children in school. *Physiology & Behavior*, 92 (4), 717–724. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.05.065>
- Benton, D., Slater, O. & Donohoe, R. T. (2001). The influence of breakfast and a snack on psychological functioning. *Physiology & Behavior*, 74 (4), 559–571.
[https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(01\)00601-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(01)00601-1)
- Biesalski, H.-K., Grimm, P. & Nowitzki-Grimm, S. (2020). *Taschenatlas Ernährung* (8., vollständig überarbeitete Auflage). Georg Thieme Verlag.
https://eref.thieme.de/ebooks/cs_10915505?fromSearch=true#/e-book_cs_10915505_cs71
- 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. *International Journal of Obesity*, 24 (9), 1119–1130.

<https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801376>

Bordone, M. P., Salman, M. M., Titus, H. E., Amini, E., Andersen, J. V., Chakraborti, B., Diuba, A. V., Dubouskaya, T. G., Ehrke, E., Espindola de Freitas, A., Braga de Freitas, G., Gonçalves, R. A., Gupta, D., Gupta, R., Ha, S. R., Hemming, I. A., Jaggar, M., Jakobsen, E., Kumari, P., . . . Seidenbecher, C. I. (2019). The energetic brain – A review from students to students. *Journal of Neurochemistry*, 151 (2), 139–165. <https://doi.org/10.1111/jnc.14829>

Cooper, S. B., Bandelow, S. & Nevill, M. E. (2011). Breakfast consumption and cognitive function in adolescent schoolchildren. *Physiology & Behavior*, 103 (5), 431–439. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.03.018>

Coulthard, J. D., Palla, L. & Pot, G. K. (2017). Breakfast consumption and nutrient intakes in 4–18-year-olds: UK National Diet and Nutrition Survey Rolling Programme (2008–2012). *The British journal of nutrition*, 118 (4), 280–290. <https://doi.org/10.1017/S0007114517001714>

Currie, C., Molcho, M., Boyce, W., Holstein, B., Torsheim, T. & Richter, M. (2008). Researching health inequalities in adolescents: The development of the Health Behaviour in School-Aged Children (HBSC) Family Affluence Scale. *Social Science & Medicine*, 66 (6), 1429–1436. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2007.11.024>

D-A-CH. (2015). *Referentwerte für die Nährstoffzufuhr* (2. Auflage, 5. aktualisierte Ausgabe).

D-A-CH. (2017). *Referentwerte für die Nährstoffzufuhr* (2. Auflage, 5. aktualisierte Ausgabe).

D-A-CH. (2020). *Referentwerte für die Nährstoffzufuhr* (2. Auflage, 5. aktualisierte Ausgabe).

D-A-CH. (2021). *Referentwerte für die Nährstoffzufuhr* (2. Auflage, 5. aktualisierte Ausgabe).

- Dallacker, M., Hertwig, R. & Mata, J. (2018). The frequency of family meals and nutritional health in children: a meta-analysis. *Obesity Reviews*, 19 (5), 638–653. <https://doi.org/10.1111/obr.12659>
- Elmadfa, I. (2012). *Österreichischer Ernährungsbericht*. 1. Auflage. Wien. Institut für Ernährungswissenschaft.
- Elmadfa, I. & Leitzmann, C. (2019). *Ernährung des Menschen* (6. überarb. u. aktual. Aufl.).
- ENu. (2019). *Durch den Tag gekurvt: Infoblatt für LehrerInnen*. <https://www.umweltbildung.enu.at/images/doku/abdurchdentagekurvt-infoblatt-arbeitsblatt-ubi.pdf>
- Eriksson, J. G., Sandboge, S., Salonen, M. K., Kajantie, E. & Osmond, C. (2014). Long-term consequences of maternal overweight in pregnancy on offspring later health: Findings from the Helsinki Birth Cohort Study. *Annals of Medicine*, 46 (6), 434–438. <https://doi.org/10.3109/07853890.2014.919728>
- Giménez-Legarre, N., Flores-Barrantes, P., Miguel-Berges, M. L., Moreno, L. A. & Santaliestra-Pasías, A. M. (2020). Breakfast Characteristics and Their Association with Energy, Macronutrients, and Food Intake in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 12 (8). <https://doi.org/10.3390/nu12082460>
- 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. *European journal of clinical nutrition*, 45 (12), 569–581.
- Harris, J. J., Jolivet, R. & Attwell, D. (2012). Synaptic Energy Use and Supply. *Neuron* (75), 762–777. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.08.019>
- Hartley, J. E. K., Levin, K. & Currie, C. (2016). A new version of the HBSC Family Affluence Scale - FAS III: Scottish Qualitative Findings from the International FAS Development Study. *Child Indicators Research*, 9 (1), 233–245. <https://doi.org/10.1007/s12187-015-9325-3>

