



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Kombinierter Einfluss von Ausdauertraining und
Ernährungsinterventionen mit unterschiedlichem
Kohlenhydratgehalt bzw. glykämischen Indices auf das
körperliche Wohlbefinden“

verfasst von / submitted by

Gerlinde Christiane Theiss BSc MSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien, 2023 / Vienna, 2023

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

UA 066 838 / UA 066 838

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

Master Ernährungswissenschaften / Master's
programme in Nutritional Sciences

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Daniel König

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	<i>Fragestellung</i>	1
1.2	<i>Ziel der Arbeit</i>	2
1.3	<i>Wohlbefinden</i>	2
1.4	<i>Einfluss von Ernährung auf das Wohlbefinden</i>	3
1.5	<i>Einfluss von Bewegung und Sport auf das Wohlbefinden</i>	6
2	Methode	11
2.1	<i>Stichprobe</i>	11
2.2	<i>Ernährungsintervention</i>	11
2.3	<i>Trainingsintervention</i>	12
2.4	<i>Ärztliche Untersuchungen und durchgeführte Tests</i>	12
2.5	<i>Visuelle Analogskala (VAS)</i>	13
2.6	<i>Gesundheitsfragebogen SF-36</i>	14
2.7	<i>Statistische Analyse</i>	15
3	Ergebnisse	16
3.1	<i>Deskriptive Statistik</i>	16
3.1.1	<i>Probanden</i>	16
3.1.2	<i>Ernährungsintervention</i>	17
3.1.3	<i>Trainingsintervention</i>	20
3.1.4	<i>Visuelle Analogskala (VAS)</i>	23
3.1.5	<i>Gesundheitsfragebogen SF-36</i>	36
4	Diskussion	43
4.1	<i>Bedeutung des Themas</i>	43
4.2	<i>Diskussion der Methoden</i>	43

4.3	<i>Diskussion der Ergebnisse</i>	44
4.4	<i>Beantwortung der Forschungsfrage</i>	47
4.5	<i>Beschränkung der Forschung</i>	47
4.6	<i>Fazit und Ausblick</i>	47
5	Literaturverzeichnis	49
6	Anhang	53

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: sportlich aktive Tage pro Woche; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023	17
Abbildung 2: Makronährstoffverteilung Gruppe Low-GI vor Studienbeginn (Baseline); eigene Darstellung (Microsoft Excel); Wien 2023	17
Abbildung 3: Makronährstoffverteilung Gruppe Low-GI während der Studie (Intervention); eigene Darstellung (Microsoft Excel); Wien 2023	18
Abbildung 4: Makronährstoffverteilung Gruppe High-GI vor Studienbeginn (Baseline); eigene Darstellung (Microsoft Excel); Wien 2023	18
Abbildung 5: Makronährstoffverteilung Gruppe High-GI während der Studie (Intervention); eigene Darstellung (Micro-soft Excel); Wien 2023.....	19
Abbildung 6: Makronährstoffverteilung Gruppe LCHF vor Studienbeginn (Baseline); eigene Darstellung (Microsoft Excel); Wien 2023	19
Abbildung 7: Makronährstoffverteilung Gruppe LCHF während der Studie (Intervention); eigene Darstellung (Microsoft Excel); Wien 2023	20
Abbildung 8: Boxplot: VAS Allgemeinzustand in Woche 1; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023.....	23
Abbildung 9: Zusammenhang zwischen VAS Allgemeinzustand und Gruppe in Woche 1; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023.....	24
Abbildung 10: Boxplot: VAS Allgemeinzustand in Woche 5; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023.....	25
Abbildung 11: Zusammenhang zwischen VAS Allgemeinzustand und Gruppe in Woche 5; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023.....	25
Abbildung 12: Boxplot: VAS Allgemeinzustand in Woche 10; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023.....	26
Abbildung 13: Zusammenhang zwischen VAS Allgemeinzustand und Gruppe in Woche 10; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023.....	27
Abbildung 14: Boxplot: VAS Körperliche Leistungsfähigkeit in Woche 1; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023	28
Abbildung 15: Zusammenhang zwischen VAS Körperliche Leistungsfähigkeit und Gruppe in Woche 1; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023	28

Abbildung 16: Boxplot: VAS Körperliche Leistungsfähigkeit in Woche 5; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023	29
Abbildung 17: Zusammenhang zwischen VAS Körperliche Leistungsfähigkeit und Gruppe in Woche 5; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023	30
Abbildung 18: Boxplot: VAS Körperliche Leistungsfähigkeit in Woche 10; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023	30
Abbildung 19: Zusammenhang zwischen VAS Körperliche Leistungsfähigkeit und Gruppe in Woche 10; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023 ..	31
Abbildung 20: Boxplot: VAS Magen-Darm-Zustand in Woche 1; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023	32
Abbildung 21: Zusammenhang zwischen VAS Magen-Darm-Zustand und Gruppe in Woche 1; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023	33
Abbildung 22: Boxplot: VAS Magen-Darm-Zustand in Woche 5; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023	33
Abbildung 23: Zusammenhang zwischen VAS Magen-Darm-Zustand und Gruppe in Woche 5; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023	34
Abbildung 24: Boxplot: VAS Magen-Darm-Zustand in Woche 10; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023	35
Abbildung 25: Zusammenhang zwischen VAS Magen-Darm-Zustand und Gruppe in Woche 10; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: SOLL-Trainingszeiten pro Woche; eigene Darstellung; Wien: 2023.....	12
Tabelle 2: Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) des Body-Mass-Indexes (BMI) vor Studienbeginn (pre) und in Woche 10 (post); eigene Darstellung; Wien: 2023	16
Tabelle 3: Trainingszeiten der Gruppe Low-GI; eigene Darstellung; Wien: 2023.....	21
Tabelle 4: Trainingszeiten der Gruppe High-GI; eigene Darstellung; Wien: 2023	22
Tabelle 5: Trainingszeiten der Gruppe LCHF; eigene Darstellung; Wien: 2023	22
Tabelle 6: SF-36 Gesamtauswertung pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023	36
Tabelle 7: SF-36: Auswertung Teilbereich „Körperliche Funktion“ pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023	37
Tabelle 8: SF-36: Auswertung Teilbereich "Einschränkungen aufgrund von körperlichen Problemen" pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023	38
Tabelle 9: SF-36: Auswertung Teilbereich "Einschränkungen aufgrund von emotionalen Problemen" pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023	38
Tabelle 10: SF-36: Auswertung Teilbereich "Energie/Müdigkeit" pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023.....	39
Tabelle 11: SF-36: Auswertung Teilbereich "Emotionales Wohlbefinden" pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023	40
Tabelle 12: SF-36: Auswertung Teilbereich "Soziale Funktionsfähigkeit" pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023	40
Tabelle 13: SF-36: Auswertung Teilbereich "Schmerz" pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023.....	41

Tabelle 14: SF-36: Auswertung Teilbereich "Allgemeine Gesundheit" pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023	42
--	----

Abkürzungsverzeichnis

BDNF	Abrineurin (brain-derived neurotrophic factor)
BMI	Body-Mass-Index
COVID-19	Coronavirus Pandemie
FFM	fettfreie Körpermasse (fat free mass)
GI	glykämischer Index
High-GI	hoher glykämischer Index (high glycaemic index)
LCHF	niedriger Kohlenhydrat- hoher Fettgehalt (low carbohydrate high fat)
Low-GI	niedriger glykämischer Index (low glycaemic index)
MRS	Magnetresonanztomographie
MW	Mittelwert
OR	Chancenverhältnis (Odds Ratio)
PA	körperliche Aktivität (physical activity)
QoL	Lebensqualität (Quality of Life)
RED-S	relatives Energiemangelsyndrom im Sport (relative energy deficiency syndrome)
SD	Standardabweichung
SF-36	Kurzform-Gesundheitsfragebogen 36 (short form 36-item health survey)
T3	Trijodthyronin
TFEQ-R18	Drei-Faktor-Essfragebogen (Three Factor Eating Questionnaire)
VAS	visuelle Analogskala
WHO	Weltgesundheitsorganisation

1 Einleitung

Das Wohlbefinden wird meist mit positiven Gefühlen wie Freude, Glück und Zufriedenheit gleichgesetzt. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) setzt Wohlbefinden sogar zur Definition für Gesundheit ein – „*Gesundheit ist ein Zustand des vollständigen körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur die Abwesenheit von Krankheit und Gebrechen*“ (International Health Conference, 2002).

Es ist bekannt, dass verschiedene Verhaltensweisen, wie beispielsweise körperliche Aktivität oder Schlaf, stressreduzierende und somit positive Auswirkungen auf das Wohlbefinden haben können. Zur Bewältigung von Stress wird vor allem die Nahrungsaufnahme als ein wesentlicher Faktor in der Bevölkerung angegeben (Strahler & Nater, 2018). Wie sich eine unterschiedliche Zusammensetzung der Nahrung auf das Ausdauertraining auswirkt, wurde bereits in einigen Studien (Henselmans et al., 2022; Prins et al., 2019; Wroble et al., 2019; Zdzieblik et al., 2022) untersucht.

Welche Rolle das körperliche Wohlbefinden im Zusammenhang mit Athletentraining spielt, wurde zuletzt in einer systematischen Übersicht der Arbeitsgruppe Saw et al. im Jahr 2016 veröffentlicht (Saw et al., 2016). Hier wurde untersucht, wie sich subjektive und objektive Maßnahmen zur Verbesserung des Wohlbefindens auf die Trainingsleistung auswirken. Welchen Einfluss die Ernährung hat, wurde in dieser Studie nicht erhoben.

1.1 Fragestellung

Aufgrund dieser Ausgangslage wird im Rahmen dieser Masterarbeit näher auf das Wohlbefinden im Zusammenhang mit Ausdauertraining und unterschiedlichen Ernährungsinterventionen eingegangen. Folgende Forschungsfragen sollen untersucht werden:

- I. Wie wirkt sich Ausdauertraining auf das körperliche Wohlbefinden aus?
- II. Wie wirkt sich eine Ernährungsintervention mit unterschiedlichem Kohlenhydratgehalt bzw. glykämischen Indices auf das körperliche Wohlbefinden aus?

1.2 Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist es, auf die Veränderungen des Wohlbefindens durch den kombinierten Einfluss von Ausdauertraining und Ernährungsinterventionen mit unterschiedlichem Kohlenhydratgehalt bzw. glykämischen Indices näher einzugehen. Sowohl Ausdauertraining als auch Ernährungsintervention spielen eine wesentliche Rolle, wenn es laut Wissenschaft um körperliches Wohlbefinden und Gesundheit geht. Hierfür werden bereits erhobene Daten einer Studie der Universität Wien ausgewertet, bewertet und kritisch dargestellt.

1.3 Wohlbefinden

Der Begriff *Wohlbefinden* wird von der WHO seit 1946 für die Definition von Gesundheit verwendet. Unter Gesundheit wird neben dem Fehlen von Krankheit oder Gebrechen ein Zustand beschrieben, bei dem vollständiges körperliches, geistiges und soziales Wohlbefinden vorherrscht. Es wird als Fähigkeit betrachtet, eigene persönliche, ökonomische und soziale Ziele umsetzen zu können und kritische Ereignisse im Leben zu bewältigen (Röhrle, 2018). Wohlbefinden ist per Definition schwer einzugrenzen, da es sich um einen Zustand oder Prozess handeln kann, bei dem man sich selbst, andere und Lebensumstände als positiv erlebt. Es wird daher oftmals mit Glück, Lebenszufriedenheit, Lebensqualität, Vitalität, Freude oder Gesundheit und Ähnlichem gleichgesetzt (Huppert & So, 2013; Röhrle, 2018).

Das *subjektive Wohlbefinden* bezieht sich im Detail auf die Beurteilung und das Vergleichen, inwiefern Bedürfnissen, Einstellungen und Werten entsprochen wurde (Röhrle, 2018). Die Messung dessen ist nicht nur auf die Messung des Glücks beschränkt, sondern umfasst ein breites Spektrum – vom mentalen Zustand über positive und negative Bewertungen im Leben bis hin zu affektiven Reaktionen auf gesammelte Erfahrungen. Die Definition des subjektiven Wohlbefindens umfasst somit drei Elemente: Lebensbewertung, Affekt sowie Eudaimonia. Die Lebensbewertung bezieht eine reflektierende Beurteilung des Lebens einer Person oder eines bestimmten Aspektes davon ein. Zu diesem Bereich zählt beispielsweise die Beurteilung der Lebensqualität, die unter anderem mit dem Gesundheitsfragebogen SF-36 (*siehe Kapitel 2.6 Gesundheitsfragebogen SF-36*) erhoben werden kann. Affekt beinhaltet Gefühle oder emotionale Zustände eines Menschen,

gemessen in Bezug auf einen bestimmten Zeitpunkt. Eudaimonia ist das Element, bei dem es um ein Gefühl von Sinn und Zweck im Leben geht oder ein gutes psychologisches Funktionieren (OECD, 2013).

1.4 Einfluss von Ernährung auf das Wohlbefinden

Psychische Gesundheit bzw. psychisches Wohlbefinden ermöglicht den Menschen unter anderem, mit dem Stress des Lebens fertig zu werden, Entscheidungen für sich und ein gesundes Leben zu treffen sowie Beziehungen aufzubauen (*Mental Health*, 2022). Laut WHO leiden etwa 280 Millionen Menschen an Depressionen (*Depression*, 2021). Dabei kommt es beispielsweise zu einem Verlust an Vergnügen oder Interesse an Aktivitäten, schlechte Konzentrationsfähigkeit, geringes Selbstwertgefühl, Verdrängungen des Appetits und vermehrter Müdigkeit (*Mental Health*, 2022).

In einer Studie wurde herausgefunden, dass die Merkmale der psychischen Gesundheit das Gegenteil von denen häufiger psychischer Störungen wie Depression oder Angst(störungen) sein können (Keyes, 2007). Der Vorteil dieses Ansatzes war es, dass eine weitere Forschungsgruppe die Merkmale des Wohlbefindens direkt aus den Symptomen der Störung (depressive oder Angststörung) so objektiv wie möglich ableiten konnte. In dieser Arbeit wurde mehrmals hervorgehoben, dass es sich im Rahmen der Messung des Wohlbefindens um einen mehrdimensionalen Ansatz handeln sollte. Der Grund dafür liegt vor allem daran, dass damit so viele unterschiedliche Definitionen des Wohlbefindens wie möglich abgedeckt werden sollen (Huppert & So, 2013). Änderungen des Ernährungsverhaltens, der Schlafqualität, des Wohlbefindens oder generell der Zufriedenheit mit sich, dem eigenen Leben und den Umständen spielen daher ebenso eine tragende Rolle im Zusammenhang mit der Entwicklung einer Depression oder Angststörung und dürfen nicht außer Acht gelassen werden (*ICD-11 for Mortality and Morbidity Statistics*, 2023).

Die systematische Übersichtsarbeit von Selvaraj et al. (2022) hat sich zum Ziel gesetzt, Zusammenhänge zwischen Ernährungsgewohnheiten und Depressionen bei Personen in allen Altersgruppen zu finden. Die Studie hat ergeben, dass es einen signifikanten

Zusammenhang zwischen bestimmten diätetischen Verhaltensweisen sowie den Anzeichen und Symptomen einer Depression bei Menschen jeden Alters gibt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine gesunde Ernährung, die vor allem Gemüse und Obst enthält und bei der entzündungsfördernde Speisen (z.B. Junk oder Fast Food) sowie eine hohe Fleischaufnahme vermieden werden, das Risiko für die Entwicklung von depressiven Symptomen senken kann. Die Arbeit inkludiert insgesamt fünf Beobachtungsstudien und vier systematische Übersichtsarbeiten. Basierend auf den vorliegenden Daten scheint vor allem grünes und gelbes Gemüse sowie frisches Obst als besonders vorteilhaft für die allgemeine psychische Gesundheit bei Jugendlichen zu sein. Ein höherer Verzehr von nicht raffiniertem Getreide, Gemüse, Obst, Kartoffeln, Fisch und Olivenöl konnte mit weniger schweren Depressionen und Angstzuständen in Verbindung gebracht werden, während ein höherer Verzehr von Geflügel und fettreichen Milchprodukten mit schweren depressiven bzw. angstbedingten Symptomen einherging. Schlechte Ernährungsgewohnheiten zeigten bei ernährungsgefährdeten Schichten, wie beispielsweise bei Männern, Personen mit jungem Alter, niedrigen Bildungsabschlüssen, Arbeitslosigkeit, Teilzeitbeschäftigungen und weitere, Zusammenhänge mit Depressionssymptomen auf. Zusätzlich liegen hier häufig weitere ungesunde Gewohnheiten wie Bewegungsmangel, Rauchen und Alkoholkonsum vor. Weitere Daten zeigen, dass die Ernährungsqualität ebenfalls eine Rolle spielt. Eine Ernährung, die reich an verarbeiteten und ungesunden Lebensmitteln ist (vergleichbar mit dem westlichen Ernährungsverhalten), steht mit einem erhöhten Risiko für psychiatrische Symptome und Störungen in Verbindung. Es wurde festgestellt, dass die absolute Menge der aufgenommenen schädlichen Lebensmittel einen größeren Einfluss auf die psychische Gesundheit hat, als der Anteil an der Gesamternährung. Bei älteren Menschen sind Mangelernährung und Depressionen weit verbreitet und können sich negativ auf ihre Gesundheit und ihr Wohlbefinden auswirken. Gerade Mangelernährung ist ein multifaktorielles Problem und kann zu vielen weiteren (gesundheitlichen) Problemen führen (Selvaraj et al., 2022).

In der Studie von Jurov et al. (2022) wurde eine Reduzierung der Energieverfügbarkeit bei männlichen Ausdauersportlern untersucht. Dass das relative Energiemangelsyndrom im Sport (relative energy deficiency syndrome, RED-S) unter anderem Auswirkungen auf die Gesundheit, die Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden bei Frauen hat, wurde

schon 2014 untersucht. Zu Beeinträchtigungen der Gesundheit kommt es vor allem, wenn physiologische Systeme betroffen sind. Mögliche negative Auswirkungen auf die Leistung können zum einen durch eine veränderte Gesundheit, zum anderen durch das Wohlbefinden (psychische Gesundheit oder psychologische Funktion) verursacht werden. Ziel der Studie war es, einen Schwellenwert bei gut trainierten, männlichen Elite-Ausdauersportlern zu finden, ab dem sich eine reduzierte Energieverfügbarkeit auf Veränderungen hinsichtlich Gesundheit, Leistung und Wohlbefinden feststellen lässt. Die Intervention bestand hierfür aus vier unterschiedlichen Phasen. Phase 0 diente zur Ermittlung der Ausgangslage, sodass jeder Proband seinen eigenen Kontrollwert hatte. Die Energieverfügbarkeit wurde in den restlichen drei progressiven Phasen für 14 Tage zu 25, 50 und 75 % reduziert. Die mittlere Energieaufnahme bei der 25 %-Reduktion betrug $22,4 \pm 6,3$ kcal/kg*FFM/Tag (fat free mass (fettfreie Körpermasse), FFM), bei der 50 %-Reduktion $17,3 \pm 5,0$ kcal/kg*FFM/Tag und bei der 75 %-Reduktion $8,82 \pm 3,33$ kcal/kg*FFM/Tag. Die Reihenfolge der Energiereduktion wurde dem Zufall überlassen, zwischen den einzelnen Phasen gab es jedes Mal eine einmonatige Auswaschphase, um zum Ausgangswert zurückkehren zu können. Zur Beurteilung des Wohlbefindens wurde zu Beginn und am Ende jeder Phase ein Fragebogen ausgefüllt. Das Ernährungsverhalten und somit auch die Reduktion der Energieverfügbarkeit wurde mittels Drei-Faktor-Essfragebogen (Three Factor Eating Questionnaire, TFEQ-R18) ermittelt. Die Ergebnisse des wiederholt gemessenen Studiendesigns zeigten, dass sich nach Reduzierung der Energieverfügbarkeit folgendes veränderte: die Leistung war schlechter (Leistungsabgabe: $p = 0,001$; relative Leistungsabgabe: $p = 0,018$; Gegenbewegungssprung: $p = 0,0001$; Laktatkonzentration (zu Testende): $p = 0,001$; Laktatkonzentration 5 Minuten nach Testende: $p = 0,001$), der Quartilbereich für Testosteron war niedriger ($p = 0,026$), Tendenz zu niedrigerem Trijodthyronin (T3) ($p = 0,072$). Die Reduktion der Energieverfügbarkeit führte zudem zu einem niedrigeren Körperfettanteil ($p = 0,013$). Das Wohlbefinden war in allen drei Phasen schlechter. In der 25%igen Energiereduktionsphase war der errechnete Wert um 2,385 niedriger ($p = 0,036$), in der 50%igen Phase um 4,11 ($p = 0,002$) und in der 75%igen Reduktionsphase um 5,13 ($p = 0,0001$). Eine 50 % Energieverfügbarkeitsreduktion führte zudem zu einem schlechteren Essverhalten ($p = 0,020$). Bei 75 %-Reduktion der Energieverfügbarkeit kam es zusätzlich zu einem schlechteren Essverhalten ($p = 0,002$) auch noch zu einer erhöhten kognitiven Einschränkung ($p = 0,0228$) (Jurov et al., 2022).

1.5 Einfluss von Bewegung und Sport auf das Wohlbefinden

Depressive Personen sind häufig weniger aktiv, was darauf hindeutet, dass Anreize oder Motivationsfaktoren für die Aufnahme und/oder Aufrechterhaltung von Bewegung vermindert vorhanden sind (Gujral et al., 2017). Eine im Jahr 2016 durchgeführte Metaanalyse ergab, dass verschiedene biologische, klinische, psychologische und soziale Faktoren die Wirkung von Bewegung in Bezug auf Depressionen beeinflussen können. Vor allem Brain-Derived Neurotrophic Factor, besser bekannt als BDNF (brain-derived neurotrophic factor), stellt eine mögliche Schlüsselstelle für die Auswirkungen des Trainings auf strukturelle Hirnmarker bei der Depressionserkrankung dar. Bei Personen mit vorhandenen Depressionen wurde festgestellt, dass das Volumen des Hippocampus um etwa 5 % kleiner ist. BDNF ist beispielsweise an der übungsinduzierten Zunahme des Hippocampusvolumens beteiligt (Schuch et al., 2016). In der systematischen Übersichtsarbeit von Xie et al. (2021) wurde gezeigt, dass es nach wie vor umstritten ist, wie stark die depressiven Symptome durch unterschiedliche Intensität und Häufigkeit der Übungen verbessert werden. Höhere Trainingsintensitäten stehen im Vergleich zu mäßigen teilweise mit einer größeren Ausschüttung von BDNF im Zusammenhang. Andererseits sind intensivere Trainingseinheiten mit höheren Ausfallraten und einer größeren Überwindung der Personen verbunden, weshalb es durch regelmäßig durchgeführte leichte Bewegungsübungen ebenfalls zu Verbesserungen kommen kann. Zusätzlich wird bei scheinbar einfachen Geist-Körper-Übungen, wie beispielsweise bei Yoga, in den Menschen ein größeres Selbstwertgefühl sowie ein Gefühl der Kontrolle ausgelöst (Xie et al., 2021). Im Rückschluss heißt das, dass sobald gute und positive Gefühle durch Bewegung und Sport ausgelöst werden, automatisch das Wohlbefinden steigen kann.

Marquez et al. (2020) untersuchten in ihrer systematischen Übersichtsarbeit die Beziehung zwischen körperlicher Aktivität (physical activity, PA) und der Lebensqualität (quality of life, QoL) sowie dem Wohlbefinden während der gesamten Lebensdauer der Allgemeinbevölkerung und von Personen mit psychiatrischen und neurologischen Erkrankungen. Körperlich aktiv zu sein wird als Behandlungsstrategie eingesetzt, um die Lebensqualität und das Wohlbefinden zu verbessern. Dem zugrunde liegen PA-induzierte Mechanismen in Neurotransmittern des Gehirns und endogene Opiode, die

bekanntermaßen mit Depressionen, Angstzuständen und anderen Stimmungsbildern in Verbindung stehen. In der Studie zeigte sich, dass bei älteren Erwachsenen (älter als 50 Jahre bzw. hauptsächlich 65 Jahre und älter) PA den größten Effekt auf die Lebensqualität und das Wohlbefinden hat. Bei Personen, die vor einer Intervention mehr als 150 Minuten pro Woche körperlich aktiv waren und für 6 Monate weniger als 150 Minuten pro Woche aktiv sein durften, änderten sich die gemessenen Werte des Kurzform-Gesundheitsfragebogen 36 (short form 36-item health survey, SF-36) für die körperliche Funktion um -11,8 Punkte ($p < 0,001$). Im Gegensatz dazu zeigte sich bei Personen die zuvor weniger als 150 Minuten pro Woche aktiv waren und anschließend für 6 Monate mehr als 150 Minuten pro Woche Bewegung machten, dass die SF-36-Werte der körperlichen Funktion um durchschnittlich 5,1 Punkte anstiegen. Die Ergebnisse scheinen für alle Arten von PA gleich zu sein. Körperliche Aktivitätsformen, die geistige und körperliche Komponenten beinhalten wie Yoga, Qigong, Tai Chi oder Nordic Walking, haben ein großes Potenzial zur Verbesserung der Lebensqualität bei gesunden als auch bei chronisch kranken Personen. Weitere Daten zeigten, dass kombinierte Interventionen, wie eine Anpassung der Ernährung und Bewegung, im Vergleich zu reiner Bewegungssteigerung die größten Verbesserungen im Bereich der Lebensqualität zeigten. Bei Erwachsenen (18 bis 65 Jahre) zeigte sich anhand der Ergebnisse ebenfalls, dass PA das Wohlbefinden und die Lebensqualität im Vergleich zu minimalen oder gar keinen Behandlungsinterventionen verbessert. Eine regelmäßige Pilates-Praxis zeigte beispielsweise, dass sich diese bis zu 6 Monate positiv auf die Lebensqualität auswirken kann. Die Datenlage hinsichtlich Yoga ergab, dass die wiederholende Ausübung zu einer signifikanten Steigerung des psychologischen Wohlbefindens im Vergleich zu inaktiven Kontrollgruppen kam. Untersuchungen bei erwachsenen Walking-Gruppen zeigten ebenfalls einen mittleren Anstieg um 6,02 Punkte (Anstieg von +0,51 bis +11,53 Punkte) des SF-36-Wertes der körperlichen Funktionsfähigkeit. Dies wirkte sich weiters positiv auf die Lebensqualität aus. Bei Jugendlichen zwischen 5 bis 18 Jahren gibt es bis dato nur begrenzte Hinweise, dass eine höhere PA und geringere sitzende Zeiten mit einer erhöhten Wahrnehmung von Lebensqualität und Wohlbefinden verbunden sind. Die Evidenzlage bei Menschen mit Demenz war unzureichend, sodass kein Zusammenhang zwischen PA und Lebensqualität sowie Wohlbefinden festgestellt hätte werden können. Bei Erwachsenen mit schwerer klinischer Depression und bipolarer Störung deutete die begrenzte Studienlage darauf hin, dass PA die

Lebensqualität und das Wohlbefinden verbessert. Bei an Schizophrenie erkrankten Personen gibt es hauptsächlich Daten dazu, wie sich Yoga auf das Wohlbefinden und die Lebensqualität auswirkt. Es wurden vielversprechende Effekte hinsichtlich der Lebensqualität zugunsten der Yoga-Gruppen im Vergleich zur Standardversorgung gefunden. Allerdings wurden fast alle Untersuchungen als wenig aussagekräftig eingestuft, da entweder die Stichprobengröße sehr klein war oder die Ergebnisse zu undeutlich waren. Nicht-pharmakologische Interventionen, insbesondere Bewegungsprogramme, sind wirksam bei der Verbesserung der Lebensqualität bei Parkinson-Patient*innen. Beispielsweise zeigte Tai Chi Quan eine Effektgröße von $-0,393$ ($p < 0,001$). Aerobes Training, Gleichgewichtstrainingsprogramme sowie Wasserphysiotherapie verbessern die QoL-Werte. Insgesamt gibt es jedoch nur mäßige Hinweise darauf, dass PA die Lebensqualität und das Wohlbefinden von Menschen mit Parkinson verbessert (Marquez et al., 2020).

Die Arbeitsgruppe von Violant-Holz et al. (2020) untersuchten in ihrer systematischen Übersichtsarbeit, inwieweit sich körperliche Aktivität (PA) während der Coronavirus-Pandemie (COVID-19) auf die psychische Gesundheit der erwachsenen Bevölkerung auswirkte. Die untersuchten Daten zeigten einen Zusammenhang zwischen psychischer Belastung, wie beispielsweise Stress, Angst, depressive Symptome, soziale Isolation oder psychische Belastung und PA. Die Forscher*innen verwendeten hierfür eine breite Palette von Fragebögen, unter anderem den SF-12, eine Kurzversion des SF-36. Die am häufigsten berichteten psychischen Gesundheitssymptome waren Angstzustände, Depressionen und Schlafprobleme. Frauen waren tendenziell anfälliger und berichteten über ein höheres Stressniveau. In Bezug auf die körperliche Betätigung zeigte die Datenlage eine Abnahme in der Stundenanzahl und Intensität an PA pro Woche. Es wurde beispielsweise in einer Untersuchung herausgefunden, dass nach zwei Wochen sozialer Abriegelung das sitzende Verhalten der Teilnehmer*innen zunahm. Beliebte Bewältigungsstrategien um die Resilienz zu stärken waren Yoga, Meditation, virtuelle Selbsthilfegruppen und Gesprächstherapien. Es zeigte sich, dass eine höhere körperliche Aktivität mit besserem Wohlbefinden und mehr Lebensqualität verbunden war (Violant-Holz et al., 2020).

Rice et al. (2016) haben in ihrer systematischen Übersichtsarbeit die Evidenzbasis in Bezug auf psychischer Gesundheit und Wohlbefinden von Elite-Athlet*innen erforscht. Neben körperlichem Stress und Wettkampfstress sind Spitzensportler*innen von weiteren Stressfaktoren, wie beispielsweise der Druck der zunehmenden öffentlichen Kontrolle durch Massenmedien, soziale Medien, begrenzte Unterstützungsnetzwerke aufgrund häufiger Ortswechsel, Gruppendynamiken im Mannschaftssport oder die Möglichkeit, dass Verletzungen die Karriere vorzeitig beenden könnten, betroffen. Die Art und Weise, wie die Spitzensportler*innen mit all diesen Stressoren umgehen, kann ein entscheidender Faktor für die Auswirkungen auf ihre psychische Gesundheit und ihren sportlichen Erfolg sein. Obwohl körperliche Aktivität grundsätzlich einen positiven Einfluss auf die Gesundheit hat, kann das körperliche Aktivitätsniveau von Elite-Athlet*innen das geistige Wohlbefinden beeinträchtigen und die Symptome von Angst und Depression durch Übertraining, Verletzung und Burnout erhöhen. Ein Grund dafür könnte sein, dass sich das Alter der Spitzenwettbewerbsjahre mit dem Alter für das Risiko des Auftretens von psychischen Störungen überschneidet (Rice et al., 2016).

Mammen & Faulkner (2013) haben in der systematischen Übersichtsarbeit untersucht, ob körperliche Aktivität vor dem Auftreten von Depressionen schützt. Die Daten von Untersuchungen zeigten, dass die Teilnahme von < 150 Minuten/Woche mit einem 8-63 % verringerten Risiko für zukünftige Depressionen verbunden war. Bei > 150 Minuten/Woche verringerte sich das Risiko um 19-27 %. Eine körperliche Aktivität von mehr als 240 Minuten/Woche und 420 Minuten/Woche schützt ebenfalls vor späteren Depressionen. Andere Untersuchungen zeigten, dass bereits 10-29 Minuten tägliche PA das Auftreten von Depressionen verhinderte. Ein höheres Maß an täglichem PA (60-90 Minuten/Tag bzw. > 90 Minuten/Tag) war signifikant mit einem geringeren Risiko für die Entwicklung einer Depression verbunden. Mammen & Falkner (2013) fanden zudem Ergebnisse, dass ein täglicher PA-Aufwand von mehr als 30 Minuten die Wahrscheinlichkeit einer späteren Depression um 48 % verringerte. Beispielsweise kann bei einem Spaziergang von < 20 Minuten/Tag einen Schutz vor Depression von bis zu 6 % bieten und bei > 40 Minuten/Tag kann der Schutz auf bis zu 17 % steigen. Hingegen zeigte die Datenlage ebenfalls, dass eine geringe körperliche Aktivität (weniger als 2x pro Woche) mit einem erhöhten Risiko für die Entwicklung einer Depression verbunden ist (Odds Ratio

(OR) = 1,34). In einem direkten Vergleich zwischen gar keiner körperlichen Aktivität pro Woche und einer PA von 1-2x/Woche kann dies jedoch schon zu einem bis zu 40 % verringerten Depressionsrisiko führen. Aus Sicht der Bevölkerungsgesundheit kam die Arbeitsgruppe zu dem Ergebnis, dass die körperliche Aktivität an sich als wertvolle Strategie zur Förderung der psychischen Gesundheit und Verringerung des Risikos einer Depressionsentstehung eingesetzt werden kann (Mammen & Faulkner, 2013).

2 Methode

Im folgenden Kapitel werden die Stichprobe, die Ernährungs- und Trainingsintervention, die durchgeführten Tests sowie die Messmethoden und statistische Auswertung näher angeführt.

2.1 Stichprobe

Für die klinische Studie wurden zu Beginn insgesamt 57 aktive, männliche Probanden rekrutiert, die zwischen 18 und 40 Jahre alt waren. Die Studienteilnehmer wurden per Zufall in drei Gruppen zu je 19 Personen verteilt. Die drei Studiengruppen unterschieden sich in der Ernährungsintervention (*siehe Kapitel 2.2 Ernährungsintervention*), nicht jedoch in der Trainingsintervention (*siehe Kapitel 2.3 Trainingsintervention*) oder den durchgeführten körperlichen Tests (*siehe Kapitel 2.4 Ärztliche Untersuchungen und durchgeführte Tests*).

2.2 Ernährungsintervention

Die Studienteilnehmer wurden per Zufall in drei Gruppen mit unterschiedlichen Ernährungsinterventionen eingeteilt – Low-GI (niedriger glykämischer Index, low glycaemic index), High-GI (hoher glykämischer Index, high glycaemic index) und LCHF (niedriger Kohlenhydrat- hoher Fettgehalt, low carbohydrate high fat). In der Low-GI Gruppe stammten 55-60 Energieprozent der täglich aufgenommenen Gesamtenergie aus Kohlenhydraten. Mehr als 65 % davon sollten niedrig glykämisch (glykämischer Index, $GI \leq 50$) sein. In der Gruppe High-GI stammten ebenfalls 55-60 Energieprozent der täglich aufgenommenen Gesamtenergie aus Kohlenhydraten, mehr als 65 % davon sollten jedoch hoch glykämisch ($GI > 70$) sein. In der LCHF Gruppe stammten mehr als 65 % der täglich aufgenommenen Gesamtenergie aus Fetten. Die Kohlenhydratzufuhr sollte zudem 50g pro Tag nicht übersteigen. Der Hauptanteil dieser dritten Ernährungsintervention bestand somit aus Fetten (≥ 65 %) und Proteinen (15-20 %).

Alle Probanden bekamen zu Beginn eine Einführung von Ernährungswissenschaftsstudent*innen über die vorgegebene Kostform sowie eine Übersicht mit den wichtigsten Details (*siehe Anhang 1*). Des Weiteren wurden im ausgehändigten Trainingstagebuch

wöchentlich je zwei Ernährungsprotokolle ausgefüllt (*siehe Anhang 2*). Diese wurden von den Student*innen überprüft, ob die Ernährungsform eingehalten wurde. Während der Studiendauer gab es zudem regelmäßigen Kontakt, bei dem Fragen geklärt und Anpassungen hinsichtlich der Diäten durchgeführt wurden.

2.3 Trainingsintervention

Die Trainingsintervention bestand aus insgesamt fünf Einheiten pro Woche. Dreimal wurden Grundlageneinheiten durchgeführt, die zwischen 30 und 110 Minuten andauerten. Weitere zweimal pro Woche hatten die Probanden Intervalleinheiten auszuüben, die sich zwischen 20 und 50 Minuten erstreckten. Die restliche Zeit stand den Teilnehmern für Regeneration zur Verfügung. In Tabelle 1 ist detailliert aufgelistet, wie viele Minuten an Training insgesamt pro Woche laut Intervention erbracht werden sollten.

Tabelle 1: SOLL-Trainingszeiten pro Woche; eigene Darstellung; Wien: 2023

	Woche 1	Woche 2	Woche 3	Woche 4	Woche 5
SOLL (min)	190	235	250	175	231
	Woche 6	Woche 7	Woche 8	Woche 9	Woche 10
SOLL (min)	280	300	184	231	225

2.4 Ärztliche Untersuchungen und durchgeführte Tests

Zu Beginn der klinischen Studie wurden an den Probanden Eingangsuntersuchungen zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit und der bisherigen Ernährungsweise durchgeführt. Die Testungen umfassten einen stufenförmigen Belastungstest, eine Blutabnahme, die Messung der Körperzusammensetzung sowie einen 5 km Lauftest. Der Belastungstest wurde am Laufband durchgeführt, bei dem die Geschwindigkeit langsam gesteigert wurde. Sobald eine vollständige Ausbelastung erreicht wurde, wurde der Test beendet. Unterdessen wurden während des gesamten Stufentests die Atemgase mittels Atemgasanalyse und die Herzfrequenz mit einem Brustgurt gemessen. Die Laktatkonzentration wurde durch Blut aus dem Ohrläppchen sowie einige weitere Parameter aus einer venösen Blutabnahme der Probanden bestimmt.

Die Messung der Körperzusammensetzung erfolgte mittels bioelektrischer Impedanz-Analyse. Beim 5 km Lauftest mussten die Probanden die vorgegebene Strecke so schnell wie möglich zurücklegen. Hier wurde ebenfalls die Herzfrequenz mittels Brustgurt gemessen sowie vor und nach dem Lauf eine Blutprobe aus dem Ohrläppchen entnommen. Zur Ermittlung der bisherigen Ernährungsweise wurde eine Befragung der Nahrungsaufnahme der vergangenen Woche durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde ein 24h Recall verwendet, bei dem die gesamte Nahrungs- und Getränkeaufnahme eines Wochentages sowie Wochenendtages abgefragt wurde. Die körperlichen Tests wurden im Labor am Zentrum für Sportwissenschaft und Universitätssport (Auf der Schmelz 6, 1150 Wien) durchgeführt. Die Ernährungserhebung, Messung der Körperzusammensetzung und Blutabnahme fanden im NuTraLab (Zieglergasse 6, 1070 Wien) statt.

Aus jeder Interventionsgruppe wurden zufällig acht Personen gewählt, bei denen zusätzlich eine Magnetresonanztomographie (MRS) bei einem Muskel am Oberschenkel am 7 Tesla MRT durchgeführt wurde. Die Untersuchung wurde an jeder Person zu Beginn und zu Studienende im Hochfeld-MR-Zentrum am AKH Wien (Lazarettgasse 14, 1090 Wien) durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden im Rahmen dieser Masterarbeit jedoch nicht näher erläutert, da es hier ausschließlich um die Ergebnisse rund um das Wohlbefinden geht.

2.5 Visuelle Analogskala (VAS)

Die visuelle Analogskala (VAS) ist eine der am häufigsten verwendeten Schmerzbewertungsskalen. Sie ist kontinuierlich, eindimensional, einfach zu handhaben und kann zudem vielseitig eingesetzt werden, nicht nur im Schmerzbereich (Gallagher et al., 2001; Karcioğlu et al., 2018). In der durchgeführten Studie wurden täglich anhand der VAS der Allgemeinzustand, die körperliche Leistungsfähigkeit sowie der Magen-Darm-Zustand der Probanden ermittelt. Das linke Ende der Skala stand für „kein Schmerz bzw. sehr gut“, das rechte Ende für „stärkste vorstellbare Schmerzen bzw. sehr schlecht“. Die Skalen, die im Trainingstagebuch als 10 cm lange horizontale Linien dargestellt waren, wurden anschließend mittels parametrischen Tests ausgewertet und analysiert (Karcioğlu et al., 2018).

2.6 Gesundheitsfragebogen SF-36

Der SF-36 ist ein beliebter Fragebogen zur Erhebung der Selbstwahrnehmung der Lebensqualität in einer bestimmten Bevölkerungsgruppe (Açma et al., 2022). Der SF-36 misst acht Gesundheitsbereiche: körperliche Funktion, Schmerzen, Einschränkungen aufgrund von körperlichen Problemen, Einschränkungen aufgrund von emotionalen Problemen, emotionales Wohlbefinden, soziale Funktionsfähigkeit, Energie/Müdigkeit und allgemeine Gesundheit. Die Skala der körperlichen Schmerzen bewertet die Schmerzhäufigkeit und die Beeinträchtigung gewohnter Aufgaben durch die Schmerzen. Der Fragebogenteil über die allgemeine Gesundheit misst die individuelle Wahrnehmung dieser. Die Vitalitätsskala bezieht sich auf das Energieniveau und die Müdigkeit. Die Skala zur sozialen Funktionsfähigkeit misst das Ausmaß, in dem der Gesundheitszustand die sozialen Aktivitäten beeinträchtigt. Der Teil der emotionalen Rolle bewertet Rolleneinschränkungen aufgrund emotionaler Probleme und die Skala zur psychischen Gesundheit misst die psychische Belastung (Busija et al., 2011).