- Hassevoort, K. M., Lin, A. S., Khan, N. A., Hillman, C. H. & Cohen, N. J. (2020). Added sugar and dietary fiber consumption are associated with creativity in preadolescent children. *Nutritional Neuroscience*, 23 (10), 791–802.
<https://doi.org/10.1080/1028415X.2018.1558003>
- Heindel, J. J. & Vandenberg, L. N. (2015). Developmental origins of health and disease: a paradigm for understanding disease cause and prevention. *Current opinion in pediatrics*, 27 (2), 248–253.
<https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000191>
- Henry, C. J.K. (2005). Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. *Public Health Nutrition*, 8 (7a), 1133–1152.
<https://doi.org/10.1079/PHN2005801>
- Herculano-Houzel, S. (2011). Scaling of Brain Metabolism with a Fixed Energy Budget per Neuron: Implications for Neuronal Activity, Plasticity and Evolution. *PLOS ONE*, 6 (3), e17514. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017514>
- Kanarek, R. (1997). Psychological effects of snacks and altered meal frequency. *British Journal of nutrition* (77), 105–120. <https://doi.org/10.1079/BJN19970108>
- Kant, A. K. (2003). Reported Consumption of Low-Nutrient-Density Foods by American Children and Adolescents: Nutritional and Health Correlates, NHANES III, 1988 to 1994. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 157 (8), 789–796.
<https://doi.org/10.1001/archpedi.157.8.789>
- Kaspar, H. (2020). *Ernährungsmedizin und Diätetik* (13. Auflage). Elsevier.
- Kersting, M. (Hg.). (2018). *Kinderernährung: Aktuell*. Herausforderungen für Gesundheitsförderung und Prävention (2. Aufl.). Umschau Zeitschriftenverlag.
- Kersting, M., Kalhoff, H. & Lücke, T. (2017). Von Nährstoffen zu Lebensmitteln und Mahlzeiten: das Konzept der Optimierten Mischkost für Kinder und Jugendliche in Deutschland [From Nutrients to Food And Meals: The Concept of the Optimized Mixed Diet for Children and Adolescents in Germany]. *Aktuelle Ernährungsmedizin*, 42 (04), 304–315.