Für die durchgeführte klinische Studie wurde der SF-36 verwendet. Insgesamt umfasste der Bogen 13 Fragen mit weiteren Unterpunkten, sodass insgesamt 36 Werte ermittelt werden konnten. Mit der ersten Frage wurde der allgemeine Gesundheitszustand abgefragt, in der zweiten der Gesundheitszustand im Vergleich zum letzten Jahr. Weiters wurden Alltagstätigkeiten beschrieben und abgefragt, ob es aufgrund des aktuellen Gesundheitszustandes Einschränkungen bei der Ausübung gab bzw. ob es in den vergangenen vier Wochen dabei Schwierigkeiten gegeben hatte. Es wurde zudem ermittelt, ob es aufgrund seelischer Probleme in den vergangenen vier Wochen Schwierigkeiten bei der Arbeit oder bei anderen Alltagstätigkeiten zu Hause gab oder ob sich das auf die sozialen Kontakte ausgewirkt hatte. Im darauffolgenden Teil wurde der Grad der Schmerzen eruiert und ob sie zu Einschränkungen in der Ausübung von Alltagstätigkeiten geführt haben. Mit der zehnten Frage wurde erhoben, wie sich die Probanden aktuell fühlten. Frage elf befasste sich mit Aussagen über Gesundheit und Krankheit und die anschließende Frage mit dem derzeitigen Gesundheitszustand. Die letzte Frage umfasste erneut eine Reihe von allgemeinen Aussagen, die mit Ja oder Nein zu beantworten waren.

Insgesamt mussten die Probanden den SF-36 zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten während der Studie ausfüllen – nach Woche 4, 8 und 10. Im Anhang 3 ist der SF-36 inklusive Gewichtung der einzelnen Fragen zu finden.

2.7 Statistische Analyse

Für die statistische Analyse wurde R-Statistics (Version 4.2.2 (2022-10-31), The R Foundation for Statistical Computing, Wien, Österreich) mit einem Signifikanzniveau von $< 0,05$ verwendet. Weiters wurde Microsoft Excel (Version 16.66.1, Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) zur Datenaufzeichnung und für zusätzliche Auswertungen und Berechnungen angewandt.

3 Ergebnisse

Im nachfolgenden Teil der Arbeit werden die erhobenen Daten mittels statistischen Methoden dargestellt.

3.1 Deskriptive Statistik

3.1.1 Probanden

Insgesamt haben 49 von ursprünglich 57 Probanden die Studie abgeschlossen. Das mittlere Alter lag bei 28,35 (\pm 4,17) Jahren. Verteilt auf die drei Interventionsgruppen war das Durchschnittsalter bei der Low-GI Gruppe 30,06 (\pm 4,22) Jahre, bei der High-GI Gruppe 27,75 (\pm 3,36) Jahre und bei Gruppe LCHF betrug es 27,29 (\pm 4,52) Jahre.

Die Mittelwerte (MW) sowie Standardabweichungen (SD) des Body-Mass-Indexes (BMI) der Probanden sind in Tabelle 2 dargestellt. Zu Beginn der Studie betrug der BMI 24,19 (\pm 2,65) kg/m² und nach 10 Wochen 23,09 (\pm 2,35) kg/m². Somit ergab das eine durchschnittliche Gesamtveränderung von -1,10 kg/m² (p = 0,045). In den einzelnen Gruppen gab es mittlere Veränderungen zwischen -0,52 kg/m² (p = 0,021) bis -1,47 kg/m² (p = 0,061).

Tabelle 2: Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) des Body-Mass-Indexes (BMI) vor Studienbeginn (pre) und in Woche 10 (post); eigene Darstellung; Wien: 2023

Gruppe	MW_BMIpre [kg/m ²]	SD_BMIpre [kg/m ²]	MW_BMIpost [kg/m ²]	SD_BMIpost [kg/m ²]	Veränderung [kg/m ²]	Veränderung [%]
Low-GI	23,98712	2,924164	22,70563	2,550793	-1,27249	5,31
High-GI	24,39937	2,953688	23,88188	2,460020	-0,51749	2,12
LCHF	24,18882	2,196073	22,71471	1,964892	-1,47411	6,09
Gesamt	24,18878	2,652469	23,09286	2,349368	-1,09592	4,53

Die sportlich aktiven Tage pro Woche lagen zu Beginn der Studie insgesamt bei durchschnittlich 3,20 (\pm 1,07). Abbildung 1 auf Seite 17 zeigt die Verteilung in den einzelnen

Gruppen. In der High-GI Gruppe lag der Mittelwert bei 3,13 (\pm 1,09) Tagen, in der Low-GI Gruppe bei 3,34 (\pm 0,98) Tagen und bei der LCHF Gruppe bei 3,15 (\pm 1,20) Tagen.

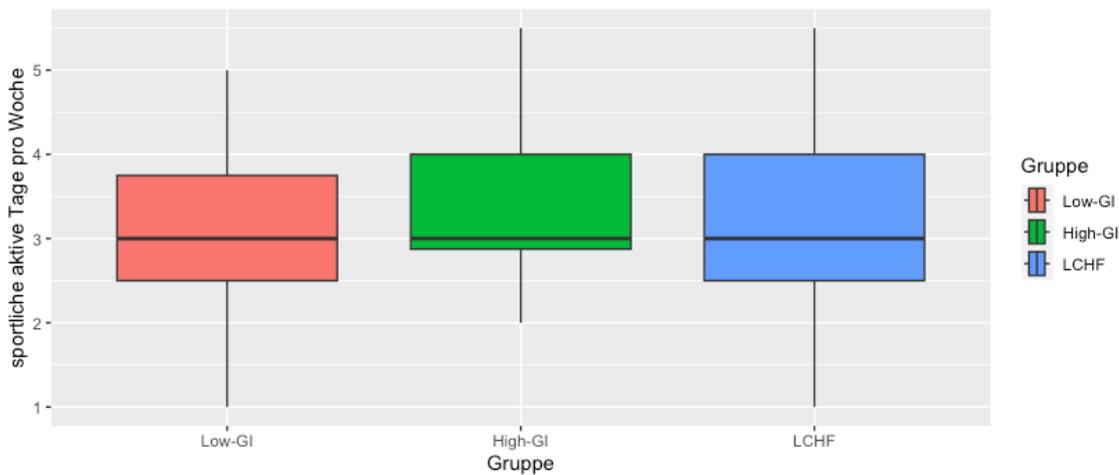


Abbildung 1: sportlich aktive Tage pro Woche; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023

3.1.2 Ernährungsintervention

3.1.2.1 Low-GI Gruppe

Die durchschnittliche Energieaufnahme in der Low-GI Gruppe lag zu Studienbeginn bei 10.418 (\pm 3533) kJ. Wie in Abbildung 2 ersichtlich ist, setzte sie sich hinsichtlich der Makronährstoffe wie folgt zusammen: 14,94 % Proteine, 52,26 % Kohlenhydrate und 29,71 % Fette.

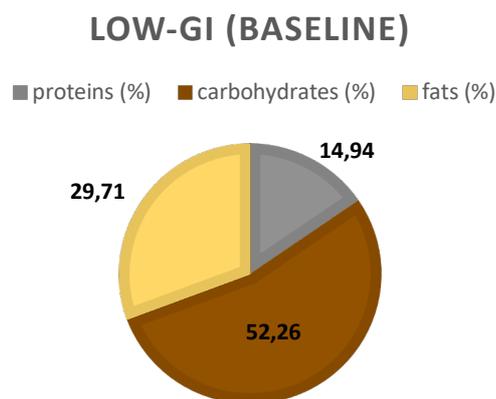


Abbildung 2: Makronährstoffverteilung Gruppe Low-GI vor Studienbeginn (Baseline); eigene Darstellung (Microsoft Excel); Wien 2023

Aufgrund der einzuhaltenden Ernährungsintervention veränderte sich die Gesamtenergieaufnahme und betrug innerhalb der 10 Wochen durchschnittlich 8.552 (\pm 2.211) kJ. Die Makronährstoffe teilten sich auf 19,70 % Proteine, 48,39 % Kohlenhydrate und 28,09 % Fette auf (*siehe Abbildung 3*). Der glykämische Index lag zu Studienbeginn bei den Probanden im Durchschnitt bei 61,67 (\pm 8,75), während der Intervention bei 41,69 (\pm 3,68).

LOW GI (INTERVENTION)

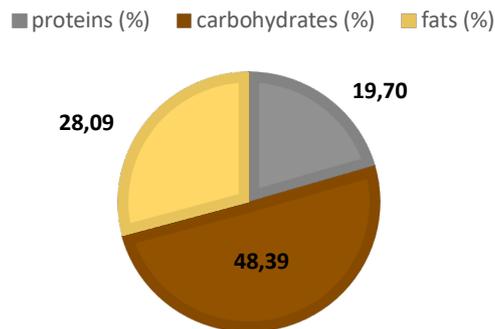


Abbildung 3: Makronährstoffverteilung Gruppe Low-GI während der Studie (Intervention); eigene Darstellung (Microsoft Excel); Wien 2023

3.1.2.2 High-GI Gruppe

Zu Studienbeginn lag die durchschnittliche Gesamtenergieaufnahme der High-GI Gruppe bei 9.223 (\pm 3.286) kJ. Die Verteilung der Makronährstoffe war hierbei folgende: 15,75 % Proteine, 49,80 % Kohlenhydrate und 31,92 % Fette (*siehe Abbildung 4*).

HIGH GI (BASELINE)

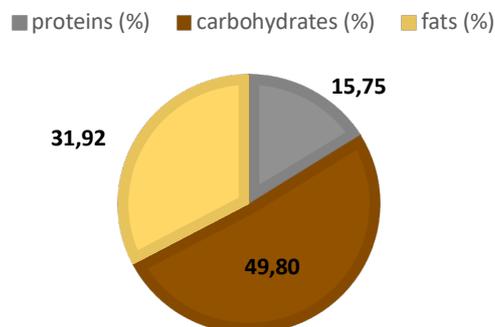


Abbildung 4: Makronährstoffverteilung Gruppe High-GI vor Studienbeginn (Baseline); eigene Darstellung (Microsoft Excel); Wien 2023

Durch die Ernährungsintervention änderte sich in dieser Gruppe die Energieaufnahme im Durchschnitt auf 10.240 (\pm 1.816) kJ. Die Zusammensetzung der Makronährstoffe ist in Abbildung 5 ersichtlich und betrug 15,34 % Proteine, 49,75 % Kohlenhydrate und 31,05 % Fette. In der High-GI Gruppe lag der GI zu Beginn bei durchschnittlich 55,94 (\pm 8,95) und nach der Ernährungsintervention bei 64,25 (\pm 3,13).

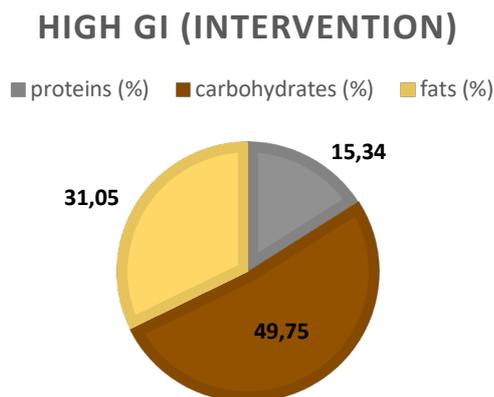


Abbildung 5: Makronährstoffverteilung Gruppe High-GI während der Studie (Intervention); eigene Darstellung (Micro-soft Excel); Wien 2023

3.1.2.3 LCHF-Gruppe

In der LCHF Gruppe betrug die durchschnittliche Gesamtenergieaufnahme zu Studienbeginn 10.804 (\pm 3.543) kJ. Die Makronährstoffverteilung ergab hier am Anfang 15,46 % Proteine, 48,45 % Kohlenhydrate und 33,89 % Fette (siehe Abbildung 6).

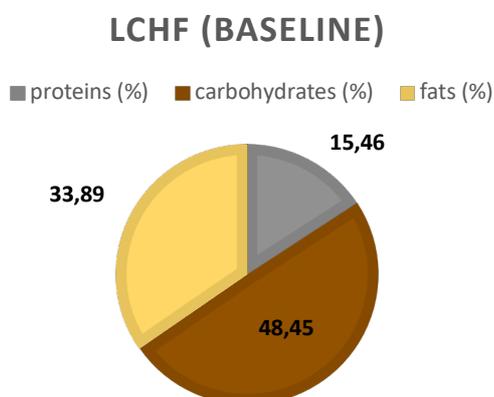


Abbildung 6: Makronährstoffverteilung Gruppe LCHF vor Studienbeginn (Baseline); eigene Darstellung (Microsoft Excel); Wien 2023

Die mittlere Energieaufnahme während der Ernährungsintervention belief sich auf 9.420 (\pm 2.424) kJ. Die einzelnen Makronährstoffe teilten sich auf 26,64 % Proteine, 8,66 % Kohlenhydrate und 63,43 % Fette auf (siehe Abbildung 7).

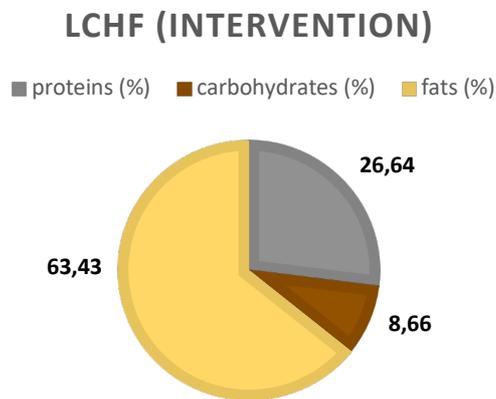


Abbildung 7: Makronährstoffverteilung Gruppe LCHF während der Studie (Intervention); eigene Darstellung (Microsoft Excel); Wien 2023

3.1.3 Trainingsintervention

In den Tabellen 3-5 wurde aufgelistet, wie viele Minuten Training pro Woche laut Plan für die Probanden vorgesehen waren und wie viele Minuten im Mittel pro Interventionsgruppe tatsächlich durchgeführt wurden. Weiters ist die Standardabweichung vom Mittelwert in Minuten sowie die Abweichung zum SOLL als absolute Zahl (Minuten) und als Prozentwert ersichtlich. Insgesamt waren die Trainingsminuten aller drei Gruppen sehr ähnlich.

Tabelle 3 (Seite 21) zeigt die Daten der Gruppe Low-GI. In Woche 1, 2, 4 und 8 wurden die vorgegebenen Zeiten erfüllt (Woche 1 & 2: +13 Minuten, Woche 4: +5 Minuten, Woche 8: +9 Minuten). Die Probanden erreichten in Woche 7 im Durchschnitt 239 von 300 Minuten und in Woche 10 160 von 225 Minuten. Der Trainings-Mittelwert in Woche 7 und 10 wich um bis zu 65 Minuten (-28,98 %) vom Sollwert ab.

Tabelle 3: Trainingszeiten der Gruppe Low-GI; eigene Darstellung; Wien: 2023

Gruppe	Woche	SOLL (min)	MW (min)	SD (min)	Abweichung absolut (min)	Abweichung (%)
Low-GI	1	190	203	33	13	7,04
	2	235	248	35	13	5,37
	3	250	223	63	-27	-10,90
	4	175	180	39	5	3,00
	5	231	226	49	-5	-2,35
	6	280	272	28	-8	-2,86
	7	300	239	85	-61	-20,27
	8	184	193	60	9	4,71
	9	231	207	81	-24	-10,42
	10	225	160	69	-65	-28,95

In Tabelle 4 (*Seite 22*) sind die Trainingsergebnisse der Gruppe High-GI angeführt. Die Probanden erreichten das vorgegebene SOLL in Woche 1 und 2. Ab Woche 3 konnten die Trainingszielwerte im Durchschnitt nicht mehr erreicht werden. In Woche 7 und 10 waren die Abweichungen am größten. Von den vorgegebenen 300 Minuten in Woche 7 erreichten die Probanden im Durchschnitt nur 247 Minuten (-53 Minuten, -17,67 %). In Woche 10 fehlten im Schnitt 74 Minuten vom zu erreichenden SOLL von 225 Minuten (-33,01 %).

Die Ergebnisse der Gruppe LCHF sind in Tabelle 5 (*Seite 22*) aufgelistet. Die Probanden haben in Woche 1, 2 und 4 die vorgegebenen Trainingsziele erreicht (Woche 1: +2 Minuten bzw. +1,27 %; Woche 2: +6 Minuten bzw. +2,35 %; Woche 4: +5 Minuten, +2,86 %). Nicht erreicht werden konnten die Sollwerte in den Wochen 3 und 5-10. Woche 7 und 10 sind die beiden mit den größten Differenzen zum SOLL. In Woche 7 fehlten den Probanden im Durchschnitt 37 Minuten zur Zielerreichung von 300 Minuten und in Woche 10 konnten nur 196 von 225 Minuten ausgeführt werden.

Tabelle 4: Trainingszeiten der Gruppe High-GI; eigene Darstellung; Wien: 2023

Gruppe	Woche	SOLL (min)	MW (min)	SD (min)	Abweichung absolut	Abweichung (%)
High-GI	1	190	194	21	4	2,14
	2	235	240	66	5	2,13
	3	250	233	54	-17	-6,99
	4	175	172	51	-3	-1,83
	5	231	194	80	-37	-15,87
	6	280	237	80	-43	-15,41
	7	300	247	63	-53	-17,67
	8	184	162	54	-22	-11,92
	9	231	199	74	-32	-14,01
	10	225	151	67	-74	-33,01

Tabelle 5: Trainingszeiten der Gruppe LCHF; eigene Darstellung; Wien: 2023

Gruppe	Woche	SOLL (min)	MW (min)	SD (min)	Abweichung absolut	Abweichung (%)
LCHF	1	190	192	26	2	1,27
	2	235	241	27	6	2,35
	3	250	233	39	-17	-6,61
	4	175	180	45	5	2,86
	5	231	213	72	-18	-7,98
	6	280	253	81	-27	-9,55
	7	300	263	58	-37	-12,49
	8	184	166	53	-18	-9,64
	9	231	219	56	-12	-5,14
	10	225	196	51	-29	-13,02

3.1.4 Visuelle Analogskala (VAS)

In den nachfolgenden Unterkapiteln sind die Ergebnisse der VAS-Skalen von Woche 1, 5 und 10 dargestellt.

3.1.4.1 Allgemeinzustand

Abbildung 8 zeigt in Form von Boxplots die durchschnittlichen Allgemeinzustände der einzelnen Probanden je Interventionsgruppe in Woche 1. Der Mittelwert der Gruppe Low-GI liegt hier bei 81,62 (\pm 14,25). Der niedrigste Durchschnittswert beträgt in dieser Gruppe 51,86 und der höchste 99,71. Gruppe High-GI hat einen Gruppenmittelwert von 85,24 (\pm 10,16), ein Minimum von 70,43 und ein Maximum von 98,43. Der mittlere Allgemeinzustand laut VAS in Gruppe LCHF beträgt 79,15 (\pm 17,11). Der mit Abstand niedrigste Wert liegt in dieser Gruppe bei 41,8 und ist daher als Ausreißer-Wert gekennzeichnet. Das Boxplot-Minimum beginnt bei 50,71 und das Maximum endet bei einem Wert von 98,86.