- Kim, S., DeRoo, L. A. & Sandler, D. P. (2011). Eating patterns and nutritional characteristics associated with sleep duration. *Public Health Nutrition*, 14 (5), 889–895. <https://doi.org/10.1017/S136898001000296X>
- König, J., Hasenegger, V. & Rust, P. (2019). *EU Menu Austria : Food consumption data for Austrian adolescents adults and pregnant women*. University of Vienna Austria. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2019.EN-1754>
- Ludwig, J., Sanbonmatsu, L., Gennetian, L., Adam, E., Duncan, G. J., Katz, L. F., Kessler, R. C., Kling, J. R., Lindau, S. T., Whitaker, R. C. & McDade, T. W. (2011). Neighborhoods, Obesity, and Diabetes — A Randomized Social Experiment. *New England Journal of Medicine*, 365 (16), 1509–1519. <https://doi.org/10.1056/NEJMsa1103216>
- Lundqvist, M., Vogel, N. E. & Levin, L.-Å. (2019). Effects of eating breakfast on children and adolescents: A systematic review of potentially relevant outcomes in economic evaluations. *Food & nutrition research*, 63. <https://doi.org/10.29219/fnr.v63.1618>
- Max Rubner Institut. (2021). *BLS-Version 3.02*. <https://www.blsdb.de/bls?background>
- Mensink, G. B. M., Haftenberger, M., Lage Barbosa, C., Brettschneider, A.-K., Lehmann, F., Frank, M., Heide, K., Moosburger, R., Patelakis, E. & Perlitz, H. (2021). *EsKiMo II - Die Ernährungsstudie als KiGGS-Modul*. Robert Koch-Institut.
- Micha, R., Rogers, P. J. & Nelson, M. (2011). Glycaemic index and glycaemic load of breakfast predict cognitive function and mood in school children: a randomised controlled trial. *The British journal of nutrition*, 106 (10), 1552–1561. <https://doi.org/10.1017/S0007114511002303>
- Monzani, A., Ricotti, R., Caputo, M., Solito, A., Archero, F., Bellone, S. & Prodam, F. (2019). A Systematic Review of the Association of Skipping Breakfast with Weight and Cardiometabolic Risk Factors in Children and Adolescents. What Should We Better Investigate in the Future? *Nutrients*, 11 (2), 387. <https://doi.org/10.3390/nu11020387>

- Müller, M. & Erbersdobler, H. (2005). Editorial 09/05: Wie oft am Tag? *Ernährungsumschau* (09), 1. <https://www.ernaehrungs-umschau.de/print-artikel/13-09-2005-editorial-0905-wie-oft-am-tag/>
- Murakami, K. & Livingstone, M. B. E. (2016). Associations between meal and snack frequency and diet quality and adiposity measures in British adults: findings from the National Diet and Nutrition Survey. *Public Health Nutrition*, 19 (9), 1624–1634. <https://doi.org/10.1017/S1368980015002979>
- Nicklas, T. A., Drewnowski, A. & O’Neil, C. E. (2014). The nutrient density approach to healthy eating: challenges and opportunities. *Public Health Nutrition*, 17 (12), 2626–2636. <https://doi.org/10.1017/S136898001400158X>
- Paoli, A., Tinsley, G., Bianco, A. & Moro, T. (2019). *The Influence of Meal Frequency and Timing on Health in Humans: The Role of Fasting*. *Nutrients: Bd. 11*. <https://doi.org/10.3390/nu11040719>
- Pedersen, T. P., Holstein, B. E., Flachs, E. M. & Rasmussen, M. (2013). Meal frequencies in early adolescence predict meal frequencies in late adolescence and early adulthood. *BMC Public Health*, 13 (1), 445. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-445>
- Philippou, E. & Constantinou, M. (2014). The Influence of Glycemic Index on Cognitive Functioning: A Systematic Review of the Evidence. *Advances in Nutrition*, 5 (2), 119–130. <https://doi.org/10.3945/an.113.004960>
- Prochnik Estima, Camilla de Chermont, da Costa, R. S., Sichieri, R., Pereira, R. A. & da Veiga, G. V. (2009). Meal consumption patterns and anthropometric measurements in adolescents from a low socioeconomic neighborhood in the metropolitan area of Rio de Janeiro, Brazil. *Appetite*, 52 (3), 735–739. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.03.017>
- Pudel, V. & Westenhöfer, J. (1998). *Ernährungspsychologie: eine Einführung* (2. Aufl.). Hogrefe.
- Rehner, G. & Daniel, H. (2010). *Biochemie der Ernährung*. Spektrum Akademischer Verlag.