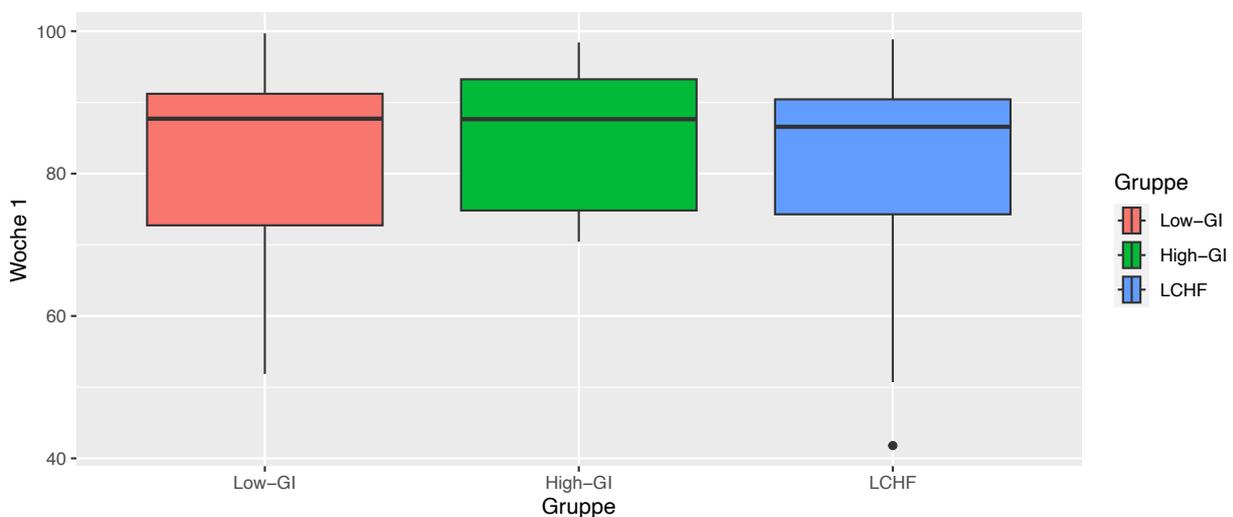


Abbildung 8: Boxplot: VAS Allgemeinzustand in Woche 1; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023

Anhand des linearen Regressionsmodells in Abbildung 9 (Seite 24) lässt sich kein signifikanter Gruppenunterschied ($p = 0,4709$) in Woche 1 bezüglich des Allgemeinzustandes feststellen. Der erwartete Durchschnittswert der Gruppe High-GI unterscheidet sich vom erwarteten Durchschnittswert der Low-GI Gruppe um 3,628 ($p = 0,474$) und ist somit nicht signifikant. Der erwartete Durchschnittswert des Allgemeinzustandes der Gruppe

LCHF ist um 2,470 niedriger als der erwartete Durchschnittswert von 81,615 der Gruppe Low-GI und ist ebenfalls nicht signifikant ($p = 0,620$).

```
Call:
lm(formula = `Woche 1` ~ Gruppe, data = VASallgemeinzsfg)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-37.345  -9.814   3.757   9.813  19.712

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    81.615     3.551  22.981  <2e-16 ***
GruppeHigh-GI   3.628     5.023   0.722   0.474
GruppeLCHF    -2.470     4.948  -0.499   0.620
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 14.21 on 46 degrees of freedom
(8 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.03222,    Adjusted R-squared:  -0.009861
F-statistic: 0.7657 on 2 and 46 DF,  p-value: 0.4709
```

Abbildung 9: Zusammenhang zwischen VAS Allgemeinzustand und Gruppe in Woche 1; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023

In Abbildung 10 (Seite 25) sind die durchschnittlichen Werte des Allgemeinzustandes nach der VAS Skala in Woche 5 anhand von Boxplots abgebildet. Der Mittelwert in Gruppe Low-GI liegt bei 81,66 ($\pm 14,86$). Die beiden Ausreißer-Werte liegen bei 44,57 und 53,71. Das Boxplot-Minimum beginnt in dieser Gruppe bei 76,20 und das Maximum endet bei 100,00. Das Mittel der Gruppe High-GI liegt in Woche 5 bei 78,96 ($\pm 19,60$). Das Minimum bildet ein Wert von 47,57 und das Maximum 99,86. Der Ausreißer-Wert des Allgemeinzustandes liegt in dieser Gruppe bei 29,00. Gruppe LCHF hat in dieser Woche den höchsten Gruppenmittelwert von 85,26 ($\pm 12,56$). Die beiden Ausreißer-Werte liegen bei 55,29 und 57,86. Das Boxplot-Minimum bildet 78,14 und das Maximum 99,71.

Das lineare Regressionsmodell in Abbildung 11 (Seite 25) zeigt in Woche 5 ebenfalls keinen signifikanten Gruppenunterschied ($p = 0,5245$) hinsichtlich des Allgemeinzustandes. Der erwartete Durchschnittswert der Low-GI Gruppe beträgt 81,664 und unterscheidet sich vom erwarteten Durchschnittswert der High-GI Gruppe um -2,704 bzw. zur

LCHF Gruppe um +3,593. Beide Unterschiede sind nicht signifikant ($p = 0,632$ bzw. $p = 0,519$).

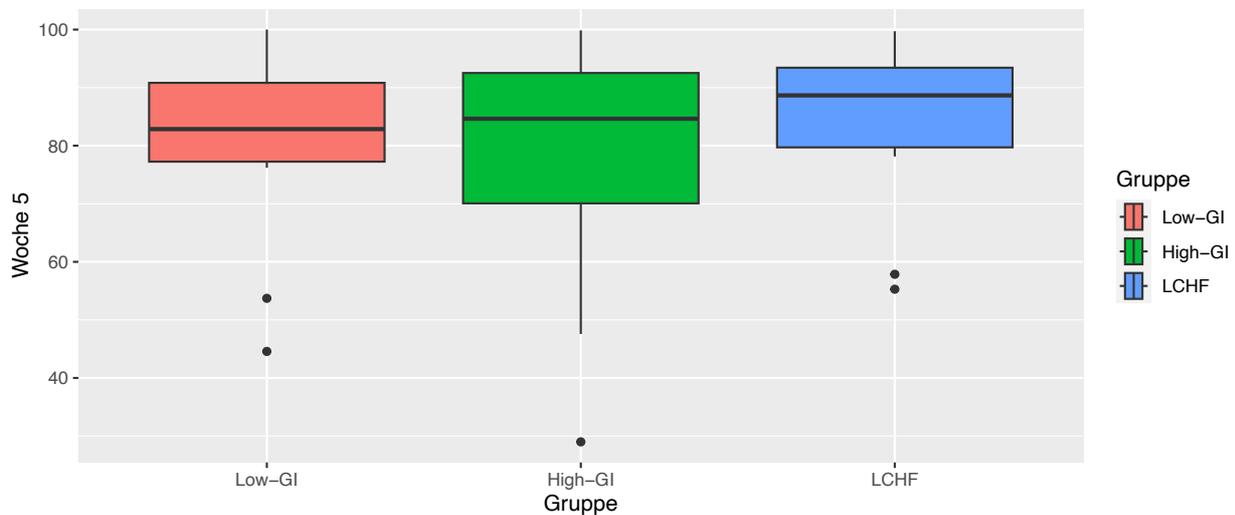


Abbildung 10: Boxplot: VAS Allgemeinzustand in Woche 5; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023

```
Call:
lm(formula = `Woche 5` ~ Gruppe, data = VASallgemeinZsfg)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-49.960  -5.464   2.326  10.336  20.897

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   81.664     3.970  20.571  <2e-16 ***
GruppeHigh-GI  -2.704     5.614  -0.482   0.632
GruppeLCHF     3.593     5.531   0.650   0.519
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 15.88 on 46 degrees of freedom
(8 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.02767, Adjusted R-squared:  -0.01461
F-statistic: 0.6545 on 2 and 46 DF, p-value: 0.5245
```

Abbildung 11: Zusammenhang zwischen VAS Allgemeinzustand und Gruppe in Woche 5; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023

Abbildung 12 zeigt anhand von Boxplots die durchschnittlichen VAS-Werte des Allgemeinzustandes je Gruppe in Woche 10. Der Mittelwert der Low-GI Gruppe beträgt 81,17 ($\pm 12,33$), das Minimum liegt bei 55,29 und das Maximum bei 95,86. Die High-GI Gruppe hat in Woche 10 den niedrigsten Mittelwert von 78,55 ($\pm 21,89$). Die beiden Ausreißer-Werte liegen bei 16,14 und 46,29. Das Boxplot-Minimum startet hingegen bei 67,57 und endet mit einem Maximum von 99,43. In der Gruppe LCHF liegt der durchschnittliche Mittelwert bei 84,57. Hier liegen die beiden Werte der Ausreißer bei 46,14 und 52,42. Das Boxplot-Minimum beginnt bei 78,15 und endet bei einem Maximalwert von 100,00.

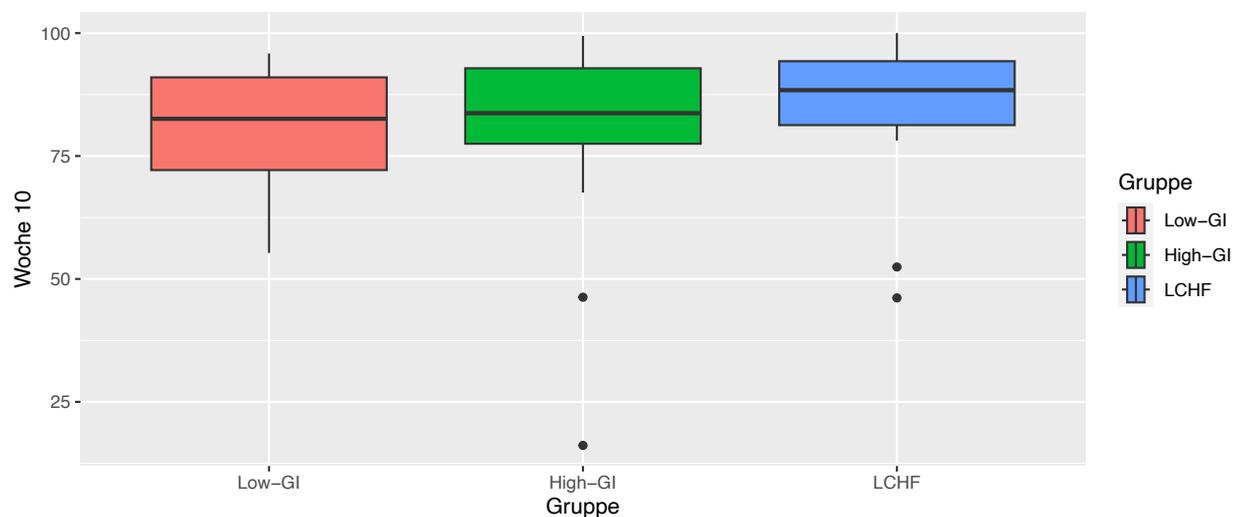


Abbildung 12: Boxplot: VAS Allgemeinzustand in Woche 10; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023

Das Modell der linearen Regression in Abbildung 13 (Seite 27) zeigt in Woche 10 beim VAS-Allgemeinzustand keinen signifikanten Gruppenunterschied ($p = 0,6045$). Der erwartete Durchschnittswert der Gruppe High-GI unterscheidet sich vom erwarteten Durchschnittswert der Low-GI Gruppe um $-2,637$ und ist nicht signifikant ($p = 0,684$). Der erwartete Durchschnittswert des Allgemeinzustandes der LCHF Gruppe ist um $3,40$ höher als der erwartete Durchschnittswert von $81,187$ in der Low-GI Gruppe. Der Unterschied ist hier ebenfalls nicht signifikant ($p = 0,589$).

```

Call:
lm(formula = `Woche 10` ~ Gruppe, data = VASallgemeinzsfg)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-62.407  -4.872   3.813  10.413  20.879

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    81.187     4.706   17.251  <2e-16 ***
GruppeHigh-GI  -2.637     6.430   -0.410   0.684
GruppeLCHF      3.400     6.252    0.544   0.589
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 16.97 on 42 degrees of freedom
(12 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.02369,    Adjusted R-squared:  -0.0228
F-statistic: 0.5095 on 2 and 42 DF,  p-value: 0.6045

```

Abbildung 13: Zusammenhang zwischen VAS Allgemeinzustand und Gruppe in Woche 10; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023

3.1.4.2 Körperliche Leistungsfähigkeit

Abbildung 14 (Seite 28) zeigt in Form von Boxplots die durchschnittliche körperliche Leistungsfähigkeit der einzelnen Probanden je Interventionsgruppe in Woche 1. Der Mittelwert liegt in der Gruppe Low-GI bei 80,20 ($\pm 12,37$). Der niedrigste Durchschnittswert beträgt 52,29 und ist als Ausreißer dargestellt. Das Boxplot-Minimum liegt bei 57,57 und erstreckt sich bis zu einem Maximum von 97,57. Gruppe High-GI hat einen Gruppenmittelwert von 81,45 ($\pm 10,20$), ein Minimum von 68,14 und ein Maximum von 98,00. Der mittlere Allgemeinzustand laut VAS in Gruppe LCHF beträgt 74,50 ($\pm 17,41$). Das Boxplot-Minimum liegt in dieser Gruppe bei 45,71 und das Boxplot-Maximum bei 94,33. Anhand des linearen Regressionsmodells (siehe Abbildung 15, Seite 28) lässt sich kein signifikanter Gruppenunterschied ($p = 0,3083$) in Woche 1 hinsichtlich der körperlichen Leistungsfähigkeit feststellen. Der erwartete Durchschnittswert der Gruppe High-GI von 80,201 unterscheidet sich vom erwarteten Durchschnittswert der Low-GI Gruppe um 1,246 und ist nicht signifikant ($p = 0,799$). Der erwartete Durchschnittswert des Allgemeinzustandes der Gruppe LCHF ist um 5,706 niedriger als der erwartete Durchschnittswert der Gruppe Low-GI und ist ebenfalls nicht signifikant ($p = 0,240$).

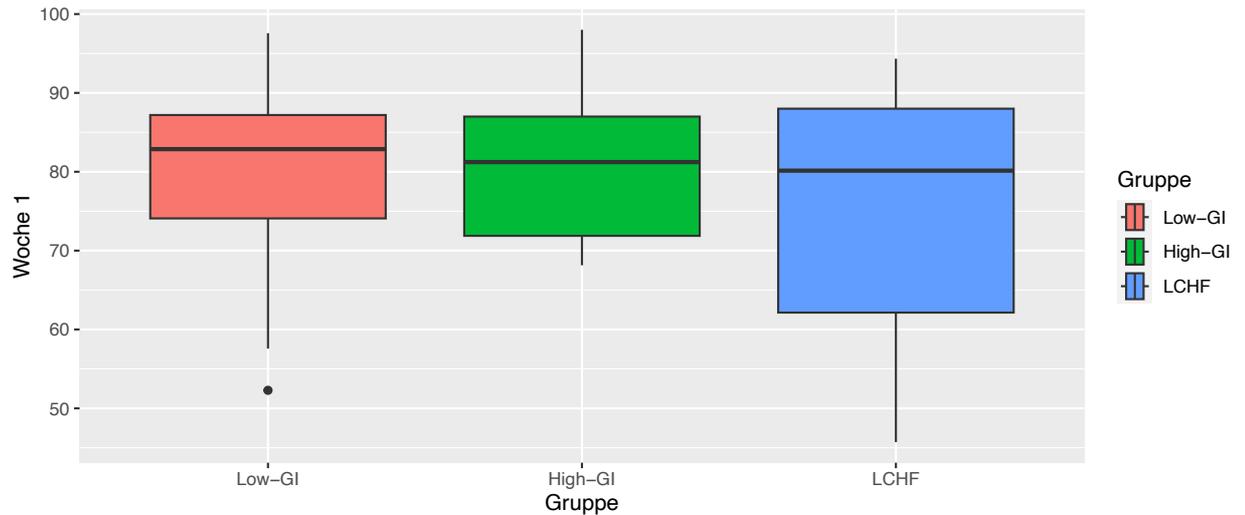


Abbildung 14: Boxplot: VAS Körperliche Leistungsfähigkeit in Woche 1; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023

```
Call:
lm(formula = `Woche 1` ~ Gruppe, data = VASleistungsfähigkeitZsfg)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-28.781  -9.447   3.353  10.505  19.838

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    80.201     3.440   23.315 <2e-16 ***
GruppeHigh-GI     1.246     4.865    0.256  0.799
GruppeLCHF     -5.706     4.793   -1.191  0.240
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 13.76 on 46 degrees of freedom
(8 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.04987, Adjusted R-squared:  0.008564
F-statistic: 1.207 on 2 and 46 DF, p-value: 0.3083
```

Abbildung 15: Zusammenhang zwischen VAS Körperliche Leistungsfähigkeit und Gruppe in Woche 1; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023

In Abbildung 16 (Seite 29) sind die durchschnittlichen Werte der körperlichen Leistungsfähigkeit nach der VAS Skala in Woche 5 anhand von Boxplots abgebildet. Der Mittelwert der Gruppe Low-GI liegt bei 78,00 ($\pm 17,70$). Der Ausreißer-Wert liegt bei 36,43. Das Boxplot-Minimum beginnt in dieser Gruppe bei 50,14 und das Maximum endet bei 100,00. Das Mittel der Gruppe High-GI liegt in Woche 5 bei 79,56 ($\pm 19,39$). Das

Minimum bildet ein Wert von 56,14 und das Maximum 98,14. Der Ausreißer-Wert des Allgemeinzustandes liegt in dieser Gruppe bei 26,71. Gruppe LCHF hat in dieser Woche den höchsten Gruppenmittelwert von 83,10 ($\pm 12,82$). Die beiden Ausreißer-Werte liegen bei 55,29 und 58,71. Das Boxplot-Minimum bildet 70,14 und das Maximum 98,57.

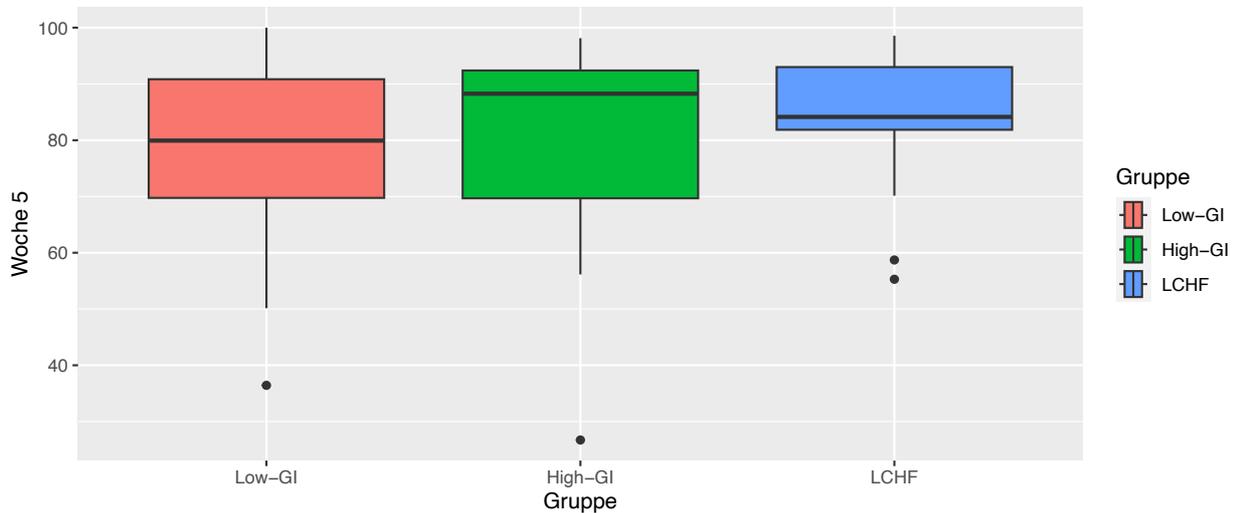


Abbildung 16: Boxplot: VAS Körperliche Leistungsfähigkeit in Woche 5; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023

Das lineare Regressionsmodell in Abbildung 17 (Seite 30) stellt in Woche 5 ebenso keinen signifikanten Gruppenunterschied ($p = 0,6707$) hinsichtlich der körperlichen Leistungsfähigkeit dar. Der erwartete Durchschnittswert der Low-GI Gruppe beträgt 77,997 und unterscheidet sich vom erwarteten Durchschnittswert der High-GI Gruppe um 1,564 bzw. zur LCHF Gruppe um 5,107. Beide Unterschiede sind nicht signifikant ($p = 0,793$ und $p = 0,387$).

Abbildung 18 (Seite 30) zeigt graphisch anhand von Boxplots die durchschnittlichen VAS-Werte der körperlichen Leistungsfähigkeit je Gruppe in Woche 10. Der Mittelwert der Low-GI Gruppe beträgt 76,04 ($\pm 17,27$), das Boxplot-Minimum liegt bei 54,57 und das Maximum bei 95,57. Der Ausreißer-Wert beträgt hier 35,71. Die High-GI Gruppe hat in Woche 10 einen Mittelwert von 79,40 ($\pm 14,45$). Die beiden Ausreißer-Werte liegen bei 11,86 und 44,71. Das Boxplot-Minimum startet bei 66,57 und endet mit einem Maximum von 97,00. In der Gruppe LCHF liegt der durchschnittliche Mittelwert bei 80,56 und ist somit der höchste in dieser Woche. Der Ausreißer-Wert liegt bei 46,29. Das Boxplot-Minimum beginnt bei 59,43 und endet bei einem Maximalwert von 100,00.

```

Call:
lm(formula = `Woche 5` ~ Gruppe, data = VASleistungsfähigkeitZsfg)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-52.847  -8.990   2.096  12.439  22.003

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    77.997     4.198   18.578 <2e-16 ***
GruppeHigh-GI    1.564     5.937    0.263  0.793
GruppeLCHF      5.107     5.849    0.873  0.387
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 16.79 on 46 degrees of freedom
(8 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.01721, Adjusted R-squared:  -0.02552
F-statistic: 0.4029 on 2 and 46 DF, p-value: 0.6707

```

Abbildung 17: Zusammenhang zwischen VAS Körperliche Leistungsfähigkeit und Gruppe in Woche 5; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023

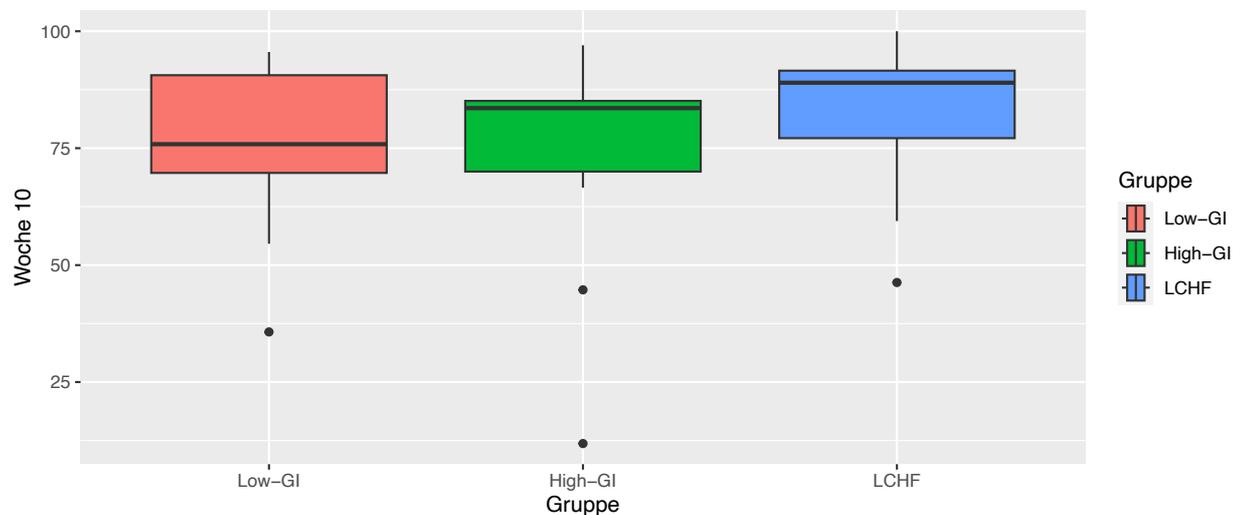


Abbildung 18: Boxplot: VAS Körperliche Leistungsfähigkeit in Woche 10; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023

Das Modell der linearen Regression in Abbildung 19 (Seite 31) zeigt in Woche 10 beim VAS der körperlichen Leistungsfähigkeit keinen signifikanten Gruppenunterschied ($p = 0,3245$). Der erwartete Durchschnittswert der Gruppe High-GI unterscheidet sich vom erwarteten Durchschnittswert der Low-GI Gruppe um $-1,326$ und ist nicht signifikant ($p = 0,847$). Der erwartete Durchschnittswert des Allgemeinzustandes der LCHF

Gruppe ist um 7,642 höher als der erwartete Durchschnittswert von 76,035 in der Low-GI Gruppe. Der Unterschied ist hier ebenfalls nicht signifikant ($p = 0,256$).

```
Call:
lm(formula = `Woche 10` ~ Gruppe, data = VASleistungsfähigkeitZsfg)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-62.852  -6.321   5.323  11.790  22.290

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    76.035     4.995  15.221  <2e-16 ***
GruppeHigh-GI  -1.326     6.825  -0.194   0.847
GruppeLCHF      7.642     6.636   1.152   0.256
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 18.01 on 42 degrees of freedom
(12 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.05218,    Adjusted R-squared:  0.00705
F-statistic: 1.156 on 2 and 42 DF,  p-value: 0.3245
```

Abbildung 19: Zusammenhang zwischen VAS Körperliche Leistungsfähigkeit und Gruppe in Woche 10; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023

3.1.4.3 Magen-Darm-Zustand

Anhand der graphischen Darstellung in Form des Boxplots ist in Abbildung 20 (Seite 32) der durchschnittliche VAS Wert des Magen-Darm-Zustandes in Woche 1 dargestellt. Der Mittelwert der Low-GI Gruppe liegt bei 84,62 ($\pm 14,42$). Minimum und Maximum des Boxplots erstrecken sich in dieser Gruppe von 71,14 bis 100,00. Der Ausreißer-Wert liegt in dieser Interventionsgruppe bei 40,50. Die High-GI Probanden liegen mit dem Gruppenmittelwert von 84,54 ($\pm 10,58$) knapp unter dem der Low-GI Gruppe. Das Boxplot-Minimum beträgt 64,29 und das Maximum 99,00. Der mittlere Magen-Darm-Zustandswert laut VAS in Gruppe LCHF beträgt 82,32 ($\pm 15,47$). Der Wert des Ausreißers beträgt in dieser Gruppe 49,86. Das Boxplot-Minimum beginnt bei 55,86 und endet bei einem Maximal-Wert von 100,00.

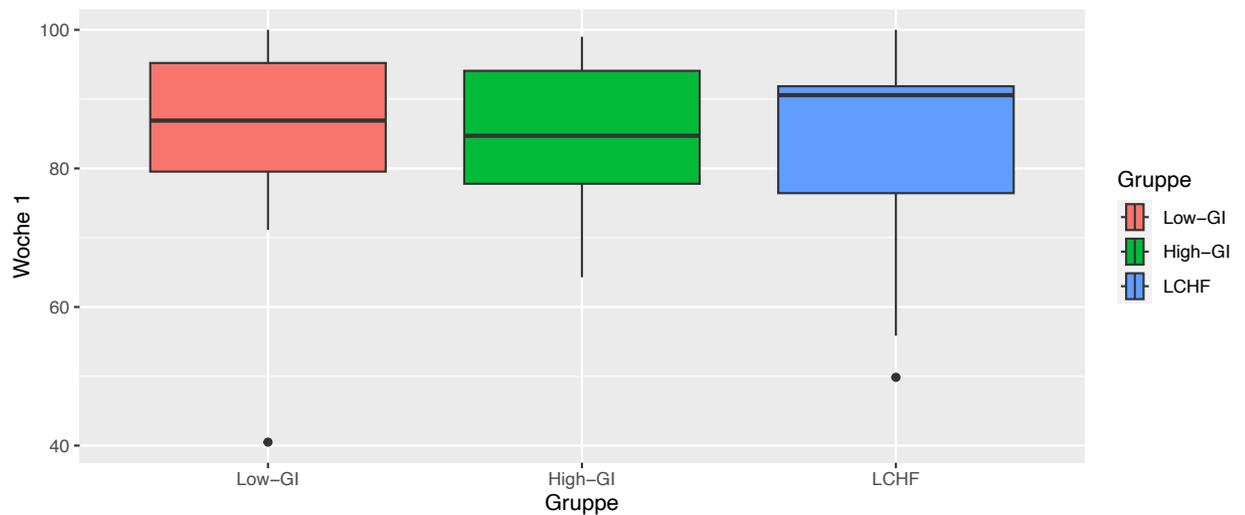


Abbildung 20: Boxplot: VAS Magen-Darm-Zustand in Woche 1; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023

Anhand des linearen Regressionsmodells, welches in Abbildung 21 (Seite 33) dargestellt ist, lässt sich kein signifikanter Gruppenunterschied ($p = 0,8602$) in Woche 1 hinsichtlich des Magen-Darm-Zustandes feststellen. Der erwartete Durchschnittswert von 84,62083 der High-GI Gruppe unterscheidet sich vom erwarteten Durchschnittswert der Low-GI Gruppe um $-0,07708$ und ist nicht signifikant ($p = 0,987$). Der erwartete Durchschnittswert des Magen-Darm-Zustandes der Gruppe LCHF ist um 2,29646 niedriger als der erwartete Durchschnittswert der Gruppe Low-GI und ist ebenfalls nicht signifikant ($p = 0,632$).

In Abbildung 22 (Seite 33) sind anhand von Boxplots die durchschnittlichen Werte des Magen-Darm-Zustandes der VAS Skala in Woche 5 abgebildet. Der Mittelwert der Gruppe Low-GI beträgt 82,88 ($\pm 17,22$). Die beiden Ausreißer-Werte liegen bei 47,43 und 50,00. Das Boxplot-Minimum beginnt in dieser Gruppe bei 57,43 und endet mit einem Maximum von 100,00. Das Mittel der Gruppe High-GI liegt in Woche 5 bei 88,27 ($\pm 13,78$). Das Minimum bildet ein Wert von 71,00 und das Maximum 99,86. Der Ausreißer-Wert des Magen-Darm-Zustandes liegt in dieser Gruppe bei 51,43. Gruppe LCHF hat in dieser Woche den höchsten Gruppenmittelwert von 89,41 ($\pm 11,57$). Die beiden Ausreißer-Werte liegen bei 55,14 und 69,43. Das Boxplot-Minimum bildet ein Durchschnittswert von 82,17 und das Maximum liegt hier bei 100,00.

```

Call:
lm(formula = `Woche 1` ~ Gruppe, data = VASmagendarmZsfg)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-44.121  -6.454   2.046  10.522  17.676

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  84.62083    3.42323   24.720  <2e-16 ***
GruppeHigh-GI -0.07708    4.84118   -0.016   0.987
GruppeLCHF   -2.29646    4.76946   -0.481   0.632
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 13.69 on 46 degrees of freedom
(8 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.006525, Adjusted R-squared:  -0.03667
F-statistic: 0.1511 on 2 and 46 DF,  p-value: 0.8602

```

Abbildung 21: Zusammenhang zwischen VAS Magen-Darm-Zustand und Gruppe in Woche 1; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023

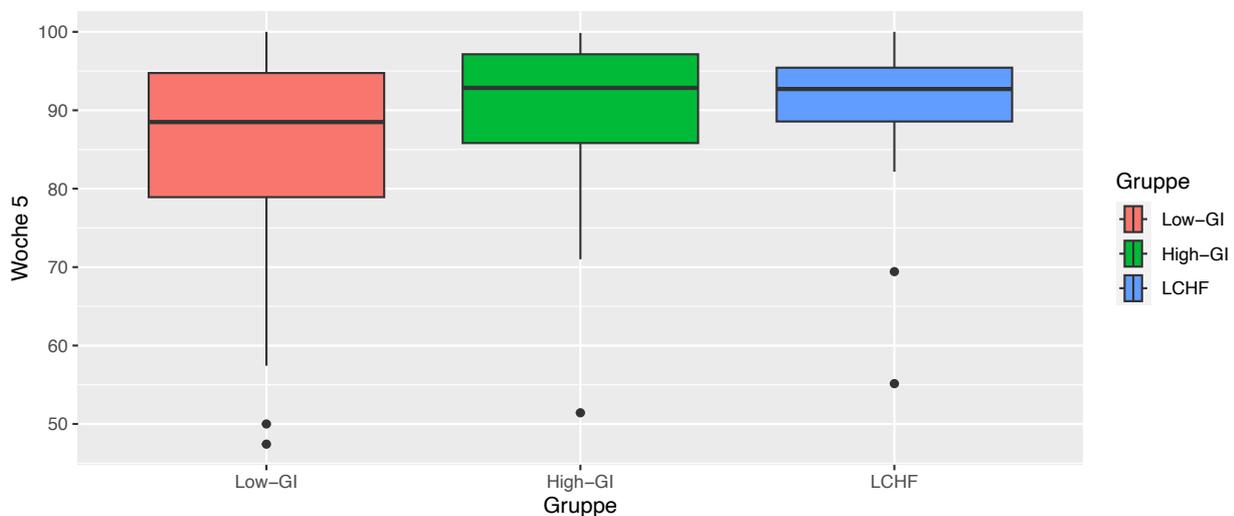


Abbildung 22: Boxplot: VAS Magen-Darm-Zustand in Woche 5; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023

Das lineare Regressionsmodell in Abbildung 23 (Seite 34) stellt in Woche 5 erneut keinen signifikanten Gruppenunterschied ($p = 0,3884$) hinsichtlich des Magen-Darm-Zustandes dar. Der erwartete Durchschnittswert der Low-GI Gruppe beträgt 82,878 und unterscheidet sich vom erwarteten Durchschnittswert der High-GI Gruppe um 5,390 bzw. zur LCHF Gruppe um 6,535. Beide Unterschiede sind nicht signifikant ($p = 0,293$ und $p = 0,197$).

```

Call:
lm(formula = `Woche 5` ~ Gruppe, data = VASmagedarmZsfg)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-36.839  -2.842   3.899   9.873  17.122

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    82.878     3.581  23.143  <2e-16 ***
GruppeHigh-GI    5.390     5.064   1.064   0.293
GruppeLCHF      6.535     4.989   1.310   0.197
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 14.32 on 46 degrees of freedom
(8 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.04028,    Adjusted R-squared:  -0.001443
F-statistic: 0.9654 on 2 and 46 DF,  p-value: 0.3884

```

Abbildung 23: Zusammenhang zwischen VAS Magen-Darm-Zustand und Gruppe in Woche 5; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023

Abbildung 24 (Seite 35) zeigt als graphische Darstellung in Form von Boxplots die durchschnittlichen VAS-Werte des Magen-Darm-Zustandes in Woche 10. Der Mittelwert der Low-GI Gruppe beträgt 84,41 ($\pm 12,79$), das Boxplot-Minimum liegt bei 73,14 und der Maximalwert bei 98,43. Der Ausreißer-Wert beträgt 51,57. Die High-GI Gruppe hat in Woche 10 einen Mittelwert von 85,47 ($\pm 18,69$). Die beiden Ausreißer-Werte liegen bei 39,71 und 47,57. Das Boxplot-Minimum startet bei 74,43 und endet mit einem Maximum von 100,00. In der LCHF Gruppe liegt der durchschnittliche Mittelwert bei 87,61 und ist somit der höchste in dieser Woche. Der Ausreißer-Wert liegt bei 46,43. Das Boxplot-Minimum beginnt bei 74,57 und endet bei einem Maximalwert von 100,00.

Das Modell der linearen Regression zeigt in Abbildung 25 (Seite 35) anhand der VAS-Werte des Magen-Darm-Zustandes in Woche 10 keinen signifikanten Gruppenunterschied ($p = 0,8383$). Der erwartete Durchschnittswert der Gruppe High-GI unterscheidet sich vom erwarteten Durchschnittswert der Low-GI Gruppe um +1,056 und ist nicht signifikant ($p = 0,855$). Der erwartete Durchschnittswert des Allgemeinzustandes der LCHF Gruppe ist um 3,196 höher als der erwartete Durchschnittswert von 84,411 in der Low-GI Gruppe. Der Unterschied ist hier ebenfalls nicht signifikant ($p = 0,569$).

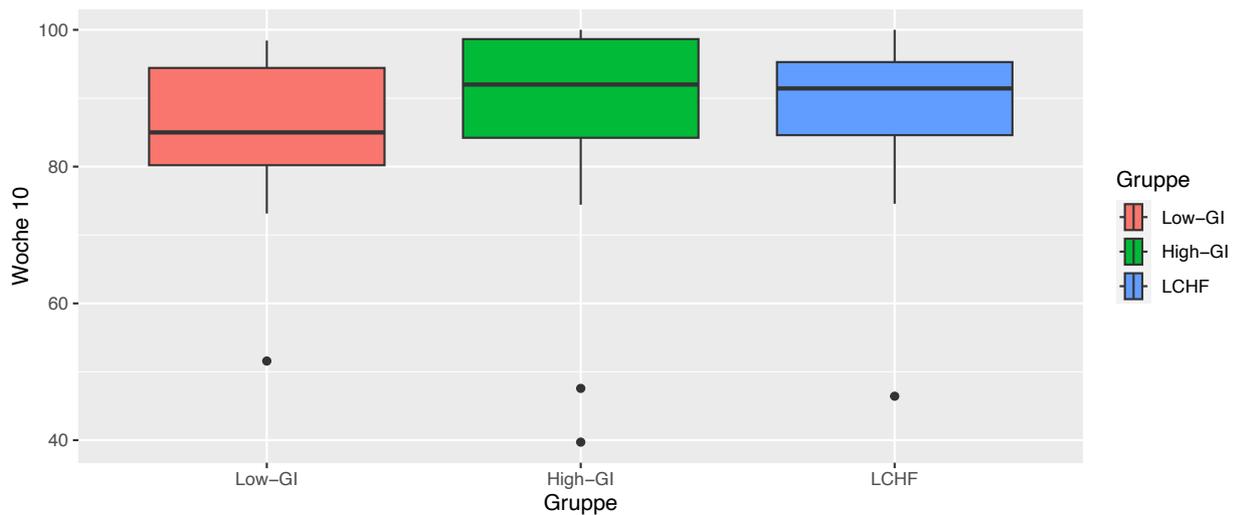


Abbildung 24: Boxplot: VAS Magen-Darm-Zustand in Woche 10; eigene Darstellung (R-Statistics); Wien: 2023

```
Call:
lm(formula = `Woche 10` ~ Gruppe, data = VASmagendarmZsfg)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-45.752  -3.007   3.589  10.018  14.533

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   84.411     4.192  20.137 <2e-16 ***
GruppeHigh-GI  1.056     5.727   0.184  0.855
GruppeLCHF     3.196     5.569   0.574  0.569
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 15.11 on 42 degrees of freedom
(12 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.008365, Adjusted R-squared:  -0.03886
F-statistic: 0.1772 on 2 and 42 DF,  p-value: 0.8383
```

Abbildung 25: Zusammenhang zwischen VAS Magen-Darm-Zustand und Gruppe in Woche 10; eigene Darstellung (R-Statistics), Wien: 2023

3.1.5 Gesundheitsfragebogen SF-36

3.1.5.1 Gesamtauswertung

Die höchstmöglich erreichbare Punktezahl des Gesundheitsfragebogens SF-36 beträgt 800. Wer diese Zahl erreicht, darf sich in allen acht abgefragten Bereichen über beste Gesundheit und bestes Wohlbefinden erfreuen. Die Mittelwerte und Standardabweichungen der drei Messzeitpunkte (Woche 4, 8 und 10) sind in Tabelle 6 getrennt nach Interventionsgruppe aufgelistet. Der Mittelwert in Woche 4 war bei der Low-GI Gruppe mit 681,00 ($\pm 73,77$) Punkten am geringsten, in der LCHF Gruppe mit 703,84 ($\pm 60,42$) Punkten am höchsten und dazwischen mit einem Gesamtmittelwert von 689,04 ($\pm 80,91$) Punkten fand sich die High-GI-Gruppe ein. In Woche 8 erreichte Gruppe Low-GI mit einem Mittelwert von 722,42 ($\pm 62,76$) Punkten den höchsten Durchschnitts-Gesamtwert, gefolgt von Gruppe High-GI mit einem Wert im Mittel von 677,00 ($\pm 73,20$) Punkten und LCHF hatten den niedrigsten Gruppengesamtwert von 674,52 ($\pm 131,22$) Punkten. In der letzten Interventionswoche der Studie hatte Gruppe Low-GI einen Gesamt-Mittelwert von 717,11 ($\pm 61,73$) Punkten, Gruppe High-GI von 673,76 ($\pm 93,52$) Punkten und Gruppe LCHF von 687,38 ($\pm 108,58$) Punkten. Die Unterschiede waren in keiner Gruppe zu keinem Zeitpunkt signifikant (Woche 4: $p = 0,6713$; Woche 8: $p = 0,3654$; Woche 10: $p = 0,4634$).

Tabelle 6: SF-36 Gesamtauswertung pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023

Gruppe	MW Woche 4	SD Woche 4	MW Woche 8	SD Woche 8	MW Woche 10	SD Woche 10
Low-GI	681,00	73,77	722,42	62,76	717,11	61,73
High-GI	689,04	80,91	677,00	73,20	673,76	93,52
LCHF	703,84	60,42	674,52	131,22	687,38	108,58

3.1.5.2 Körperliche Funktion

Der Teilbereich der körperlichen Funktion kann maximal einen Punktwert von 100 abdecken. Tabelle 7 (Seite 37) zeigt die Gruppenmittelwerte inklusive Standardabweichungen. In der Gruppe Low-GI liegt der Gruppenmittelwert in Woche 4 bei 89,33 ($\pm 27,31$)

Punkten, in Woche 8 bei 92,31 ($\pm 24,88$) Punkten und in Woche 10 bei 92,33 ($\pm 24,34$) Punkten. Die Probanden der High-GI Interventionsgruppe starteten in Woche 4 mit dem höchsten Mittelwert von 98,75 ($\pm 2,89$), hatten in Woche 8 ebenfalls den höchsten Gruppenwert von 98,33 ($\pm 4,08$) und in Woche 10 lag der Mittelwert bei 99,33 ($\pm 1,76$). Gruppe LCHF erreichte in Woche 4 einen durchschnittlichen Wert von 98,53 ($\pm 2,94$) Punkte, in Woche 8 98,00 ($\pm 4,14$) Punkte und in Woche 10 ein Mittel von 98,53 ($\pm 2,94$) Punkten.