- Robinson, M., Zubrick, S. R., Pennell, C. E., van Lieshout, R. J., Jacoby, P., Beilin, L. J., Mori, T. A., Stanley, F. J., Newnham, J. P. & Oddy, W. H. (2013). Pre-pregnancy maternal overweight and obesity increase the risk for affective disorders in offspring. *Journal of Developmental Origins of Health and Disease*, 4 (1), 42–48. <https://doi.org/10.1017/S2040174412000578>
- Rust, P., Hasenegger, V. & König, J. (2017). Österreichischer Ernährungsbericht 2017. <https://broschuerenservice.sozialministerium.at/Home/Download?publicationId=528> (Department für Ernährungswissenschaften - Universität Wien).
- Schwingshackl, L., Nitschke, K., Zähringer, J., Bischoff, K., Lohner, S., Torbahn, G., Schlesinger, S., Schmucker, C. & Meerpohl, J. J. (2020). Impact of Meal Frequency on Anthropometric Outcomes: A Systematic Review and Network Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Advances in Nutrition*, 11 (5), 1108–1122. <https://doi.org/10.1093/advances/nmaa056>
- Seidell, J. C. & Halberstadt, J. (2015). The Global Burden of Obesity and the Challenges of Prevention. *Annals of Nutrition and Metabolism* (66 (2)), 7–12. <https://doi.org/10.1159/000375143>
- Slimani, N., Casagrande, C., Nicolas, G., Freisling, H., Huybrechts, I., Ocké, M. C., Niekerk, E. M., van Rossum, C., Bellemans, M., Maeyer, M. de, Lafay, L., Krems, C., Amiano, P., Trolle, E., Geelen, A., Vries, J. H. de, Boer, E. J. de & on behalf of the EFCOVAL Consortium (2011). The standardized computerized 24-h dietary recall method EPIC-Soft adapted for pan-European dietary monitoring. *European journal of clinical nutrition*, 65 (1), S5-S15. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2011.83>
- Statistik Austria. (2020). *Verteilung des Body Mass Index (BMI) von Personen ab 15 Jahren 2006/07, 2014 und 2019, altersstandardisierte Prozentwerte*. http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/gesundheitsdeterminanten/bmi_body_mass_index/025420.html

- Szajewska, H. & Ruszczyński, M. (2010). Systematic Review Demonstrating that Breakfast Consumption Influences Body Weight Outcomes in Children and Adolescents in Europe. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50 (2), 113–119. <https://doi.org/10.1080/10408390903467514>
- Tardy, A.-L., Pouteau, E., Marquez, D., Yilmaz, C. & Scholey, A. (2020). Vitamins and Minerals for Energy, Fatigue and Cognition: A Narrative Review of the Biochemical and Clinical Evidence. *Nutrients*, 12 (1). <https://doi.org/10.3390/nu12010228>
- Uhl, A., Bachmayer, S., Schutterer, I. & Strizek, J. (2020). Handbuch Alkohol: Österreich Band 2: Gesetzliche Grundlagen 2020.
- Utter, J., Larson, N., Berge, J. M., Eisenberg, M. E., Fulkerson, J. A. & Neumark-Sztainer, D. (2018). Family meals among parents: Associations with nutritional, social and emotional wellbeing. *Preventive medicine*, 113, 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2018.05.006>
- Van der Burg, J., Sen, S., Chomitz, V. R., Seidell, J. C., Leviton, A. & Dammann, O. (2016). The role of systemic inflammation linking maternal BMI to neurodevelopment in children. *Pediatric Research*, 79 (1), 3–12. <https://doi.org/10.1038/pr.2015.179>
- Venn, B. J. & Green, T. J. (2007). Glycemic index and glycemic load: measurement issues and their effect on diet-disease relationships. *European journal of clinical nutrition*, 61 Suppl 1, S122-31. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602942>
- Westenhoefer, J., Bellisle, F., Blundell, J. E., Vries, J. de, Edwards, D., Kallus, W., Milon, H., Pannemans, D., Tuijelaars, S. & Tuorila, H. (2004). PASSCLAIM--mental state and performance. *European journal of nutrition*, 43 Suppl 2, II85-II117. <https://doi.org/10.1007/s00394-004-1204-5>
- WHO (2005). Nutrition in adolescence: issues and challenges for the health sector: Issues in adolescent health and development.
- WHO, J. & CONSULTATION, F. E.A.O. (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *World Health Organ Tech Rep Ser* (916), i-viii.