Tabelle 7: SF-36: Auswertung Teilbereich „Körperliche Funktion“ pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023

Gruppe	MW Woche 4	SD Woche 4	MW Woche 8	SD Woche 8	MW Woche 10	SD Woche 10
Low-GI	89,33	27,31	92,31	24,88	92,33	24,34
High-GI	98,75	2,89	98,33	4,08	99,33	1,76
LCHF	98,53	2,94	98,00	4,14	98,53	2,94

3.1.5.3 Einschränkungen aufgrund von körperlichen Problemen

Beim Teil des Fragebogens, der sich auf die Einschränkungen aufgrund von körperlichen Problemen bezieht, können ebenfalls maximal 100 Punkte erreicht werden. Die Mittelwerte und Standardabweichung der einzelnen Gruppen sind in Tabelle 8 (Seite 38) dargestellt. Die Gruppenmittelwerte der Probanden von Low-GI betragen in Woche 4 95,00 ($\pm 14,02$) Punkte, in Woche 8 90,38 ($\pm 28,02$) und in Woche 10 im Durchschnitt 90,00 ($\pm 28,03$) Punkte. Die High-GI Gruppe erreichte in Woche 4 im Mittel 92,19 ($\pm 17,60$), in Woche 8 Werte von durchschnittlich 91,67 ($\pm 18,09$) und zum Studienende 86,67 ($\pm 24,76$) Punkte. Die dritte Gruppe, LCHF, erreichte in Woche 4 Mittelwerte von 94,12 ($\pm 14,06$) und in Woche 8 90,00 ($\pm 26,39$). In Woche 10 hatte diese Gruppe die höchsten Durchschnittswerte von 94,12 ($\pm 24,25$) Punkten.

Tabelle 8: SF-36: Auswertung Teilbereich "Einschränkungen aufgrund von körperlichen Problemen" pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023

Gruppe	MW Woche 4	SD Woche 4	MW Woche 8	SD Woche 8	MW Woche 10	SD Woche 10
Low-GI	95,00	14,02	90,38	28,02	90,00	28,03
High-GI	92,19	17,60	91,67	18,09	86,67	24,76
LCHF	94,12	14,06	90,00	26,39	94,12	24,25

3.1.5.4 Einschränkungen aufgrund von emotionalen Problemen

Der Bereich der Einschränkungen aufgrund von emotionalen Problemen kann, wie in alle andere Teilbereiche, maximal ein Punktwert von 100 erreichen. Tabelle 9 zeigt die Gruppenmittelwerte inklusive Standardabweichungen. In der Low-GI Gruppe liegt der Mittelwert in Woche 4 bei 93,33 ($\pm 25,82$) Punkten, in Woche 8 und 10 bei der vollen Punktezahl von 100,00 ($\pm 0,00$). Die Probanden der High-GI Gruppe erzielten in Woche 4 ein Mittel von 85,42 ($\pm 29,74$), erreichten in Woche 8 einen Gruppenwert von 86,67 ($\pm 27,60$) Punkten und in Woche 10 lag der Mittelwert bei 82,22 ($\pm 35,34$). Gruppe LCHF erreichte in Woche 4 einen durchschnittlichen Wert von 94,12 ($\pm 17,62$), in Woche 8 ein Mittel von 88,89 ($\pm 29,99$) und in Woche 10 88,24 ($\pm 28,73$) Punkte.

Tabelle 9: SF-36: Auswertung Teilbereich "Einschränkungen aufgrund von emotionalen Problemen" pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023

Gruppe	MW Woche 4	SD Woche 4	MW Woche 8	SD Woche 8	MW Woche 10	SD Woche 10
Low-GI	93,33	25,82	100,00	0,00	100,00	0,00
High-GI	85,42	29,74	86,67	27,60	82,22	35,34
LCHF	94,12	17,62	88,89	29,99	88,24	28,73

3.1.5.5 Energie/Müdigkeit

Der Teil der Energie bzw. Müdigkeit konnte im Gesundheitsfragebogen maximal 100 Punkte erreichen. Die Mittelwerte und Standardabweichung der Interventionsgruppen sind in Tabelle 10 (Seite 39) aufgelistet. Die mittleren Werte der Low-GI Probanden

betragen bei der ersten Messung in der 4. Woche 64,00 ($\pm 16,71$) Punkte. In Woche 8 und 10 erreichte diese Gruppe mit Mittelwerten von 71,92 ($\pm 17,39$) und 68,33 ($\pm 16,54$) Punkten die höchsten im Vergleich zu den anderen beiden Interventionsgruppen. Die Probanden von High-GI hatten in Woche 4 im Mittel 65,94 ($\pm 12,41$) Punkte, in Woche 8 Werte von durchschnittlich 64,29 ($\pm 13,42$) und zum Studienende 64,67 ($\pm 13,56$) Punkte. LCHF erreichte in Woche 4 Mittelwerte von 65,00 ($\pm 14,58$), in Woche 8 66,43 ($\pm 21,43$) und in Woche 10 Durchschnittswerte von 65,59 ($\pm 17,84$) Punkten.

Tabelle 10: SF-36: Auswertung Teilbereich "Energie/Müdigkeit" pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023

Gruppe	MW Woche 4	SD Woche 4	MW Woche 8	SD Woche 8	MW Woche 10	SD Woche 10
Low-GI	64,00	16,71	71,92	17,39	68,33	16,54
High-GI	65,94	12,41	64,29	13,42	64,67	13,56
LCHF	65,00	14,58	66,43	21,43	65,59	17,84

3.1.5.6 *Emotionales Wohlbefinden*

Der Unterpunkt emotionales Wohlbefinden umfasst maximal 100 Punkte. Tabelle 11 (*Seite 40*) listet die Gruppenmittelwerte inklusive Standardabweichungen auf. In der Low-GI Gruppe liegt der Mittelwert in Woche 4 bei 78,67 ($\pm 14,07$), in Woche 8 und 10 erreichte diese Gruppe mit 86,46 ($\pm 12,17$) bzw. 84,80 ($\pm 13,28$) Punkten die höchsten Durchschnittswerte. Die Probanden der High-GI Gruppe erzielten in Woche 4 ein Mittel von 83,00 ($\pm 8,70$) Punkten, erreichten in Woche 8 einen Gruppenwert von 84,29 ($\pm 8,80$) Punkten und in Woche 10 lag der Mittelwert bei 84,27 ($\pm 6,67$). Gruppe LCHF erreichte in Woche 4 einen durchschnittlichen Wert von 82,18 ($\pm 13,57$), in Woche 8 ein Mittel von 79,73 ($\pm 17,73$) und in Woche 10 81,65 ($\pm 14,50$) Punkten.

Tabelle 11: SF-36: Auswertung Teilbereich "Emotionales Wohlbefinden" pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023

Gruppe	MW Woche 4	SD Woche 4	MW Woche 8	SD Woche 8	MW Woche 10	SD Woche 10
Low-GI	78,67	14,07	86,46	12,17	84,80	13,28
High-GI	83,00	8,70	84,29	8,80	84,27	6,67
LCHF	82,18	13,57	79,73	17,73	81,65	14,50

3.1.5.7 Soziale Funktionsfähigkeit

Im Teilbereich der sozialen Funktionsfähigkeit konnten maximal 100 Punkte des SF-36 erreicht werden. Die Mittelwerte und Standardabweichung der Interventionsgruppen sind in Tabelle 12 dargestellt. Die mittleren Werte der Low-GI Probanden betragen bei der ersten Befragung in der 4. Woche 90,83 ($\pm 15,28$) Punkte. In Woche 8 und 10 erreichte diese Gruppe mit Mittelwerten von 98,08 ($\pm 4,69$) und 95,54 ($\pm 7,91$) Punkten die höchsten Werte. Die Probanden der High-GI Gruppe hatten in Woche 4 im Mittel 92,97 ($\pm 15,79$) Punkte, in Woche 8 Werte von durchschnittlich 86,46 ($\pm 16,39$) und in Woche 10 88,54 ($\pm 19,55$). Die LCHF Probanden erreichten in Woche 4 Mittelwerte von 91,91 ($\pm 10,77$), in Woche 8 durchschnittlich 85,00 ($\pm 25,09$) Punkte und in Woche 10 Durchschnittswerte von 87,50 ($\pm 22,09$) Punkten.

Tabelle 12: SF-36: Auswertung Teilbereich "Soziale Funktionsfähigkeit" pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023

Gruppe	MW Woche 4	SD Woche 4	MW Woche 8	SD Woche 8	MW Woche 10	SD Woche 10
Low-GI	90,83	15,28	98,08	4,69	95,54	7,91
High-GI	92,97	15,79	86,46	16,39	88,54	19,55
LCHF	91,91	10,77	85,00	25,09	87,50	22,09

3.1.5.8 Schmerz

Maximal 100 Punkte konnten beim Unterpunkt Schmerz des SF-36 erreicht werden. Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Interventionsgruppen sind in Tabelle 13

aufgelistet. Die Low-GI Gruppe erreichte in Woche 4 einen Gruppenmittelwert von 84,83 ($\pm 16,02$) Punkten, in Woche 8 einen Wert von durchschnittlich 93,65 ($\pm 10,93$) Punkten und in Woche 10 88,33 ($\pm 16,63$) Punkte. Die Probanden der High-GI Interventionsgruppe starteten in Woche 4 mit dem höchsten Mittelwert von 90,16 ($\pm 11,46$), hatten in Woche 8 einen Gruppenwert von 89,11 ($\pm 19,03$) und in Woche 10 erneut den höchsten Mittelwert aller Interventionsgruppen von 93,50 ($\pm 9,95$) Punkten. Die LCHF Gruppe erreichte in Woche 4 einen durchschnittlichen Wert von 90,00 ($\pm 15,33$) Punkten, in Woche 8 89,67 ($\pm 15,51$) und in Woche 10 ein Mittel von 88,82 ($\pm 12,38$) Punkten.

Tabelle 13: SF-36: Auswertung Teilbereich "Schmerz" pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023

Gruppe	MW Woche 4	SD Woche 4	MW Woche 8	SD Woche 8	MW Woche 10	SD Woche 10
Low-GI	84,83	16,02	93,65	10,93	88,33	16,63
High-GI	90,16	11,46	89,11	19,03	93,50	9,95
LCHF	90,00	15,33	89,67	15,51	88,82	12,38

3.1.5.9 Allgemeine Gesundheit

Die allgemeine Gesundheit konnte im Gesundheitsfragebogen als achter Teilbereich maximal 100 Punkte erzielen. Die Mittelwerte und Standardabweichung der einzelnen Gruppen sind in Tabelle 14 (Seite 42) aufgelistet. Die durchschnittlichen Werte der Low-GI Probanden betragen bei der ersten Messung in der 4. Woche 85,00 ($\pm 12,54$) Punkte. In Woche 8 und 10 erreichte diese Gruppe mit 89,62 ($\pm 9,00$) und 88,33 ($\pm 10,47$) Punkten die höchsten Mittelwerte im Vergleich zu den anderen beiden Interventionsgruppen. Die Probanden von High-GI hatten in Woche 4 im Durchschnitt 80,63 ($\pm 13,65$) Punkte, in Woche 8 mittlere Werte von 81,07 ($\pm 12,74$) und in Woche 10 von 81,00 ($\pm 14,17$) Punkten. Die Probanden von LCHF erreichten in Woche 4 Mittelwerte von 86,47 ($\pm 11,29$), in Woche 8 81,33 ($\pm 20,31$) und in Woche 10 Durchschnittswerte von 82,94 ($\pm 16,96$) Punkten.

Tabelle 14: SF-36: Auswertung Teilbereich "Allgemeine Gesundheit" pro Gruppe (Mittelwert und Standardabweichung von Woche 4, 8 und 10); eigene Darstellung; Wien: 2023

Gruppe	MW Woche 4	SD Woche 4	MW Woche 8	SD Woche 8	MW Woche 10	SD Woche 10
Low-GI	85,00	12,54	89,62	9,00	88,33	10,47
High-GI	80,63	13,65	81,07	12,74	81,00	14,17
LCHF	86,47	11,29	81,33	20,31	82,94	16,96

4 Diskussion

In diesem Kapitel wird zu Beginn kurz auf die Bedeutung des Themas eingegangen. Im Anschluss werden die Methoden sowie Ergebnisse diskutiert sowie die Forschungsfrage beantwortet. Mit der Abgrenzung des Forschungsthemas sowie einem Fazit und Ausblick wird die vorliegende Arbeit abgeschlossen.

4.1 Bedeutung des Themas

Es ist bekannt, dass sich körperliches Wohlbefinden und Gesundheit unter anderem durch Ausdauertraining und Ernährungsverhalten beeinflussen lassen (Saw et al., 2016). Gerade in einer schnelllebigen und stressigen Zeit wie jetzt, in der die Zahl der (chronischen) Krankheiten drastisch zunehmen, ist es umso wichtiger, dass Strategien gefunden werden, mit denen gut auf sich selbst geachtet werden kann. Im besten Fall wird sogar ein geeigneter Weg gefunden, der ein möglichst langes und gesundes Leben ermöglicht. Denn der Altersvorgang ist ein Prozess, der nicht umgänglich ist. Ernährung und Bewegung spielen für dieses Vorhaben eine wesentliche Rolle.

4.2 Diskussion der Methoden

Bei der Verfassung der Masterarbeit hat sich herausgestellt, dass der Begriff Wohlbefinden keine klare Definition hat. Er wird zwar zur Definition von Gesundheit der WHO herangezogen, aber es kann sich hierbei um einen Zustand oder einen Prozess handeln. Je nach Zusammenhang wird er unterschiedlich typisiert. In der Arbeit wurde der Fokus deshalb auf körperliches bzw. subjektives Wohlbefinden gelegt, weil dies eine Art des Wohlbefindens darstellt, die einfacher greifbar und somit leichter messbar ist. In Form vom SF-36 und VAS-Skalen ist eine Ableitung des aktuellen Zustandes durchaus möglich. Für weitere Studien und Untersuchungen würde sich ein noch breiterer Ansatz sowie eine engmaschigere Befragung lohnen, damit am Ende präzisere Ergebnisse Zustandekommen und gezielt Aussagen getroffen werden können.

4.3 Diskussion der Ergebnisse

Ausdauertraining und Ernährungsinterventionen spielen eine wesentliche Rolle für körperliches Wohlbefinden und die Gesundheit. Wie sich schon zu Beginn der Arbeit herausgestellt hat, ist der Begriff Wohlbefinden nicht genau definiert, weshalb in der Forschung die Messmethoden ebenfalls sehr unterschiedlich sind (Huppert & So, 2013; Röhrle, 2018). Psychische Gesundheit bzw. psychisches Wohlbefinden wird oftmals genau am Gegenteil gemessen, beispielsweise ob Depressionen oder Angst(störungen) vorliegen oder nicht (Keyes, 2007). Weiters hat die Studienlage gezeigt, dass es sich bei Wohlbefinden sowohl um einen Zustand als auch einen Prozess handeln kann, weshalb für fundierte Ergebnisse ein mehrdimensionaler Ansatz nötig ist (Huppert & So, 2013; Keyes, 2007; Röhrle, 2018). Je breiter das gesamte Spektrum des Wohlbefindens abgedeckt wird, desto eher lassen sich Zusammenhänge hinsichtlich weiterer Verhaltensweisen, wie beispielsweise die der Ernährung oder Bewegung betreffend, feststellen (Huppert & So, 2013; *ICD-11 for Mortality and Morbidity Statistics*, 2023).

In der vorliegenden Forschungsarbeit wurde für die Erhebung des Wohlbefindens die VAS-Skala sowie der SF-36 herangezogen. Mittels VAS-Skalen wurden der Allgemeinzustand, die körperliche Leistungsfähigkeit sowie der Magen-Darm-Zustand abgefragt, die vordergründig das körperliche Wohlbefinden widerspiegeln. Der Allgemeinzustand kann jedoch sowohl das körperliche, als auch das psychische Wohlbefinden abbilden. Hier kommt es stark auf die Sichtweise der Testperson an, denn es könnte der Person allgemein gut gehen, weil keine körperlichen Schmerzen vorhanden sind und/oder weil kein Schwermut bzw. keine depressive Verstimmung vorhanden ist. Der SF-36 hat diesbezüglich einige Teilbereiche integriert, die darüber Aufschluss geben konnten. Er unterscheidet beispielsweise noch genauer zwischen Einschränkungen in der Gesundheit aufgrund körperlicher Probleme, emotionaler Probleme oder aufgrund von Schmerzen. Es war daher für die Studiendurchführung notwendig, beide Methoden für die Erhebung des Wohlbefindens sowie für die Untersuchung von Zusammenhängen heranzuziehen.

Die Ergebnisse der Ernährungsintervention zeigten, dass die Low-GI Gruppe den vorgegebenen GI von ≤ 50 mit einem Durchschnittswert von 41,69 einhalten konnten. Eine mittlere tägliche Kohlenhydrataufnahme von 48,39 Energieprozent führte mit Sicherheit zur Reduktion der mittleren Gesamtenergieaufnahme. Die vorgegebene Verteilung der

Makronährstoffe konnte hinsichtlich der Kohlenhydrate (55-60 %) nicht eingehalten werden. Bei der High-GI Gruppe konnte zwar ein durchschnittlicher Anstieg der Gesamtenergieaufnahme und des GI festgestellt werden, der vorgegebene GI von > 70 konnte jedoch von den Probanden während der Interventionszeit im Mittel nicht erreicht werden. Mit einer durchschnittlichen Kohlenhydrataufnahme von 49,75 % lag die Gruppe ebenfalls unter dem vorgegebenen Wert von 55-60 %. Die LCHF Probanden hatten aufgrund der Ernährungsintervention die größte Veränderung in der Zusammensetzung der Makronährstoffe im Vergleich zur Baseline und der Intervention. Die vorgegebenen 65 Energie-% der Fette konnten mit durchschnittlich 63,43 % nur knapp nicht erreicht werden.

Anhand der Auswertung der VAS-Skala des Allgemeinzustandes lässt sich ein möglicher Zusammenhang zwischen Ernährungsintervention und Wohlbefinden in der Gruppe LCHF feststellen. Diese Gruppe hatte zu Beginn der Studie die größte Umstellung hinsichtlich der Ernährung, welche sich im niedrigsten Gruppenmittelwert der VAS-Skala in Woche 1 widerspiegelt. Werden die Ergebnisse der VAS-Skala des Allgemeinzustandes von Woche 5 zusätzlich mit dem Teilbereich der allgemeinen Gesundheit des SF-36 von Woche 4 verglichen, zeigt sich, dass in beiden Fällen die High-GI Gruppe die niedrigsten und die LCHF Gruppe die höchsten Mittelwerte aufweisen. Die Gesamtauswertung des SF-36 in Woche 4 deckt sich hier mit dem VAS Ergebnis des Allgemeinzustandes in Woche 5 bei der LCHF Gruppe ebenfalls – in beiden Fällen konnten die Probanden im Durchschnitt die höchsten Punkte bzw. die höchste Auswertung erreichen. Hinsichtlich dem Teilbereich des emotionalen Wohlbefindens des SF-36 sowie den Ergebnissen der VAS-Skala des Allgemeinzustandes lassen sich keine Überschneidungen oder Tendenzen feststellen, weshalb kein möglicher Zusammenhang mit den Ernährungsinterventionen darstellbar ist. Für einen noch besseren Vergleich der Ergebnisse zwischen den VAS-Skalen und dem SF-36 wäre eine Auswertung der gleichen Wochen sicherlich günstiger gewesen. Allerdings waren die Ergebnisse während der gesamten Interventionszeit nicht signifikant unterschiedlich in den einzelnen Gruppen, weshalb schlussendlich nur Tendenzen festgestellt und keine sicheren Aussagen über mögliche Zusammenhänge getroffen werden konnten.

Die Studienlage hat bereits gezeigt, dass durch Bewegung und Sport das Wohlbefinden gesteigert werden kann, wenn damit gute und positive Gefühle ausgelöst werden konnten (Xie et al., 2021). In einer anderen Übersichtsarbeit konnte ebenfalls festgestellt werden, dass es eine Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und der Lebensqualität sowie dem Wohlbefinden gibt (Marquez et al., 2020). In der vorliegenden Forschungsarbeit zeigten die Daten allerdings keine eindeutigen Ergebnisse darüber. Um mögliche Zusammenhänge zwischen Wohlbefinden und Ausdauertraining herzustellen, wurden ebenfalls die Daten der VAS-Skalen und des SF-36 herangezogen, sowie die Trainingszeiten der Probanden ausgewertet. Insgesamt waren die Trainingsminuten aller drei Gruppen sehr ähnlich, allerdings konnten die vorgegebenen Zeiten pro Woche oft nicht erreicht werden. Woran das genau lag, konnte anhand der erhobenen Daten nicht eruiert werden. Werden die Ergebnisse der VAS-Skala der körperlichen Funktion mit den Teilbereichen der körperlichen Funktion und Schmerz des SF-36 miteinander verglichen, decken sie sich nur in der Low-GI Gruppe. Die Probanden hatten bei beiden Messmethoden die niedrigsten Gruppenmittelwerte in diesen drei Bereichen. Werden an dieser Stelle die Abweichungen der Trainingszeiten miteinbezogen, kann jedoch kein Zusammenhang festgestellt werden, dass sich niedrigere Werte hinsichtlich des Wohlbefindens auf das Training auswirken. Die Low-GI Probanden hatten sowohl in Woche 4 als auch in Woche 5 die höchsten Trainingszeiten erreicht. Die Ergebnisse der VAS-Skala des Magen-Darm-Zustandes sowie des SF-36 konnte ebenfalls keine Tendenzen zeigen. Mögliche Ursachen könnten hier vor allem darin liegen, dass zum einen der SF-36 nicht von allen Probanden dreimal vollständig ausgefüllt wurde. Zum anderen wäre es nützlich gewesen, wenn die Probanden den Fragebogen einmal wöchentlich ausgefüllt hätten, damit eine bessere Verlaufsdarstellung möglich gewesen wäre. Dadurch wären eindeutigeren Rückschlüsse und Zusammenhänge feststellbar gewesen. Ein weiterer Aspekt, der nicht außer Acht gelassen werden darf, ist, dass zum Zeitpunkt der Studie die Coronapandemie vorherrschend war und es bei einigen Probanden zu Trainingspausen kam. Dieser Umstand kann sowohl das Wohlbefinden, Ernährungsverhalten als auch das Ausdauertraining maßgeblich beeinflussen. Es wurde in dieser Studie allerdings nicht speziell berücksichtigt bzw. vermerkt.

4.4 Beantwortung der Forschungsfrage

Mit der Durchführung einer klinischen Studie und der gleichzeitigen Datenerhebung von VAS und SF-36 ist es grundsätzlich laut Forschung möglich, Zusammenhänge zwischen Wohlbefinden, Ausdauertraining und unterschiedlichen Ernährungsinterventionen abzuleiten. Wie sich anhand dieser Ergebnisse jedoch gezeigt hat, konnten keine signifikanten Unterschiede in den einzelnen Gruppen hinsichtlich Ausdauertraining und körperlichem Wohlbefinden sowie Ernährungsintervention mit unterschiedlichem Kohlenhydratgehalt und körperlichem Wohlbefinden hergestellt werden.

4.5 Beschränkung der Forschung

Diese Arbeit behandelt ausschließlich den kombinierten Einfluss von Ausdauertraining und Ernährungsintervention mit unterschiedlichem Kohlenhydratgehalt bzw. glykämischen Indices auf das körperliche Wohlbefinden bei aktiven Männern zwischen 18 und 40 Jahren. Aus diesem Grund können anhand der durchgeführten Studie keine Aussagen über andere Personen- und Bevölkerungsgruppen getroffen werden.

4.6 Fazit und Ausblick

Zusammenfassend konnten über die Dauer der Intervention immer wieder Veränderungen in den Gruppen im körperlichen Wohlbefinden, im Gesundheitszustand und in der Trainingsleistung festgestellt werden. Für signifikante Ergebnisse waren die Erhebungen zum Teil zu ungenau bzw. haben die Probanden das Tagebuch zu unregelmäßig oder zu unvollständig ausgefüllt, sodass keine eindeutigen Rückschlüsse gezogen werden konnten. Für weitere Studien und Untersuchungen würde sich ein noch breiterer Ansatz sowie eine engmaschigere Befragung lohnen, damit signifikante Ergebnisse erreicht werden können.

Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass die Studie ausschließlich mit männlichen Probanden zwischen 18 und 40 Jahren durchgeführt wurde und sich dadurch die Ergebnisse weder auf Frauen jeglichen Alters, Jugendliche oder ältere Personen ableiten lassen. Werden diese Umstände in weiteren Forschungen berücksichtigt, weichen die Ergebnisse

möglicherweise ab. Es ist auf jeden Fall empfehlenswert, weitere Studien mit unterschiedlichen Probandengruppen durchzuführen.

5 Literaturverzeichnis

- Açma, A., Carrat, F., & Hejblum, G. (2022). Comparing SF-36 Scores Collected Through Web-Based Questionnaire Self-completions and Telephone Interviews: An Ancillary Study of the SENTIPAT Multicenter Randomized Controlled Trial. *Journal of Medical Internet Research*, 24(3), e29009. <https://doi.org/10.2196/29009>
- Busija, L., Pausenberger, E., Haines, T. P., Haymes, S., Buchbinder, R., & Osborne, R. H. (2011). Adult measures of general health and health-related quality of life: Medical Outcomes Study Short Form 36-Item (SF-36) and Short Form 12-Item (SF-12) Health Surveys, Nottingham Health Profile (NHP), Sickness Impact Profile (SIP), Medical Outcomes Study Short Form 6D (SF-6D), Health Utilities Index Mark 3 (HUI3), Quality of Well-Being Scale (QWB), and Assessment of Quality of Life (AQOL). *Arthritis Care & Research*, 63(S11), S383–S412. <https://doi.org/10.1002/acr.20541>
- Depression*. (2021, September). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression>
- Gallagher, E. J., Liebman, M., & Bijur, P. E. (2001). Prospective validation of clinically important changes in pain severity measured on a visual analog scale. *Annals of Emergency Medicine*, 38(6), 633–638. <https://doi.org/10.1067/mem.2001.118863>
- Gujral, S., Aizenstein, H., Reynolds, C. F., Butters, M. A., & Erickson, K. I. (2017). Exercise effects on depression: Possible neural mechanisms. *General Hospital Psychiatry*, 49, 2–10. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsy.2017.04.012>
- Henselmans, M., Bjørnsen, T., Hedderman, R., & Vårvik, F. T. (2022). The Effect of Carbohydrate Intake on Strength and Resistance Training Performance: A Systematic Review. *Nutrients*, 14(4), 856. <https://doi.org/10.3390/nu14040856>
- Huppert, F. A., & So, T. T. C. (2013). Flourishing Across Europe: Application of a New Conceptual Framework for Defining Well-Being. *Social Indicators Research*, 110(3), 837–861. <https://doi.org/10.1007/s11205-011-9966-7>
- ICD-11 for Mortality and Morbidity Statistics*. (2023, Januar). <https://icd.who.int/browse11/l-m/en#/http://id.who.int/icd/entity/1563440232>
- International Health Conference. (2002). Constitution of the World Health Organization. 1946. *Bulletin of the World Health Organization*, 80(12), 983–984. WHO IRIS.

- Jurov, I., Keay, N., & Rauter, S. (2022). Reducing energy availability in male endurance athletes: A randomized trial with a three-step energy reduction. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 19(1), 179–195. <https://doi.org/10.1080/15502783.2022.2065111>
- Karcioglu, O., Topacoglu, H., Dikme, O., & Dikme, O. (2018). A systematic review of the pain scales in adults: Which to use? *The American Journal of Emergency Medicine*, 36(4), 707–714. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.01.008>
- Keyes, C. L. M. (2007). Promoting and protecting mental health as flourishing: A complementary strategy for improving national mental health. *The American Psychologist*, 62(2), 95–108. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.62.2.95>
- Mammen, G., & Faulkner, G. (2013). Physical activity and the prevention of depression: A systematic review of prospective studies. *American Journal of Preventive Medicine*, 45(5), 649–657. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2013.08.001>
- Marquez, D. X., Aguiñaga, S., Vásquez, P. M., Conroy, D. E., Erickson, K. I., Hillman, C., Stillman, C. M., Ballard, R. M., Sheppard, B. B., Petruzzello, S. J., King, A. C., & Powell, K. E. (2020). A systematic review of physical activity and quality of life and well-being. *Translational Behavioral Medicine*, 10(5), 1098–1109. <https://doi.org/10.1093/tbm/ibz198>
- Mental health*. (2022, Juni). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>
- OECD. (2013). *OECD Guidelines on Measuring Subjective Well-being*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264191655-en>
- Prins, P. J., Noakes, T. D., Welton, G. L., Haley, S. J., Esbenshade, N. J., Atwell, A. D., Scott, K. E., Abraham, J., Raabe, A. S., Buxton, J. D., & Ault, D. L. (2019). High Rates of Fat Oxidation Induced by a Low-Carbohydrate, High-Fat Diet, Do Not Impair 5-km Running Performance in Competitive Recreational Athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 18(4), 738–750.
- Rice, S. M., Purcell, R., De Silva, S., Mawren, D., McGorry, P. D., & Parker, A. G. (2016). The Mental Health of Elite Athletes: A Narrative Systematic Review. *Sports Medicine (Auckland, N.z.)*, 46(9), 1333–1353. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0492-2>

- Röhrle, B. (2018). Wohlbefinden/ Well-being. *Leitbegriffe der Gesundheitsförderung und Prävention: Glossar zu Konzepten, Strategien und Methoden*. <https://doi.org/10.17623/BZGA:224-I134-1.0>
- Saw, A. E., Main, L. C., & Gastin, P. B. (2016). Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, *50*(5), 281–291. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094758>
- Schuch, F. B., Dunn, A. L., Kanitz, A. C., Delevatti, R. S., & Fleck, M. P. (2016). Moderators of response in exercise treatment for depression: A systematic review. *Journal of Affective Disorders*, *195*, 40–49. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.01.014>
- Selvaraj, R., Selvamani, T. Y., Zahra, A., Malla, J., Dhanoa, R. K., Venugopal, S., Shoukrie, S. I., Hamouda, R. K., & Hamid, P. (2022). Association Between Dietary Habits and Depression: A Systematic Review. *Cureus*, *14*(12), e32359. <https://doi.org/10.7759/cureus.32359>
- Strahler, J., & Nater, U. M. (2018). Differential effects of eating and drinking on well-being—An ecological ambulatory assessment study. *Biological Psychology*, *131*, 72–88. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2017.01.008>
- Violant-Holz, V., Gallego-Jiménez, M. G., González-González, C. S., Muñoz-Violant, S., Rodríguez, M. J., Sansano-Nadal, O., & Guerra-Balic, M. (2020). Psychological Health and Physical Activity Levels during the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(24), 9419. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249419>
- Wroble, K. A., Trott, M. N., Schweitzer, G. G., Rahman, R. S., Kelly, P. V., & Weiss, E. P. (2019). Low-carbohydrate, ketogenic diet impairs anaerobic exercise performance in exercise-trained women and men: A randomized-sequence crossover trial. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *59*(4), 600–607. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08318-4>
- Xie, Y., Wu, Z., Sun, L., Zhou, L., Wang, G., Xiao, L., & Wang, H. (2021). The Effects and Mechanisms of Exercise on the Treatment of Depression. *Frontiers in Psychiatry*, *12*, 705559. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.705559>

Zdzieblik, D., Friesenborg, H., Gollhofer, A., & König, D. (2022). Effect of a High Fat Diet vs. High Carbohydrate Diets With Different Glycemic Indices on Metabolic Parameters in Male Endurance Athletes: A Pilot Trial. *Frontiers in Nutrition, 9*, 802374. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.802374>

6 Anhang

Anhang 1: Überblick der Ernährungsintervention pro Gruppe

LOW GI

- ALLGEMEIN**
 - Kohlenhydrate: 55-60% (65% der Kohlenhydrate mit $GI \leq 50$)
 - Fett (vor allem pflanzenbasierte Öle und Fette aus Fisch, Nüsse und Samen): 25%
 - Proteine: 15-20%
- FLEISCH, FISCH & EIER**
 - Keine Einschränkungen, aber in kleinen Mengen und eher in der niedrig Fettvariante
 - Beispiele: Steak, Lachs, Hühnerbrust, Eier, Aufschnitt
- GEMÜSE**
 - Keine Einschränkungen außer Kartoffeln
- OBST**
 - Keine Einschränkungen außer für Datteln, Bananen, Weintrauben und gezuckerte Früchte
- MILCHPRODUKTE**
 - Fettarme Produkte wie fettarmer Quark, fettarmer Joghurt, Hüttenkäse, Buttermilch, gereifter Käse in kleinen Mengen
 - keine gezuckerten oder aromatisierten industriellen Milcherzeugnisse
- GETREIDEPRODUKTE**
 - Vollkornprodukte, wie Vollkornbrot, Reis und Nudeln
 - Pseudogetreide (Buchweizen, Quinoa, Amaranth, ..)
 - Hafer
- NÜSSE & SAMEN**
 - Keine Einschränkungen, aber in kleinen Mengen (Fettquelle)
- GETRÄNKE**
 - Kaffee, ungesüßte Tees, Wasser, zuckerfreie Limonaden und Säfte auf der Basis der erlaubten Früchte
 - Keine alkoholischen Getränke, Limonaden und gezuckerte Säfte
- SÜßSTOFFE, SÜßIGKEITEN & SNACKS**
 - Nüsse, Früchte (außer Bananen, Trauben und Datteln), dunkle Schokolade ($\geq 70\%$ Kakao), zuckerfreie Marmelade, Agavensirup, Zimt, Zuckeraustauschstoffe wie Stevia und Xucker (Xylit) sind erlaubt

HIGH GI

ALLGEMEIN

- Kohlenhydrate: 55-60% (65% der Kohlenhydrate mit GI > 70)
- Fett (vor allem pflanzenbasierte Öle und Fette aus Fisch, Nüsse und Samen): 25%
- Proteine: 15-20%

FLEISCH, FISCH & EIER
Keine Einschränkungen, aber in kleinen Mengen und eher in der niedrig Fettvariante
Beispiele: Steak, Lachs, Hühnerbrust, Eier, Aufschnitt

GEMÜSE
Nur als Beilage, aber nicht als Hauptkohlenhydratquelle
Kartoffeln und Gerichte aus Kartoffeln sind erlaubt

OBST
Datteln (getrocknet)
süße Früchte wie Banane oder Weintrauben sind erlaubt

MILCHPRODUKTE
Gezuckerte Milchprodukte wie Fruchtjoghurts fettarme Varianten sollten bevorzugt werden
reifer Käse mit hohem Fettgehalt sollte gelegentlich verzehrt werden
Reisdrink als Alternative mit hohem GI zu Kuhmilch

GETREIDEPRODUKTE
Weißmehlprodukte wie Weißbrot, Toast, weißer Reis, Hirse, Couscous, Bulgur, Nudeln, Cerealien und Kartoffeln
Vollkorn (Brot, Reis, Nudeln) und Pseudogetreide (Buchweizen, Quinoa, Amaranth) sind nicht erlaubt

NÜSSE & SAMEN
Keine Einschränkungen, aber in kleinen Mengen (Fettquelle)

GETRÄNKE
Keine Einschränkungen für alkoholfreie Getränke
Alkoholische Getränke sollten vor den Untersuchungen eingeschränkt und strikt vermieden werden

SÜßSTOFFE, SÜßIGKEITEN & SNACKS
Fettarme Snacks wie Gummibärchen, Smarties, Sorbets, Reiswaffeln, fettarme Chips und Sportriegel, Zucker

LCHF

ALLGEMEIN

- Kohlenhydrate: ≤ 50 g pro Tag
- Fett (vor allem pflanzenbasierte Öle und Fette aus Fisch, Nüsse und Samen): $\geq 65\%$
- Proteine: 15-20%

FLEISCH, FISCH & EIER
Keine Einschränkungen außer für panierte Produkte
Beispiele: Steak, Lachs, Hühnerbrust, Eier, Aufschnitt

GEMÜSE
Stärkearmes Gemüse wie Kohl, Gurken, Salat, Tomaten und Paprika
Stärkehaltiges Gemüse wie Kartoffeln oder Süßkartoffeln sollten vermieden werden

OBST
Eine tägliche Höchstmenge von 200g zuckerarme Früchten, wie Beeren, Papayas und Wassermelone ist erlaubt.

MILCHPRODUKTE
Keine frischen Milchprodukte (Milch, einige fettarme Joghurts und Fruchtjoghurts) wegen des hohen Gehalts an Kohlenhydraten
butterreifer Käse, Vollmilchjoghurt und Frischkäse mit geringem Kohlenhydratgehalt sind erlaubt

GETREIDEPRODUKTE
Wegen des hohen Gehalts an Kohlenhydraten nicht erlaubt
Kohlenhydratarmer Brote aus Nüssen und Kokos- oder Mandelmehl können herkömmliches Brot ersetzen

NÜSSE & SAMEN
Keine Einschränkungen außer für Kastanien und Cashewnüsse

GETRÄNKE
Kaffee, ungesüßte Tees und Wasser
Keine alkoholischen Getränke, Limonaden und Säfte

SÜßSTOFFE, SÜßIGKEITEN & SNACKS
Nüsse, Beeren und dunkle Schokolade ($\geq 70\%$ Kakao), Zimt, Zuckeraustauschstoffe wie Stevia oder Xylit sind erlaubt

Anhang 2: Auszug aus dem Trainingstagebuch inkl. Ernährungsprotokoll (Woche 1 bis Woche 4)

Anmerkung: Das Trainingstagebuch ist nicht vollständig im Anhang angeführt, da es sich ab Woche 5 identisch bis zum Schluss wiederholt.



TRAININGSTAGEBUCH & ERNÄHRUNGSPROTOKOLL

Probanden-ID: _____

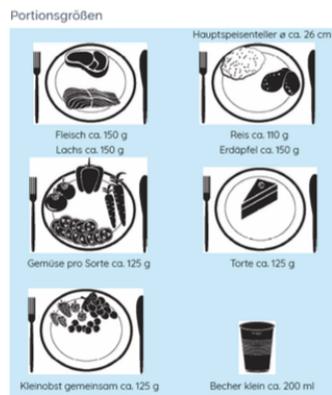
Erläuterungen zum Trainingstagebuch

- Dieses Trainingstagebuch ist jeden Tag auszufüllen.
- Bitte trage das jeweilige Datum ein.
- Die Ruheherzfrequenz wird täglich kurz nach dem Aufstehen gemessen und ebenso in die Tabelle eingetragen.
- Bei Trainingseinheiten soll eingetragen werden, welche Einheit absolviert wurde.
- Die Dauer, die durchschnittliche Herzfrequenz und die Distanz bitte von der Uhr ablesen.
- Bei **der visuellen Analogskala (VAS)** bitte jeweils auf der Linie ein Kreuz je nach Befinden machen. Das linke Ende steht für „kein Schmerz/sehr gut“, das rechte Ende für „stärkste vorstellbare Schmerzen/sehr schlecht“. Die VAS ist bitte täglich anzukreuzen.
- Der Fragebogen zum Gesundheitszustand (SF-36) soll am Ende der jeweiligen Woche ausgefüllt werden.

Erläuterungen zum Ernährungsprotokoll

- Pro Woche sind zwei Tage zu protokollieren.
- Bitte wähle jeweils einen Wochentag und einen Wochenendtag.
- Bitte sei gewissenhaft und ehrlich und trage die Lebensmittel oder die Mahlzeit direkt nach dem Essen ein.
- **Mahlzeit:** Frühstück, Mittagessen und Abendessen sind die Hauptmahlzeiten. Alles dazwischen wird als Snack bezeichnet. Es werden jede Mahlzeit, jeder Snack und jedes Getränk ins Protokoll eingetragen.
- **Uhrzeit:** Die Uhrzeit bitte möglichst genau notieren.
- **Ort/Art und Weise:** Wo fand der Verzehr statt? Zu Hause, bei Freunden, im Restaurant oder unterwegs auf die Hand?
- **Essen:** Besteht eine Mahlzeit aus mehreren Komponenten, sollen alle Komponenten (z.B. Fleisch, Beilage, Salat, Soße,...) im Protokoll erfasst werden. Einzelne Rezept-Zutaten einer Speise müssen nicht berücksichtigt werden. Bitte auch nicht auf die Fettangaben bei selbst zubereiteten Speisen wie Salaten, Fleisch- und Fischgerichten oder ähnlichem, vergessen.

Die Portionsgrößen so genau wie möglich angeben. Hierzu bitte folgende Bilder als Richtwerte verwenden. Es darf natürlich auch gerne abgewogen werden, ist aber kein Muss.



(Lizenz: Creative Commons CC BY-NC-ND 3.0 AT
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/at/>)

- **Getränke:** Alle Getränke, auch Wasser, bitte sorgfältig mit Mengenangabe notieren.

WOCHE 1

	Trainingseinheit	Dauer	Ø HF	km	VAS
Montag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Dienstag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Mittwoch Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Donnerstag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Freitag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Samstag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Sonntag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					

ERNÄHRUNGSPROTOKOLL 1

Datum: _____

Arbeitstag/Alltag

freier Tag/Wochenende

Urlaub

	Uhrzeit	Ort/ Art und Weise	Essen	Getränke	Anmerkungen
Frühstück					
zwischen durch					
Mittagessen					
zwischen durch					
Abendessen					
später					

ERNÄHRUNGSPROTOKOLL 2

Datum: _____

Arbeitstag/Alltag

freier Tag/Wochenende

Urlaub

	Uhrzeit	Ort/ Art und Weise	Essen	Getränke	Anmerkungen
Frühstück					
zwischen durch					
Mittagessen					
zwischen durch					
Abendessen					
später					

WOCHE 2

	Trainingseinheit	Dauer	Ø HF	km	VAS
Montag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Dienstag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Mittwoch Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Donnerstag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Freitag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Samstag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Sonntag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					

ERNÄHRUNGSPROTOKOLL 1

Datum: _____

Arbeitstag/Alltag

freier Tag/Wochenende

Urlaub

Uhrzeit	Ort/ Art und Weise	Essen	Getränke	Anmerkungen
Frühstück				
zwischen durch				
Mittagessen				
zwischen durch				
Abendessen				
später				

ERNÄHRUNGSPROTOKOLL 2

Datum: _____

Arbeitstag/Alltag

freier Tag/Wochenende

Urlaub

	Uhrzeit	Ort/ Art und Weise	Essen	Getränke	Anmerkungen
Frühstück					
zwischen durch					
Mittagessen					
zwischen durch					
Abendessen					
später					

WOCHE 3

	Trainingseinheit	Dauer	Ø HF	km	VAS
Montag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Dienstag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Mittwoch Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Donnerstag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Freitag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Samstag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Sonntag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					

ERNÄHRUNGSPROTOKOLL 1

Datum: _____

Arbeitstag/Alltag

freier Tag/Wochenende

Urlaub

	Uhrzeit	Ort/ Art und Weise	Essen	Getränke	Anmerkungen
Frühstück					
zwischen durch					
Mittagessen					
zwischen durch					
Abendessen					
später					

ERNÄHRUNGSPROTOKOLL 2

Datum: _____

Arbeitstag/Alltag

freier Tag/Wochenende

Urlaub

Uhrzeit	Ort/ Art und Weise	Essen	Getränke	Anmerkungen
Frühstück				
zwischen durch				
Mittagessen				
zwischen durch				
Abendessen				
später				

WOCHE 4

	Trainingseinheit	Dauer	Ø HF	km	VAS
Montag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Dienstag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Mittwoch Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Donnerstag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Freitag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Samstag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					
Sonntag Datum:					Allgemeinzustand: Körperliche Leistungsfähigkeit: Magen-Darm-Zustand:
Ruhepuls:					

ERNÄHRUNGSPROTOKOLL 1

Datum: _____

Arbeitstag/Alltag

freier Tag/Wochenende

Urlaub

	Uhrzeit	Ort/ Art und Weise	Essen	Getränke	Anmerkungen
Frühstück					
zwischen durch					
Mittagessen					
zwischen durch					
Abendessen					
später					

ERNÄHRUNGSPROTOKOLL 2

Datum: _____

Arbeitstag/Alltag

freier Tag/Wochenende

Urlaub

	Uhrzeit	Ort/ Art und Weise	Essen	Getränke	Anmerkungen
Frühstück					
zwischen durch					
Mittagessen					
zwischen durch					
Abendessen					
später					

Fragebogen zum Gesundheitszustand (SF-36)

1. Wie würdest du deinen Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben? (Bitte nur eine Zahl ankreuzen.)

1 Ausgezeichnet 2 Sehr gut 3 Gut 4 Weniger gut 5 Schlecht

2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würdest du deinen derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben? (Bitte nur eine Zahl ankreuzen.)

1 Ausgezeichnet 2 Sehr gut 3 Gut 4 Weniger gut 5 Schlecht

3. Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die du vielleicht an einem normalen Tag ausübst. Bist du durch deinen derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark? (Bitte in jeder Zeile nur eine Zahl ankreuzen.)

TÄTIGKEITEN	Ja, stark	Ja, etwas	Nein, überhaupt
a. anstrengende Tätigkeiten, wie schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben, ...	1	2	3
b. mittelschwere Tätigkeiten, wie einen Tischverschieben, Staubsaugen, Kegeln, Golf spielen, ...	1	2	3
c. Einkaufstaschen heben oder tragen	1	2	3
d. mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3
e. einen Treppenabsatz steigen	1	2	3
f. sich beugen, knien, bücken	1	2	3
g. mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3
h. mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fußgehen	1	2	3
i. eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	2	3
j. sich baden oder anziehen	1	2	3

4. Hattest du in den vergangenen 4 Wochen aufgrund deiner körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause? (Bitte in jeder Zeile nur eine Zahl ankreuzen.)

SCHWIERIGKEITEN	JA	NEIN
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein.	1	2
b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte.	1	2
c. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun.	1	2
d. Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. ich musste mich besonders anstrengen).	1	2

5. Hattest du in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B., weil du dich niedergeschlagen oder ängstlich gefühlt hast)? (Bitte in jeder Zeile nur eine Zahl ankreuzen.)

SCHWIERIGKEITEN	JA	NEIN
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein.	1	2
b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte.	1	2
c. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten.	1	2

6. Wie sehr haben deine körperliche Gesundheit oder deine seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen deine normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt? (Bitte nur eine Zahl ankreuzen.)

1 Überhaupt nicht 2 Etwas 3 Mäßig 4 Ziemlich 5 Sehr

7. Wie stark waren deine Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen? (Bitte nur eine Zahl ankreuzen.)

1 Ich hatte keine Schmerzen 2 Sehr leicht 3 Leicht 4 Mäßig 5 Stark 6 Sehr stark

8. Inwieweit haben dich in den vergangenen 4 Wochen Schmerzen bei der Ausübung deiner Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert? (Bitte nur eine Zahl ankreuzen.)

1 Überhaupt nicht 2 Ein bisschen 3 Mäßig 4 Ziemlich 5 Sehr

9. In diesen Fragen geht es darum, wie du dich fühlst und wie es dir in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. (Bitte kreuze in jeder Zeile die Zahl an, die deinem Befinden am ehesten entspricht). Wie oft warst du in den vergangenen 4 Wochen...

BEFINDEN	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
a. voller Schwung?	1	2	3	4	5	6
b. sehr nervös?	1	2	3	4	5	6
c. so niedergeschlagen, dass dich nichts aufheitern konnte?	1	2	3	4	5	6
d. ruhig und gelassen?	1	2	3	4	5	6
e. voller Energie?	1	2	3	4	5	6
f. entmutigt und traurig?	1	2	3	4	5	6
g. erschöpft?	1	2	3	4	5	6
h. glücklich?	1	2	3	4	5	6
i. müde?	1	2	3	4	5	6

10. Wie häufig haben deine körperliche Gesundheit oder seelische Probleme in den vergangenen 4 Wochen deine Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt? (Bitte nur eine Zahl ankreuzen.)

1 Immer 2 Meistens 3 Manchmal 4 Selten 5 Nie

11. Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf dich zu? (Bitte in jeder Zeile nur eine Zahl ankreuzen.)

AUSSAGEN	Trifft ganz zu	Trifft weitgehend zu	Weiß nicht	Trifft weitgehend nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu
a. Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden.	1	2	3	4	5
b. Ich bin genauso gesundwie alle anderen, die ich kenne.	1	2	3	4	5
c. Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt.	1	2	3	4	5
d. Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit.	1	2	3	4	5

12. Wie würdest du deinen derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?

O sehr gut O gut O mittelmäßig O schlecht O sehr schlecht

13. Im Folgenden findest du eine Reihe von Aussagen. Bitte kreuze bei jeder an, ob diese für dich zutrifft oder nicht.

Ich bin andauernd müde.	JA	NEIN
Ich habe nachts Schmerzen.	JA	NEIN
Ich fühle mich niedergeschlagen.	JA	NEIN
Ich habe unerträgliche Schmerzen.	JA	NEIN
Ich nehme Tabletten, um schlafen zu können.	JA	NEIN
Ich habe vergessen, wie es ist Freude zu empfinden.	JA	NEIN
Ich fühle mich gereizt.	JA	NEIN
Ich finde es schmerzhaft, meine Körperposition zu verändern.	JA	NEIN
Ich fühle mich einsam.	JA	NEIN
Ich kann mich nur innerhalb des Hauses bewegen.	JA	NEIN
Es fällt mir schwer mich zu bücken.	JA	NEIN
Alles strengt mich an.	JA	NEIN
Ich wache in den frühen Morgenstunden auf.	JA	NEIN
Ich kann überhaupt nicht gehen.	JA	NEIN
Es fällt mir schwer, zu anderen Menschen Kontakt aufzunehmen.	JA	NEIN
Die Tage ziehen sich.	JA	NEIN
Ich habe Schwierigkeiten Treppen hinauf- und hinunterzugehen.	JA	NEIN
Es fällt mir schwer nach Gegenständen zu greifen.	JA	NEIN
Ich habe Schmerzen beim Gehen.	JA	NEIN
Mir reißt derzeit oft der Geduldsfaden.	JA	NEIN
Ich fühle, dass ich niemanden nahestehe.	JA	NEIN
Ich liege nachts die meiste Zeit wach.	JA	NEIN
Ich habe das Gefühl, die Kontrolle zu verlieren.	JA	NEIN
Ich habe Schmerzen, wenn ich stehe.	JA	NEIN
Es fällt mir schwer mich selbst anzuziehen.	JA	NEIN
Meine Energie lässt schnell nach.	JA	NEIN
Es fällt mir schwer lange zu stehen (z.B. an der Bushaltestelle).	JA	NEIN
Ich habe andauernd Schmerzen.	JA	NEIN
Ich brauche lange zum Einschlafen.	JA	NEIN
Ich habe das Gefühl für andere Menschen eine Last zu sein.	JA	NEIN
Sorgen halten mich nachts wach.	JA	NEIN
Ich fühle, dass das Leben nicht lebenswert ist.	JA	NEIN
Ich schlafe nachts schlecht.	JA	NEIN
Es fällt mir schwer mit anderen Menschen auszukommen.	JA	NEIN
Ich brauche Hilfe, wenn ich mich außer Haus bewegen will.	JA	NEIN

Ich habe Schmerzen, wenn ich Treppen hinauf- und hinuntergehe.	JA	NEIN
Ich wache deprimiert auf.	JA	NEIN
Ich habe Schmerzen, wenn ich sitze.	JA	NEIN

Anhang 3: SF-36 (Auswertungsvorlage)

Fragebogen zum Gesundheitszustand (SF-36)

Itemnummer rot = Score

1. Wie würdest du deinen Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben? (Bitte nur eine Zahl ankreuzen.)

1 1 Ausgezeichnet 2 Sehr gut 3 Gut 4 Weniger gut 5 Schlecht

2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würdest du deinen derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben? (Bitte nur eine Zahl ankreuzen.)

2 1 Ausgezeichnet 2 Sehr gut 3 Gut 4 Weniger gut 5 Schlecht

3. Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die du vielleicht an einem normalen Tag ausübst. Bist du durch deinen derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark? (Bitte in jeder Zeile nur eine Zahl ankreuzen.)

TÄTIGKEITEN	0	50	100
	Ja, stark	Ja, etwas	Nein, überhaupt
3 a. anstrengende Tätigkeiten, wie schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben, ...	1	2	3
4 b. mittelschwere Tätigkeiten, wie einen Tischverschieben, Staubsaugen, Kegeln, Golf spielen, ...	1	2	3
J c. Einkaufstaschen heben oder tragen	1	2	3
6 d. mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3
7 e. einen Treppenabsatz steigen	1	2	3
8 f. sich beugen, knien, bücken	1	2	3
9 g. mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3
10 h. mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3
11 i. eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	2	3
12 j. sich baden oder anziehen	1	2	3

4. Hattest du in den vergangenen 4 Wochen aufgrund deiner körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause? (Bitte in jeder Zeile nur eine Zahl ankreuzen.)

SCHWIERIGKEITEN	0	100
	JA	NEIN
13 a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein.	1	2
14 b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte.	1	2
15 c. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun.	1	2
16 d. Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. ich musste mich besonders anstrengen).	1	2

5. Hattest du in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B., weil du dich niedergeschlagen oder ängstlich gefühlt hast)? (Bitte in jeder Zeile nur eine Zahl ankreuzen.)

SCHWIERIGKEITEN	0	100
	JA	NEIN
17 a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein.	1	2
18 b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte.	1	2
19 c. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten.	1	2

20 6. Wie sehr haben deine körperliche Gesundheit oder deine seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen deine normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt? (Bitte nur eine Zahl ankreuzen.)

1 Überhaupt nicht ¹⁰⁰ 2 Etwas ⁷⁵ 3 Mäßig ⁵⁰ 4 Ziemlich ²⁵ 5 Sehr ⁰

21 7. Wie stark waren deine Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen? (Bitte nur eine Zahl ankreuzen.)

1 Ich hatte keine Schmerzen ¹⁰⁰ 2 Sehr leicht ⁷⁵ 3 Leicht ⁵⁰ 4 Mäßig ²⁵ 5 Stark ⁰ 6 Sehr stark

22 8. Inwieweit haben dich in den vergangenen 4 Wochen Schmerzen bei der Ausübung deiner Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert? (Bitte nur eine Zahl ankreuzen.)

1 Überhaupt nicht ¹⁰⁰ 2 Ein bisschen ⁷⁵ 3 Mäßig ⁵⁰ 4 Ziemlich ²⁵ 5 Sehr ⁰

9. In diesen Fragen geht es darum, wie du dich fühlst und wie es dir in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. (Bitte kreuze in jeder Zeile die Zahl an, die deinem Befinden am ehesten entspricht). Wie oft warst du in den vergangenen 4 Wochen...

	BEFINDEN	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
23	a. voller Schwung?	1 ¹⁰⁰	2 ⁸⁰	3 ⁶⁰	4 ⁴⁰	5 ²⁰	6 ⁰
24	b. sehr nervös?	1 ⁰	2 ²⁰	3 ⁴⁰	4 ⁶⁰	5 ⁸⁰	6 ¹⁰⁰
25	c. so niedergeschlagen, dass dich nichts aufheitern konnte?	1 ⁰	2 ²⁰	3 ⁴⁰	4 ⁶⁰	5 ⁸⁰	6 ¹⁰⁰
26	d. ruhig und gelassen?	1 ¹⁰⁰	2 ⁸⁰	3 ⁶⁰	4 ⁴⁰	5 ²⁰	6 ⁰
27	e. voller Energie?	1 ¹⁰⁰	2 ⁸⁰	3 ⁶⁰	4 ⁴⁰	5 ²⁰	6 ⁰
28	f. entmutigt und traurig?	1 ⁰	2 ²⁰	3 ⁴⁰	4 ⁶⁰	5 ⁸⁰	6 ¹⁰⁰
29	g. erschöpft?	1 ⁰	2 ²⁰	3 ⁴⁰	4 ⁶⁰	5 ⁸⁰	6 ¹⁰⁰
30	h. glücklich?	1 ¹⁰⁰	2 ⁸⁰	3 ⁶⁰	4 ⁴⁰	5 ²⁰	6 ⁰
31	i. müde?	1 ⁰	2 ²⁰	3 ⁴⁰	4 ⁶⁰	5 ⁸⁰	6 ¹⁰⁰

32 10. Wie häufig haben deine körperliche Gesundheit oder seelische Probleme in den vergangenen 4 Wochen deine Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt? (Bitte nur eine Zahl ankreuzen.)

1 Immer ⁰ 2 Meistens ²⁵ 3 Manchmal ⁵⁰ 4 Selten ⁷⁵ 5 Nie ¹⁰⁰

11. Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf dich zu? (Bitte in jeder Zeile nur eine Zahl ankreuzen.)

	AUSSAGEN	Trifft ganz zu	Trifft weitgehend zu	Weiß nicht	Trifft weitgehend nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu
33	a. Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden.	1 ⁰	2 ²⁵	3 ⁵⁰	4 ⁷⁵	5 ¹⁰⁰
34	b. Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne.	1 ¹⁰⁰	2 ⁷⁵	3 ⁵⁰	4 ²⁵	5 ⁰
35	c. Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt.	1 ⁰	2 ²⁵	3 ⁵⁰	4 ⁷⁵	5 ¹⁰⁰
36	d. Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit.	1 ¹⁰⁰	2 ⁷⁵	3 ⁵⁰	4 ²⁵	5 ⁰

12. Wie würdest du deinen derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?

sehr gut gut mittelmäßig schlecht sehr schlecht

13. Im Folgenden findest du eine Reihe von Aussagen. Bitte kreuze bei jeder an, ob diese für dich zutrifft oder nicht.

Kurzfassung

Einleitung/Hintergrund: Bekannterweise können unterschiedliche Verhaltensweisen wie körperliche Aktivität oder Schlaf positive Auswirkungen auf das Wohlbefinden haben. Wohlbefinden wird oft mit Glück, Lebenszufriedenheit, Lebensqualität, Vitalität, Gesundheit oder Ähnlichem gleichgesetzt. Daher werden oftmals unterschiedliche Strategien zur Erreichung dieses Ziels eingesetzt. Welche Rolle Bewegung und Ernährung auf das Wohlbefinden haben, wird seit einiger Zeit erforscht.

Ziele: Das Ziel der Masterarbeit ist es, auf die Veränderungen des Wohlbefindens durch den kombinierten Einfluss von Ausdauertraining und Ernährungsinterventionen mit unterschiedlichem Kohlenhydratgehalt bzw. glykämischen Indices näher einzugehen. Dazu werden die sich daraus ableitenden Forschungsfragen behandelt.

Methoden: Um die Forschungsfragen zu beantworten, wurden die erhobenen Daten der durchgeführten Studie statistisch ausgewertet und anschließend kritisch dargestellt. Zur Beurteilung des Wohlbefindens wurden während der Intervention visuelle Analogskalen (VAS) und der Gesundheitsfragebogen SF-36 von den Probanden ausgefüllt.

Ergebnisse: Die Ernährungsinterventionen konnten in den einzelnen Gruppen nahezu eingehalten werden. Die Trainingszeiten wichen in allen Interventionsgruppen von den SOLL-Zeiten ab, waren allerdings nicht signifikant unterschiedlich in den Gruppen. Die Ergebnisse des SF-36 waren zu allen Zeitpunkten in allen Gruppen ähnlich (Low-GI: 681,00-722,42 Punkte; High-GI: 673,76-689,04 Punkte; LCHF: 674,52-703,84 Punkte).

Schlussfolgerung/Fazit: Über die Dauer der Intervention konnten zwar immer wieder Veränderungen im körperlichen Wohlbefinden, im Gesundheitszustand und der Trainingsleistung festgestellt werden, die Ergebnisse waren jedoch nicht signifikant. Daher ist es notwendig, weitere Forschungen in diesem Bereich durchzuführen.

Schlüsselwörter: Ausdauertraining, Ernährungsintervention, Kohlenhydratgehalt, glykämischer Index, Wohlbefinden

Abstract

Background: It is well known that different types of behavior such as physical activity or sleep do have positive effects on well-being. Well-being is often equated with happiness, life satisfaction, quality of life, vitality, health or similar. Therefore, different strategies are often used to achieve this goal. The role that physical activity and nutrition have on well-being has been researched for a while now.

Objectives: The aim of this Master's thesis is to analyze in more detail the changes in well-being caused by the combined influence of endurance training and dietary interventions with different carbohydrate content or glycaemic indices. For this purpose, the resulting research questions will be answered.

Methods: In order to answer the research questions, the collected data of the conducted study were statistically analyzed and then critically presented. Visual analogue scales (VAS) and the SF-36 health questionnaire were completed by the subjects during the intervention to assess well-being.

Results: The dietary interventions were almost followed in each group. The exercise times deviated from the target times in all intervention groups, but were not significantly different between the groups. SF-36 scores were similar at all time and all groups (low-GI: 681.00-722.42 points; high-GI: 673.76-689.04 points; LCHF: 674.52-703.84 points).

Conclusion: Small changes in physical well-being, health status and exercise performance were consistently observed over the duration of the intervention, but the results were not significant. Therefore, it is necessary to do further research in this field.

Keywords: endurance training, nutrition intervention, carbohydrate content, glycaemic index, well-being

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe und nur die ausgewiesenen Hilfsmittel verwendet habe. Die Arbeit wurde weder an einer anderen Stelle eingereicht noch von anderen Personen vorgelegt.

Datum: 11. April 2023

Unterschrift:

Gerlinde Thiers